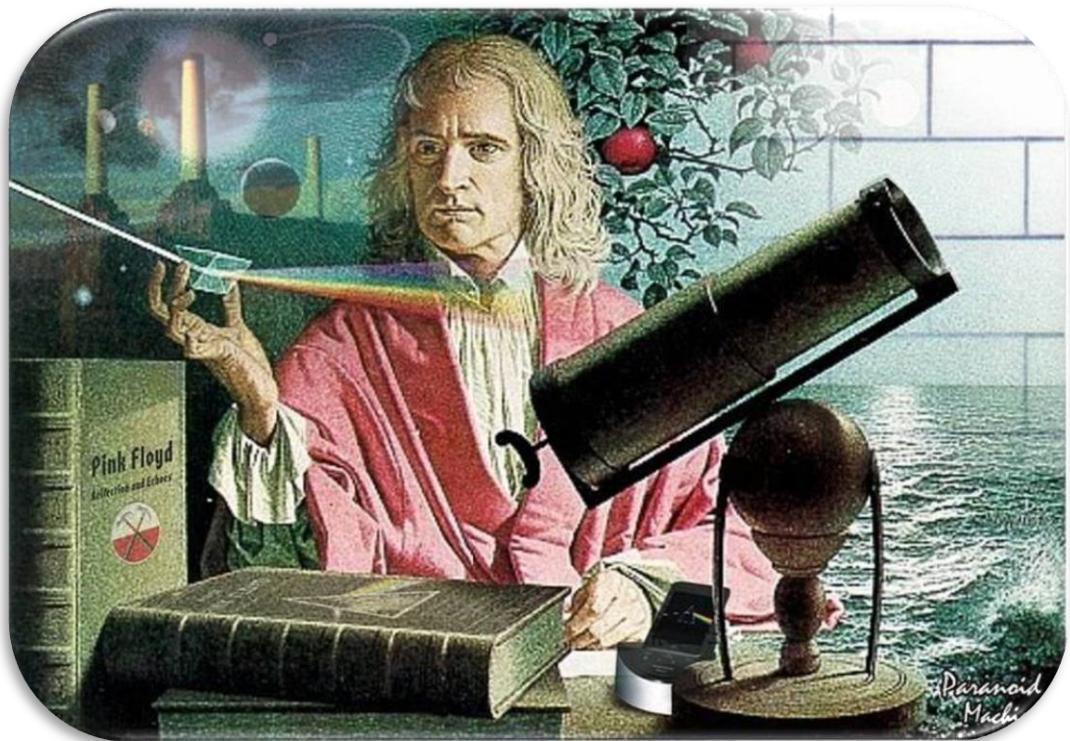


**F. B. NORQOBILOV**

# **F I Z I K A**

## **1 – qisim**

**Oliy o’quv yurtlariga kiruvchilar, akademik lisey va kasb – hunar kollejlari  
hamda umumta’lim maktablari o’quvchilari uchun qo’llanma**



**Toshkent - 2017**





## SO'ZBOSHI



Bizga ma'lumki, fizikani o'qitishdan asosiy maqsad, tabiatning fudamental qonunlarni ilmiy asosda tushuntirish, o'quvchilarning ilmiy dunyoqarash va falsafiy mulohaza yuritish qobiliyatlarini rivojlantirish, texnika va turmushda foydalanilayorgan uskuna va vositalarning ishlash prinsipini tushuntiruvchi fizik jarayonlar haqida tasavvurlarni shakllantirish va ta'lim olishni davom ettirish, olgan bilimlarini chuqurlashtirish va ilmiy izlanishlarini davom ettirish uchum mustahkam zamin yaratishdan iboratdir.

Qo'lingizdagи qо'llanma ham yuqoridagi maqsadlardan kelib chiqib, mакtab o'quvchilari, akademik litsey va kasb – hunar kollejlari talabalari hamda abituriyentlar uchun mo'ljallangan o'quv qо'llanmalari asosida tayyorlangan.

Ushbu qо'llanmada o'tilishi mumkin bo'lgan mavzular ketma – ket to'lalaigicha yoritib berilgan. Shuningdek har bir mavzu oxirida esa o'quvchilarning bilimini yanada chuqurlashtirish va mustahkamlash uchun Davlat test markazi tomonidan abituriyentlar uchun tavsiya etilgan axborotnoma test savollari keltirilgan. Qo'llanma oxirida zarur ma'lumotlar va ilovalar keltirilgan.

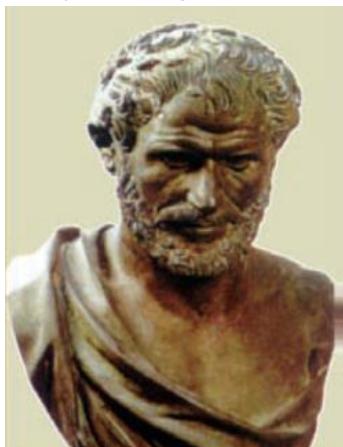
Qo'llanmaning ushbu birinchi qismi mexanika, tebranish va to'lqinlar, molekular fizika va termodinamika asoslari bo'limlarini o'z ichiga olgan.

## TABIATNI O'RGANISHDA FIZIKANING O'RNI.

Tabiatda real mavjud bo'lган va bizning sezgi a'zolarimiz yoki maxsus asboblar vositasida sezish mumkin bo'lган barcha borliq fanda **materiya** deb ataladi. Materiyaga elementar zarralar (elektron, praton, neytronlar va boshqalar), shunday zarralar yig'indilari (atom, malekula, ionlar).

**Fizika**—tabiat qonunlari o'rganiladigan asosiy tabiiy fanlardan biri bo'lib, materiya harakatining eng soda va shu bilan birga eng umumi shakli bo'lган mexanik, atom molekulyar, gravitatsion, elektromagnit jarayonlarni, shuningdek, atom ichdagi va yadro ichidagi jarayonlarni o'rganadi.

Tabiat haqidagi fanlar ichida texnika taraqqiyoti uchun fizika eng katta ahamiyatga ega, chunki fizika qonunlari texnikada ko'p qo'llaniladi. Fizika sohasidagi yangi kasgfiyotlar mavjud texnikaning yaxshilanishi yoki yangi texnikaning paydfo bo'lishiga sabab bo'ladi. Texnikaning taraqqiyoti, o'z navbatida ganning yanada rivojlanishiga olib keladi.



Fizika yunoncha "**phusis**" tabiat degan so'zdan olingan bo'lib, tabiat degan ma'noni anglatadi. Fizika haqidagi ma'lumotlami birinchi bor kitob shaklida qadimgi yunon mutafakkiri **Aristotel** (Arastu) (Mil. avalgi 384-322-y.) bayon etgan.

Fizika bizni o'rabi turgan nihoyatda ulkan va murakkab olamning eng umumi xossalari, uning eng umumi harakat turlarini, bu harakatlarni tavsiflovchi qonunlarni hamda hodisalar orasidagi munosabatlarni o'rganadi. Harakatning fizika o'rganadigan eng sodda va umumi turlari (mexanik harakat, issiqlik harakati), harakatning boshqa hamma turlari, ularning xususiyatlardan qat'iy nazar, fizika qonunlariga bo'ysunadi. Dunyoda yuz berayotgan xilma-xil o'zgarishlar tabiat hodisalarini tashkil etadi. Fizika tabiat hodisalarini o'rganish va bu hodisalarini tavsiflovchi qonunlarni hamda hodisalar orasidagi munosabatlarni aniqlash uchun zarur bo'lган ma'lumotlarni kuzatishlar va tajribalar asosida oladi.

Biz fizikani o'rganishdan oldin ba'zi terminlarni bilib olishimiz kerak. Bu terminlarga quyidagilar kiradi.

**Fizik jismlar** deb, tabiatda uchraydigan barcha jismlarga aytildi. Masalan: quyosh, yulduzlar, sayyoralar, toshlar, idishdagi suv, xonadagi havo va h.k.

**Jismlar sistemasi** deb, ayrim fizik hodisalar xuddi bitta jismdagidek namoyon bo'ladigan jismlar to'plamiga aytildi. Masalan, avtomobilning harakati. Bunda avtomobilning barcha qismlari vaqt davomida ma'lum yo'l o'tadi.

**Fizik hodisalar** deb, moddani tashkil etgan zarralar o'zgarmay qolgan holda sodir bo'ladigan hodisalarga aytildi. Masalan, toshning tushishi, g'ildirakning aylanishi, suvning qaynashi va muzlashi, ko'mir yonganda issiqlik chiqishi, lampochkadan yorug'lik chiqishi, radiodan ovoz chiqishi.

**Fizik muhit** deb, fizik hodisa va jarayonlar sodir bo`ladigan moddiy fazo yoki muhitga aytildi.

Ko`pgina hodisalarda bir vaqtning o`zida ham fizik, ham kimyoviy hodisalar ro`y berishi mumkin. Masalan, cho`ntak batareyalari va akkumulyatorlarida ro`y beradigan hodisalar.

Fizik hodisalarni bevosita **kuzatish** va **tajribada tekshirish** orqali qonunlar yaratiladi.

**Fizik qonun** deb, hodisalarni xarakterlovchi kattaliklar orasidagi miqdoriy bogManishdan iborat bolgan ifodaga aytildi.

**Kuzatish** deb, sodir bo`layotgan hodisaga ta`sir ko`rsatmasdan, uning xususiyatini o`rganishga aytildi. Masalan, jismlarning Yerga tushishini o`rganishda, bu hodisani ko`p marta kuzatgandan so`ng, qonuniyat topiladi. Buning uchun **tajribalar** o`tkaziladi. Tajribalar o`tkazishda **o'lchash** ishlari olib boriladi.

Shunday qilib fizik bilimlarning manbayi **kuzatishlar** va **tajriba o`tkazishlardan** iborat ekan.

### **Fizik kattaliklar. Birliklar sistemasi**

Ma'lumki, fizika fanining asosiy tekshirish uslubi–tajribadir. Tajribalar natijasini tushuntirish, asoslash maqsadida ilmiy nazariyalar yaratiladi. Bularning hammasi tabiatda mavjud bo`lgan ob`ektiv qonuniylatlarni o`rganishga va natijada ularning fizikaviy qonunlarini yaratilishiga olib keladi. Fizikaviy qonunlar fizik kattaliklar orasidagi ma'lum munosabatlar vositasida ifodalananadi.

**Fizik kattalik deb** – miqdor jixatdan har bir fizik ob`ekt uchun xususiy, lekin sifat jixatdan ko`plab ob`ektlar uchun umumiy bo`lgan va bu ob`ektlarning biror xossasini ifodalovchi kattalikka aytildi.

Fizik kattaliklarning qiymatlari doimo takomillashtirib boriladigan tajribalar yordamida aniqlanadi va ularni solishtirish kelishilgan birliklarni (birlik sistemasini) kiritilishini taqozo etadi.

Fizik kattaliklar sistemasi asosiy va xosilaviy kattaliklardan iboratdir. Asosiy fizik kattaliklar yetta bo`lib, ularning uchtasi moddiy dunyoning asosiy xossalarni ifodalovchi: **uzunlik, massa, vaqt** kabi birliklardir. Qolgan to`rttasi esa fizikaning biror bo`limidan olingan. Bunday kattaliklar: **tok kuchi, termodinamik harorat, modda miqdori** va **yoruglik kuchidir**.

## Asosiy Xalqaro birliklar sistemasi.

T/r	Kattalik nomi	Belgilanishi	Ta'rifi
1	Uzunlik.	metr (m).	“ <i>Metr</i> — yorug'lik vakuumda 1/299792458 s vaqt intervalida o'tgan yo'l uzunligiga teng”.
2	Massa.	kilogramm (kg).	Kilogramm (kg) – kilogrammning xalqaro timsolining massasiga teng massa. Parij yaqinidagi Sevr shaxrida o'lchov va tarozilar xalqaro byurosida saqlanayotgan platina-iridiy qotishmasining massasi. Deametri va halandligi bir xil 39,17 mm. (90% platina, 10% iridiy)
3	Vaqt.	sekund (s).	1967-yilda <i>vaqtning atom etalonini</i> sifatida seziy 133 atomi nurlanishining 9192631770 ta tebranishlari davrining davomiyligi bir fizik sekund deb qabul qilindi.
4	Tok kuchi.	amper (A).	Amper (A) – bo'shlikda bir- biridan 1 m masofada, joylashgan, ko'ndalang kesim yuzasi juda kichik bo'lgan, ikkita parallel, to'g'ri cheksiz uzun o'tkazgichlardan o'tganida bu o'tkazgichlar orasida ular uzunligining har bir metriga $2 \cdot 10^{-7}$ N o'zaro ta'sir kuchi vujudga keltiradigan o'zgarmas tok kuchidir.
5	Temperatura.	kelvin (K).	Kelvin (K) - suv o'chlamchi nuqtasi termodinamik haroratining 273,15 dan bir qismiga teng harorat birligi.
6	Modda miqdori.	mol.	Mol (mol) – tarkibiy elementlari, 0,012 kg massali $^{12}\text{C}$ no'qlidda mavjud bo'lgan tarkibiy elementlarga teng, sistemaning modda miqdori.
7	Yorug'lik kuchi.	kandela (kd)	Kandela (kd) – $540 \cdot 10^{12}$ Hz chastotali monoxromatik nurlanish chikaradigan manbaning, enyergetik kuchi $1/683$ W/sr bo'lgan yo'nalishdagi yoruglik kuchi.

Fizikada asosiy birliklardan tashqari xosilaviy birliklar ham qo'llaniladi. Xosilaviy birliklar fizikaviy qonunlardan foydalanib topiladi.

Kundalik turmushda birliklarga karrali bo`lgan birliklarda ham o`lchanadi.

	Nomi	Old qo'shimchaning belgisi		Ko'paytuvchi	
		O'zbekcha	Xalqaro		
Karrallilar	Eksa	E	E	$10^{18}$	1000000000000000000000000
	Peta	P	P	$10^{15}$	100000000000000000000000
	Tera	T	T	$10^{12}$	1000000000000000
	Giga	G	G	$10^9$	1000000000
	Mega	M	M	$10^6$	100000
	Kilo	k	k	$10^3$	1000
	Gekto	g	h	$10^2$	100
	Deka	da	da	$10^1$	10
Ulushilar	Detsi	d	d	$10^{-1}$	0.1
	Santi	s	s	$10^{-2}$	0.01
	Milli	m	m	$10^{-3}$	0.001
	Mikro	mk	$\mu$	$10^{-6}$	0.000001
	Nano	n	n	$10^{-9}$	0.00000001
	Piko	p	p	$10^{-12}$	0.000000000001
	Femto	f	f	$10^{-15}$	0.000000000000001
	Atto	a	a	$10^{-18}$	0.000000000000000001

### Asosiy birliklar bilan qoshimcha birliklar orasidagi bog'liklik

Nomlanishi	Asosiy birligi	Qo'shimcha birligi
Uzulnik	m	$1\text{mm}=10^{-3}\text{m}$ $1\text{sm}=10^{-2}\text{m}$ $1\text{dm}=10^{-1}\text{m}$ $1\text{km}=10^3\text{m}$
Yuza	$\text{m}^2$	$1\text{mm}^2=10^{-6}\text{m}^2$ $1\text{sm}^2=10^{-4}\text{m}^2$ $1\text{dm}^2=10^{-2}\text{m}^2$ $1\text{km}^2=10^6\text{m}^2$
Hajm	$\text{m}^3$	$1\text{mm}^3=10^{-9}\text{m}^3$ $1\text{sm}^3=10^{-6}\text{m}^3$ $1\text{dm}^3=10^{-3}\text{m}^3$ $1\text{km}^3=10^9\text{m}^3$
Vaqt	s	$1\text{min}=60\text{s}$ $1\text{soat}=60\text{min}=3600\text{s}$ $1\text{sutka}=24\text{soat}=86400\text{s}$ $1\text{yil}=365\text{sut}=31536000\text{s}$
Tezlik	$\text{m/s}$	$1\text{km/soat}=0,28\text{m/s}$ $1\text{sm/s}=10^{-2}\text{m/s}$ $1\text{mm/s}=10^{-3}\text{m/s}$ $1\text{km/s}=10^3\text{m/s}$
Tezlanish	$\text{m/s}^2$	$1\text{mm/s}^2=10^{-3}\text{m/s}^2$

		$1\text{sm/s}^2=10^{-2}\text{m/s}^2$ $1\text{dm/s}^2=10^{-1}\text{m/s}^2$
Massa	kg	$1\text{mg}=10^{-6}\text{kg}$ $1\text{g}=10^{-3}\text{kg}$ $1\text{t}=10^3\text{kg}$ $1\text{kg}=10^3\text{g}$
Zichlik	$\text{kg/m}^3$	$(\text{g/sm}^3)\cdot 1000=\text{kg/m}^3$
Kuch	N	$1\text{mN}=10^{-3}\text{N}$ $1\mu=10^{-6}\text{N}$ $1\text{kN}=10^3\text{N}$ $1\text{MN}=10^6\text{N}$

Tajribalar o`tkazishda va kuzatishlar olib borishda o`lchash ishlarini bajarish uchun o`lchov asboblaridan foydalaniladi.

O`lchov lentasi	Shtangensirkul
Tarozasi	Chizg`ich
Menzurka	Sekundomer

Fizikani o'rganishni bo'limlarga bo'lib o'rganishdan boshlaymiz fizika quyidagi bo'limlarga bo'linadi.

1. Mexanika.
2. Molekular va termodinamika
3. Elektromagnitizim.
4. Optika.
5. Atom va yadro fizikasi.
6. Kvant fizikasi.



Mexanika jismlar va ularning o'zaro ta'sirlaridagi harakatni o'rganadi. "**Mexanika**" so'zi yunonchada **mashina haqidagi ta'lilot** degan ma'noni bildiradi.

Yunon olimi **Aristotel** (miloddan avvalgi 384-322) "Fizika" kitobida birinchi marta "mexanika" so'zini qo'lladi va fanga kiritdi. Aristotel bu kitobda o'sha davrgacha ma'lum bo'lgan mexanika haqidagi bilimlarni to'pladi va tartibga soldi.

Yana bir yunon olimi **Arximed** (miloddan avvalgi 287-212) birinchi bo'lib mexanika hodisalarini tahlil qilish uchun matematikani qo'lladi. U richagning ishslash tamoyilini, jismlarning suzish shartlarini matematik hisob-kitoblar orqali ta'riflab berdi.

Fizikaning, mexanik harakat qonunlari, hamda bu harakatni vujudga keltiruvchi va o'zgartiruvchi sabablarini o'rganuvchi bo'limiga **mexanika** deyiladi.

Mexanika o'rganilayotgan jismlarning o'lchamlari va tezliklariga qarab klassik, relyativistik va kvant mexanikalariga ajratiladi.

### Klassik mexanika

Tezliklari yorug'likning bo'shliqdagi tezligidan juda kichik bo'lgan makro jismlarning harakat qonunlarini o'rganadi. Klassik mexanikaning asosiy qonunlari italiyalik fizik va astronom G.Galiley tomonidan aniqlangan bo'lib, ingliz olimi I.Nyuton tomonidan mukammal tavsiflangandir.

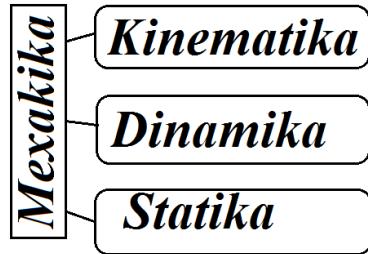
### Relyativistik mexanika

Yorug'likning bo'shlikdagi tezligiga yaqin bo'lgan tezliklar bilan harakatlanuvchi jismlarning harakat qonunlarini o'rganadi. Relyativistik mexanika A.Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasi asosida yaratilgan mexanikadir.

### Kvant mexanikası

Kvant mexanikasida mikrojismlarning (atomlar va elementar zarralarning) harakat qonunlari o'rganiladi.

## Klassik mexanika uch qismga bo'linadi



**Kinematika** – jismlarning harakat qonunlarini, bu harakatni vujudga keltiruvchi sabablarni e'tiborga olmay o'rghanadi.

**Dinamika** – jismlarning harakat qonunlarini, bu harakatni vujudga keltiruvchi va o'zgartiruvchi sabablar bilan birgalikda o'rghanadi.

**Statika** – jismlar sistemasining muvozonat qonunlarini o'rghanadi va fizikada dinamika qonunlari bilan birgalikda ko'rildi.

### 1 - §. KINEMATIKA ASOSLARI

Mexanikaning jismlar harakati qonunlarini va bu harakatni vujudga keltiruvchi sabablarsiz o'rghanadigan bo'limiga **kinematika** deyiladi. Kinematikaning asosiy vazifasi harakatni harakterlovchi kattaliklarni aniqlash va uni formulalar, grafiklar, jadvallar yordamida tavsiflashdir.

Biz kinematikani o'rghanishda zarur bo'lган tushunchalar, kattaliklar mayjud.

Tushunchalar: maddiy nuqta, absolyut qattiq jism, sanoq sistemasi, trayektoriya.  
Kattaliklar: yo'l, ko'chish, tezlik, tezlanish.

Kinematikada o'rganilgan tushuncha va kattaliklar haqida o'rganilgan ma'lumotlar mexanikaning keying bo'limlarida ham foydalaniladi. Shu bilan birgalikda kinematikada harakat haqida va ularni qanday o'rghanish mumkinligini o'rghanamiz.

#### Harakat haqida umumiylar ma'lumotlar. Sanoq sistemasi.

Shuni alohida qayd etmoq kerakki, fizik hodisa va qonuniyatlarni insonning eng yuksak intellektual qobiliyati solishtirish yordamida o'rghanishdir. Boshqacha aytganda o'rganilayotgan jism harakati, undan soddarоq bo'lган, fizik model sifatida tanlab olingan jism harakati bilan **solishtirish** yordamida o'rghaniladi.

Eng sodda model sifatida moddiy nuqta tushunchasidan foydalaniladi.

#### Moddiy nuqta.

**Moddiy nuqta** deb–ma'lum massaga ega bo'lган va harakati o'rganilayotgan holda, o'lchamlarini hisobga olmaslik mumkin bo'lган jismga aytildi. Moddiy nuqta tushunchasi nisbiy bo'lib, u o'rganilayotgan masalaga bevosita bog'liqdir. Masalan planetalarning quyosh atrofidagi orbitalar bo'ylab harakati o'rganilganda, ularni

moddiy nuqta sifatida qarash mumkin. Ayni paytda Yer shari atrofida harakatlanayotgan ulkan sun'iy yo'ldoshni Yerga nisbatan moddiy nuqta sifatida qarash mumkin.

## Absolyut qattiq jism.

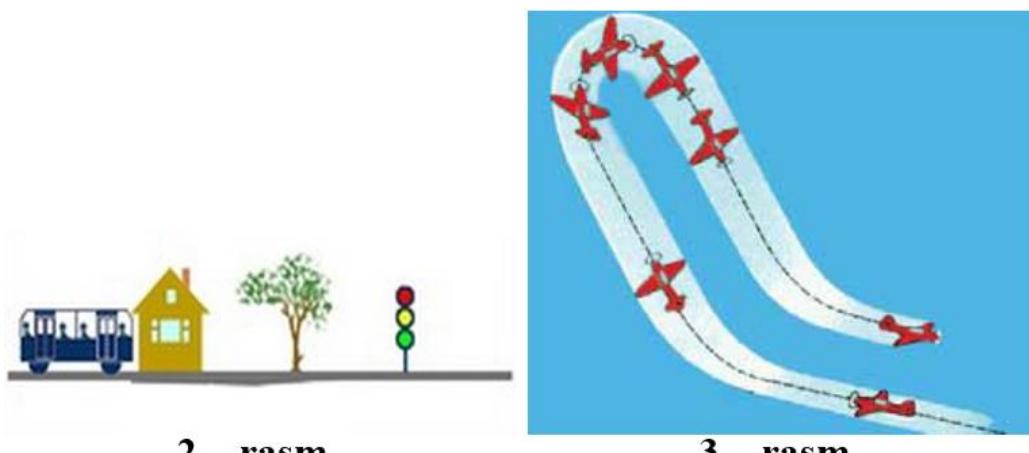
Mexanikada ko'p foydalaniladigan modellardan yana biri – absolyut qattiq jism tushunchasidir. Absolyut qattiq jism deb hech qanday holatda ham deformatsiyalanmaydigan, boshqacha aytganda har qanday kuch ta'sirida ham istalgan ikkita nuqtasi orasidagi masofa o'zgarmay qoladigan jiismga aytildi.

## Mexanik harakat.

Jismlarning, yoki jism qismlarining bir–biriga nisbatan o’rnining (vaziyatining) vaqt o’tishi bilan o’zgarishiga ***mexanik harakat*** deviladi.

Siz tevarak–atrofidagi jismlarning harakatini kuzatgansiz.

Avtomobil ko'cha bo'yicha tinch turgan daraxt va uylarga nisbatan (2-rasm), daryo suvi qirg'oqlarga nisbatan, osmondagи samolyot yerga nisbatan harakat qiladi (3-rasm). Bularning barchasi mexanik harakatdir.



Sanog iism

Kuzatilayotgan jism harakati yoki tinchligi qaysi jismga nisbatan o'rganilayotgan bo'lsa, o'sha jism sanq jism deb ataladi.

Sandal sistemasi.

Yuqorida qayd qilib o'tilganidek, mexanik harakat jism joylashuvining boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishini ko'rsatadi. Demak, uning holati qaysi jismga nisbatan o'rganilayotgan bo'lsa shu jism guyoki sanoqning boshiga aylanadi. Poezd harakatlanayotgani vokzalga, futbol to'pi harakat lanayotgani futbolchiga nisbatan joylashuvlarining o'zgarishiga qarab aniqlanadi. Bunday misollarni ko'plab keltirish mumkin.

Mexanik harakatni to'la tavsiflash uchun esa uning makon va zamondagi holatini to'la ko'rsata oladigan sanoq sistemasini kiritish zarur.

Sanoq jism, unga biriltirilgan koordinatalar sistemasi va vaqtini o'lchaydigan asbob birgalikda *sanoq sistemasini* tashkil qiladi (4-rasm).



### Moddiy nuqtaning harakati.

A moddiy nuqta sanoq sistemasida harakatlansa, uning koordinatalari ( $x, y, z$ ) lar vaqt o'tishi bilan o'zgara boradi. Bu o'zgarishning matematik ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\begin{cases} X = x(t), \\ Y = y(t), \\ Z = z(t). \end{cases}$$

Moddiy nuqta holatini vaqt o'tishi bilan o'zgarishini ifodalaydigan bu tenglamaga moddiy nuqta harakatining *kinematik tenglamasi* deyiladi.

Moddiy nuqtaning harakati ikki turga ajraladi *ilgarilanma* va *aylanma* harakatlarga

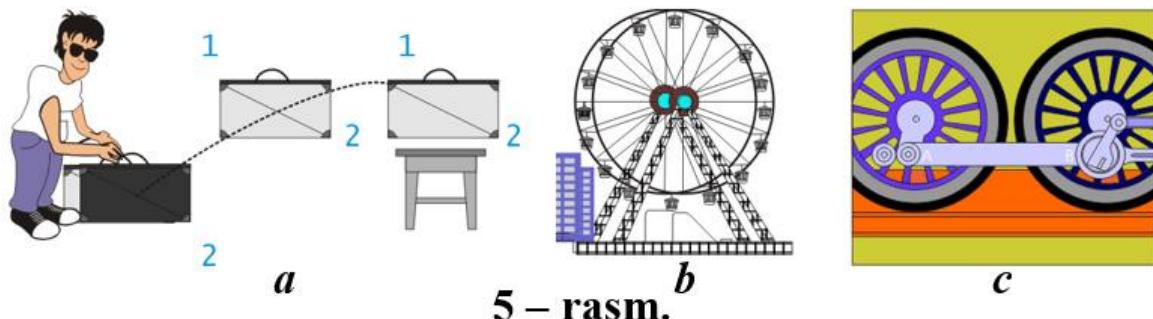
### Ilgarilanma harakat.

Har qanday harakatni ham ilgarilanma ham aylanma harakatlarning yig'indisi sifatida qarash mumkin.

Agar qattiq jismning istalgan nuqtasiga berkitilgan to'g'ri chiziq harakat davomida o'zining dastlabki holatiga parallel bo'lib qolsa bunday harakatga ilgarilanma harakat deyiladi. Masalan, jomadon poldan ko'tarilib stol ustiga qo'yilganda; yo'lning to'g'ri chiziqli qismida harakatlanayotgan avtomashina kuzovi; tomosha charxpalagidagi kabinasi; teplovozning (5-rasm) ikkita qo'shni yetakchi g`ildiraklarini tutashtiruvchi  $AB$  shtanga ilgarilanma harakat qiladi.

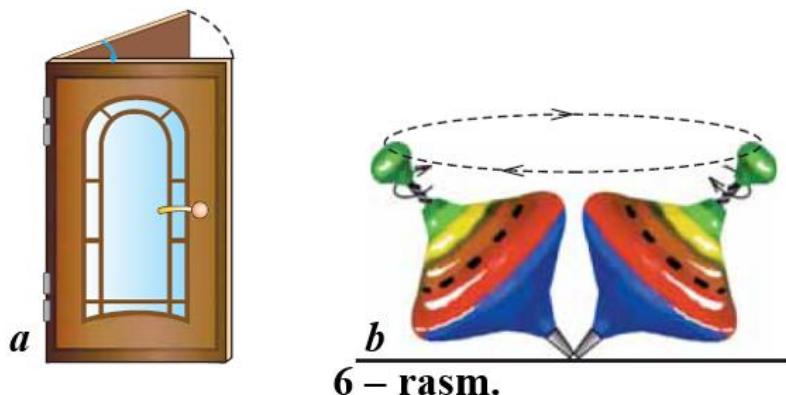
Ilgarilanma harakatda jismning hamma nuqtalari bir xil trayektoriyani tavsiflaydi va bir xil vaqtda birday tezlikda harakatlanib, bir xil ko'chadi.

Shuning uchun jismning ilgarilanma harakatini moddiy nuqtaning harakati deb qarash mumkin. Ko'chish tushunchasi bilan o'quvchilar birinchi bor tanishadilar. Ko'chish vektor kattalik bo'lganligi sababli, vektor haqida va ular bilan keyinchalik amallar bajarish tushuntiriladi.



### Aylanma harakat.

Agar qattiq jismning barcha nuqtalari aylanish o'qi deyiluvchi ma'lum o'q atrofida aylanalar bo'ylab harakatlansa bunday harakatga aylanma harakat (*6-a,b rasm*).



### Fazo va vaqt.

Galiley va Nyuton fazoni quyidagicha tasavvur etganlar: fazo cheksiz, uning barcha yo'nalishlari teng kuchli, barcha nuqtalari bir xil, qisman matyeriya bilan to'lgan, qisman bo'sh.

Fazoning chegarasi yo'q, uch o'lchamli, barcha nuqtalarda va barcha yo'nalishlarda teng kuchidir.

Vaqt uzliksiz, bir o'lchamli, hamma onlarda bir xil, faqat oldinga o'tadi.

### Fizik kattaliklar.

Fizikada asosan ikki xil kattaliklar bilan ish ko'rildi. Ulardan biri uzining son qiymati bilan to'la aniqlanib, ***skalyar miqdorlar yoki skalyarlar*** deyiladi. Bunday kattaliklarga yuza, hajm, zichlik, massa, issiqlik miqdori, energiya miqdori va boshqalar misol bo'ladi.

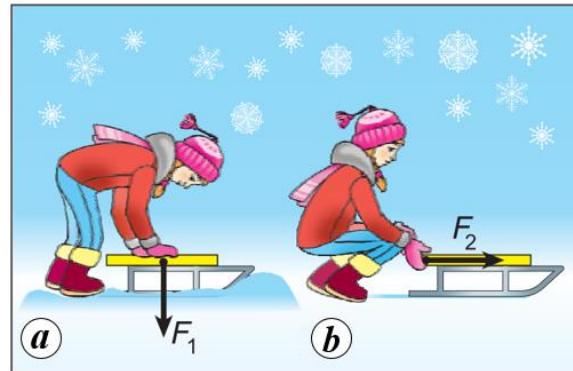
Skalyar kattaliklar ustida amallar natural sonlar ustida bajarilgan amallar kabi bajariladi. Masalan bir qopga  $5\text{kg}$  kartoshka,  $3\text{kg}$  piyoz va  $2\text{kg}$  sholg'om solingenan

bo'lsa ularning umumiyl massasi quyidagicha natural sonlarni qo'shish kabi topiladi:  
 $5kg + 3kg + 2kg = 10kg$ .

Ikkinchisi xil turdag'i kattaliklarni to'la ifodalash uchun esa ularning son qiymatlaridan tashqari yo'nalishlari ham berilgan bo'lishi kerak. Bunday kattaliklar vektor **kattaliklar yoki vektorlar** deyiladi. Bunday kattaliklarga ko'chish, tezlanish, kuch, kuch momenti kabilar bunga misol bo'ladi.

7 – a, b rasmlarda qizcha bir xil qiymatli kuch bilan chanaga ta'sir etmoqda. Birinchi rasmida chana qorga kuchliroq yuklansa, ikkinchisida esa harakatga keladi. Demak kuch faqatgina son qiymati bilan emas, yo'nalishi bilan ham aniqlanar ekan. Kuch vektor kattalikdir.

Harakat tezlanishi va boshqa ko'pgina fizik kattaliklar vektor kattalikdir (nima nima uchunligini o'ylab ko'ring).



7 – rasm.

### 1. Vektor kattalilar (vektorlar) son qiymati va fazodagi yo'nalishi bilan xarakterlanadi.

Vektorni yo'naltirgan kesma (strelka) ko'rinishda tasvirlanadi. Strelka vektor qayerga yo'nalaganligini ko'rsatadi. Strelka uzunligi vektoring son qiymatini aniqlaydi (8 – rasm).

Vektor ustiga strelka qoyilgan harf bilan belgilanadi,  $\vec{a}$ . Uni ustiga strelka qo'yilgan ikkita harf, masalan  $\overrightarrow{AB}$  bilan belgilash mumkin, bu yerda A nuqta vektor boshi, B nuqta – vektor oxiri (8 – rasmga qarang).

Vektoring son qiymati **moduli** deb ataladi.

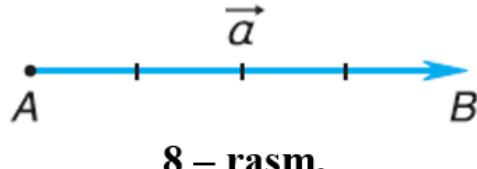
Vektor moduli strelkasiz harf bilan yoki  $| \dots |$  simvol bilan belgilanadi. Masalan, 8 – rasmida  $\vec{a}$  vektor moduli  $\vec{a} = |\vec{a}| = |\overrightarrow{AB}| = 4$  ga teng.

Ixtiyoriy vektor (nolga teng bo'limgan) moduli – musbat sondir.

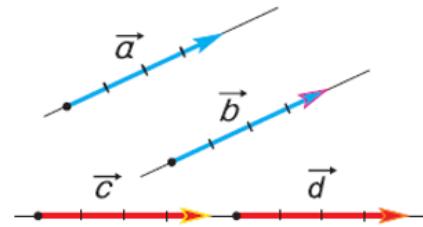
### 2. Agar vektorlar modullari va ularning yo'nalishlari bir xil bo'lsa, vektorlar o'zaro teng bo'ladilar.

Teng vektorlar birgina to'g'ri chiziqdada yoki parallel to'g'ri chiziqlarda yotadilar va ular bir tomoniga yo'nalgandir. 9 – rasmida  $\vec{a} = \vec{b}$ ,  $\vec{c} = \vec{d}$ . Biroq  $\vec{a}$  va  $\vec{c}$  vektorlarning modullari bir xil bo'lsada  $\vec{a} \neq \vec{c}$  dir.

Biroq, faqtgina modullarining tengligi vektorlarning tengligi uchun yetarli emas.

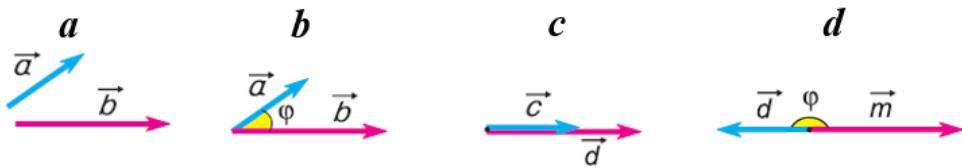


8 – rasm.



9 – rasm.

**3. Vektorlar orasidagi burchak.** Vektorlar orasidagi  $\varphi$  burchakni topish uchun (10 – a rasm) bu vektorlarning boshlarini birlashtirish kerak (10 – b rasm). Agar vektorlarning yo'nalishlari bir xil bo'lsa, u holda  $\varphi = 0^\circ$  (10 – c rasm), agar qarama – qarshi bo'lsa, u xolda  $\varphi = 180^\circ$  bo'ladi (10 – d rasm).



**10 – rasm.**

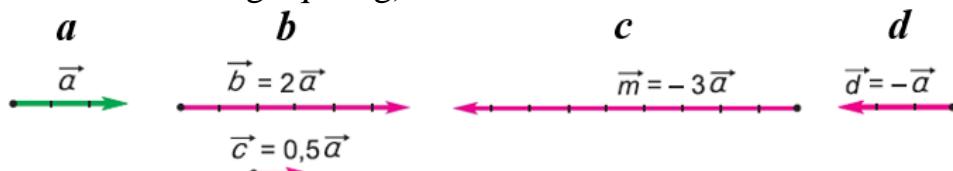
**4. vektorlarni songa ko'patirish.**  $\vec{a}$  vektorni  $\beta$  songa ko'paytmasi  $\vec{b} = \beta \cdot \vec{a}$  dir.  $\vec{b}$  vektor moduli nimaga teng? U qayerga yo'nalgan.

➤  $\vec{b}$  vektor moduli  $b = \beta \cdot a$  ga teng.

➤ Agar  $\beta > 0$  bo'lsa,  $\vec{b}$  vektor yo'nalishi  $\vec{a}$  vektor yo'nalishiga mos, agar  $\beta < 0$  bo'lsa,  $\vec{a}$  ga qarma-qarshi bo'ladi.

11 – rasmga e'tibor berib qarang. Siz  $\vec{a}$  vektorni 2 ga ko'paytirish bilan u ikki marta kattalashganini, 0,5 ga ko'paytirib esa ikki marta kichiklashganini ko'ramiz (11 – a, b rasmlar). Vektor (-3) ga ko'paytirganimizda vektorning moduli uch marta oshadi va vektor  $180^0$  ga buriladi (11 – c, d rasmlarga qarang).

**5. Qarma-qarshi vektorlar.** Agar  $\vec{d} = -\vec{a}$  bo'lsa,  $\vec{d}$  vektor  $\vec{a}$  vektorga qarama-qarshi deyiladi.  $\vec{d}$  va  $\vec{a}$  vektorlarning modullari bir xil, biroq yo'nalishlari qarama-qarshidir (11 – a, d rasmlarga qarang).



**11 – rasm.**

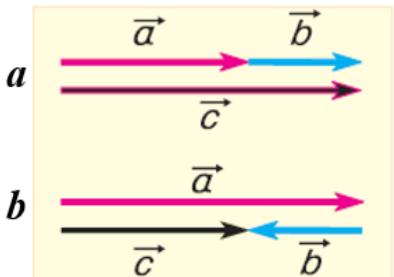
**6. vektorlani qo'shish.** Agar  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlar bir xil yo'nalgan bo'lsa, ularning yig'indisi bo'lgan  $\vec{c}$  vektor xuddishi yo'nalishga ega bo'lib,

$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$  modulga egadir (12 – a rasm).

Agar  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlarning yo'nalishlari qarama-qarshi (12 – b rasm) bo'lsa, u holda ularning yig'indisi bo'lgan  $\vec{c}$  vektor moduli katta bo'lgan vektor yo'nalishi kabi yo'naladi. Bunda  $\vec{c}$  vektor moduli qo'shilayotgan vektor modullari farqiga teng.

Bir-biriga ixtiyoriy burchak ostida yo'nalgan vektorlar qanday qo'shiladi?

a) **Parallelogramm qoidasi.**  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlar boshini birlashtiramiz (13 – a rasm).  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlarni tomonlari deb olib, ABCD parallelogrammni chizamiz.  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlar yig'indisi bo'lgan  $\vec{c}$  vektor parallelogrammning AC dioganali bilan mos qilib:  $c = \vec{a} + \vec{b}$



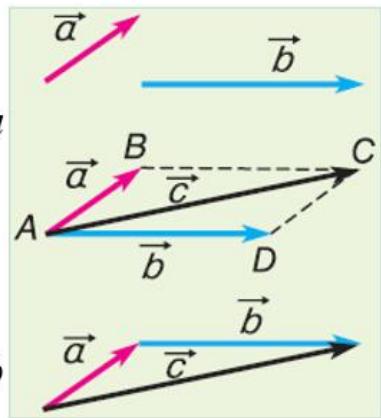
**12 – rasm.**

b) **Uchburchak qoidasi.**  $\vec{a}$  vektoring oxiri va  $\vec{b}$  vektoring boshlarini birlashtiramiz (13 – b rasm).  $\vec{a}$  vektoring boshidan  $\vec{b}$  vektoring oxiriga o'tkazilgan  $\vec{c}$  vektor  $\vec{a} + \vec{b}$  lar yig'indisiga teng.

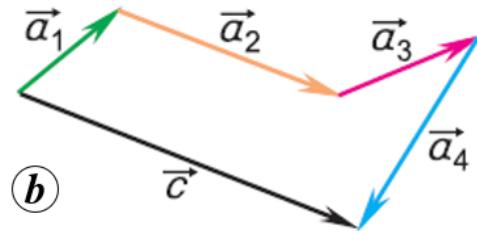
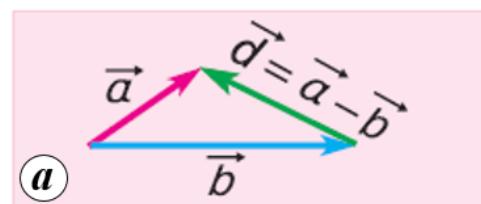
13 – a va b rasmlarni taqosslab, uchburchak qoidasi parallelogramm qoidasidan kelib chiqishini isbotlang.

**7. Vektorlarni ayirish.**  $\vec{a}$  va  $\vec{b}$  vektorlar boshlarini birlashtiramiz (14 – a rasm). Ayrilayotgan  $\vec{b}$  vektoring oxiridan kelayorgan  $\vec{a}$  vektor oxiriga  $\vec{d}$  vektorni o'tkazamiz.  $\vec{d}$  qidirilayotgan farq bo'lib  $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ .

**8. Ko'pburchak qoidasi.** Bir necha vektorlar (masalan  $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4$ ) yig'indisini topish uchun har bir keyingi vektorlarni avvalgisi oxiridan o'tkazish kerak (14 – b rasm).



13 – rasm.



14 – rasm.

Birinchi  $\vec{a}_1$  vektoring boshidan oxirgi  $\vec{a}_4$  vektoring oxiriga o'tkazilgan tutashtiruvchi  $\vec{c}$  vektor ushu berilgan vektoring yig'indisidir:

$\vec{c} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4$ . Qo'shishning bunday usuli ko'pburchak qoidasi deyiladi. U uchburchak qoidasidan kelib chiqadi.

**9. Vektorlar yigindisi moduli.** Vektorlar yig'ingisi moduli ya'ni  $|\vec{a} + \vec{b}|$  va ular modullari yig'indisi  $|\vec{a}| + |\vec{b}|$  larni chalkashtirmang.  $|\vec{a} + \vec{b}| = |\vec{a}| + |\vec{b}|$  tenglik faqatgina bir xil yo'nalgan vektorlar uchun bajariladi.

Boshqa xollarda  $|\vec{a} + \vec{b}| < |\vec{a}| + |\vec{b}|$  yig'indi moduli modullar yig'indisidan kichik bo'ladi. Ixtiyoriy uchburchakda bir tomonning uzunligi qolgan ikkita tomon uzunliklari yig'indisidan kichik bo'lgani uchun shunday bo'ladi (13 – b rasmga qarang).

**10. Nol – vektor.**  $\vec{a}$  vektor  $\vec{b}$  vektorga teng bo'lsin. U holda ularning farqi  $\vec{a} - \vec{b} = 0$  bo'ladi. Nol – vektor  $\vec{0}$  yo'nalishga ega emas, uning moduli esa nolga teng:  $|\vec{0}| = 0$ .

## Ko'chish va yo'l

Moddiy nuqta harakatini harakterlovchi kattaliklardan biri uning harakat **trayektoriyasidir**. Moddiy nuqta harakatining trayektoriyasi deb shu nuqtaning harakat davomida fazoda qoldirgan iziga aytildi.

Fazoda harakatlanayotgan reaktiv samolyotning harakat davomida qoldirgan iz uning harakat trayektoriyasi deyiladi (15-rasm).

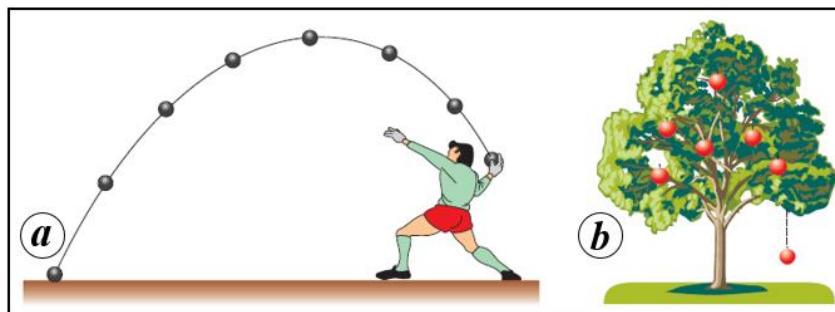


**15 – rasm.**

Trayektoriyaning shakliga qarab harakat to'g'ri chiziqli yoki egri chiziqli bo'lishi mumkin. 16-rasmda moddiy nuqtaning harakat trayektoriyasi ko'rsatilgan. Soptrchingning uloqtirayotgan toshining harakat trayektoriyasi egri chiziqdan iborat (16-a rasm). Daraxtdan tushayotgan olmaning harahat trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat (16-b rasm).

**Bosib o'tilgan yo'l** deb jismning harakat trayektoriyasining uzunligiga aytildi.

Yo'lni ingilizcha *Space* – masofa, *length* – uzunlik so'zlarining bosh harfi *S* yoki *l* harflaribidan belgilanadi.



**16 – rasm.**

## Bosib o'tilgan yo'lning birligi

Yo'lni o'lchash uchun XBS da **mert (*m*)** birligi qabul qilingan. Asosiy birligigan tashqari hosilaviy va ulushli birliklari ham qo'llaniladi.

$1m, 1km, 1mm, 1sm, 1dm, 1\mu m, 1nm$  kabi birliklari qo'llaniladi.

$$1km = 1000m = 10^3m. \quad 1mm = 0,001m = 10^{-3}m.$$

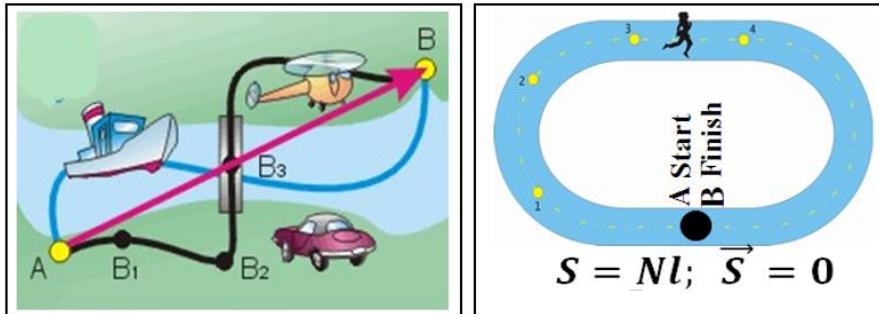
$$1sm = 0,01m = 10^{-2}m. \quad 1dm = 0,1m = 10^{-1}m.$$

$$1\mu m = 0,000001m = 10^{-6}m. \quad 1nm = 0,000000001m = 10^{-9}m.$$

Sonlarni daraja ko'rinishda yozish sonni standart ko'rinishda yozish deyiladi.

## Ko'chish

Moddiy nuqtaning dastlabki holati va uning keyingi holatini tutashtiruvchi o'tkazilgan vektorga **ko'chish** deyiladi. 17–rasmda ko'rsatilgan uchta jism avtomobil, kema va vertolyotlar A punktdan B punktga borish talab qilindi deylik. Bunda jismlarning harakatlanish trayektoriyasi har xil bo'lib, ko'chishi bir xil bo'ladi.



17 – rasm.

18 – rasm.

Bu rasmda vertolyotni ko'chishi va yo'li bir xil.

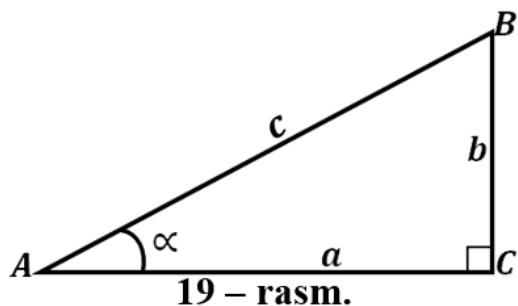
Misol tariqasida quyidagi maslani ko'rib chiqamiz. Sportchi uzunligi 500 m bo'lgan stadionda yugurayotgan bo'lsin, u stadiionni 6 marta aylangan bo'lsa uning bosib o'tgan yo'li  $S$  va ko'chishini  $\vec{S}$  aniqlamoqchi bo'lsak aylanishlar sonini stadiionning uzuligiga ko'paytirsak yo'li kelib chiqadi. Ko'chishi esa nolga teng chuki uning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlari ustma–ust tushadi (18–rasm).

$$\text{Yo'l: } S = Nl \quad \text{Ko'chish: } \vec{S} \\ S = 500 \cdot 6 = 3000 \text{ m}, \quad \vec{S} = 0$$

## Geometriya kursidan ba'zi ma'lumotlar

**Pifagor teoremasi.** to'g'ri burchakli uchburchak gipotenuzasining kadrati uning katetlari kvadratlarining yig'ndisiga teng.  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ ;

Eslatib o'tamiz, to'g'ri burchakli uchburchakning bitta burchagi to'g'ri ( $90^\circ$ ) bo'lib, qolgan ikki burchagi esa o'tkir burchakdan iborat. To'g'ri burchakli uchburchakning to'g'ri burchagi qarshisidagi tomoni **gipotenuza**, qolgan ikki tomoni esa **katet** deb ataladi (19–rasm).



19 – rasm.

To'g'ri burchakli uchburchakning ikkita o'tkir burchaklari yig'indisi  $90^0$ ga teng. To'g'ri burchakli uchburchakning katetlaridan biri gipotenuzaning yarmiga teng bo'lsa, u katek  $30^0$  li burchak qarshisida yotadi.

To'g'ri burchakli uchburchak o'tkir burchagining ***sinusi*** deb, shu burchak qarshisidagi katetning gipotenuzaga nisbatiga aytildi.  $\sin \alpha = \frac{b}{c}$ ;

To'g'ri burchakli uchburchak o'tkir burchagining ***kosinusi*** deb, shu burchakka yopishgan katetning gipotenuzaga nisbatiga aytildi.  $\cos \alpha = \frac{a}{c}$ ;

To'g'ri burchakli uchburchak o'tkir burchagining ***tangensi*** deb, shu burchak qarshisidagi katetning yopishgan katetga nisbatiga aytildi.  $\tan \alpha = \frac{b}{a}$ ;

To'g'ri burchakli uchburchak o'tkir burchagining ***kotangensi*** deb, shu burchakka yopishgan katetning qarshisidagi katetga nisbatiga aytildi.  $\cot \alpha = \frac{a}{b}$ ;

$\alpha$  burchakning sinusi, kosinusi, tangensi va kotangensi mos ravishda  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ ,  $\tan \alpha$  va  $\cot \alpha$  shaklida belgilanadi (o'qilishi: "sins alfa", "kosinus alfa", "tangens alfa", "kotangens alfa").

### Moddiy nuqtani ko'chishini koordinatalar orqali ifodalash

Moddiy nuqta sanoq sistemasida harakatlansa, uning koordinatalari  $(x, y)$  lar vaqt o'tishi bilan o'zgara boradi.

Bu o'zgarishning matematik ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin.

Jism  $x_0$  nuqtadan harakatlanib  $t$  vaqt ichida qandaydir masofaga ko'chdi. Bunda jismning  $OX$  o'qi bo'yish ko'chishi  $S_x$  ni topish uchun oxirgi  $x$  nuqtadan boshlang'ich  $x_0$  nuqtani ayirish kerak.  $S_x = x - x_0$ .

Jism  $OY$  o'qi bo'yicha ko'shishi  $S_y$  ni toppish uchun oxirgi  $y$  nuqtani boshlang'ich  $y_0$  nuqtadan ayirish kerak.  $S_y = y - y_0$ .

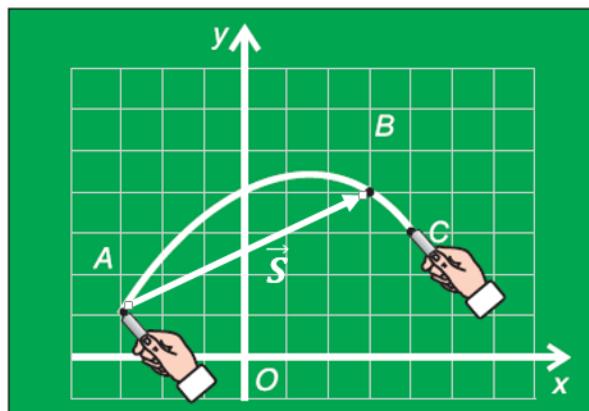
**Masalan:** Bor sinf doskasi tekisligida harakat qilib parabola grafigini hosil qilgan bo'lsa, borning koordinatalari quyidagicha bo'ladi (20-rasm).

Boshlabg'ich  $t_0=0$  vaqtida bor  $A$  nuqtada bo'lgan,  $A$  nuqtaning koordinatalari:  $x_0=-3dm$ ,  $y_0=1dm$ .

Bor harakatlanib  $t_1=3s$  vaqtida  $B$  nuqtaga ko'chgab bo'lsa,  $B$  nuqtaning koordinatalari:  $x_1=3dm$ ,  $y_1=4dm$ .

Borning  $OY$  o'qi bo'yicha ko'chishi  $S_y = y - y_0$  ga asosan quyidagicha aniqlanadi:  $S_y=3dm-(-1dm)=6dm$ .

Borning  $OY$  o'qi bo'yicha ko'chishi  $S_y = y - y_0$  ga asosan quyidagicha aniqlanadi:  $S_y = 4dm - 1dm = 3dm$ .



**20 – rasm.**

Jism koordinatalari berilgan bo'lsa ya'ni  $A(x_1; y_1)$   $B(x_2; y_2)$  uning ko'chishini hisoblash (21-rasm).

Pirogor tearemasiga asosan:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad S = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

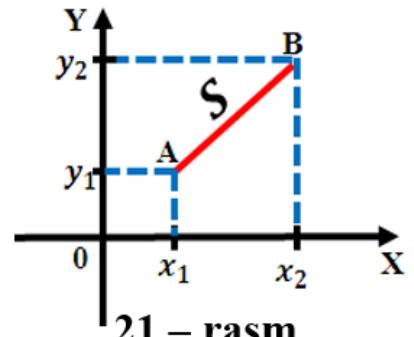
**Berilgan:**  $x_0 = -3dm$ ,  $x_1 = 3dm$ ,  $y_0 = 1dm$ ,  
 $y_1 = 4dm$ .

**Topish kerak:**  $\vec{S} - ?$

**Formula:**  $S = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

**Yechish:**

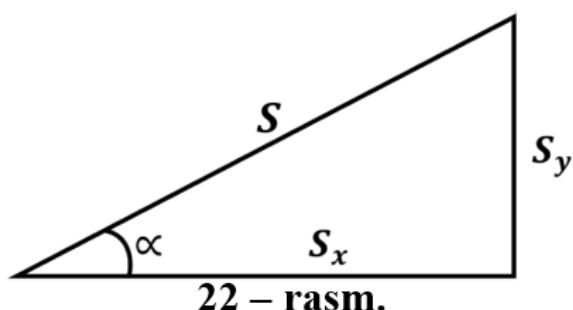
$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{(3dm - (-3dm))^2 + (4dm - 1dm)^2} = \\ &= \sqrt{(6dm)^2 + (3dm)^2} = \sqrt{45dm^2} = 3\sqrt{5}dm. \end{aligned}$$



**21 – rasm.**

### Jismning gorizontga α burchak ostidagi harakati

Jism gorizontga nisbatan  $\alpha^\circ$  burchak ostida harakatlanayotgan bo'lsa, ko'chishning gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari quyidagicha topiladi. Bunda to'g'ri burchakli uchburchak xossasidan foydalilanildi (22-rasm).



**22 – rasm.**

**Ko'chish vektorining gorizontal tashkil etuvchisi  $S_x$  ni topish:**

$$S_x = S \cdot \cos \alpha; \quad S_x = ctg \alpha \cdot S_y;$$

**Ko'chish vektorining vertikal tashkil etuvchisi  $S_y$  ni toping:**

$$S_y = S \cdot \sin \alpha; \quad S_y = tg \alpha \cdot S_x;$$

### **Mavzuga doir test**

1. Vaqt o'tishi bilan jismning fazodagi vaziyatining boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi jismning ... deb ataladi.

- A) trayektoriyasi. B) mexanik sarakati.  
C) ko'chishi. D) yo'li. E) sanoq, sistemasi.

2. Quyidagi hollarning qaysilarida jismlarni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin: 1) Yer Quyosh atrofida orbita bo'ylab harakat qlmoqda; 2) poezd ko'prik ustidan o'tmoqda; 3) tokar stanogida detal yasamoqda; 4) Toshkent-Moskva reysi bo'yicha samolyot uchmoqda; 5) Yer o'z o'qi atrofida aylanmovda?

- A) 1; 5. B) 1; 4. C) 2; 3. D) 3; 4. E) 4; 5.

3. Oyning Yer atrofidagi harakatiga taalluqli masalalarda nima uchun Oyni moddiy nuqta deb hsoblash mumkin? Chunki ...

- A) Oy - Erning yo'ldoshi.  
B) Oyning radiusi uning orbitasi radiusidan ancha kichik.  
C) Oyda atmosfera yo'q.  
D) Oy - shar.  
E) Oyning massasi Yernikidan kichik.

4. Sanoq sistemasini nimalar tashkil etadi?

- A) sanoq jismi va koordinatalar sistemasi.  
B) koordinatalar sistemasi va vafulchaydigan asbob.  
C) sanoq, jismi va vaqt o'lchaydiga asbob.  
D) Sanoq jismi, unga bog'langan koordinatalar sistemasi va vaqtini o'lchaydigan asbob. E) TJY.

5. Gapni to'g'ri to'ldiring. Moddiy nuqtaning o'z hrakati davomida chizgan chizig'i (qoldirgan izi) ... deb ataladi.

- 1) ko'chish; 2) traektoriya; 3) yo'l.  
A) 2. B) 3. C) 1. D) 1, 2. E) 2, 3.

6. Nuqtalar o'rniga kerakli iborani qo'ying. Moddiy nuqtaning biror vaqt oralirida qoldirgan izi o'zunligi ... deb ataladi.

- A) mexanik harakat. B) ko'chish.  
C) trayektoriya. D) sanoq, sistemasi. E) yo'l.

7. Jismning boshlang'ich vaziyati bilan keyingi vaziyatini to'tashtiruvchi yo'nalgan to'g'ri chiziq kesmasi ... deb ataladi.

- A) ko'chish. B) mexanik harakat.  
C) trayektoriya. D) yo'l. E) sanoq sistemasi

8. Sportchi stadiondagи o'zunligi 400 m bo'lган yugurish yo'lakchasini 2 marta aylanib chiqib, start berilgan joyga qaytib keldi. Bu harakatda sportchining bosib

o'tgan yo'li L va uning ko'chish moduli S necha metrga teng?

A)  $L=S=0$ .      B)  $L=400; S=800$ .

C)  $L=S=800$ .    D)  $L=800; S=400$ .    E)  $L=800; S=0$ .

9. Ertalab avtobus yo'lga chiqib, kechqurun avtobazadagi o'z o'rniga qaytib keldi. Shunda hisoblagichning ko'rsatishi 500 km ga ortdi. Avtobusning yo'li L va ko'chish moduli S nimaga teng (kilometrlarda)?

A)  $L=S=500$ .      B)  $L=500, S=250$ .

C)  $L=500, S=0$ .    D)  $L=0, S=500$ .    E)  $L=250, S=500$ .

10. Geologlar guruhi avval sharqqa tomon 15 km, so'ngra G'arbra tomon 5 km yo'l yurib tuxtdilar. Gurux necha km masofaga ko'chgan?

A) 20.    B) 10.    C)  $\sqrt{125}$ .    D)  $5\sqrt{5}$ .    E)  $10\sqrt{5}$ .

11. Toshkent avtomobil halqa yo'lining o'zunligi 70 km. Avtomobil bu yo'lni ikki marta aylanib o'tganda, uning bosib o'tgan yo'li L va ko'chish moduli S nimaga teng bo'ladi?

A)  $L=140\text{km}; S=0$ .      B)  $L=70\text{km}; S=0$ .

C)  $L=S=0$ .      D)  $L=S=140\text{km}$ .      E)  $L=0; S=140\text{km}$ .

12. Jism koordinatalari (5; 4) bo'lgan nuqtadan koordinatalari (9; 8) bo'lgan nuqtaga ko'chdi. Uning ko'chish moduli necha metr?

A) 12.    B) 14.    C)  $\sqrt{45}$ .    D)  $\sqrt{32}$ .    E)  $\sqrt{36}$ .

13. Koptok 3 m balandlikdan yerga tushdi va yerdan qaytib ko'tarilayotganda, 70 sm balandlikda tutib olindi. Koptokning yo'li va ko'ishini toping.

A) 3,07m; 2,03m.      B) 3 m; 70sm.

C) 3,7m; 0,7m      D) 3m ; 2,3m      E.) 3 7 m; 2.3m.

14. Jism gorizontga nisbatan  $60^\circ$  burchak ostida harakatlanib, 300m balandlikka ko'tarildi. Jismning gorizontal yo'nalishdagi ko'chishini aniqlang (metrlarda).

A) 70.    B) 140.    C) 173.    D) 280.    E) 346

15. Turist gorizontga nisbatan  $30^\circ$  burchak hosil qilgan qiyalikda 200m yo'l bosdi. Turistning vertikal yo'nalishdagi ko'chishini aniqang (m).

A) 100.    B) 141.    C) 173.    D) 200.    E) 50.

16. Radiusi 10sm bo'lgan charxtosh chetidagi nuqta ma'lum vaqt ichida 5 marta tuliq aylandi. Nuqtaning yo'li va ko'chishini toping (sm).

A) 62,8; 0.    B) 314, 314    C) 314; 0.    D) 62,8; 62,8    E) 0; 0

17. Jism R radiusli aylana buylab harakatlanayapti. Aylananing 1/6 qismini o'tganda, yo'l va ko'chish moduli nimaga teng bo'ladi?

A)  $R; R$       B)  $\frac{\pi}{6}R; \frac{R}{6}$ .      C)  $\frac{\pi}{3}R; \frac{R}{3}$ .      D)  $\frac{\pi}{2}R; \frac{R}{2}$       E)  $\frac{\pi}{3}R; R$

18. Havo shari biror balandlikka vertikal ko'tarilgach, shamol uni gorizontal yo'nalishda 600m masofaga uchirib ketdi. Agar havo sharining ko'chishi 1km bo'lsa, uning o'tgan yo'li necha metr?

A) 600.    B) 800.    C) 1000.    D) 1400    E) 1600

19. Havo shari Yerdan 200m balandlikka vertikal ko'tarilgach, shamol uni G'arbgaga tomon muayyan masofaga eltdi. Agar havo sharining ko'chishi 250 m bo'lsa, uning o'tgan yo'li necha metr.

A) 150.    B) 200.    C) 350.    D) 450.    E) 250

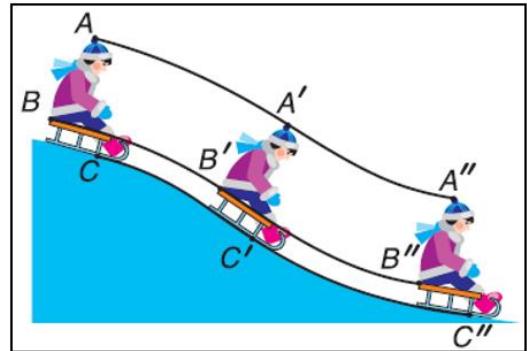
## 2 - §. TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKAT. TEZLIK

### To'g'ri chiziqli tekis harakat

Jism harakat trayektoriyasining shakliga qarab ikki turga bo'linadi: to'g'ri chiziqli harakat va egri chiziqli harakat.

Jismning harakati davomida trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, bunday harakat **to'g'ri chiziqli harakat** deyiladi.

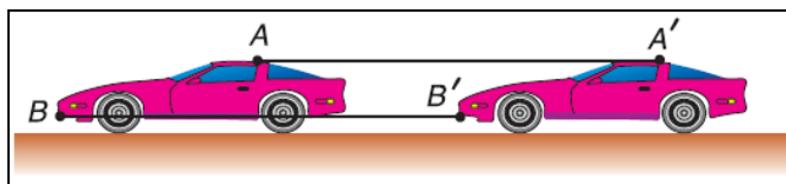
Tepalikdan chanada uchib tushayotgan qizchanining harakatini bir-nechita nuqdadan kuzatamiz  $A, B, C$  (23-rasm). Qizchaning harakati davomida tanlab olingan nuqtalar, tepalikdan tushib borish chog'ida mutloq bir xil shakil va bir xil trayektoriyaga teng.



**23 – rasm.**

To'g'ri chiziqli harakat davomida jismning qismlaridan tanlab olingan nuqtalarining trayektoriyasi shakilari bir xil va trayektoriyasining o'lchami teng bo'ladi.

To'g'ri chiziqli harakatda jismni turli qisimlari harakat davomida bir xil masofaga ko'chadi (24-rasm).  $AA' = BB'$



**24 – rasm.**

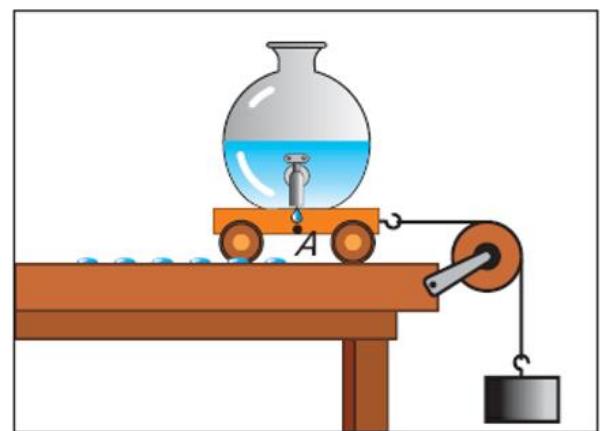
25-rasmda berilgan aravacha gorizontal sirtda to'g'ri chiziqli harkat qilayotgan bo'lsin. Bunda aravachaga jumrakli idish o'rnatilgan bo'lib, har 2s da bitta tomchi suv tomadi. O'lchash natijalari shuni ko'rsatadiki, har bir tomchi orasidagi masofa bir xil.

$$t_1 = t_2 = t_3 = \dots = t_n = 2s,$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_n = 0,2m.$$

Agar jism ixtiyoriy bir xil vaqt oraliqlarda bir xil yo'lni o'tsa, bunday harakat **tekis harakat** deb ataladi.

Agar to'g'ri chiziqli harakatlanayotgan moddiy nuqta ixtiyoriy teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofani bosib o'tsa, uning harakati **to'g'ri chiziqli tekis harakat** deyiladi.

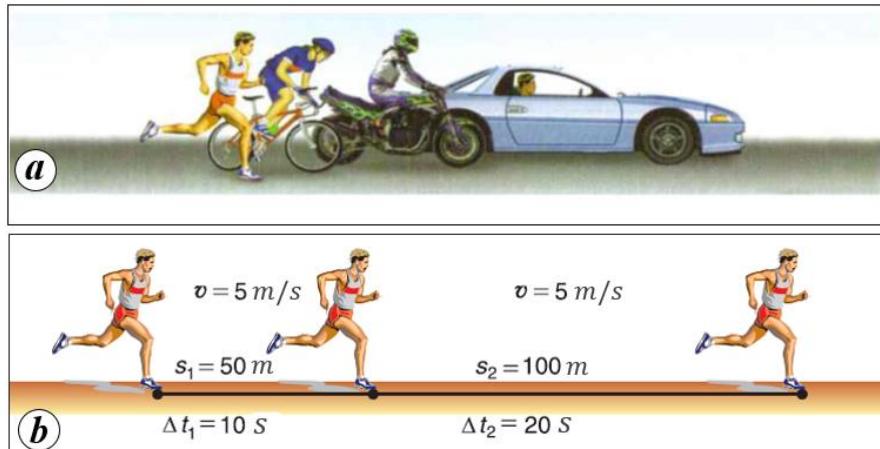


**25 – rasm.**

## Tezlik

Biz kundalik hayotimizda harakatlanayotgan jismlarning biri ikkinchisiga nisbatan tezroq yoki sekinroq degan tushunchalarni ishlatalamiz.

Masalan: Avtomobil motasikildan, motasikil velosipeddan, velosiped odamdan tezroq harakatlanadi degan iboralar qo'llaniladi (26 –a rasm).



**26 – rasm.**

Bundan tashqari jismlarning harakati goh sekinlashishi, goh tezlashishi mumkin. Masalan: choraxadagi sevtoforni qizil chirog'i yonganida avtomobil sekinlashadi va aksincha yashil chirog'i yonganida joyidan qo'zg'alayotganida tezlashadi. Bunda tezroq harakatlanayotgan vosita bir xil vaqt davomida ko'proq masofaga ko'chishi nazarda to'tiladi.

Harakatlanayotgan jismning vaqt birligida ko'chishini (yoki o'tgan yo'lini) solishtirish maqsadida **tezlik** tushunchasi kiritiladi.

25-rasmdagi tomchilarning orasidagi masofani vaqtga bog'lanishini ko'rib chiqamiz ya'ni masofani vaqtga nisbatini topamiz:

$$\frac{S_1}{t_1} = \frac{0,2m}{2s} = 0,1 \frac{m}{s}, \quad \frac{S_2}{t_2} = \frac{0,2m}{2s} = 0,1 \frac{m}{s}, \quad \frac{S_3}{t_3} = \frac{0,2m}{2s} = 0,1 \frac{m}{s},$$

Bu topilgan nisbatlari bir-biri bilan solishtirsak, nisbatlar teng ekanligi ma'lum bo'ladi. Bu  $\frac{S}{t}$  nisbatni fizikadi **tezlik** deb ataluvchi maxsus kattalik bilan belgilash kiritilgan. Tezlik  $\vec{g}$  harifi bilan belgilanadi.

Tezlik quydagicha ta'riflanadi:

Vaqt birligida bosib o'tilgan yo'l **tezlik** deb ataladi.

$$\vec{g} = \frac{\vec{S}}{t}$$

Formuladan quydagi ta'rif kelib chiqadi. Jismning tekis harakatidagi **tezligi** jism bosib o'tgan yo'lning shu yo'lni o'tish uchun ketgan vaqtga nisbati bilan aniqlanadi.

Tezlik vektor kattalik: yo'nalishga va son qiymatiga ega.

Harakat to'g'ri chiziqli bo'lganda ko'chish miqdor son jihatidan bosib o'tilgan yo'lga teng bo'ladi. Bu harakatda tezlik vektorining son qiymati va yo'nalishi o'zgarmas bo'ladi:  $\vec{g} = \text{const}$

Sportchi to'g'ri chiziqli yo'lida tekis yugutayotgan bo'lsa, harakat davomida vaqt ortishi bilan yo'l ham vaqtga mos ravishda ortib bo'radi ammo tezlik o'zgarmasdan qoladi (26 – b rasm).

Tezlik formulasining skalyar ko'rinishi quyidagicha ifodalanadi, tezlikning skalyar ko'rinishi:

$$g = \frac{S}{t}$$

### Tezlikning birligi

Xalqaro birliklar sistemasida **tezlikning birligi m/s** bo'lib, tezlik 1 m/s bo'lganda 1s vaqtida 1m masofa bosib o'tadi.

Amalda tezlikning asosiy birliklaridan tashqari **1 km/soat, 1 km/min, 1 km/s, 1 sm/s** kabi hosilaviy va ulushli birliklari ham qo'llaniladi.

Masalalarni yechishda, shuningdek, kundalik hayoda tezlikning **km/soat** da berilgan qiymatini **m/s** da yoki **m/s** da berilgan qiymatini **km/soat** da ifodalash ko'p uchraydi. Ularni biridan ikkinchsiga aylantrish mumkin:

*Misol-1:*  $72 \text{ km/soat} = \frac{72}{3,6} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$  berilgan sonni 3,6 ga bo'lish kifoya.

*Misol-2:*  $25 \text{ m/s} = 25 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{soat}} = 90 \text{ km/soat}$  berilgan sonni 3,6 ga ko'paytrish kifoya.

### Tezlikni o'lchash

Harakatlanayotgan jismning tezligi maxsus asboblar yordamida o'lchanadi. Masalan, avtomobil tezligi spidometr yoki radar yordamida o'lchanadi. Spidometr inglizcha **speed** – tezlik, lotincha **metreo** – o'lchash so'zlaridan olingan. (27 – rasm)



27 – rasm.

## Tezlik formulasidan yo'l(ko'chish)ni topish

Tekis harakatda bosib o'tilgan yo'lni topish uchun jismning tezligini uning harakatlanish uchun ketgan vaqtga ko'paytrish kerak:

$$S = \vartheta \cdot t.$$

## Tezlik formulasidan vaqtni topish

Tekis harakatda yo'lni bosib o'tish uchun ketgan vaqtni topish uchun, shu yo'lni jism tezligiga bo'lisl kerak:

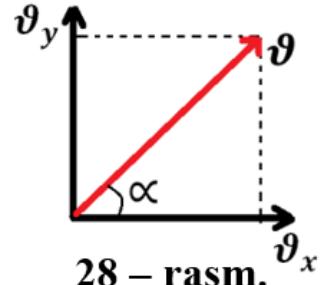
$$t = \frac{S}{\vartheta}.$$

## Tezlikning gorizontall va vertikal tashkil etuvchilari

### Tezlikning gorizontall tashkil etuvchisi:

Tezlik vektorining gorizontall tashkil etuvchisi  $\vartheta_x$  koordinata grafigining burchak ***cosinus*** orqali topiladi (28–rasm):  $\vartheta_x = \vartheta \cos \alpha$ ;

Ko'chish vektorining gorizontall tashkil etuvchisi  $S_x$  ning  $S_x = x - x_0$  ga tengligidan tezlikning  $\vartheta = \frac{S}{t}$  formulasiga binoan  $v_x = \frac{S_x}{t} = \frac{x - x_0}{t}$  tenglamaga ega bo'lamiz.



28 – rasm.

### Tezlikning vertikal tashkil etuvchisi:

Tezlik vektorining vertikal tashkil etuvchisi  $\vartheta_y$  koordinata grafigining burchak sinus orqali topiladi (28–rasm):  $\vartheta_y = \vartheta \sin \alpha$ ;

Ko'chish vektorining vertikal tashkil etuvchisi  $S_y$  quyidagiga tengligidan  $S_y = y - y_0$  tezlikning  $\vartheta = \frac{S}{t}$  ormulasiga binoan  $\vartheta_y = \frac{S_y}{t} = \frac{y - y_0}{t}$ .

### Tezlikning gorizontall va vertikal tashkil etuvchilari orasidagi munosabat:

Tezlik koordinatalari, tezlikning  $\vartheta_x$  va  $\vartheta_y$  tashkil etuvchilari pifogor teoremasiga asosan quyidagicha topiladi (28–rasm):  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

Tezlik vektorining gorizontall bilan tashkil qilgan burchagini topish uchun esa tezlikning vertikal tashkil etuvchisini gorizontall tashkil etuvchisiga bo'lisl kerak (28–rasm):  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x}$ ;

## Jism ko'chishining gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari

### Ko'chishning gorizontal tashkil etuvchisi:

Ko'chish vektorining gorizontal tashkil etuvchisi  $S_x$  quyidagicha topiladi:  $S_x = x - x_0$ ; yoki  $S_x = v_x t$  formula orqali ifodalanadi agar tezlikning gorizontal tashkil etivchisi  $\vartheta_x = \vartheta \cos \alpha$  ga teng bo'lsa, u holda ko'chish vektorining gorizontal tashkil etuvchisi  $S_x = S \cdot \cos \alpha$  ifoda orqali topiladi.

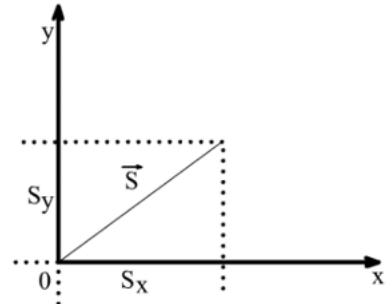
### Ko'chishning vertikal tashkil etuvchisi:

Ko'chish vektorining vertikal tashkil etuvchisi  $S_y$  quyidagiga teng:  $S_y = y - y_0$  yoki  $S_y = v_y t$  agar tezlikning vertikal tashkil etivchisi  $\vartheta_y = \vartheta \sin \alpha$ ; ga teng bo'lsa, u holda  $S_y = v_y t$  tenglama quyidagi ko'rinishga keladi  $S_y = S \cdot \sin \alpha$ .

### Ko'chishning gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari orasidagi munosabat:

Jismni bosib o'tgan yo'lini koordinata orqali ifodalash bu ifodalarni biz yuqorida ko'chish va yo'l mavzusida ham to'xtalib o'tgan edik(29–rasm).

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}; \quad S = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$$



**29 – rasm.**

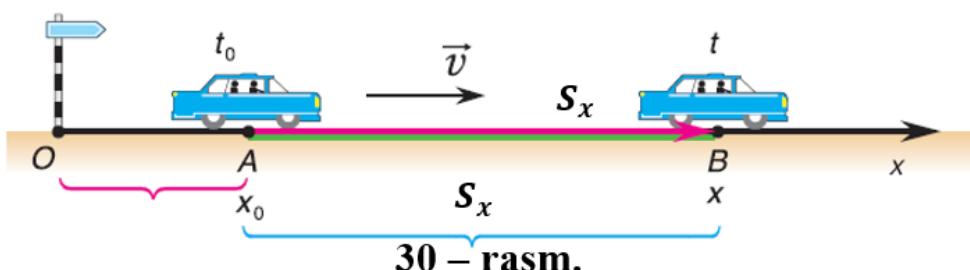
### Harakat tenglamasi

Jismni harakatini  $X$  koordinatasi orqali ifodalasak, jism koordinata boshiga ya'ni sanoq jisimga nisbatan qandaydir  $x_0$  masofadan harakatini davom ettirib,  $\vartheta$  tezlik bilan,  $S_x$  masofani  $t$  vaqt ichida bosib o'tsa, uning harakatini quyidagi harakat tenglamasi orqali ifodalanadi (30–rasm).

$$x = x_0 + S_x \quad S_x = \vartheta_x t \quad x = x_0 + v_x t$$

Bu tenglamalarga **harakat tenglamalari** yoki **harakat qonunlari** deyiladi.  $x = x_0 + v_x t$ ; agar  $x_0 = 0$  bo'lsa tenglama quyidagi ko'rinishga keladi  $x = v_x t$ ;

**Y** o'qi bo'yicha harakat tenglamalarini ham yozsak bo'ladi.  $y = y_0 + S_y$ ;  $y = y_0 + v_y t$ ; agar  $y_0$  bo'lsa  $S_y = v_y \cdot t$  kabi bo'ladi.



**30 – rasm.**

## Ikki jism bir xil masofani har xil vaqtda bosib o'tgan bo'lsa, tezliklari orasidagi farqni topish:

Birichi jism  $S$  masofani  $t_1$  vaqtda ikkinchi jism shu  $S$  masofani  $t_1$  vaqtda bosib o'tsin. Agar ularni harakatlanish vaqtleri orasidagi bog'lanish quyidagicha bo'lsa,  $t_2 = nt_1$  tezliklari orasidagi farq quyidagicha bo'ladi.

$$\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2; \quad \Delta \vartheta = \frac{S}{t_1} - \frac{S}{t_2} = S \left( \frac{1}{t_1} - \frac{1}{nt_1} \right); \quad \text{yoki} \quad \Delta \vartheta = \vartheta_2 \left( \frac{t_2}{t_1} - 1 \right)$$

### Mavzuga doir test

1. Qanday harakat to'g'ri chiziqli tekis harakat bo'ladi?

- A) teng vaqt oraliqlarida bir xil masofaga ko'chuvchi jism harakati.
- B) traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat harakat.
- C) hech qanday teztanishga ega bo'lmasagan harakat.
- D) tezligining moduli o'zgarmaydigan harakat.

2. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik vektorining ...

- A) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmaydi.
- B) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmaydi.
- C) moduli va yo'nalishi o'zgarmas saqlanadi.
- D) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.

3. Quyida keltirilgan formulalarning qaysi biri tekis harakat uchun o'rinni?

- A)  $\vec{\vartheta} = \Delta \vec{s} / \Delta t$ .    B)  $\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_0 + at$ .    C)  $\vartheta = \sqrt{aR}$ .
- D)  $\vartheta = \sqrt{2aS}$ .    E)  $\vartheta = (\vartheta_1 + \vartheta_2)/2$

4. 1 m/s tezlik kattami yoki 1 km/h tezlikmi?

- A) ikkalasi teng.    B) birinchisi 3,6 marta katta.
- C) ikkinchisi 3,6 marta katta.    D) ikkinchisi 1000 marta katta.
- E) birinchisi 60 marta katta.

5. Jism gorizont bilan  $60^\circ$  burchak hosil qilgan qiyalikdan 20 m/s tezlik bilan yuqoriga tortilmoqda. Shu jismning vertikal va gorizontal yo'nalishlardagi tezliklari qanday ( $m/s$ )?

- A) 17,3; 10.    B) 10; 14,1.    C) 10; 17,3.    D) 14,1; 10.

6. Jism  $XOY$  tekislikda koordinatlari (5; 4) bo'lgan nuqtadan koordinatalari (9; 8) bo'lgan nuqtaga o'z vaziyatini  $\sqrt{2}$  s o'zgartirdi. Ko'chish tezligining modulini toping ( $m/s$ ).    A) 4.    B) 6.    C) 7.    D) 8.    E)  $\sqrt{18}$ .

7. Reaktiv samolyot 340 m/s tezlik bilan tekis va to'g'ri chiziqli uchmoqda, Uning 0,1 soatdagi ko'chishi modulini toping ( $km$ ).

- A) 140.    B) 120.    C) 220.    D) 240.

8. Uzunligi 150 m va tezligi  $54 \text{ km/h}$  bo'lgan poezd 300 m uzunlikaagi tunneldan necha sekundda o'tadi?    A) 30.    B) 20.    C) 10.    D) 45.    E) 55.

9. Uzunligi 300 m bo'lgan,  $36 \text{ km/h}$  tezlik bilan harakatlanayotgan mashinalar qatori 600 m uzunlikdagi ko'priidan necha sekundda o'tib ketadi?

A) 30. B) 60. C) 80. D) 85. E) 90.

10. Qayiq kengligi 600 m bo'lgan daryoni qirg'oqqa tik yo'nalishda kesib o'tmoqda. Qayiqning suvga nisbatan tezligi 4 m/s, daryo oqimining tezligi 3 m/s. Qayiq daryoni qancha vaqtda kesib o'tadi (s)? A) 90. B) 120. C) 150. D) 200.

11. 3 m/s tezlik bilan oqayotgan daryoning kengligi 60 m. Suvga nisbatan 4 m/s tezlik bilan harakatlana oladigan qayiq kamida necha sekundda bu daryoni kesib o'tadi? A) 20. B) 60. C) 12. D) 15. E) 18.

12. Turg'un suvdagi tezligi 3 m/s bo'lgan qayiq kengligi 300 m va oqimining tezligi 1 m/s bo'lgan daryodan tik suzib o'tmoqda. Oqim qayiqni necha metrga surib ketadi?

A) 180. B) 150. C) 125. D) 100. E) 60.

13. Kater daryoning bir qirg'og'idan ikkinchisiga tomon oqimga perpendikular ravishda suvga nisbatan 5 m/s tezlik bilan suzmoqda. Agar daryoning kengligi 1000 m, oqim tezligi 2 m/s bo'lsa, kater suzib o'tguncha, oqim uni necha metrga surib ketadi? A) 1000. B) 900. C) 500. D) 450. E) 400.

14. Velosipedchi A punktdan 18 km uzoqlashgach, velosipedchinikidan 10 marta katta tezlik bilan mototsiklchi yo'lga chiqdi. Agar ular B punktga bir paytda kirib borgan bo'lsalar, punktlar orasidagi masofa qanday (km)?

A) 20. B) 22. C) 25. D) 30. E) 36.

15. Piyodaning tezligi 3,6 km/h. Undan yarim soat keyin yo'lga chiqqan velosipedchi piyodani chorak soatdan so'ng quvib yetishi uchun necha m/s tezlik bilan harakatlanishi kerak? A) 6. B) 5. C) 3. D) 8. E) 4.

16. To'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanuvchi jismning harakat tenglamasi

$x = x_0 + \vartheta_0 t + at^2 / 2$  ko'rinishda berilgan. Bu ifoda to'g'ri chiziqli tekis harakatni ifodalashi uchun qanday shart bajarilishi kerak?

A)  $x_0=0; \vartheta_0=0$ . B)  $x_0=0$ . C)  $\vartheta_0=0$ . D)  $a=0$ . E)  $\vartheta_0=0; a=0$ .

17. Quyidagi tenglamalarning qaysilari tekis harakatga taalluqli:

1)  $s=2t$ ; 2)  $s=at^2$ ; 3)  $x=3t+2$ ; 4)  $\vartheta=4+t$ ; 5)  $\vartheta=5$ ?

A) 1, 4, 5. B) 1, 2, 3. C) 1, 3, 5. D) 3, 4, 5.

18.  $x_1 = 0,6 + 4t$  va  $x_2 = 0,5 + 0,4t$  qonuniyat bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtalar necha sekunddan so'ng uchrashadilar?

A) 4. B) 5. C) 6. D) 9. E) ular uchrashmaydilar.

19. Harakat tenglamalari  $x_1 = 2 + 3t$  va  $x_2 = 1 - 2t$  bo'lgan moddiy nuqtalar vaqt boshidan necha sekund o'tganda uchrashadilar?

A) ular uchrashmaydilar. B) 1. C) 2. D) 3.

20. Harakat tenglamalari  $x_1 = 2t$  va  $x_2 = -40 + 6t$  bo'lgan avtomobillar qaysi paytda uchrashadi?  $[x] = m$ ,  $[t] = s$ .

A) 100 s. B) 200 s. C) 50 s. D) 10 s. E) uchrashmaydilar.

21. Harakat tenglamalari  $x_1 = 5 + 10t$  va  $x_2 = 10t$  bo'lgan avtomobillar koordinatalar boshidan necha metr masofada uchrashadilar?  $[x] = m$ ,  $[t] = s$ .

A) 100. B) 2. C) 1000. D) 5000. E) uchrashmaydilar.

22. Ikki jismning harakat tenglamalari  $x_1 = 25 + t$  va  $x_2 = 85 - 0,5t$  ko'rinishga ega. Ularning uchrashish vaqtini va joyini aniqlang.

- A) 40 s dan so'ng, koord. boshidan 65 m masofada.  
 B) 18 s dan so'ng, koord. boshidan 114 m masofada.  
 C) 10 s dan so'ng, koord. boshidan 5 m masofada.  
 D) 30 s dan so'ng, koord. boshidan 60 m masofada.

23. Ikki jismning harakat tenglamalari  $x_1 = 90 - t$  va  $x_2 = 2t$  kabi yoziladi. Ularning uchrasnuv joyi va vaqtini aniqlang.

- A) koord. boshidan 114 m masofada  $t=18$  s paytda.  
 B) koord. boshidan 5 m masofada  $t=10$  s paytda.  
 C) koord. boshidan 65 m masofada  $t=40$  s paytda.  
 D) koord. boshidan 60 m masofada  $t=30$  s paytda.

### 3 - §. TEZLIK VA YO'L GRAFIGI

#### To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l grafigi

Boing-747 samolyot 900 km/soat o'zgarmas tezlik bilan to'g'ri chiziqli tekis hatakatlanayotgan bo'lsin. Samolyotning harakat grafigini ko'rib chiqamiz (31-rasm).

Samolyotning  $t_0$  va  $t$  vaqt momentlari uchun harakat tenglamasi  $S = \vartheta(t - t_0)$  ifoda orqali ifodalanadi. Agar  $t_0=0$  bo'lsa, u holda harakat tenglamasi  $S = \vartheta t$  kabi ifodalanadi. Bu ifoda orqali samolyotning 1 soat, 2 soat, 3 soat, 4 soat lardagi ko'chishini aniqlaymiz.

$$S_1 = 900 \text{ km/soat} \cdot 1 \text{ soat} = 900 \text{ km}$$

$$S_2 = 900 \text{ km/soat} \cdot 2 \text{ soat} = 1800 \text{ km}$$

$$S_3 = 900 \text{ km/soat} \cdot 3 \text{ soat} = 2700 \text{ km}$$

$$S_4 = 900 \text{ km/soat} \cdot 4 \text{ soat} = 3600 \text{ km}$$



$$\vartheta = 900 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$$

**31 – rasm.**

Bu aniqlangan ko'chishlardan ko'rindaniki, samolyotning uchish vaqtini ortishi bilan uning ko'chishi ham mos kattalikka ortib bormoqda, bu ko'chishning harakat grafigi quyidagicha hosil qilinadi.

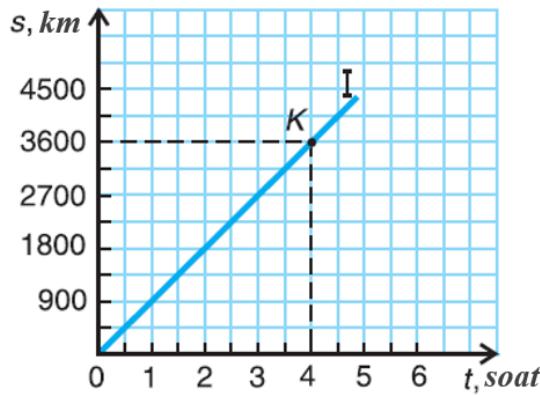
Harakatlanish vaqtini $t$ (soat)	0	1	2	3	4	5	6
Ko'chish $S$ (km)	0	900	1800	2700	3600	4500	5400

Ko'chishning vaqtga bog'liqlik grafigini chizamiz. Absissa o'qiga vaqt  $t$  ni biriktiramiz bunda masshtabi 1sm ga 1 soat. Ordinata o'qiga ko'chish  $S$  ni joylashtiramiz masshtab 1sm ga 900 km joylashtirilgan (32-rasm).

O'zgarmas 900 km/soat tezlik bilan harakatlanayongan Boing-747 samolyotining *yo'l grafigi* 32-rasmda keltirilgan I garafik. Bu grafik matematika kursidagi to'g'ri chiziq  $y=kx$  tenglamasiga o'xshaydi.

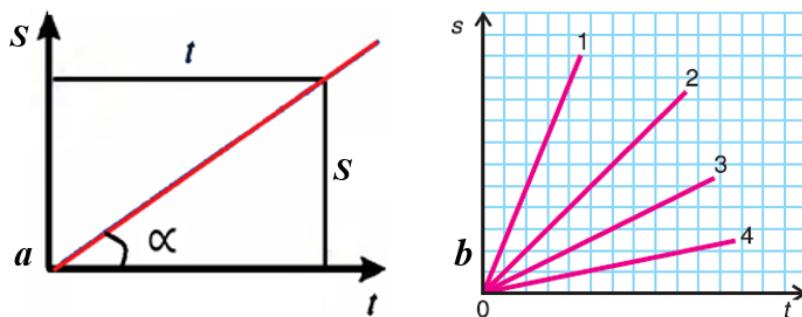
$y = kx$  funksiyaning grafigi  $k$  ning istalgan qiymatida koordinatalar boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziq bo'ladi.

To'g'ri chiziqli tekis harakatda jismning *yo'l grafigi* 32-rasmida ko'rsatilgandek to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.



**32 – rasm.**

E'tibor bering  $\vartheta = \frac{S}{t}$  ni hisobga olsak 33-a rasmda to'g'ri burchaki uchburchakning burchak tangensi xossasiga asosan,  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{t}$  ga teng ekanligi ma'lum, tenglamani o'ng tomonlari teng bo'lsa, uning chap tononlari ham teng bo'ladi ya'ni burchak tangensi tezlikka teng.  $v = \operatorname{tg} \alpha$



**33 – rasm.**

33-b rasmda 4 ta jismning yo'l grafigi keltirilgan. Bu jismlarning tezliklarini taqosslaydigan bo'lsak, bu jismlarning absissa o'qi bilan hosil qilgan burchaklari solishtiriladi qaysi birining burchagi katta bo'sa, o'sh jismning tezligi katta bo'ladi.

$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4$ , bo'lsa  $\vartheta_1 > \vartheta_2 > \vartheta_3 > \vartheta_4$ , ko'rinishda bo'ladi.

### To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik grafigi

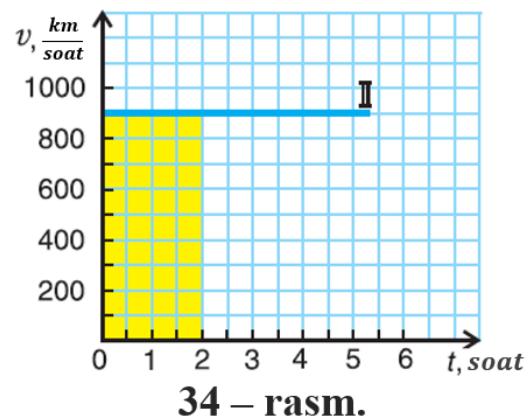
900 km/soat tezlik bilan tekis harakat qilayotgan Boing-747 samolyotning tezligi vaqt o'tishi bilan uning tezligi o'zgarmaydi.

Vaqt $t$ (soat)	0	1	2	3	4	5	6
Tezlik $\vartheta$ (km/soat)	900	900	900	900	900	900	900

Tezlikning vaqtga bo'g'liqlik grafigini chizamiz. Absissa o'qiga vaqt  $t$  ni biriktiramiz bunda masshtabi 1sm ga 1 soat. Ordinata o'qiga tezlik  $\vartheta$  ni biriktiramiz masshtab 1sm ga 900 km/soat joylashtirilgan (34–rasm).

Bu jismni grafigiga e'tobor bersak, to'g'ri burchakli to'rt burchakdan iborat ekanligi ma'lum. To'g'ri burchakli to'rt burchakni yuzasi esa uning tomonlari ko'paytmasiga teng  $S = ab$  bu yerda  $a = t$ ,  $b = \vartheta$ . Bunda jism bosib o'tgan

yo'lini  $S = \vartheta t$  orqali ifodalasak yuzani esa  $S = ab$  ifodalasak u holda  $ab = \vartheta t$  teng ekanligi ma'lum bo'ladi, shunday ekan jism bosib o'tgan yo'l son jihatidan yuzaga teng. "yuza"= "yo'l"



34 – rasm.

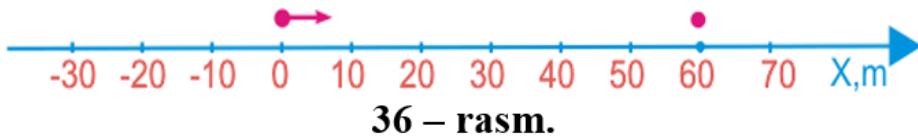
### Jism holatini koordinata o'qida ifodalash

Jism holatini koordinata o'qida ifodalansa ko'rinishda OX o'qida uning dastlabki va oxirgi holatlari ko'rsatiladi (35–rasm).



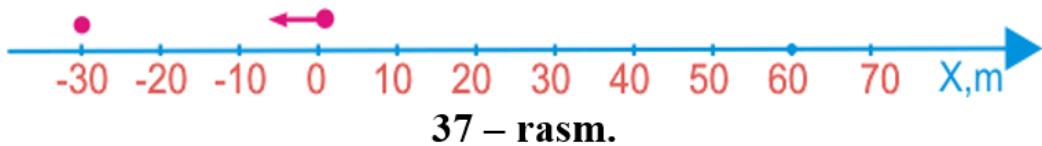
35 – rasm.

Dastlab A jism 0 holatda bo'lsin. So'ngra 4 s dan so'ng 60 m masofada bo'lsin. Unda jism koordinata o'qida 36–rasmida ko'rsatilgandek bo'ladi:



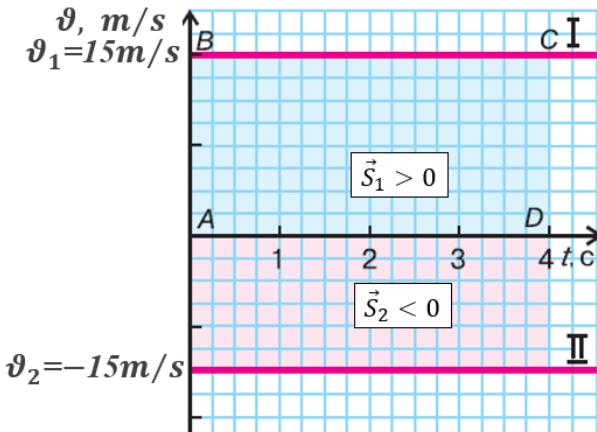
36 – rasm.

Jism chap tomonga harakatlanib 2 s dan so'ng koordinata boshidan 30 m ga uzoqlashadi. Unda jism koordinatasi 37–rasmida ko'rsatilgandek bo'ladi.



37 – rasm.

Bunda tezlik grafigining proeksiyasi quydagи ko'rinishda bo'ladi (38–rasm):



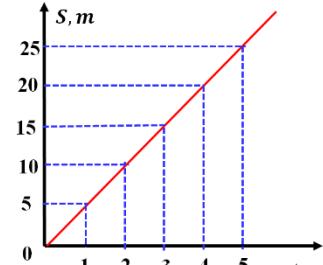
**38 – rasm.**

### Mavzuga doir testlar

1. Rasmda bola bosib o'tgan yo'lning vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Bolaning  $t_1 = 1\text{s}$

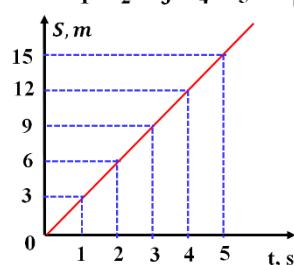
va  $t_2 = 5\text{s}$  vaqt oralig'ida bosib o'tgan yo'lini aniqlang.

- A) 10m.
- B) 20m.
- C) 5 m.
- D) 15m.
- E) 25m.



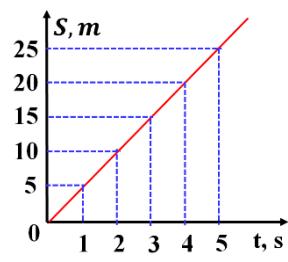
2. Rasmda velosipedchi o'tgan yo'lning vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. 2 s dan 4 s gacha vaqt oralig'ida o'tilgan yo'l necha metr?

- A) 15.
- B) 12.
- C) 9.
- D) 6.
- . .



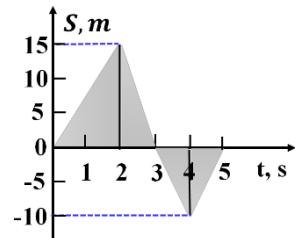
3. Rasmda bola bosib o'tgan yo'lning vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Bolaning  $t_1 = 3\text{s}$  va  $t_2 = 5\text{s}$  vaqt oralig'idiagi tezligini (m/s larda) aniqlang.

- A) 25
- B) 20
- C) 5.
- D) 10
- E) 15.



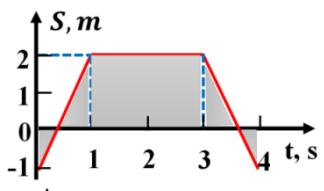
4. Keltirilgan grafikdan foydalaniib, OX o'q bo'ylab harakat qilayotgan moddiy nuqtaning 5 s da bosib o'tgan yo'lini aniqlang (m).

- A) 50.
- B) 32,5.
- C) 0.
- D) 10.
- E) 12,5.



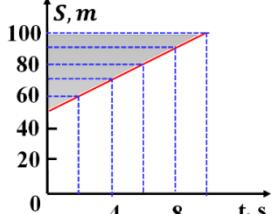
5. Rasmda jism koordinatasining vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Jism necha sekund davomida harakatda bo'lgan?

- A) 20.    B) 15.    C) 10.    D) 4.    E) 2.



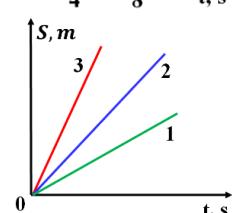
6. Rasmdagi grafikdan foydalanib, jismning harakat tezligini aniqlang (m/s larda).

- A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 5    E) 10.



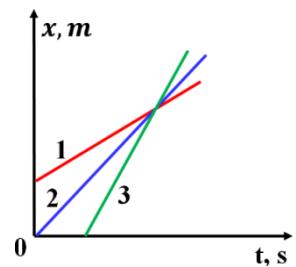
7. Rasmda uchta moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lning sarflangan vaqtga bog'lanish grafigi berilgan. Qaysi bir moddiy nuqtaning tezligi eng katta?

- A) 3.    B) 2.    C) 1.  
D) hammasiniki bir xil.    E) aniqlab bo'lmaydi.



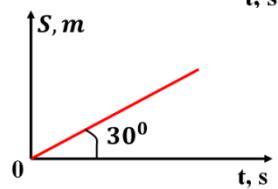
8. Chizmada uchta moddiy nuqtaning harakat grafiklari berilgan. Ularning tezliklari haqida nima deyish mumkin?

- A)  $\vartheta_1 < \vartheta_2 < \vartheta_3$     B)  $\vartheta_1 > \vartheta_2 > \vartheta_3$   
C)  $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3$     D)  $\vartheta_1 = \vartheta_2 > \vartheta_3$



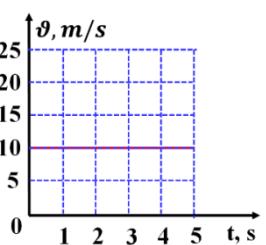
9. Quyidagi grafikdan foydalanib, jismning harakat tezligini aniqlang.(m/s)

- A)  $\sqrt{3}$ .    B)  $\sqrt{3}/3$ .  
C) 3.    D) 1/2.    E) 1/3.



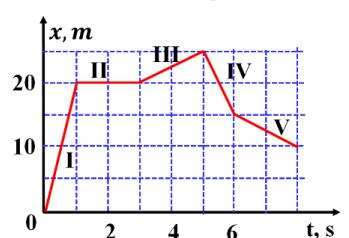
10. Gragikdan foydalanib, jisamning harakat boshlangandan 4 s o'tgan paytidagi tezligini toping (m/s)

- A) 50.    B) 2,5.    C) 0.    D) 10.    E) 40.



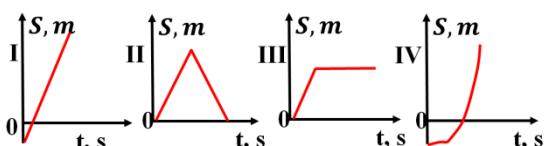
11. Rasmda jismning harakat grafigi ko'rsatilgan. Grafikning qaysi qismida jismning tezligi eng kata bo'lgan?

- A) III.    B) II.    C) I.    D) IV.    E) V.



12. Qaysi grafik jism o'tgan yo'lning vaqtga bog'lanishini ifodalashi mumkin?

- I    II    III    IV  
A) II, III.    B) I, II, III.    C) III.    D) I, IV.    E) I, II, IV.



13. Chizmadan foydalangan holda jismning harakat tenglamasini tuzing.

- A)  $x=20+4t$ .    B)  $x=40+5t$ .  
 C)  $x=20+10t$ .    D)  $x=40+4t$ . E) TJY.

14. Rasmdagi shtrixlangan yuza nimani ifodalaydi?

- A) tezlik o'zgarishini.    B) tezlanishni.  
 C) koordinatani. D) o'tilgan yo'lni. E) TJY.

15. Chizmada keltirilgan tezlik grafigidan foydalanib, X o'q bo'ylab harakatlakayotgan jismning harakat tenglamasini tuzing. Boshlang'ich koordinata -10 m.

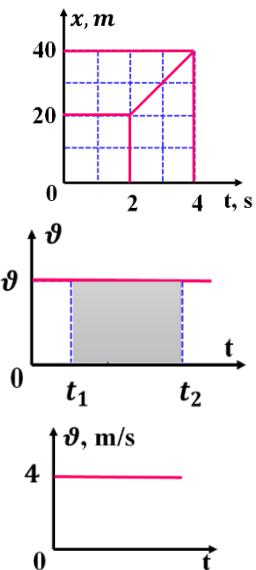
- A)  $x=-10+4t$ .    B)  $x=-10+2t^2$ .    C)  $x=-10t+4t^2$ .  
 D)  $x=-10+2t$ .    E) TJY.

16. Magnitofon o'ragichi 3m/s tezlik bilan 30 s da tasmani o'rab bo'ldi. Agar uragichning boshlanrich radiusi 1 sm, oxirgi radiusi 5 sm bo'lsa, tasmaning qalinligini toping (mm).  $\pi=3$  deb oling.

- A) 0,5.    B) 0,12.    C) 0,1.    D) 0,09.    E) 0,08.

17. Jism XOY tekislikda harakatlanmoqda, quyidagi tenglamalarning qaysi biri uning harakat traektoriyasi bo'lishi mumkin?

- A)  $y=5x+6$ .    B)  $x=x_0+5t^2+6t$ .    C)  $x=5t+6$ .  
 D)  $y=5t+6$ .    E)  $s=5t+5t^2/2$ .



## 4 - §. HARAKTNING NISBIYLIGI

### Harakatning nisbiyligi

Odatda, jismning vaziyati Yerga nisbatan o'zgarmasa, u tinch turibdi deymiz. Yo'l chetida turgan mashina, xonadagi stol – stullar, uylar, go'yoki bir joyda tinch turibdi. Aslida ular Yer bilan birgalikda Quyosh atrofida aylanadi. Ya'ni harakatda bo'ladi.

Harakatlaniuchi sanoq sistemasida masalan vagonda odamning harakati **nisbiy harakat** deyiladi.

Bir jismni ikkinchi jismga nisbatan harakatni o'rganilishi nisbiy harakat tushinchasidir.

250 m/s tezlik bilan uchayotgan samolyot qarshisidan shamol 20 m/s tezlik bilan esayotgan bo'lsin (39-rasm). Bunda samalyotning shamolga nisbatan tezligi 270 m/s. Yerga bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan esa 230 m/s tezlik bilan harakatlanadi.



39 – rasm.

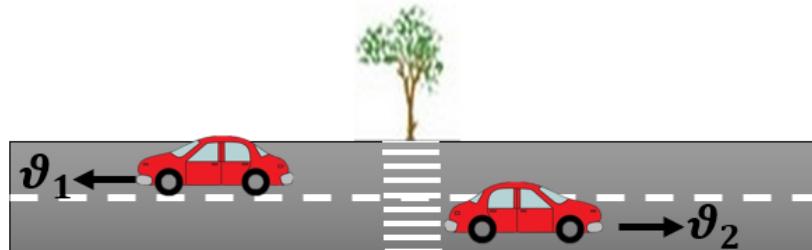
Demak, jism harakatini o'rganganda uning harakati nimaga nisbatan qaralayotgani muhimdir.

Barcha jismlarning harakati nisbiydir, ulaming tinch turishi ham nisbiydir.

### **Quyida jismlarning bir nechta nisbiy harakatlari keltirilgan**

Jismlar qarama – qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa ularning nisbiy tezligi tezliklarini yig'indisidan iborat bo'ladi (40–rasm).

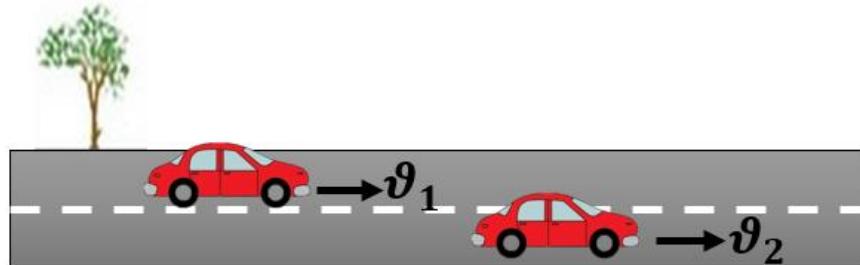
$$\vartheta_{nis} = \vartheta_1 + \vartheta_2$$



$$\vartheta_{nis} = \vartheta_1 + \vartheta_2$$

**40 – rasm.**

Jismlar bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa yani biri ikkinchsini quvayorgan bo'lsa, ularning nisbiy tezligi tezliklarini ayirmasidan iborat bo'ladi (41–rasm).  $\vartheta_{nis} = \vartheta_1 - \vartheta_2$

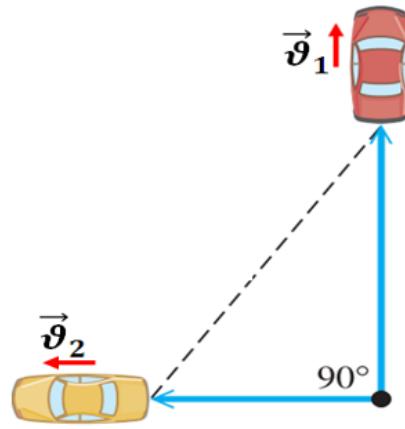


$$\vartheta_{nis} = \vartheta_1 - \vartheta_2$$

**41 – rasm.**

Jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa ularning nisbiy tezligi pifogor teoremasiga asosan quyidagicha bo'ladi (42 – rasm).

$$\vartheta_{nis} = \sqrt{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2}$$



**42 – rasm.**

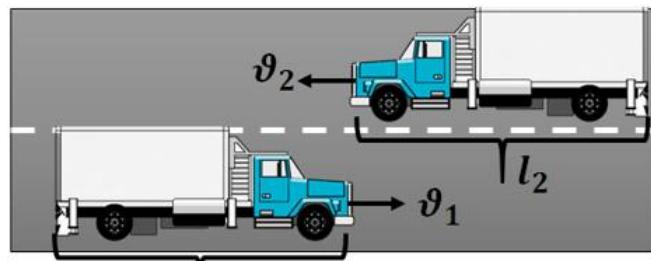
Jismlar o'zaro  $\alpha$  burchak ostida harakatlanayotgan bo'lsa ularning nisbiy tezliklarini cosinuslar teoremasiga asosan quyidagicha bo'ladi (43–rasm).

$$\vartheta_{nis} = \sqrt{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 - 2\vartheta_1\vartheta_2 \cos \alpha}$$



**43 – rasm.**

Harakatlanayotgan ikki jism orasidagi masofa  $\Delta S$  ni toppish uchun nisbiy tezlikni  $\vartheta_{nis}$  harakatlanish vaqtiga ko'paytirish kifoya.  $\Delta S = \vartheta_{nis} t$



**44 – rasm.**

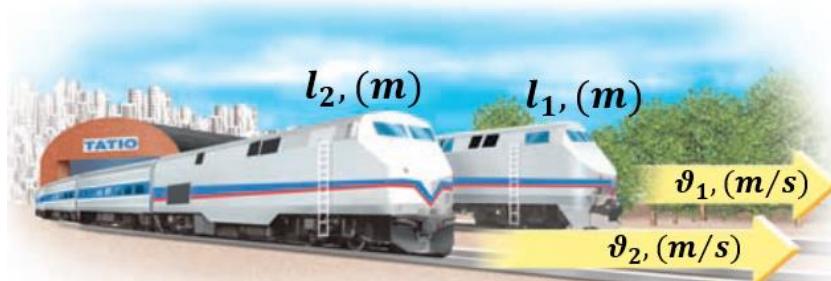
Qarama – qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan  $l_1$  va  $l_2$  uzunlikdagi 2 jism  $v_1$  va  $v_2$  tezliklar bilan harakatlanayotgan bo'lsin, bir-birining yonidan o'tish vaqtini topish uchun ularning nisbiy tezliklarini yuqorida bir-biriga tomon haraqat qilayotgan jismlarning nisbiy tezliklarini aniqlash orqali aniqlanadi va undan keyin tezlik

formulasidan vaqtini topish fo'rmulasiga asosan quyidagicha topiladi. Bu yerda avtomabillarning har biri  $S = l_1 + l_2$  masofani bosib o'tadi (44–rasm).

$$t = \frac{S}{\vartheta_{nis}} = \frac{l_1 + l_2}{\vartheta_{nis}} \quad \text{yoki} \quad t = \frac{l_1 + l_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$$

Bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan  $l_1$  va  $l_2$  uzunlikdagi 2 jism  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  tezliklar bilan harakatlanayotgan bo'lsin, ularning bir-birining yonidan o'tish vaqtini aniqlash uchun ularning nisbiy tezliklari topiladi va quyidagicha aniqlanadi (45–rasm):

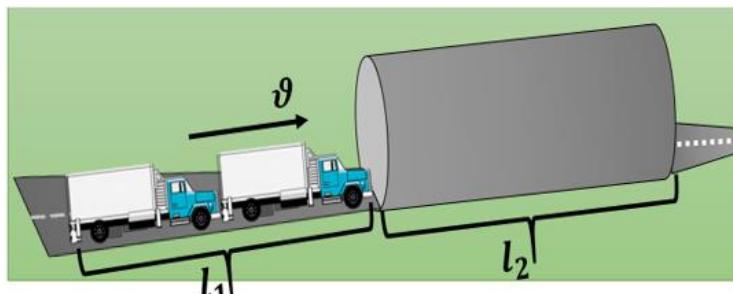
$$t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 - v_2}$$



**45 – rasm.**

$l_1$  uzunlikdagi mashinalar qatori (poezd)  $\vartheta$  tezlik bilan  $l_2$  uzunlikdagi ko'priklar (tonnel)dan o'tish vaqtini quyidagi formula orqali aniqlanadi (46–rasm):

$$t = \frac{l_1 + l_2}{v}$$



**46 – rasm.**

Metro eskalatorida odam harakatlanmay tursa,  $l$  masofani eskalator  $\vartheta_{es}$  tezlik bilan  $t_1$  vaqtida odamni tepaga olib chiqib qo'yadi. Agar eskalator harakatlanmay tursa, odam shu masofani  $\vartheta_{od}$  tezlik bilan  $t_2$  vaqtida o'tgan bo'lsa, ushbu masofani eskalator bilan birgalikda  $\vartheta_{od} + \vartheta_{es}$  tezlik bilan odam qancha vaqtta  $t$  bosib o'tadi? Buga o'xshash masalalarni yechishda har bir holatda  $l$  masofani topish tenglamalarini yozib olamiz  $l = \vartheta_{od} \cdot t_1$  va  $l = \vartheta_{es} \cdot t_2$  so'ngra esa nisbiy tezlikni topish formulasini  $\vartheta_{nis} = \vartheta_{od} + \vartheta_{es}$  ga assosan quyidagi tegalamaga ega bo'lamic (47–rasm):

$$\frac{l}{t} = \frac{l}{t_1} + \frac{l}{t_2} \text{ yani } t = \frac{t_1 t_2}{t_2 + t_1}$$



**47 – rasm.**

### Natijaviy tezlikni topish

Jism bir vaqtning o’zida 2 ta harakat tezligida ishtirok etayotgan bo’lsin, bunday harakatlarga misol quyidagilar kiradi. Daryoda harakatlanayotgan qayiq, shamol esayotgan paytida yog’ayotgan yomg’ir, shamol esayotgan paytida erkin tushayotgan jismlar harakati va h.k. misol bo’la oladi.

Tezliklarning yo’nalishi qarama-qarshi bo’lganda, .....  $\vec{v}_{na} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$

Tezliklarning yo’nalishi bir xil bo’lganda, .....  $\vec{v}_{na} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$

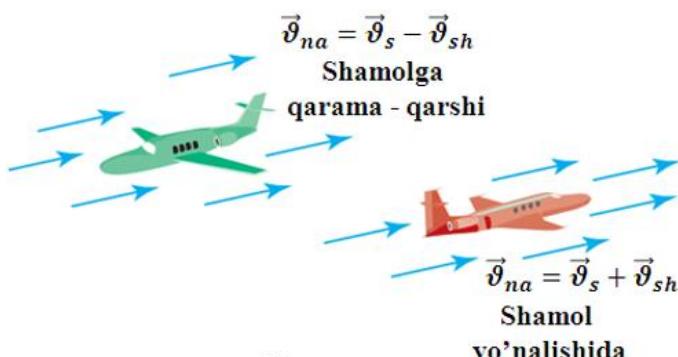
Tezliklarning yo’nalishi o’zaro perpendikulyar bo’lganda, .....  $\vec{v}_{na} = \sqrt{\vec{v}_1^2 + \vec{v}_2^2}$

Tezliklarning yo’nalishi o’zaro  $\alpha$  burchak tashkil etganda

$$\vec{v}_{na} = \sqrt{\vec{v}_1^2 + \vec{v}_2^2 + 2\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 \cos \alpha}$$

### Jismlarning shamol va daryodagi suvgaga nisbatan harakatlari

Jism yoki samalyot shamolga qarama – qarshi va shamol yo’nalishida harakatlanayotgan bo’lsa, natijaviy tezliklari quyidagicha topiladi (48–rasm).

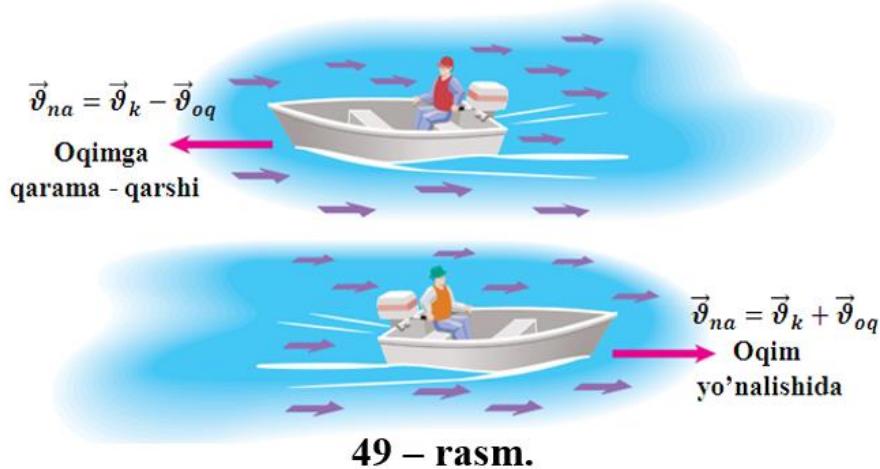


**48 – rasm.**

Shamolga qarama – qarshi bo’ldanida:  $\vec{v}_{na} = \vec{v}_j - \vec{v}_{sh}$

Shamol yo’nalishida bo’lsa:  $\vec{v}_{na} = \vec{v}_j + \vec{v}_{sh}$

Karter daryo oqimiga qarma–qarshi va oqimi bo’ylab harakatlanayotgan bo’lsa, natijaviy tezliklari quyidagicha topiladi(49–rasm).



**49 – rasm.**

Daryo oqimiga qarma – qarshi harakatlanayotgan bo’lsa:  $\vartheta_{na} = \vartheta_k - \vartheta_{oq}$

Karter oqimi bo’ylab harakatlanayotgan bo’lsa:  $\vartheta_{na} = \vartheta_k + \vartheta_{sh}$

Kater daryoda  $S$  masofaga oqim yo’nalishida  $t_1$  vaqtida bosib, oqimga qarshi  $t_2$  vaqtida qaytib kelgan bo’lsa:

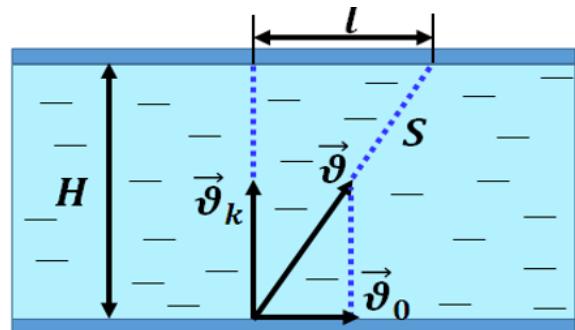
$$1) \text{ oqim tezligini topish. } \vartheta_{oqim} = \frac{t_2 - t_1}{2 \cdot t_1 t_2} \cdot S$$

$$2) \text{ kater tezligini topish. } \vartheta_{kater} = \frac{t_2 + t_1}{2 \cdot t_1 t_2} \cdot S$$

$$3) \text{ kater va okim tezliklari orasidagi munosabat. } \vartheta_{kater} = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1} \cdot \vartheta_{oqim}$$

$$4) \text{ katerni borib-kelishdagi o'rtacha tezligi. } \vartheta_{o'r} = \frac{4 \cdot t_1 t_2}{(t_1 + t_2)} \cdot \vartheta_{kater} :$$

Qirg'oqqa nisbatan perpendikulyar suzayotgan karter  $H$  kenglikdagi daryoni  $t$  vaqtida o’tsa, shu vaqt ichda oqim katerni  $l$  masofaga oqizib ketadi. Demak:  $t = \frac{H}{\vartheta_{karter}}$ ; va  $t = \frac{l}{\vartheta_{oqim}}$  agar tenglamani chap taraflari teng bo’lsa, u holda o’ng tomonlari ham teng (50–rasm).



**50 – rasm.**

$$\frac{H}{\vartheta_k} = \frac{l}{\vartheta_{oqim}} \quad \text{dan} \quad l = \frac{H \cdot \vartheta_{oqim}}{\vartheta_{karter}}$$

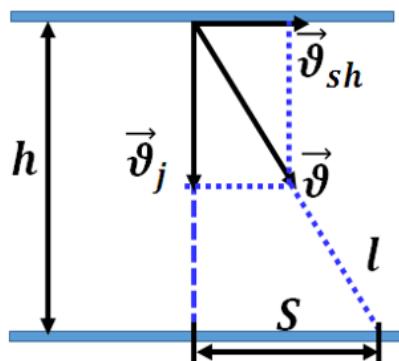
Pifogor teoremasiga asosan:  $S = \sqrt{H^2 + l^2}$ ;

Qayiqni tezligi oqim tezligidan  $n$  marta katta bo’lsa  $\vartheta_q = n\vartheta_0$ , A punkitga oqimga qarshi suzib borish uchun  $t_1$  vaqt sarflasa, qaytish kelish uchun  $t_2$  vaqt

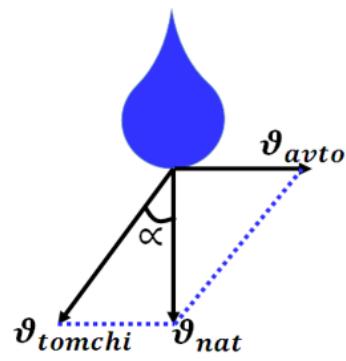
sarflagan bo'lsa, bu vaqtlarini nisbati quyidagicha topiladi. A punkitdan oqimga qarshi suzib borguncha  $S = (\vartheta_q - \vartheta_o)t_1 = (n\vartheta_o - \vartheta_o) = \vartheta_o(n-1)t_1$ ; dan  $t_1 = \frac{S}{\vartheta_o(n-1)}$  oqim bo'yicha qaytib kelish uchun  $t_2$  sarflagan vaqt ni yo'l fo'rmulasiga asoasn  $S = (\vartheta_q + \vartheta_o)t_2 = (n\vartheta_o + \vartheta_o) = \vartheta_o(n+1)t_2$ ;  $t_2 = \frac{S}{\vartheta_o(n+1)}$  topilgan vaqtlarni nistati quyidagiga

$$\text{teng. } \frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{S}{\vartheta_o(n-1)}}{\frac{S}{\vartheta_o(n+1)}} = \frac{n+1}{n-1}; \quad \frac{t_1}{t_2} = \frac{n+1}{n-1}$$

$h$  balandlikdan  $\vartheta_{jism}$  tezlik bilan tushayotgan parshyutchi shamol tezligi  $\vartheta_{shamol}$  ta'sirida mo'ljaldagi joylashgan S masofaga borib tushgan hol uchun harakat tenglamasi (51-rasm).



51 – rasm.



52 – rasm.

$$\frac{h}{\vartheta_{jism}} = \frac{S}{\vartheta_{shamol}}; \quad S = \frac{h\vartheta_{shamol}}{\vartheta_{jism}}; \quad S = \sqrt{l^2 - h^2}$$

$\vartheta_{tomchi}$  tezlik vertikal yog'ayotgan yomg'ir  $\vartheta_{avto}$  tezlik bilan ketayotgan avtomobil oynasi bilan  $\alpha$  hosil qilgan bo'lsa natijaviy tezlik  $\vartheta_{nat}$  quyidagicha topiladi. Pifogor tearemasiga asosan (52-rasm).

$$\vartheta_{nat} = \sqrt{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1};$$

### Tezlik o'zgarishi - $\Delta v$ ni topish

- 1) Jism tezligi qarama-qarshi yo'nalishga o'zgarganda ...  $\Delta v = v_2 + v_1$
- 2) Jism tezligining yo'nalishi oldingi yo'nalishda qolganda...  $\Delta v = v_2 - v_1$
- 3) Jism tezligi perpendikulyar yo'nalishga o'zgarganda .....  $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$
- 4) Jism tezligining yo'nalishi  $\alpha$  burchakka o'zgarganda  $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos z}$

## **Mavzuga doir test.**

1. Avtomobil dvigateli parragining harakat trayektoriyasi: a) avtomobil bilan bog'langan sanoq sistemasiga; b) Yer bilan bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan qanday shaklda bo'ladi?  
*A) egri chiziq, to'g'i chiziq.    B) parmasimon, aylana.  
C) parabola, egri chiziq.    D) aylana, aylana.  
E) aylana, parmasimon.*
2. Vertolyot yuqoriga tekis ko'tarilmoqda. Vertolyot parragining chetki nuqtasi Yer bilan bog'langan sanoq tizimiga nisbatan qanday trayektoriya bo'ylab harakat qiladi?  
*A) vintsimon.    B) aylana.    C) parabola.    D) turri chiziq.    E) ellips.*
3. Tekis tezlanuvchan ravishda tik ko'tarilayotgan vyertolyot parragi uchidagi nuqtaning vertolyot korpusi bilan bog'langan sanoq sistemadagi trayektoriyasi qanday chizikdan iborat?  
*A) nutsta.    B) aylana.    C) turri chiziq.  
D) vintsimon chiziq.    E) parabola.*
4. Suzuvchi oqimga qarshi suzmoqda. Oqim tezligi 1 m/s. Suzuvchining suvga nisbatan tezligi 3 m/s. Uning qirg'oqqa nisbatan tezligi necha m/s?  
*A) 4.    B) 2.    C) 3.    D) 1,5.    E)  $\sqrt{3}$ .*
5. Oqimga qarshi suzayotgan bolaning suvga nisbatan tezligi 1,5 m/s, suvning qirg'oqqa nisbatan tezligi 0,5 m/s bo'lsa, bolaning qirg'oqqa nisbatan tezligi necha m/s bo'ladi?  
*A) 2,5.    B) 2.    C) 1,5.    D) 1.    E) 0,5.*
6. 5 m/s tezlik bilan esayotgan shamolga qarshi 90 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning shamolga nisbatan tezligi necha m/s ga teng?  
*A) -30.    B) 5.    C) 20.    D) 25.    E) 30.*
7. Mototsiklchining tezligi 72 km/soat, uning harakatiga qarshi esayotgan shamolning tezligi 10 m/s. Shamolning mototsiklchiga nisbatan tezligi necha m/s?  
*A) 40.    B) 30.    C) 20.    D) 15.    E) 10.*
8. Ikkita samolyot bir-biriga tomon 1800 km/soat va 400 m/s tezlik bilan uchmoqda. Ularning bir-biriga nisbatan tezligi necha m/s?  
*A) 100.    B) 900.    C) 1100.    D) 1400.    E) 2200.*
9. Ikkita samolet bir – biri tomon yerga nisbatan 1800 va 3600 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Birinchi samolyot bortidan turib o'lchangan ikkinchi samolyotning tezligi necha km/soat ga teng?  
*A) 2400.    B) 3600.    C) 1800    D) 5400.    E) 1200.*
10. Shamol bo'limganda, tovush havoda 330 m/s tezlik bilan tarqaladi. Shamolning tezligi 25 m/s bo'lsa, shamol yo'naliishi bo'ylab tovush necha m/s tezlik bilan tarqaladi?  
*A) 330.    B) 305.    C) 355.    D) 178    E) 153.*
11. Shamol bo'limganda, tovush havoda 330 m/s tezlik bilan tarqaladi. Shamolning tezligi 25 m/s bo'lsa, tovush shamolga qarshi necha m/s tezlik bilan tarqaladi?  
*A) 153.    B) 178.    C) 330.    D) 355.    E) 305.*
12. Shosshedan avtobuslar kolonnasi 30 km/soat tezlik bilan karakatlanmokda. 70 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan mototsiklchi kolonnani quvib o'tyapti. Mototsiklning kolonnaga nisbatan tezligi qanchaga teng (km/soat)?

A) 30.      B) 40.      C) 50.      D) 70.      E) 100.

13. Gusemitsali traktor o'zgarmas 5 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Gusemitsaning yuqori va pastki qismlarining yerga nisbatan tezliklari nimaga teng (m/s)?

A) 10, 0      B) 10, 5.      C) 5, 5.      D) 5, 0      E) 0, 5.

14. Shamol havo sharini janub tomon olib ketmoqda. Bunda shar ustiga o'rnatilgan bayroqcha qaysi tomonga hilpiraydi?

A) bayroqcha hilpiramaydi.      B) shimolga.

C) sharqqa.      D) g'arbga.      E) janubga.

15. Daryoning oqimi bo'y lab harakatlanayotgan katerdan qutqaruv chambari tushib qoldi. Bundan 15 min o'tgach kater orqaga burildi va dastlabki harakatiga teskari harakatlana boshladi. Chambar tushib qolgandan necha minut o'tgach kater chambar bilan uchrashadi?

A) 5.      B) 10.      C) 15.      D) 20.      E) 30.

16. Rels ustida 0,4 m/s tezlik bilan gorizontal harakatlanayotgan kran yukni 0,3 m/s tezlik bilan vertikal yuqoriga ko'tarmoqda. Yer bilan bog'langan sanoq tizimida yukning tezligini aniqlang (m/s).      A) 0,1.      B) 0,25.      C) 0,35.      D) 0,5.      E) 0,7.

17. Sol daryo bo'y lab 6 km/soat tezlik bilan oqib ketyapti. Sol ustidagi odam oqim yo'nalishiga tik ravishda 8 km/soat tezlik bilan harakatlanayapti. Odamning qirgoqqa nisbatan tezligi necha km/soat ga teng?      A) 0.      B) 2.      C) 7.      D) 10.      E) 14.

18. Daryoda sol 3 km/soat tezlik bilan tekis suzib boryapti. Solda turgan odam sol harakatiga tik ravishda 4 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Yer bilan bog'langan sanoq tizimida odamning tezligi qanday (km/soat)?      A) 1.      B) 3.      C) 4.      D) 5.      E) 7.

19. Ikki avtomobil to'g'ri burchak ostida kesishuvchi ikki yo'l bo'y lab harakatlanmoqda: Ulardan biri chorrahaga 16 m/s tezlik bilan yaqinlashmoqda, ikkinchisi esa 12 m/s tezlik bilan uzoqlashmoqda. 1-avtomobilning 2-avtomobilga nisbatan tezligi moduli necha m/s ga teng?

A) 28.      B) 20.      C) 16.      D) 12.      E) 4.

20. Vertolyot 24 m/s tezlik bilan shimol tomon uchmoqda. G'arb tomondan 10 m/s tezlik bilan shamol essa, vertolyot necha m/s tezlik bilan uchadi?

A) 14.      B) 26.      C) 24.      D) 28.      E) 34.

21. Suzuvchining suvga nisbatan tezligi 0,9 m/s ga teng va qirg'oqqa tik yo'nalgan, suvning oqish tezligi esa 1,2 m/s ga teng. Suzuvchining qirgoqqa nisbatan tezligi necha m/s?

A) 0,3.      B) 0,9.      C) 1,2.      D) 1,5.      E) 2,1.

22. Qayiqning suvga nisbatan tezligi 2 m/s ga teng va qirg'oqqa tik yo'nalgan. Suvning oqish tezligi esa 1,5 m/s ga teng. Qayiqning qirg'oqqa nisbatan tezligi necha m/s?

A) 3,5.      B) 2,5.      C) 2.      D) 1,5.      E) 0,5.

23. Agar daryo suvining oqish tezligi 2 m/s bo'lib, qayiqning suvga nisbatan tezligi 2 m/s va oqimga perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa, qayiqning qirg'oqqa nisbatan tezligi oqim yo'nalishi bilan qanday burchak tashkil qiladi?      A)  $0^\circ$ .      B)  $60^\circ$ .      C)  $90^\circ$ .      D)  $30^\circ$ .      E)  $45^\circ$ .

24. 36 km/soat tezlnk bilan harakatlanayotgan tramvay oynasidagi yomg'ir tomchisining izi vertikal bilan  $45^\circ$  burchak hosil qildi. Agar shamol esmayotgan bo'lsa, tomchining tezligi necha m/s ga teng?

A)  $5\sqrt{2}$ .      B) 6.      C) 10.      D) 8.      E)  $4\sqrt{2}$ .

25. Jism bir vaqtda uzaro  $120^\circ$  burchak hosil qilib yo'nalgan ikki tekis harakatda qatnashadi. Ikkala harakatning tezliklari 3 m/s ga teng. Natijalovchi harakat tezligi

- necha m/s ga teng? A) 3. B) 6. C) 1,5. D)  $3\sqrt{3}$ . E) 0.
26. Jism bir vaqtida uzaro  $60^\circ$  burchak hosil qilib yo'nalgan ikki tekis harakatda qatnashadi. Ikkala harakatning tezliklari 5 m/s ga teng. Natijalovchi harakat tezligi necha m/s ga teng? A) 0. B) 2,5. C)  $5\sqrt{3}$ . D) 43. E) 10.
27. Jism tezliklari 5 va 4 m/s bo'lgan va bir – biriga  $30^\circ$  burchak ostida yo'nalgan ikki harakatda qatnashmoqda. Natijaviy harakat tezligi modulini toping (m/s larda). ( $\sin 30^\circ = 0,5$ ,  $\cos 30^\circ = 0,87$ ). A)  $\sqrt{32}$ . B)  $\sqrt{76}$ . C) 4. D) 5. E) 9.
28. Jism harakat tezligining 2 ta tashkil etuvchisi bir – biriga nisbatan  $45^\circ$  burchak ostida yo'nalgan bo'lib, modullari mos ravishda 4 va 6 m/s ga teng. Natijaviy tezlikni toping (m/s larda). A) 7,7. B) 9,3. C) 8,7. D) 12,8. E) 14.
29. Jism harakat tezligining 2 ta tashkil etuvchisi bir-biriga nisbatan  $60^\circ$  burchak ostida yo'nalgan bo'lib, modullari mos ravishda 4 va 6 m/s ga teng. Natijaviy tezlikni toping (m/s larda). A) 5. B) 7,7. C) 8,7. D) 10. E) 12,8.
30. Har birining uzunligi 360 m bo'lgan ikki poezd bir – biriga tomon bir xil 36 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Poezdlar bir-birining yonidan qancha vaqtida o'tadi? A) 10 s. B) 18 s. C) 72 s. D) 20 s. E) 36 s.
31. Parashyutchi shamolsiz havoda 5 m/s tezlik bilan yerga vertikal yo'nalishda tushadi. Esayotgan shamol uni muljalidan 120 m masofaga tushirdi. Agar parashyutchi 200 m masofadan sakragan bo'lsa, u gorizontal yo'nalishda necha m/s tezlik bilan harakatlangan? A) 5. B) 4. C) 3. D) 2,5. E) 4,5.
32. O'rdak oqimga qarshi 3 m/s tezlik bilan 6 minut suzdi. Agar oqim tezligi 1 m/s bo'lsa, o'rdak necha metr masofaga ko'chgan?
- A) 780. B) 680. C) 720. D) 810. E) 800.
33. Motorli qayiqning daryo oqimi bo'ylab suzgandagi qirg'oqqa nisbatan tezligi 3 m/s. Oqimga Qarshi suzganda, uning tezligi 2 m/s. Daryo oqimi tezligi necha m/s ga teng?
- A) 5. B) 2,5. C) 1,5. D) 1. E) 0,5.
34. Agar katerning oqim bo'yicha tezligi 72 km/soat, oqimga qarshi tezligi 54 km/soat bo'lsa, oqim tezligi necha m/s ga teng?
- A) 2. B) 2,5. C) 3. D) 2,25. E) 4.
35. 9 km/soat tezlik bilan ketayotgan velosipedchi yonidan 45 km/soat tezlik bilan qarshi yo'nalishda kelayotgan 540 m uzunlikdagi avtokolonna qancha vaqtida o'tadi?
- A) 54 s. B) 36 s. C) 15 s. D) 10 s. E) TJY.
36. Uzunligi 120 m bo'lgan poezd parallel yo'lida 9 km/soat tezlik bilan ketayotgan velosipedchini 6 s da quvib o'tgan bo'lsa, poezdning tezligi necha m/s ga teng?
- A) 20. B) 22. C) 25. D) 22,5. E) 24.
37. Ikki poezd bir-biriga tomon 54 va 36 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda 1-poezddagi passajir 2-poezd uning yonidan 20 s davomida o'tganini aniqladi. 2-poezdning uzunligi necha metr? A) 500. B) 300. C) 200. D) 100. E) TJY.
38. 72 km/soat tezlikda harakatlanayotgan 300 m uzunlikdagi passajir poezdi tezligi unikidan 2 marta kichik, uzunligi esa 2 marta katta bo'lgan yuk poezdini necha sekundda quvib o'tadi?
- A) 120. B) 30. C) 60. D) 90. E) 150.
39. Ikkita bir xil avtomobil bir – biriga tomon 60 va 90 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Ikkinci avtomobil birinchi avtomobil yonidan 0,144 s davomida o'tganligi aniqlandi. Bitta avtomobilning uzunligi necha metr?

A) 12.      B) 6.      C) 3.      D) 4,32.      E) 21,6

40. Toshkentdan Samarqand tomonga ikkita poezd 10 minut oraliq farq va 63 km/soat tezlik bilan yo'lga tushdi. Qarama-qarshi yo'nalishda kelayotgan poezd ularni 5 minut farq bilan uchratgan bo'lsa, bu poezdning tezligi necha m/s bo'lga?

A) 18,5.      B) 16.      C) 16,5.      D) 17,5.      E) 18

41. Metrodag'i eskalator odamni yuqoriga 45 s da olib chiqadi. Odam va eskalator birgalikda Harakat qilsa, odam 15 s da kutariladi. Eskalator tinch tursa, odam necha sekundda yuqoriga chiqadi?      A) 30.      B) 22,5.      C) 60.      D) 15,5      E) 25.

42. 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan mototsiklchi 36 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan ikkinchi mototsiklchini quvib kelmoqda. Ular orasidagi masofa 720 m bo'lga paytdan boshladi, necha sekunddan so'ng birinchi mototsiklchi ikkinchisiga etadi?      A) 10.      B) 20.      C) 24.      D) 35.      E) 72.

43. Velosipedchi va yo'lovchi bir nuqtadan bir tomonga harakat boshlagandan 1 minut o'tgach ular orasidagi masofa 240 m ni tashkil qildi. Ular qarama-qarshi tomonga harakat boshlagandan 2 minut, o'tgach esa masofa 720 m ga teng bo'ldi. Yo'lovchining tezligi velosipedchinikidan necha marta kichik?

A) 5.      B) 6      C) 4      D) 3,5.      E) 5,5.

44. Ikki parallel yo'ldan uzunligi 360 m, tezligi 54 km/soat bo'lga yuk poezdi va uzunligi 140 m, tezligi 90 km/soat bo'lga passajir poezdi bir tomonga harakatlanmoqda. Ikkinchi poezd birinchi poezdni necha sekund davomida quvib o'tadi?      A) 50.      B) 22.      C) 15.      D) 12,5.      E) 10

45. Daryo bo'yida joylashgan ikki shahar orasidagi masofa 60 km ga teng. Kater oqim bo'yicha harakatlanganda, shu masofani 2 soatda, oqimga qarshi esa 6 soatda bosib o'tadi. Katerning turg'un suvga nisbatan tezligi necha km/soat ga teng?

A) 20.      B) 18.      C) 16.      D) 19.      E) 22.

46. Kater daryoda manzilga borish uchun 1,8 soat, qaytib kelish uchun esa 2,4 soat vaqt sarfladi. Agar sol junatilsa, manzilga necha soatda etib boradi?

A) 4,2.      B) 14,4.      C) 2,1.      D) 5,2.      E) 7,2

47. Ikkita motorli qayiq daryo bo'ylab qarama - qarshi yo'nalishlarda harakatlanmoqda. Ularning qirg'oqa nisbatan tezliklari 3 m/s va 4 m/s. Daryo oqimining tezligi 2 m/s. Qayiqlar uchrashganidan Qancha vaqt o'tgach, ular orasidagi masofa 84 m bo'ladi (s)?      A) 84.      B) 42.      C) 28.      D) 21.      E) 12

48. 36 km/soat tezlikda harakatlanayotgan traktorni undan 100 m orqada 72 km/soat tezlik bilan kelayotgan avtomobil qancha vaqtida quvib o'tadi (s)?

A) 5.      B) 10.      C) 20.      D) 25.      E) 50.

49. Qayiqning oqim bo'ylab va oqimga qarshi tezliklarining o'rtacha qiymati 3 km/soat, harakat vaqtleri esa bir-biridan 2 marta farq qiladi. Qayiqning turg'un suvdagi tezligi necha km/soat ga teng?

A) 9/8.      B) 27/8.      C) 15/4.      D) 19/4.      E) 6

50. Qayiqning manzilga borib kelishdagi o'rtacha tezligi 3 km/soat va manzilga borish vaqt kelish vaqtidan 3 marta kichik bo'lsa, qayiqning turg'un suvdagi tezligi necha km/soat bo'ladi?      A) 6.      B) 5.      C) 4.      D) 7.      E) 9

51. Qandaydir balandlikdan boshlankich tezliksiz tashlangan jism, shamol bo'limganda, yerga 4 m/s tezlik bilan tushadi. Agar g'arbdan 3 m/s tezlikda shamol esayotgan bo'lsa, jism yerga

necha m/s tezlik bilan tushadi? A) 1. B) 2. C) 5. D) 7. E) 10.

52. Samolyot aniq shimolga tomon uchmoqda. G'arbdan sharqqa tomon shamol esa boshlagach, samolyot harakatining yo'nalishi meridian chizig'i bilan  $\alpha$  burchak hosil qildi. Agar samolyot natijaviy tezligining moduli  $\vartheta$  bo'lsa, shamolning tezligi qanday?

A)  $\vartheta \cos \alpha$ . B)  $\vartheta \sin \alpha$ . C)  $\vartheta \tan \alpha$ . D)  $\sqrt{\vartheta} \tan \alpha$ . E)  $\sqrt{\vartheta} \sin \alpha$ .

53. Velosipedchi va yo'lovchi bir nuqtadan bir – biriga tik ravishda 1 minut harakat qilganda, ular orasidagi masofa 150 m bo'ldi. Agar velosipedchining tezligi yo'lovchinikidan 3 marta katta bo'lsa, yo'lovchining tezligi necha m/s ga teng?

A)  $\frac{\sqrt{10}}{3}$ . B)  $\frac{\sqrt{10}}{2}$ . C)  $\frac{3\sqrt{10}}{2}$ . D)  $\frac{\sqrt{10}}{4}$ . E) 1.

54. Velosipedchi va mototsiklchi bir nuqtadan uzaro tik yo'nalishlarda harakat boshlaganlaridan 10 s o'tgach, ular orasidagi masofa 150 m bo'ldi. Mogotsiklchining tezligini toping (m/s larda). U velosipedchi tezlididan 3 marta katta.

A)  $\sqrt{10}$ . B)  $6\sqrt{10}$ . C) 1. D)  $4,5\sqrt{10}$ . E)  $3\sqrt{10}$ .

55. Stol ustidagi aylana uzunligi 20 sm bo'lган silindrga ingichka ip o'ralgan bo'lib, ipning uchiga stol chetidagi blok orqali yuk osilgan. Silindr sirpanishsiz bitta aylanganda, yuk necha sm tushadi? A) 20. B) 30. C) 50. D) 60. E) 40.

56. Samolyotning tovushini yerdagi kuzatuvchi tik yuqoridan eshitgan paytda, samolyot gorizontga nisbatan  $45^\circ$  burchak ostida ko'rinsa, uning uchish tezligi (m/s) nimaga teng bo'ladi? Tovush tezligi 340 m/s ga teng.

A) 85. B) 170. C) 241. D) 340. E) 479.

57. A va B punktlardan bir-biriga qarab ikki velosipedchi yo'lga chiqdi. Ular B punktga 30 km qolganda uchrashishdi. Manzilga borib qaytishda esa A punktdan 18 km uzoqlikda uchrashishdi. Punktkar orasidagi masofani toping (km larda).

A) 48. B) 60. C) 68. D) 72. E) 78.

58. O'zaro  $60^\circ$  burchak hosil qilib, yerga nisbatan  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan ikki jismning bir-biriga nisbatan tezligining moduli nimaga teng?

A)  $\vartheta/2$ . B)  $\sqrt{3}\vartheta/2$ . C)  $\sqrt{3}\vartheta$ . D)  $\vartheta$ . E)  $TJY$ .

59. Mexanik kattaliklarning qaysi birliklari Xalqaro birliklar sistemasida asosiy hisoblanadi?  
A) metr, kilogramm, sekund. B) metr, kilogramm, joul. C) kilogramm, sekund amper. D) metr, nyuton, sekund. E) sekund, nyuton, joul

60. Mexanika bo'limidagi SI sistemasiga kirgan asosiy birliklarni ko'rsating.

A) m, s, kg. B) m, kg, N.  
C)  $m/s^2$ , N, J. D) m, s, m/s. E) s, kg, N.

## 5 - §. NOTEKIS HARAKATDA TEZLIK

### O'rtacha kezlik

Tevarak–atrofimizdagi jismlar, asosan, notejis harakat qiladi. Masalan avtomobil bir shahardan ikkinchi shahargacha 630 km bo'lган yo'lni 7 soatda bosib o'tadi, deylik. Bunda avtomobil yo'lning ayrim qisimlarida tekis harakat qiladi. Umuman, uning harakati notejisdir. Chunki avtomabilning tekis harakat qilishida quyidagilar to'sqinlik qiladi yo'ldagi yo'lvchilarni o'tkasish yo'laklari, sevtoforlar, yo'l belgilari va h.k. Bu

misolda avtomobilning o'zgarmas tezligi emas, balki o'rtacha tezligi haqida gapirish mumkin. Avtomabilning o'rtacha tezligi  
630km:7soat=90km/soatga teng.

Harakat davomida jism tezligi o'zgaruvchan bo'lsa, bunday harakat **notekis hatakat** deyiladi.

Notekis harakatni tavsiflash uchun fizikaga maxsus kattlik kiritilgan bu kattalik o'rtacha tezlik deb ataladi.

Notekis harakatda ***o'rtacha tezlik*** jism bosib o'tgan umumiyo yo'lning shu yo'lni bosib o'tishga ketgan umumiyo vaqtiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\vartheta_{o'r} = \frac{S_{um}}{t_{um}};$$

Jismning muayyan bir paytidagi yoki trayektoriyaning ma'lum bir nuqtasidagi tezligi **oniy tezlik** deb ataladi.

Yo'lni qisimlarga ajratib, qisimlardan turli vaqtda o'tsa u holda butun yo'l uchun o'rtacha tezlik quyidagi formula orqali topiladi.

$$\vartheta_{o'r} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3};$$

Agar jismning har bir qismlardagi tezliklari va bosib o'tish uchun ketgan vaqtleri ma'lum bo'lsa u holda oniy tezlik formulasi orqali har bir qismdagi bosib o'tilgan yo'llar  $S_1 = \vartheta_1 \cdot t_1$ ;  $S_2 = \vartheta_2 \cdot t_2$ ;  $S_3 = \vartheta_3 \cdot t_3$ ; va hokazolar aniqlanadi hamda o'rtacha tezlik quyidagicha topiladi.

$$\vartheta_{o'r} = \frac{\vartheta_1 t_1 + \vartheta_2 t_2 + \vartheta_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3};$$

Jism yo'lni qisimlarga ajratib bu qisimlarda harakatlanish tezliklari ma'lum bo'lib harakatlanish vaqtini moma'lum bo'lsa, oniy tezlik formulasi orqali qisimlardagi harakatlanish vaqtleri  $t_1 = \frac{S_1}{\vartheta_1}$ ;  $t_2 = \frac{S_2}{\vartheta_2}$ ;  $t_3 = \frac{S_3}{\vartheta_3}$ ; va h.k lar aniqlanadi va butun yo'l uchun o'rtacha tezlik quyidagicha aniqlanadi.

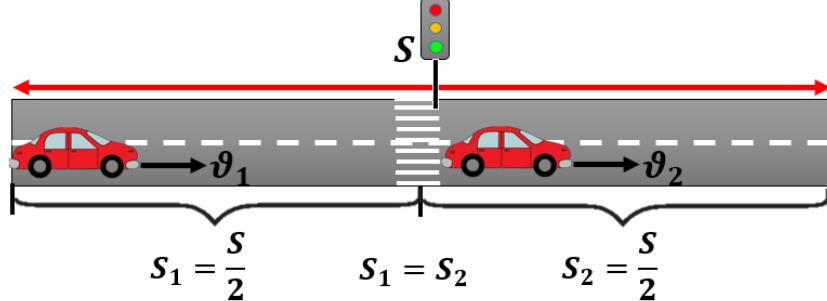
$$\vartheta_{o'r} = \frac{s_b}{t_b} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{\frac{S_1}{\vartheta_1} + \frac{S_2}{\vartheta_2} + \frac{S_3}{\vartheta_3}};$$

Avtomobil yo'lni 53-rasmida ko'rsatilgandek yo'lning birinchi yarmi, S/2 qismini  $v_1$  tezlikda, qolgan yarmini  $v_2$  tezlikda o'tgan bo'lsa mana shu yo'l davomida jismning o'rtacha tezligi quyidagicha topiladi.

O'rtacha tezlikni hisoblash ifodasi  $\vartheta_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{t}$  dan foydalanib o'rtacha tezlikni hisoblaymiz. Buning uchun harakat yo'lining birinchi va ikkinchi qismlaridagi tezliklarini  $\vartheta_1 = \frac{s_1}{t_1}$  va  $\vartheta_2 = \frac{s_2}{t_2}$  ifodalar yordamida yozamiz. Bu yerda  $s_1$  va  $s_2$  lar o'zaro teng ya'ni  $s_1 = s_2 = \frac{S}{2}$ . Yuqoridagi tezliklarni topish ifodadan  $t_1 = \frac{s_1}{\vartheta_1} = \frac{s}{2\vartheta_1}$  va

$t_2 = \frac{s_2}{\vartheta_2} = \frac{s}{2\vartheta_2}$ .

$t_2 = \frac{s_2}{\vartheta_2} = \frac{s}{2\vartheta_2}$  ga ega bo'lamiz.  $\vartheta_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$  ifodaga  $t_1 = \frac{s}{2\vartheta_1}$  va  $t_2 = \frac{s}{2\vartheta_2}$  ifodalarni qo'yib o'rtacha tezlikni hisoblash uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz  $\vartheta_{o'r} = \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$ . Bu hosil qilingan formulaga ishchi formula deyiladi masala yechguncha yo'lning qismlardagi tezliklarini to'g'ridan to'g'ri ishchi formulaga qo'yib hisobladi.

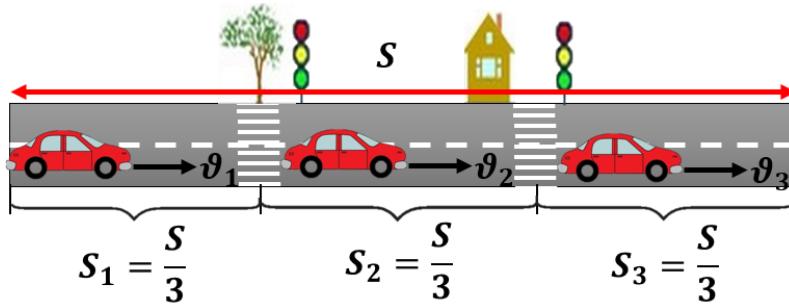


**53 – rasm.**

Yo'lni qanday bo'laklarga bo'lmaylik o'rtacha tezlikni hisoblash uchun albatta bizga ishchi formula kerak bo'ladi buni esa yuqorida ko'rsatilgandek ishchi formulalarini keltirib chiqaramiz. Quyida esa yo'lni turli qismlarga ajratilgandagi ishchi formulalari keltirilgan.

Yo'l 54-rasmda ko'rsatilgandek teng 3 bo'lakka bo'lingan bo'lsa  $S_1 = S_2 = S_3 = S/3$  ishchi fo'rmula quyidagicha bo'ladi.

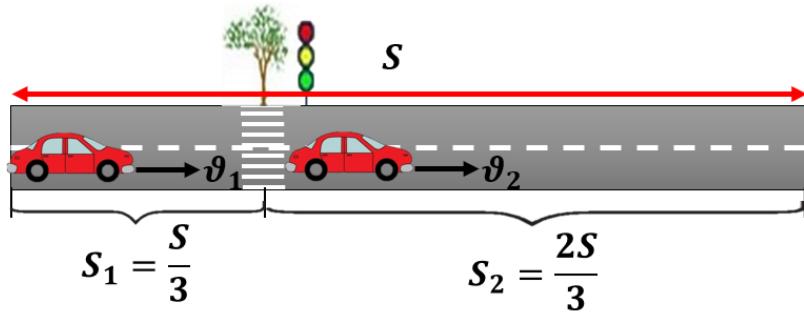
$$\vartheta_{o'r} = \frac{3\vartheta_1\vartheta_2\vartheta_3}{\vartheta_1\vartheta_2 + \vartheta_1\vartheta_3 + \vartheta_2\vartheta_3}$$



**54 – rasm.**

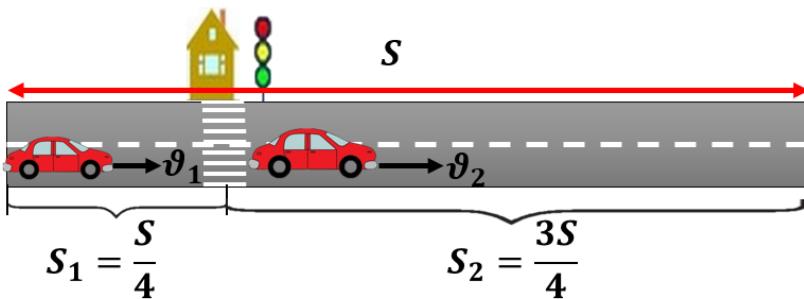
Jism yo'lning  $\frac{s}{3}$  qismini  $v_1$ , qolgan  $\frac{2s}{3}$  qismini  $v_2$  tezlikda o'tgan bo'lsa (55-rasm).

$$\vartheta_{o'r} = \frac{3\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_2 + 2\vartheta_1}$$



**55 – rasm.**

Jism yo'lning  $\frac{s}{4}$  qismini  $v_1$ , qolgan  $\frac{3s}{4}$  qismini  $v_2$  tezlikda o'tgan bo'lsa (56–rasm).  $\vartheta_{o'r} = \frac{4\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_2 + 3\vartheta_1}$



**56 – rasm.**

Harakat vaqtini teng 2 ga bo'lingan holatda o'rtacha tezlikni hisoblash ifodasidan, ya'ni  $\vartheta_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$  dan foydalanib o'rtacha tezlikni hisoblaymiz.

Shuningdek harakat yo'lining birinchi va ikkinchi qismlarini  $S_1 = \vartheta_1 \cdot t_1$  va  $S_2 = \vartheta_2 \cdot t_2$  ko'rinishda yozamiz. Bu ifodani  $\vartheta_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$  ifodaga qo'yib

$$\vartheta_{o'r} = \frac{\vartheta_1 \cdot t_1 + \vartheta_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2} \text{ va } t_1 = t_2 \text{ ekanligini e'tiborga olgan holda } t_1 = t_2 = t/2$$

$$\vartheta_{o'r} = \frac{\vartheta_1 \frac{t}{2} + \vartheta_2 \frac{t}{2}}{t} \quad \vartheta_{o'r} = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} \quad \text{ko'rinishdagi ifodaga ega bo'lmiz bu ifoda esa ishchi formula hisoblanadi.}$$

Harakat vaqtini teng 3 ga bo'lingan holatda o'rtacha tezlik formulasi yuqorida ko'rsatilgandek keltirib chiqariladi.

$$t_1 = t_2 = t_3 = t/3 \quad \vartheta_{o'r} = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3}{3}$$

Notekis harakatda yo'lni topish uchun o'rtacha tezlikni, shu yo'lni bosish uchun ketgan vaqtga ko'paytirish orqali topiladi.  $S = \vartheta_{o'r} \cdot t$

## Mavzuga doir test

1. Quyidagi fikrlarning qaysi biri noto'g'ri?

- A) agar jism biror sanoq, sistemaga nisbatai tinch turgan bo'lsa, uning bu sistemaga nisbatan tezligi nolga teng bo'ladi.
- B) harakatlanish vaqtini topish uchun o'rtacha tezlikni bosib o'tilgan yo'lga bo'lish kerak.
- C) tekis harakatda tezlikning son qiymati o'zgarmas kattalikdir.
- D) harakatning o'rtacha tezligini topish uchun bosib o'tilgan yo'lni harakatlanish vaqtiga bo'lish kerak.
- E) yo'l harakat traektoriyasining uzunligiga teng skalyar kattalikdir.

2. Mashina dastavval 3 minut ichida 36 km/soat tezlik bilan, keyin 5 minut davomida 54 km/soat tezlik bilan, so'ngra 10 minut ichida 72 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Mashinaning o'rtacha tezligini (km/soat) toping.

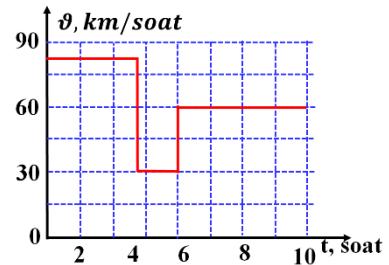
- A) 54.    B) 60.    C) 61.    D) 62.    E) 64.

3. Mototsiklchi 2 soatda 90 km yo'l bosdi. Qolgan 3 soatda esa 50 km/soat tezlik bilan yurdi. Uning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi necha km/soat ga teng?

- A) 35.    B) 48.    C) 57.    D) 70.    E) 45.

4. Tezlik grafigi rasmida ko'rsatilgan avtomobilning boshlang'ich 10 soatdagi o'rtacha tezligi necha km/soat ga teng?

- A) 56,6.    B) 170.    C) 45.  
D) 55    E) 62.



5. Avtomobil yo'lning birinchi yarmini 20 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini 30 m/s tezlik bilan utdi. Avtomobilning butun yo'lдаги о'ртача теэлиги неча м/с га тенг?

- A) 50.    B) 25.    C) 10.    D) 23.    E) 24.

6. To'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jism yo'lning birinchi yarmini 5 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini 15 m/s tezlik bilan bosib o'tdi. Jismning harakat davomidagi o'rtacha tezligi necha m/s bo'lgan?

- A) 7,5.    B) 10.    C) 6.    D) 12,5.    E) 14.

7. Jism yo'lning birinchi yarmini 9 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini esa 2 marta sekinoq, o'tgan bo'lsa, uning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi qanday (m/s)?

- A) 2.    B) 4.    C) 5.    D) 6.    E) 8.

8. Avtomobil A bekatdan B bekatgacha 40 km/soat, qaytishda esa 30 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Reys davomidagi o'rtacha tezlikni toping (km/soat larda).

- A) 34,3.    B) 34,0.    C) 33,5.    D) 35.    E) 36.

9. Yo'lovchi 3 km/soat tezlik bilan harakatlanib, vaqtning uchdan ikki qismini sarfladi. Qolgan vaqtda 6 km/soat tezlik bilan qarakatlandi. Yo'lovchining o'rtacha tezligi necha km/soat bo'lgan?    A) 5.    B) 4,5.    C) 6.    D) 4.    E) 9

10. Mashina dovonga ko'tarilishda 15 m/s, tushishda 20 m/s tezlik bilan harakatlandi. Tushish yo'li chiqish yo'lidan 2 marta uzun bo'lsa, mashinaning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi necha m/s bo'ladi?

- A) 15.    B) 16.    C) 17,5.    D) 18.    E) 20.

11. Poezd yo'lning  $1/3$  qismini  $\vartheta$  tezlik bilan, qolgan qismini  $2\vartheta$  tezlik bilan o'tsa, uning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi qanday?

- A)  $1,3\vartheta$ .    B)  $1,5\vartheta$ .    C)  $2\vartheta$ .    D)  $3\vartheta$ .    E)  $6\vartheta$ .

12. Kater yo'lning  $1/4$  qismini  $\vartheta$  tezlik bilan, qolgan qismini esa  $2\vartheta$  tezlik bilan o'tgan bo'lsa, uning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi qanday?

- A)  $\vartheta$ .    B)  $1,5\vartheta$ .    C)  $1,6\vartheta$ .    D)  $2\vartheta$ .    E)  $3\vartheta$ .

13. Haydovchi yo'lni teng uchga bo'lib, birinchi qismini  $v$  tezlik bilan, ikkinchi qismini  $2v$  tezlik bilan va uchinchi qismini  $3v$  tezlik bilan o'tadi. Butun yo'ldagi o'rtacha tezlikni hisoblang.

- A)  $\frac{5}{6}v$ .    B)  $\frac{18}{11}v$ .    C)  $\frac{6}{5}v$ .    D)  $2v$ .    E)  $\frac{11}{18}v$ .

14. Poezd yo'lning ikkinchi yarmini birinchi yarmiga nisbatan 1,5 marta katta tezlik bilan o'tdi. Poezdning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi  $43,2$  km/soat ga teng bo'lsa, yo'lning birinchi yarmidagi tezligi handay (km/soat) bo'lgan?

- A) 7,2.    B) 9.    C) 14.    D) 28.    E) 36.

15. Avtomobil yo'lning uchdan birini  $v_1$ . Qolgan qismini esa  $v_2 = 50$  km/soat tezlik bilan o'tdi. Agar avtomobilning butun yo'l davomida o'rtacha tezligi  $v_{o,tr} = 37,5$  km/soat bo'lsa, yo'lning birinchi qismida u qanday tezlik bilan harakatlangan (km/soat)?    A) 7,5.    B) 30.    C) 20.    D) 27.    E) 25.

16. Poezd yo'lning birinchi yarmini ikkinchi yarmiga qaraganda 2 marta katta tezlik bilan bosib o'tdi. Uning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi  $54$  km/soat bo'lsa, yo'lning birinchi yarmidagi tezligi necha m/s bo'lgan?

- A) 20.    B) 22,5.  
C) 22.    D) 21.    E) 20,5.

17. Keltirilgan grafikdan foydalanib, jismning 5 s vaqt davomidagi o'rtacha tezligini togshng (m/s larda).

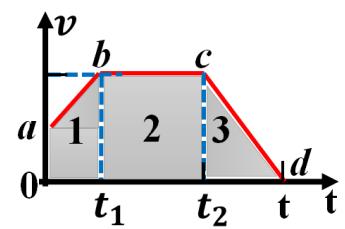
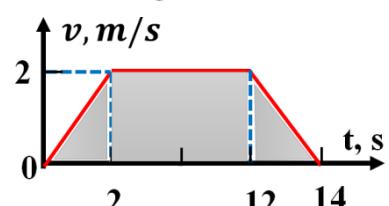
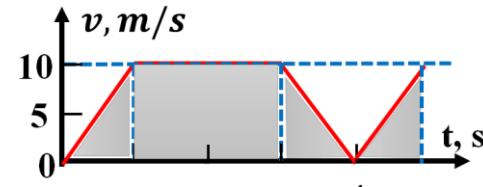
A) 3.    B) 5.    C) 7.    D) 2,5.    E) 2.

18. Liftning harakat tezligi grafigida foydalanib, uning ko'tarilish balandligini va ko'tarilish davomidagi o'rtacha tezligini toping.

- A) 24 m; 1,6 m/s.    B) 24 m; 2 m/s.  
C) 24 m; 1 m/s.    D) 24 m; 1,7 m/s.  
E) 22 m; 2 m/s.

19. Rasmda mototsikl harakatining tezlik grafigi berilgan. Mototsiklchi bosib o'tgan yo'l va harakat davomidagi o'rtacha tezlik qanchaga teng? ( $l$ -yo'l, S-yuza,  $\vartheta$ -tezlik va  $t$ -vaqt).

- A)  $l = S_{oabcd}$ ;  $\vartheta_{o,tr} = (\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3)/3$ .  
B)  $l = S_{oabcd}$ ;  $\vartheta_{o,tr} = (\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3)/t$ .  
C)  $l = \vartheta_1 t_1 + \vartheta_2 t_2 + \vartheta_3 t_3$ .     $\vartheta_{o,tr} = l/t$   
D)  $l = (\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3)/3 \cdot t$ .     $\vartheta_{o,tr} = l/t$ .  
E)  $l = S_{oabcd}$ ;  $\vartheta_{o,tr} = l/t$ .



20. 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism yerga qaytib tushdi. Jismning uchish davomidagi o'rtacha tezlik vektori nimaga teng (m/s)?

- A) 0.     B) 10.     C) 20.     D) 30.     E) 40.

21. Oniy tezlik deb ... aytildi: 1) harakatning ko'rileyotgan vaqt momentidagi tezligiga; 2) jismning o'rtacha tezligiga; 3) jismning boshlang'ich tezligi va haralayotgan vaqt momentidagi tezliklarining o'rta arifmetigiga; 4) harakat traektoriya sining ko'rileyotgan nuqtasidagi tezligiga.

- A) 1, 4.     B) 1, 2, 3.     C) 1, 2, 4.     D) 2, 3, 4.     E) 4.

22. Qanday harakat turida o'rtacha va oniy tezliklar modullari bir-biriga teng bo'ladi?

- A) to'g'ri chizitsli tekis sekinlanuvchan sarakatda.  
 B) to'g'ri chizitsli tekis tezlaiuvchai sarakatda.  
 C) to'g'ri chizitsli tekis harakatda.  
 D) notebris harakatda.  
 E) egri chizitsli harakatda.

23. Quyida keltirilgan iboralarning qaysi biri nisbatan aniq va to'liq?

To'g'ri chiziqli tekis harakatning tezligi...

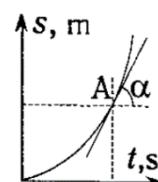
- A) oniy tezlikdir.     B) o'rtacha tezlikdir.  
 C) bir vaqtida ham oniy ham o'rtacha tezlikdir.  
 D) oniy tezlikning son qiymatidan iboratdir.  
 E) Son jihatidan oniy va o'rtacha tezliklar yig'indisiga teng bo'lган kattalikdir.

24. Quyida keltirilgan ifodalarning qaysi biri oniy tezlikni iiodalaydi?

- A)  $\vec{\vartheta} = \Delta \vec{S} / \Delta t$  ( $\Delta t$  — ixtiyorli vaqt oralig'i).  
 B)  $\vec{\vartheta} = \vec{S} / t$ , ( $t$  - birlik vaqt oralig'i).  
 C)  $\vartheta = \Delta S / \Delta t$ , ( $\Delta t$  — ixtiyorli vaqt oralig'i,  $v$  — skalar).  
 D)  $\vec{\vartheta} = \Delta \vec{S} / \Delta t$ , ( $\Delta t$  - juda kichik vaqt oralig'i,  $\Delta S$  —  $\Delta t$  vaqt davomidagi ko'chish).

25. Jism harakatining yo'l – vaqt bog'lanish grafigidagi A nuqtadan rasmdagidek urinma o'tkazildi va  $t_{ga}=3$  ekanligi aniqlandi. Jismning A nuqtaga mos keluvchi ondagi tezligini toping.

- A)  $1/3$ .     B)  $2\sqrt{2}$ .     C) 3.     D) 4.



## 6 - §. TEZLANISH VA UNING TASHKIL ETUVCHILARI

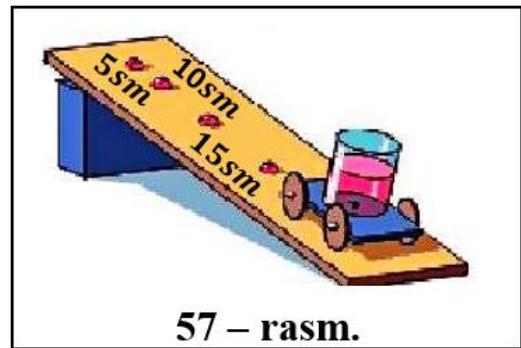
### Tekis o'zgaruvchan harakat haqida tushuncha

Notebris harakatning eng oddiy ko'rinishi bu tekis o'zgaruvchan harakat hisoblanadi. Quyidagicha tajriba o'tkazamiz, buning uchun bizga qiya tekislik, aravacha va jumrakli idish. Idishga suv solib aravachaga o'rnatib qiya tekislikdan qo'yib yuboramiz va aravachaning harakatini kuzatamiz, idish jumragidan tomayotgan tomchilar biz xil vaqt oralig'ida tomadi. Tomchilar orasidagi masofalarni chizg'ich yordamida o'lchaymiz. O'lchash natijalari shuni ko'rsatadiki, har bir tomchi orasidagi masofa bir xil kattalikka ortib borgan.

Birinchi va ikkinchi tomchilar orasidagi masofa 5 sm, ikkinchi va uchunchi tomchilar orasidagi masofa 10 sm, uchunchi va to'rtinchi tomchilar orasidagi masofa esa 15 sm (57–rasm).

Bu ko'rsatkichlardan quyidagicha xulosa qilish mumkin.

Ixtiyoriy teng vaqtlar oraliqlarda tezligi mos ravishda teng kattaliklarga o'zgarib boradigan harakatga **tekis o'zgaruvchan harakat** deb ataladi.



### Tezlanish

Tekis o'zgaruvchan harakatni tavsiflash uchun **tezlanish** deb ataluvchi kattalik kiritilgan.

Kundalik hayotimizda jismlar tezligining o'zgarishini ko'p kuzatamiz. Misol uchun, bekatdan bir paytda, bir xil yo'nalishda harakatlana boshlagan avtobus va neksiyaning ma'lum vaqtdan keyingi tezliklarini solishtiraylik. Oradan bir xil vaqt otgan bo'lsa ham tabiiyki neksiya spidometrining ko'rsatkichi kattaroq bo'ladi. Demak ikkita transport vositasining tezliklarining o'zgarishi turlicha, ularni solishtirish uchun esa tezlikning o'zgarish tezligini harakterlovchi biror kattalikni kiritish zaruriyati tug'iladi. Bu kattalik **tezlanishdir**.

Vaqt birligida jism tezligining o'zgarishi **tezlanish** deb ataladi.

**Tezlanish** tezlik o'zgarishining shu tezlik o'zgarishi uchun ketgan vaqtga nisbati bilan aniqlanadi va  $a$  hahifi bilan belgilanadi.

$$\text{Tezlanish } a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t} \text{ bu yerda } \vartheta_0 - \text{boshlang'ich tezlik}, \vartheta - \text{oxirgi tezlik}, t - \text{vaqt}.$$

Boshlang'ich tezlik  $\vartheta_0 = 0$  bo'lsa tezlanish quyidagicha topiladi:  $a = \frac{\vartheta}{t}$ .

Tezlanish  $a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t}$  formulasi bo'yicha  $t$ -vaqtini,  $\vartheta$  – oxirgi tezlikni va  $\vartheta_0$  – boshlang'ich tezliklarni quyidagicha topamiz.

$$t = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{a}, \quad \vartheta - \vartheta_0 = at, \quad \vartheta = \vartheta_0 + at, \quad \vartheta_0 = \vartheta + at,$$

### Tezlanishning XBS dagi birligi

Tezlanishning ta'rifiga asosan uning birligini quyidagicha aniqlaymiz:

$$[a] = \frac{[\vartheta]}{[t]} = \frac{1 \frac{m}{s}}{1 s} = 1 \frac{m}{s^2}$$

Shunday qilib, **XBS** da tezlanishning birligi sifatida tezligini 1 sekundda 1m/s ga o'zgartiradigan harakat tezlanishi qabul qilingan.

Tezlanish o'lchash uchun **akselerometr** dan foydalilaniladi (58–rasm).

(lotincha *accelero* – tezlanish va grekcha *metreo* – o'lchayman)

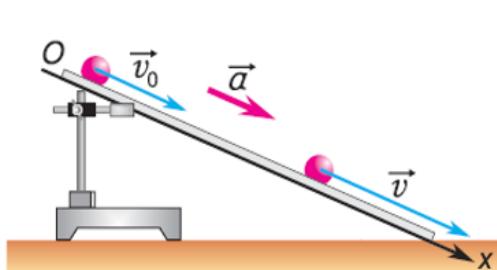
Tekis o'zgaruvchan harakat ikki turga bo'linadi **tekis tezlanuvchan** va **tekis sekinlanuvchan**.



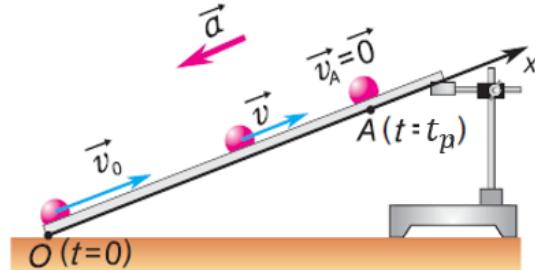
### To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik

Tekis o'zgaruvchan harakatni ikki turga bo'linishini e'tiborga olgan holda tekis tezlanuvchan tarakatni ko'rib chiqamiz.

**To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat** – jism trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib bir xil vaqt oralig'ida tezligi mos kattaliklarga ortib borsa, bunday harakatga tekis tezlanuvchan harakat deb ataladi. Bunga misol tariqasida qiya tekisliktan tushayotgan sharchaning harakatini keltirish mumkin (59–rasm). Joyidan qo'zg'alayotgan avtomobilni ham keltirish mumkin.



**59 – rasm.**



**60 – rasm.**

To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlik va tezlanish vektorlarining yo'nalishlari bir xil bo'ladi, ular bir xil ishoraga ega bo'ladi.  $v > 0$  va  $a > 0$ ,  $a = \text{const}$  bo'ladi. Bunda to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan jismning tezligi teng vaqlar oralig'ida teng miqdorda o'zgaradi.  $a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t}$  bu formuladan oxirgi tezlik  $\vartheta$  ni topsak  $\vartheta = \vartheta_0 + at$  kelib chiqadi bundan ko'rindiki jism  $t$  vaqt ichida uning tezligi  $\vartheta_0$  mos kattalik  $at$  ga ortib borayotganini ko'rishimiz mumkin.

Harakat **tezlanuvchan** bo'lganda **a musbat ishora** “+” bilan olinadi.

**To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat** – jism trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib bir xil vaqt oralig'ida tezligi mos kattaliklarga kamayib borsa bunday harakatga tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi. Bunga misol tariqasida yuqorida misol sifatida keltirilgan sharcha qiya tekislik bo'yicha berilgan ipuls(turtki) bo'yicha yuqoriga ko'tarilsa bu harakatni tekis sekinlanuvchan harakat deyish mumkin (60–rasm). Vertikal yuqoriga otildi jism harakatini ham misol tariqasida keltirish mumkin.

Tekis sekinlanuvchan harakatda esa aksincha tezlik va tezlanish vektorlarining yo'nalishlari qarama – qarshi bo'ladi ular har xil ishoraga ega bo'lmaydi va  $a < 0$ ,  $a = \text{const}$  ko'rinishda bo'ladi. **Sekinlanuvchan** harakat bo'lganda  **$-a$  manfiy ishora** bilan olinadi va formula quyidagi ko'rinishga keladi  $\vartheta = \vartheta_0 - at$  bu formuladan ko'rindiki tezlik  $\vartheta_0$  mos kattalik  $-at$  ga kamayotganini bildiradi.

### Tekis o'zgaruvchan harakat tazlanish va tezlik grafiklari

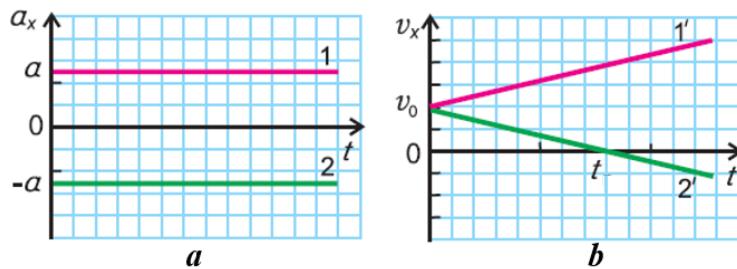
Tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish ( $a > 0$ ,  $a = \text{const}$ ) grafigi 61–a rasmdagi 1-grafik ko'rinishida bo'ladi.

Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish ( $a < 0$ ,  $a = \text{const}$ ) grafigi 61–b rasmdagi 2-grafik ko'rinishda bo'ladi.

Tezlik grafiklari mos ravishda 61 – b rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi.

Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik grafigi 61 – b rasmdagi 1' kabi bo'ladi ( $\vartheta_0 \neq 0$ ).

Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik grafigi 61 – b rasmdagi 2' kabi bo'ladi ( $\vartheta_0 \neq 0$ ).

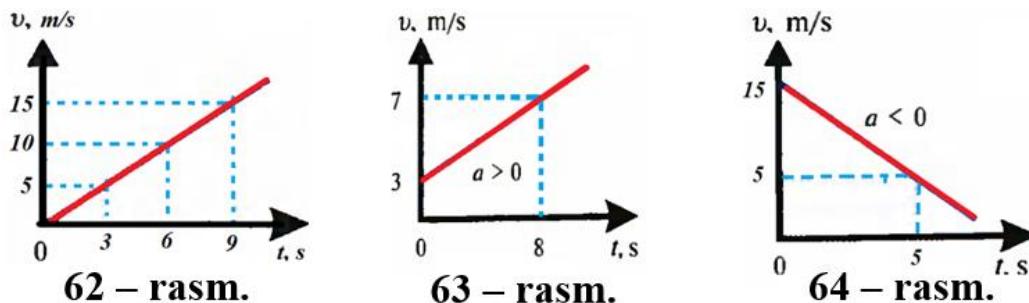


61 – rasm.

62-rasmda boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan harakatning tezlik grafigi ko'rsatilgan.  $\vartheta_0 = 0$  bo'lganda  $\vartheta = \vartheta_0 + at$  ifoda quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$\vartheta = at$

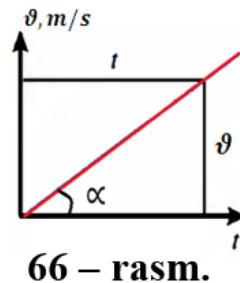
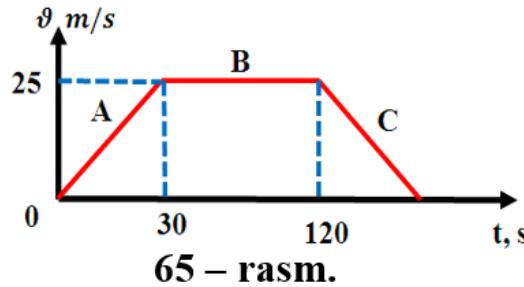
Agar boshlang'ich tezlik noldan farqli bo'lsa, unda tezlik grafigi 63–rasmdagidek ko'rinishni olishi mumkin. Shuni qayd etish kerakki, tezlik grafigi o'rab turgan yuza o'tilgan yo'lni ko'rsatadi.  $\vartheta = \vartheta_0 + at$  Bunda  $\vartheta_0 = 3 \text{ m/s}$ ,  $a = 7 \text{ m/s}^2$ ,  $t = 8 \text{ s}$



Tezlanishning  $a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t}$ , formulasiga binoan tezlinishning qiymatini topamiz:  
 $a = \frac{7m/s - 3m/s}{8} = \frac{4m/s}{8s} = 0,5m/s^2$  bu qiymatdan ko'rindiki tezlanisning qiymati noldan katta  $a > 0$ .

Endi esa jism boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan ( $a < 0$ ) harakat qilgan hol uchun tezlik grafigi. Bunda  $\vartheta_0 = 15 m/s$ ,  $t = 5 s$ , bo'lsa  $\vartheta = \vartheta_0 - at$  formulaga asosan  $\vartheta = 5 m/s$ , bo'ladi va grafigi 64-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi.

Odatda jismlar tinch holatdan harakatga kelganda ular avval tezlanish (A grafik) bilan harakatlanib, ma'lum tezlikka yerishadi va shu tezlik bilan tekis (B grafik) harakatlanadi. So'ngra tkis (C grafik) sekinlanuvchan haraka qilib to'xtaydi. Bu hol uchun tezlik grafigi quyidagicha bo'lди.(65-rasm)



Agar boshlang'ich tezlik  $\vartheta_0 = 0$  ga teng bo'lsa, u holda tezlanish  $a = \frac{\vartheta}{t}$  formula orqali aniqlanadi. To'g'ri burchakli uchburchak xossasiga ko'ra burchak tangensi 66-rasm bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta}{t}$

Bu ikkila  $a = \frac{\vartheta}{t}$  va  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta}{t}$  formuladan ko'rindiki burchak tangensi harakat tezlanishiga  $a$  teng:  $a = \operatorname{tg} \alpha$

### Tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik

Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning ixtiyoriy vaqt davomidagi harakati uchun ***o'rtacha tezligi*** boshlang'ich va oxirgi tezliklari yig'indisining yarmiga teng.

$\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0 + \vartheta}{2}$ , yoki  $\vartheta = \vartheta_0 + at$ . e'tiborga olsak  $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0 + \vartheta_0 + at}{2} = \frac{2\vartheta_0 + at}{2}$ . surati va

maxrajini 2 ga bo'lsak quyidagi natijaga ega bo'lamiz.  $\vartheta_{o'rt} = \vartheta_0 + \frac{at}{2}$ , agar  $\vartheta_0 = 0$

bo'lsa  $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta}{2}$ ,  $\vartheta_{o'rt} = \frac{at}{2}$ . ko'rinishda bo'ladi

$\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0 + \vartheta}{2}$ , formula bo'yicha  $\vartheta$ -oxirgi tezlikni va  $\vartheta_0$ -boslang'ich tezliklarni topish:  $\vartheta = 2\vartheta_{o'rt} - \vartheta_0$ ,  $\vartheta_0 = 2\vartheta_{o'rt} - \vartheta$ .

### Mavzuga doir test

1. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlanish vektori...
  - A) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzlusiz o'zgarib turadi.
  - B) nolga teng. C)  $a_v < 0$  holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - D)  $a_v > 0$  holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - E) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.

2. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlik vektorining ...
  - A) moduli va yo'nalishi o'zgarmas saqlanadi.
  - B) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - C) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmay qoladi.
  - D) moduli va yo'nalishi uzlusiz o'zgarib turadi.
  - E) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi esa uzlusiz o'zgarib turadi.

3. To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik vektorining...
  - A) moduli va yo'nalishi o'zgarmas saqlanadi.
  - B) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - C) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmay soladi.
  - D) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.
  - E) moduli o'zgarmas bo'lib, o'nalishi esa uzlusiz O'zgarib turadi.

4. Rasmda 5 ta jism tezliklarining vaqtga bog'lanish grafiklari keltirilgan.

Qaysi jismlar tekis harakat qiladi

- A) hammasi. B) 1, 4. C) 2. D) 1, 2, 4. E) 3, 5.

5. Chizmada 5 ta jism tezliklarining vaqtga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Qaysi jismlar tekis o'zgaruvchan harakat qiladi?

- A) hammasi. B) 1, 4.  
C) 3, 5. D) 1, 2, 4. E) 1, 2

6. Rasmda jism tezlanishining vaqtga bog'lanishi berilgan. Vaqtning qaysi oralig'ida (s) jism tekis tezlanuvchan harakat qilgan?

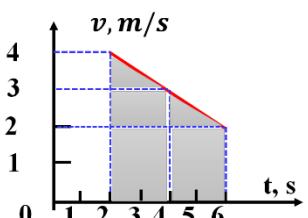
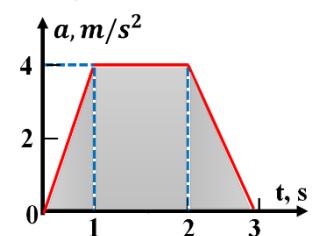
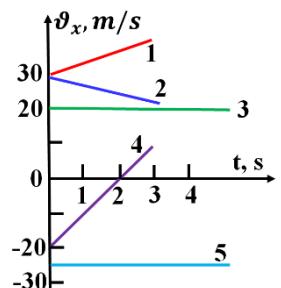
- A) 2-3. B) 1-2. C) 0-1.  
D) 0-1, 2-3. E) vaqtning hech qaysi oralig'ida.

7. Moddiy nuqtaning tekis tezlanuvchan harakat qilish shartini ko'rsating.

- A)  $\Delta \vec{v}/\Delta t = \text{const.}$  B)  $\Delta \vec{v} = \text{const.}$   
C)  $\vec{a} = \text{const.}$  D)  $\Delta v/\Delta t = \text{const.}$  E)  $a = \text{const.}$

8. Berilgan grafikdan foydala nib, tezlikning  $t_1 = 2s$  dan  $t_2 = 6s$  gacha bo'lgan vaqt intervalidagi o'z garishini toping (m/s larda).

- A) 2. B) -2. C) 0. D) 1. E)-1.



9. "Neksiya" avtomobili 15 sekundda tezligini 108 km/soatgacha etkazdi. Avtomobilning tezlanishini aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ).

- A) 2. B) 3,6. C) 7,2. D) 15. E) 36.

10. Harbiy reaktiv samolyot 10 s da tezligini 450 dan 900 km/soat gacha oshirdi. Tezlanishni aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ). A) 12,5. B) 45. C) 4,5. D) 125. E) 90

11. Avtomobilning tekis tezlanuvchan harakatida tezlik 12 m/s dan 18 m/s ga 10 s da oshdi. Tezlanish moduli necha  $\text{m/s}^2$  bo'lgan? A) 7,2. B) 6. C) 3,6. D) 0,6. E) 0,36

12. Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism 2,5 s davomida tezligini 60 sm/s ga oshirdi. Jism tezlanishi necha  $\text{m/s}^2$  ga teng? A) 2,4 B) 24. C) 0,12. D) 12. E) 0,24

13. Jism tekis tezlanuvchan harakatlanib, 6 s davomida o'z tezligini 0,10 m/s dan 0,40 m/s gacha oshirdi. Jism necha  $\text{m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlangan?

- A) 5. B) 0,5. C) 0,05. D) 0,005. E) 0,1

14. Boshlag'ich tezligi 6 m/s bo'lgan jism tekis sekinlanuvchan harakatlanmoqda. Agar uning tezligi 30 s dan keyin 3 m/s ga teng bo'lsa, tezlanishi qanday ( $\text{m/s}^2$ )?

- A) 0,3. B) 0,2. C) 0,1. D) -0,2. E) -0,1.

15. 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil tormozlanish natijasida 4 s da to'xtadi. Avtomobil tezlanishining modulini toping ( $\text{m/s}^2$ ).

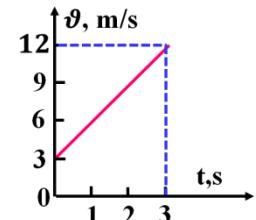
- A) 5. B) 10. C) 18. D) 20. E) 36

16. 20 m/s tezlik bilan ketayotgan avtomobil tormozlanish natijasida 4 s da to'xtadi. Avtomobil tezlanishining modulini toping ( $\text{m/s}^2$ ).

- A) 4. B) 5. C) 10. D) 20.

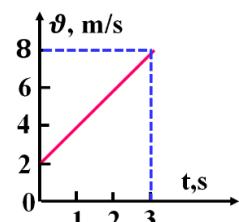
17. Rasmida keltirilgan tezlik modulining vaqtga bog'lanish grafigidan foydalanib, tekis tezlanuvchan harakatlanuvchi jismning 2-sekundagi tezlanishi ( $\text{m/s}^2$  larda) aniqlansin.

- A) 9. B) 3. C) 4. D) 6. E) 27.



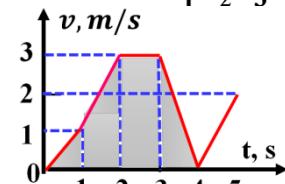
18. Keltirilgan grafikdan foydalanib, jismning harakat tezlanishini toping ( $\text{m/s}^2$  larda).

- A) 1. B) 6. C) 3. D) 4. E) 2.



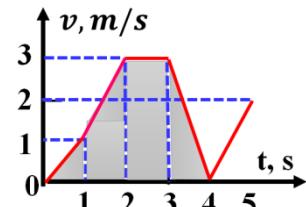
19. Jism tezligining vaqtga bog'lanish grafigidan foydalanib, harakatning nechanchi sekundida uning tezlanishi modul jihatdan eng katta bo'lganini aniqlang.

- A) 1-sekundida.  
B) 2-sekundida. C) 3-sekundida.  
D) 4-sekundida. E) 5-sekundida.



20. Rasmida ko'rsatilgan grafikdan foydalanib, jism harakatining nechanchi sekundida uning tezlanishi modul jihatdan eng kichik bo'lganini aniqdang.

- A) 1-sekundida.  
B) 2-sekundida. C) 3-sekundida.



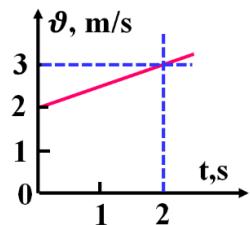
D) 4-sekundida. E) 5-sekundida.

21. Grafikdan foydalanib, jismning tezlanishi topilsin ( $\text{m/s}^2$  larda).

A) 2. B) 1,5. C) 1. D) 0,75. E) 0,5.

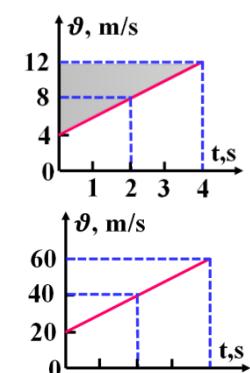
22. Rasmdagi grafikdan foydalanib, to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismning  $t = 2 \text{ s}$  dagi tezlanishi necha  $\text{m/s}^2$  ekanligini aniqlang.

A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 6.



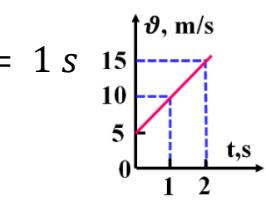
23. Rasmdagi grafikdan foydalanib, to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismning  $t = 4 \text{ s}$  dagi tezlanishini aniqlang ( $\text{m/s}^2$  larda).

A) 15. B) 10. C) 7,5. D) 5. E) 2,5.



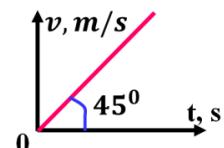
24. Tezlik modulining vaqtga bog'lanish grafigidan foydalanib,  $t = 1 \text{ s}$  paytdagi tezlanishni aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ).

A) 5. B) 7,5. C) 10. D) 30. E) 2.



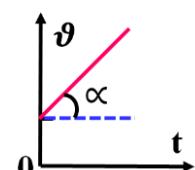
25. Quyidagi grafikdan foydalanib, jismning tezlanishini aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ), (tezlik va vaqt o'qlarining masshtabi bir xil deb hisoblang.)

A) 0. B) 1. C) 2. D) 2,5. E) 4,5.



26. Quyidagi grafikdagi  $\alpha$  burchak tangensi qanday fizik ma'noga ega (tezlik va vaqtning birliklari bir xil masshtabda olinganda)?

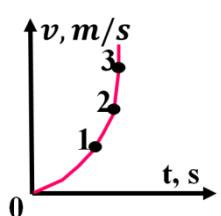
A) tezlanish o'zgarishi. B) tezlanish.  
C) tezlik o'zgarishi. D) tezlik. E) vaqt.



27. Jism tezligining vaqtga bog'lanish grafigi rasmida ko'rsatilgan.

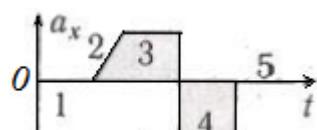
1-, 2 va 3-nuqtalarga mos keluvchi tezlanishlarni taqqoslang.

A)  $a_1 < a_2 < a_3$ .  
B)  $a_2 > a_1 > a_3$ . C)  $a_1 = a_2 = a_3$ .  
D)  $a_1 > a_2 > a_3$ . E)  $a_2 < a_1 < a_3$ .



28. Tezlanish grafigi chizmada keltirilgan jism harakatini chizma qismlari bo'yicha tavsiflang.

A) 1,5- tinch holat; 3, 4 -tekis harakat; 2 - tekis tezlanuvchan h-t.



B) 3, 4 - tezlanuvchan harakat; 1,5- tekis h-t 2- tekis tezlanuvchan harakat.

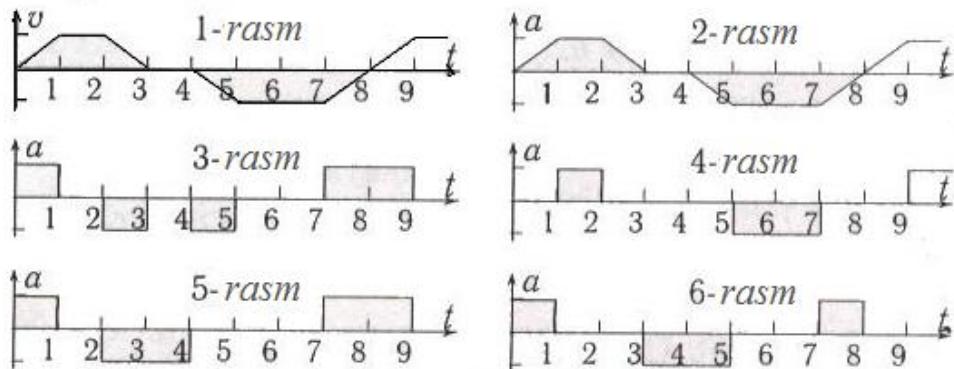
C) 2 - tezlanuvchan harakat; 3,4- tekis harakat; 1,5— tekis tezlanuvchan harakat.

D) 2 - tezlanuvchan harakat; 1,5— tekis harakat; 2- tekis tezlanuvchan harakat; 3 – tekis sekinlanuvchan harakat.

E) 1,3,5- tekis harakat; 2 - tekis tezlanuvchan harakat; 4 - tekis sekinlanuvchan harakat.

29. Moddiy nuqta tezligining vaqtga bog'lanishi 1-rasmdagidek bo'lsa, tezlanishning vaqtga bog'lanishi 2-6 rasmlaring qaysi birida to'g'ri tasvirlangan?

- A) 2.    B) 4.    C) 5.    D) 6.    E) 3.



30. Quyidagi gapni to'g'ri mazmunda to'latuvchi javobni belgilang: "Tekis o'zgaruvchan harakatdagi oniy tezlikni hisoblash uchun ... berilishi lozim".

- A) harakatning boshlang'ich tezligi va tezlanishi.  
 B) tezlanish va harakatlanish vaqtisi.  
 C) boshlang'ich tezlik va tezlanishning moduli.  
 D) tezlanish, harakatlanish vaqtisi va boshlang'ich tezlik.  
 E) tezlikning  $v_x$  tashkil etuvchisi, tezlanish va harakatlanish vaqtisi.

31. Qaysi formula tekis tezlanuvchan harakatdagi oniy tezlikni ifodalaydi?

- A)  $v=s/t$ .    B)  $v = (v_1 + v_2)/2$ .    C)  $v=v_0 + at$ .    D)  $v=v_0+at^2$ .  
 E) yuqoridagi formulalarning barchasi noto'g'ri.

32. Berilganlardan boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan tekis tezlanuvchan harakat uchun tezlik fomulasini toping.

- A)  $v = \vartheta_0 - at$ .    B)  $v = s/t$ .    C)  $v = at$ .  
 D)  $v = v_0 + at$ .    E)  $v = \sqrt{2as}$ .

33. Berilganlardan to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat uchun tezlik o'zgarishining qonuniyatini toping.

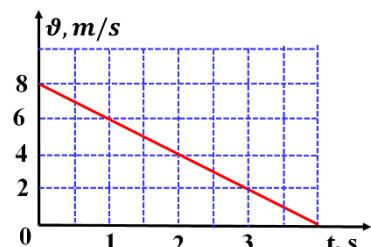
- A)  $v = \vartheta_0 - at$ .    B)  $v = gt$   
 C)  $v = at$ .    D)  $v = v_0 + at$ .    E)  $v = \sqrt{2as}$ .

33a. Agar raketa  $50 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat boshlagan bo'lsa, 2 s dan so'ng uning tezligi qancha bo'ladi ( $\text{m/s}$ )?

- A) 12,5.    B) 25.    C) 50.    D) 100.    E) 200.

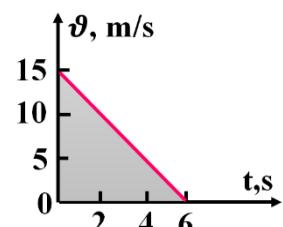
34. Rasmda keltirilgan m/s tezlik grafigidan foydalanib  $v = v(t)$  bog'lanish tenglamasini yozing.

- A)  $v = 8 - 2t$ .    B)  $v = 2 + 2t$ .  
 C)  $v = 2 + t$ .    D)  $v = 8 + 3t$ .  
 E)  $v = 2 + 3t$ .



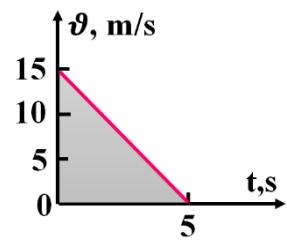
35. Quyidagi grafikning  $v = v(t)$  tenglamasi qaysi javobda to'g'ri ifodalangan?    A)  $v = 6 - 15t$

- B)  $v = 15 + 2,5t$ .    C)  $v = 15 - 6t$   
 D)  $v = 15 - 2,5t$ .    E)  $v = 15 + 6t$ .



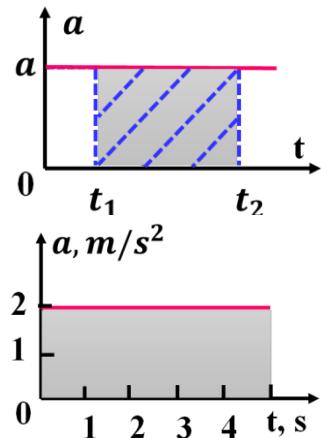
36. Rasmdagi grafik uchun  $v_x = v_x(t)$  borlanish tenglamasini yozing.

- A)  $v_x = 15 - 5t$ .    B)  $v_x = 15 - 3t$ .  
 C)  $v_x = 15 + 3t$ .    D)  $v_x = 15 + 5t$ .  
 E)  $v_x = 3 + 15t$ .



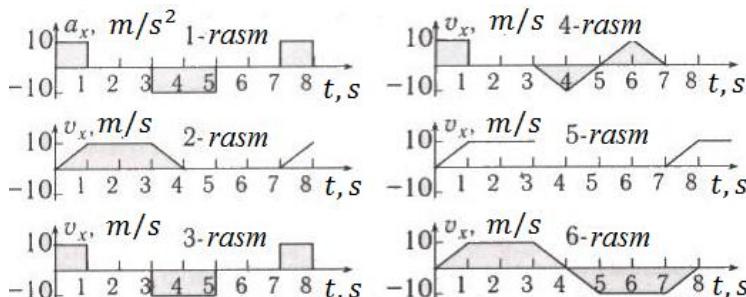
37. Rasmdagi shtrixlangan yuza nimani ifodalaydi?

- A) tezlanishni.    B) tezlikni.  
 C) tezlik o'zgarishini.  
 D) yo'lni.    E) koordinata o'zgarishini.



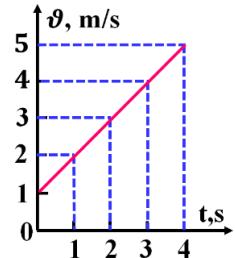
38. Berilgan grafikdan foydalanib, 5-sekundagi tezlikni toping (m/s). Boshlang'ich tezlik 36 km/soat ga teng.

- A) 10.    B) 15.    C) 20.    D) 30.    E) 50.



40. Rasmda to'g'ri chiziqli hapakat qilayotgan jismning tezlik grafigi keltirilgan. Bu harakatning tezlik tenglamasi qanday bo'ladi.

- A)  $v = 1 + 2t$ .    B)  $v = 1 + t$ .  
 C)  $v = 2 + 2t$ .    D)  $v = 1 - 2t$ .    E)  $v = 2 + t$ .

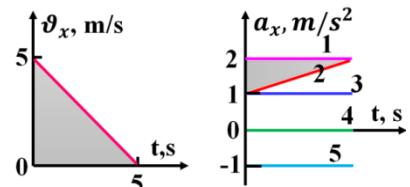


41.  $v_x = v_x(t)$  grafikidan foydalanib,  $a_x = a_x(t)$  grafikni chizing.

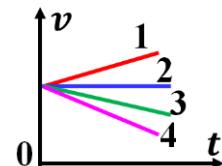
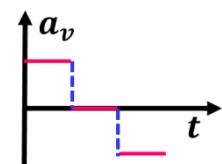
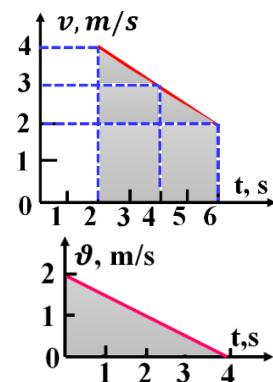
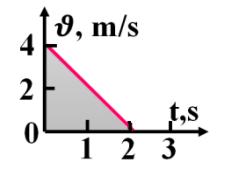
- A) 5.    B) 2.    C) 3.    D) 4.    E) 1. 0

42. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish vektori ...

- A) nolga teng.  
 B) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.  
 C)  $a_v < 0$  g'olda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.  
 D)  $a_v > 0$  holda moduli v a yo'nalishi o'zgarmaydi.



- E) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi o'zgarib turadi.
43. To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish vektori...
- moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzliksiz o'zgarib turadi.
  - nolga teng.
  - moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.
  - $a_v > 0$  holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - $a_v < 0$  solda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
44. To'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanayotgan jismning tezlik proektsiyasi  $v_x = 15 + 1,5t$  ( $t < 10$  s) tenglama bilan berilgan. Bu qanday harakat?
- to'g'ri chiziqli tekis harakat.
  - aylana bo'ylab harakat.
  - to'g'ri chizitsli tekis tezlanuvchan harakat.
  - to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat.
  - X o'q, bo'yicha tebranma harakat.
45. Rasmida jism tezligining vaqtga bog'lanish grafigi berilgan. Grafikdan foydalanib, jism tezlanishining tezlikka proektsiyasini ( $\text{m/s}^2$  larda) aniqlang.
- 0,5.
  - 1.
  - 2.
  - 1,5.
  - 2.
46. Berilgan grafikdan foydalanib, tezlanishning tezlik yo'nalishiga proektsiyasini aniqlang ( $\text{m/s}^2$  larda).
- 0,5.
  - 1.
  - 0.
  - 0,5.
  - 1.
47. Rasmida keltirilgan tezlik proektsiyasi grafigidan tezlanishning X o'qqa proektsiyasini aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ).
- 2.
  - 2.
  - 0,5.
  - 0,5.
  - 0.
48. Chizmada keltirilgan tezlanish proektsiyasi grafigining har bir qismi qanday harakat turiga to'g'ri keladi?
- I-tekis tezlanuvchan, II - tekis, III-aylana bo'ylab tekis harakat.
  - I-tekis, II-tekis tezl., III-tekis sekin-chan.
  - I-tekis tezl., II-tekis, III-tekis sekin-chan.
  - I-tekis sekinlanuvchan, II-tekis, III-tekis tezlanuvchan.
  - TJY.
49. Rasmida to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan 4 jismning tezlik grafiklari keltirilgan. Qaysi grafik tezlik va tezlanish yo'nalishlari bir xil bo'lган harakatga tegishli?
- 3 va 4
  - 1.
  - 2.
  - 3.
  - 4
50. Agar avtomobilning boshlang'ich tezligi 36 km/soat bo'lib, 1 minutdan so'ng to'xtasa, tormozlanish jarayonida tezlikning vaqtga bog'lanish tenglamasi qanday bo'ladi?
- $v = 10 - 20t$
  - $v = 10 - 0,17t$
  - $v = 36 - 36t$
  - $v = 36 + 36t$
  - $v = 10 + 0,17t$



51. Agar avtomobilning boshlang'ich tezligi 72 km/soat bo'lib, u tormozlanganda 40 s da to'xtagan bo'lsa, tormozlanish jarayonida tezlikning vaqtga bog'lanish tenglamasi qanday bo'lgan?

- A)  $v = 72 - 40t$ .      B)  $v = 72 - 1,8t$ .      C)  $v = 20 + 0,5t$ .  
 D)  $v = 72 - 40t$ .      E)  $v = 20 - 0,5t$

52. Birinchi kater boshlang'ich tezliksiz  $0,25 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tekis tezlanuvchan, ikkinchi kater esa  $0,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish va  $7,5 \text{ m/s}$  boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Necha sekunddan keyin katerlarning tezliklari bir xil bo'ladi?      A) 5.      B) 10.      C) 15.      D) 20.      E) 25.

53. Jism tinch holatdan harakatga kelib, ( vaqtida  $2a$  tezlanish bilan, so'ngra  $4t$  vaqtida tekis . harakat qildi. Oxirida yana  $2t$  vaqtida  $a$  tezlanish bilan harakat qildi. Jismning oxirgi tezligini toping.      A) -at.      B) at.      C)  $4at$ .      D)  $O$ .      E)  $2at$ .

54. Jism avval  $t$  vaqt boshlang'ich tezliksiz  $2a$  tezlanish bilan, keyin  $t$  vaqt  $-2a$  tezlanish bilan, so'ngra  $t$  vaqt  $a$  tezlanish bilan harakat qilsa, uning harakat oxiridagi oniy tezligi nimaga teng?      A)  $0,5at$ .      B) at.      C)  $2at$ .      D)  $3at$ .      E)  $O$

55. Jism avval  $t$  vaqt davomida boshlang'ich tezliksiz  $a$  tezlanish bilan, keyin  $t$  vaqt  $2a$  tezlanish bilan, so'ngra yana  $t$  vaqt  $-a$  tezlanish bilan harakat qilgan bo'lsa, uning harakat oxiridagi oniy tezligi qanday?

- A) at.      B)  $1,5at$ .      C)  $2at$ .      D)  $3at$ .      E)  $4at$ .

56.  $\vartheta = 4 - 2t$  tenglamaga muvofiq harakatlanayotgan moddiy nuqta tezligining yo'nalishi qaysi paytda (sekundlarda) o'zgaradi?

- A) 4.      B) o'zgarmaydi.      C) 2.      D) 3.      E) 5

57. Jism  $\vartheta_0$  boshlang'ich tezlik va  $a$  tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Jismning tezligi qancha vaqtidan so'ng 2 marta kamayadi?

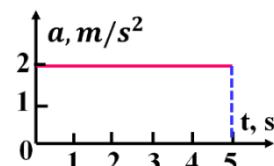
- A)  $\frac{v_0}{a}$ .      B)  $\frac{2v_0}{a}$ .      C)  $\frac{v_0}{3a}$ .      D)  $\frac{v_0}{2a}$ .      E)  $\frac{3v_0}{2a}$ .

58. Jismning harakat tezligi  $v = 10 + 2t$  qonin bo'yicha o'zgaradi. Uning qaysi paytdagi ( $s$ ) tezligi boshlang'ich tezligidan ( $t=0$  paydagidan) 3 marta katta bo'ladi?

- A) 2.      B) 3.      C) 4.      D) 5.      E) 10

59. Grafigi rasmida ko'rsatilgan hrakatning 5-sekund oxiridagi tezligi  $50 \text{ m/s}$  bo'lsa, uning boshlang'ich tezligi Qanday ( $\text{m/s}$ ).

- A) 45.      B) 40.      C) 30.      D) 20.      E) 10

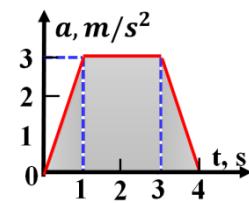


60. Tinch holatda turgan jism x o'qi yo'nalishi bo'yicha harakatlana boshladi. Jismning tezlanishi rasmdagi grafik orqali berilgan. Jism erishgan eng katta tezlik topilsin ( $\text{m/s}$ ).

- A) 1.      B) 1.2.      C) 3.      D) 9.      E) 12

61. Jism harakatining tezlik vektori va tezlanish vektori o'zaro qarama-qarshi yo'nalishi mumkinmi?

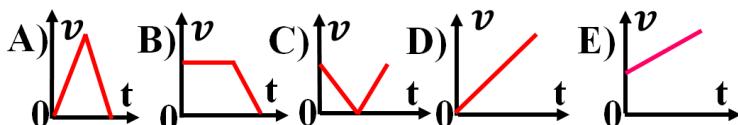
- A) faqat tezlanuvchan harakatda.  
 B) faqat ellips bo'ylab harakatda.  
 C) faqat aylanma harakatda.  
 D) mumkin emas  
 E) faqat to'g'ri chiziqli sekinlanuvchan harakatda.



62. 10 m/s tezlik bilan tekis harakatlanayotgan avtomobil kuzovidagi jism avtomobilga nisbatan uning harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda 4 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan sirpanmoqda. Bunda jismning yerga nisbatan tezlanishi qancha bo'ladi (m/s<sup>2</sup>)?

A) 4.    B) 6.    C) 7.    D) 10.    E) 14.

63. Quyida turli jismlarning tezlik grafiklari keltirilgan. Ularning qaysi biri shaharlararo yo'ldan ketayotib, biror sabab bilan yo'l chetiga chiqib to'xtagan avtobus harakatini tavsiflashi mumkin?



64. Tezlik o'lchatdigan asbob shkalasining uzunligi 20 sm ga teng. U avtomobil tezligini 0 dan 180 km/soat gacha oraliqda o'lchaydi. Agar avtomobil 2,5 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsa, asbob ko'rsatgichining tezligi necha m/s ga teng?    A) 0,05.    B) 0,02.    C) 0,01.    D) 1.    E) 0,1

## 7 - §. TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKATDA YO'L

### To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda yo'l

Tekis harakatda jismning bosib o'tgan yo'lini topish uchun uning tezligini, shu yo'lni bosib o'tish uchun ketgan vaqtga ko'paytirish orqali topilardi.

Notekis harakatda jismning bosib o'tgan umumiy yo'lini topish uchun jismning o'rtacha tezligini, shu yo'lni bosib o'tish uchun ketgan umumiy vaqtga ko'paytirish kerak ya'ni:  $\vartheta_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}} \Rightarrow S_{um} = \vartheta_{o'rt} \cdot t_b$  kabi bo'ladi. Agar jismning harakati tekis o'zgaruvchan bo'lsa o'rtacha tezlik  $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2}$  formula orqali topiladi. Bu formulani yo'lni topish formulasiga qo'yib hisoblaydigan bo'lsak u holda  $S_{um} = \vartheta_{o'rt} \cdot t = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} \cdot t$  ushbu formula orqali tekis o'zgaruvchan harakatda jismlarning bosib o'tgan yo'lini topish mumkin. Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik  $\vartheta = \vartheta_0 + at$  ni e'tiborga olsak. Yo'lning quyidagi formulasiga ega bo'lamiz:

$$S_b = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} \cdot t = \frac{\vartheta_0 + at + \vartheta_0}{2} \cdot t = \frac{2\vartheta_0 + at}{2} \cdot t = \left( \vartheta_0 + \frac{at}{2} \right) \cdot t = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  bu formulaga tekis o'zgaruvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasi deyiladi.

Bizga ma'lumki tekis o'zgaruvchan harakat ikki turga bo'linadi: tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan.

Tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l:  $S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$

Jismning boshlang'ich tezlik  $\vartheta_0 = 0$  bo'lsa:  $S = \frac{at^2}{2}$

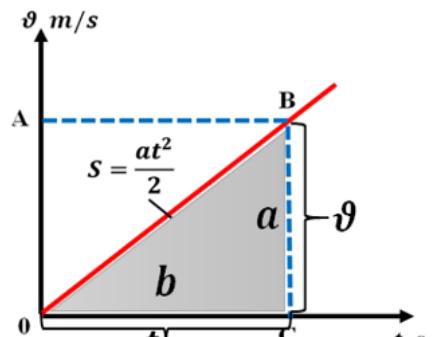
Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'l:

$$S = \vartheta_0 t - \frac{at^2}{2}$$

67-rasmida qoraytrilgan jism boshlang'ich tezliksiz  $\vartheta_0 = 0$ , tinch holatdan qo'zg'alib  $t$  vaqt ichida  $a$  tezlanish bilan o'tgan yo'lini ifodalaydi.

$AOB$  uchburchakning yuzini topish formulasi bo'yicha  $a = \vartheta$ ,  $b = t$   $S = \frac{1}{2}ab$ ; ga asosan  $S = \frac{1}{2}\vartheta \cdot t$  ga ega bo'lamiz, boshlang'ich tezlik  $v_0 = 0$  bo'lganda  $\vartheta = at$ ; ga teng bo'ladi bu olingan natijani yuza formulasiga qo'yib yo'l formularsi quyidagicha bo'lishini isbotlaymiz,  $S = \frac{1}{2}at \cdot t = \frac{1}{2}at^2$ ;  $S = \frac{at^2}{2}$

$$S = \frac{at^2}{2} \text{ formulaga asosan } t - \text{vaqtini topish. } 2S = at^2 \quad t^2 = \frac{2S}{a} \quad t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$



67 – rasm.

Boshlang'ich tezliksiz  $\vartheta_0 = 0$  harakatlanayotgan jism dastlabki  $t_1$  vaqt ichida  $S_1$ ,  $t_2$  vaqt ichida  $S_2$  masofani bosib o'tgan bo'lsa, yo'llar nisbati harakat vaqlari

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2}$$

Boshlang'ich tezligi noldan farqli bo'lgan tekis tezlanuvchan harakatda tezlik grafigi orqali yo'lni hisoblaylik (68-rasm). Yo'l  $ABCD$  trapetsiyaning yuziga teng bo'ladi. Bu yuza o'z navbatida  $ABED$  turburchak va  $BCE$  uchburchaklar yuzalarning yigindisiga teng. Shunday qilib

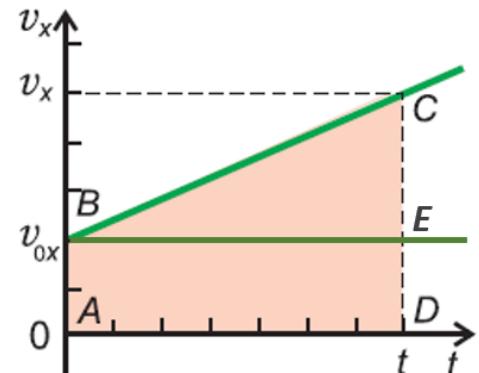
$$S = S_{to'rt} + S_{uch}$$

Demak to'rtburchakni yuzasi bo'yicha  $a=t$ ,  $b=\vartheta_0$  ga teng  $S_{to'rt} = ab$ ; yoki  $S_{to'rt} = \vartheta_0 t$ ;

Uchburchakni yuzasi bo'yicha  $a = t$ ,  $b = \vartheta$ . ga tengligidan uchburchak yuzasini hisblasak

$$S_{uch} = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}\vartheta t; \quad \vartheta = at \text{ ga tengligidan formula } S_{uch} = \frac{1}{2}\vartheta t = \frac{at \cdot t}{2} = \frac{at^2}{2};$$

ga teng. Bu ikkala yuzani yig'indisi



68 – rasm.

$S = S_{to'rt} + S_{uch}$  bosib o'tilgan yo'lga teng  $S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$ . Bu ifodaga tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l formulasi deyiladi.

$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  formula bo'yicha  $\vartheta_0$ -boshlang'ich tezlikni topish:

$$\vartheta_0 t = S - \frac{at^2}{2}, \quad \vartheta_0 = \frac{S}{t} - \frac{at^2}{2t} = \frac{S}{t} - \frac{at}{2}, \quad \vartheta_0 = \frac{S}{t} - \frac{at}{2}.$$

$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  formula bo'yicha  $a$ -tezlnishni topish:

$$\frac{at^2}{2} = S - \vartheta_0 t, \quad at^2 = 2(S - \vartheta_0 t), \quad a = \frac{2(S - \vartheta_0 t)}{t^2}.$$

$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  formula bo'yicha  $t$ -vaqtini topish:  $2S = 2\vartheta_0 t + at^2$ ,

$$at^2 + 2\vartheta_0 t - 2S = 0, \quad t = \frac{-\vartheta_0 + \sqrt{\vartheta_0^2 + 2aS}}{a}$$

$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  formulasidan kelib chqadigan natija. Agar  $t$  ni orniga  $t = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{a}$

ni qo'ysak formula quyidagi ko'rinishga keladi

$$S = \vartheta_0 \cdot \frac{\vartheta - \vartheta_0}{a} + \frac{a((\vartheta - \vartheta_0)/a)^2}{2} = \frac{\vartheta \vartheta_0 - \vartheta_0^2}{a} + \frac{\vartheta^2 - 2\vartheta \vartheta_0 + \vartheta_0^2}{2a} = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a}.$$

Demak yo'lni  $S = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a}$ . forumula orqali topish mumkin bo'ladi.

$S = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a}$ . formulaga asosan,  $\vartheta$ -oxirgi tezlikni va  $\vartheta_0$ -boshlang'ich tezliklarni topish.

$\vartheta$ -oxirgi tezlik  $\frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a} = S$ .  $\vartheta^2 - \vartheta_0^2 = 2Sa$ .  $\vartheta^2 = 2aS + \vartheta_0^2$ ,

$$\vartheta = \sqrt{2aS + \vartheta_0^2},$$

$\vartheta_0$ -boshlang'ich tezlik  $\vartheta_0^2 = \vartheta^2 - 2aS$ ,  $\vartheta_0 = \sqrt{\vartheta^2 - 2aS}$ ,

$S = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2a}$ . formulaga asosan,  $a$ -tezlanishni topish.  $a = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2S}$ .

Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism  $t$  vaqt ichida  $S$  masfani bosib o'tib tezligi  $n$  marta ortgan bo'lsa  $\vartheta = n\vartheta_0$  jismning boshlang'ich tezligi  $\vartheta_0$  va tezlanishini  $a$  topish quyidagicha bo'ladi.

Notekis harakatda o'rtacha tezlik  $\vartheta_{o'rt} = \frac{S}{t}$  va  $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2}$  formulalarni

e'tiborga olib  $\vartheta$  ni o'rniga  $\vartheta = n\vartheta_0$  ni qo'ysak  $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} = \frac{n\vartheta_0 + \vartheta_0}{2} = \frac{\vartheta_0(n+1)}{2}$  ko'rinishga keladi.

$$\vartheta_{o'rt} = \frac{S}{t} \text{ tengligidan } \frac{S}{t} = \frac{\vartheta_0(n+1)}{2} \text{ dan } \vartheta_0 \text{ ni topsak } \vartheta_0 \frac{2S}{t(n+1)}$$

$$a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t} = \frac{n\vartheta_0 - \vartheta_0}{t} = \frac{\vartheta_0(n-1)}{t} \quad a = \frac{\vartheta_0(n-1)}{t}$$

### Yo'l grafigi:

69–a rasmda uchta jismning tezlik grafigi keltirilgan 1–grafik tekis tezlanuvchan, 0–grafik tekis, 2–grafik tekis sekinlanuvchan.

Misol sifatida boshlang'ich tezligi  $\vartheta_0 = 20m/s$ , va tezlanishi  $a = 5m/s^2$  bo'lgan tekis tezlanuvchan harakatning yo'l grafigini chizamiz. Buning uchun jismning  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = 2s$ ,  $t_2 = 4s$ ,  $t_3 = 6s$ , va hokazolarda bosib o'tgan yo'lini hisoblaymiz:  $S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$  formulaga asosan  $S_0 = 0$ ,  $S_1 = 50m$ ,  $S_2 = 120m$ ,  $S_3 = 210m$  kabi bo'ladi.

Jadvalga hisoblash natijalarini yozamiz:

$t, (s)$	0	2	4	6
$S, (m)$	0	50	120	210

Bu jadvaldan foydalanib jismning yo'l grafigini hosil qilamiz. Buning uchun ordinata o'qiga yo'l  $S$  ni, abtsissa o'qiga vaqt  $t$  ni qo'yamiz. Hosil bo'lgan yo'l grafigi 69–b rasmdagi 1\*–grafik ko'rinishda bo'ladi.

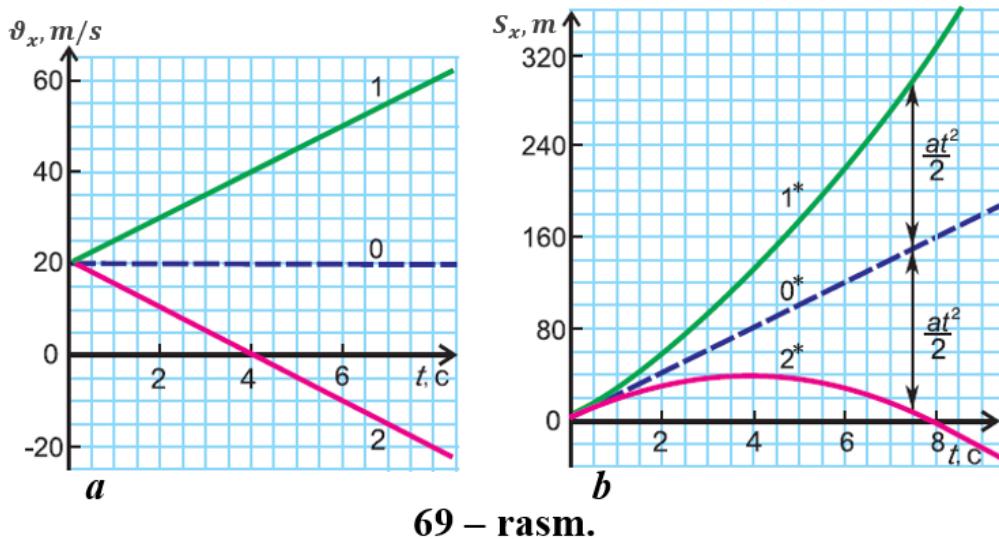
69–a rasmdagi 0–grafik tekis hatakat. Tekis harakatda yo'l grafigini 3–§ da ko'rib chiqgan edik(32–rasm). Tekis harakatda yo'l grafigi 69–b rasmdagi 0\*–grafik ko'rinishda bo'ladi.

69–a rasmdagi 2–grafik tekis sekinlanuvchan hatakatda tezlik grafigi, biz bu grafikdan foydalanib tekis sekinlanuvchan harakat uchun yo'l grafigini hosil qilamiz: 69–a rasmdagi 2–grafikdan ko'rindaniki jismning boshlang'ich tezligi  $\vartheta_0 = 20m/s$ , ga teng tezlanishi esa  $a = -5m/s^2$  bo'lsa vaqtning  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = 2s$ ,  $t_2 = 4s$ ,  $t_3 = 6s$ , momentlaridagi jismning ko'chishlarini aniqlaymiz:  $S = \vartheta_0 t - \frac{at^2}{2}$  formulaga asosan  $S_0 = 0$ ,  $S_1 = 30m$ ,  $S_2 = 40m$ ,  $S_3 = 30m$  kabi bo'ladi.

Demak olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozamiz.

$t, (s)$	0	2	4	6
$S, (m)$	0	30	40	30

Bu jadvaldan foydalanib jismning yo'l grafigini hosil qilamiz. Hosil bo'lgan yo'l grafigi 69-b rasmdagi 2\*-grafik ko'rinishda bo'ladi.



### **n – chi sekunddagи ko'chishni topish**

$$1) v_0 = 0 \text{ bo'lganda } \Delta S_n = \frac{a}{2}(2n-1) \text{ yoki } \Delta S_n = \frac{a}{2}(t_2^2 - t_1^2)$$

$\Delta S_n = \frac{a}{2}(2n-1)$  formulaga asosan tezlanish  $a$  ni topish:  $2\Delta S_n = a(2n-1)$

$$a = \frac{2\Delta S_n}{(2n-1)}.$$

$\Delta S_n = \frac{a}{2}(2n-1)$  formulaga asosan  $n$ -chi sekundni topish:  $2n-1 = \frac{2\Delta S_n}{a}$

$$2n = \frac{2\Delta S_n}{a} + 1 \quad n = \frac{2\Delta S_n}{2a} + \frac{1}{2} \quad n = \frac{\Delta S_n}{a} + 0,5$$

$$2) v_0 > 0 \text{ bo'lganda } \Delta S_n = \vartheta_0 + \frac{a}{2}(2n-1)$$

Agar  $\vartheta_0 = 0$  bo'lib tekis tezlanuvchan harakat davomida biror  $n$  chi sekunddagи yurgan yo'l ma'lum bo'lsa  $f$  chi sekunddagи bosgan yo'lni topish:

$$\Delta S_f = \frac{S_n(2f-1)}{2n-1}$$

### **To'g'ri chiziqli tekis sekunlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l yoki tomizlanish yo'li**

Tekis sekunlanuvchan harakatda tezlik yo'nalishi va tezlanish yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi  $\vartheta \uparrow a \downarrow$  tezlanish  $a < 0$  noldan kichik bo'ladi yani manfiy bo'ladi. Biz yuqorida tekis tezlanuvchan uchun yozgan formulalarimizni sekinlanuvchan uchun tezlanishni  $-a$  deb olamiz va formulalarni quyidagicha yozamiz.

$$\text{Yo'l (ko'chish)} \quad S = \vartheta_0 t - \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2a}; \quad S = \frac{\vartheta_0 + \vartheta}{2} t$$

Tormozlanish yo'lini topish uchun harakat sekinlanuvchan harakat ekanligini etiborga olish kerak, u holda jismning oxirgi tezligi nolga teng bo'ladi  $\vartheta = 0$ .

$$S_{tor} = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2a} \quad \text{formula quyidagicha bo'ladi} \quad S_{tor} = \frac{\vartheta_0^2}{2a};$$

$\vartheta = 0$  e'tiborga olgan holda  $a = \frac{\vartheta_0}{t_{tor}}$  tezlanishni bu qiymatini tormozlanish formulasidagi tezlanish o'rniga qo'ysak formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$S_{tor} = \frac{\vartheta_0}{2} \cdot t_{tor};$$

Tormozlanish (to'xtash) vaqtida  $a = \frac{\vartheta_0}{t_{tor}}$  formuladan  $t_{tor} = \frac{\vartheta_0}{a}$ ; va

$$S_{tor} = \frac{\vartheta_0}{2} \cdot t_{tor} \quad \text{dan} \quad t_{tor} = \frac{2S_{mop}}{\vartheta_0};$$

### Tekis o'zgaruvchan harakatda harakat tenenglamasi

#### Tekis tezlanuvchan harakat tenglamasi:

Koordinata bo'yicha:  $x = x_0 + \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$   $\vartheta_0 = 0$  bo'lganda  $x = x_0 + \frac{at^2}{2}$

Tezlik bo'yicha:  $\vartheta_x = \vartheta_{0x} + at$ ,  $\vartheta_0 = 0$  bo'lganda  $\vartheta_x = at$

#### Tekis sekinlanuvchan harakat tenglamasi:

Koordinata bo'yicha:  $x = x_0 + \vartheta_0 t - \frac{at^2}{2}$

Tezlik bo'yicha:  $\vartheta_x = \vartheta_{0x} - at$   $\vartheta = 0$  bo'lganda  $\vartheta_{0x} = at$

Koordinat bo'yicha harakat tenglamasidan vaqt bo'yich birinchi tartibli hosila tezlik bo'yicha harakat tenlamasiga teng:  $x' = \vartheta$

Koordinat bo'yicha harakat tenglamasidan vaqt bo'yich ikkinchi tartibli hosila yoki tezlik bo'yicha birinchi tartibli hosila tezlanishga teng:  $x'' = \vartheta' = a$

### Metematika kursidan eslatma!!!

#### Hosila olish qoidalari

$$\triangleright (C \cdot f(x))' = C f'(x), \quad C \neq 0.$$

$$\triangleright (f(x) + g(x))' = f'(x) + g'(x).$$

- $(f(x) - g(x))' = f'(x) - g'(x)$ .
- $(f(x) \cdot g(x))' = f'(x) \cdot g(x) + g'(x) \cdot f(x)$ .
- $\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x) \cdot g(x) - g'(x) \cdot f(x)}{g^2(x)}$ .
- $(F(g(x)))' = F'(g(x)) \cdot g'(x)$ .

### To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatga tabiatdan misol

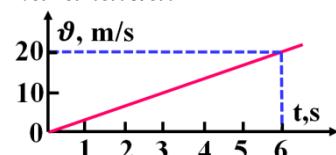
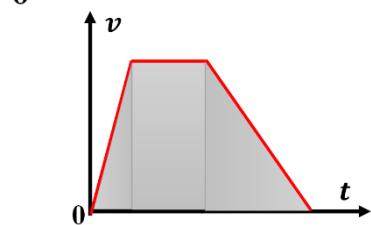
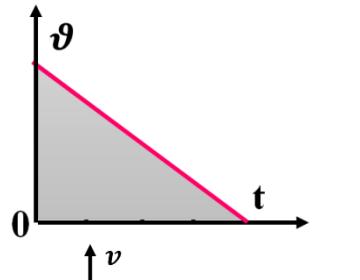
Jismning yerkin tushishi va yo'qoriga tik otilgan jismning harakati to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatga eng yaxshi misol bo'la oladi. Bu harakatga keyinroq batafsil to'xtalamiz.

### Mavzuga doir test

1. Jism X o'q bo'ylab  $x = -5 + t^2$  qonuniyatga binoan harakat qiladi. U dastlabki 5 s da necha metr yo'l yuradi? A) 35. B) 25. C) 15. D) 20. E) 5.
2. Jism  $S = 5t + 0,5t^2$  qonun bo'yicha harakatlanmoqda. U boshlang'ich 4 sekundda necha metr yo'l o'tadi?  
A) 0. B) 5. C) 20. D) 22. E) 28.
3. Jism  $S = 5t - 0,25t^2$  qonuniyat bilan harakatlanadi. Uning dastlabki 4 s ichida bosib o'tgan yo'lini toping (m).  
A) 16. B) 10. C) 12. D) 5. E) 20.
4. Rasmdagi shtrixlangan yuza son jihatdan qanday fizik kattalikka teng?  
A) tezlik. B) yo'l. C) tezlanish.  
D) vaqt. E) kuch.
5. Rasmdagi shtrixlangan yuza son jihatdan qanday fizik kattalikka teng?  
A) tezlik. B) kuch.  
C) tezlanish.  
D) vaqt. E) yo'l.
6. Nuqtalar o'rniga to'g'i javobni qo'ying. Faqat ... jism o'tgan yo'l tezlik moduli grafigi va vaqt o'qi bilan chegaralangan soha yuziga teng.  
A) notekis harakatda.  
B) boshlang'ich tezliksiz tekis tezlchan harakatda.  
C) tekis harakatda. D) har qanday harakatda.  
E) boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan tekis tezlanuvchan harakatda.

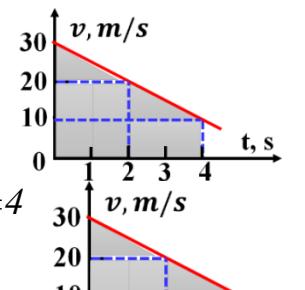
7. Rasmda berilgan tezlik grafigi yordamida jismning 6 sekundda bosgan yo'li topilsin (m).

- A) 120. B) 65.  
C) 80. D) 40. E) 60.



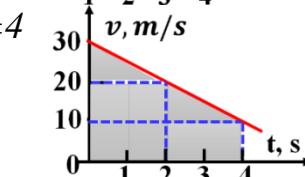
8. Rasmdagi grafikdan foydalanib, jismning  $t_1 = 1\text{ s}$  dan  $t_2 = 3\text{ s}$  gacha vaqt oraligida o'tgan yo'lini aniqlang (m).

- A) 10. B) 20. C) 30. D) 40. E) 50.



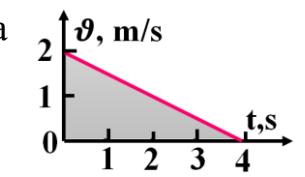
9. Rasmdagi grafikdan foydalanib, jismning  $t_1 = 2\text{ s}$  dan  $t_2 = 4\text{ s}$  gacha vaqt oraligida o'tgan yo'lini aniqlang (m).

- A) 10. B) 20. C) 30.  
D) 40. E) 60.



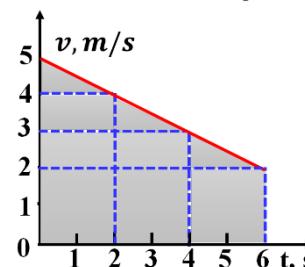
10. Jismning tezlik grafigi rasmida ko'rsatilgan. Uning 6 s da bosgan yo'lini toping (metrlarda).

- A) 24. B) 12. C) 6. D) 4 E) TJY.



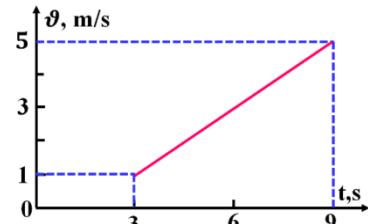
11. Berilgan grafikdan foydalanib, boshlang'ich 6 s da bosib o'tilgan yo'lini aniqlang (metrlarda).

- A) 21. B) 24. C) 30. D) 45. E) 54.



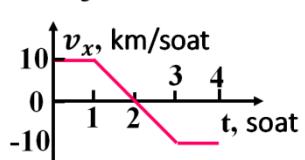
12. Tezlik grafigi rasmida keltirilgan avtomobil boshlang'ich 9 s davomida necha metr yo'l bosadi?

- A) hisoblab bo'lmaydi. B) 0,1. C) 9. D) 18. E) 27.



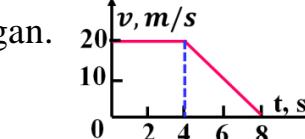
13. Tezlik grafigi rasmida ko'rsatilgan avtomobil 4 soatda qanday masofaga ko'chadi (km)? U X o'q buylab harakatlanmoqda.

- A) 30. B) 0. C) 15. D) 40. E) 20.



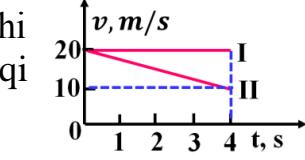
15. Avtomobil tezligining vaqtga bog'lanish grafigi berilgan. Tormozlanish yo'lini toping (m),

- A) 80. B) 60. C) 120.  
D) 20. E) 40.



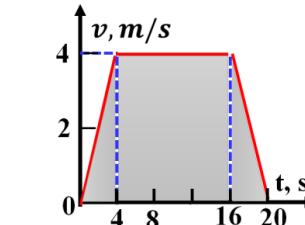
16. Rasmida ko'rsatilgan grafikdan foydalangan hollda birinchi va ikkinchi jismlarning 4 s davomidagi ko'chishlarining farqi topilsin (m).

- A) 20. B) 30. C) 40.  
D) 60. E) 80.



17. Liftning tezlik grafigidan foydalanib, uning necha metr ko'tarilganini aniqlang.

- A) 70. B) 56. C) 60.  
D) 64. E) 68.

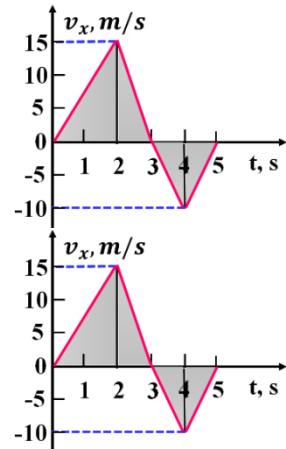


18. Keltirilgan tezlikning vaqtga borlanish grafigidan foydalanib, to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan moddiy nuqtaning boshlang'ich 5 s dagi ko'chishini toping (m).

- A) 12,5. B) 5. C) 0. D) 32,5. E) 50.

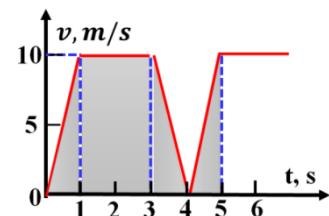
19. Keltirilgan tezlikning vaqtga borlanish grafigidan foydalanib, boshlang'ich 5 s da bosib o'tilgan yo'lni aniqlang (m).

- A) 0 B) 5. C) 32,5. D) 12,5. E) 50.



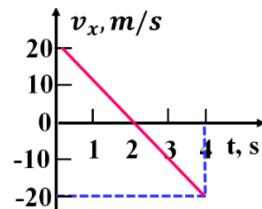
20. Keltirilgan grafikdan foydalanib, jismning 5 s da bosgan yuyo'lini toping (m).

- A) 25. B) 35. C) 15. D) 45. E) 60.



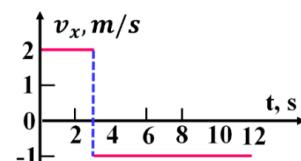
21. Rasmda ko'rsatilgan tezlik proektsiyasi grafigidan 4 s davomidagi jism ko'chishi  $S_x$  va yo'li  $l$  ni aniqlang.

- A)  $l=40 \text{ m}$ ,  $s_x=0$ . B)  $l=20 \text{ m}$ ,  $s_x=0$ .  
C)  $l=s_x=40 \text{ m}$ . D)  $l=20 \text{ m}$ ,  $s_x=10 \text{ m}$ . E) TZY.



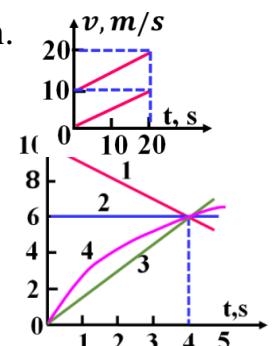
22. Rasmda OX o'qi bo'ylab harakatlanayotgan jism tezligining vaqtga bog'lanish grafigi tasvirlangan. Jismning boshlang'ich 10 s dagi ko'chishi moduli qanday (m)?

- A) 13. B) 7. C) 6,5. D) 6. E) 1.



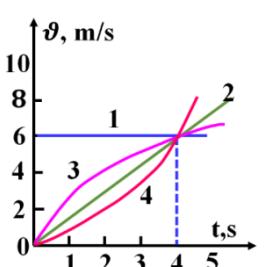
23. Chizmada ikkita moddiy nuqta tezligining grafiklari berilgan. Ularning 20 s da bosib o'tgan yo'llari orasidagi farkni toping (m).

- A) 100. B) 150. C) 200. D) 250. E) 300.



24. Rasmda 4 ta jism uchun tezlikning vaqtga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Qaysi jism  $t_1 = 0$  dan  $t_2 = 4 \text{ s}$  gacha vaqt oralig'ida eng ko'p yo'l yurgan?

- A) 1. B) 2. C) 3.  
D) 4. E) hammasi bir xil.



25. Rasmda 4 ta jism uchun tezlikning vaqtga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Qaysi jism  $t_1 = 0$  dan  $t_2 = 4 \text{ s}$  gacha vaqt oralig'ida eng ko'p yo'l yurgan?

- A) 4. B) 3. C) 2.  
D) 1. E) hammasi bir xil.

26. Moddiy nuqtaning harakat tezligi  $\vartheta = 6t - 2$  qonun bo'yicha o'zgaradi. Uning  $t_1 = 1 \text{ s}$  va  $t_2 = 3 \text{ s}$  vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligini toping (m/s). A) 12. B) 10. C) 6. D) 4. E) 2.

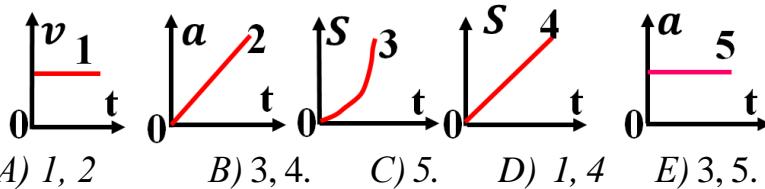
27. Nuqtaning tezligi  $v = 6t + 12$  tenglama bilan berilgan. 2-sekundning oxiridan 4-sekundning oxirigacha bo'lган oraliqdagi o'rtacha tezlikni toping (m/s).

- A) 30.    B) 12.    C) 18.    D) 24.    E) 6.
28. Avtomobil tekis sekinlanuvchan harakat qilib, tepalikka chiqmoqda. Uning o'rtacha tezligi 10 m/s, oxirgi tezligi 2 m/s bo'lsa, boshlang'ich tezligi necha m/s bo'lgan?
- A) 18.    B) 20.    C) 15.    D) 10.    E) 7,5.
29. Jism tekis tezlanuvchan harakat qila boshlab, 2 s da 30 m yo'l bosgan bo'lsa, u qanday tezlikka erishgan (m/s larda)?    A) 15.    B) 25.    C) 90.    D) 60.    E) 30.
30. 20 m/s tezlik bilan ketayotgan avtomobil tormozlanish natijasida 2 s da to'xtadi. Avtomobilning tormozlanish yo'lini aniqlang (metrlarda).
- A) 200.    B) 150.    C) 100.    D) 50.    E) 20.
31. 8 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan mashina, tormoz berilgach, 3 s da to'xtadi. Mashinaning tormozlanish yo'li necha metr?
- A) 9.    B) 10.    C) 12.    D) 13.    E) 14.
32. 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil tormozlanganda 4 s dan so'ng to'xtadi. Tormozlanish yo'lini toping (metrlarda).
- A) 20.    B) 40.    C) 80.    D) 144.    E) TJY.
33. Samolyotning qo'nishdagi tezligi 108 km/soat va qo'nishda bosgan yo'li 450 m bo'lsa, u necha sekundda to'xtaydi?    A) 35.    B) 32.    C) 26.    D) 28.    E) 30.
34. Bola chanada uzunligi 50 m bo'lган tepalikdan 10 s da sirpanib tushdi, so'ngra gorizontal yo'nalishda qandaydir masofani tekis sekinlashib o'tib, to'xtadi. Uning tepalik etagidagi tezligini va bo'tun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping (m/s).
- A) 10; topib bo'lmaydi.    B) 5; 5.    C) 10; 5.  
 D) 5; topib bo'lmaydi.    E) TJY.
35. 36 km/soat boshlang'ich tezlikka ega bo'lган tramvay tekis tezlanuvchan harakat qilib, 10 s da 150 m yo'l o'tdi. Yo'l oxirida u qanday tezlikka ega bo'lган?
- A) 40 m/s.    B) 20 m/s.    C) 46 km/soat.    D) 30 m/s.    E) TJY.
36. Changichi  $0,2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlanib, uzunligi 50 m bo'lган qiyalikni 10 s da o'tdi. Uning qiyalik boshidagi tezligi necha m/s bo'lган?
- A) 4.    B) 3.    C) 2.    D) 5.    E) TJY.
37. Moddiy nuqta tezligining vaqtga bog'lanishi  $v = 5 + 4t$  (m/s) ko'rinishga ega. Vaqtning birinchi sekundida bosib o'tilan yo'lne (m) aniqlang.
- A) 9.    B) 7.    C) 5.    D) 4,5.    E) 3,5.
38. Moddiy nuqta tezligining vaqt bo'yicha o'zgarish qonuni  $v = 4t$  (m/s) ko'rinishga ega. Uning 5-sekundda bosib o'tgan yo'li necha metrga teng?
- A) 32.    B) 4.    C) 16.    D) 18.    E) 50.
39. Tezligining vaqtga bog'lanish tenglamasi  $v = 2 + t$  ko'rinishda bo'lган jism 10 – sekundda necha metr ko'chadi?    A) 13.    B) 15.    C) 11.    D) 11,5.    E) 12.
40. Jismning harakat qonuni  $v_x = 25 - 5t$  (m/s) ko'rinishda berilgan. Uning dastlabki 6 s ichidagi ko'chishini toping (metrlarda).    A) 60    B) 72.    C) 75.    D) 80.    E) 82.
41. Jism qiya tekislikdan t vaqtida sirpanib tushadi. Xuddi shunday, lekin uzunligi 4 marta katta bo'lган qiya tekislikdan shu jism qancha vaqtida sirpanib tushadi?
- A)  $t$ .    B)  $2t$ .    C)  $4t$ .    D)  $8t$ .    E)  $t/2$ .
42. Agar avtomobil tekis tezlanuvchan harakat boshlab, 5 s da 25 m yo'l bosgan bo'lsa, u 100 m masofani necha sekundda bosib o'tadi?
- A) 25.    B) 20.    C) 15.    D) 10.    E) 7.

43. Jism boshlang'ich tezliksiz tekis tezlan chankarakat qilib, 5 s da 25 m masofani o'tdi. U harakat boshlangandan necha sekundda 400 m masofani o'tadi?

- A) 25.    B) 24.    C) 22.    D) 20.    E) 23.

44. Qaysi grafiklarda tekis tezlanuvchan harakat aks ettirilgan?



- A) 1, 2    B) 3, 4.    C) 5.    D) 1, 4    E) 3, 5.

45. Avtomobil tinch holatdan  $0,6 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan necha sekundda 30 m masofa o'tadi?

- A) 50.    B) 20.    C) 18.    D) 10.    E) 5.

46. Bekatdan jo'nashda trolleybusning tezlanishi  $0,4 \text{ m/s}^2$  edi. 20 s da u necha metr masofaga ko'chadi?    A) 80.    B) 60.    C) 40.    D) 20.    E) 10

47. Stantsiyadan jo'nab ketayotgan poezd  $0,2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilsa 20 s da necha metr masofa o'tadi?

- A) 25    B) 35.    C) 45.    D) 50.    E) 40.

48. Stantsiyadan jo'nagan poezdning tezlanishi  $1 \text{ m/s}^2$  bo'lsa, u 10 s da qancha yo'l bosadi (m)?    A) 5.    B) 10.    C) 50.    D) 100.    E) 200

49. Avtomobil  $5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat boshladi. U 4 s da nacha metr yo'l o'tadi?

- A) 10.    B) 20.    C) 30.    D) 40.    E) 0

50.  $a=a(t)$  grafikdan foydalanib, moddiy nuqtaning 4 s davomidagi ko'chishini toping (metrlarda). Jismning boshlang'ich tezligi nolga teng.

- A) 4.    B) 16.    C) 100.    D) 64.    E) 32.

51. Tinch turgan avtomobil  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlanib, 121 m masofani bosib o'tishi uchun qancha vaqt sarflaydi (s)?

- A) 11.    B) 16.    C) 18.    D) 30.    E) 50

52. Boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism harakatining 1-sekundida 3 m yo'l bossa, u harakatining 2-sekundida necha metr yo'l o'tadi?

- A) 3.    B) 6.    C) 18.    D) 12.    E) 9

53. Tinch holatdan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan moddiy nuqta yo'lning birinchi  $1/9$  qismini 1 s da bosib o'tdi. U yo'lning qolgan qismini necha sekundda bosib o'tadi?    A) 1.    B) 3.    C) 2.    D) 8.    E) 9

54. Tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan moddiy nuqta bo'tun yo'lni t vaqtida bosib o'tsa, shu vaqtning birinchi yarmida u yo'lning qancha qismini bosib o'tgan bo'ladi?    A)  $3/4$ .    B)  $1/4$ .    C)  $3/5$ .    D)  $1/2$ .    E)  $2/3$

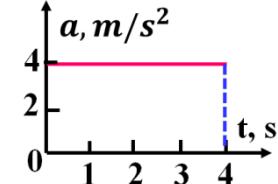
55. Qiya nov bo'yicha dumalayotgan sharcha harakatining birinchi sekundida 2 m yo'l o'tadi. U harakatining uchinchi sekundida necha metr yo'l o'tadi?

- A) 2.    B) 6.    C) 10.    D) 18.    E) TJY.

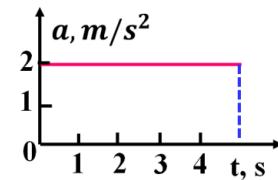
56. Jism boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakatlanib, 1 s davomida 5 sm yo'lni bosib o'tdi. Uchinchi sekundda jism bosib o'tgan yo'lni aniqlang (sm).

- A) 5.    B) 10.    C) 15.    D) 20.    E) 25.

57. Jism  $6 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat boshladi. U harakatining 5-sekundida necha metr yo'l bosadi?    A) 36.    B) 27.    C) 16.    D) 4.    E) 100.



58. Boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jism harakatning 5-sekundida  $27 \text{ m}$  yo'l bosgan bo'lsa, uning tezlanishi qanday ( $\text{m/s}^2$ )?  
 A) 2,7. B) 3,5. C) 5,4. D) 6. E) 9.
59. Agar harakatning sakkizinchı sekundida  $30 \text{ m}$  yo'l o'tgan bo'lsa, jism necha  $\text{m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlangan? A) 2. B) 4. C) 8. D) 16. E) 1.
60. Avtomobil o'z harakatining ikkinchi sekundida  $9 \text{ m}$  masofani bosib o'tgan bo'lsa, uning tezlanishi necha  $\text{m/s}^2$ ? Avtomobilning boshlang'ich tezligi nolga teng.  
 A) 5. B) 6. C) 7. D) 8. E) 10.
61. Jism harakatining 3-sekundida  $62,5 \text{ m}$  yo'l yurgan bo'lsa, u qanday tezlanish bilan harakat qilgan ( $\text{m/s}^2$  larda)? A) 25. B) 10. C) 7,5. D) 5. E) 2,5.
62. Tinch turgan jism o'zgarmas tezlanish bilan harakat boshlab, uchinchi sekundda  $5 \text{ m}$  yo'l bosdi. U dastlabki 3 sekundda necha metr yo'l bosib o'tgan?  
 A) 7. B) 9. C) 11. D) 13. E) 5.
63. Tinch holatidan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism uchinchi sekundda  $5 \text{ m}$  yo'l o'tsa, boshlang'ich  $8 \text{ s}$  da necha metr yo'l bosadi?  
 A) 64. B) 36. C) 15. D) 72. E) 128.
64. Tinch holatidan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism to'rtinchi sekundda  $7 \text{ m}$  yo'l o'tsa. Boshlang'ich  $10 \text{ s}$  da necha metr yo'l bosadi?  
 A) 44. B) 100. C) 200. D) 220. E) 19.
65. Jism tekis tezlanuvchan harakat qilib, harakatining beshinchi sekundida  $18 \text{ m}$  yo'l bosdi. Jismning boshlang'ich  $10 \text{ s}$  da bosib o'tgan yo'lini goping (metrlarda).  
 A) 100. B) 150. C) 125. D) 180. E) 200.
66. Agar harakat boshlangandan keyin jismning 8-sekundda bosib o'tgan yo'lili 3-sekundda bosib o'tgan yo'lidan 3 marta katta bo'lsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan ( $\text{m/s}^2$ )?  
*A) tezlanishning har qanday qiymatida 8-sekundda bosib o'tilgan yo'l 3-sekunddagidan 3 marta katta bo'ladi. B) 1. C) 2. D) 3. E) 4.*
67. Boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning 29- va 48-sekundlardagi ko'chishlari nisbatini toping.  
 A)  $29/48$ . B)  $9/25$ . C)  $3/5$ . D)  $59/99$ . E)  $\sqrt{3}/5$ .
68. Tekis tezlanuvchan harakat uchun yo'l formulasini ko'rsating.  
 A)  $s = v_0 t - at^2/2$ . B)  $v = v_0 - at$ .  
 C)  $x = x_0 + v_0 t - at^2/2$ . D)  $s = v_0 t + at^2/2$ . E)  $v = v_0 + at$ .
69. Tekis sekinlanuvchan harakat uchun yo'l formulamini ko'rsating.  
 A)  $S = v_0 t + at^2/2$ . B)  $v = v_0 - at$ . C)  $S = v_0 t - at^2/2$ .  
 D)  $x = x_0 + v_0 t - at^2/2$ . E)  $v = v_0 + at$ .
70. Boshlang'ich tezlik bilan to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning boshlang'ich tezligi va tezlanishi 3 marta oshirilsa, uning birlik vaqt oraligidagi ko'chishi necha marta ortadi? A) 1,5. B) 4,5. C) 3. D) 6. E) TJY.
71. Tezlanish grafigidan foydalanib, 5 s davomida bosib o'tilgan yo'lini toping (m). Boshlang'ich tezlik  $10 \text{ m/s}$ .  
 A) 25. B) 50. C) 60. D) 75. E) 90.
72. Ushbu bog'lanishlarning qaysilari tekis o'zgaruvchan harakatni tavsiflaydi:
- 1)  $v = 4 + 3t$ ; 2)  $S = 3 + 2t$ ;



$$3) S = 3t - t^2; \quad 4) v = 3t, \quad 5) S = -3t?$$

- A) 1, 3.    B) 1, 4.    C) 2, 3.    D) 3, 4.    E) 1, 5.

73. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 10t^2$  (m) ko'inishga ega. Uning tezlanishi necha m/s<sup>2</sup> ga teng?    A) 2,5.    B) 5.    C) 10.    D) 20.    E) 40.

74. Avtomobil harakati  $S = 0,2t^2$  tenglama bilan ifodalansa, uning tezlanishi necha m/s<sup>2</sup> ga teng bo'ladi?    A) 0,2.    B) 0,3.    C) 0,4.    D) 2.    E) 4.

75. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = bt - ct^2$  ko'inishda berilgan. Uning boshlang'ich tezligi va tezlanishi nimaga teng?

A)  $v_0 = b; a = -c$ .    B)  $v_0 = b; a = -c/2$ .

C)  $v_0 = b; a = c$ .

D)  $v_0 = b; a = -2c$ .    E)  $v_0 = 0; a = -c$ .

76. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 0,2t^2$  ko'inishda bo'lsa, u qanday harakatda bo'ladi?

A)  $v_0 = 0, a = 0,1 \text{ m/s}^2$ , tekis tezlanuvchan harakat.

B)  $v_0 = 0, a = 0,2 \text{ m/s}^2$ , tekis tezlanuvchan harakat.

C)  $v_0 = 0, a = 0,4 \text{ m/s}^2$ , tekis tezlanuvchan harakat.

D)  $a = 0,2 \text{ m/s}^2$ , tekis sekinlanuvchan harakat.

E)  $a = 0,4 \text{ m/s}^2$ , tekis sekinlanuvchan harakat.

77. Nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 17 + 3t - 0,3t^2$  ko'inishga ega. Uning kuzatish boshlangan vaqtdagi koordinatsi  $x_0$ , tezligi  $v_0$  va tezlanishi  $a_x$  topilsin.

A)  $x_0 = 17 \text{ m}, v_0 = 3 \text{ m/s}, a_x = -0,6 \text{ m/s}^2$ .

B)  $x_0 = 17 \text{ m}, v_0 = 3 \text{ m/s}, a_x = 0,3 \text{ m/s}^2$ .

C)  $x_0 = 3 \text{ m}, v_0 = 17 \text{ m/s}, a_x = 0,6 \text{ m/s}^2$ .

D)  $x_0 = 6 \text{ m}, v_0 = 0, a_x = 0,6 \text{ m/s}^2$

E) aylanish radiusi 17 m bo'lgan tekis aylanma harakat,  $v_0 = v = 3 \text{ m/s}$ , markazga intilma tezlanish  $a = 0,6 \text{ m/s}^2$ .

78. Harakat tenglamasi  $x = -20 + 5t - 0,2t^2$  ko'inishga ega. Harakatni tavsiflovchi kattaliklar: boshlang'ich koordinata  $x_0$ , boshlang'ich tezlik  $v_0$ , tezlanish  $a$  aniqlansin.

A)  $x_0 = 0, v_0 = -20 \text{ m/s}, a = 5 \text{ m/s}^2$ .

B)  $x_0 = 0, v_0 = -20 \text{ m/s}, a = 5 \text{ m/s}^2$ .

C)  $x_0 = 20 \text{ m}, v_0 = 5 \text{ m/s}, a = 0,4 \text{ m/s}^2$ .

D)  $x_0 = -20 \text{ m}, v_0 = 5 \text{ m/s}, a = -0,4 \text{ m/s}^2$ .

E) radiusi 20 m bo'lgan aylana bo'ylab 5 m/s doimiy tezlik bilan.

79. To'g'ri chiziq bo'ylab tekis sekinlanuvchan Harakatda bo'lgan jismning harakat tenglamasini toping.

A)  $x = x_0 + v_0 t + at^2/2$ .    B)  $x = x_0 + v_0 t - at^2/2$ .

C)  $x = A \sin \omega t$ .    D)  $x = at^2/2$ .    E)  $x = x_0 + vt$ .

80. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 10 - 4t + 3t^2$  ko'inishiga ega. Nuqta tezligining  $X$  o'qqa proektsiyasi vaqtga qanday bomangan.

A)  $-4 + 6t$ .    B)  $-4 + 3t$ .    C)  $4 - 6t$ .    D)  $10 - 4t$ .    E) TZY.

81. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = -3 + 2t + t^2$  (m) kurinishda berilgan. Harakat boshlangandan 3 s vaqt o'tgach, nuqtaning oniy tezligi qanday bo'ladi (m/s)?    A)

2.    B) 3.    C) 5.    D) 8.    E) 12.

82. Jism  $x = 10 + 6t^2 + 4t$  (m) tenglamaga binoan harakatlanmoqda. Uning tezlanishi

necha m/s<sup>2</sup> ga teng? A) 0. B) 4. C) 6. D) 10. E) 12.

83. Jismning harakat tenglamasi  $x = 10 + 5t + 2t^2$ . Jismning  $t = 2$  s paytdagi tezlanishi necha m/s<sup>2</sup> ga teng? A) 10. B) 5. C) 4. D) 2. E) -4.

84. Avtomobil koordinatasining vaqtga bog'lanish tenglamasi  $x = 100 + 4t - 3t^2$  ko'rinishga ( $x$ - metrlarda,  $t$  -sekundlarda) ega. Avtomobil tezlanishi ning X o'qqa proektsiyasi necha m/s<sup>2</sup>? A) 4. B) 3. C) 100. D) -3. E) -6.

85. Harakatlanayotgan jism tezligi proektsiyasining vaqtga bog'lanishi  $v = 2 + 3t$  tenglama bilan ifodalanadi. Bunga to'g'ri keluvchi ko'chish proektsiyasining tenglamasi qanday ko'rinishga ega bo'ladi?

- A)  $S_x=2t+3t^2$ . B)  $S_x=3t+t^2$ .  
C)  $S_x=1,5t^2$ . D)  $S_x=2t+1,5t^2$ . E)  $S_x=3t+2t^2$ .

86. Tezlik proektsiyasining vaqtga bog'lanish tenglamasi  $v_x=3+2t$  (m/s). Bunga to'g'ri keluvchi ko'chish proektsiyasi tenglamasi qanday bo'ladi?

- A)  $S_x=2t^2$ . B)  $S_x=2t+3t^2$ . C)  $S_x=3t+2t^2$ .  
D)  $S_x=3+2t^2$ . E)  $S_x=3t+t^2$ .

87. X o'qi bo'yab harakatlanayotgan jism tezligining vaqtga bog'lanishi  $v_x = 6 - 4t$  tenglama ko'rinishida berilgan. Quyidagi tenglamalarning qaisi biri ko'chish tenglamasiga mos keladi?

- A)  $S_x=10+6t-2t^2$ . B)  $S_x=6t+4t^2$ . C)  $S_x=10+3t+2t^2$ .  
D)  $S_x=10+6t+2t^2$ . E)  $S_x=6t-4t^2$ .

88. Jismning harakat tezligi  $v = 5 - 2t$  tenglama bilan berilgan bo'lsa. Uning harakat tenglamasi boshlang'ich koordinata 20 m bo'lganda qanday yoziladi?

- A)  $x=20+5t+t^2$ . B)  $x=5+20t+2t^2$ . C)  $x=20+5t-2t^2$ .  
D)  $x=20+5t-t^2$ . E)  $x=20+5t+2t^2$ .

89. X o'qi bo'yab harakatlanayotgan jism tezligining vaqtga bog'lanishi  $v_x=4-t$  (m/s) ko'rinishga ega. Harakat boshlangandan 4 s o'tgach, jismning ko'chish moduli nimaga teng bo'ladi (m)? A) 2. B) 4. C) 8. D) 16. E) 32.

90. Nuqtaning harakat tenglamasi  $x = -10t + 0,4t^2$  ko'rinishga ega. Shu harakatning tezligi vaqtga qanday bog'langan?

- A)  $v_x=10+0,4t$ . B)  $v_x=10+0,4t$ .  
C)  $v_x=0,4t$ . D)  $v_x=10-0,4t$ . E)  $v_x=-10+0,8t$ .

91. Rasmda jism tezligining vaqtga bog'lanish grafigi berilgan.

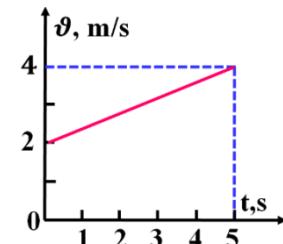
Grafikdan foydalanib jismning harakat tenglamasini yozing.  $x_0 = 0$  deb hisoblang.

- A)  $x=3t+t^2$ . B)  $x=2t+0,2t^2$ . C)  $x=4t-2t^2$ .  
D)  $3t+0,25t^2$ . E)  $3t+0,2t^2$ .

92. X o'q bo'yab harakatlanayotgan jism koordinatasining vaqtga bog'lanishi  $x = -5 + 5t + t^2$  ko'rinishga ega.  $t = 5$  s paytda jismning tezligi necha m/s ga teng bo'ladi? A) 2. B) 5. C) 7. D) 15. E) 12.

93. Jismning harakat tenglamasi  $S = 30t - 0,2t^2$  (m) ko'rinishda bo'lsa, u necha sekunddan keyin to'xtaydi? A) 6. B) 30. C) 50. D) 60. E) 75.

94. Jismning harakat tenglamasi  $x=3+8t-t^2$  ko'rinishga ega. Jism tezligi nolga teng bo'lguncha necha metr yo'l bosadi? A) 3. B) 8. C) 16. D) 19. E) 32.



95. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x=121 -2t^2$  (m) ko'rinishga ega. U  $t = 0$  paytdan boshlab, to'xtaguncha necha metr yo'l bosadi?

- A) 12.      B) 18.      C) 16.      D) 32.      E) 36.

96. Poezd stantsiyadan  $0,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qiladi. Stantsiyadan necha metr uzoqlashganda, uning tezligi  $36 \text{ km/soat}$  ga teng bo'ladi?

- A) 600.      B) 100.      C) 50.      D) 200.      E) 1200.

97. Tepalikning eng pastki qismida chana tezligi  $36 \text{ km/soat}$  ga teng va u  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan sirpanib tushgan bo'lsa, u qanday yo'l bosgan (m)?

- A) 25.      B) 36.      C) 50.      D) 72.      E) 100.

98. Agar jismning boshlang'ich tezligi  $10 \text{ m/s}$ , tezlanishi esa  $1 \text{ m/s}^2$  bo'lsa, jism tezligini 2 marta orttirish vaqtida necha metr masofa o'tadi?

- A) 75.      B) 80.      C) 50.      D) 150.      E) 300.

99. Agar  $2 \text{ km}$  yo'lda avtomobilnyng tezligi  $36$  dan  $72 \text{ km/soat}$  gacha tekis oshgan bo'lsa. avtomobil qanday tezlanish bilan harakatlangao` ( $\text{m/s}^2$ )?

- A) 9.      B) 7,9.      C) 0,30.      D) 0,15.      E) 0,075.

100. Avtomobil  $100 \text{ m}$  yo'lda tezligini  $36$  dan  $72 \text{ km/soat}$  gacha oshirgan bo'lsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan ( $\text{m/s}^2$ )?

- A) 0,15.      B) 0,2.      C) 0,3.      D) 1,5.      E) 2,5.

101.  $20 \text{ m/s}$  tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilga tormoz berilgach, tezligi  $30 \text{ m}$  masofada  $10 \text{ m/s}$  gacha kamaydi. Avtomobil tekis sekinlanuvchan harakat qilgan deb hisoblab, tezlanishning modulini va tormozlanish vaqtini aniqlang.

- A)  $5 \text{ m/s}^2$ , 5 s.      B)  $2 \text{ m/s}^2$ , 5 s.      C)  $2 \text{ m/s}^2$ , 2 s.  
D)  $5 \text{ m/s}^2$ , 2 s.      E)  $5 \text{ m/s}^2$ , 1 s.

102. O'qning miltik stvoli o'rtasidagi tezligi uchib chikishdagi tezligidan necha marta kichik? A) 4.      B)  $2\sqrt{2}$ .      C)  $\sqrt{2}$ .      D) 2.      E) TJY.

103. Tekis sekinlanuvchan harakat qilayotgan jismning boshlang'ich tezligi  $13 \text{ m/s}$ , tezlanishi esa  $3 \text{ m/s}^2$  bo'lib, u  $24 \text{ m}$  yo'l o'tgan. Jismning oxirgi tezligini toping ( $\text{m/s larda}$ ).

- A) 11.      B) 8.      C) 5.      D) 12.      E) 13.

104. Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning boshlang'ich tezligi  $5 \text{ m/s}$ , tezlanishi esa  $3 \text{ m/s}^2$  bo'lib, u  $24 \text{ m}$  yo'l o'tgan. Jismning oxirgi tezligini toping ( $\text{m/s}$ ).

- A) 5.      B) 8.      C) 11.      D) 12.      E) 13.

105. Jism  $1 \text{ m/s}$  boshlang'ich tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakat qilib, ma'lum bir masofani bosib o'tdi va  $7 \text{ m/s}$  tezlikka erishdi. Shu masofaning yarmida jismning tezligi necha  $\text{m/s}$  bo'lган? A) 3.      B) 3,5.      C) 4.      D) 5.      E) 6.

106. Jism  $v_0$  boshlang'ich tezlik va a o'zgarmas tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Jism qancha masofani bosib o'tgandan so'ng tezligi 2 marta kamayadi?

- A)  $\frac{3v_0^2}{8a}$ .      B)  $\frac{v_0^2}{2a}$ .      C)  $\frac{2v_0^2}{a}$ .      D)  $\frac{2v_0^2}{3a}$ .      E)  $\frac{3v_0^2}{4a}$ .

107. Reaktiv samolyotga yerda  $640 \text{ m}$  uzunlikdagi uchish yo'li talab qilinadi. Uning motorlari unga  $5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bera oladi. Samolyot faqat o'z motorlari yordamida tezligi  $72 \text{ km/soat}$  bo'lган aviatashuvchi kemadan uchishi uchun kema palubasining uzunligi qanday bo'lishi kerak? A) 64.      B) 360.      C) 400.      D) 480.      E) 640.

108. Jism boshlang'ich tezliksiz  $2 \text{ a}$  tezlanishii bilan t vaqt, so'ngra — a tezlanish bilan  $2 \text{ t}$  vaqt harakatlandi. Jismning harakat davomidagi umumiyo yo'lini toping.

A)  $at^2/2$ .    B)  $2at^2$ .    C)  $3at^2$ .    D)  $4at^2$ .    E)  $5at^2$

109. Jism avval boshlang'ich tezliksiz  $a$  tezlanish bilan  $t$  vaqt, so'ngra  $2a$  tezlanish bilan  $2t$  vaqt va  $-a$  tezlanish bilan  $3t$  vaqt harakatlandi. Jismning bosib o'tgan umumiy yo'llini toping.    A)  $23at^2$ .    B)  $7at^2$ .    C)  $17at^2$ .    D)  $10,5at^2$ .    E)  $6at^2$

110. Jism boshlang'ich tezliksiz  $2a$  tezlanish bilan  $t$  vaqt, so'ngra  $-a$  tezlanish bilan  $2t$  vaqt va  $a$  tezlanish bilan  $2t$  vaqt harakatlandi. Jismning shu vaqt intervalidagi o'rtacha tezligini toping.    A) 0.    B)  $at$ .    C)  $2at$ .    D)  $4at$ .    E)  $5at$ .

111. Jism avval boshlang'ich tezliksiz  $a$  tezlanish bilan  $t$  vaqt, so'ngra  $2a$  tezlanish bilan  $2t$  vaqt va  $a$  tezlanish bilan  $t$  vaqt harakatlandi. Jismning shu harakat davomidagi o'rtacha tezligini toping.    A)  $2at$ .    B)  $1,5at$ .    C)  $3,5at$ .    D)  $3at$ .    E)  $2,5at$

112. Agar ikki avtomobilning harakat tenglamalari  $x_1 = t^2 + 5t$  va  $x_2 = t^2 + 7t - 6$  bo'lsa, u vaqtidan so'ng uchrashadilar (s)?

A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 4.    E) 6.

113. Agar ikkita avtomobilning harakat tenglamalari  $x_1 = t^2 + 5t$  va  $x_2 = t^2 + 7t - 6$  bo'lsa, ular qayerda va qancha vaqt dan so'ng uchrashadilar?

A)  $x=24 m, t=3 s$ .    B)  $x=24 m, t=6 s$ .

C)  $x=36 m, t=6 s$ .    D)  $x=12 m, t=2 s$ .    E)  $x=12 m, t=1 s$ .

114. Ikkita avtomobilning harakat tenglamalari  $x_1 = 2t^2 + 4t$  va

$x_2 = 8t + 6$  ko'rinishga ega. Ular qayerda va qachon uchrashadilar?

A)  $x=16 m, t=4 c$ .

B)  $x=18 m, t=3 s$ .    C)  $x=30 m, t=3 s$ .

D)  $x=48 m, t=6 s$ .    E)  $x=32 m, t=8 s$ .

115. Birinchi velosipedchi 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan, ikkinchisi esa 2 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakat qilib, bir-birlariga yaqinlashmoqdalar. Tezlanishlaoining moduli bir xil. Agar velosipedchilar 80 s dan so'ng uchrashishgan bo'lsa, ular orasidagi boshlang'ich masofa necha metr bo'lgan?

A) 960.    B) 980.    C) 1000.    D) 1080.    E) 1600

116. Ikkita avtomobil bir shahardan bir tomonga; biri 72 km/soat tezlik bilan, ikkinchisi esa  $0,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qila boshladi. Birinchi avtomobil birinchisini necha sekunddan so'ng quvib etadi?    A) 100.    B) 90.    C) 70.    D) 80.    E) 120

117. Ikki poezd bir xil yo'lni bir vaqtda bosib o'tdi. Birinchi poezd joyidan qo'zg'algach, yo'lning hammasida  $0,3 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlandi. Ikkinchisi esa yo'lning birinchi yarmini 18 km/soat va ikkinchi yarmini 54 km/soat tezlik bilan o'tdi. Poezdlar necha metr masofani bosib o'tgan?    A) 125.    B) 600.    C) 375.    D) 250.    E) 185.

118. Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism  $t$  vaqtda  $s$  yo'lni bosib o'tib, tezligini  $n$  marta oshirdi. Jism tezlanishini aniqlang.

A)  $\frac{(n-1)s}{(n+1)t}$ .    B)  $\frac{(n-1)s}{(n+1)t^2}$ .    C)  $\frac{2(n-1)s}{(n+1)t^2}$ .    D)  $\frac{(n+1)s}{(n-1)t^2}$ .    E)  $\frac{2(n+1)s}{(n-1)t^2}$ .

119. 2 ta avtomobil bir punktdan bir yo'nalishda 10 s farq bilan yo'lga chiqdi. Agar ikkala avtomobilning tezlanishi  $1 \text{ m/s}^2$  bo'lsa, birinchi avtomobil harakat boshlagandan so'ng necha sekund o'tgach, ular orasidagi masofa 150 m bo'ladi?

A) 40.    B) 5.    C) 10.    D) 20.    E) 25.

120. Ikkita avtomobil bir punktdan bir yo'nalishda yo'lga chiqdi. Birinchi avtomobil 9 m/s tezlik bilan tekis harakat qiladi. Ikkinchisi birinchisidan 10 s keyin yo'lga chiqib, 2

$m/s^2$  tezlanish bilan harakat boshlagan bo'lsa, u necha sekunddan so'ng birinchisini quvib yetadi? A) 10. B) 15 C) 20. D) 50. E) 5.

121. Elektropoezd  $12^\circ$  da junab ketishi kerak. Yo'lovchining soati  $12^{00}$  bo'lganda, elektropoezdning oxiridan oldingi vagoni uning yonidan o'ta boshladи. Agar bu vagon 10 s da, oxirgi vagon esa 8 s da o'tgan bo'lsa, yo'lovchining soati necha sekund orqada qolgan? A) 32. B) 9. C) 30. D) 18. E) 31.

122. Havosi so'rib olingan nayda metall tanga, po'kak va qush pati joylashtirilgan. Qaysi jism eng katta tezlanish bilan tushadi?

- A) metall tanga. B) pukak. C) qush pati.
- D) hamma jismlarning tezlanish nolga teng.
- E) hamma jismlarning tezlanishi bir xil.

## 8 - §. MODDIY NUQTANING AYLANMA TEKIS HARAKATI

### Aylanma tekis harakat haqida tushuncha

Tabiatda har doim jismlarning harakat trayektoriyalari to'g'ri chiziqdan iborat bo'lavermaydi, yani egri chiziq bo'lishi mumkin. Masalan: Mashinalarning qisimlari ya'ni g'ldiraklarining harakati, Sayyoralarning orbeta bo'ylab harakati, sun'iy yo'ldoshlarning harakati, samolyot parragi harakati, parmaning harakati, poyezdning egri yo'lgagi harakati fudbolchi tepgan koptochning harakati issiq va sovuq havo oqimlarining harakati bu kabi harakatlarning trayektoriyalari egri chiziqdan iboraddir (70-rasm).

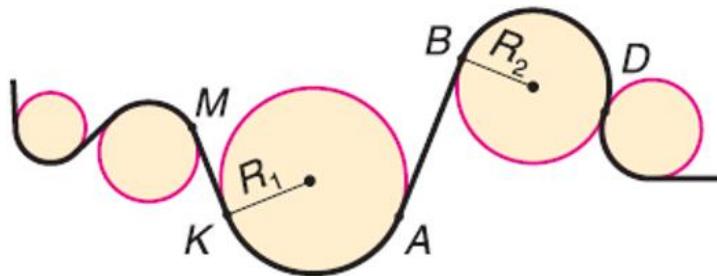


70 – rasm.

Eng oddiy egri chiziqli harakat bu aylanma harakat hisoblanadi. Egri chiziqli harakat murakkab harakat hisoblanadi, egri chiziqli harakat bir nechita aylanma harakatdan iborat bo'lishi mumkin.

71-rasmda egri chiziqli harakat tasvirlangan, bunday harakatni o'rganish uchun yo'lning egirilgan qisimlarini aylanalarga ajratib chiqiladi.

Shunday ekan egri chiziqli harakatnin o'rganishi uchun model sifatida aylanma harakatdan foydalanamiz.



71 – rasm.

Agar moddiy nuqta aylanma bo'ylab ixtiyoriy teng vaqtlar orasida teng yoylarni bosib o'tsa, bunday harakat **aylanma tekis harakat** deyiladi.

Soat millarining harakatini, tekis harakat qilayotgan velosiped yoki avtomobil g'likdirakining harakatini aylanma tekis harakat deyish mumkin (72–rasm).



72 – rasm.

### Aylanma harakatda chiziqli tezlik va burchak tezlik

Jism aylanma harakatda ma'lum  $\Delta t$  vaqtida  $\Delta S$  uzunlikdagi yoyni bosib o'tadi.

Aylanma tekis harakat qilayotgan jismning vaqt birligida bosib o'tgan yo'li **yoy** deb ataladi.

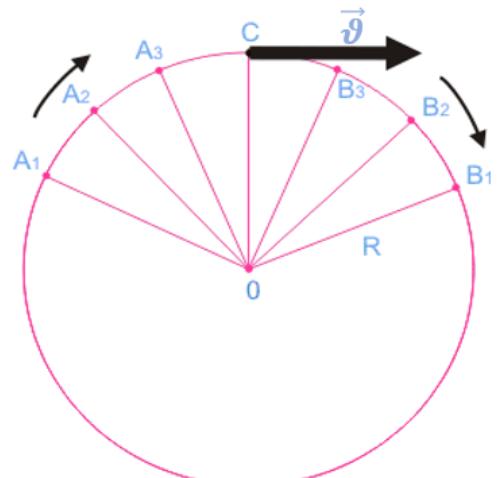
Jismning aylana bo'ylab harakatiga to'g'ri chiziqli harakatini xarakterlash uchun oldin kiritilgan tezlik tushunchasini qo'llash mumkin. Jismning aylana bo'ylab harakatida bu kattalik **chiziqli tezlik** deb ataladi.

**Chiziqli tezlik.** Faraz qilaylik, nuqta  $R$  radiusli aylanma bo'ylab tekis harakatlanayotgan bo'lsin. Nuqtaning harakati tekis bo'lgani uchun tezlik moduli o'zgarmas bo'ladi. Masalan, nuqta juda kichik  $\Delta t$  vaqt ichida  $A_1$  vaziyatdan  $B_1$  vaziyatga ko'chadi (73–rasm).

U holda tezlikning umumiyligi ta'rifi bo'yicha,  $A_1B_1$  qismidagi chiziqli tezlik  $\vec{\vartheta} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$  ga teng va  $A_1B_1$  vatar bo'ylab yo'nalgan.

Vaqt oralig'i kamaytirilgan sari yoya yaqinlashadi, u holda tezlik vektori  $A_1B_1$  qism o'rtasida ( $C$  nuqtada) yoya urinma bo'ylab yo'nalgan. Binobarin, oniy tezlik aylananing istalgan boshqa nuqtasida urinma bo'yicha yo'nalgan.

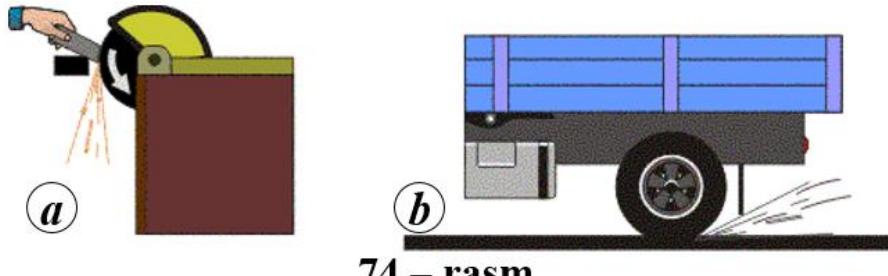
Bunga aylanayotgan charxtoshga po'lat buyumning uchini tekkizib ishonch hosil qilish mumkin. Toshdan ajralib chiqayotgan va ajralish vaqtida erishgan tezlik bilan



73 – rasm.

uchuvchi toblangan zarralar uchqun ko'rinishida ko'rindi. Uchqunlarning uchish yo'nalishi har doim aylanaga buyum toshga tekkan nuqtadan o'tkazilgan urinma yo'nalishi bilan mos keladi (74-a rasm).

Joyidan qimirlamay sirpanib aylanayotgan avtomobil g'ildiragidan ajralayotgan sachratmalar ham aylanaga urinma bo'ylab otiladi(74-b rasm).



74 – rasm.

*Shunday qilib, aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning chiziqli tezligi moduli bo'yicha o'zgarmay, yo'nalishi bo'yicha uzlusiz o'zgaradi va har qanday nuqtada trayektoriyaga urinma bo'ylab yo'naladi.*

Shu yowni bosib otish uchun ketgan vaqtga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikka **chiziqli tezlik** deb ataladi:  $\vec{\vartheta} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}$

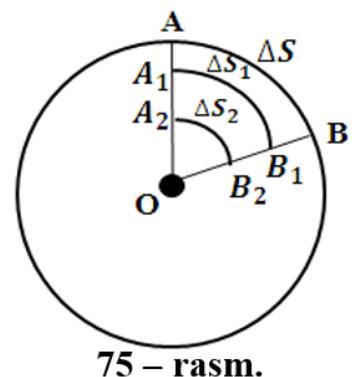
### Chiziqli tezlik birligi

Xalqaro birliklar sistemasida chiziqli tezlik formulasiga ko'ra chiziqli tezlik birligi  $[\vec{\vartheta}] = \left[ \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t} \right] = \left[ \frac{1m}{1s} \right] = 1m/s$  da o'lchanadi.

### Aylan markazidan turli uzoqlikdagi chiziqli tezliklari

Aylanma tekis harakatda jismning aylanish o'qidan turli uzoqlikdagi nuqtalar ma'lum vaqt orasida turli uzunlikdagi yoylarni bosib o'tadi (75-rasm).  $\Delta \vec{S} > \Delta \vec{S}_1 > \Delta \vec{S}_2$  har bir yowni bosib o'tish vaqtulari bir xil  $\Delta t = \Delta t_1 = \Delta t_2$  demak chiziqli tezliklarini solishtirsak  $\vec{\vartheta} > \vec{\vartheta}_1 > \vec{\vartheta}_2$  ga teng bo'ladi.

Aylanma tekis harakatda tezlik vektori uzliksiz o'zgarib moduli esa o'zgarmasdan qoladi.



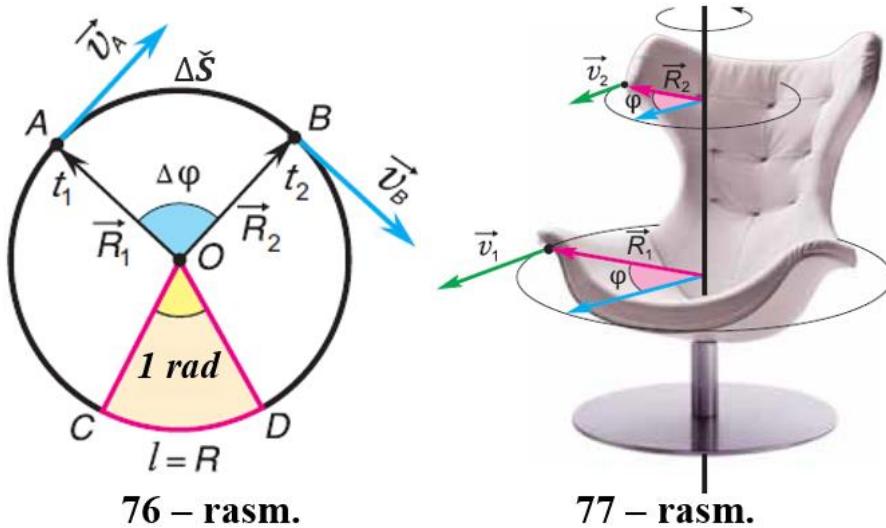
75 – rasm.

### Burilish burchagi (burchak yo'li)

Faraz qilaylik, moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanib,  $\Delta t$  vaqt ichda A vaziyatdat (76-rasm), B vaziyatda bo'lsin. Aylana markazidan moddiy nuqtaga o'tkazilgan radius bu vaqtida  $\Delta\varphi$  burchakni chizadi, bu **burilish burchagi** deb ataladi.

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta S}{R}; \quad \Delta\varphi = \frac{\vartheta \cdot t}{R}$$

Aylanayorgan nuqtaning aylana markazidan uzoq–yaqindaligidan qa’tiy nazar, burulish burchagi bir xil bo’ladi  $R_1 > R_2$  (77–rasm).



Aylanayotgan jism N marta aylangan bo’lsa uning burulish burchgi quyidagicha topiladi.  $\Delta\varphi = 2\pi N$

### Burulish burchagi birligi

Xalqaro birliklar sistemasida burulish burchagi birligi **radianlarda** ifodalanadi.

**Radian**–aylananing ikki radiusi orasidagi markaziy burchagi bo’lib, ular orasidagi yoy uzunligi  $l$ , radius uzunligi  $R$  ga teng, ya’ni  $l = R$  da

$$\Delta\varphi = \frac{l}{R} = 1 \text{ rad}$$

bo’ladi. (76–rasm).

Uning qisqacha belgilanishi *1rad*.  $1\text{rad} \approx 57,3^\circ$  ga teng.

Shunday qilib burulish burchagi birligi qilib  $[\varphi] = \text{gradus, radian qabul qilingan.}$

### Burchak tezlik

Aylanma harakatda chiziqli tezlikdan tashqari yana bir tezlik mavjud bo’lib bu tezlik burchak tezlik deb ataladi. Jismning vaqt birligi ichida burulish burchagi aylana bo’ylab tekis harakatning **burchak tezligi** deyiladi. Burchak tezlik  $\omega$  (omega) harfi bilan belgilanagi.

Moddiy nuqtaning aylana bo’ylab o’zgarmas burchak tezlik bilan harakati **aylana bo’ylab tekis harakat** deb ataladi.

Burchak tezlik aylana bo’yicha o’zgarmas ( $\omega = \text{const}$ ) bo’ladi.

$$\text{Ya’ni: } \omega = \frac{\Delta\varphi}{t}; \quad \omega = \frac{\Delta S}{t \cdot R}; \text{ formulalar bilan aniqlanadi.}$$

## Burchak tezlik birligi

XBS (SI) burchak tezlikning birligi qilib, bir sekundda bir radian burchakka buriladigan jismning tekis aylanma harakatidagi burchak tezligi qabul qilingan.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{t} \text{ formulaga ko'ra } [\omega] = \frac{[\Delta\varphi]}{[t]} = \frac{1 \text{ rad}}{1 \text{ s}} \quad [\omega] = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

## Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish

Bu bog'lanishni aniqlash maksadida 76—rasmdan  $\Delta S$  ni aniqlab olaylik. Matematika kursidan ma'lumki  $\Delta S$  yoyning uzunligi burilish burchagi  $\Delta\varphi$  va radius R ning ko'paytmasiga teng, ya'ni

$$\Delta S = \Delta\varphi \cdot R$$

Unda chiziqli tezlikning aniqlanish ta'rifiiga asosan

$$\vec{\vartheta} = \frac{\overrightarrow{\Delta S}}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi \cdot R}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \cdot R = \omega \cdot R \quad \text{demak } \vartheta = \omega R \text{ ekanligi ma'lum bo'ladi.}$$

## Aylanish davri

Aylanma harakatni ifodalaydigan yana ikkita kattalik mavjud bu kattaliklar aylanish davri va aylanish chastotalari.

Nuqtaning aylanma bo'ylab bir marta aylanib chiqishiga ketgan vaqt **aylanish davri** deb ataladi. Davr T harfi bilan belgilanadi:

Nuqta bir marta to'la aylanib chiqishi uchun, ya'ni  $2\pi$  burchakka burilish uchun ketgan vaqtga aytildi. Demak  $\Delta t = T$  da  $\Delta\varphi = 2\pi$  bo'ladi.

$$T = \frac{t}{N}.$$

## Aylanish davri birligi

Aylanish davrini birligi qilib sekund s qabul qilingan. Aylanish davri  $T = \text{const}$  bo'ladi.

$$[T] = \frac{[t]}{[N]} = \frac{s}{1} = s;$$

## Aylanish chastotasi

Moddiy nuqtaning vaqt birligidagi to'la aylanishlar soniga **aylanish chastotasi** deyiladi. Aylanish chastotasi — **v (nyu)** bilan belgilanadi. Demak aylanish chastotasi va aylanish davri o'zaro teskari kattaliklardir.

$$v = \frac{N}{t};$$

## Aylanish chastotasi birligi

Aylanish chastotasi  $\nu = \text{const}$  bo'ladi. Birligi qilib  $[\nu] = \frac{[N]}{[t]} = \frac{1}{s}$ ; qabul qilingan undan tashqari  $\text{ayl/s}$ ,  $\text{Hz}$  lar ham ishlataladi.,

### Bitta aylanish o'qiga ega bo'lgan diskarning turli nuqtalardagi tezlik

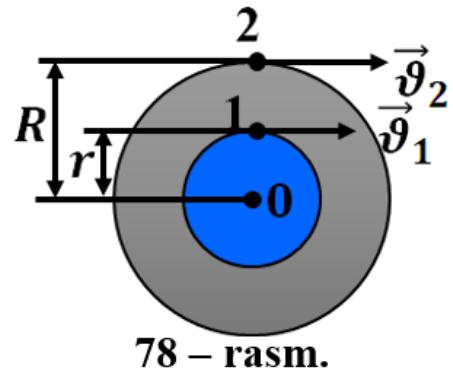
Bir-biriga birk mahkamlangan disklar harakat davomida diskarning aylanish davrlari, chastotalari va burchak tezliklari teng bo'lib ular quyidagicha ifodalanadi (78-rasm).

$$T_1 = T_2 ; \quad \nu_1 = \nu_2 ; \quad \omega_1 = \omega_2 ;$$

Burchak tezliklari teng bo'lsa  $\omega = \frac{\vartheta}{R}$  formulaga asosan quyidagi tenglikka ega bo'lamiciz:  $\frac{\vartheta_1}{r} = \frac{\vartheta_2}{R}$

Bitta aylanish o'qiga ega bo'lgan  $r$  va  $R$  radusga ega bo'lgan aylanalarni tezliklari  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  orasidagi munosabatni keltirib chiqaramiz (78-rasm). Bu harakatta burchak tezliklari  $\omega_1$  va  $\omega_2$  o'zaro teng bo'ladi.  $\vartheta_1 = \omega r$  va  $\vartheta_2 = \omega R$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{r}{R}$$



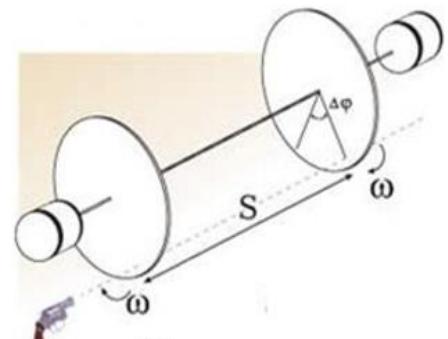
Agar raduslari orasidagi farq  $\Delta R = R - r$  ga teng bo'lsa formula quyidagi ko'rinishga keladi.  $R = \Delta R + r$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{r}{\Delta R + r}, \quad r = \frac{\vartheta_1 \Delta R}{\vartheta_2 - \vartheta_1}, \quad R = \frac{\vartheta_2 \Delta R}{\vartheta_2 - \vartheta_1}.$$

$\nu$  chastota bilan aylanayotgan disklar bitta o'qqa 79-rasmida ko'rsatilgandek biriktrilgan, agar o'q birinchi dskni teshib o'tib ikkinchi diskacha yetib borguncha ikkinchi disk  $\varphi$  burchakka burilgan bo'lsa o'jni tezligini toping. Disklar orasidagi masofa  $l$

$$\omega = 2\pi\nu, \quad \varphi = \omega t, \quad t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\varphi}{2\pi\nu},$$

$$\vartheta = \frac{l}{t} = \frac{l}{\frac{\varphi}{\omega}}, \quad \text{dan} \quad \vartheta = \frac{2\pi\nu l}{\varphi},$$



## Aylanma harakat qilayotgan diskning turli nuqtalaridagi tezligi

Aylanma harakat qilayotgan diskni markazidagi tezligi  $\vec{\vartheta}$  bo'lsa  $A, B, C, E$  va  $D$  nuqtalaridagi tezliklarini topish (80–rasm).

$A$  nuqtadagi tezlik rasmdan ko'rindanidiki tezliklar qarama-qarshi ekanligidan  $\vartheta_A = \vartheta - \vartheta = 0$ ,

$B$  nuqtadagi tezlik markazdagi tezlik va  $B$  nuqtadagi tezlik yo'nalishi bir xil yo'nalishda bo'lganligi uchun  $\vartheta_B = \vartheta + \vartheta = 2\vartheta$ ,

$C$  nuqtadagi tezlik pifogor teoremasiga asosan

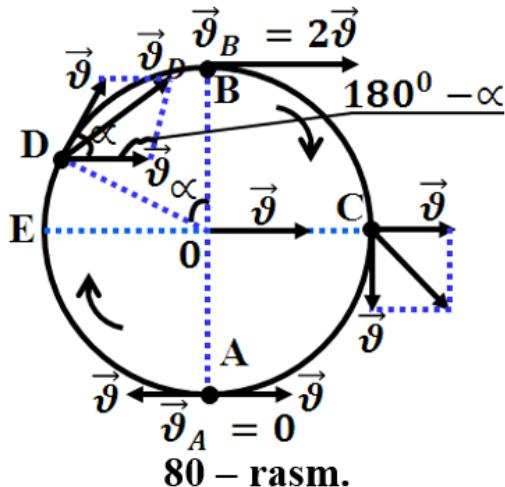
$$\vartheta_C = \sqrt{\vartheta^2 + \vartheta^2} = \sqrt{2\vartheta^2} = \vartheta\sqrt{2}, \text{ shu jumladan } E \text{ nuqtagi tezlik ham } \vartheta_E = \vartheta\sqrt{2}, \text{ ga teng.}$$

$D$  nuqtadagi tezlik esa

$$\vartheta_D = \sqrt{\vartheta + \vartheta - 2\vartheta\vartheta \cos(180^\circ - \alpha)} = \vartheta\sqrt{2 + 2\cos\alpha} = \vartheta\sqrt{2(1 + \cos\alpha)}$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos\alpha}{2}} \text{ ga tengligidan } \vartheta_D = 2\vartheta\cos\frac{\alpha}{2} \text{ kelib chiqadi demak, } \vartheta_D = 2\vartheta\cos\frac{\alpha}{2}$$

$$\vartheta_A = 0, \quad \vartheta_B = 2\vartheta, \quad \vartheta_C = \vartheta_E = \vartheta\sqrt{2}, \quad \vartheta_D = 2\vartheta\cos\frac{\alpha}{2}.$$



### Mavzuga oid test

1. Aylana bo'ylab tekis harakatda chizig'iy tezlik vektorining ...
  - A) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzlucksiz o'zgarib turadi.
  - B) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi.
  - C) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi.
  - D) moduli va yo'nalishi uzlucksiz o'zgarib turadi.
  - E) moduli va yo'nalishi o'zgarmas qoladi.
2. Egri chiziqli notekis harakatda tezlik vektori ...
  - A) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi.
  - B)  $a_v > 0$  holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
  - C)  $a_v < 0$  holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.

D) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzlusiz o'zgarib turadi.

E) nolga teng.

3. Egri chiziqli notekis harakatda tezlik vektorining ...

A) moduli va yo'nalishi o'zgarmas qoladi.

B) moduli va yo'nalishi uzlusiz o'zgarib turadi.

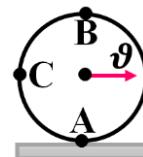
C) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi.

D) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi.

E) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzlusiz o'zgarib turadi.

4. G'ildirak sirpanmasdan,  $v = 2,0 \text{ m/s}$  tezlik bilan dumalaydi.

G'ildirak gardishidagi A, B va C nuqtalarining yo'lga nisbatan tezligi necha m/s?



A)  $\theta_A = 2$ ,  $\theta_B = 4$ ,  $\theta_C = 2,8$ .

B)  $\vartheta_A = 0$ ,  $\vartheta_B = 4$ ,  $\vartheta_C = 2,8$ .

C)  $\vartheta_A = 0$ ,  $\vartheta_B = 2$ ,  $\vartheta_C = 3$ .

D)  $\vartheta_A = 0$ ,  $\vartheta_B = 4$ ,  $\vartheta_C = 3,5$

E)  $\vartheta_A = 2$ ,  $\vartheta_B = 2$ ,  $\vartheta_C = 2,8$ .

5. Egri chiziqli harakatda oniy tezlik vektorining yo'nalishi qanday?

A) bunday harakatda oniy tezlik yo'nalishini aniqlab bo'lmaydi.

B) traektoriyam o'tkazilgan urinma bo'ylab.

C) egri chiziq radiusiga urinma bo'ylab.

D) egri chiziq radiusi bo'yicha markazdan.

E) egri chiziq radiusi bo'yicha marka zga.

6. Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab kattaligi o'zgarmas tezlik bilan harakatini qanday harakat deb hisoblash kerak?

A) tekis sekinlanuvchan. B) tekis.

C) notejis tezlanuvchan. D) tekis tezlanuvchan.

E)  $\vec{\vartheta} = \text{const}$  bo'lgan harakat.

7. Egri chiziqli tekis harakatda kuiidagi katta-liklarning qaysi biri o'zgarmaydi?

A) oniy tezlik moduli. B) tezlanish moduli.

C) o'rtacha tezlik vektori. D) tezlanish vektori.

E) o'rtacha tezlik moduli.

## 9 - §. AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATDAGI TEZLANISH

### Markazga intilma tezlanish

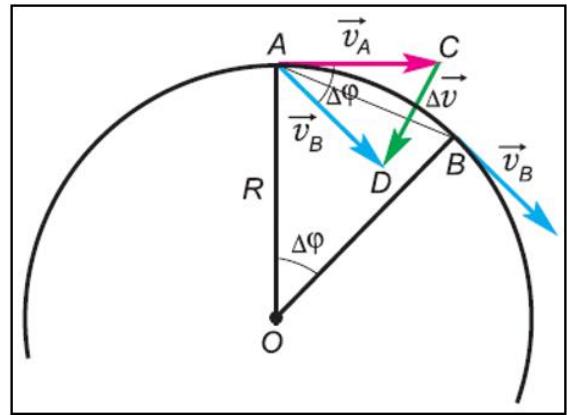
Jismning aylana bo'ylab tekis harakatida ma'lum kichik vaqtlar oralig'idagi tezlik vektorlarining ayirmasi,  $\Delta\vartheta = \vartheta_B - \vartheta_A \neq 0$  noldan farqli bo'ladi (81-rasm). Demak, aylanma harakatda tezlanish mavjud.

Tezlanishning  $a = \frac{\vartheta}{t}$  formulasiga ko'ra, aylana uzunligi  $2\pi\vartheta$  ning aylanish davri  $T = 2\frac{\pi R}{\vartheta}$  ga, nisbati shu aylanma harakatda tezlanishi  $a$  ga teng bo'ladi.

$$a = \frac{2\pi\vartheta}{T} \text{ yoki } a = \frac{\vartheta^2}{R}.$$

$a$  tezlanish harakat trayektoriyasi aylana markazga yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun u **markazga intilma tezlanish** deb ataladi. Markazga intilma tezlanish har doim aylana markaziga yo'nalgan va moduli ozgarmas bo'ladi.  $a_{mi} = const$

Markazga intilma tezlanish va tezlik vektorlari orasidagi burchak  $90^\circ$  ni tashkil qiladi. Tezil vektori aylanga urinma bo'yicha yo'nalgan bo'ladi, tezlanish vektori aylana markazi tomon yo'nalgan bo'ladi.  $\vec{a} \perp \vec{\vartheta}$ .



81 – rasm.

### Markazga intilma tezlanish birligi

$$[a_{mi}] = \frac{[\vartheta^2]}{[R]} = \frac{(m/s)^2}{m} = m/s^2$$

### Aylanma harakatni ifodalaytigan kattaliklar orasidagi mumasabatlar

**Aylanish davri:** ( $[T]=s$ )

$$T = \frac{t}{N}; \quad T = \frac{1}{\nu}; \quad T = \frac{2\pi R}{\vartheta}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{a}}; \quad T = \frac{2\pi \cdot t}{\varphi}$$

**Aylanma harakatda aylana radiusi:** ( $[R]=m$ )

$$R = \frac{\vartheta}{\omega}; \quad R = \frac{\vartheta}{2\pi\nu}; \quad R = \frac{\vartheta T}{2\pi}; \quad R = \frac{\vartheta \cdot t}{2\pi N}; \quad R = \frac{\ell}{\varphi}; \quad R = \frac{\vartheta^2}{a}; \quad R = \frac{a}{\omega^2}.$$

**Burilish burchagi:** ( $[\varphi] = \text{gradus, radian}$ )

$$\varphi = 2\pi N; \quad \varphi = \frac{2\pi}{T}; \quad \varphi = \omega \cdot t; \quad \varphi = \frac{\ell}{R}; \quad \varphi = \sqrt{\frac{a}{R} \cdot t^2}; \quad \varphi = \frac{\vartheta \cdot t}{R}.$$

**Aylanish chastotasi:** ( $[\nu] = 1/s$ )

$$\nu = \frac{N}{t}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{\vartheta}{2\pi R}; \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{R}}.$$

**Chiziqli tezlik:** ( $[\vartheta] = m/s$ )

$$\vartheta = \frac{2\pi \cdot R}{T}; \quad \vartheta = 2\pi\nu \cdot R; \quad \vartheta = \omega \cdot R; \quad \vartheta = \sqrt{a \cdot R}; \quad \vartheta = \frac{2\pi \cdot N \cdot R}{t};$$

$$\vartheta = \frac{\ell}{t} = \frac{R \cdot \varphi}{t}.$$

**Burchak tezlik:** ( $[\omega] = \text{rad/s}$ )

$$\omega = \frac{\varphi}{t}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = \frac{\vartheta}{R}; \quad \omega = 2\pi\nu; \quad \omega = \sqrt{\frac{a}{R}}; \quad \omega = \frac{2\pi N}{t}$$

**Markazga intilma tezlanish:** ( $[a] = \text{m/s}^2$ )

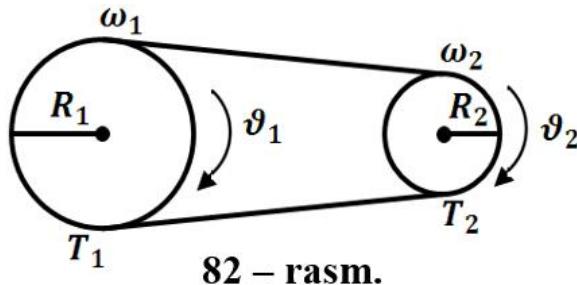
$$a = \frac{\vartheta^2}{R}; \quad a = 4\pi^2\nu^2 R; \quad a = \omega^2 R; \quad a = \vartheta \cdot \omega; \quad a = \frac{\vartheta^2 R}{t^2}; \quad a = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4\pi^2 N^2 R}{t^2}$$

### Aylanma harakatni uzatish

Aylanma harakatni uzatish ikki xil usulda amalga oshiriladi. Birinchisi tasma orqali uzatish (82-rasm), ikkinchisi tishli g'ildirak (83-rasm) orqali amalga oshiriladi.

Tasmali uzatishda aylanuvchi disklar tasma yordamida ulanadi, tasmaning va disklar chetki nuqtalarining chiziqli tezliklari o'zaro teng bo'ladi,  $\vartheta_1 = \vartheta_2$  disklarning aylanish yo'nalishi bir xil bo'ladi (82-rasm).

$\vartheta_1 = \omega_1 R_1$ ;  $\vartheta_2 = \omega_2 R_2$ ;  $\vartheta_1 = \vartheta_2$  ekanligidan  $\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$  ga ega bo'lamiz.  
 $\omega = 2\pi\nu$  ni e'tiborga olsak.  $\nu_1 R_1 = \nu_2 R_2$  yoki  $\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}$



82 – rasm.



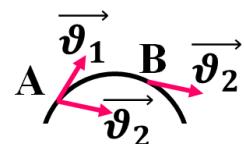
83 – rasm.

Aylanma harakatni uzatishning ikkinchi usuli bu tishli g'ildiraklar orqali uzatish (83-rasm). Tishli g'ildiraklar yordamida aylanma harakatni uzatishda tishlar soni  $N_1$  va  $N_2$  bo'lsin:

$$\omega_1 \cdot N_1 = \omega_2 \cdot N_2; \quad \nu_1 \cdot N_1 = \nu_2 \cdot N_2; \quad \frac{N_1}{T_1} = \frac{N_2}{T_2}.$$

### Mavzuga oid test

1. Jismning AB traektoriya bo'ylab harakatlanishi natijasida uning tezligi  $\vec{\vartheta}_1$  dan  $\vec{\vartheta}_2$  gacha o'zgaradi. Berilgan chizmada B nuqtadagi  $\vec{\vartheta}_2$  tezlik vektori A nuqtaga o'ziga parallel ko'chirilgan. O'rtacha tezlanish vektori qanday yo'nalgan bo'ladi?



- A)  $\vec{\vartheta}_1$  vektor yo'nalishiga mos yunalgan.
- B)  $\vec{\vartheta}_2$  vektor yo'nalishiga mos yunalgan.
- C)  $\vec{\vartheta}_2$  vektor uchidan  $\vec{\vartheta}_1$  vektor uchiga qarab yunalgan.

D)  $\vec{\vartheta}_1$  vektor uchidan  $\vec{\vartheta}_2$  vektor uchiga qarab yo'nalgan.

E) Ko'chish yo'naliishiga mos yo'nalgan.

2. Egri chiziqli tekis harakatda tezlanish vektorining yo'naliishi qanday?

A) traektoriyaning egrnlik radiusi bo'yicha markazga.

B) kara kat traektoriyasi bo'yicha.

C) egri chiziq radiusi bo'yicha markazdan.

D) traektoriyaga urinma bo'yicha.

E) tezlanish vektori yo'naliishi umumiy tarzda aniqlanmaydi.

3. Jism qanday holatlarda tezlanishga ega bo'lmaydi?

A) to'g'ri chiziqli traektoriya bo'ylab notejis harakatlanganda.

B) faqat tinch holatda.

C) tinch holatda va to'g'ri chiziqli tekis harakatda.

D) aylana bo'ylab tekis harakat va to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotganda.

E) aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan va to'g'richiziqli o'zgaruvchan harakatlarda.

4. Aylana bo'ylab tekis harakatda tezlanish vektori ...

A) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'naliishi uzlusiz o'zgarib turadi.

B) nolga teng.

C)  $a_\theta < 0$  bo'lgan holda moduli va yo'naliish o'zgarmaydi.

D)  $a_\theta > 0$  bo'lgan holda moduli va yo'naliish o'zgarmaydi.

E) moduli va yo'naliishi o'zgarib turadi.

5. Moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakat qilmoqda. Bunda tangentsial ( $a_\tau$ ) va normal ( $a_n$ ) tezlanishlar qanday bo'ladi?

A)  $a_\tau = 0, a_n = 0$ .      B)  $a_\tau \neq 0, a_n \neq 0$

C)  $a_\tau = a_n \neq 0$     D)  $a_\tau \neq 0, a_n = 0$     E)  $a_\tau = 0, a_n \neq 0$

6. Moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Uning tezligi va tezlanishi vektorlari orasidagi burchak qanday?

A)  $\pi$ .      B)  $\pi/2$ .      C)  $\pi/3$ .      D)  $\pi/6$ .      E) 0.

7. Agar jismning tezlik va tezlanish vektori istalgan paytda o'zaro to'g'ri burchak hosil qilsa, jism qanday harakatda bo'ladi?

A) tinch turadi.

B) aylana bo'ylab tekis.

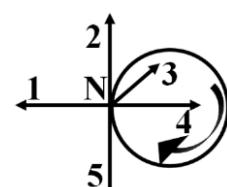
C) to'g'ri chiziqli tekis.

D) to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan.

E) to'g'ri chiziqli notejis.

8. Soat strelkasi bo'yicha doimiy tezlik bilan ailanayotgan jismning N nuqtadagi tezlanish vektori rasmdagi yo'naliishlarning qaysi biri bilan mos tushadi?

A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.



9. Ipga osilgan yuk gorizontal tekislikda aylana bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Yukning M nuqtadagi tezlanishi yo'nalishi qanday?

- A) 5.    B) 4.    C) 3.    D) 2.    E) 1.

10. Jismning tangentsial tezlanishi  $6 \text{ m/s}^2$ , markazga intilma tezlanishi  $8 \text{ m/s}^2$  ga teng bo'lsa, uning natijaviy tezlanishi necha  $\text{m/s}^2$  ga teng?

- A) 2.    B) 7.    C) 10.    D) 14.    E) 24.

11. Jism aylana bo'ylab tekis harakat qilmoqda. Agar aylana radiusi o'zgarmasdan, jism tezligi 3 marta kamaysa, markazga intilma tezlanish qanday o'zgaradi?

- A) 9 marta kamayadi.    B) 3 marta ortadi.  
C) 3 marta kamayadi.    D) 9 marta ortadi.  
E) o'zgarmaydi.

12. Avtomobil moduli o'zgarmas tezlik bilan rasmda ko'rsatilgan traektoriya bo'ylab harakatlanmoqda. Traektoriyaning qaysi nuqtasida avtomobilning markazga intilma tezlinishi eng katta bo'ladi?

- A) 1.    B) 2.    C) 3.  
D) hamma nuqtalarda bir xil.    E) aniqlab bo'lmaydi.

13. Jism aylana bo'ylab tekis harakat qilmoqda. Agar harakat tezligi o'zgarmasdan, aylana radiusi 9 marta ortsa, markazga intilma tezlanish qanday o'zgaradi?

- A) 3 marta kamayadi.    B) 9 marta ortadi.  
C) 9 marta kamayadi.    D) 3 marta ortadi.    E) o'zgarmaydi.

14. Aylananing radiusi 2 marta orttirilib, tezlik o'zgartirilmasa, jismning markazga intilma qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi.    B) 4 marta ortadi.  
C) 4 marta kamayadi.    D) 2 marta ortadi.    E) o'zgarmaydi.

15. Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning tezligi o'zgarmasdan, traektoriya radiusi 2 marta kamaysa, uning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi.    B) 4 marta kamayadi.    C) 4 marta ortadi.  
D) 2 marta kamayadi.    E) 2 marta ortadi.

16. Traektoriyasi radiusi 2 marta kichiklashib, tezligi o'zgarmasa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi.    B) 4 marta ortadi.  
C) 2 marta kamayadi.    D) 2 marta ortadi.    E) 4 marta kamayadi.

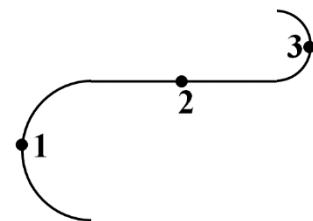
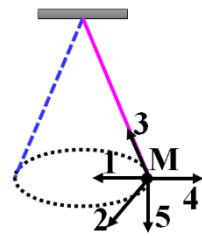
17. Jism R radiusli aylana bo'ylab  $\vartheta$  tezlik bilan aylanmoqda. Agar u radiusi  $2R$  bo'lган aylana bo'ylab  $\vartheta$  tezlik bilan aylansa, uning markazga intilma tezlanishi o'zgaradimi, o'zgarsa qanday?

- A) 4 marta ortadi.    B) 2 marta kamayadi.    C) 2 marta ortadi.  
D) 4 marta kamayadi.    E) o'zgarmaydi.

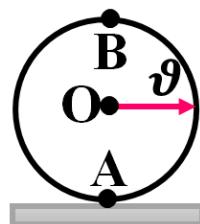
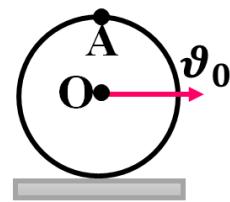
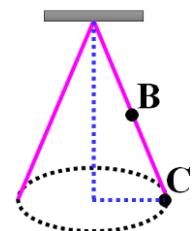
18. Egrilik radiusi 225 m bo'lган burilishda  $30 \text{ m/s}$  tezlik bilan rarakatlanayotgan avtomobilning markazga intilma tezlanishini aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ).

- A) 75.    B) 67,5.    C) 17.    D) 4.    E) 0,13.

19. Shossening burilgan joyida avtomobil modul bo'yicha o'zgarmas  $10 \text{ m/s}$  tezlik bilan harakatlanmoqda. Agar avtomobil traektoriyasining egrilik radiusi 50 m bo'lsa, uning markazga intilma tezlanishi qanchaga teng ( $\text{m/s}^2$ )?



- A) 2.    B) 0,2.    C) 0,5.    D) 2,5.    E) 25.
20. Yo'lning egrilik radiusi 160 m bo'lgan qismida 72 km/soat tezlik bilan? Harakatlanayotgan poezdning markazga intilma tezlanishini toping ( $m/s^2$ ).
- A) 2,5.    B) 4.    C) 2.    D) 5.    E) 7,2.
21. Velosipedchi egrilik radiusi 48 m bo'lgan burilishda 12 m/s tezlikda harakatlanmokda. Markazga intilma tezlanishni toping ( $m/s^2$  larda).
- A) 4.    B) 3.    C) 0,25.    D) 0,5.    E) 6.
22. Zarracha aylana bo'y lab 10 m/s tezlik bilan harakat qiladi. Agar markazga intilma tezlinish  $4 m/s^2$  bo'lsa, aylana radiusi qanday (m)?
- A) 125.    B) 25.    C) 20.    D) 12,5.    E) 2,5.
23. Tramvay vagoni radiusi 50 m bo'lgan burilishda harakantlanmoqda. Agar markazga intilma tezlanish  $0,5 m/s^2$  bo'lsa, tramvayning tezligi necha m/s?
- A) 5.    B) 0,5.    C) 50.    D) 0,05.    E) 0,005.
24. Ipga osilgan C yuk gorizontal tekislikda aylanma harakat qilmoqda. C nuqtanining va ip o'rtasidagi B nuqtanining markazga intilma tezlanishlari nisbati  $a_C/a_B$  ni aniqlang.
- A) 1/4.    B) 1/2.    C) 2.    D) 4.    E) 1.
25. Velosiped 10 m/s o'zgarmas tezlik bilan harakatlanmoqda. Uning rildiragi diametri 80 sm. g'ildirakning pastki nuqtasi erga nisbatan necha  $m/s^2$  tezlanish bilan harakatlanadi?
- A) 0.    B) 1,25.    C) 250.    D) 125.    E) 2,5.
26. Radiusi R bo'lgan disk gorizontal tekislikda tekis harakatlanmoqda. O nuqtanining tezligi  $\vartheta_0$ . Er bilan boglangan sanoq tizimiga nisbatan A nuqtanining tezligi va tezlanishi nimaga teng?
- A)  $\vartheta_0$ ;  $\frac{\vartheta_0^2}{R}$ .    B)  $2\vartheta_0$ ;  $\frac{2\vartheta_0^2}{R}$ .  
 C)  $2\vartheta_0$ ;  $\frac{\vartheta_0^2}{R}$ .    D)  $2\vartheta_0$ ;  $\frac{4\vartheta_0^2}{R}$ .    E)  $\vartheta_0$ ;  $\frac{\vartheta_0^2}{2R}$ .
27. Radiusi R bo'lgan sildirak gorizontal tekislikda doimiy  $\vartheta$  tezlik bilan sirpanmasdan g'ildiramoqda. A va B nuqtalarning tezlanishlari qanday?
- A)  $a_A = 2\vartheta^2/R$ ;  $a_B = \sqrt{2}\vartheta^2/R$ .  
 B)  $a_A = 2\vartheta^2/R$ ;  $a_B = \vartheta^2/\sqrt{2}R$ .  
 C)  $a_A = \vartheta^2/R$ ;  $a_B = \vartheta^2/\sqrt{2}R$ .  
 D)  $a_A = \vartheta^2/R$ ;  $a_B = \vartheta^2/R$ .  
 E)  $a_A = \vartheta^2/R$ ;  $a_B = 2\vartheta^2/R$ .
28. Moddiy nuqta aylana bo'y lab 25 m/s tezlsh; bilan tekis aylanmoqda. Davrning to'rtdan bir qismida moddiy nuqta tezligi o'zgarishining modulini toping ( $m/s$  larda).
- A) 0.    B) 5.    C) 25.    D)  $25\sqrt{3}$ .    E)  $25\sqrt{2}$
29. Moddiy nuqta aylana bo'y lab 4 m/s tezlsh; bilan tekis aylanmoqda. Davrning to'rtdan uch qismida jism tezligi o'zgarishining modulini toping ( $m/s$ ).
- A) 0.    B) 1.    C) 4.    D)  $4\sqrt{2}$ .    E) 12



30. Minutiga 1200 marta aylanayotgan ventilyator parragining aylanish davrini toping (s). A) 0,05. B) 0,5. C) 5. D) 20. E) 2.
31. Vaqt birligidagi aylanishlar soni 80 marta ortsa, aylanish davri qanday o'zgaradi?
- A) 40 marta ortadi. B) 40 marta kamayadi.  
 C) 80 marta ortadi. D) 80 marta kamayadi.  
 E) 160 marta ortadi.
31. Diskning aylanish davri 8 s. Aylanish o'qidan 4 m uzoqlikdagi nuqtaning tezligi nimaga teng (m/s)? A) 2. B) 3,14. C) 4. D) 6,28. E) 31,4
32. Bolalar aravachasi gildiragining radiusi 1 sm bo'lib, uning aylanish davri 2 s bo'lsa, aravachaning tezligi necha sm/s bo'ladi?
- A) 0,314. B) 0,628. C) 3,14. D) 6,28. E) 31,4
33. Yer radiusi 6400 km. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishida ekvatordagи nuqtaning chiziqli tezligi qanchaga teng bo'ladi (m/s)?
- A) 64. B) 128. C) 225. D) 465. E) 521
34. Yerning Quyosh atrofida aylanishining chiziqli tezligini m/s larda toping.  $T=365$  sutka,  $r = 150^6 \text{ km}$ .
- A)  $2,99 \cdot 10^5$ . B)  $3,5 \cdot 10^4$ . C)  $2,99 \cdot 10^4$ . D)  $2,99 \cdot 10^6$ . E)  $3 \cdot 10^7$ .
35. Soatning sekund strelkasi minut strelka sidan 2 marta qisqa. Strelkalar uchlarining chiziqli tezliklari nisbati nimaga teng?
- A) 120. B) 90. C) 60. D) 30. E) 15
36. Radiusi 2 m bo'lган aylana bo'y lab harakatlanayotgan moddiy no'qta 3,14 s ichida aylananing yarmini bosib o'tdi. Moddiy nuqtaning chizig'iy tez ligi aniqlansin (m/s larda). A) 2. B) 3,14. C) 4. D) 6. E) 6,28
37.  $\alpha$  gradus janubiy kenglikdagi Yer sirti nuqtalarining chiziqli tezligini aniqlang. Yer radiusi R, Yerning sutkalik aylanish davri T.
- A)  $\frac{2\pi R}{T} \cos \alpha$ . B)  $\frac{R}{T} \cos \alpha$ . C)  $\frac{R}{2\pi T} \cos \alpha$ .  
 D)  $\frac{2\pi R}{T} \sin \alpha$ . E)  $\frac{R}{T} \sin \alpha$ .
38. Yer sun'iy yo'ldoshining orbitasi radiusi 4 marta ortganda uning aylanish davri 8 marta ortadi. Bunda yo'ldoshning harakat tezligi necha marta kamayadi?
- A) 4. B) 2. C) 1. D) 1/2. E) 1/4
39. Yerning sun'iy yo'ldoshi orbitasining radiusi 9 marta ortganda uning aylanish davri 27 marta ortadi. Bunda yo'ldoshning orbita bo'y lab harakat tezligi qanday o'zgaradi?
- A) 9 marta kamayadi. B) 3 marta kamayadi.  
 C) 3 marta ortadi. D) o'zgarmaydi. E) TJY.
40. Kosmik kemaning orbita bo'y lab harakat tezligi 2 marta kamayib, orbita radiusi 4 martg ortgan bo'lsa, uning orbita bo'y lab aylanish davri necha marta ortgan?
- A) 0,5. B) 1. C) 2. D) 4. E) 8.
41. Velosiped g'ildiragi 0,5 minutda 60 marta aylandi. Aylanish chastotasini (Hz larda) toping. A) 1,5. B) 2. C) 3. D) 4. E) 120
42. Elektrovoz g'ildiragining diametri 1 m bo'lib, u 1 minutda 300 marta aylansa, poezdning tezligi necha m/s bo'ladi?  $\pi = 3$  deb hisoblang.
- A) 10. B) 12. C) 15. D) 20. B.) 18.

43. Diametri 30 sm bo'lgan gramplastinka o'zgarmas 33 aylana/minut chastota bilan aylanayotgan bo'lsa, uning gardishidagi nuqtaning chiziqli tezligi qanday bo'ladi (m/s)?  
 A) 0,52.    B) 5,2.    C) 52.    D) 500.    E) 0,5.
44. Agar diametri 0,3 m bo'lgan velosiped g'ildiragining aylanish chastotasi 120 ayl/min bo'lgan, velosiped tezligi qanday (m/s)?  
 A) 0,3.    B) 0,6    C)  $3,6\pi$ .    D)  $1,2\pi$ .    E)  $0,6\pi$ .
45. Yuk avtomobili g'lidiragining diametri 1 m bo'lib, U 1 minutda 200 marta aylanadi. Avtomobil tezligini toping (m/s larda).  
 A) 20.    B) 18.    C) 15,5.    D) 12.    E) 10,5.
46. Poezd tezligi 90 km/soat bo'lgan, radiusi 0,6 m bo'lgan lokomotiv g'ildiragi bir minutda necha marta aylanadi?    A) 150.    B) 200.    C) 300.    D) 400.    E) 600.
47. Velosiped yaildiragining radiusi 0,4 m. Velosiped  $4\pi$  m/s tezlik bilan harakatlanishi uchun g'lidirak sekundiga necha marta aylanishi kerak?  
 A) 5.    B) 4.    C) 3.    D) 2.    E) 1.
48. Velosiped g'ildiragining radiusi 0,4 m. Velosiped  $4\pi$  m/s tezlik bilan harakatlanishi uchun uning rildaragi qanday chastota bilan aylanishi, kerak ( $s^{-1}$ )?  
 A) 5.    B) 4.    C) 3.    D) 2.    E) 1.
49. Jism radiusi 3 m bo'lgan aylana bo'y lab 12 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. uning aylanish chastotasini aniqlang (Hz).    A) 0,5.    B)  $2/\pi$ .    C) 2.    D)  $\pi^2$ .    E)  $2\pi^2$ .
50. Vodorod atomining elektroni  $0,53 \cdot 10^{-10}$  m radiusli aylana bo'y lab  $2,18 \cdot 10^6$  m/s chiziqli tezlik bilan karakatlanayotgan bo'lgan, elektronning aylanish chastotasi necha gerts?  
 A)  $0,54 \cdot 10^{10}$ .    B)  $6,5 \cdot 10^{15}$ .    C)  $7 \cdot 10^4$ .    D)  $16 \cdot 10^{14}$ .    E)  $6,5 \cdot 10^{18}$ .
51. Jism radiusi 5 m bo'lgan aylana bo'y lab 40 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Jismning aylanish chastotasi ( $s^{-1}$ ) nimaga teng?    A)  $2\pi^2$ .    B)  $4\pi$ .    C)  $4/\pi$ .    D) 0,5.    E) 8.
52. Yukni 0,4 m/s tezlik bilan ko'tarishda diametri 16 sm bo'lgan chig'ir barabanining aylanish chastotasi qancha bo'ladi (Hz)?    A) 0,4.    B) 0,8.    C) 0,9.    D) 1,6.    E) 3,2.
53. Jismning aylana bo'y lab harakatida uning aylanish radiusi 2 marta ertib, tezligi 2 marta kamaygan bo'lgan, uning aylanish chastotasi qanday o'zgaradi?  
 A) 4 marta ortadi.    B) 4 marta kamayadi.    C) 2 marta ortadi.  
 D) 2 marta kamayadi.    E) o'zgarmaydi.
54. Vertolyot  $0,2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan vertikal pastga tusha boshladi. Agar vertolyot parragining aylanish chastotasi 50 ayl/s bo'lgan, vertolyot 40 m pasayguncha, parrak necha marta aylanadi?  
 A)  $2 \cdot 10^4$ .    B)  $2 \cdot 10^3$ .    C) 400.    D)  $5 \cdot 10^6$ .    E)  $1 \cdot 10^3$ .
55. Vertolyot  $0,2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan vertikal ravishda pastga tusha boshladi. Vertolyot parragi qanotining uzunligi 5 m. Parrak aylanayotganda, Qanotning eng chekka nuqtalari  $3,14 \cdot 10^3$  m/s tezlikda harakatlanadi. Vertolyotning 40 m pastga tushishi davomida parrak necha marta aylanadi?    A) 4000.    B) 200.    C) 300.    D) 400.    E) 2000.
56. Radiuslari 20, 15 va 25 sm bo'lgan uchta g'lidirak (shkiv) bir-biriga tasma bilan ulangan. Ularning birinchisi aylansa, qolganlari ham aylanadi. Bu g'ildiraklarning aylanish chastotalari va markazdan eng uzoq nuqtalarining tezliklari qanday munosabatda bo'ladi?  
 A)  $v_2 > v_1 > v_3$ ;     $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3$ .  
 B)  $v_3 > v_2 > v_1$ ;     $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3$ .  
 C)  $v_1 = v_2 = v_3$ ;     $\vartheta_3 > \vartheta_1 > \vartheta_2$ .  
 D)  $v_3 > v_1 > v_2$ ;     $\vartheta_2 > \vartheta_1 > \vartheta_3$ .

$$E) \nu_1 > \nu_2 > \nu_3; \quad \vartheta_3 > \vartheta_2 > \vartheta_1.$$

57. Agar aylanayotgan disk ustidagi radiuslari 1 sm ga farq qiladigan ikki nuqtaning chiziqli tezliklari orasidagi farq 0,314 m/s ga teng bo'lган, diskning aylanish chastotasi necha gers?

$$A) 6,28. \quad B) 5. \quad C) 3,14. \quad D) 1. \quad E) 0,5.$$

58. Arap maxovik aylanganda, gardishidagi nuqtalar tezligi 6 m/s, ulardan o'qqa 1,5 sm yaqin masofada bo'lган nuqtalar tezligi esa 5,5 m/s bo'lган, maxovikning radiusi necha santimetrga teng? A) 6. B) 9. C) 15. D) 18. E) 22.

59. Diskning chekka nuqtasi tezligi 6 m/s, undan markazga 15 sm yaqinroq bo'lган nuqtasining tezligi esa 5,5 m/s bo'lган, diskning radiusi necha metr?

$$A) 2. \quad B) 2,5. \quad C) 1. \quad D) 1,6. \quad E) 1,8.$$

60. Agar avtomobil g'lidiragi eng yuqori nuqtasining yerga nisbatan tezligi 72 m/s bo'lган, avtomobilning tezligi necha m/s ga teng?

$$A) 72. \quad B) 42. \quad C) 18. \quad D) 36. \quad E) 12.$$

61. Miltiqdan otilgan o'q gorizontal o'q atrofida 25 Hz chastota bilan aylanayotgan, bir-biridan 50 sm masofada joylashgan ikkita diskni teshib o'tdi. Teshiklar bir-biridan  $18^\circ$  ga siljigan bo'lsa, o'qning ikki disk orasidagi tezligi qanday bo'lган (m/s)?

$$A) 400. \quad B) 200. \quad C) 250. \quad D) 300. \quad E) 715.$$

62. Aylana bo'y lab tekis harakat qilayotgan jismning aylanish chastotasi 7 marta ortsa, aylana radiusi esa 49 marta kamaysa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

$$A) 7 marta kamayadi. \quad B) 7 marta ortadi. \quad C) 49 marta kamayadi.$$

$$D) 49 marta ortadi. \quad E) o'zgarmaydi.$$

63. Aylanayotgan 2 jismdagi 2 nuqtaning traektoriyasi radiuslari nisbati  $r_1/r_2$  va aylanish chastotalari nisbati  $v^2/v_1$  ham 2 ga teng bo'lган, markazga intilma tezlanishlari necha marta farq qiladi? A) 2. B) 4. C) 6. D) 8. E) 1,4.

64.  $R_1$  va  $R_2=4R_1$  radiusli aylanalar bo'y lab harakatlanayotgan moddiy nuqtalarning aylanish davrlari teng bo'lган, ularning markazga intilma tezlanishlari uchun quyida keltirilgan munosabatlarning qaysi biri o'rini bo'ladi?

$$A) a_1 = a_2. \quad B) a_1 = 2a_2.$$

$$C) a_2 = 4a_1. \quad D) a_2 = 2a_1. \quad E) a_1 = 4a_2.$$

65. Radiusi 4 m ga teng bo'lган aylana bo'y lab tekis harakat qilayotgan jismning markazga intilma tezlanishi  $10 \text{ m/s}^2$  bo'lsa, aylanish davri necha sekundga teng?  $\pi^2 = 10$  deb olinsin.

$$A) 4. \quad B) 2. \quad C) 3. \quad D) 3,25. \quad E) 3,5.$$

66. Diametri 4 mm bo'lган parmaning chetki nuqtasining markazga intilma tezlanishi  $780 \text{ m/s}^2$ . Parma minutiga necha marta aylanadi? ( $\pi = 3$ )

$$A) 5000. \quad B) 7000. \quad C) 8400. \quad D) 3000. \quad E) 6000.$$

67. Bir xil radiusli aylanalar buyicha aylanayotgan 2 nuqtaning markazga intilma tezlanishlari ? marta farqlansa, aylanish chastotalari necha marta farq qiladi?

$$A) 1,4. \quad B) 1,8. \quad C) 2. \quad D) 4. \quad E) 8.$$

68. Umumiyl o'qqa mahkamlangan ikki shkiv radiuslarining nisbati  $R_2/R_1$  bo'lган, shkivlarning burchak tezliklari uchun quyida keltirilgan munosabatlarning qaysi biri o'rini?

$$A) \omega_2 = 2\omega_1. \quad B) \omega_1 = 2\omega_2.$$

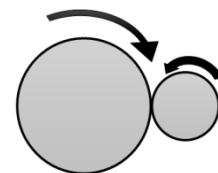
$$C) \omega_2 = \omega_1. \quad D) \omega_1 = 4\omega_2. \quad E) \omega_2 = 4\omega_1.$$

69. O'q atrofida aylanayotgan jismning aylanish o'qidan bir xil masofada joylashgan nuqtalari

... chizig'iy tezliklar bilan aylanadilar.

- A) burchak tezliklari bir xil v a modullari teng, ammo yo'nalishlari bilan farq, etuvchi.
- B) burchak tezliklari har xil va modullari bir xil, ammo yo'nalishlari bilan farq etuvchi.
- C) burchak tezliklari bir xil va modullari har xil, ammo yo'nalishlari bir xil.
- D) burchak tezliklari bir xil va modullari teng, yo'nalishlari mos.
- E) burchak tezliklari har xil, modullari va yo'nalishlari bir xil bo'lмаган.

70. Turbogenerator 3000 ayl/min chastotaga ega. Uning burchak tezligini toping (rad/s). ( $\pi = 3$ ). A) 250. B) 900. C) 600. D) 300. E) 150.
71. Radiusi 0,25 m bo'lган g'ildirak 12 m/s tezlik bilan g'ildiramoqda. G'ildirakning burchak tezligini toping (rad/s). A) 19. B) 94. C) 46. D)  $12\pi$ . E) 48.
72. Avtomobilning tezligi 72 km/soat, G'ildiragining diametri 62 sm. G'ildirakning burchak tezligini toping (rad/s larda). A) 64,5. B) 62,5 C) 62. D) 32. E) 15,5.
73. 1 rad/s burchak tezlik bilan aylanma harakat Qilayotgan karuseldagi qizcha tezligining modulini toping (m/s). Aylanish o'qidan qizchagacha bo'lган masofa 2 m. A) 2. B) 1 C) 0,5. D) 0. E) 5.
74. Burchak tezligi 3,14 rad/s bo'lган charx toshi 2 s ichida qanday burchakka buriladi? A)  $360^\circ$ . B)  $270^\circ$ . C)  $180^\circ$ . D)  $62,8^\circ$ . E)  $31,4^\circ$
75. 8 rad/s burchak tezlikka ega bo'lган g'ildirak 40 minutda necha marta aylanadi? A) 3200. B) 3056. C) 2060. D) 1070. E) 947.
76. G'ildirak  $100\pi$  rad/s burchak tezlik bilan aylanmoqda. 20 s davomida u necha marta aylanadi? A) 15,7. B) 6283. C) 2000. D) 1000. E) 1200.
77. Berilganlardan burchak tezlik bilan aylanish davri orasidagi borlanishni toping.
- 1)  $\theta = \omega r$ ; 2)  $\theta = 2\pi R/T$ ; 3)  $\omega = \varphi/t$   
 4)  $v = 1/T$ ; 5)  $\omega = 2\pi/T$ ; 6)  $\omega = 2\pi v$ .
- A) 1; 6. B) 2; 4. C) 4. D) 3; 6. E) 5.
78. Ikkı moddiy no'qta bir xil radiusli aylana bo'ylab harakat qilmoqda. Agar no'qtalar aylanish davrlarining nisbati  $T_1/T_2$  bo'lsa, burchak tezliklari nisbati  $\omega_1/\omega_2$  nimaga teng. A) 1:1. B) 2:1. C) 1:2. D) 4:1. E) 1:4.
79. Zanjirli uzatma yordamida bog'langan ikkita tishli g'ildirakning biridagi tishlar soni  $N_1$  ikkinchisidagi tishlar soni  $N_2$  dan 4 marta katta bo'lsa, g'ildiraklarning burchak tezliklari orasidagi munosabat qanday bo'ladi?
- A)  $\omega_2 = 2\omega_1$ . B)  $\omega_2 = 4\omega_1$ .  
 C)  $\omega_2 = \omega_1$ . D)  $\omega_1 = 2\omega_2$ . E)  $\omega_1 = 4\omega_2$ .
80. Bir-biriga jips tekkan holda sirpanishsiz aylanayotgan (friktsion bog'langan) ikki shkiv radiuslarining nisbati .  $R_1/R_2 = 2$ . Shkivlarning burchak tezliklari orasidagi munosabat qanday bo'ladi?
- A)  $\omega_1 = \omega_2/2$ . B)  $\omega_1 = 2\omega_2$ . C)  $\omega_2 = \omega_1$ .  
 D)  $\omega_1 = \omega_2/4$ . E)  $\omega_1 = 4\omega_2$ .
81. Harakat I g'ildirakdan II g'ildirakka tasmali uzatma yordamida uzatiladi. Agar I g'ildirak minutiga 2400 marta aylansa, g'ildiraklarning radiuslari esa mos ravishda 3 va 6 sm bo'lsa, ikkinchi g'ildirakning burchak tezligi necha rad/s ga teng.
- A)  $2\pi$ . B)  $40\pi$ . C)  $20\pi$ . D)  $10\pi$ . E)  $60\pi$ .



82. Harakat I g'ildirakdan II g'ildirakka tasmali uzatma yordamida uzatiladi. Agar II g'ildirakning burchak tezligi  $100\pi \text{ s}^{-1}$ , g'ildiraklarning radiuslari esa mos ravishda 20 va 10 sm bo'lsa, I g'ildirak minutiga necha marta aylanadi?

- A) 1500.    B) 750.    C) 500.    D) 1000.    E) 10000.

83. Jism aylana bo'ylab  $\omega = 2 + 0,5t$  tenglama bilan ifodalanadigan burchak tezlik bilan harakat qilmoqda. U 20 s da necha marta aylanadi?

- A) 62.    B) 52.    C) 42.    D) 32.    E) 22.

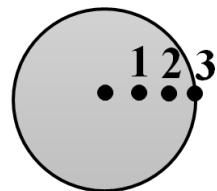
84. Berilganlar orasidan markazga intilma tezlanish formulalarini toping:

- 1)  $a = (\vartheta - \vartheta_0)/t$ ;    2)  $a = \omega^2 R$ ;    3)  $a = \vartheta^2/r$ ;  
4)  $a = \omega\vartheta$ ;    5)  $a = \vartheta^2 - \vartheta_0^2$ ;    6)  $a = 2S/t^2$ .

- A) 1;2;5.    B) 2;3;4.    C) 3;4;6.    D) 2;5;6.    E) 3;4;5.

85. Disk o'q atrofida o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Ailanish o'qidan har xil masofada joylashgan 1, 2 va 3-nuqtalarning markazga intilma tezla nishlari qanday munosabatda bo'ladi?

- A)  $a_1 > a_2 > a_3$ .    B)  $a_1 < a_2 > a_3$ .  
C)  $a_1 = a_2 = a_3$ .    D)  $a_1 < a_2 < a_3$ .  
E)  $a_1 = a_2 > a_3$ .



86. Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning burchak tezligi 8,5 marta ortsa, chiziqli tezligi esa shuncha marta kamaysa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

- A) 8,5 marta kamayadi.    B) 8,5 marta ortadi.    C) o'zgarmaydi.  
D) 17 marta kamayadi.    E) 17 marta ortadi.

87. Yer ekvatoridagi nuqtalarning markazga intilma tezlanishi  $g$  ga teng bo'lishi uchun Yerning burchak tezligi necha marta ortishi kerak?  $R=6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

- A) 8.    B) 3.    C) 5.    D) 13.    E) 17.

88. Bola  $L$  uzunlikdagi taxtani gorizontal tekislikda silindr ustida sirpanishsiz surib ketmoqda. Bola silindrga etguncha qancha yo'l bosadi?

- A)  $2L$ .    B)  $L/2$ .  
C)  $L$ .    D)  $L/3$ .    E)  $3L$ .



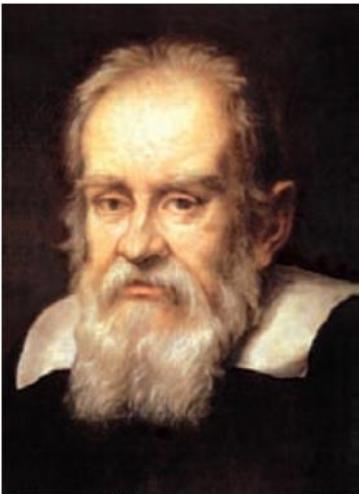
## 10 - §. JISMLARNING ERKIN TUSHISHI

### Erkin tushish tezlanishi

Jismning erkin tushishi va yuqoriga tik otilgan jismning harakati to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatga yaqqol misol bo'ladi. Jismlariiing bunday harakatini Italiya olimi *Galileo Galilei* (1564—1642) XVI asr oxirida o'rgangan (84—rasm).

Galiley erkin tushayotgan jismning harakati tekis tezlanuvchan harakat ekanligini aniqlagan. U Piza minorasidan jismni tashlab, uning yerga tushish vaqtini va minora balandligini o'lchash orqali tushish tezlanishini hisoblab topgan. Uning hisobiga ko'ra, balandlikdan tashlangan jism  $9,81 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan yerga tushadi.

Qo'limizdagи toshni qo'yib yuborsak, u yerga erkin tushadi. Lekin qog'oz parchasi yoki qush patini qo'yib yuborsak, ular yerga tez tushmaydi. ya'ni havoda biroz uchib,



84 – rasm.

sekin–asta yerga tushadi. Qog'oz va qush patining yerga erkin tushishiga havo qarshilik qiladi.

**Jismlarning erkin tushishi.** Erkin tushish deb, jismlarning havosiz bo'shliqda tushishiga aytildi. Erkin tushishni o'rganishda havoda yetarlicha og'ir po'lat sharcha bilan tajriba o'tkazish mumkin. Albatta, havo sharchaning harakatiga qarshilik ko'rsatadi, biroq kuzatishlarning ko'rsatisicha, agar sharcha og'ir bo'lsa, bu qarshilik sharchaning harakatiga sezilarli ta'sir qilmaydi va uni hisobga olmasa ham bo'ladi.

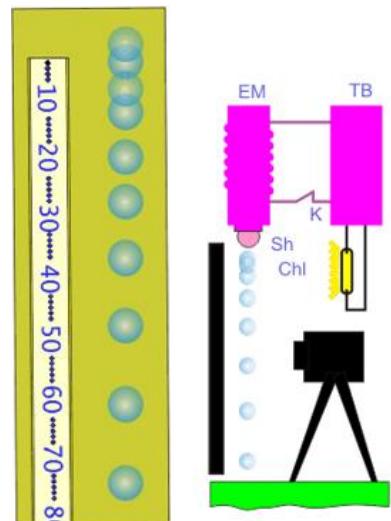
Jismlarning erkin tushishini o'rganish turli xil usullar bilan har xil eksperimental qurilmalarda o'tkazilgan.

Ulardan biri 85–rasmida tasvirlangan. Bu qurilmada po'lat sharchaning tushishi yaxshilab qorong'ilashtirilgan laboratoriyyada millimetrli qog'oz foniда kuzatiladi.

Tajribada dastlab sharcha elektromagnit *EM* bilan ushlab turildi. Elektromagnit maxsus ta'minlash bloki *TB* ga ulangan bo'lib, xuddi shu manbaga har  $0,1s$  da yonib-o'chib turuvchi chaqnovchi lampa *ChL* ulangan. Ta'minlash bloki qurilmasiga elektromagnit ulanganda chaqnovchi lampa yonmay turadi. Qurilma ishga tayyorlangandan so'ng laboratoriyyada yoritkich o'chiriladi va fotoapparat ob'yekktivi ochiladi. Shundan so'ng qurilma *K* kalit yordamida *EM* elektromagnit *TB* dan uziladi va *TB* ga *ChL* chaqnovchi lampa ulanadi.

Fotoapparat ob'yekktivi har doim ochiq bo'lGANI uchun sharcha uzlukli yorug'lik bilan yoritiladi, u holda surat (millimetrli qog'oz foni) da tushayotgan sharchaning vaziyati har  $0,1s$  da qayd qilinadi. 85–rasmida chapda bunday suratning kichraytirilgan nusxasi ko'rsatilgan.

Fotosuratdagagi sharcha tasvirining markazlari orasidagi mavsofalarni o'lchab, sharcha  $0,1s$  ga teng bo'lgan ketma-ket vaqt oraliqlarida quyidagi masofarlarni bosib o'tadi:



85 – rasm.

Vaqt intervali, (s)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Shu vaqt intervalida o'tilgan masofa, (sm)	4,9	14,7	24,5	34,3	44

Agar birinchi vaqt intervalidagi masofani 1 ga teng deb olinsa, u holda keyingi masofalar 3, 5, 7, 9 ga teng bo'ladi.

**Erkin tushish tezlanishi.** Sharchaning tushish tezlanishini topamiz.

Sharchaning boshlang'ich tezligi nolga teng, shuning uchun tezlanishni  $S = \frac{at^2}{2}$  ormuladan foydalanib hisoblash mumkin. Bu formuladan  $a = \frac{2S}{t^2}$  kelib chiqadi.

Vaqt va yo'l qiymatlarini qo'yib  $a = \frac{2 \cdot 4,9sm}{(0,1s)^2} = 980sm/s^2$  ni topamiz. Bu topilgan qiymatni  $m/s^2$  da ifodalasak  $a = 9,8m/s^2$  ga teng bo'ladi.

Sharchaning  $0,2 s$ ;  $0,3 s$ ;  $0,4 s$  va  $0,5 s$  ichida bosib o'tgan masofalarida sharchaning erkin tushish tezlanishini hisoblansa, hisoblash natijalari sharcha  $980 sm/s^2 = 9,8m/s^2$  ga teng bir xil tezlanishlar bilan tushganini ko'rsatadi. Agar biz o'tkazgan tajribada katta o'lchamli sharcha olinganda edi, u ham xuddi kichik sharcha kabi tushgan bo'lar edi. Uning tezlanishi ham  $9,8 m/s^2$  ga teng bo'lardi.

Erkin tushishni boshqa har qanday tezlanuvchan harakatlardan farq qilish uchun erkin tushish tezlanishini **g** (ji) harfi bilan belgilash qabul qilingan:

$$g = 9,8m/s^2$$

Erkin tushish tezlanishini taxminan  $9,8 m/s^2$ , ayrim hollarda yaxlitlab  $10 m/s^2$  ga teng deb olish mumkin.

Erkin tushish tezlanishi vektor kattalik bo'lib, u har doim pastga tik yo'nalgan bo'ladi.

### **Erkin tushishga oid asosiy formulalar**

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatga oid barcha formulalarni erkin tushishga qo'llash mumkin. Faqat bunda  $a$  tezlanishni  $g$  erkin tushish tezlanishi bilan,  $S$  yo'lni  $h$  balandlik bilan almashtirish kifoya qiladi. Shu tariqa erkin tushishga oid quyidagi formulalarni yozish mumkin:

<b>Jismarning erkin tushishi.</b>	
<p>Boshlang'ich tezlik nolga teng bo'lganda.</p> $\vartheta_0 = 0$ $\vartheta = g \cdot t \quad \vartheta = \sqrt{2gh}$ $\vartheta = \frac{2h}{t}$ $h = \frac{gt^2}{2} \quad h = \frac{\vartheta^2}{2g}$ $h = \vartheta_{o'rt} t \quad h = \frac{\vartheta}{2} t$ $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta}{2}$	<p>Boshlang'ich tezlik nolga teng bo'lmadanda.</p> $\vartheta_0 \neq 0$ $\vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t \quad \vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh}$ $\vartheta = \frac{2h}{t} - \vartheta_0$ $h = \vartheta_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_0^2}{2g}$ $h = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} t$ $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0 + \vartheta}{2}$

<p><math>\vartheta_0 = 0</math> bo'lganda, jism o'tgan balandliklar nisbati, harakat vaqtлari kvadratlarining nisbatiga teng bo'ladi.</p> $\frac{h_1}{h_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2}$ $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad t = \frac{\vartheta}{g}$ $t = \frac{2h}{\vartheta}$ $y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$	$t = \frac{-\vartheta_0 + \sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh}}{g} \quad t = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{g};$ $t = \frac{2h}{\vartheta + \vartheta_0}$ $y = y_0 + \vartheta_0 t + \frac{gt^2}{2}$
<b>Yuqoriga tik otilgan jismning harakati.</b>	
<p>Oxirgi tezlik nolga teng bo'lganda.</p> $\vartheta = 0$ $\vartheta_0 = g \cdot t \quad \vartheta_0 = \sqrt{2gh}$ $h = \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad h = \frac{\vartheta_0^2}{2g}$ $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0}{2}$ $t_k = \frac{\vartheta_0}{g}$ $y = y_0 - \frac{gt^2}{2}$	<p>Oxirgi tezlik nolga teng bo'lmada.</p> $\vartheta \neq 0$ $\vartheta = \vartheta_0 - g \cdot t; \quad \vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 - 2gh};$ $h = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2g} \quad h = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} t$ $\vartheta_{o'rt} = \frac{\vartheta_0 - \vartheta}{2}$ $t_k = \frac{\vartheta_0 - \vartheta}{g}$ $y = y_0 + \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2}$
<b>Yuqoridan erkin tushayotgan jismning <math>n</math>-sekunddagи o'tilgan yo'li</b>	
$\vartheta_0 \approx 0$ $\Delta h_n = \frac{g}{2} (2n - 1)$	$\vartheta_0 \neq 0$ $\Delta h_n = \vartheta_0 + \frac{g}{2} (2n - 1)$

### Ikki jismning erkin tushush vaqtлari orasidagi farq

Ikki jism biror  $h$  balandlikdan erkin tushayotgan bo'lsin ulardan biri  $\vartheta_{01} = 0$ , ikkinchisi esa  $\vartheta_{02} \neq 0$  bo'lмаган tezlik bilan vertikal pastga otilgan bo'lsin, ikkinchi jism birinchi jismdan qancha  $\Delta t$  vaqt oldin tushishi  $\Delta t = t_1 - t_2$  tenglik orqali topiladi. Buning uchin biz har ikkala jismning tushish vaqtлarini topamiz. Birinchi jism  $\vartheta_{01} = 0$  boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotganligi uchin  $h = \frac{gt_1^2}{2}$  formuladan

$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  tushush vaqtini topib olamiz. Ikkinchi jismning  $\vartheta_{02} \neq 0$  boshlang'ich tezligi mavjud bo'lganligi uchin  $h = \vartheta_0 t + \frac{gt^2}{2}$  formuladan  $t = \frac{-\vartheta_0 + \sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh}}{g}$  vaqtini

topish formulasi kelib chiqadi bu formuladan ikkinchi jismning tushush vaqtini topib olamiz. Topilgan  $t_1$  va  $t_2$  larni  $\Delta t = t_1 - t_2$  ga qo'lib quyidagi tenglamaga erishamiz.

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{\sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh} - \vartheta_0}{g}$$

### Erkin tushayotgan jismning vaqt intervalidagi ko'chishlari

Erkin tushayotgan jism oxirgi  $\Delta t$  vaqt ichida  $\Delta h$  masofani o'tgan bo'lsa uning yo'lning birinchi qismini o'tish vaqtini quyidagicha aniqlanadi. ( $g=10m/s^2$ )

Bu harakatda jismning  $h$  balandlikni 86-rasmida ko'rsatilgangek ikki qisimga ajratadi. Jism yo'lning birinchi qismini  $t_1$  vaqtida o'tsa, ikkichi qismini  $\Delta t$  da o'tsa, butun yo'lni  $t$  vaqtida bosib o'tadi.

$h$  balanglikni  $h = h_1 + \Delta h$  (1) tenglik orqali topamiz, butun yo'lni o'tish vaqtini  $t = t_1 + \Delta t$  (2) tenglik orqali ifodalasak u holda  $h = \frac{gt^2}{2} = \frac{g(t_1 + \Delta t)^2}{2}$  (3) formula orqali

ifodalanadi agar jismning birinchi qismini  $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$  (4) formula orqali ifodalasak. (1) va (3) formulalarni tenglashtirib  $h_1$  ni o'rniga (4) formulani keltirib qo'ysak

$$\frac{g(t_1 + \Delta t)^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2} + \Delta h \quad \text{tenglamaga ega bo'lamiz bu}$$

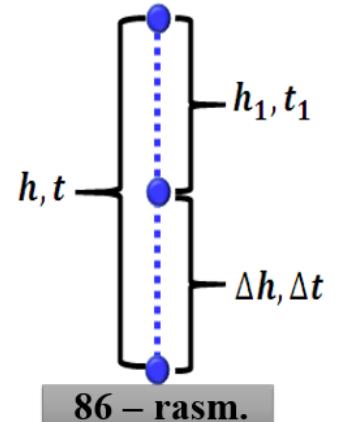
$$\text{tenglamadan } t_1 \text{ ni topsak } \frac{g}{2}(t_1^2 + 2t_1\Delta t + \Delta t^2) = \frac{g}{2}t_1^2 + \Delta h;$$

$$\frac{g}{2}t_1^2 + gt_1\Delta t + \frac{g}{2}\Delta t^2 = \frac{g}{2}t_1^2 + \Delta h; \quad gt_1\Delta t + \frac{g}{2}\Delta t^2 = \Delta h;$$

$$gt_1\Delta t = \Delta h - \frac{g}{2}\Delta t^2; \quad gt_1\Delta t = \frac{2\Delta h - g\Delta t^2}{2};$$

$$t_1 = \frac{2\Delta h - g\Delta t^2}{2g\Delta t}; \quad \text{yoki} \quad t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}.$$

$t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$  bu aniqlangan formula yo'lning birinchi qismini bosib o'tish uchin ketygan vaqt formulasi deyiladi.



86 – rasm.

Demak yo'lni birinchi qismini bosib o'tish uchun ketgan vaqt ma'lum bo'lsa u holda yo'lning birinchi qismini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin.

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2};$$

Butun yo'lni o'tish vaqtini quyidagicha topiladi.  $t = t_1 + \Delta t$

$$t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2} + \Delta t \quad \text{dan} \quad t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2};$$

$$t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}; \text{ Bu tenglama esa butun yo'lni topish imkonini beradi: } h = \frac{gt^2}{2}$$

Erkin tushayotgan jismning yo'lini 87-rasmida ko'rsatilgandek teng 2 ga bo'ldi. Agar jism yo'lning ikkinchi yarmini  $\Delta t$  vaqtda o'tgan bo'lsa. U holda Yo'lning birinchi yarmini o'tish vaqtini quyidagicha topiladi ( $g=10m/s^2$ ).

$$h_1 = \frac{h}{2} = \frac{gt_1^2}{2}, \quad h_2 = \frac{h}{2} = g_{02}\Delta t + \frac{g\Delta t^2}{2},$$

$g_{02} = g_1 = gt_1$ , agar  $h_1=h_2$  ga teng bo'lsa u holda

$$\frac{gt_1^2}{2} = g_{02}\Delta t + \frac{g\Delta t^2}{2}, \quad \frac{gt_1^2}{2} = gt_1\Delta t + \frac{g\Delta t^2}{2} \quad \text{agar } g=10m/s^2$$

deb hisoblasak u holda quyidagi kvadrat englamaga ega bo'lamiz  $5t_1^2 = 10t_1\Delta t + 5\Delta t^2$  bu kvadrat tenglamani har ikkala tarafini 5 ga bo'lamiz  $t_1^2 = 2t_1\Delta t + \Delta t^2$ ,  
 $t_1^2 - 2t_1\Delta t - \Delta t^2 = 0$ ,  $t_1 = \frac{2\Delta t + \sqrt{(2\Delta t)^2 + 4 \cdot 1 \cdot \Delta t^2}}{2 \cdot 1}$

$$t_1 = \frac{2\Delta t + \sqrt{8\Delta t^2}}{2} = \frac{2\Delta t + 2\Delta t\sqrt{2}}{2} = \frac{2\Delta t(1 + \sqrt{2})}{2}$$

dan quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz  $t_1 = \Delta t(1 + \sqrt{2})$ . Bu keltirib chiqarilgan formula yo'lning birinchi yarmini bosib o'tish uchun ketgan vaqtini topish formulasi deyiladi.

Butun yo'lni o'tish vaqtini quyidagicha topiladi:  $t = t_1 + \Delta t$  tenglamaga asosan  $t = \Delta t(1 + \sqrt{2}) + \Delta t = \Delta t + \Delta t\sqrt{2} + \Delta t = 2\Delta t + \Delta t\sqrt{2} = \Delta t(2 + \sqrt{2})$

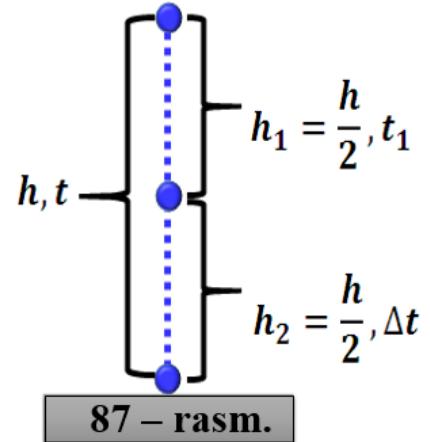
Umumiy yo'l (balandlik)ni quyidagicha topamiz:

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{g(2\Delta t + \Delta t\sqrt{2})^2}{2} = \frac{10}{2} (4\Delta t^2 + 4\Delta t^2\sqrt{2} + 2\Delta t^2) = \\ = \frac{10}{2} (6\Delta t^2 + 4\sqrt{2}\Delta t^2) \quad \text{dan quyidagiga ega bo'lamiz } h = 10 \cdot (3 + 2\sqrt{2}) \cdot \Delta t^2$$

Demak:

**Yo'lning birinchi yarmini o'tish vaqtisi:**  $t_1 = \Delta t(1 + \sqrt{2})$

**Yo'lning ikkinchi yarmini o'tish vaqtisi:**  $\Delta t = \frac{t_1}{(1 + \sqrt{2})}$



87 – rasm.

**Butun yo'lni o'tish vaqtisi:**  $t = (2 + \sqrt{2}) \cdot \Delta t$

**Umumiyo'l (balandlik)ni topishi:**  $h = 10 \cdot (3 + 2\sqrt{2}) \cdot \Delta t^2$

### Erkin tushayotgan jismning oxirgi $\Delta t$ sekunddagisi $\Delta h$ ko'chishi

Erkin tushayotgan jismning oxirgi  $\Delta t$  sekunddagisi  $\Delta h$  ko'chishni quyidagicha topamiz (88-rasm). ( $g=10m/s^2$ ).

$t = t_1 + \Delta t$  ga ko'ra  $\Delta t = t - t_1$  ga teng.  $h = h_1 + \Delta h$  tengalmaga ko'ra

$$\Delta h = h - h_1 \text{ dan } \Delta h = h - \frac{gt_1^2}{2} \text{ agar } g=10m/s^2 \text{ bo'las u holda } \Delta h = h - 5t_1^2$$

ga teng bo'ladi.  $t_1 = t - \Delta t$  ni va  $t = \sqrt{2h/g}$  ni e'tiborga olsak

$$\Delta h = h - 5t_1^2 = h - 5(t - \Delta t)^2,$$

$$\Delta h = h - 5\left(\sqrt{2h/g} - \Delta t\right)^2 = h - 5\left(\frac{2h}{g} - 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \Delta t + \Delta t^2\right),$$

$$\Delta h = h - 5\left(\frac{2h}{g} - 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \Delta t + \Delta t^2\right) = h - \frac{10h}{g} + 10\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2,$$

$$\Delta h = h - \frac{10h}{g} + 10\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2 = h - \frac{10h}{10} + 10\sqrt{\frac{2h}{10}} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2,$$

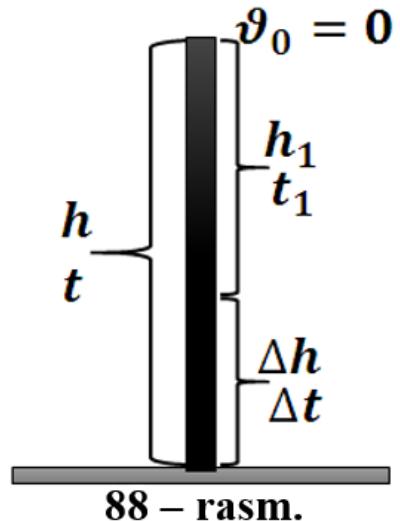
$$\Delta h = h - h + \sqrt{20h} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2 \text{ dan}$$

$$\Delta h = \sqrt{20h} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2$$

$$\text{yoki } h=5(2n-1) \text{ yoki } \Delta h = \frac{g}{2}(t^2 - t_1^2)$$

Oxirgi sekundda  $\Delta h$  masofani o'tgan jismning tushish balandigini topish

$$h = \frac{(\Delta h + 5)^2}{20}$$



**$\Delta t$  vaqt oralig'ida uzilgan ikki tomchi orasidagi masofa  $\Delta h$  ga teng bo'lgan vaqtini topish**

**birinchi tomchining uzilish vaqtiga nisbatan:**  $t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$

**ikkinchchi tomchining uzilish vaqtiga nisbatan:**  $t_2 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$

$h$  balandlikdan  $\Delta t$  vaqt oralig'ida tashlangan 2 jism orasidagi eng katta masofani topish:  $\Delta h = \sqrt{20 \cdot h} \cdot \Delta t - 5 \cdot \Delta t^2$

Jism  $h$  balandlikdan bosh'ang'ich tezliksiz erkin tushmoqda.  $h$  balandlikni shunday  $h_1$ ,  $h_2$ , va  $h_3$  bo'laklarga bo'linki shu bo'laklarni jism bir xil vaqtida o'tsin (89-rasm). Bunga o'xshash masalalarni yechish uchun biz quyidagicha tenglamalari yozamiz  $\vartheta_0 = 0$ ,  $h = h_1 + h_2 + h_3$ .

Jism  $h$  balandlikdan tushish vaqtini topib olamiz  $t_u = \sqrt{2h/g}$  demak  $t = t_1 = t_2 = t_3 = \frac{t_u}{3}$  ga teng. Jism  $h_1$

balandlikni  $t$  vaqtida  $h_1 = \frac{gt^2}{2}$ ,  $h_2$  balandlikni  $2t$  vaqtida

$h_1 + h_2 = \frac{g(2t)^2}{2} = 4 \frac{gt^2}{2}$ , umumiylar balandlikni  $3t$  vaqtida bosib o'tadi

$h = \frac{g(3t)^2}{2} = 9 \frac{gt^2}{2}$ ,  $h = \frac{gt^2}{2}$  formulaga asosan:

$$h_1 \text{ balandlik } \frac{gt^2}{2} = \frac{h}{9} \text{ dan } h_1 = \frac{h}{9}.$$

$$h_2 \text{ balandlik } h_1 + h_2 = 4 \frac{h}{9} \text{ dan } h_2 = 4 \frac{h}{9} - h_1 \text{ yoki } h_2 = 4 \frac{h}{9} - \frac{h}{9} = 3 \cdot \frac{h}{9} = \frac{h}{3}$$

$$h_3 \text{ balandlik } h_3 = h - h_1 - h_2 = h - \frac{h}{9} - \frac{h}{3} = \frac{5h}{9}.$$

$$\text{Demak: } h_1 = \frac{h}{9}, \quad h_2 = \frac{h}{3}, \quad h_3 = \frac{5h}{9}.$$

### Vertikal yuqoriga tik otilgan jismning harakati

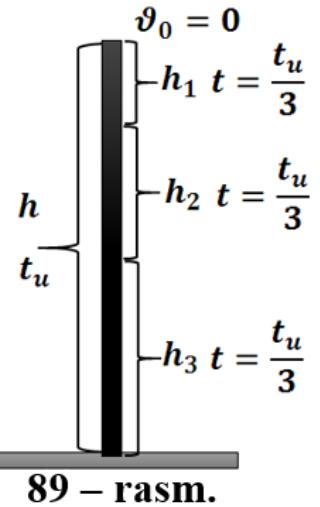
Jism yuqoriga tik otilganda, u tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.

Demak yuqoriga tik otilgan jism harakatini o'rGANISH uchun, sekinlanuvchan harakat uchun yozilgan barcha formuladan foydalanish mumkin. Bunda jismning tezlanishi  $\alpha = -g$  deb olinadi va jism vertikal yoqoriga ko'tarilishda bosib o'tgan masofasi  $S$  esa balandlik  $h$  bilan almashtiriladi. U holda yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish balandligi quvidagicha bo'ladi:

$$h = \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2g}; \quad h = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} t;$$

$\vartheta_0$  – tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligini

quyidagicha topamiz.  $\vartheta = 0$  hisobga olsak  $h = \frac{\vartheta_0^2}{2g}$



Yuqoriga otilgan jisimning tezligi quyidagicha topiladi:  $h$  – balandlikka ko'tarilgan jismning boshlang'ich tezligi quyidagicha aniqlanadi, eng yuqori nuqdada jism oxirgi tezligi  $\vartheta = 0$  bo'lsa  $h = \frac{\vartheta_0^2}{2g}$  ga asosan  $\vartheta_0$  – boshlang'ich tezlikni topish:

$$h = \frac{\vartheta_0^2}{2g} \Rightarrow \vartheta_0^2 = 2gh \Rightarrow \vartheta_0 = \sqrt{2gh}$$

Yuqoriga tik otilgan jismning  $t$  vaqtidan keyin jism erishgan tezlikni quyidagich hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} \vartheta &= \vartheta_0 - g \cdot t; & h &= \frac{\vartheta_0^2 - \vartheta^2}{2g} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 - 2gh}; & h &= \vartheta_{o,rt} t \Rightarrow \vartheta = \frac{2h}{t} - \vartheta_0; \\ \vartheta_{o,rt} &= \frac{\vartheta_0 - \vartheta}{2} \Rightarrow \vartheta = \vartheta_0 - 2\vartheta_{o,rt} \end{aligned}$$

Eng yuqori nuqtada jism tezligi nolga teng bo'ladi,  $\vartheta_{yuqori} = 0$

$\vartheta_0$  tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish vaqtini  $t_k$  ni topish quyidagich topiladi, balandlikning eng yuqori nuqtasida oxirgi tezlik  $\vartheta = 0$  nolga tengligidan  $\vartheta = \vartheta_0 - g \cdot t$ ; formula bo'yicha  $0 = \vartheta_0 - g \cdot t$  dan  $\vartheta_0 = g \cdot t$  kelib chiqadi bu formuladan jismning ko'tarilish vaqtini topsak quyidagiga teng bo'ladi

$$t_k = \frac{\vartheta_0}{g} \text{ yoki } h = \frac{gt_k^2}{2} \Rightarrow t_k = \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ yoki } h = \frac{\vartheta + \vartheta_0}{2} t_k = \frac{\vartheta_0}{2} t_k \Rightarrow t_k = \frac{2h}{\vartheta_0}$$

Yuqoriga tik otilgan jism qanday boshlang'ich tezlik bilan otilgan bo'lsa, otilish nuqtasiga boshlang'ich tezlikka teng tezlik bilan tushadi. Qancha vaqt yuqoriga ko'tarilgan bo'lsa, shuncha vaqtida tushadi (90–rasm):

$$t_k = t_t, \uparrow \vartheta_0 = \downarrow \vartheta_t$$

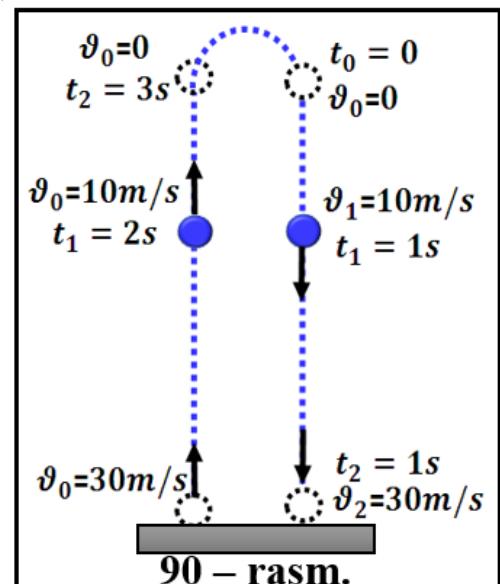
Jismni ko'tarilib tushish uchun ketgan vaqrqa uchush vaqtini deyiladi. Ko'tarilish va tushish vaqtlari yig'indisiga teng.

$$\begin{aligned} t_u &= t_k + t_t \text{ yoki } t = 2t_k; \\ t &= 2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \frac{2\vartheta_0}{g}; \quad t = \frac{4h}{\vartheta_0}; \end{aligned}$$

Masalan. Jism  $\vartheta_0 = 30 \text{ m/s}$  boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi, deylik (90–rasm). Erkin tushish tezlanishini  $10 \text{ m/s}^2$  deb olaylik.

$$t_k = \frac{\vartheta_0}{g} = \frac{30 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 3 \text{ s} \text{ da eng yuqori nuqtada bo'ladi.}$$

Jism  $h = \frac{gt_k^2}{2} = \frac{10 \text{ m/s}^2 (3 \text{ s})^2}{2} = 45 \text{ m}$  balandlikkacha ko'tariladi, So'ngra erkin tusha boshlaydi. Hisoblab topish mumkinki,  $20 \text{ m}$  balandlikdan tashlangan jism yerga  $3 \text{ s}$  da tushadi va bunda u  $30 \text{ m/s}$  tezlikka erishadi. Haqiqatan, jismni  $30 \text{ m/s}$  tezlik bilan yuqoriga tik otilsa, qaytib tushishida u otilgan nuqtada ham  $30 \text{ m/s}$  tezlikka ega bo'ladi.

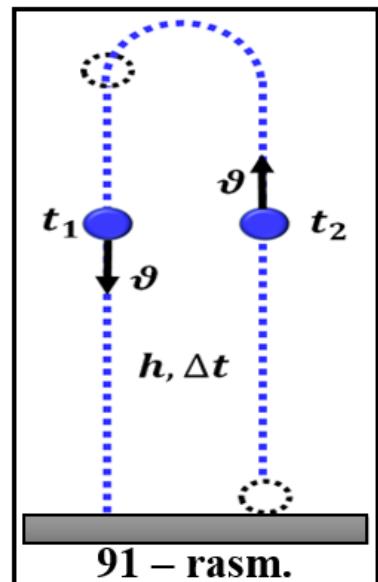


$\Delta t$  vaqt interval bilan bir xil  $\vartheta_0$  tezlikda vertikal otilgan jismlarning uchrashish vaqtini topish. Jismlar uchrashganida tezliklari teng yo'nalishlari qarama-qarshi bo'ladi (91-rasm).

Birinchi otilgan jismning vaqtiga nisbatan uchrashish vaqtining ko'tarilish vaqtini va  $\Delta t$  vaqt intervalini yarmini yigindisiga teng.  $t_1 = \frac{\vartheta_0}{g} + \frac{\Delta t}{2}$

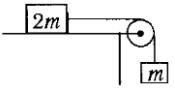
Ikkinci otilgan jismning vaqtiga nisbatan uchrashish vaqtining ko'tarilish vaqtini va  $\Delta t$  vaqt intervalini yarmini ayirmasiga teng.  $t_2 = \frac{\vartheta_0}{g} - \frac{\Delta t}{2}$

$h$  balandlikdan  $\vartheta_0$  tezlik bilan yuqoriga vertikal otilgan jismni erga tushish vaqtini va  $h$  balandlikni topish tenglamasi quyidagicha topiladi.  $h = \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2}$  dan  $5t^2 - \vartheta_0 t - h = 0$ ;  $h = 5t^2 - \vartheta_0 t$



91 – rasm.

### Mavzuga oid test

- Rasmdagi jismlar sistemasi qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Ishqalanishni hisobga olmang. 
- A) 0. B)  $g$ . C)  $g/4$ . D)  $g/2$ . E)  $g/3$ .
- Erkin tushish boshlanganidan 4 s o'tgan paytda jism tezligi necha m/s bo'ladi?
- A) 40. B) 30. C) 20. D) 10.
- Yerga erkin tushayotgan jism beshinchı sekund oxirida qanday tezlikka erisnadi (m/s)? A) 5. B) 10. C) 40. D) 45. E) 50.
- Erkin tushayotgan jismning 2-va 5-sekundlar oxiridagi tezliklari nisbatini toping.
- A) 0,216. B) 0,4. C) 0,6. D) 1. E) 1,67.
- Erkin tushayotgan iismning boshlang'ich tezligi 6 m/s bo'lsa, uning 1 s dan keyingi tezligi necha m/s bo'ladi? A) 12. B) 20. C) 16. D) 7. E) 5.
- Erkin tushayotgan jism 7 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lsa, u 2 s dan keyin qanday tezlikka (m/s) erishaai?  $g=9,8$  m/s $^2$ .
- A) 14. B) 28. C) 19,6. D) 26,6.
- 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning harakat boshidan 4 s o'tgan paytdagi tezligi necha m/s bo'ladi?  $g=10$  m/s $^2$ .
- A) 20. B) 40. C) 80. D) 60.
- 20 m/s ga teng boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan iismning harakat boshidan 5 s o'tgan paytdagi tezligi qanday (m/s) bo'ladi?
- A) 4. B) 20. C) 50. D) 70.
- 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning harakat bosnidan 5 s o'tgan paytdagi tezligi qanday (m/s) bo'ladi?  $g=10$  m/s $^2$ .
- A) 30. B) 50. C) 80. D) 150.
- Erkin tushayotgan jismning 2 s dan keyingi tezligi 30 m/s bo'lsa uning

boshlang'ich tezligi qanday (m/s)?

- A) 3.    B) 5.    C) 10.    D) 15.    E) 20.

11. Balkondan boshlang'ich tezliksiz tashlangan jism 2 s da yerga tushdi. Jism necha metr balandlikdan tashlangan?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .    A) 5.    B) 10.    C) 20.    D) 25.    E) 40.

12. Erkin tushayotgan jism harakatining boshlang'ich 3 sekundida necha metr ko'chadi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .    A) 60.    B) 75.    C) 50.    D) 45.    E) 65.

13. 5 m/s tezlik bilan yuqoriga ko'tarilayotgan aerostatdan ballast tashlangan. 2 s dan keyin ballastning aerostatga nisbatan ko'chish moduli qanday (m) bo'ladi. Aerostat tezligini o'zgarmas deb hisoblang.    A) 10.    B) 20.    C) 30.    D) 40.    E) 50.

14. Suzuvchi 5 m lik minoradan sakrab, suvga 2,5 m chuqurlikka botdi. U suvda qancha vaqt va qanday tezlanish bilan harakatlangan? ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

- A) 0,5s; 10 m/s<sup>2</sup>.    B) 1 s; 10 m/s<sup>2</sup>.    C) 0,5 s; 20 m/s<sup>2</sup>.    D) 1 s; 20 m/s<sup>2</sup>.

15. Qandaydir sayyorada jism 50 m balandlikdan 5 s da tushgan. Bu sayyorada erkin tushish tezlanishi qanday ( $\text{m/s}^2$ )?    A) 50.    B) 25.    C) 10.    D) 4.    E) 2.

16. Bitta vertikal cbiziqda joylashgan ikkita nuqtadan bir vaqtida 2 ta jism erkin tusha boshladi. Ular orasidagi masola qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi.    B) kamayib boradi.

- C) ortib boradi.    D) nuqtalar orasidagi masofaga bog'liq.

17. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan birinchi jism ikkinchi jismga qaraganda 3 marta ko'p vaqt uchgan. Ularning ko'chishlari necha marta farq qiladi?

- A) 2.    B) 8.    C) 6.    D) 3.    E) 9.

18. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning boshlang'ich uch va to'rt sekundda o'tgan yoljari nisbati qanday bo'ladi?

- A) 3:4.    B) 3:6.    C) 25:64.    D) 9:25.    E) 9:16.

19,20. Tik erkin tushayotgan jismning harakat boshidan 3 va 5 s da bosib o'tgan yo'llarini taqqoslang.    A) 9:25.    B) 5:3.    C) 3:5.    D) 27:125.    E) 1.

21. Jism boshlang'ich tezliksiz erkin tushmoqda. Uning dastlabki 3 va 7 s vaqt davomida o'tgan yo'llarining nisbatini toping?

- A) 3:7.    B) 6:14.    C) 9:49.    D) 5:10.

22. Ikkita jism bir nuqtadan birin-ketin tashlandi. Erkin tushishda ular orasidagi masofa o'zgaradimi?

- A) o'zgarmaydi.    B) ba'zi holda kichiklashadi va kattalashadi.

- C) kichiklashib boradi.    D) kattalashib boradi.

23. Erkin tushayotgan jism 7-sekundda qanday masofani o'tadi (m)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 49.    B) 245.    C) 70.    D) 65.

24. Erkin tushayotgan jismning n-sekunddagi ko'chishi qanday (m)?  $g=10 \text{ m/s}^2$

- A)  $10n-1$ .    B)  $5(2n-1)$ .    C)  $5(n-1)$ .    D)  $5n-1$ .    E)  $10(2n-1)$ .

25. Erkin tushayotgan jismning (n+l)-sekunddagi ko'chishi qanday?

- A)  $g(n+l)/2$ .    B)  $g(2n+l)/2$ .

- C)  $3g(n-l)/2$ .    D)  $2g(n-l)$ .    E)  $g(2n-l)/2$ .

26. Erkin tushishning 3-sekundida o'tilgan yo'lning 4-sekundda o'tilgan yo'lga nisbati qanday?    A) 3:4.    B) 9:16.    C)  $\sqrt{3}:2$ .    D) 5:9.    E) 5:7.

27. Yuk 54 m balandlikdan tushmoqda. Shu balandlikni shunday uch qismga (m) bo'lish kerakki, bunda har bir qismni o'tish uchun bir xil vaqt kerak bo'lsin.
- A) 18, 18, 18.    B) 6, 20, 28.    C) 6, 18, 30.    D) 8, 20, 26.
28. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism yo'lning ikkinchi yarmini 1 s da o'tgan bo'lsa, u yo'lning birinchi yarmini necha sekundda o'tgan?
- A) 3.    B) 2,4.    C) 4.    D) 4,5.    E) 1,5.
29. Biror balandlikdan erkin tushayotgan (boshlang'ich tezliksiz) jism yo'lning birinchi 1/4 qismini 1 s da o'tdi. Jism yo'lning qolgan qismini necha sekundda o'tadi?
- A) 5.    B) 4.    C) 3.    D) 2.    E) 1.
30. Biror balandlikdan erkin tushayotgan (boshlang'ich tezliksiz) jism yo'lning birinchi 1/4 qismi oxirida  $v$  tezlikka erishgan bo'lsa. Yo'l oxiridagi tezligi qanday bo'ladi?    A) 8v.    B) 4v.    C) 3v.    D) 2v.    E) 1,5v.
31. Jism 45 m balandlikdan erkin tushmoqda. Tushishning oxirgi sekundidagi ko'chishi necha metrga teng?    A) 20.    B) 2,5.    C) 5.    D) 25.    E) 10.
32. 180 m balandlikdan erkin tushayotgan jism harakatining oxirgi sekundida necha nnetr yo'l o'tadi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .    A) 160.    B) 150.    C) 40.    D) 30.    E) 55.
33. Jism 500 m balandlikdan erkin tushmoqda. Uning oxirgi sekunddagi ko'chishi qanday (m) bo'ladi?    A) 5.    B) 405.    C) 95.    D) 105.    E) 395.
34. 500 m li television minoraning uchidan 1 s farq bilan uzulgan ikki tomchi orasidagi masofa ko'pi bilan necha mert bo'ladi?    A) 95.    B) 100.    C) 105.    D) 90.
35. Jism  $H$  balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. U harakatining oxirgi sekundida  $3H/4$  ga teng yo'l o'tadi.  $H$  necha metrga teng?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 15.    B) 20.    C) 25.    D) 30.    E) 40.
36.  $H$  balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushayotgan jism harakat vaqtining oxitgi sekundida  $3H/4$  masofani o'tdi. U necha sekund tushgan?
- A) 2.    B) 3.    C) 4.    D) 5.
37. Jism 180 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkintushmoqda. Jismning oxirgi sekundidagi ko'chishi birinchi sekundidagi ko'chishidan necha marta ortiq?
- $g=10 \text{ m/s}^2$ .    A) 11.    B) 10.    C) 9.    D) 8.    E) 12.
38. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism oxirgi 35 metrni 1 s davomida o'tdi. Tushish balandligi qanday (m).    A) 80.    B) 120.    C) 150.    D) 135.    E) 195.
39. Erkin tushayotgan jism oxirgi 2 sekundda 160 m masofani o'tgan bo'lsa, u qancha vaqt tushgan (s)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .    A) 9.    B) 6.    C) 3.    D) 12.    E) 15.
40. 35 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning tezligi 10 m/s bo'lganda, u yerdan qanday (m) balandlikda bo'ladi?
- A) 20.    B) 25.    C) 30.    D) 10.
41. Jism  $h=45$  m balandlikdan erkin tushmoqda. Uning tezligi 10 m/s ga yetganda u yerdan qanday (m) balandlikda bo'ladi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 20.    B) 25.    C) 30.    D) 35.    E) 40.
42. Ikkinci tomchi uzilgandan 2 s o'tgach tomchilar orasidagi masofa 25 m ga teng bo'lgan bo'lsa, tomchilar necha sekund vaqt intervali bilan uzilgan?
- A) 0,5.    B) 0,25.    C) 1,5.    D) 1,2.    E) 1.
43. Bir xil balandlikdan 2 s vaqt intervali bilan ikkita jism erkin tusha boshladi. 2-jism tusha boshlagandan necha sekund o'tgach ular orasiaagi masofa 40 m bo'ladi?

A) 0,2.    B) 1.    C) 0,5.    D) 2.    E) 4.

44. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism oxirgi 0,4 s da 12 m yo'l o'tgan bo'lsa, jism tushayotgan balandlik qanday (m).  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 72,2.    B) 54,3.    C) 125.    D) 51.

45. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning biror balandlikdagi tezligi 20 m/s bo'lsa. undan 25 m pastda joylashgan nuqtadagi tezligi qanday (m/s) bo'ladi?

A) 20.    B) 30.    C) 25.    D) 35.    E) 22,5.

46. Balandligi 20 m bo'lgan binodan tushayotgan iismning boshlang'ich tezligi 15 m/s. Yerga tushish paytida uning tezligi qanday bo'ladi (m/s)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 80.    B) 40.    C) 30.    D) 25.    E) 20.

47. Boshlang'ich tezliksiz tashlangan jism 4 s da yerga tushdi. Agar jism shu balandlikdan 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan tasnlansa, u qancha vaqtda yerga tushadi (s)?

A) 1.    B) 1,5.    C) 2.    D) 2,5.    E) 3.

48. 5 m/s boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning 3- va 5-sekundlardagi ko'chishlari nisbatini toping. A) 29/48.    B) 9/25.    C) 3/5.    D) 29/49.    E) 8/13.

49. 1s dan so'ng suvga tegishi uchun toshni balandligi 25 m bo'lgan ko'priidan qanday boshlang'ich tezlik bilan tashlash kerak (m/s)? A) 15.    B) 30.    C) 25.    D) 20.

50. Bir jism 80 m balandlikdan erkin tushmoqda; u bilan bir vaqtda boshqa jism 160 m balandlikdan tusha boshladи. Ularning ikkalasi yerga bir vaqtda tushishi uchun 2-jismning boshlang'ich tezligi necha m/s bo'lishi kerak?

A) 80.    B) 40.    C) 20.    D) 16.    E) 10.

51. Bir jism 80 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz, ikkinchi jism 100 m balandlikdan qandaydir boshlang'ich tezlik bilan bir vaqtda tusha boshladи. Ikkala jism bir vaqtda yerga urildi. 2-jismning boshlang'ich tezligi qanday (m/s) bo'lgan?

A) 3.    B) 4.    C) 5.    D) 7.    E) 10.

52. 30 m balandlikdan 5 m/s boshlang'ich tezlik bilan tik pastga otilgan jismning tezligi yerdan qanday (m) balandlikda 3 marta oshadi?

A) 25.    B) 10.    C) 15.    D) 20.

53. Jism erkin tushmoqda. Tushish balandligining birinchi yarmini o'tish uchun ketadigan vaqt butun balandlikni o'tish uchun ketadigan vaqtning qanday qismini tashkil etadi? A)  $1/\sqrt{2}$ .    B)  $1/2$ .    C)  $\sqrt{2}$ .    D)  $1/4$ .    E)  $\sqrt{2}/3$ .

54. Jism ma'lum bir balandlikdan erkin tushishi uchun 2 s vaqt ketdi. O'sha balandlikning birinchi yarmini o'tish uchun qanday vaqt ketganligini toping (s).

A) 0,5.    B) 1,2.    C) 1.    D) 1,4.    E) 1,6.

55. Erkin tushayotgan jism oxirgi ikki sekundda 90 m yo'l o'tdi. Jism qancha vaqt tushgan (s)? A) 11.    B) 10.    C) 4,6.    D) 5,5.    E) 2,4.

56. Ikkita jism bir nuqtadan 2 s vaqt oralig'i bilan erkin tusha boshladи. Ular orasidagi masofaning eng katta qiymati 80 m bo'lsa, jismlarning yerga tushish vaqt qanday (s)?

A) 5.    B) 6.    C) 9.    D) 4.    E) 3.

57. Jism  $h$  balandlikdan erkin tushmoqda. Uning yo'lning ikkinchi yarmidagi o'rtacha tezligini toping.

A)  $\sqrt{gh}(\sqrt{2}-1)$ .    B)  $\frac{\sqrt{gh}(\sqrt{2}+1)}{4}$ .    C)  $\frac{\sqrt{gh}(\sqrt{2}-1)}{2}$ .    D)  $\frac{\sqrt{gh}(\sqrt{2}+1)}{2}$ .

58. Vertolyot 500 m balandlikdan o'zgarmas 10 m/s tezlik bilan tusha boshlagan paytda undan biror jism tashlandi. Jism vertolyotdan necha sekund oldin tushadi?

- A) 50.    B) 25.    C) 38.    D) 40.    E) 41.

59. Shaxtaga tushib ketgan toshning shaxta tubiga urilgandagi tovushi 9 s dan keyin eshitildi. Shaxtaning chuqurligi qanday (m). Tovushning tezligi 320 m/s,  $g=10\text{m/s}^2$ . Havoning qarshiligini hisobga olmang.

- A) 16.    B) 32.    C) 160.    D) 640.    E) 320.

60. To'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan kemaning machtasidan jism erkin tushmoqda. Agar havoning qarshiligi hisobga olinmasa, jismning kema Dilan bog'langan sanoq sistemadagi traektoriyasi qanday bo'ladi?

- A) gorizontal to'g'ri chiziq.    B) giperbola.

- C) parabola.    D)aylana.    E) vertikal to'g'ri chiziq.

61. To'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan kemaning machtasidan jism erkin tushmoqda. Agar havoning qarshiligi hisobga olinmasa, jismning yer bilan bog'langan sanoq sistemadagi trayektoriyasi qanday bo'ladi?

- A) gorizontal to'g'ri chiziq.    B) parabola.

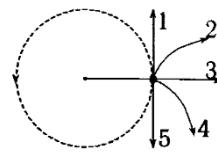
- C) giperbola.    D)aylana.    E) vertikal to'g'ri chiziq.

62. Yuqoriga tik otilgan jism qanday harakatlanadi?

- A) tog'ri chiziqli tekis.    B) egri chiziqli.

- C) noteoris.    D) to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan.

63 Irga bog'langan va vertikal tekislikda aylanayotgan jism aylanish o'qi bilan bir xil balandlikda bo'lgan paytda ip uzib yuborildi. Ursmda ko'rsatilgan trayektoriyalarning qaysi biri bo'ylab harakat qiladi? A) 5.    B) 4.    C) 3.    D) 2.    E) 1.



64. Tosh yuqoriga vertikal otildi. Tosh trayektoriyaning qaysi nuqtalanda eng katta tezlanishga ega bo'ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

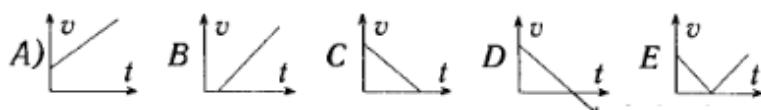
- A) trayektoriyaning o'rtasida.

- B) tezlanish hamma joyda birday va g ga teng.

- C) trayektoriyaning eng quyi nuqtasida.

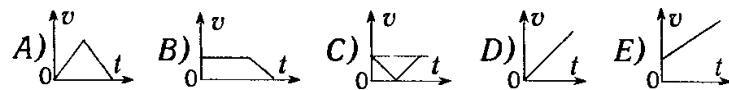
- D) trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida.

65. Yuqoriga tik otilgan jism yerga qaytib tushdi. Keltirilgan grafiklardan qaysi biri shu jism tezligining vaqtga bog'lanishini ifodalaydi?



66. Quyida turli jismlarning tezlik grafiklarb keltirilgan. Ularning qaysi biri yuqoriga otilgan va qaytib yerga tushgan jism harakatini tavsiflashi mumkin?

67. Yuqoriga tik otilayotgan jismning otilish tezligi 2 marta oshirilsa, uning



harakatlanish vaqt qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi.    B) 2 marta ortadi.

- C) 4 marta kamayadi.    D) 4 marta ortadi.

68. Yuqoriga otilgan to'pning ko'tarilish vaqtini 5 marta orttirish uchun uning boshlang'ich tezligini qanday o'zgartirish kerak? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

- A) 5 marta kamaytirishn.      B) 10 marta orttirish.  
C) 10 marta kamaytirish.      D) 5 marta orttirish.

69. Yuqoriga tik otilgan jismning traektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi tezligi qanday? A)  $v=gt$ .      B)  $v=v_0-gt$ .      C) 0.      D)  $v=v_0+gt$ .      E)  $\sqrt{2gh}$ .

70. Yuqoriga tik otilgan jism 5 s dan so'ng qaytib tushdi. Eng yuqori nuqtagacha jism necha sekund davomida ko'tarilgan? A) 1.      B) 1,5.      C) 2.      D) 3.      E) 2,5.

71. Jism 40 m/s tezlik bilan tik yuqoriga otildi. Shundan 5 s o'tgan paytda uning tezligining yuqoriga yo'nalishga proeksiyasi qanday (m/s) bo'ladi?  $g=10\text{m/s}^2$ .

- A)-10.      B)-20.      C)-5.      D) 5.      E) 0.

72. 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism 4 s o'tgach qanday tezlikka ega bo'ladi (m/s)? A) 5.      B) 10.      C) 15.      D) 20.      E) 0.

73. 4 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning tezligi necha metr balandlikda 2 marta kamayadi? A) 8.      B) 4.      C) 0,4.      D) 0,6.      E) 2.

74. Jism qanday boshlang'ich tezlik (m/s) bilan yuqoriga tik otilganda, u 5 s o'tgach, 10 m/s tezlik bilan pastga harakat qiladi? A) 40.      B) 30.      C) 20.      D) 10.      E) 50.

75. Jismni qanday (m/s) boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otganimizda, u 10 s o'tgach, 20 m/s tezlik bilan pastga harakat qiladi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 65.      B) 75.      C) 80.      D) 85.

76. Jism vertikal yuqoriga 30 m/s tezlik bilan otildi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi 2 marta kamayadi (s)? A) 0,5.      B) 1.      C) 3.      D) 2.      E) 1,5.

77. Jism 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Necha sekunddan so'ng uning tezligi (modul jihatidan) boshlang'ich tezlikdan 4 marta kichik bo'ladi?

- A) 3 va 5.      B) faqat 4.      C) faqat 5.      D) 3 va 4.      E) faqat 3.

78. Jism 30 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. U 25 m balandlikdan yuqorida necha sekund bo'ladi? A) 6.      B) 4.      C) 3.      D) 2.      E) 1.

79. Uzunligi 15 m bo'lgan va o'zgarmas  $v=5 \text{ m/s}$  tezlik bilan ketayotgan vagonning  $D$  nuqtasidan yerga tik yo'nalish da tepaga  $v_o=20 \text{ m/s}$  tezlik bilan otilgan koptok vagonning qaysi nuqtasiga kelib tushadi (navoning qarshilagini liisobga olmang)?

- A) A nuqtaga.      B) vagondan tashqariga.  
C) B nuqtaga.      D) C nuqtaga.      E) D nuqtaga.

80. Berilgan formulalardan yuqoriga tik otilgan jismning ko'chishini ifodalovchi formulani toping. A)  $h=v_{0t}-gt^2/2$ .      B)  $h=gt^2/2$ .      C)  $h=vt/2$ .      D)  $h=v_{0t}+g t^2/2$ .

81. Tennis to'pi 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qaysi tenglama to'p balandligining vaqtga bog'lanishini ifodalaydi?

- A)  $h=10t+10 t^2$ .      B)  $h=10t-5t^2$ .  
C)  $h=10t$ .      D)  $h=5t-10t^2$ .      E)  $h=10t-10t^2$ .

82. Jism 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan. U 2 s da necha metr balandlikka erishadi? Havoning qarshilagini hisobga olmang.

- A) 80.      B) 60.      C) 800.      D) 0,8

83. Jism 50 m/s tezlik bilan vertikal yuqoriga otildi. Jismning maksimal ko'tarilish balandligi qanday (m)? A) 25.      B) 50.      C) 125.      D) 250.      E) 500.

84. Yerdan tik yuqoriga  $10 \text{ m/s}$  boshlang'ich tezlik bilan otilgan tosh bir oz vaqtadan keyin qaytib yerga tushdi. Uning yo'li va ko'chishi qanday (m).  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 10; 0    B) 10; 10.    C) 5; 0.    D) 5; 5.    E) 0; 0.
85. Yuqoriga tik otilgan jism  $20 \text{ m}$  balandlikka ko'tarildi. Jism tezligi modulining butun uchish vaqt davomidagi o'rtacha qiymati qanday ( $\text{m/s}$ )?
- A) 40.    B) 30.    C) 20.    D) 10.    E) 0.
86. Jism  $40 \text{ m/s}$  tezlik bilan tik yuqoriga otildi. U  $5 \text{ s}$  davo mida qanday (m) yo'l o'tadi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 75.    B) 85.    C) 100.    D) 120.    E) 160.
87. Jism tik yuqoriga  $15 \text{ m/s}$  boshlang'ich tezlik bilan otildi. Qanday balandlikda (m) jismning tezligi 3 marta kamayadi? A) 15.    B) 10.    C) 7,5.    D) 7.    E) 5.
88. Yuqoriga tik otilgan jism  $2 \text{ s}$  vaqt momentida  $4 \text{ m}$  balandlikdan ikbinchi marta o'tdi. Jismning boshlang'ich tezligi qanday ( $\text{m/s}$ ) bo'lgan?
- A) 4.    B) 8.    C) 14.    D) 12.
89. Jism  $40 \text{ m/s}$  tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qancha vaqtadan (s) so'ng u  $60 \text{ m}$  balandlikda bo'ladi? A) 1,5.    B) 2 va 6.    C) faqat 6.    D) 4.    E) faqat 2.
90. Tik yuqoriga otilgan jism yo'lning ikkinchi yarmini  $1 \text{ s}$  da o'tsa, u qanday (m) balandlikka ko'tariladi? A) 10.    B) 40.    C) 30.    D) 20.    E) 50.
91. Vertikal yuqoriga otilgan jism yo'lning oxirgi  $1/4$  qismini  $1 \text{ s}$  da o'tsa, u necha sekund davomiaa ko'tariladi? ) 4.    B) 1.    C) 2,5.    D) 3.    E) 2.
92. Ancha baland bo'lган nuqtadan modullari bir xil va  $5 \text{ m/s}$  ga teng bo'lган tezliklar bilan ikki jism bir paytda otildi: biri tik yuqoriga, ikkinchisi tik pastga.  $2 \text{ s}$  dan so'ng ular orasidagi masofa qanday (m) bo'ladi? A) 10.    B) 40.    C) 20.    D) 50.
93. Bir nuqtadan ikki jism bir vaqtida harakat qila boshladi: ulardan biri  $40 \text{ m/s}$  tezlik bilan vertikal yuqoriga otildi, ikkinchisi esa erkin tusha boshladi. Necha sekunddan so'ng ular orasidagi masofa  $120 \text{ m}$  bo'ladi?
- A) 9.    B) 0,33.    C) 1,5.    D) 3.    E) 5,55.
94. Bir xil balandlikdan birinchi jism  $10 \text{ m/s}$  tezlik bilan yuqoriga otildi, ikkinchisi esa erkin tusha boshladi. Birinchi jism boshlang'ich holatga kelganda, ikkinchisi yerga tushgan bo'lsa, jismlar boshida qanday (m) balandlikda bo'lgan?
- A) 20.    B) 30.    C) 22,5.    D) 15.    E) 25.
95. Havo shari yuqoriga  $5 \text{ m/s}$  tezlik bilan ko'tarilmoqda. Yerdan  $100 \text{ m}$  balandlikda shardan  $20 \text{ kg}$  massali ballast tashlansa, u yerga necha sekundda tushadi?
- A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 4.    E) 5.
96. Har bir qavatning balandligi  $2,5 \text{ m}$  bo'lsa, 11-qavatning balkonidan  $20 \text{ m/s}$  tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism yerga qancha vaqtida (s) tushadi?
- A) 2.    B) 4.    C) 8.    D) 5.    E) 3.
97. Yuqoriga  $10 \text{ m/s}$  o'zgarmas tezlik bilan tik ko'tarilayotgan havo shari savatidan tushib ketgan jism yerga  $6 \text{ s}$  da tushgan bo'lsa jism yerga tekkan vaqtida havo shari yerdan qanday (m) balandlikda bo'lgan?
- A) 75.    B) 100.    C) 180.    D) 150.    E) 125.
98. G'ishtlar ortilgan taglikni kran  $1 \text{ m/s}$  tezlik bilan ko'tarmoqda. Taglikdan tushib ketgan g'isht yerga  $2 \text{ s}$  da tushgan bo'lsa, g'isht necha metr balandlikdan tushib ketgan?
- A) 19.    B) 18.    C) 20.    D) 22.    E) 24.
99. Vertolyot tik yuqoriga  $2,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilmoqda.  $12 \text{ s}$  dan so'ng

vertolyotdan tushib ketgan jism yerga necha m/s tezlik bilan tushadi?

A) 67.    B) 40.    C) 60.    D) 50.    E) 55.

100. Ikki jism 20 m/s tezlik bilan 2 s oralatib yuqoriga tik otildi. Ular qanday (m) balandlikda uchrashadi?    A) 5.    B) 10.    C) 15.    D) 20.    E) 7,5.

101. Ikki sharcha bir nuqtadan, bir xil 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan 1 sekund vaqt intervali bilan yuqoriga tik otildi. Ikkinci sharcha otilgandan necha sekund vaqt o'tgach, sharlar uchrashadi?    A) 2.    B) 1,5.    C) 0,75.    D) 0,5.

102. Ikki jism 20 m/s tezlik bilan 2 s oralatib, yuqoriga tik otildi. Ikkinci jism otilgan pavtdan necha sekund vaqt o'tgach, ularning tezliklan modul jihatdan tenglashadi?

A) 0,5.    B) 1.    C) 1,5.    D) 2.    E) 3.

103. Bitta nuqtadan  $\Delta t$  vaqt oralig'i bilan ikkita jism  $v$  tezlik bilan yuqoriga tik otilai 1-jism otilgandan qanday vaqt o'tgach ular ucnrashadilar?

A)  $2v/g + \Delta t$ .    B)  $\frac{v}{g} - \frac{\Delta t}{2}$ .    C)  $\frac{v}{g} - 2\Delta t$ .    D)  $\frac{v}{g} + 2\Delta t$ .    E)  $\frac{v}{g} + \frac{\Delta t}{2}$ .

104. Bir xil tezlik bilan, 2 s oralatib, yuqoriga tik otilgan ikki jism 40 m balandlikda uchrashishgan bo'lsa, ularning boshlang'ich tezligi qanday (m/s) bo'lgan?

A) 10.    B) 20.    C) 30.    D) 40.    E) 60.

105. Ikki jism bir xil tezlik bilan 2 s oralatib, yuqoriga tik otildi. Agar ikkinchi jism otilgan paytdan 15 s oigach, bu iismlaming tezlik modullari tenglashgan bo'lsa, ularning boshlang'ich tezligi qanday (m/s) bo'lgan?

A) 15.    B) 25.    C) 30.    D) 35.    E) 45.



## II BOB. DINAMIKA ASOSLARI



4.1.1643–31.3.1727  
92 – rasm.

Biz kinematikada jismning harakatini o'rganganda jismga ta'sir qiluvchi kuchlarni e'tiborga olmadik. Harakat turlaridan ilgarilanma va aylanma harakatlar haqidagi ma'lumotlarni o'rgandik.

Tekis va o'zgaruvchan harakatlarni bilamiz. Endi kuch ta'siridagi jismlarning harakatini o'rganamiz.

Jismlarning kuch ta'sirida harakatini mexanikaning dinamika bo'limi o'rganadi. **Dinamika** yunoncha **dynamikas** so'zidan olingan bo'lib, **kuchga oid** degan ma'noni bildiradi.

## HARAKAT QONUNLARI

Dinamikaning asosiy qonunlari uchta bo'lib, ular harakat qonunlari deyiladi. Ingliz olimi *Isaak Nyuton* (1643 – 1727) kashf qilgan harakat qonunlari 1687-yilda nashr etilgan. Bu qonunlar uning sharafiga **Nyuton qonunlari** deb ataladi (92–rasm). Nyuton qonunlari insoniyatning ko'p asrlik tajribasi natijalarini mumlashtirish yo'li bilan vujudga kelgan.

## 11-§. NYUTONNING BIRINCHI QONUNI. NYUTONNING IKKINCHI QONUNI

Harakatning birinchi qonuni Galileya ham ma`lum edi. Nyuton uni aniq ifodaladi va harakat qonunlari sistemasiga kiritdi.

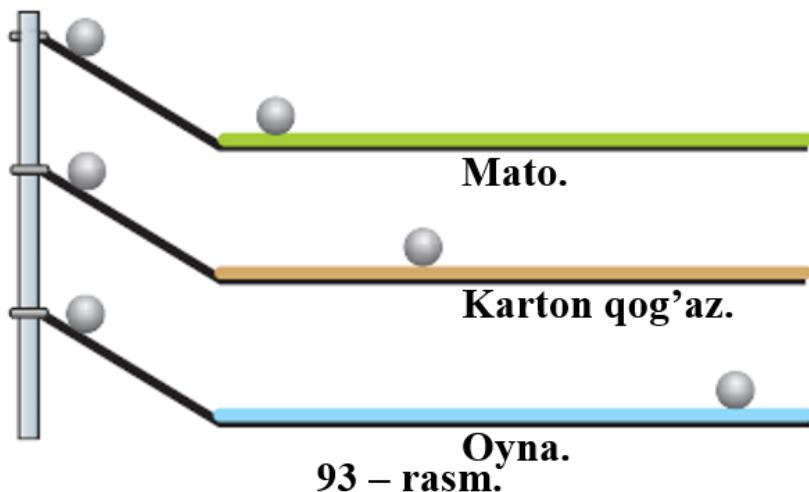
### Nyutonning birinchi qonunini tushunishga yordam beradigan misollar

Faraz qilaylik, gorizontal stolda shar turgan bo`lsin. Kundalik kuzatishlar shunga ishontiradiki, sharga boshqa jism ta`sir qilib, bu vaziyatdan chiqarib yubormaguncha u joyida turaveradi.

Qarab chiqilgan misol va boshqa shunga o`xshash ko`plab kuzatishlardan ma`lum bo`ladiki, agar jismga boshqa jismlar ta`sir qilmasa, jism nisbiy tinchlik vaziyatini saqlaydi.

Gorizontal stolga qiya nov o`rnatamiz. Novning tushish joyi-stol ustiga dag`al mato yopishtiramiz. Novning yuqori qismidan po`lat sharchani qo`yib yuboramiz. Sharcha novdan dumalab o`z inertligi tufayli gorizontal stol bo`ylab dumalaydi, lekin tezda to`xtaydi (93-a rasm). To`xtashining sababi, aftidan, sharchaning mato bilan ishqalanishidir. Sharcha to`xtashining sababi to`g`risidagi tasavvurni tekshirish uchun matoni o`rniga karton qog`ozni qo`yib tajribani takrorlaymiz. Sharcha endi uzoqroqqa dumalab boradi (93-b rasm).

Agar stolga novga taqab oyna listini yotqizsak, sharcha yana ham uzoqroqqa dumalab boradi (93-d rasm).



O`tkazilgan tajribalar sharchaning to`xtash sababi ishqalanish ekanligi to`g`risidagi tasavvurimizni tasdiqlaydi: ishqalanish qancha kam bo`lsa, sharcha bosib o`tadigan masofa shuncha katta bo`ladi.

Ishqalanish yo`qoldi deb faraz qilamiz. Ravshanki, bu holda sharcha to`g`ri chiziqli va tekis harakatini unga boshqa jism ta`sir qilmaguncha va uning harakatlanish yo`nalishini yoki modulini o`zgartirmaguncha davom ettiradi.

Bunda sharchaning inertligi namoyon bo`ladi. Shuning uchun bunday “erkin” jism (ya`ni, jismga boshqa hech qanday jismlar ta`sir qilmaydi) harakatiga **inersiya bo`yicha harakat** deyiladi.

## Nyutonning birinchi qonuni

Biz jismlarning nisbiy tinchligi va sharchaning harakatlanishi to'g'risidagi masalalarni tahlil qildik. Galileo Galiley birinchi bo'lib, har tomonlama va chuqur tahlil qildi va jismga boshqa jism ta'sir qilmagan holda, u yo tinch turadi, yo inersiya bo'yicha to'g'ri chiziqli va tekis harakat qiladi, degan xulosaga keldi.

Galileygacha grek olimi Aristotel ta'limoti hukm surdi, uning ta'limotiga ko'ra jismga boshqa jismlar (kuchlar) ta'sir qilgandagini harakatlanadi deyiladi.

Nyuton, XVII asrning boshqa olimi kabi Galileyning haq ekaniga ishonar edi va harakat qonunlari sistemasiga inersiya qonunini kiritdi hamda uni quyidagicha ta`rifladi:

*Har qanday jism unga boshqa jismlar ta'sir qilib, boshlang'ich holatini o'zgartirmaguncha o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatli boshlang'ich holatini saqlaydi.*

Bu qonun inersiya qonuni yoki Nyutonning birinchi qonuni deb ataladi.

### Inertlik

Jismning tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlashga intilish qobiliyatiga **inertlik deb** aytildi. Shuning uchun ham Nyutonning birinchi qonunini inertsiya qonuni ham deyiladi.

Masalan: avtobus to'satdan yurib ketsa, uning ichida turgan odam orqaga mukkayib ketadi. Chunki bu odam o'zining tinch holatini saqlaydi.

Agar harakatdagi avtobus to'satdan tormoz bersa, uning ichida turgan odam oldinga qalqib ketadi (94-rasm). Chinki bu holda ham odam o'zining harakatdagi holatini saqlashga intiladi.



94 – rasm.

Jismlarning o'z holatini saqlashga intilishi inersiyaning nomayon bo'lishidir. Barcha jismlar inersiyaga ega.

Inersiya tufayli jismning tezligini to'satdan (bir onda) oshirib yoki kamaytirib bo'lmaydi. Jism holatini o'zgartirish uchun ma'lum vaqt kerak.

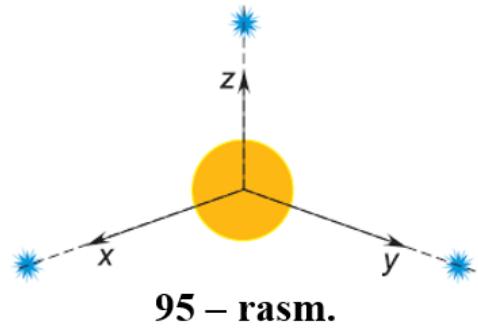
Shuni qayd etish kerakki, Nyuton qonunlari faqatgina inertsial sanoq sistemalardagina bajariladi.

## Inertsial sanoq sistemasi

Nyuton qonunlari bajariladigan sanoq sistemalariga *inertsial sanoq sistemalari* deyiladi. Inertsial sanoq sistemasiga nisbatan tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan har qanday sistema inertsial sanoq sistemasi bo'ladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, gelotsentrik (koordinata boshlari Quyoshning markazida) sistemani inertsial sanoq sistemasi deb hisoblash mumkin (95-rasm). Fizikada juda ko'p sistemalar inertsial sanoq sistemalari sifatida qaraladi, chunki bu hollarda yo'l qo'yiladigan xatoliklar e'tiborga olmaydigan darajada kichik bo'ladi.

Nyuton qonunlari bajarilmaydigan har qanday sanoq sistemasiga *noinertsial sanoq sistemasi* deyiladi.



95 – rasm.

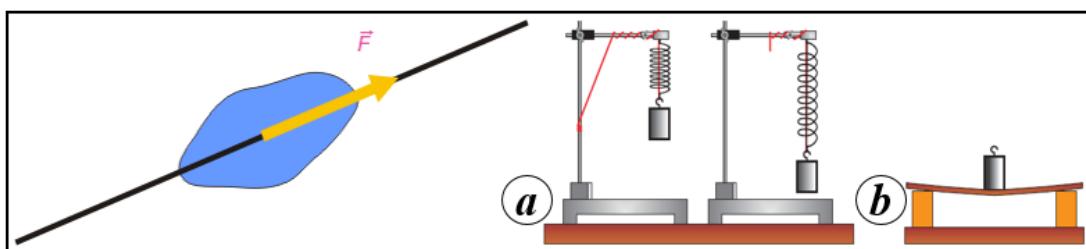
## Kuch

Jismlarning o'zaro ta'siri turli xil bo'lishi mumkin. Masalan, aynan bir xil prujinani yosh bola katta yoshdagi odamga qaraganda kam cho'zadi.

Fizikada jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlash uchun muhim kattalik–kuch kiritilgan. Kuch tushunchasi dastlab odamning muskul zo'riqishini tavsiflash uchun ishlataladi. O'ldirilgan hayvonning nimtalangan go'shtini ko'tarish, suvdan baliqni tortib olish, toshni qo'zg'atish yoki olib tashlash uchun odam o'z muskullarini turlicha zo'riqtirishga to'g'ri kelgan. Shunday qilib, kundalik tajribadan odamda uning tanasini o'rab olgan narsalar bilan o'zaro ta'sirlashish o'lchovi haqida, birinchi kuch haqidagi dastlabki tasavvurlar hosil bo'lgan.

Keyinroq kuch tushunchasi fanga o'tdi. Undan jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlash uchun foydalaniadi.

Jismlar o'zaro ta'sirlashganda harakatlanish tezligi o'zgarishi mumkin, shu sababli kuch va jismning o'zaro ta'siri natijasida olgan tezlanish yo'naliishi bilan mos keluvchi yo'naliish beriladi. Kuch ta'sir qilayotgan to'g'ri chiziqni kuchning ta'sir chizig'i deb ataladi (96–rasm). Bunga kuchning dinamik namoyon bo'lishi deyiladi. Shuningdek kuch ta'sirida jism deformatsiyalanishi, ya'ni shakli va o'lchamlarini ham o'zgartirishi mumkin (97–a,b rasm). Bunga kuchning statik namoyon bo'lishi deyiladi.



96 – rasm.

97 – rasm.

Kuch vektor kattalik bo'lib, nafaqat son qiymati bilan balki yo'naliishi va qaysi nuqtaga qo'yilishi bilan ham harakterlanadi (98–rasm).

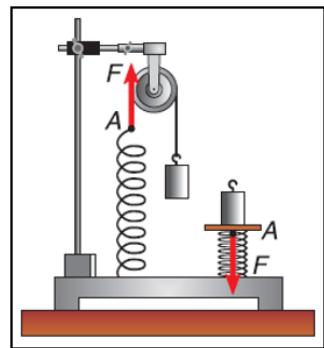
Kuch–vektor kattalik bo’lib, jismga boshqa jismlar va maydonlar tomonidan ko’rsatilayotgan mexanik ta’sirning o’lchovi xisoblanadi, va natijada jism yoki tezlanish oladi yoki o’zining shakli va o’lchamlarini o’zgartiradi.

### Xulosa:

Kuch–jismlarning harakatlanish tezligini o’zgartiradi.

Kuch–Jismlarning shakli va o’lchamini o’zgartiradi.

Kuch–Vektor kattalik yo’nalishga va son qiymatga ega.



**98 – rasm.**

### Kuchning belbilanish va birligi

Kuch  $F$  harfi bilan belgilanadi va Xalqaro birliklar sistemasida uning birligi qilib **nyuton** ( $N$ ) qabul qilingan. Amalda kuchni o’lchashda **millinyuton** ( $mN$ ) va **kilonyuton** ( $kN$ ) ham ko’p qo’llaniladi. Bunda:

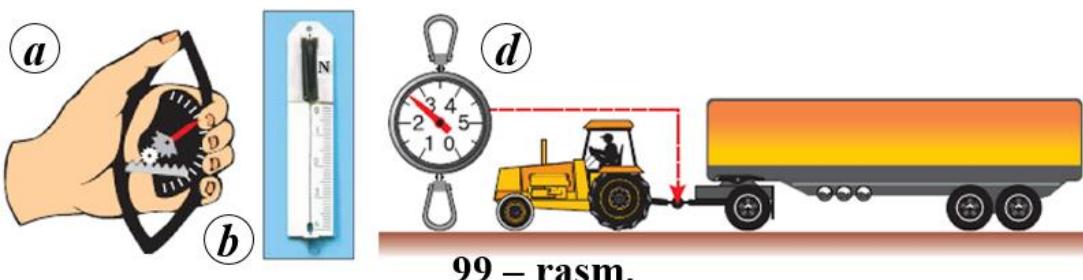
$$1 N = 1000 mN; \quad 1 kN = 1000 N; \quad 1 MN = 1000 000 N.$$

Yoki:

$$1 mN = 0,001 N; \quad 1 N = 0,001 kN; \quad 1 N = 0,000 001 MN.$$

Kuch dinamometr yordamida o’lchanadi.

Dinomametrlar qo’llanilish maqsadiga ko’ra turlicha bo’ladi. Quyidagi 99–rasmda ayrim dinamometrlar tasvirlangan. 99–a rasmida qo’l kuchini o’lchaydigan dinamometr. 99–b rasmida eng oddiy laboratoriya dinamometr. 99–d rasmida katta (tortishish) kuchlarni o’lchaydigan dinamometr.



**99 – rasm.**

### Kuchlarni qo’shish

Turli xil tadqiqotlar uchun tishli uzatmali dinamometr qulay.

U nafaqat pastga tayanchda turgan A jism yuzaga keltiradigan kuchni o’lchashga yoki B jismning osmagaga osilgandagi og’irligini o’lchash inkonini beradi (100–a rasm).

Bunday dinamometr tepaga yo’nalgan kuchni ham o’lchay oladi (100–b rasm).

Kuch–vektor kattalik, shuning uchun moddiy nuqtaga bir nechta kuch ta’sir qilganda, ular geometrik ravishda qo’shiladi. Moddiy nuqtaga ta’sir qiluvchi bir nechta kuchning o’rnini bosuvchi kuchga bu kuchlarning teng ta’sir etuychisi deyiladi. Teng

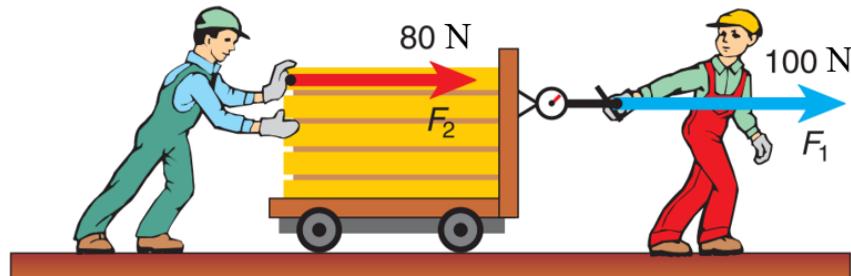
ta'sir etuvchi kuch moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlarning geometrik yig'indisiga teng.

Agar biror jismga bir nechta kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, ulaning teng ta'sir etuvchisi quyidagicha aniqlanadi.

Jismga (aravaga)  $F_1=100N$  va  $F_2=80N$  101-rasmda ko'rsatilgan kuchlar bir tomonga yo'nalgan kuchlar bilan ta'sir qilayorgan bo'lsein. Bunday holda ikkala kuchning teng ta'sir etuvchisini topish uchun kattaliklarini to'g'ridan to'g'ri qo'shiladi.  $F=100N+80N=180N$ .

Demak: kuchlar bir xil yo'nalgan bo'lsa ( $\alpha=0^0$ );

$$F = F_1 + F_2$$

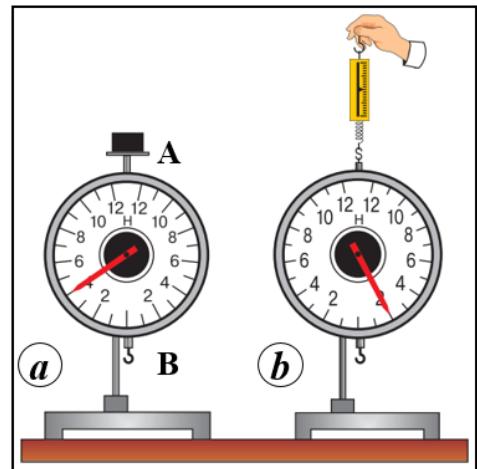


**101 – rasm.**

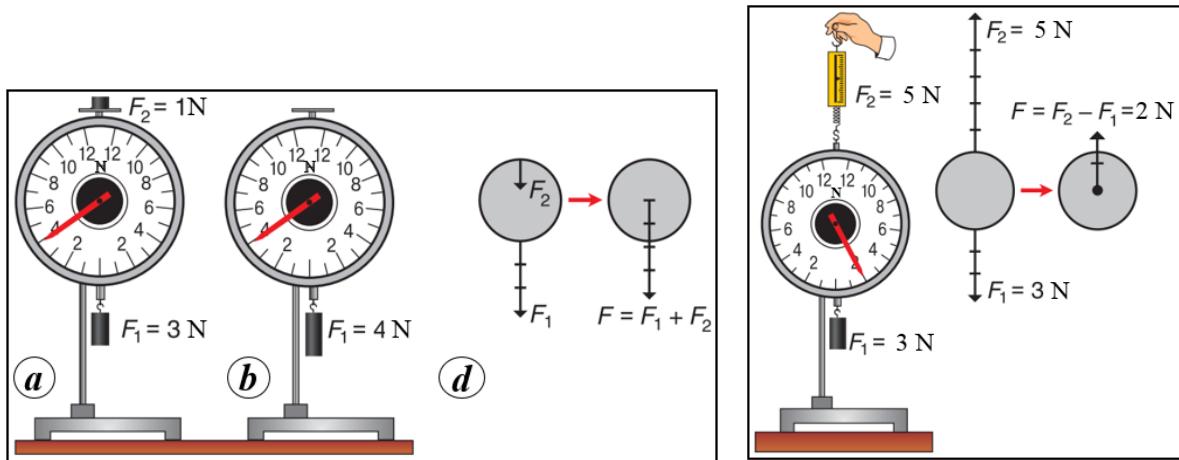
Bu ifodani to'g'iri ekanligini isbotlash uchun quyidagicha tajriba o'tkazamiz, buning uchun bizga 102-rasmda tasvirlangan dinomametr kerak bo'ladi. Dinomametrni igagiga og'irligi  $P_1=F_1=3N$  ga teng bo'lgan yukni osamiz, yuqoridagi pallasiga esa og'irligi  $P_2=F_2=1N$  bo'lgan yuk qo'ysak dinomametr ko'rsatkichi  $4N$  ni ko'rsatadi (102-a rasm). Bunda dinomametr ilgagiga osilga yuk ilgakni pastga bosadi, yuqoridagi pallasiga qo'yilgan yuk ham dinomametr pallasini pastga bosadi, ikkala kuchning ham yo'nalishi bir xil. Natijada ikkala yukning dinomametriga ta'sir qilayotgan kuchlari qo'shilib bitta og'irligi  $4N$  ga teng bo'lgan yukning ta'sir kuchiga teng bo'ladi (102-b rasm). Dinomamatrga ta'sir qiluvchi kuchlar yo'nalishi bir xil bo'lsa, dinomametr ko'rsatkichi ikkla kuchning yig'indisiga teng bo'ladi (102-d rasm).

Agarda dinomametrqa qarama-qarshi yo'nalishda pastga og'irligi  $\vec{F}_1=3N$  ga teng yuk osmaga osilgan va yuqoriga yo'nalgan  $\vec{F}_2=5N$  kuch bilan ta'sir etayotgan bo'lsein. O'zaro qarama-qarshi yo'nalgan ikki kuchni bitta kuch bilan almashtirsa bo'ladi. Bu kuch ularning ayirmasi moduliga teng va katta kuch tomon yo'nalgan bo'ladi. U holga dinomametr ko'rsatkichi  $F=2N$  ni ko'rsadidi (103-rasm).

Bu tajribadan ko'rindaniki jismlarga qarama-qarshi yo'nalishda ya'ni kuchlar orasidagi burchak  $180^0$  ga teng bo'lsa bu kuchlarning teng ta'sir etivchisi quyidagicha topiladi: kuchlarning moduli kattasidan moduli kichkinasi ayrıldi va kuchlarning teng ta'sir etuvchisi yo'nalishi kuchlarning moduli kattalishi yo'nalishida bo'ladi.



**100 – rasm.**



102 – rasm.

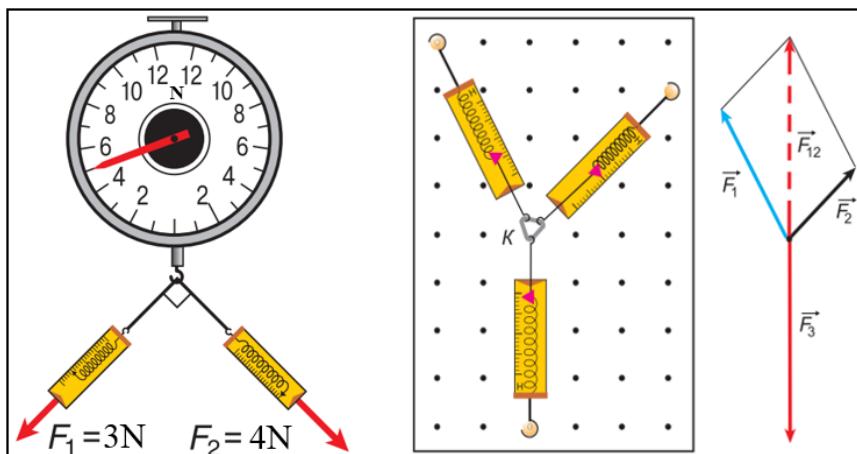
103 – rasm.

$$F = F_2 - F_1$$

Kuchlar o'zaro perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa ya'ni ta'sir qiluvchi kuchlar orasidagi burchak  $\alpha = 90^\circ$  ga teng bo'lsa. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi pifogor teoremasiga asosan quyidagicha topiladi (104–rasm).

$$\alpha = 90^\circ \text{ bo'lsa } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Jism ta'sir qilayotga kuchlar o'zora  $\alpha$  burchak ostida ta'sir qilayotgan bo'lsa. Teng ta'sir etuvchisi  $\bar{F} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$  kabi topiladi (105–rasm).



104 – rasm.

105 – rasm.

Agar kuchlarning teng ta'sir etuvchisi  $0$  ga teng bo'lsa jism tinch holatini saqlaydi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

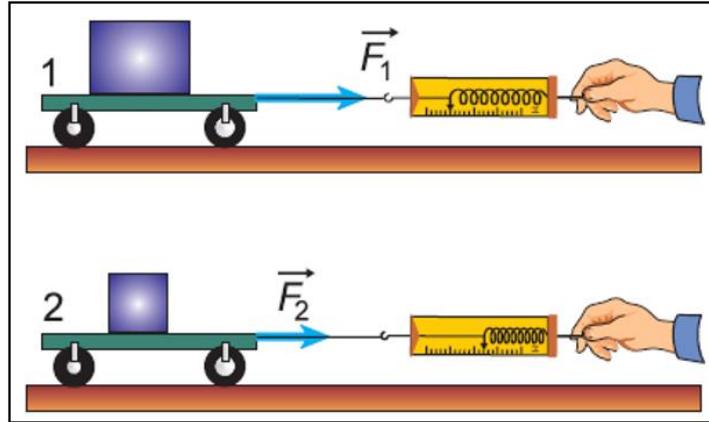
Kuchlarning teng ta'sir etuvchisi faqat bir jismga ta'sir etayotgan kuchlar uchun topiladi.

## Massa

Jismga ta'sir etuvchi kuch bo'lmaganda uning tinchlikdagi yoki harakatdagi o'z holatini saqlash xossasi ***inertlik*** deyiladi.

Jismning inertligi (massasi) qancha katta bo'lsa, uning tinch holatini yoki harakatdagi holatini o'zgartirish shuncha qiyin. Bu holatni quyidagi 106–rasmda ko'rishimiz mumkin,

rasmda ikkita aravachaning harakati ko'rsatilgan. Birinchi aravachaning massasi, ikkinchisi aravachaning massasidan katta. Bundan ko'rindiki qaysi birining massasi katta bo'lsa o'sha aravachani joyidan qo'zga'tish uchun katta kuch kerak bo'ladi, demak bu tajribadan quyidagicha xulosa qilish mumkin massasi katta yuk aravacha o'zining tinch holatini saqlashga ko'proq intildi deyish mumkin.



**106 – rasm.**

Barcha jismlar inertlik xossasiga egadir, jismlarning inertligi turlicha miqdorda bo'ladi. Jismlaming inertligini taqqoslash uchun maxsus kattalik qabul qilingan.

Jismning inertlik xossasini tavsiflaydigan fizik kattalik **massa** deb ataladi va **m** harfi bilan belgilanadi. *Massa* so'zi lotinchadan *bo'lak, parcha* degan ma'noni anglatadi.

Jism massasi quyida keltirilgan formula orqali topiladi:  $m = \rho V$

Bu yerda  $\rho$  – jism zichligi,  $V$  – jism hajmi  $V = abc$ .

Yuqorida keltirilgan jism massasini topish formulasi bir jinsli bo'lgan jismlar uchun.

Agar jism massasi aralashmaning massasidan iborat bo'lsa bunga jism massai qiyidagich topiladi.

Aralashmaning massasi:  $m = m_1 + m_2$

Bu yerda  $m_1$  va  $m_2$  aralashmadigi maddalarining massasi.

Agar  $m_1 = \rho_1 V_1$  va  $m_2 = \rho_2 V_2$  ga teng ekanligini e'tiborga olsak u holda aralashmaning massasi:

$$m = \rho V = \rho(V_1 + V_2) = \rho \left( \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} \right) = \rho \left( \frac{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}{\rho_1 \rho_2} \right)$$

yoki

$$m = \rho \left( \frac{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}{\rho_1 \rho_2} \right) \text{ kabi bo'ladi.}$$

$$m = \rho \left( \frac{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}{\rho_1 \rho_2} \right) \text{ dan aralashmaning zichlikgi } \rho = \frac{m \rho_1 \rho_2}{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1} \text{ ga teng.}$$

### Massa birligi

Xalqaro birliklar sistemasida massaning birligi qilib **kilogramm (kg)** qabul

Kilogrammning etaloni qilib platina va iridiy metallari qotishmasidan silindr shaklida tayyorlangan 1 kg massali jism qabul qilingan. Uning asl nusxasi Parij yaqinidagi Sevr shaharchasida Xalqaro o'lchovlar byurosida saqlanadi.

Temperaturasi 4°C bo'lgan 1 dm<sup>3</sup> (1 litr) hajmdagi sof (distillangan) suvning massasi 1

kg ga teng.

Jismlarning massasini tarozilar yordamida o'lchanadi. Tarozilarning quyidagi turlari mavjud, shayinli tarozi (107–*a* rasm), purjinali tarozi (107–*b*, *d* rasm), elektron tarozi (107–*c* rasm).

Massa skalyar kattalikdir. Sklayar kattaliklar ustida amallar oddiy natural sonlar ustidagi amallar kabi bajariladi.

Massa bu materiyaning muhim xossalarini (inert, gravitatsiya, energetik) ifodalashi tabiatning eng muhim qonunlaridan biridir.

Jismning massasi fazoning istalgan nuqtasida bir xil ya'ni o'zgarmasdir.

Jism fazoning istalgan nuqtasida bo'lmasin uning massasi o'zgarmaydi. Masalan: Yerda turgan 8 kg massali jism, Oyda va boshqa sayyoralarda ham jism massai o'zgarmaydi ya'ni 8 kg ga teng bo'ladi.



**107 – rasm.**

### Zichlik

Menzurkaga ma'lum miqdorda iliq suv solaylik. Hajmini belgilab, unga choy qoshiqda shaker solib eritaylik. Bunda suvning hajmi o'zgarmaganligini ko'ramiz. Shakarni tashkil etgan zarralar suv zarrachalari oralig'iga tarqalib ketadi. Demak, moddani tashkil etgan zarralar bir – biridan ma'lum masofada joylashar ekan. Bundan tashqari, turli moddalar zarrachalarining massasi turlicha bo'ladi. Moddaning bu xususiyati zichli deb ataluvchi fizik kattalik orqali ifodalanadi.

**Zichlik** deb, moddaning birlik hajmiga to'g'ri kelgan massasiga aytildi.

Zichlik  $\rho$  (ro) harfi bilan belgilanadi.

Zichlikni XBS da birligi qilib  $kg/m^3$  qabul qilingan.  $kg/m^3$  dan tashqari  $g/sm^3$ ,  $g/mm^3$  kabi birlikkarda o'lchanadi.

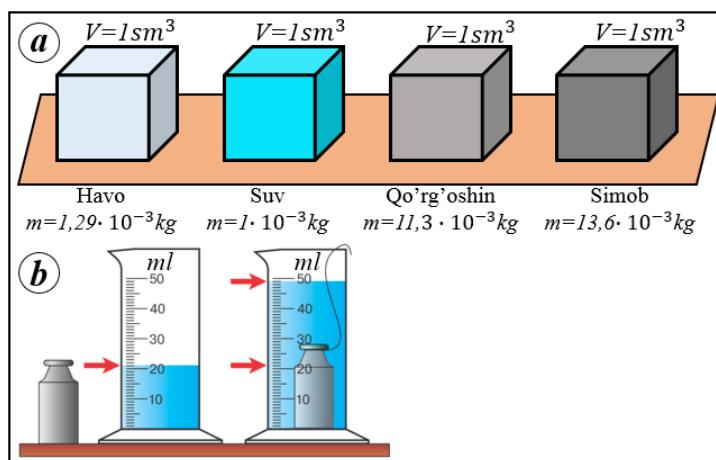
$\rho_{temir}=7800\ kg/m^3$ . Bu, temirdan yasalgan, tomonlari  $1m$  dan bo'lgan kubning massasi  $7800\ kg$  ga teng bo'ladi deganidir. Xuddi shunday hajmi  $1\ m^3$  bo'lgan mis kubning massasi  $8900\ kg$  bo'ladi.

Zichlikning birligi  $\frac{kg}{m^3}$  gan  $\frac{g}{sm^3}$  ga quyidagicha o'tiladi.

$\rho = \frac{1kg}{m^3} = \frac{1000\ g}{1000000\ sm^3} = 0,001\ \frac{g}{sm^3}$ . Gazlarning zichligi kichik, suyuqliklarda kattaroq bo'ladi. Qattiq jismlarning zichligi gaz va suyuqliklarning zichliklarida katta bo'ladi (108 – *a* rasm). Quyidagi jadvalda ayrim moddalarning zichliklari keltirilgan.

<b>Nº</b>	<b>Modda</b>	$\rho, 10^3 \text{ kg/m}^3$	<b>Nº</b>	<b>Modda</b>	$\rho, 10^3 \text{ kg/m}^3$
<b>Qattiq jism</b>					
1	Aluminy	2,7	5	Qo'rg'oshin	11,3
2	Muz	0,9	6	Kumush	10,5
3	Mis	8,9	7	Po'lat	7,8
4	Qalay	7,3	8	Xrom	7,2
<b>Suyuqlik</b>					
1	Benzin	0,70	4	Neft	0,80
2	Suv	1,0	5	Simob	13,6
3	Kerosin	0,80	6	Spirit	0,79
<b>Gazlar</b>					
(normal sharoitda)					
<b>Nº</b>	<b>Modda</b>	$\rho, \text{kg/m}^3$	<b>Nº</b>	<b>Modda</b>	$\rho, \text{kg/m}^3$
1	Azot	1,25		Havo	1,29
2	Vodorod	0,09		Kislorod	1,43

Demak biror moddaning yoki jismning zichligini aniqlash uchun uning hajmi va massasini o'lchab topilar ekan. Har qanday shakildagi jismlarning massasini tarozida o'lchash mumkin. Lekin hajmini har doim ham chizg'ich bilan aniqlab bo'lmaydi. Masalan: toj, bilakuzuk, zirak, tarozi toshlari. Suvda erimaydigan jismlarning hajmi quyidagi 108 – b rasmida korsatilgandek aniqlanadi. Demak, tarozi toshining hajmi  $49,9 \text{ ml} - 20,1 \text{ ml} = 29,8 \text{ ml}$  ga teng.



**108 – rasm.**

Hajmni XBS da birligi qilib  $\text{m}^3$  qabul qilingan. Asosiy birlikdan tashqari  $\text{sm}^3$ ,  $\text{mm}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{km}^3$  kabi birliklarda o'lchanadi.

### Nyutonning ikkinchi qonuni

**Jismning tezlanishi faqat kuchlar tasirida yuzaga keladi. Bu tezlanish qanday topiladi? U qayerga yo'nalgan? Uning moguli qanday?**

Yuqoridagi savolga javob berish uchun quyidagicha tajribalarni o'tkazamiz:

Dastlab o'zgarmas massali jismga ( $m = \text{const}$ ) turli kuchlarning ta'sirini ko'raylik. Masalan, futbol to'pini yosh bola, uspirin va futbolchi tepsin. Tabiiyki to'p eng katta tezlanishni futbolchi tepganida oladi, boshqacha aytganda jismning oladigan tezlanishi unga ta'sir etayotgan kuchga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni  $a \sim F$

Endi futbolchi ( $F = \text{const}$ ) rezina koptokni, futbol to'pini va bokschilar mashq o'tkazadigan to'pni tepgan holni ko'raylik. Bu tajribadan ko'rindiki futbolchi futbol to'piga kata tezlanish beraoladi, o'zgarmas kuch ta'sirida jismning oladigan tezlanishi uning massasiga teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi, ya'ni:  $a \sim \frac{1}{m}$

Agar yuqoridagi xulosalarni umumlashtirsak  $a = \frac{F}{m}$  ni hosil qilamiz.

Agar  $\vec{a}$  tezlanish yo'nalishi jismga ta'sir qilayotgan  $\vec{F}$  kuch yo'nalishi bilan mos tushsa, u holda formulani vektor shaklida yozish mumkin:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Bu munosabat Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi va u quyidagicha ta'riflanadi:

**Jismning boshqa jism bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida olgan tezlanishi unga ta'sir qilayotgan kuchga to'g'ri proporsional va uning massasiga teskari proporsional.**

Yuqoridagi formuladan kuchni aniqlasak  $\vec{F} = \vec{a}m$  ni hosil qilamiz. ifoda kuchning SI dagi birligi (nyuton) nimaga tengligini aniqlashga imkon beradi.

$$[F] = [m][a] = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}}{\text{s}^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$$

1N kuch deb 1kg massali jismga  $1\text{m/s}^2$  tezlanish bera oladigan kuchga aytildi.

Massa-m, jismning inertligini ifodalovchi kattalik. Inert massa va gravitatsion massa tengdir ( $\rho$ -zichlik,  $V$ -hajm)

$$m = \frac{F}{a}, \quad m = \rho \cdot V.$$

Tezlanishning dinamikadagi qiymati  $a = \frac{F}{m}$  ni e'tiborga olsak u holda kinematikadagi  $\vartheta = \vartheta_0 \pm at$  va  $S = \vartheta_0 t \pm \frac{at^2}{2}$  formulalar quyidagicha o'zgaradi.

$$\vartheta = \vartheta_0 \pm \frac{F}{m} \cdot t \quad \text{va} \quad S = \vartheta_0 t \pm \frac{Ft^2}{2m}.$$

### Mavzuga doir test

1. Kuch deb nimaga aytildi?

A) jismarning o'zaro ta'sirini miqdor va yo'nalish jihatdan xarakterlaydigan kattalikka.

B) jismarning o'zaro ta sinni faqat miqdor jihatdan xarakterlaydigan kattalikka.

C) jismarning o'zaro ta'sirini faqat yo'nalish jihatdan xarakterlaydigan kattalikka

D) jiismning inertlik xossasini xarakterlaydigan kattalikka.

2. Quyidagilarning qaysi biri Nyutonning birinchi qonuniga zid eraas?

A) agar jismga tashqi kuchlar ta'siri o'zaro muvozanatlashgan bo'lsa, u boshqa har qanday jismga nisbatan ozining to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

B) tashqi kuchlar ta'sir etmaydigan jism boshqa har qanday jismlarga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.

C) tashqi ta'sirlar o'zaro muvozanatlashgan yoki tashqi kuchlar ta'sir etmaydigan jismlar birliirlariga nisbatan hatnisha to'g'rt chiziqli tekis harakat qiladilar.

D) jismga ta'sir etayotgan tashqi kuchlar yig'indisi nolga teng bo'lsa, bu jism boshqa har qanday jismga nisbatan o'zining linchlik holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

3. Jismga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng. U inersial sanoq sistemada qanday harakat qilaai?

A) tezligi o'zgarmas bo'ladi. B) tezligi oshib boradi.

C) tezligi kamayib boradi. D) tezligi albatta nolga teng bo'ladi.

4. Jismga ta'sir qilavotgan hamma kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, jism qanday harakat qiladi?

A) tezligi ortib boradi. B) tezligi kamayib boradi.

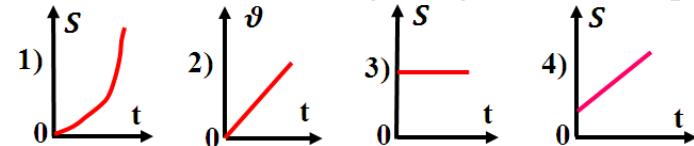
C) to'g'fi chizia bo'ylab doimiy tezlik bilan.

D) aylana bo'ylab doimiy tezlik bilan.

5. Agar inersial sanoq tizimiga nisbatan harakatdagi jismga ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, jismning harakat traektoriyasi qanday bo'ladi? A) parabola. B) nuqta. C) to'g'ri chiziq. D) aylana.

6. Moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlar muvozanatda bo'lgandagi harakatlar qaysi grafiklarda tasvirlangan?

- A) 1,2. B) 2, 3. C) 3, 4.  
D) 2, 4. E) 2, 3, 4.



7. Nyutonning birinchi qonunini tavsiflovchi ifodani ko'rsating.

A)  $\vartheta = \text{const}$ ,  $F \sim 0$ . B)  $\vartheta = \text{const}$ ,  $\vartheta = \text{at}$ .

C)  $F = \text{const}$ ,  $\vartheta = \vartheta_0 + \text{at}$ . D)  $F = 0$ ,  $s = \text{const}$ .

8. Avtomobil yo'lning to'g'ri chiziqli gorizontal qismida doimiy tezlik bilan harakat qilmoqda. Avtomabilga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday yo'nalga?

A)  $F = 0$ . B) yuqoriga. C) pasiga. D) oldinga.

9. Avtomobil to'g'ri gorizontal yo'lida o'zgarmas tezlik bilan harakatlanmoqda. Unga ta'sir qilavotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi haqida nima deyish mumkin?

- A) qarshilik kuchiga teng va harakat yo'nalishida.  
B) og'irlilik va ishqalanish kuchlari yig'indisiga teng.  
C) og'irlilik kuchiga teng va yuqoriga yo'nalgan.  
D) qarshilik kuchiga teng va harakat yo'nalishiga qarshi yo'nalgan.  
E) TJY.

10. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda bo'lgan jismga ta'sir etuvchi kuch yoki kuchlar teng ta'sir etuvchisining ...

A) moduli va yo'nalishi o'zgaradi. B) nolga teng.

C) moduli o'zgarmaydi, yo'nalishi uzlusiz o'zgaradi.

D) yo'nalishi va moduli o'zgarmaydi.

11. Avtomobil gorizontal yo'lda tekis harakatlanmoqda. Qarshilik koeffitsienti 2 marta ortsa, tezligi o'zgarmay qolishi uchun avtomobilning tortish kuchini qanday o'zgartirish kerak?

A) 2 marta orttirish.      B) 2 marta kamaytirish.

C) 4 marta orttirish.      D) 4 marta kamaytirish

12. Chizmadagi qaysi qismlarda ishqalanish kuchi tortish kuchiga teng? ( $\vartheta$ -harakat tezligi,  $t$  – vaqt).

A) III.      B) I, III.      C) II.

D) IV.      E) V.

13. Teng ta'sir etuvchi kuch yoki natijalovchi kuch deb qanday kuchga aytildi?

A) ishqalanish kuchidan tashqari jismga qo'yilgan barcha kuchlarning algebraik yig'indisiga teng bo'lgan kuch.

B) jismga qo'yilgan kuchlarning biror o'qdagi proeksiyalarining yig'indisiga teng bo'lgan kuch.

C) jismga qo'yilgan kuchlarning geometrik yig'indisiga teng bo'lgan kuch.

D) jismga qo'yilgan kuchlarning algebraik yig'indisiga teng bo'lgan kuch.

14. Modullari 6 N va 8 N bo'lgan o'zaro perpendikular ikki kuch jismning bir nuqtasiga qo'yilgan. Bu kuchlar teng ta'sir etuvchisining moduli qanday (N)?

A) 14.      B) 2.      C) 7.      D) 10.

15. Jismning bir nuqtasiga o'zaro  $90^\circ$  burchak ostida 4N 7N kuchlar ta'sir etmoqda. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday (N)?

A) 3.      B) 5,5.      C) 7.      D) 8,1

16. 2N va 3N kuchlar bir nuqtaga qo'yilgan. Kuch yo'nalishlari orasidagi burchak  $90^\circ$ , Teng ta'sir etuvchi kuchning moduli qanday (N)?

A) 1.      B) 5.      C) 13.      D)  $\sqrt{13}$ .

17. 0 nuqtaga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday (N)?

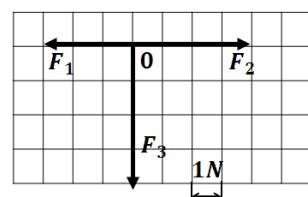
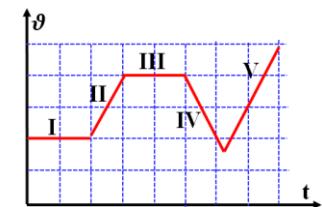
A)  $\sqrt{17}$ .      B) 4.      C) 5.

D)  $\sqrt{3}$ .      E)  $\sqrt{34}$ .

18. Jismning bir nuqtasiga 3 N dan bo'lgan ikkita kuch bir-biriga  $120^\circ$  burchak ostida ta'sir etmoqda. Shu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday (N)?      A) 9.      B) 6.      C) 4,5.      D) 3.      E) 1,5.

19. Yo'nalishlari orasidagi burchak  $120^\circ$  ga, har birining moduli 5 N ga teng bolgan ikki kuch jismning bir nuqtasiga qo'yilgan. Bu kuchlar teng ta'sir etuvchisining moduli qanday (N)?      A) 0.      B) 2,5.      C) 5.      D) 7.      E) 10.

20. Jismning bir nuqtasiga 2 ta 10 N dan bo'lgan kuchlar o'zaro  $60^\circ$  burchak ostida ta'sir etmoqda. Shu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini toping (N).  $\cos 60^\circ = 0,5$ ;  $\sqrt{3} \approx 1,73$ .      A) 20.      B) 17,3.      C) 15,3.      D) 10.      E) 0.

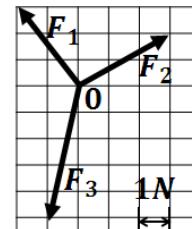


21. Har biri 4 N dan bo'lgan va bir tekislikda yotgan uchta kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli va yo nalishini toping. Birinchi bilan ikkinchi va ikkinchi bilan uchinchi kuchlar orasidagi burchaklar  $60^\circ$ .

- A)  $12\text{ N}$ ;  $\vec{F}_3$  vektor bo'ylab yo'nalган.
- B)  $8\text{ N}$ ;  $\vec{F}_1$  vektor bo'ylab yo'nalган.
- C)  $8\text{ N}$ ;  $\vec{F}_2$  vektor bo'ylab yo'nalган.
- D)  $8\text{ N}$ ;  $\vec{F}_3$  vektor bo'ylab yo'nalган. E) 0.

22. Rasmdagi 0 nuqtaga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday (N)?

- A)  $2\sqrt{26}$ .
- B)  $2\sqrt{13}$ .
- C) 0.
- D)  $\sqrt{13}$ .
- E)  $\sqrt{26}$ .



23. 80 N kuchni o'zaro tik ikki tashkil etuvchiga ajratganda, ulardan biri 60 N ga teng bo'lishi kerak. Ikkinci tashkil etuvchi qanday (N) bo'ladi?

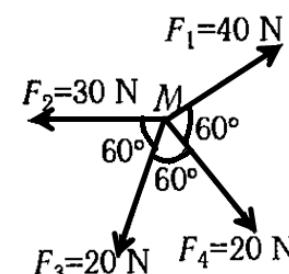
- A) 60.
- B) 80.
- C) 140.
- D) 240.
- E) TJY.

24. Agar nuqtaga ta'sir qilayotgan ikkita  $F_1=F_2=5\text{ N}$  kuchlarning teng ta'sir etuvchisi  $5\sqrt{3}\text{ N}$  ga teng bo'lsa, kuchlar orasidagi burchak qanday?

- A)  $90^\circ$
- B)  $60^\circ$ .
- C)  $45^\circ$ .
- D)  $30^\circ$

25. M moddiy nuqtaga  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  va  $F_4$  kuchlar rasmida ko'rsatilgandek ta'sir qilmoqda. Moddiy nuqta qaysi tomonga va qanday kuch ta'siri ostida harakatlanadi?

- A)  $F_2$  yo'nalishda  $10\text{ N}$ .
- B)  $F_1$  yo'nalishda  $20\text{ N}$ .
- C)  $F_3$  yo'nalishda  $10\text{ N}$ .
- D)  $F_4$  yo'nalishda  $20\text{ N}$ .
- E) TJY.



26. Quvidagi tasdiqlarning qaysi biri to'g'ri?

- A) jismga kuchlar ta'sir etmasa, u harakattanmaydi.
- B) jismga kuch ta'sir etmay qoysa, u to'xtab qoladi.
- C) jism hamisha kuch yo'nalishida harakatlanadi.
- D) jismga kuch ta'sir etsa, uning tezligi o'zgaradit.

27. Agar tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismga ta'sir qiluvchi hamma kuchlarning teng ta'sir etuvchisi biror paytdan boshlab nolga aylansa, shu paytdan boshlab jism ...

- A) erishgan tezligi bilan tekis harakat qiladi.
- B) tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.
- C) o'zgarmas tezlanish bilan harakatini davom ettiradi.
- D) amalda bir onda to'xtaydi.

28. Nyutoning 2-qonuniga berllgan to'g'ri ta'rifni ko'rsating.

- A) jismning tezlanishi unga ta'sir etuvchi har bir kuchga mutanosibdir.
- B) jismga ta'sir etuvchi kuch jism massasiga to'g'ri mutanosib va mutanosiblik koeffitsienti tezlanishdir.
- C) jismga ta'sir etuvchi har qanday kuch shu iism massasi bilan to'la tezlanishining ko'paytmasiga teng.

D) jism olgan tezlanish unga ta'sir etuvchi nattjaviy kuch uo'natishida bo'lib, moduli kuchning moduliga to'g'ri va jism massasiga teskari mutanosibdir.

29. Nyutonning 2-qonuni tenglamasini\_ ko'rsating.

A)  $m = \vec{a}/\vec{F}$ . B)  $\vec{a} = \vec{F}/m$  C)  $\vec{F} = \vec{a}/m$ . D)  $\vec{a} = m\vec{F}$ .

30. Kuch birligi 1 N ni ta'riflang.

A) 10 kg massali jismga  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish beruvchi kuch.

B) 1 kg massali jismga  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish beruvchi kuch.

C) 1 kg massali jismni 1 m ga ko'chiruvchi kuch.

D) 1 kg massati Jismga  $10 \text{ m/s}^2$  tezlanish beruvchi kuch.

31. Kuch birligini ko'rsating.

A)  $\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ . B)  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ . C)  $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$ . D)  $\text{kg}^2\cdot\text{m/s}^2$ . E)  $\text{kg/m}^2$ .

32. Javoblarda berilgan birliklarning qaysi biri  $\text{m/s}^2$  birligining o'rniga ishlatilishi mumkin? A)  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ . B)  $\text{kg}/\text{m}$ . C)  $\text{m/s}$ . D)  $\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ . E)  $\text{N/kg}$ .

33. Bir xil kuch ta'sirida harakatlanayotgan uchta jismning tezlanishlari  $a_1 > a_2 > a_3$  munosabatda bo'lsa, ularning qaysi biri eng inert?

A) barchasi bir xil. B) birinchisi.

C) ikkinchisi. D) uchinchisi.

34. Jismning inertligi nima bilan xarakterlanadi?

A) hajm. B) og'irlilik. C) zichlik. D) massa.

35. Bir xil hajmli to'rtta jismning zichliklari  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$  munosabatda bo'lsa, ulardan qaysi birining inertligi eng katta? A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.

36. O'zgarmas bir xil kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismlarning harakat tenglamalari  $x_1 = 5t^2$  va  $x_2 = 2t^2$  bo'lsa, ularning massalari necha marta farq qiladi? A) 2,5. B) 3. C) 4. D) 5. E) 10.

37. Massasi 6 t bo'lgan, yuk ortilmagan avtomobil  $0,6 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlana boshladi. Agar u o'sha tortish kuchida joyidan  $0,4 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan qo'zgalsa, unga ortilgan yukning massasi necha tonna?

A) 9. B) 4. C) 2. D) 3.

38. 6N kuch ta'sir etayotgan jismning harakat tenglamasi  $x = 5 + 2t + 3t^2$  (m) ko'rinishaa bo'lsa, jismning massasi qanday (kg)?

A) 1. B) 2. C) 6. D) 12. E) 36.

39. Jism 150 N o'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanmoqda. Agar jism koordinatasining vaqt bo'yicha o'zgarishi  $x = 100 + 5t + 0,5t^2$  (m) tenglama ko'rinishida ifodalansa, jism massasi qanday (kg)?

A) 100. B) 30. C) 75. D) 150.

40. Moddiy nuqtaga 6 N kuch ta'sir etadi. Uning harakat tezligi  $\vartheta_x = 10 + 2t$  qonun bo'yicha o'zgaradi. Nuqtaning massasi qanday (kg)?

A) 0,6. B) 3. C) 6. D) 12.

41. Massasi 1 kg bo'lgan jismning harakat tenglamasi  $x = 2t + 15t^2$  (m) ko rinishga ega. Jismga ta'sir etuvchi kuchni aniqlang (N).

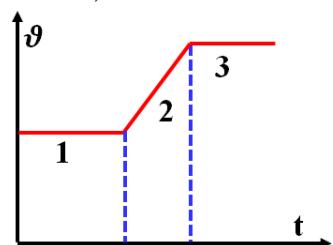
A) 1. B) 2. C) 7,5. D) 15. E) 30.

42. Jism koordinatasining vaqtga bog'lanishi  $x = 10 - 5t + t^2$  qonun bilan ifodalanadi. Agar jism massasi 300 kg bo'lsa, jismga ta'sir etuvchi kuchning x o'qiga bo'lgan proeksiyasi qanday (N)? A) 3000. B) 150. C) 300. D) 600.

43. 60 N kuch jismga  $0,8 \text{ m/s}^2$  tezlanish beradi. Necha nyuton kuch shu jismga  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish beradi? A) 80. B) 100. C) 200. D) 180. E) 150.

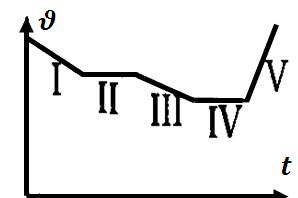
44. Rasmda moddiy nuqtaning harakat tezligi grafigi berilgan. Harakat davomida kuchlarning teng ta'sir etuvchisi haqida nima deyish mumkin?

- A) harakat davomida o'zgarmagan.
- B) 1-oraliqda o'zgarmas; 2-oraliqda ortgan;
- 3-oraliqda o'zgarmas.
- C) 1-oraliqda nol; 2-oraliqda ortgan; 3-oraliqda nol.
- D) t-oraliqda nol; 2-oraliqda o'zgarmas; 3-oraliqda nol.



45. Chizmaning qaysi qismida tortish kuchi ishqalanish kuchidan katta?

- A) I. B) II. C) V.
- D) IV. E) III.



46. Avtomobilning yuki bilan birga massasi 2 marta ortganda tezlanishi Ham 2 marta ortishi uchun tortish kuchini qanday o'zgartirish kerak?

- A) 2 marta kamaytirish. B) 2 marta orttirish.
- C) 4 marta kamaytirish. D) 4 marta orttirish.

47. O'zgarmas kuch ta'sirida harakat boshlagan jism birinchi sekundda  $0,5 \text{ m}$  yo'l bosdi. Agar jismning massasi 25 kg bo'lsa, bu kuch qanday (N)?

- A) 6,25. B) 12,5. C) 20. D) 25. E) 50.

48. Massasi 2 kg bo'lган jism  $5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlanmoqda. Jismga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday (N)?

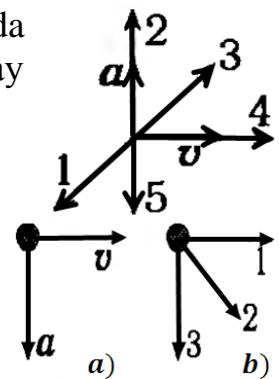
- A) 10. B) 0,4. C) 2,5 D) 50.

49. Moddiy nuqtaning tezligi va tezlanishi o'zaro tik bo'lган paytda unga ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday yo'naligan bo'ladi (rasmga q.)?

- A) 5. B) 4. C) 3. D) 2. E) 1.

50. Jismning tezlik  $\vec{v}$  va tezlanish  $\vec{a}$  vektorlari  $a$ -rasmda ko'rsatilgan.  $b$ -rasmdagi qaysi yo'nalishlar teng ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga to'g'ri keladi?

- A) 1, 3. B) 3. C) 2. D) 1. E)  $F=0$ .



51. 2 kg massali jismga, rasmda ko'rsatilganidek  $F_2 = F_4 = 2 \text{ N}$ ,

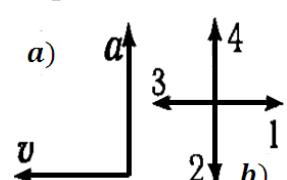
$F_3 = 5 \text{ N}$  kuchlar ta'sir qilmoqda. Jism  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlansa,  $F_1$  kuch qanday (N)? A) 1. B) 2. C) 4. D) 5.

52. O'zgarmas kuch ta'sirida harakatlana boshlagan  $50 \text{ g}$  massali jism  $2 \text{ sekundda}$  1 metr masofani bosib o'tdi. Kuchning kattaligi qanday (N)?

- A) 0,06. B) 0,016. C) 0,025. D) 0,05. E) 0,010.

53. Gaz molekulasi  $\vec{v}$  tezlik va  $\vec{a}$  tezla nish bilan harakatlanmoqda (rasm, "a"). Molekulaga ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisi "b" rasmdagi qaysi yo'nalishga mos keladi?

- A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.



54. Gorizontall tekislikda  $100 \text{ kg}$  massaii jismning o'zgarmas  $2 \text{ m/s}$  tezlikdagi harakatini saqlab turish uchun unga gorizontal yo'nalisnda qanday kuch qo'yish kerak ( $\text{N}$ )? Ishqalanishni hisobga olmang.

- A) 0.      B) 20.      C) 50.      D) 200.

55. Massasi  $1 \text{ kg}$  bo'lgan jism biror o'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanmoqda. Harakat tenglamasi  $x = 50 + 3t + 2t^2$  bo'lsa, jismga ta'sir etayotgan kuch qanday ( $\text{N}$ )?      A) 150.      B) 100.      C) 50.      D) 6.      E) 4.

56. Rasmda massasi  $2 \text{ kg}$  bo'lgan jism tezligi proeksiyasining vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Harakatning har bir bo'lagida jismga ta'sir etuvchi kuch proeksiyasi  $F_x$  qanday ( $\text{N}$ )?

- A) 2. 0; -1.      B) 4; 0 -2.      C) 0; 10, 10.      D) 0; 5; 10.

57.  $10 \text{ cm}$  radiusli po'lat sharga  $0,2 \text{ m/s}^2$  gan kuchni aniqlang ( $\text{N}$ ).  $\rho_p = 7800 \text{ kg/m}^3$ .      A) 6,5.      B) 3,9.      C) 5.      D) 7,8.      E) 15,5.

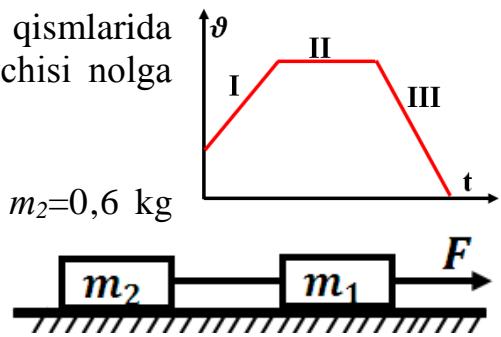
58. Avtomobil  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qilmoqda. Massasi  $75 \text{ kg}$  bo'lgan odam o'rindiq suyanchig'iqa qanday ( $\text{N}$ ) kuch bilan bosadi?

- A) 37,5.      B) 75.      C) 150.      D) 175.

59. Rasmda ko'rsatilgan tezlik grafigining qaysi qismlarida jismga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng?

- A) I, II.      B) II, III.      C) I.      D) III.

60. Rasmda ko'rsatilgan, massalari  $m_1=0,4 \text{ kg}$  va  $m_2=0,6 \text{ kg}$  bo'lgan ikkita brusok  $F=2\text{N}$  kuch ta'sirida ishqalanishsiz tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda.  $m_2$  massali brusokka qanday ( $\text{N}$ ) kuch ta'sir qilmoqda?      A) 0,6.      B) 0,8.      C) 0,9.      D) 1,2.



61.  $18 \text{ km/h}$  tezlik bilan harakat qilayotgan  $800 \text{ kg}$  massali avtomobil, motor o'chirilgach,  $25 \text{ m}$  yurib to'xtadi. Qarshilik kuchi qanday ( $\text{N}$ )?

- A) 300.      B) 350.      C) 380.      D) 400.

62. Quyida keltirilgan formulalarning qaysilari markazga intilma kuchni ilodalaydi:

$$1) F=m\vartheta^2/R; 2) F=m\omega^2R; 3) F=m\omega\vartheta$$

- A) 1; 2; 3.      B) 2.      C) 3.      D) 1; 2.

63. Muvozanat vaziyatidan o'tavotgan matematik mayatnikka ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi  $\vec{F}$  qanday yo'nalgan?

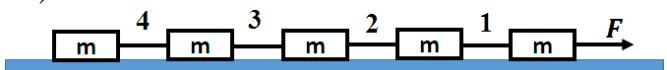
- A) 2.      B) 1.      C) 3.      D) 4.      E)  $F=0$ .

64. Massasi  $20 \text{ g}$  bo'lgan jism  $0,2 \text{ m}$  radiusli aylana bo'ylab  $90 \text{ m/s}$  tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Markazga intilma kuch qanday ( $\text{N}$ )?

- A) 405.      B) 81.      C) 8100.      D) 810.

65. Rasmda ko'rsatilgan bir xil massali yuklar sistemasi  $F$  kuch ta'sirida harakatlanadi. Qaysi nuqtada ipning taranglik kuchi eng katta bo'ladi?

- A) 3.      B) 2.      C) 1.      D) 4.



66. Og'irlik kuchi, Arximed kuchi va muhitnine qarshilik kuchimng jismga ko'rsatadigan ta'sirlarida qanday o'xshashlik mayjud?

- A) uchala kuch ham jismga tezlik beradi.
- B) uchala kuch ham jismga tezlanish beradi.
- C) bu kuchlarning ta'siri jism tezligiga bog'liq.
- D) bu kuchlarning ta'siri jismning harakat tezligiga bog'liq emas.

67. Silliq gorizontal sirt ustida har birining massasi  $m=10\text{ kg}$  bo'lgan va bir-biriga ip bilan bog'langan beshta bir xil brusoklar zanjiri turibdi. Zanjir uchidagi 1-brusokka zanjir yo'nalishida tortuvchi  $F=100\text{ N}$  kuch qo'yilgan. 1- va 2- brusokni bog'lovchi ipning taranglik kuchi qanday ( $\text{N}$ )? A) 60. B) 70. C) 80. D) 85. E) 90.

68. Massalari mos ravishda 80 va 60 kg bo'lgan 2 ta konkichidan birinchisi ikkinchisiga 24 N kuch bilan ta'sir qilsa, ularning har biri necha  $\text{m/s}^2$  tezlanishga ega bo'ladi? A) 3; 4. B) 0,4, 0,3 C) 0,3; 0,4. D) 4, 3.

69. Chizmada keltirilgan sistemaning tezlanishini toping. Ishqalanish kuchini hisobga olmang.

- A)  $g/4$ . B)  $g/3$ . C)  $g/2$ . D)  $2g/3$ .
- 70. Massasi  $m=1\text{ kg}$  bo'lgan jismga to'rtta kuch rasmida ko'rsatilgandek ta'sir etmoqda. Shu kuchlarning ta'sirida jism necha  $\text{m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qiladi? A) 5. B) 4. C) 3. D) 2.

71. Volga avtomobilming massasi 2 t, larda avtomobiliniki 1 t. Volganing tortish kuchi ladanikidan 1,2 marta katta bo'lsa, avtomobillar tezlanishlarining nisbati qanday?

- A) 2, B) 1,4. C) 1,2. D) 0,6. E) 1,67.

72. LAZ avtobusining massasi 8 t. Volga avtomobiliniki 2 t, Avtobusning tortish kuchi avtomobunikiga qaraganda 2 marta katta bo'lsa, ularning tezlanishlari nisbati  $a_1/a_2$  qanday? A) 0,2. B) 0,5. C) 1. D) 3. E) 4.

73. Teng kuchlar ta'sir etuvchi jismlar massalarining nisbati 2:3. Qaysi jism necha marta ortiq (kam) tezlanish oladi?

- A) 1-jism 2 marta ortiq. B) 2-jism 1,5 marta ortiq.
- C) 2-jism 1,5 marta kam, D) 1-jism 2,5 marta ortiq.

74. Rasmida tasvirlangan kuchlar ta'sirida  $m$  massali jism qanday tezlanish oladi? Ishqalanish hisobga olinmasin.

- A)  $5F/m$  B)  $6F/m$ . C)  $m/11F$ . D)  $16F/m$ . E)  $11F/m$

75. Silliq gorizontal stolda yotgan jismga o'zgarmas gorizontal kuch qo'yilgan. Kuchning ta'sir vaqtida qaysi kattalik o'zgarmaydi?

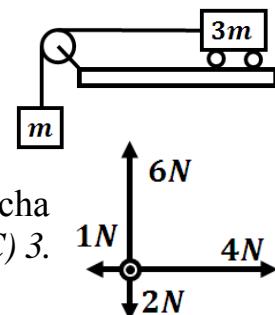
- A) jismning vaziyati. B) impuls.
- C) kinetik energiyasi. D) tezlanishi.

76. 1 kg massaii jismga o'zaro perpendikular bo'lgan 6 N va 8 N kuchlar ta'sir qilsa, jismning tezlanishi qanday ( $\text{m/s}^2$ ) bo'ladi?

- A) 6. B) 8. C) 10. D) 14. E) 2.

77. Jismga ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi 10 N. Jism massasi 5kg. Jismning tezligi  $\vartheta$  ( $\text{m/s}$ ) va tezlanishi  $a$  ( $\text{m/s}^2$ ) qanday?

- A)  $\vartheta=0; a=2$ . B)  $\vartheta=2; a=0$ .



C)  $\vartheta=2$ ;  $a=2$ . D)  $\vartheta - o'zgaruvchan$ ;  $a=2$ ,

78. Doimiy 4 N kuch ta'sirida 2 kg massaii jism qanday harakatda bo'ladi? A) 0,5 m/s tezlik bilan, tekis. B) 2 m/s tezlik bilan, tekis.

C) 0,5 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan, tekis tezlanuvchan.

D) 2 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan, tekis tezlanuvchan.

78a. Massasi 2 kg bo'lgan jism 4 N kuch ta'sirida qanday harakatlanadi?

A) tekis tezlanuvchan, tezlanishi 8 m/s<sup>2</sup>.

B) tekis, tezligi 2 m/s.

C) tekis, tezligi 0,5 m/s.

D) tekis tezlanuvchan, tezlanishi 2 m/s<sup>2</sup>

79. Traktor yuk ortilmagan prisepga 0,4 m/s<sup>2</sup>, yuk ortilganiga esa 0,1 m/s<sup>2</sup> tezlanish beradi. Bir-biriga ulangan bu priseplarga traktor qanday tezlanish beradi (m/s<sup>2</sup>)?

A) 0,3. B) 0,25. C) 0,1. D) 0,08. E) 0,06.

80. 100 g massaii jismga 1 N kuch ta'sir qila boshladi. Bu jism 5 s da necha metr yo'1 o'tadi?  $\vartheta_0=0$ . A) 50. B) 95. C) 100. D) 120. E) 125.

81. Massasi 100 g bo'lgan tinch turgan jismga 2 N kuch ta'sir qila boshlasa, u 5s da qanday masofa (m) o'tadi?

A) 10. B) 50. C) 100. D) 125. E) 250.

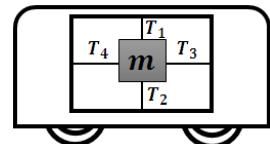
82. Gorizontal yo'lda yotgan 20 kg massaii jism 2 N kuch ta'sirida 20 s vaqtida qanday yo'1 bosadi (m)? Ishqalanish hisobga olinmasin.

A) 80. B) 60. C) 40. D) 20.

83.  $4 \cdot 10^3$  kg massaii vagonga 320 N kuch qanday tezlanish beradi (m/s<sup>2</sup>)?

A) 80. B) 0,8. C) 0,08. D) 1,25.

84. Jism vagon devorlariga arqon yordamida rasmida ko'rsatilgandek bog'langan.  $T_1=15\text{N}$ ,  $T_2=7\text{N}$ ,  $T_3=1,6\text{N}$  va  $T_4=0,6\text{N}$  bo'lsa, vagon tezlanishi qanday (m/s<sup>2</sup>)?



A) 1,2. B) 1,25. C) 1,5. D) 2,5.

85. Agar jismga faqat markazga intilma kuch ta'sir etsa, u qanday harakatda bo'ladi?

A) to'g'ri chiziqli tekis harakatda.

B) to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda.

C) aylana bo'ylab tekis harakatda.

D) to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda.

86. Quyidagi formulalarning qaysilari markazdan qochma kuchni ifodalaydi:

1)  $F=-kx$ ; 2)  $F=m\vartheta^2/R$  3)  $F=m\omega^2R$  4)  $F=mg$ ; 5)  $F=\mu N$  6)  $F=pS$ .

A) 1, 2, 6. B) 4, 5. C) 2, 3. D) 2. E) 3.

87. Mototsiklchi radiusi 40 m bo'lgan yoy bo'ylab 20 m/s o'zgarmas tezlik bilan harakatlanmoqda. U muvozanatni saqlash uchun mototsiklni gorizontga nisbatan qanday burchakka qiyalatishi kerak?

A)  $90^\circ$ . B)  $75^\circ$ . C)  $60^\circ$ . D)  $45^\circ$ . E)  $30^\circ$

88. O'zgarmas kuch ta'sirida harakat boshlagan jismning boshlang'ich  $t_2 = 2t_1$  va  $t_1$  vaqt oraliqlarida o'tgan yo'llari nisbatini toping.

A)  $\sqrt{2}$ . B) 4. C) 2. D) 8. E) 16.

89. Tormoz berilgach, tezligi 36 km/h bo'lgan tramvay necha sekunddan so'ng to'xtaydi. Tormozlanish kuchi og'irlilik kuchining 0,25 qismmi tashliil etadi.

A) 5.    B) 6.    C) 4.    D) 3.    E) 4,5.

90. Agar odam  $\vec{\vartheta}$  tezlik bilan tekis ko'tarilayotgan eskalatorda unga nisbatan  $\vec{a}$  tezlanish bilan yuqoriga harakatlanayotgan bo'lsa, odamning yerga nisbatan  $\vec{\omega}$  tezlanishi qanday?

- A)  $\vec{\omega} = \vec{a} + \vec{\vartheta}$ .    B)  $\vec{\omega} = \vec{a} - \vec{\vartheta}$ .    C)  $\vec{\omega} = \vec{a}$ .  
 D)  $\vec{\omega} = \vec{a} + \vec{\vartheta}/\Delta t$ .    E)  $\vec{\omega} = \vec{a} + \vec{\vartheta}/\Delta t$ .

91. Lift yuqoriga  $\vec{a}$  tezlanish bilan harakatlanmoqda. Liftdagi odamning qo'lidan kitob tushib ketdi. Kitob liftga nisbatan qanday tezlanish bilan harakatlanadi?    A) 0.    B)  $a$ .    C)  $g$ .    D)  $g-a$ .    E)  $g+a$ .

## 12-§ NYUTONNING UCHINCHI QONUNI

### Nyuton qonunlari orasidagi bog'liqlik

Nyutonning birinchi qonuniga ko'ra, jism unga boshqa jism ta'sir qilmaguncha hamda uni bu vaziyatdan chiqarmaguncha dastlabki vaziyati-nisbiy tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli va tekis harakatini saqlaydi.

Ikkinci qonuni birinchi qonunda aytilganlarni rivojlantiradi va o'zaro ta'sir natijasida jism kuchga to'g'ri proporsional bo'lgan va jism massasiga teskari proporsional bo'lgan tezlanish olishini tasdiqlaydi. Na birinchi na ikkinchi qonunda ikkinchi o'zaro ta'sirlashuvchi jism bilan qanday hodisa sodir bo'lishi haqida gapirilmaydi. Uchinchi qonunda shu haqida gap boradi.

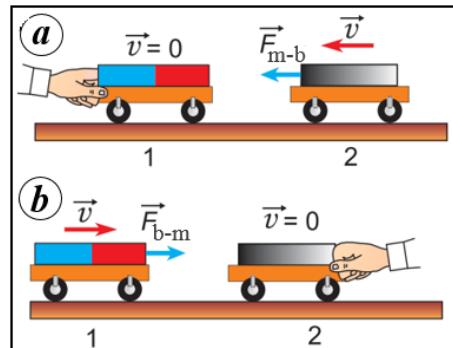
### Nyutonning III qonuni

Tabiatda hech qachon bir jismning ikkinchi jismga ta'siri bir tomonlama bo'lmaydi. Bir jism ikkinchi jismga ta'sir etsa, ikkinchi jism ham birinchi jismga ta'sir ko'rsatadi.

Bu fikirlarning qanchalik to'g'ri ekanligini quyidagi tajriba orqali ko'rib chiqamiz.

Buning uchun bizga ikkita aravacha, magnit va temir brusok kerak bo'ladi. Magnitni birinich aravachaga o'rnatib temir brusok o'rnatilgan aravachaga yaqinlashtirsak temir brusok turgan aravacha harakatlana boshlaydi (109–a rasm), aksincha ikkinchi temir brusok joylashtirilgan aravachani magnit o'rnatilgan aravachaga yaqinlashtirsak magnit turgan aravacha harakatlana boshlaydi (109–b rasm).

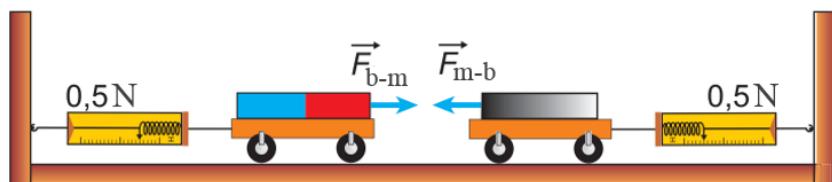
Biz yuqoridagi tajribadan bir jism ikkinchi jismga ta'sir etsa, ikkinchi jism ham birinchi jismga ta'sir ko'rsatishini bilib oldik. Jismlarning bir-birga ta'sir vaqtida qanday miqdorda kuch bilan ta'sir qiladi degan savol tug'iladi. Bu savolga jovob topish uchun quyidagicha tajriba o'tkazamiz.



109 – rasm.

Yuqoridagi tajribadagi aravachalarni ustunga dinamometr orqali mahkamlaymiz (110–rasm). Bunda dinamometrlarni ko’rsatishi bir xil kattalikni ko’rsatadi.

Yuqoridagi bu tajribalardan quyidagicha xulosa qilish mumkin: ikki jism ta'sir vaqtida bir xil kattalikdagi qarama-qarshi kuchlar bilan ta'sirlashadi.



110 – rasm.

**Nyutonning uchinchi qonunining mazmunini ochib yana quyidagicha tajriba o'tkazish mumkin.** Ikkita bir xil dinamometr olib, ularni ustma-ust joylashtiramiz (111–rasm). Yuqoridagi dinamometr pastga yo'nalgan qandaydir kuch bilan pastdagisini bosadi. Pastdagisi bu kuchni qayd qiladi. Biroq, bir vaqtida yuqoridagi dinamometr moduli bo'yicha  $\vec{F}_2$  kuchga teng, lekin qarama–qarshi tomonga yo'nalgan kuchni ko'rsatadi.

Bu tajriba jismlar (dinamometrlar) moduli bo'yicha teng, lekin qarama-qarshiyo'nalgan kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashishidan dalolat beradi:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Biz nechta tajriba o'tkazmaylik, har doim o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning quyidagi xarakterli qonuniyatlari namoyon bo'ladi: *o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarga qo'yilgan kuchlar har doim moduli bo'yicha teng va yo'nalishi bo'yicha qarama-qarshi bo'ladi.*

## **Nyutonning uchinchi qonunining ta`rifi.**

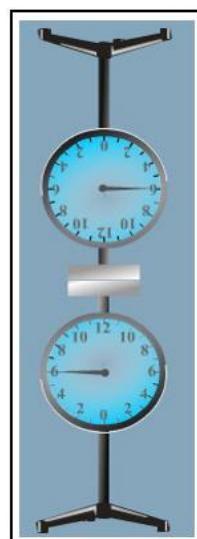
Nyutonning uchinchi qonuni quydagicha ta`riflanadi:

*O'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning bir-biriga ta'sir kuchlari bir to'g'ri chiziq bo'yicha yo'nalgan, moduli bo'yicha teng va yo'nalish bo'yicha qarama-qarshidir.*

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Bu qonun tabiatda bir jismni boshqasiga bir tomonlama ta'sir bo'lishi mumkin emas, bo'lmaydi ham, faqatgina o'zaro ta'sir mavjudligini aks ettiradi. Ta'sir va aks ta'sir kuchlari bir vaqtda juft-juft bo'lib yuzaga keladi. Ba`zan bu fikr quyidagicha ifodalanadi: aks bo'lmaydi. Bunda shuni nazarda tutish kerakki, "ta'sir" va "aks ta'shir" shartlidir, ularning o'rmini almashtirish ham mumkin.

O'zaro ta'sir kuchlari teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa ham bir-birini muvozanatlamaydi, chunki ular turli xil jismlarga qo'yilgan. Masalan, odam yerda yurib ketayotganda, uning yerni itarish kuchi Yerning uni oldingga itarish kuchiga teng bo'ladi. Biroq bu kuchlar muvozanatlashmaydi, dinamikaning ikkinchi qonuniga binoan ular odamga va Yerga ularning massalariga teskari proporsional bo'lgan tezlanish beradi. Yerning massasi odamning massasiga nisbatan juda katta bo'lganligi uchun Yer qo'zg'almaydi, odam esa harakatlanadi.



---

111-rasm.

## Nyutonning uchinchi qonunidan kelib chiqadigan xulosalar

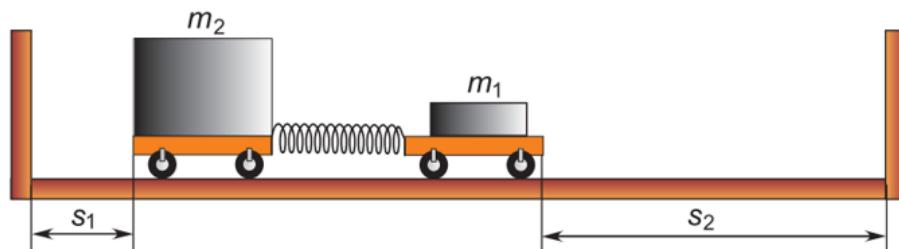
Massalari turlich bo'lga ikki aravacha ip bilan siqilgan purjina orqali bir-biriga mahkamlangan agar purjinani siqib turgan ipni olav yordamida purjinadan bo'shatsak aravachalar tezlanish bilan qo'zg'ala boshlaydi (112–rasm).

Buda aravachgalarga ta'sir qilayotgan kuchlar teng va qarama-qarshi yo'nalган. Nyutonning uchinchi qonuni bo'yicha  $F_{1-2} = -F_{2-1}$  ga teng bo'lsa, Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha  $\vec{F}_{2-1} = \vec{a}_1 m_1$  va  $\vec{F}_{1-2} = \vec{a}_2 m_2$  ifodalarga ega bo'lamiz bu ifodalarni Nyutonning III qonuniga qo'yib, quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$a_1 m_1 = -a_2 m_2 \quad \text{yoki} \quad \frac{a_1}{a_2} = -\frac{m_2}{m_1}$$

Jismlarning o'zaro ta'siri vaqtida olgan tezlanishlari jismlaming massalariga teskari proporsional bo'lib, ular o'zaro qarama-qarshi yo'nalган (112–rasm).

O'zaro ta'sirda jismlaming olgan tezlanishlari  $a_1 = \vartheta_1/t$  va  $a_2 = \vartheta_2/t$  ekanligini hisobga olsak, tezliklaming jism massalariga bog'liqlik ifodasi kelib chiqadi:  $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = -\frac{m_2}{m_1}$



**112 – rasm.**

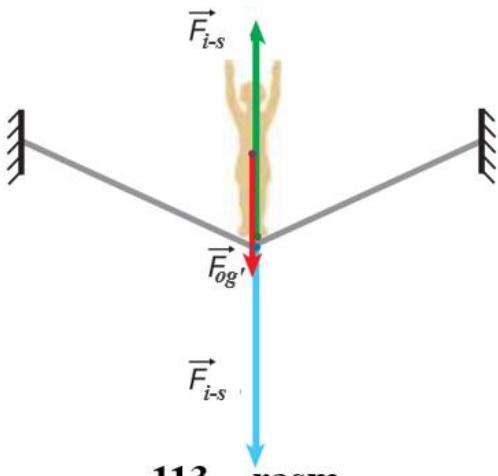
Aravachalarning harakat dovomida ko'chishlari nisbati ularning massalariga teskari nisbatda bo'ladi:  $\frac{S_2}{S_1} = \frac{m_1}{m_2}$  yoki  $\frac{S_2}{S_1} = \frac{a_2}{a_1}$

Jismlaming o'zaro ta'siri tufayli olgan tezliklari jismlaming massalariga teskari proporsional bo'lib, ular o'zaro qarama-qarshi yo'nalган.

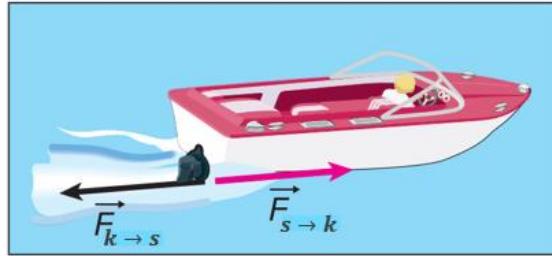
Yuqoridagi formulalarda minus ishora  $a_1$  va  $a_2$  tezlanishlar hamda  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  tezliklar o'zaro qarama-qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Nyutonning uchunchi qonunini kundalik hayotning ko'p hodisalarida ko'rishimiz mumkin.

Masalan: trampilinning batutisidan sakrayotgan sportchi bunda soprtchi o'z og'irligi bilan batutani bosadi batuta esa sportchini yuqoriga itaradi, suvda harakatlanayotgan karter suvni orqaga itaradi suv esa karterni oldinga itaradi, samolyot esa hovoni itaradi havo esa samolyotni itaradi va hakoza (113–114–rasm).



**113 – rasm.**



**114 – rasm.**

### Mavzuga doir test

1. Nyutonning 3-qonuning eng to'g'ri yozilgan ta'rifini ko'rsating.

A) ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari miqdor jihatdan teng va bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan.

B) ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari miqdor jihatdan o'zaro teng.

C) ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan.

D) ikki jism bir-biri bilan miqdor jihatidan tene va bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar bilan tortishadi.

2. Nyutonning uchinchi qonuni ifodasini toping.

A)  $\vec{F} = m\vec{a}$ .    B)  $\vec{F} = \mu\vec{P}n$ .    C)  $\vec{F} = -kx$ .    D)  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ .

3. Oy massasi Yer massasidan 81 marta kichik. Yer tomoni- dan Oyga ta'sir etuvchi gravitatsion kuch  $F_1$  ning Oy tomo nidan Yerga ta'sir etuvchi gravitatsion kuch  $F_2$  ga bo'lgan nisbati nimaga teng?    A)  $1/81$ .    B)  $1/9$ .    C)  $1$ .    D)  $9$ .

4. Yer massasi Quyosh massasidan 330000 marta kichik Quyosh tomonidan Yerga ta'sir etuvchi tortish kuchi  $F_1$  ning Yer tomonidan Quyoshga ta'sir etuvchi  $F_2$  kuchga nisbati nimaga teng?

A)  $1$ .    B)  $1/575$ .    C)  $575$ .    D)  $1/330000$ .    E)  $330000$ .

5. Massasi  $M$  bo'lgan jism gorizontal tekislikda tinch turibdi. Bu holatda jism hosil qiladigan bosim kuchi bilan tayanch reaksiyasi kuchining modul jihatdan tengligi quyida sanab o'tiigan qonunlarning qaysi biri asosida tusnuntiriladi?

A) Nyutonning 1-qonuni.

B) Nyutonning 2-qonuni.

C) Nyutonning 3-qonuni.

D) impulsning saqlanish qonuni.

6 . Bola chanani o'zgarmas tezlik bilan tortib ketyapti. Tortish kuchi 100 N ga teng bo'lib, harakat yo'nalishi bilan  $30^\circ$  li burchak hosil qiladi. Bunda ishqalanish kuchi qanday (N) bo'ladi?  $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $\cos 30^\circ = 0,87$ .

A) 8,7.    B) 50.    C) 77.    D) 87.    E) 100.

7. Ikki odam arqonni qarama-qarshi tomonga har biri 60 N kuch bilan tortmoqda. Arqonning taranglik kuchi qanday (N) bo'ladi?

- A) 30.      B) 60.      C) 120.      D) 0.      E) TJY.

8. Dinamometr uchlariga 2 ta 30 N dan bo'lgan qarama-qarshi kuchlar qo'yilsa, dinamometr necha nyutonni ko'rsatadi?

- A) 60.      B) 30.      C) 15.      D) 0.      E) 45.

9. Tarozining bir pallasiga suvli idish, ikkinchi pallasiga esa yelkasiga ipga bog'langan va og'irligi  $P$  bo'lgan jism osilgan shfativ qo'yib muvozanatga keltirilgan. Ipni uzaytirib, jismni suvga to'la botgunicha (idish tubiga tekkizmay) tushirildi. Torozini yana muvozanatga keltirish uchun qanday og'irlikdagi yukni qaysi pallaga qo'yish kerak?  $\rho_s \sim$  suv zichligi,  $\rho$  - jism zichligi.

- A)  $2P\rho_s/\rho$  shtativli pallaga.  
B)  $P$ , shtativli pallaga.  
C)  $2P$ . shtativli pallaga.  
D)  $P/2$ , suvli idish qo'yilgan pallaga.

10. Ikki kishi devorga mahkamlangan dinamometrni tortib, mos ravishda 500 N va 600 N kuch ko'rsatishlari mumkin. Agar ular bir dinamometming ikki uchidan ushlab qarama-qarshi tomonga tortsalar dinamometr necha nyuton kuchni ko'rsatadi?

- A) 0.      B) 1100.      C) 600.      D) 500.      E) 100.

11. Ikki kishi devorga mahkamlangan dinamometrni tortib, birinchisi 700 N, ikkinchisi 650 N kuch ko'rsatishlari mumkin. Agar ular bir dinamometming ikkala uchidan ushlab qarama-qarshi tomonga tortsalar, dinamometr necha nyutonni ko'rsatadi? A) 1350.      B) 0.      C) 50.      D) 650.      E) 700

12. Tekis yo'lda chana tortib ketayotgan otning tortish kuchi  $F_{ot}$ , ot tuyuqlarining yo'lga ishqalanish kuchi  $F_{ti}$  va chananing yo'lga ishqalanish kuchi  $F_{chi}$  orasida qaysi munosabat bajarilganda chana tezlanish bilan harakatlanadi?

- A)  $F_{ti} > F_{ot} > F_{chi}$ .      B)  $F_{ot} > F_{ti} + F_{chi}$ .  
C)  $F_{ot} = F_{ti} + F_{chi}$ .      D)  $F_{chi} > F_{ot} > F_{ti}$ .  
E)  $F_{ti} = F_{ot}$ ;  $F_{ot} > F_{chi}$ .

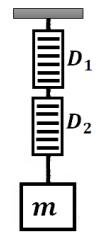
13. Gorizontal tekislikda turgan yukni joyidan siljitish uchun odamning yukni itarish kuchi  $F_i$  yuk va tekislik orasidagi ishqalanish kuchi  $F_{yi}$  va odam oyoqlari va tekislik orasidagi ishqalanish kuchi  $F_{oi}$  orasida qaysi munosabat bajarilishi kerak?

- A)  $F_i > F_{yi} > F_{oi}$       B)  $F_{yi} > F_i + F_{oi}$ .  
C)  $F_{oi} = F_i > F_{yi}$ .      D)  $F_i = F_{yi} = F_{oi}$ .      E)  $F_i > F_{yi} + F_{oi}$ .

14. Quyidagi fikrlarning qaysilari Galileyning nisbiylik prinsipini ifodalaydi: 1) inersial sanoq sistemaning tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda ekanligini sistemaning ichida o'tkazilacigan hech qanday mexanik tajribalar yordamida aniqlab bo'lmaydi; 2) barcha inersial sanoq sistemalarda harakat qonunlari bir xil bo'ladi; 3) noinersial sanoq sistemada turib uning tinch yoki harakatda ekanligini aniqlab bo'lmaydi; 4) barcha noinersial sanoq sistemalarda harakat qonunlari bir xil bo'ladi? A) 1 va 2.      B) 2 va 4.      C) 1 va 3.      D) 3.

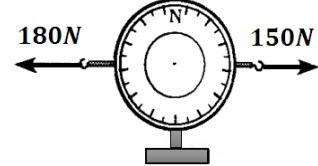
15. Ikkita bir xil vaznsiz dinamometrga 10 kg massali yuk osilsa, yuqoridagi va pastki dinamometrlar necha nyutonni ko'rsatadi?

- A) 200 va 200.      B) 50 va 150.  
 C) 50 va 50.      D) 100 va 200.      E) 100 va 100.



16. Gorizontal joylashgan dinamometrga o'ng tomondan 150 N, chap tomondan 180 N o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan ikkita kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, dinamometr nimani ko'rsatadi (N)?

- A) 0.      B) 30.      C) 180.      D) 330.      E) 150.



### 13 - §. HARAKAT QONUNLARINNG AYLANMA HARAKATGA TADBIQI

#### Markazga intilma kuch

Biz Nyuton qonunlarini to'g'ri chiziqli harakat uchun ko'rdik. Endi bu qonunlarni jismning aylanma harakatiga qo'llaylik.

Aylanma bo'ylab tekis harakat qilayotgan jism tezlanishga ega. Bunday tezlanishni markazga intilma tezlanish deb atagan edik.

Ma'lumki, jismlarning harakatidagi tezlanishni kuch yuzaga keltiradi. Aniqroq aytganda, jismga kuch ta'sir etgandan keyin jism tezlanish oladi. Aylanma harakatda tezlanishni qanday kuch sodir qiladi?

Aylanma harakatda tezlanish jismning aylanish markaziga yo'nalgniigini bilasiz. Aylanma harakatda jismga ta'sir etayotgan kuch ham tezlanish yo'naiishida, ya'ni aylanish markaziga intilgan bo'ladi. Shuning uchun bu kuch **markazga intilma kuch** deb ataladi va uni  $F_{mi}$  bilan belgilaymiz. Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan  $F_{mi} = ma_{mi}$  ifodani yozish mumkin.

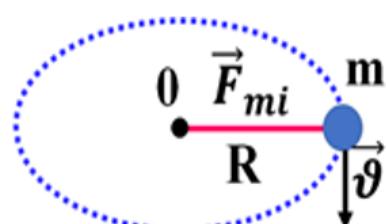
Markazga intilma tezlanish  $a_{mi} = \frac{g^2}{R}$  ga tengligini e'tiborga olsak,

$F_{mi} = ma_{mi} = m \frac{g^2}{R}$  kelib chiqadi. Agar chiziqli va burchak tezliklar orasidagi  $\vartheta = \omega R$  munosabatni hisobga olsak,

$$F_{mi} = m(\omega R)^2 / R = m\omega^2 R^2 / R = m\omega^2 R.$$

Demak, markazga intilma kuch quyidagi ko'rinishni oladi:

$$F_{mi} = \frac{m\vartheta^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_{mi} = m\omega^2 R$$



115 – rasm.

Jismga ta'sir etayotgan markazga intilma kuch jismning massasiga va chiziqli tezligi kvadratiga to'g'ri proporsional, aylanish radiusiga esa teskari proporsionaldir.

Ipga bog'langan sharchani aylantirganimizda biz unga ip orqali ta'sir etamiz (115–rasm). Ip orqali sharchani  $F_{mi}$  kuch bilan markazga tortib turamiz.

Sharcha massasi qancha katta bo'lsa, biz uni shuncha katta kuch bilan tortib turishimiz kerak. Sharchaning chiziqli tezligi kvadrati qancha oshsa, uni tortib turish uchun shuncha katta kuch kerak bo'ladi. Lekin ip qancha uzun bo'lsa, ya'ni aylanish radiusi qancha katta bo'lsa, sharchani tortib turish uchun shuncha kam kuch talab etiladi.

### Markazdan qochma kuch

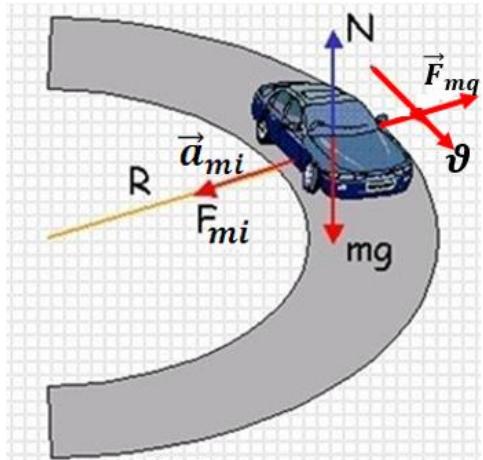
Nyutonning uchinchi qonuni aylanma harakat uchun ham o'rinnlidir. Aylanma harakat qilayotgan avtomobilga ta'sir etayotgan markazga intilma kuchga miqdor jihatdan teng va unga qarama-qarshi yo'nalgan kuch mavjud (116-rasm). Bu kuch **markazdan qochma kuch** deb ataladi.

Markazdan qochma kuch markazga intilma kuch kabi quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{mq} = \frac{m\vartheta^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_{mq} = m\omega^2 R$$

Markazdan qochma kuch aylanish markazidan radius bo'ylab aylana tashqarisi tomon yo'naladi.

Ipga bog'langan sharchani aylantirganimizda u aylanish trayektoriyasidan chiqib ketishga harakat qiladi. Agar ip uzilib ketsa, sharcha u tezlik bilan aylana yoyiga urinma bo'ylab uchib ketadi. Bu tezlikning yo'nalishi aylana radiusiga perpendikular bo'ladi.



116 – rasm.

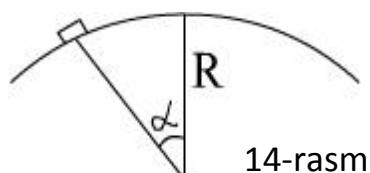
### Mavzuga doir test

1. Massasi 1000 kg bo'lgan avtomobil egrilik radiusi 50 m ga teng qavariq ko'pirik ustida harakatlanmoqda. Eng yuqori nuqtada ko'prikkasini bosim ko'rsatmaslik uchun avtomobil qanday eng kichik tezlik bilan harakatlanishi kerak?

- A) B) C) D)

2. M massali avtomobil egrilik radiusi R bo'lgan ko'prikkada v tezlik bilan harakatlanmoqda. Avtomobil joylashgan nuqttagacha ko'priki egrilik markazidan bo'lgan yonalish bilan ko'pri choqqisigacha bo'lgan yo'nalish orasidagi burchak  $\alpha$  bo'lganda u qanday kuch bilan ko'prikkada ta'sir etadi?

- A) B) C) D)



14-rasm

3. m=5 t massali tramvay vagoni egrilik radiusi 128 m bo'lgan yolda burilyapti. Harakat tezligi 9 km/soat bo'lganda g'ildiraklar relslarga qanday kuch bilan ta'sir etadi? A) B) C) D)

4. Uzunligi l = 50 sm arqonga bog'langan tosh vertikal tekislikda aylanadi. Agar arqon toshning og'irligiga 10 marta katta kuchlanish ta'sirida uziladigan bo'lsa, tosh sekundiga necha marta aylanganda u uziladi?

A) B) C) D)

5. Arqonga bog‘langan tosh vertikal tekislikda aylanmoqda. Agar arqonning maksimal va minimal tarangligi farqi  $\Delta T = 10$  N bo‘lsa, toshning massasi topilsin.

A) B) C) D)

6. Uzunligi  $l = 30$  sm bo‘lgan ipga bog‘langan tosh gorizontal tekislikda radiusi  $R = 15$  sm bo‘lgan aylana chizmoqda. Toshning aylana chastotasi topilsin.

A) B) C) D)

7. Uzunligi  $l=25$  sm arqonga bog‘langan  $m=50$  g massali tosh gorizontal tekislikda aylana chizmoqda. Aylanish chastotasi  $v = 2$  ayl/s. Ipning tarangligi topilsin.

A) B) C) D)

8. Gorizontal o‘q atrofida disk  $v=30$  ayl/s chastota bilan aylanmoqda. Aylanish o‘qidan 30 sm masofada diskda jism turibdi. Disk bilan jism orasidagi ishqalanish koeffisiyenti qanday bo‘lganda jism disk ustidan sirpanib ketmaydi?

A) B) C) D)

9.  $v=900$  km/soat tezlik bilan uchayotgan samolyot "o‘lik sirtmog‘i"ni bajardi. O‘rindiqqa bosuvchi kuchning eng katta qiymati uchuvchi og‘irligiga nisbatan besh marta katta bo‘lishi uchun uning radiusi qanday bo‘lishi kerak?

A) B) C) D)

10. Massasi  $m=200$  g bo‘lgan tosh ipda vertikal tekislikda aylanmoqda. Tosh eng past nuqtadan o‘tayotganda eng baland nuqtadan o‘tishga nisbatan ipning tarangligi qanday bo‘ladi? A) B) C) D)

11. Uzunligi 50 sm arqonga 0.5 kg massali tosh vertikal tekislikda aylanmoqda. Aylananing eng past nuqtasida arqon tarangligi  $T=44$  N. Agar arqon tezligi vertikal yuqoriga yo‘nalgan momentda uzilsa, tosh qanday balandlikka ko‘tariladi?

A) B) C) D)

12. Sportchi maksimal uzoqlikka tushishni ta’minlovchi trayektoriya bo‘yicha molot (trostdagi yadro) ni 70 m masofaga otdi. Otish paytida sportchining qo‘liga qanday kuch ta’sir etadi? Yadroning massasi  $m=5$  kg. Sportchi radiusi  $R=1.5$  m aylana bo‘ylab aylantirib molot tezligini oshiradi. A) B) C) D)

13. Avtomobil qavariq va botiq ko‘priklarning o‘rtasida ta’sir etuvchi kuchlar bir-biriga nisbati qanday? Ko‘priklarning egrilik radiusi ikki holda ham 40 m. Avtomobilning harakat tezligi 36 km/soat.

A) B) C) D)

14. Massasi 2 t bo‘lgan avtomobil 54 km/soat tezlik bilan egrilik radiusi 90 m bo‘lgan qavariq ko‘prik ustida harakat qilmoqda. Qaysi nuqtada avtomobilning ko‘prikka ta’sir kuchi  $F=5$  kN ga teng bo‘ladi? A) B) C) D)

15. Avtomobil egrilik radiusi  $R=40$  m bo‘lgan qavariq ko‘prik ustida harakatlanmoqda. Ko‘prikning eng yuqori nuqtasida avtomobil tezligi  $v=50.4$  km/soat, avtomobil g‘ildiraklarini ko‘prikka ishqalanish koeffisiyenti  $\mu=0.6$  bo‘lsa, u bu nuqtada qanday maksimal gorizontal tezlanish olishi mumkin?

A) B) C) D)

16. Massasi 2 t bo‘lgan avtomobil 54 km/soat tezlik bilan egrilik radiusi  $R=90$  m bo‘lgan qavariq ko‘prik ustida harakat qilmoqda. Egrilik markazi bilan ko‘prik

cho‘qqisiga yo‘nalish bilan ko‘prik nuqtasiga yo‘nalish orasidagi burchak  $\alpha$  bo‘lgan nuqtada avtomobilni ko‘prikka ta’siri 5000 N.  $\alpha$  burchak aniqlansin.

- A) B) C) D)

17. Reaktiv dvigatelli samolyot 1440 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Odam o‘z og‘irligini besh marta ortishiga chiday oladi deb hisoblab, samolyot vertikal tekislikda qanday radiusli aylana bo‘ylab harakat qila oladi?

- A) B) C) D)

18. Samolyot aylana bo‘ylab o‘zgarmas  $v=360$  km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Agar samolyot korpusi uchish yo‘nalishiga nisbatan  $\alpha=10^\circ$  burchakka burilgan bo‘lsa, aylana radiusini toping. A) B) C) D)

19. Poyezd  $v=72$  km/soat tezlik bilan  $R=800$  m radiusli burilishda harakatlanmoqda. Tashqi rels ichki relsdan qancha baland bo‘lishi kerak? Gorizont bo‘ylab relslar orasidagi masofani  $d=1.5$  m deb oling. A) B) C) D)

20. Yo‘lning  $R=100$  m radiusli burilishida avtomobil tekis harakatlanmoqda. Avtomobilning og‘irlik markazi  $h=1$  m balandlikda joylashgan. Avtomobil izining kengligi  $a=1.5$  m. Qanday tezlikda avtomobil ag‘darilishi mumkin? Ko‘ndalang yo‘nalishda avtomobil sirpanmaydi. A) B) C) D)

21.  $v=72$  km/soat bilan egri yo‘lda tekis harakatlanayotgan poyezd vagonida prujinali tarozida yuk tortilmoqda. Yuk massasi  $m=5$  kg yo‘lning egrilik radiusi  $R=200$  m. Prujinali tarzining ko‘rsatishini aniqlang.

- A) B) C) D)

22. Agar odam massasi  $M=70$  kg va aylanishda kanat stolba bilan  $\alpha=45^\circ$  burchak hosil qilsa, gigant qadam kanatining tarangligi qanday? Agar osilish uzunligi  $\ell=5$  m bo‘lsa, gigant qadam qanday burchak tezlik bilan aylanadi?

- A) B) C) D)

23. Kengligi  $\ell=100$  m bo‘lgan daryo ustida aylana yoyi shaklida qavariq ko‘prik qurilgan. Ko‘prikning yuqori nuqtasi qirg‘oqdan  $h=10$  m baland. Ko‘prik  $F=44.1$  kN ga teng bo‘lgan maksimal ta’sirga chidab berishi mumkin. Massasi  $m=5000$  kg bo‘lgan gruzovik qanday tezlik bilan koprikdan o‘tishi mumkin?

- A) B) C) D)

24. Massasi 70 kg bo‘lgan odam trapetsiyani o‘rtasida o‘tiribdi. Trapetsiya yo‘g‘ochi uzunligi  $l=8$  m bo‘lgan arqonga osilgan. Tebranganda odam muvozanat holatdan  $v=6$  m/s tezlik bilan o‘tadi. Shu momentda har bir arqonning tarangligi qanday?

- A) B) C) D)

25. Uzunligi 1 bo‘lgan ipga osilgan m massali sharcha gorizontal tekislikda aylanmoqda. Sharcha harakatlanayotgan aylana radiusi  $R$  kattalik jihatdan  $\frac{2l}{\sqrt{5}}$  ga teng bo‘lishi uchun ipning tarangligi  $T$  qanday bo‘lishi kerak?

- A) B) C) D)

26. Shipga arqonda osib qo‘yilgan tosh shipdan  $h=1.25$  m bo‘lgan masofadagi aylana bo‘ylab harakatlanmoqda. Toshning aylanish davri topilsin.

- A) B) C) D)

27. Massasi  $m=10$  kg bo‘lgan va ipda vagon shipiga osib qo‘yilgan shar vertikaldan  $\alpha=45^\circ$  burchakka og‘ishi uchun, egrilik radiusi  $R=98$  m bo‘lgan yo‘lda

harakatlanayotgan vagon qanday tezlikka ega bo‘lishi kerak? Ipning tarangligi bunda qanday bo‘ladi? A) B) C) D)

28. Trayektoriya egriligi radiusi  $R=400$  m va tezligi  $v=120$  km/soat bo‘lgan samolyot pikirovkadan chiqish momentida asos yuzasi  $s=1$   $m^2$  balandligi 0.8 m gacha benzin bilan to‘ldirilgan bakning tubiga qanday bosim ta’sir etadi?

A) B) C) D)

29. Vertikal o‘qda gorizontal shtanga o‘rnatilgan. Bu shtanga bo‘ylab hech qanday ishqalanishsiz bir-biriga uzunligi 1 bo‘lgan ip bilan bog‘langan va massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo‘lgan ikki yuk siljishi mumkin. Sistema  $\omega$  burchakli tezlik bilan aylana oladi. Muvozanat holatda bo‘la turib yuklar o‘qdan qanday masofada joylashadilar? Ipning taranglik kuchi  $T$  qanday bo‘ladi? A) B) C) D)

30. Agar  $v=90$  km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilni aylana yoyi ko‘rinishiga ega bo‘lgan qavariq ko‘priksi eng yuqori nuqtasida ko‘rsatayotgan bosimi ikki barobar kamaygan bo‘lsa, ko‘priksi egrilik radiusi topilsin.

A) B) C) D)

31. Velosipedchining og‘ish burchagi  $60^\circ$  va tezligi  $v=25$  km/soat bo‘lsa, u qanday radiusli aylana bo‘ylab harakatalana oladi?

A) B) C) D)

32. Mototsiklchi gorizontal yo‘lda  $v=72$  km/soat tezlik bilan harakathlib buriladi, bunda egrilik radiusi 100 m ga teng. Mototsiklchi yiqilib ketmasligi uchun qanchaga og‘ishi kerak? A) B) C) D)

33. Ip bilan bog‘langan ikki jism tekis gorizontal tekslikda bir xil burchakli tezliklar bilan harakatlanishi uchun ularni massalarini nisbati  $\frac{m_1}{m_2}$  qanday bo‘lishi kerak?

Aylanish o‘qi bog‘lanish ipini 1:3 nisbatda bo‘ladi.

A) B) C) D)

34. Rezinkali shnurga bog‘achi m massali tosh gorizontal tekislikda n chastota bilan aylanmoqda. Shnur vertikal bilan  $\alpha$  burchak hosil qiladi. Cho‘zilmagan shnurning uzunligi  $l_0$  ni toping, agar uning uzunligini 1 gacha cho‘zish uchun  $F$  kuch talab etilsachi? A) B) C) D)

35. Chelakdan suv to‘kilmasligi uchun uning vertikal tekislikda qanday minimal burchakli tezlik bilan aylantirish zarur? Suv sirtidan aylanish markazigacha bo‘lgan masofa 1 ga teng. A) B) C) D)

36. Devorining og‘ish burchagi  $\alpha=60^\circ$  diametri  $D=20$  sm va shakli kengayib boruvchi kesik konus bo‘lgan idish vertikal o‘q atrofida aylanmoqda. Idishning tubida joylashgan sharcha idish qanday burchakli tezlik bilan aylantirilganda undan chiqib ketadi? Ishqalanish e’tiborga olinmasin.

A) B) C) D)

37. Radiusi  $R=2$  m bo‘lgan sfera 30 ayl/min, tezlik bilan o‘z simmetriya o‘qi atrofida tekis aylanmoqda. Sfera ichida massasi  $m=0.2$  kg bo‘lgan sharcha joylashgan. Sharchani sferaga nisbatan muvozanat holatiga mos keluvchi  $h$  balandlik va shu holatda sferaning reaksiyasi  $N$  topilsin.

A) B) C) D)

38. Egrilik radiusi  $R=2$  m bo‘lgan va gorizontal tekislikda joylashgan trubadan suv oqmoqda. Suvning trubani yon sirtiga ko‘rsatuvchi bosimini toping. Trubaning diametri  $d=20$  sm. trubaning ko‘ndalang kesim yuzasidan har soatda  $m=30$  t suv oqadi.

- A) B) C) D)

39. Suyuqlik solingen idish vertikal o‘q atrofida  $v=2$  1/s chastota bilan aylanmoqda. Suyuqlik sirti voronka ko‘rinishiga ega. Aylanish o‘qidan  $r=5$  sm da joylashgan nuqtalarda suyuqlik sirtining og‘ish burchagi topilsin.

- A) B) C) D)

40. Akrobat mototsiklda radiusi  $r=4$  m bo‘lgan "o‘lik sirtmog‘i" ni bajarmoqda. Sirtmoqning eng yuqori nuqtasini akrobat qanday eng kichik tezlik bilan o‘tganda u yiqilib ketmaydi? A) B) C) D)

41. Massasi  $m=30$  t bo‘lgan reaktiv samolyot  $v=1800$  km/soat tezlik bilan ekvator bo‘ylab G‘arbdan Sharqqa tomon uchmoqda. Agar samolyot shu tezlik bilan Sharqdan G‘arba qarab uchsa, ko‘tarish kuchi qanchaga o‘zgaradi?

- A) B) C) D)

42. Diametri  $D=12$  m burchak tezligi  $\omega=4.04$  rad/s bo‘lgan sentrifugada gorizontal tekislikda aylanayotgan kosmonavt qanday ortiqcha yukni sezadi?

- A) B) C) D)

43. Quritish mashinaning radiusi  $R=30$  sm bo‘lgan barabani vertikal o‘q atrofida aylanmoqda. Agar massasi  $m=200$  g bo‘lgan mato baraban devoriga  $F=950$  N kuch bilan bosayotgan bo‘lsa u qanday chastota bilan aylanmoqda?

- A) B) C) D)

44. Biror bir planetaning ekvatorida qutbiga nisbatan jismlar ikki barobar kichik og‘irlikka ega. Planeta moddasining zichligi  $\rho=3 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. Planetaning o‘z o‘qi atrofidagi aylanish davrini aniqlang. A) B) C) D)

45. Ekvatorida qutbiga nisbatan prujinali tarozi 10% kam ko‘rsatadigan planetaning o‘rtacha zichligi topilsin. Planetada bir sutka  $T=24$  soatga teng.

- A) B) C) D)

46. Yer ekvatorida jismlar vaznsiz bo‘lishi uchun bir sutka necha soatga teng bo‘lishi kerak? A) B) C) D)

47. Agar qutbda ekvatorga nisbatan jism og‘irligi ikki barobar katta bo‘lsa, sharsimon planetaning zichligi topilsin. Planetaning o‘z o‘qi atrofidagi aylanish davri  $T=2$  soat 40 min ga teng. A) B) C) D)

## 14 - §. ELASTIKLIK KUCHI

### Deformatsiya

Jismlarga kuch bilan ta’sir etilsa, ular cho’zilishi, siqilishi, egilishi. siljishi yoki buralishi mumkin.

Tashqi kuch ta’sirida jismlarning shakli va hajmi o‘zgarishi **deformatsiya** deb ataladi.

Deformatsiya jism zarralarini boshqalariga nisbatan harakati natijasida yuzaga keladi.

Ba'zi jismlarda bunday xususiyat yaqqol kuzatiladi.

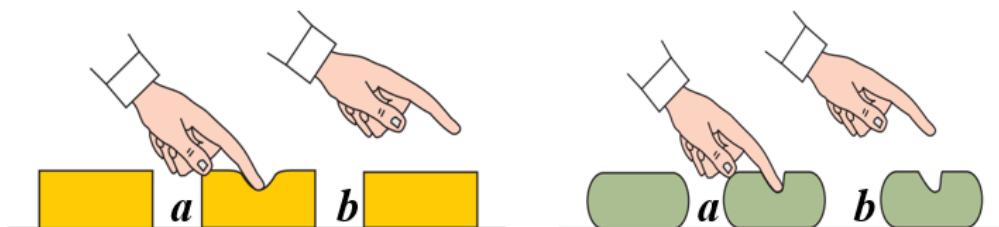
Tashqi kuch ta'sirida rezina yoki prujina cho'ziladi, siqiladi va buraladi, yog'och yoki plastmassa egiladi.

Masalan: 117–rasmda deformatsiyalarning turli ko'rinishi ko'rsatilgan: a) siqilish, b) cho'zilish, c) egilish, d) buralish.



**117 – rasm.**

Deformatsiyalar **elastik** va **plastik** deformatsiyalarga bo'linadi. Tashqi kuch ta'siri to'xtaganda jismning o'zgargan shakli va hajmi avvalgi holatiga qaytsa, bunday deformatsiya **elastik deformatsiya** deyiladi. Masalan, siqilgan gupka tashqi ta'sir to'xtatilgandan keyin o'z holatiga qaytadi (118–rasm). Chizg'ichni biroz egib qo'yib yuborilsa, u yana to'g'rilanib qoladi. Bunday jismlar **elastik jismlar** deyiladi.



**118 – rasm.**

**119 – rasm.**

Ta'sir etayotgan tashqi kuch to'xtaganda jismning shakli va hajmi tiklanmasa, bu **plastik deformatsiya** bo'ladi.

Masalan, plastilin ezilsa u avvalgi holatiga qaytmaydi (119–rasm). Bunday jismlar **plastik jismlar** deyiladi.

Quyida biz faqat elastik jismlar bilan ish ko'ramiz.

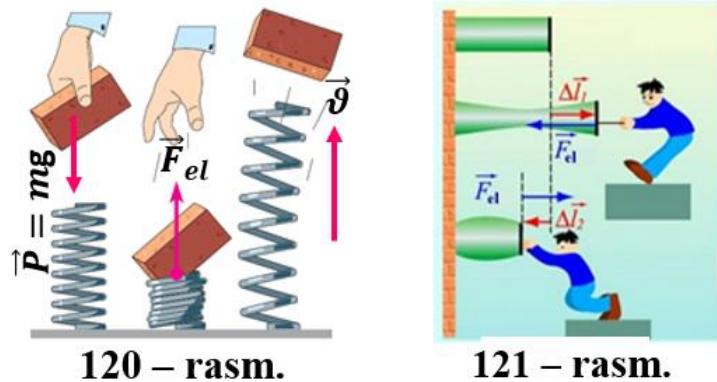
### Elastiklik kuchining namoyon bolishi

120–rasmda purjuna ustiga  $m$  massali g'ishtni vertikal holadta tashtlab yuborsak, purjina g'ishtning og'irligi hisobiga siqiladi natisjada purjinaning siqilishiga qarshilik qiluvchi kuch paydo bo'ladi, bu kuch elastiklik kuchi deyiladi. Elastiklik kuchi g'ishtni vertikal yuqoriga uloqtiradi. G'ishtning og'irlik kuchi ta'sirida purjina siqiladi, ya'ni deformatsiyalanadi. Agar purjinani siqayotgan g'ishtning og'irlik kuchini tashqi kuch desak  $F_t$ , purjinaning siqilishiga qarshilik qilayotgan kuch elastiklik kuchi  $F_{el}$  bo'ladi.  $F_{el}$  elastiklik kuchi  $F_t$  tashqi kuchga tenglashganda purjuna siqilishdan to'xtaydi. Shuning uchun  $F_{el}$  elastiklik kuchi miqdor jihatdan  $F_t$  tashqi kuchga teng va ular bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan. Bunda Nyutonning uchinchi qonuni o'rinli bo'ladi:

$$\vec{F}_t = -\vec{F}_{el} \quad \text{yoki} \quad F_t = -F_{el}$$

Jism defoimatsiyalanganda tashqi kuchga qarshilik ko'rsatadigan va unga qarama-qarshi yo'nalgan kuch **elastiklik kuchi** deb ataladi.

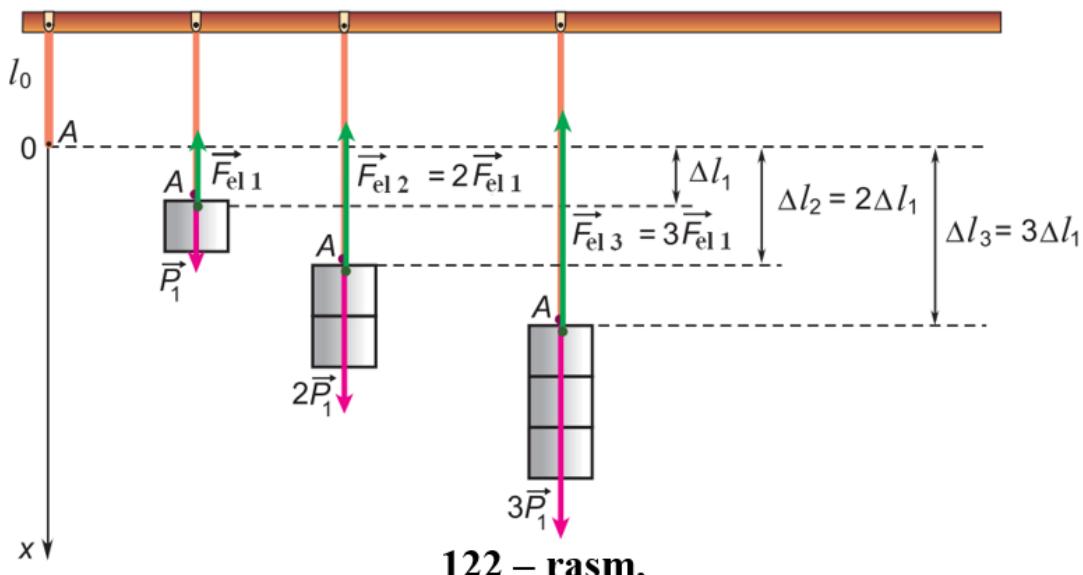
Ustinga mahkamlangan elastik jism (121-rasm), rezina va prujina cho'zilganda yoki siqilganda  $F_t$  tashqi kuchga qarshi  $F_{el}$  elastiklik kuchi namoyon bo'ladi.



### Guk qonuni

Tayanchga mahkamlangan  $k$  bikirlikka ega bo'lgan rezina ilgagiga  $F_t$  kuch bilan ta'sir etuvchi yuk osaylik. Bunda prujina deformatsiyalanadi, agar rezinaning dastlabki uzunligi  $l_0$  belgilasak, yuk osilgandan kiyungi uzunligi  $l$  belgilaymiz, rezinaning cho'zilishini  $\Delta l$  deb belgilaymiz.  $\Delta l$  uzayish quyidagicha topiladi  $\Delta l = l - l_0$  bu jo'zilishni **absalyut cho'zilish** deb ataladi. Bunda  $\Delta l$  ning qiymati rezinaga osilayotgan yukning o'g'irligiga bog'liq agar rezinaga bitta yuk osasak  $\Delta l_1$  ga cho'ziladi, agar og'irligi teng bo'lган ikkita yuk ossak  $\Delta l_2$  ga teng bo'ladi, agar uchta yuk ossak  $\Delta l_3$  ga cho'ziladi (122-rasm). Bu tajribadan ko'rindiki rezinaning absalyut cho'zilishi teng miqdorga ortib boradi ya'ni  $\Delta l_3 = 3 \Delta l_1$ ,  $\Delta l_2 = 2 \Delta l_1$  nisbatda bo'ladi. Demak rezinaning absalyut chozilishi tashqi  $F_t$  kuchga to'g'ri proportsional  $F_t \sim \Delta l$ .

Shunga o'zhash shunga o'tkazamiz bunda faqat purjinani siqamiz. Prujinaga  $F_t$  tashqi kuch ta'sirida siqilganda u  $\Delta l$  ga qisqaradi. (123-rasm). Bu tajribadan ko'rindiki purjinani siqishga ham cho'zishda ham jismning absalyut cho'zilishi jismni deformatsiyalovchi kuchga to'g'ri proportsional  $|\Delta l| \sim F_{def}$ .



Yuqoridagi tajribalardan ko'rinaradiki jismni tashqi kuch bilan deformatsiyalaganimizda tashqi kuchga miqdor jihatdan teng va qarama-qarshi yo'nalgan  $F_{el}$  elastiklik kuchi namoyon bo'ladi(122, 123– rasmlar).

Bu kuch  $\Delta l$  uzayishga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$F_{el} = -k|\Delta l|$$

bunda  $k$ —deformatsiyalananayotgan prujinaning bikirligi.

XBS da bikirlikning birligi  $k = F/\Delta l$  formuladan,  $N/m$  ekanligi ma'lum bo'ladi.

Bu formula quyidagicha ta'riflanadi:

Jismning elastik deformatsiyasi unga qo'yilgan tashqi kuchga to'g'ri proporsional.

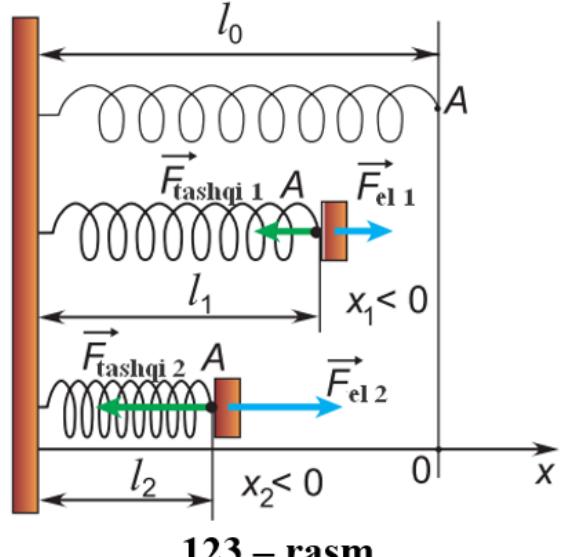
Bu qonunni 1660-yilda ingliz olimi *Robert Guk* kashf etgan. Shuning uchun u **Guk qonuni** deb ataladi.

Jism (prujina, sim)ning bikirligi  $k$  qancha katta bo'lsa, uni cho'zish *yoki siqish*, ya'ni deformatsiyalash shuncha qiyin bo'ladi. Guk qonunidagi bikirlik turli jismlar uchun turlichadir. Masalan, steijenning uzunligi  $l_0$ , ko'ndalang kesimi  $S$  bo'lsa, bikirligi  $k$  quyidagicha ifodalanadi:

$$k = E \frac{S}{l_0} \quad \text{Bunda } E\text{—har xil moddalar}$$

uchun turlichcha bo'lgan elastiklik moduli ya'ni Yung moduli.

Quyidagi jadvalda ba'zi moddalarning mustahkamlik chegarasi  $\sigma_m$ , va elastiklik moduli  $E$  keltirilgan.



**123 – rasm.**

№	Modda	$\sigma_m, MPa$	$E, GPa$
1	Aluminiy	100	70
2	Mis	400	120
3	Qalay	20	50
4	Qo'rg'oshin	15	15
5	Kumush	140	30
6	Po'lat	500	200

$k = E \frac{S}{l_0}$ ,  $k$  ning bu qiymati bilgan holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F_{el} = -k \cdot x; \quad F_{el} = -k \cdot \Delta l; \quad F_{el} = -E \cdot \frac{S}{l_0} \cdot \Delta l$$

bu yerda  $x$  va  $\Delta l$  bitta narsa ya'ni  $x = \Delta l = l - l_0$ -absolyut deformatsiya.

Yuqoridagi formulalardan foydalananib bikirlikni topadigan bo'lsak:

$$k = \frac{F}{\Delta l} \quad k = E \frac{S}{l} \quad k = \frac{mg}{\Delta l}$$

$l$  uzunlikdagi kub shaklidagi metal jismga dinamometr orqali tortilib  $a$  tezlanish berilgan bo'sa, bunda dinamometr purjinasining cho'zilishi qiyidagicha topiladi.

$F = k\Delta l$ , agar  $F = ma$ , bo'sa u holda  $ma = k\Delta l$ , bo'ladi.

Zichlik formulasidan jism massai  $m = \rho l^3$  ga teng bo'lsa,  $F = k\Delta l$  formula quyidagi ko'rinishga keladi  $a\rho l^3 = k\Delta l$  bu tenglikdan purjinasining cho'zilishi  $\Delta l = \frac{a\rho l^3}{k}$  formula orqali topiladi.

Demak:  $\Delta l = \frac{a\rho l^3}{k}$ ,  $k = \frac{a\rho l^3}{\Delta l}$

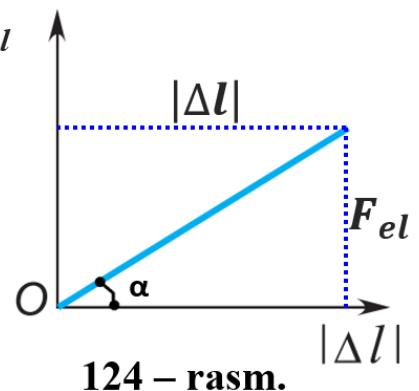
Elastik kuchining absolyut deformatsiyaga bog'liqlik grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, natijada to'g'ri burchakli uchburchak hosil qiladi. Bu to'g'ri burchakli uchburchakning burchak tangensi

koeffitsienti topamiz (124-rasm),  $\tan \alpha = \frac{F_{el}}{\Delta l}$  ga teng.

Agar Guk qununidan jimating bikirligi formulasi  $k = \frac{F_{el}}{\Delta l}$  ni e'tiborga olsak, jism bikrligi burchakning

tanges koeffitsientiga teng  $k = \tan \alpha$ .

Purjina o'rniga kam deformatsiyalanadigan temir stejen, aluminiy sim va boshqa jismlar olinganda ham ular tashqi kuch ta'sirida oz bo'lsa-da uzayadi yoki qisqaradi, ya'ni elastiklik kuchi yuzaga keladi.



### Purjunalarni ketma – ket va parallel ulash

Turmushda va texnikada purjunalardan ko'p foydalanamiz. Albatta bunda purjinaning birkirligi muhim ahamiyatga ega.

Qanday qilib pujunanig bikirligini ortisa yoki kamaytirsa bo'ladi?

Purjinalarni ketma–ket va parallel ulasa bikirligi qanday o'zgaradi?

Bu savollarga javob topish uchun biz Guk qonini va Nyuton qonunlarini yaxshi bilishimiz kerak.

### Purjunalarni ketma – ket ulash

Purjinalarni ketma-ket ulanganimizda ularga ta'sir etuvchi kuch bir xil bo'ladi chunki ularning ularishi 125-rasmida ko'rastilgandek bo'ladi. Bizga ma'lumki elastiklik kuchi tashqi kuchga teng bo'ladi:

$$F_u = F_{el1} = F_{el2} = F_{el3} = \dots = F_{eln} \quad (1) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Bunda purjinalarning absalyut chozilishi har bir purjinaning chozilishlari yig'ndisidan iborat bo'ladi:

$$\Delta l_u = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \dots + \Delta l_n \quad (2)$$

Demak  $\Delta l_u = \frac{F}{k_u}; \quad \Delta l_1 = \frac{F_1}{k_1}; \quad \Delta l_2 = \frac{F_2}{k_2};$  larni (2) formulaga

qo'ysak u holda  $\frac{F}{k_u} = \frac{F_{el1}}{k_1} + \frac{F_{el2}}{k_2} + \frac{F_{el3}}{k_3} + \dots + \frac{F_{eln}}{k_n};$  agar elastik kuchlarni tengligini e'tiborga olsak  $F_{el}$  lar qisqarib ketadi va narijada quyidagi tenglik hosil bo'ladi.  $\frac{1}{k_u} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}$

Prujinalar ketma-ket ulanganida umumiyligi kamayadi.

$$\frac{1}{k_u} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$$

### Purjunalarni parallel ulash

Prujinalar parallel ulashda ular ustinga yonma yon qilib 126-rasmda ko'rsatilgandek ulanadi.

Prujinalar parallel ulanganida elsatiklik kuchlari har bir purjinaga ta'sir qilayotdan kuchlarni yig'ndisidan iborat bo'ladi:  $F_u = F_{el1} + F_{el2} + F_{el3} + \dots + F_{eln}$  (1)

Prujinalar parallel ulanganida purjunalarning uzayishi bir xil bo'ladi.  $\Delta l_u = \Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \dots = \Delta l_n$  (2)  $F_{el1} = k_1 \Delta l_1; \quad F_{el2} = k_2 \Delta l_2; \quad F_u = k_u \Delta l_u;$  (3).

(3) da olingan natijalarni (1) ga qo'yib hisoblasak.

$k_u \Delta l_u = k_1 \Delta l_1 + k_2 \Delta l_2 + k_3 \Delta l_3 + \dots + k_n \Delta l_n$  purjinalarni absalyut chozilishi bir-biriga teng ekanligini e'tibor olsak  $\Delta l$  uzayishlar qisqarib ketadi natijada  $k_u = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$

Prujinalar parallel ulanganida umumiyligi ortadi.  $k = k_1 + k_2 + k_3$

Bikrligi  $k$ -ga teng bo'lgan sim (prujina) yarmining bikrligi  $k_x$  quyidagicha topiladi.  $k_x = 2k$

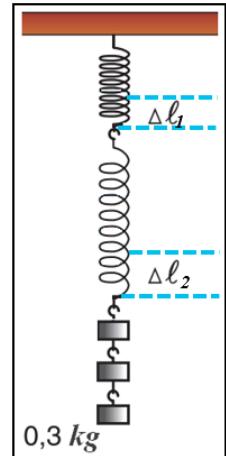
Bikrligi  $k$ -ga teng uzunligi  $l_0$  bo'lgan sim (prujina)  $n$  ta bo'lakka bo'linganida 1 ta bo'lagining bikrligi  $k_x$  deb belgilasak bu bo'lakning bikrligi  $n$  marta ortib ketadi.

$$k_x = n \cdot k$$

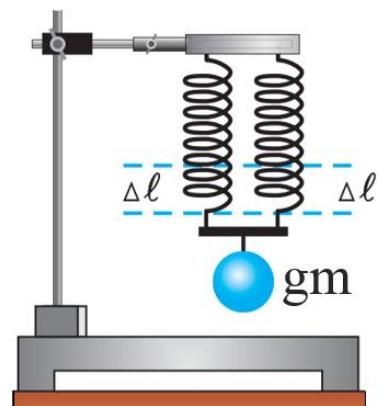
$$\text{Uzunligi esa } n \text{ marta kamayib ketadi. } l_x = \frac{l_0}{n}$$

Bikrligi  $k$ -ga teng bo'lgan sim (prujina)  $n$  ta bo'lakka bo'linib so'ngra parallel eshib (ulanib) qo'yilganidan keyingi bikrligi  $k_x$  quyidagicha topiladi.

$$k_x = n^2 \cdot k$$



125 – rasm.

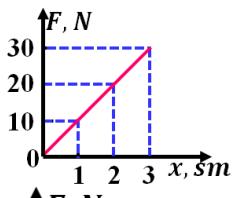


126 – rasm.

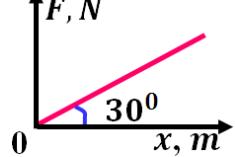
## Mavzuga doir test

1. Elastiklik kuchi ifodasini toping.  
 A)  $F=ma$ .    B)  $F=mv^2/r$ .    C)  $F_x=-kx$ .    D)  $F=\mu P_n$ .    E)  $F=mg$ .
  2. Elastiklik kuchining proeksiyasi qanday ifoda bilan aniqlanadi?  
 A)  $-k\Delta l$ .    B)  $k\Delta l$ .    C)  $k/\Delta l$ .    D)  $\Delta l/l_0$ .    E)  $-k/\Delta l$ .
  3. Bikrligi  $400 \text{ N/m}$  bo'lgan prujina  $2 \text{ cm}$  cho'zilishi uchun necha nyuton kuch qo'yish kerak?  
 A) 1.    B) 4.    C) 8.    D) 200.    E) 800.
  4. Bikrligi  $10 \text{ N/m}$  bo'lgan prujina necha nyuton kuch ta'sirida  $0,1 \text{ m}$  ga cho'ziladi?  
 A) 100.    B) 1.    C) 10.    D) 0,1.
  5. Grafiklarning qaysi biri Guk qonunini to'g'ri tavsiflaydi?
- 
6. Vagon platforma bilan to'qnashganda, bikrligi  $10^5 \text{ N/m}$  bo'lgan bufer prujinalari  $10 \text{ cm}$  ga siqildi. Prujinalarning vagonga ta'sir etuvchi maksimal elastiklik kuchi qanday (N).  
 A)  $2 \cdot 10^6$ .    B)  $10^6$ .    C)  $2 \cdot 10^4$ .    D)  $10^4$ .    E)  $10^5$
  7. Rasmda ko'rsatilgan, bikrligi  $600 \text{ N/m}$  bo'lgan vaznsiz prujina  $2 \text{ cm}$  ga cho'zilishi uchun aravacha necha  $\text{m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qilishi kerak? (Ishqalanishni hisobga olmang.)  
 A) 15.    B) 1,67.    C) 2,4.    D) 0,42.
  8. Prujinaning bikrligi - bu elastiklik kuchining prujinaning ... ga nisbatidir.  
 A) vazni.    B) massasi.    C) uzunligi.    D) diametri.  
 E) absolut deformatsiyasi kattaligi.
  9. Prujina  $2 \text{ N}$  kuch ta'sirida  $0,2 \text{ m}$  ga cho'zildi. Prujinaning bikrligini aniqlang (N/m).  
 A) 100.    B) 50.    C) 10.    D) 1.
  10.  $2 \text{ N}$  kuch ta'sirida prujina  $0,01 \text{ m}$  cho'zildi. Prujinaning bikrligi necha N/m?  
 A) 200.    B) 100.    C) 40.    D) 20.
  11.  $2 \text{ kg}$  massali yuk osileanda,  $5 \text{ sm}$  uzunlikdagi prujina  $1 \text{ sm}$  uzaydi. Prujinaning bikrligini aniqlang (N/m).  
 A) 2.    B) 100.    C) 200.    D) 400.    E) 2000.
  12.  $4 \text{ kg}$  massali yuk osilganda  $10 \text{ cm}$  uzunlikdagi prujina  $1 \text{ sm}$  uzaygan. Prujinaning bikrligini aniqlang (N/m).  $g=10 \text{ m/s}^2$ .  
 A) 2.    B) 4.    C) 200.    D) 400.    E) 2000.
  13.  $5 \text{ kg}$  massali yuk osilganda  $10 \text{ sm}$  uzunlikdagi prujina  $2 \text{ sm}$  uzaygan. Prujinaning bikrligi qanday (N/m)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .  
 A) 2,5.    B) 5.    C) 250.    D) 2500.    E) 500.
  14. Massasi  $0,2 \text{ kg}$  bo'lgan yuk ta'siri ostida  $4 \text{ sm}$  ga Uzaygan prujinaning bikrligini toping (N/m).  
 A) 100.    B) 90.    C) 50.    D) 20.    E) 5.
  15.  $800 \text{ g}$  massali yuk ta'sirida prujina  $2 \text{ sm}$  cho'zildi. Prujinaning bikrligi qanday (N/m)?  
 A) 4000.    B) 400.    C) 40.    D) 16.    E) 4.
  16. Tik turgan purjina ustiga massasi  $2 \text{ kg}$  bo'lgan yuk qo'yilganda, u  $2 \text{ sm}$  ga siqildi. Prujinaning bikrligini toping (N/m).  
 A) 1000.    B) 200.    C) 100.    D) 10.    E) 1.

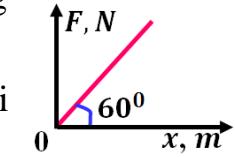
17. Prujina uzunligi o‘zigarishining unga qo’yilgan kuchga bog’lanish grafigi rasmda keltirilgan. Prujinaning bikrligini aniqlang ( $N/m$ )  
 A) 500.    B) 10.    C) 1000.    D) 90.    E) 40.



18. Rasmdagi grafikdan foydalangan holda prujinaning bikrligini toping ( $N/m$ ).  
 A)  $\sqrt{3}/3$ .    B)  $\sqrt{3}/2$ .    C)  $\sqrt{3}$ .    D) 1.    E) 0,5.



19. Rasmdagi grafikdan foydalanib sistemaning bikrligini toping ( $N/m$ ).  
 A)  $\sqrt{3}/3$ .    B) 0,5.    C) 1.    D)  $\sqrt{3}/2$ .    E)  $\sqrt{3}$



20. Berilgan sim bo’lagining bikrligi  $k$  ga teng. Shu sim bo’lagi yarmining bikrligi nimaga teng? A)  $k/4$ .    B)  $k/2$ .    C)  $k$ .    D)  $2k$ .

- 20a. Biror purjinaning bikirligi  $k$  ga teng. Shu purjina yarmining bikirligi qanday? A) 0.    B)  $k$ .    C)  $1,5k$ .    D)  $2k$ .

21. Sim bo’lagining bikirligi  $20 \text{ N/m}$  ga teng. Shu sim bo’lagi yarmining bikirligi qanday? A) 40.    B) 80.    C) 20.    D) 10.    E) TZY.

22. Bikrligi  $100 \text{ N/m}$  bo’lgan prujina yarmining bikrligi qanday ( $N/m$ )?  
 A) 10.    B) 50.    C) 150.    D) 200.    E) 100.

- 22a. Agar bikrligi  $100 \text{ N/m}$  bo’lgan prujina ikkita teng bo’lakka bo’linsa, har bir prujinaning bikrligi qanday bo’ladi ( $N/m$ )?  
 A) 25.    B) 50.    C) 100.    D) 200.    E) 400.

23. Bikrligi  $64 \text{ N/m}$  bo’lgan ikkita prujina ketma-ket ulansa, umumiy bikrligi qanday bo’ladi ( $N/m$ )? A) 8.    B) 16.    C) 32.    D) 64.    E) 128.

24. Har birining bikrligi  $k$  bo’lgan 3 ta bir xil prujinalarni ketma-ket ulash natijasida hosil bo’lgan prujinaning bikrligini toping.  
 A)  $k$ .    B)  $k/2$ .    C)  $k/3$ .    D)  $3k$ .    E)  $2k$ .

25. Uzunligi  $l$  va bikrligi  $k$  bo’lgan prujina uzunliklari  $l_1 = 2l/3$  va  $l_2 = l/3$  bo’lgan ikki bo’lakka bo’lindi. Kichik bo’lakning bikrfigini toping.  
 A)  $3k$ .    B)  $k/3$ .    C)  $3k/2$ .    D)  $2k/3$ .

26.  $L$  uzunlikdagi prujinaning bikrligi  $k$  bo’lsa, bikrligi  $3k$  bo’Jishi uchun shu prujinadan qanday uzunlikda olish kerak?  
 A)  $3L$ .    B)  $L/3$ .    C)  $2L/3$ .    D)  $21$ .    E)  $3L/2$ .

27. Har birining bikrligi  $k$  bo’lgan ikkita bir xil prujina bir – biriga yonma-yon ulangan. Hosil bo’lgan sistemaning bikrligi qanday?  
 A)  $k/2$ .    B)  $2k$ .    C)  $k$ .    D)  $4k$ .

28. O’zaro parallel ulangan ikkita bir xil prujina ketma-ket ulanganda ularning umumiy bikrligi qanday o’zgaradi?  
 A) 2 marta oshadi.    B) 2 marta kamayadi.  
 C) 4 marta oshadi.    D) 4 marta kamayadi.

29. Parallel (yonma-yon) mahkamlangan ikkita bir xil prujinaning bikirligi ketma-ket ulangan xuddi shunday ikkita prujinanikiga nisbatan qanday bo’ladi?  
 A) 2 marta kichik.    B) 2 marta katta.  
 C) 4 marta kichik.    D) 4 marta katta.    E) teng.

30. Bikrliklari  $k_1$  va  $k_2$  bo'lgan prujinalar ketma-ket ulansa, ularning umumiy bikrligi k qanday bo'ladi?

- A)  $k = k_1 + k_2$ .      B)  $k = k_1 \cdot k_2$ .  
 C)  $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 - k_2}$ .      D)  $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$ .

31. Bir prujinaning bikrligi 20 N/m, ikkinchisiniki – 30 N/m. Shu prujinalarni ketma-ket ulab tuzilgan prujinaning bikrligi qanday (N/m)?

- A) 10.      B) 25.      C) 12,5.      D) 12.

32. Bikrliklari 0,5 va 1 kN/m bo'lgan ikki prujina ketma-ket ulangan Agar kuch ta'sirida 1-prujina 2 sm uzaygan bo'lsa, 2-purjina necha sm uzaygan?

- A) 5.      B) 4.      C) 3.      D) 2.      E) 1.

33. Uzunligi 1 m bo'lgan po'lat simning uchiga massasi 260 g bo'lgan jism biriktirilgan. Bu sim 2 ayl/s chastota bilan aylantirilganda qancha uzayadi? Simning bikrligi  $k=5000$  N/m.      A) 2,5 sm.      B) 8,2 mm.      C) 4 sm.      D) 2,5 mm.

34. Bikrliklari bir xil, lekin birining uzunligi ikkinchisiniki- dan 2 marta katta bo'lgan ikkita prujina bir xil kuch ta'sirida cho'zilsa. nisbiy uzayish ularning qaysi birida katta va necha marta katta bo'ladi?

- A) ikkalasi bir xil.      B) birinchisida 2 marta.  
 C) ikkinchisida 4 marta.      D) birinchisida 4 marta.  
 E) ikkinchisida 2 marta.

35. Qanday holda jismga qo'yilgan elastiklik kuchi albatta tebranma harakatni vuzaga keltiradj?

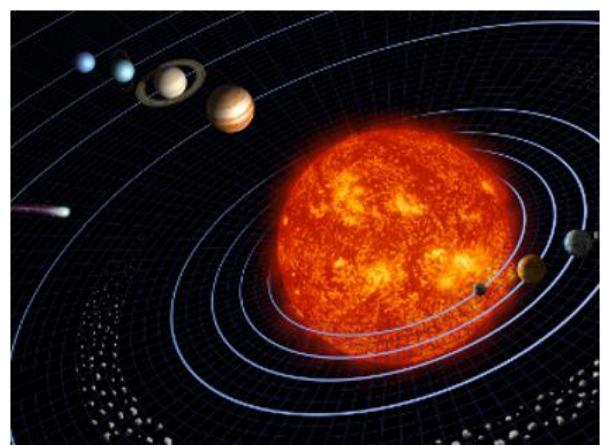
- A) agar elastiklik kuchi harakat tezligiga tik yo'nalgan bo'lsa.  
 B) agar elastiklik kuchi jismga ta'sir etuvchi yagotia kuch bo'lib, jism kuch ta'sir etishdan avval tmch turgan bo'lsa.  
 C) agar jismga elastiklik kuchidan boshqa kuchlar ham ta'sir etsa.  
 D) agar kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa.

## 15 - §. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

### Butun olam tortishish qonunining kashf etilishi

Oyning Yer atrofida, Yerning **Quyosh** atrofida aylanishini bilasiz. Nima uchun Oy Yerdan, Yer Quyoshdan “qochib” ketmaydi aksinch ma'lum bir treyektoriya bo'ylab harakat qiladi. Chunki Oy bilan Yer, Yer bilan Quyosh o'zaro ta'sirlashib, muayyan kuch bilan tortishib turadi (127-rasm).

Nyuton 1687-yilda o'zigacha o'rgangan olimlaming fikrlariga va o'zining kuzatishlariga asoslanib quyidagi xulosaga keldi.



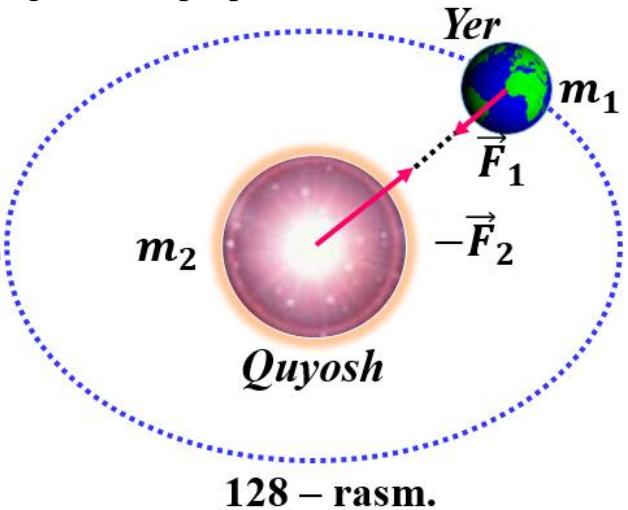
**127 – rasm.**

Yerning Quyosh bilan o'zaro tortishish kuchi ular massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, oralaridagi masofaning kvadratiga teskari proporsional.

Nyuton tortishish kuchining bunday tabiat faqat Yer bilan Quyosh orasidagi tortishishga emas, balki Oy bilan Yer, boshqa sayyoralar bilan Quyosh, atrofimizdagi jismlar bilan Yer orasidagi tortishishga ham tegishli ekanligini kashf etdi (128-rasm).

Nyuton xulosasiga asosan, olamdagi jismlarning o'zaro tortishish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$



bunda  $m_1, m_2$ —ta'sirlashishayotgan jismlar massalari,  $R$ —ular orasidagi masofa,  $G$ —proporsionallik koeffitsienti bo'lib, u ***gravitatsion doimiy*** deb ataladi. Lotinchada *gravitas — tortishish, og'irlik* degan ma'noni anglatadi.

Bu formula butun olamdagи jismlarning tortishish kuchini ifodalaganı uchun u ***butun olam tortishish qonuni*** deb ataladi. Butun olam tortishish qonuni quyidagicha ta'riflanadi.

Ikki jismning o'zaro tortishish kuchi ularning massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional.

### Gravitatsion doimiy

Ingliz olimi ***Genri Kavendish*** 1798-yilda o'zi kashf qilgan sezgir burama tarozi yordamida gravitatsion doimiyning son qiymati quyidagiga tengligini aniqladi: gravitatsion doimiyning son qiymatini aniqlash uchun 129-rasmida ko'rsatiklandek sixemani yig'amiz buning uchin bizga massalari bir xil  $m=775\text{ g}$  dan bo'ldan ikkita sharcha, ko'zgu va yorug'lik manbai kerak bo'ldi. Sharchalarni rasmida ko'rsatilgandek  $AB$  richgning uchlariga joylashtiramiz, ko'zguni esa  $OC$  oralig'iga erkin buraladigan qilib vertikal joylashtiramiz so'ngra richgning  $AB$  qismida turgan sharchalarga massalari  $49,5\text{ kg}$  massali sharchalarni bir xil yaqinlashtiramiz natijada ko'zgu ma'lum gurchakka og'ib ko'zgiga tushayotgan yorug'lik kuchni qiymatini ma'lum bir shikalada ko'rsatadi.

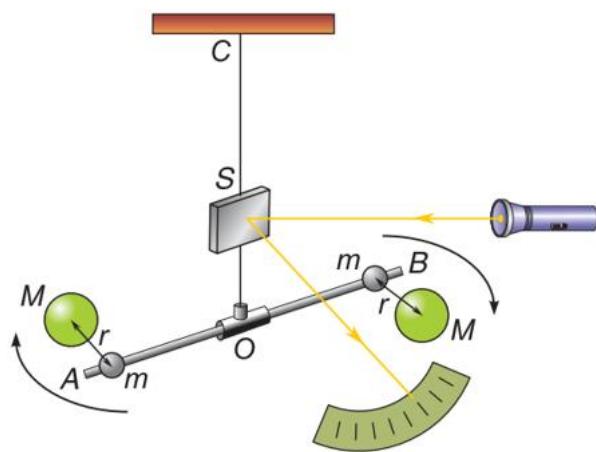
Aniqlangan kattaliklardan foydalanib gravitatsion doimiyning son qiymatini aniqlamiz: butun olam tortishish qonuni formulasidan  $G$  ni topib olamiz  $G = \frac{FR^2}{mM}$  bu formulaga tajribada aniqlangan qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz natija  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$  ga teng.

$100/15 \approx 6,67$  bo'lgani uchun masalalar yechishda  $6,67 \cdot 10^{-11}$  o'rniga  $\frac{1}{15} \cdot 10^{-9}$  qiymatdan foydalanish mumkin.

Gravitatsion maydon potentsial maydondir. Gravitatsion maydon markaziy maydondir.

Gravitatsia kuchining jismni ko'chirishda bajargan ishi jism traektoriyasining shakliga bog'liq emas.

Gravitatsiya kuchining berk traektoriyada bajargan ishi nolga teng.



129 – rasm.

### Yer, Oy va Quyoshga oid kattaliklar haqida ma'lumotlar

Butun olam tortishish qonuniga oid masalalarni yechishda Yer, Oy va Quyoshga oid kattaliklardan foydalaniladi. Quyida shu kattaliklar keltirilgan. Masala yechishda bu kattaliklarning yaxlitlangan taqrifiy qiymatlaridan foydalanish mumkin.

1. Yerning o'rtacha radiusi —  $6,371 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
2. Yerning massasi —  $5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .
3. Yerdan Oygacha o'rtacha masofa —  $3,844 \cdot 10^8 \text{ m} \approx 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}$ .
4. Oyning radiusi —  $1,737 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
5. Oyning massasi —  $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \approx 7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ .
6. Yerdan Quyoshgacha o'rtacha masofa —  $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ .
7. Quyoshning radiusi —  $6,96 \cdot 10^8 \text{ m} \approx 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ .
8. Quyoshning massasi —  $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ .

### Mavzuga doir test

1. Ikki jismdan har birining massasi 2 marta oshirilsa va ular orasidagi masofa 2 marta kamaytirilsa, ularning o'zaro tortishish kuchi qanday o'zgaradi?
  - A) 4 marta ortadi.
  - B) 4 marta kamayadi.
  - C) 8 marta ortadi.
  - D) 8 marta kamayadi.
  - E) 16 marta ortadi.
2. Massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo'lgan 2 ta jism orasidagi masofani va har ikki jism massalarini 2 marta kamaytirilsa, ularning o'zaro ta'sir kuchi qanday o'zgaradi?
  - A) 4 marta ortadi.
  - B) 8 marta ortadi.
  - C) o'zgarmaydi.
  - D) 2 marta ortadi.
  - E) 16 marta ortadi.
3. Ikki jism orasidagi gravitatsiya kuchi 64 marta kamaygan bolsa, ular orasidagi masofa qanday o'zgargan?
  - A) 8 marta kamaygan.
  - B) 8 marta ortgan.
  - C) 64 marta ortgan.
  - D) o'zgarmagan.
4. Ikki jism orasidagi tortishish kuchi 36 marta oshgan va jismlardan birining massasi shuncha marta kamaygan bo'lsa, ular orasidagi masofa qanday o'zgargan?

- A) o'zgarmagan.      B) 6 marta kamaygan.  
 C) 36. marta ortgan.      D) 36 marta kamaygan.

5. Berilganlardan butun olam tortishish qonunini ifodalovchi formurani toping.

- A)  $F = Blsina$ .      B)  $F = Bqvsina$ .  
 C)  $F = \frac{m\vartheta^2}{r}$ .      D)  $F = k \frac{q_1 q_1}{r^2}$ .      E)  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .

6. Quyidagi gapni to‘g‘ri mazmunda to‘latuvchi javobni aniqlang:

“  $F = G \frac{Mm}{R^2}$  formula ... ifodalaydi.”

A) orasidagi  $R$  masofa o‘lchamlaridan juda katta bo‘lgan  $M$  va  $m$  massali ikki jismning gravitatsion ta‘sirlashuvini.

B) ixtiyoriy jismning Yer bilan ta‘sirlashuvini.

C) sayyoralarlarnirw o zaro ta‘sirlashuvlarini.

D) Yerning tortish maydonidagi  $M$  va  $m$  massali ixtiyoriy jismlar ta‘sirlashuvini.

7. Massalari  $M$  va  $m$  bo‘lgan ikki jism orasidagi gravitatsiyaviy ta‘sirlashuv kuchi uchun yozilgan  $F = G \frac{Mm}{R^2}$  ifodadagi  $R$  kattalik nimani ifodalaydi?

A) Yer radiusini.

B) sayyoraning aylariish radiusini (orbita radiusini).

C) ta‘sirlashuvchi jismlaming bir-biriga eng yaqin joylashgan nuqtalari oralg‘ini.

D) jismlar massa markaztari orasidagi masofani (agar jismlarni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin bo‘lsa).

8. Butun olam tortishish qonunidagi gravitatsion doimiyning ma’nosini tushuntiring.

A) massalari 1 kg dan va oralaridagi masofa 10 m bo‘lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik.

B) massalari 1 kg dan bo‘lgan ikkita jismning og‘irlilik kuchlari yig‘mdisiga teng kattalik.

C) massalari 1 kg dan va oralaridagi masofa 1 m bo‘lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik.

D) massalari 10 kg dan va oralaridagi masofa 1 m bo‘lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik.

9. Gravitatsiya doimiysining birligini ko‘rsating.

A)  $J/N \cdot m^2$ .      B)  $N \cdot kg^2/m^2$ .      C)  $N/m^2$ .      D)  $kg \cdot m^2/N$ .      E)  $N \cdot m^2/kg^2$ .

10. Gravitatsiya doimiysining birligini ko‘rsating.

A)  $N \cdot m^2/kg^2$ .      B)  $N \cdot m$ .      C)  $N$ .      D)  $N \cdot m^2/kg$ .      E)  $N \cdot m^2$ .

11. Jismning inert massasi va gravitatsion massasi qanday farq qiladi?

A) inert massa nolga teng.

B) inert massa katta.

C) gravitatsion massa katta.

D) farq qilmaydi.

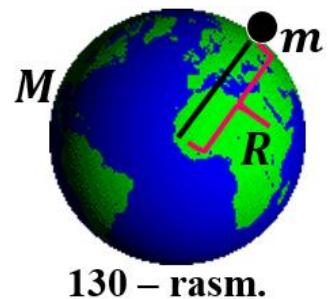
E) gravitatsion massa nolga teng.

## 16 - §. OG'IRLIK KUCHI

### Jismlarning Yerga tortilishi

Butun olam tortishish qonuni formulasidan foydalanib, Yer sirtida turgan 1 kg massali jism bilan Yer sharining o'zaro tortishish kuchini hisoblab ko'raylik (130-rasm). Bunda jism Yer sirtida turgani uchun jismlar orasidagi masofa tarzida Yer sharining radiusini olish mumkin. Yeming massasi  $m_2 = M \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , radiusi  $R \approx 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$  ekanligi ma'lum. Butun olam tortishish qonuni formulasidan kuchning quyidagi qiymatini topish mumkin:

$$F = \frac{GMm}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1 \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \approx 9,81 \text{ N}$$



Demak, 1 kg massali jism va Yer bir-birini 9,81 N kuch bilan tortadi.

Nyutonning uchinchi qonuniga binoan jism Yerga qanday kuch bilan tortilsa, u Yerni o'ziga shuncha kuch bilan tortadi. Faqat bu kuchlar o'zaro qarama-qarshi yo'nalgandir. 1 kg massali, hattoki, Yer sirtidagi ulkan jismlar ham Yerni tortganda, uning joyidan siljishi sezilmaydi. Shuning uchun Yerning jismga tortilishi emas. balki jismning Yerga tortilishi haqida ko'proq so'z yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan, jismning Yerga tortilish kuchini (jimga ta'sir qilayotgan kuch) bilgan holda jisimning tezlanishini aniqlasak quyidagiga teng bo'ladi:

$$F = ma \quad \text{dan} \quad a = \frac{F}{m} \quad \text{formula orqali hisoblasak Yerning tortish kuchi ta'sirida mazkur 1 kg}$$

massali jismning olgan tezlanishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 9,81 \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2}{\text{kg}} = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2.$$

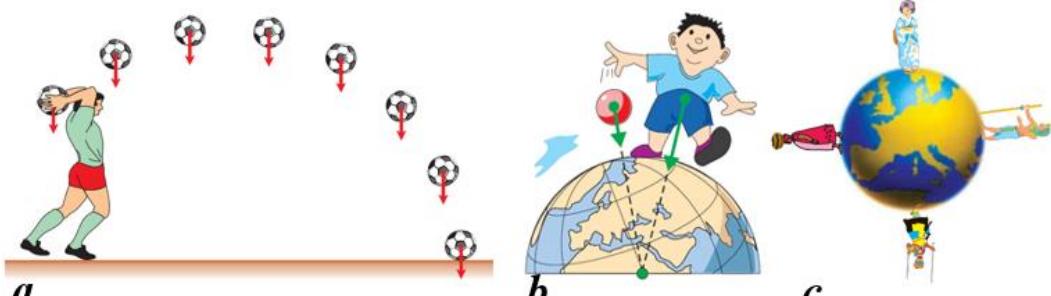
1 kg massali emas, balki ixtiyoriy massali jism uchun  $a$  tezlanishning kattaligi bir xil, ya'ni  $9,81 \text{ m/s}^2$  ga teng chiqaveradi. Demak, Yerning tortishish kuchi ta'sirida Yer yuzidagi jismlarning olgan tezlanishi taqriban  $a = 9,81 \text{ m/s}^2$  ga teng ekan. Biz buni erkin tushish tezlanishi deb atab, uni  $g$  harfi bilan belgilagan edik. Aslida biz bu bilan erkin tushish tezlanishining qiymatini keltirib chiqardik. Demak, haqiqatan ham,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  ekan.

Yer bilan Yer sirtida turgan jism orasidagi tortishish kuchini butun olam tortishish qonuni orqali hisoblab topish mumkin, lekin hisoblashni soddalashtirish uchun fizikaga maxsus kattalik kitirilgan bu karralik **og'irlik kuchi** deb ataladi.

Demak jismni Yerga tortib turuvchi kuchni og'irlik kuchi deb ataladi  $F_{og}$ , kabi belgilanadi. Yer yuzidagi jismning og'irlik kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{og} = mg .$$

Jismning Yerga tortilish kuchi *og'irlik kuchi* deb ataladi. Og'irlik kuchi har doim Yer markazi tomon yo'nalgan bo'ladi. 131-a rasmida Soprtschi uloqtirgan kaptok egri chiziqli harakat qilishiga sabab og'irlik kuchining Yer markazi tomon yo'nalihsidir. Jism Yer sharining istalgan nuqtasiga bo'lmasi har doim og'irli kuchi Yer markazi tomon yo'nalgan bo'ladi (131-a,b,c rasm).



**131 – rasm.**

### Erkin tushish tezlanishining qiymatini keltirib chiqarish

Butun olam tortishish qonuniga binoan Yer sirtida turgan  $m$  massali jismning  $M$  massali va  $R$  radiusli Yerga tortilish kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi(130–rasm):  $F = \frac{GMm}{R^2}$

Bu formulani yuqoridagi og'irlik kuchi formulasi bilan tenglab, quyidagi ifodani olamiz:

$$mg = \frac{GMm}{R^2} \text{ agar } m \text{ lar qisqarib ketsa, erkin tushish tezlanishni } g = \frac{GM}{R^2} . \text{ Bu ifodadan}$$

ko'rindiki erkin tushish tezlanish Yerning massasi va uning radiusiga bog'liq bo'lib, tushayotgan jismning massasiga bo'g'liq bo'lmasligini ko'rsatadi. Bu Yer sirtining berilgan nuqtasida erkin tushish tezlanishi barch jismlar uchun bir xil bo'lishini bildiradi.

Agar Yerni shar shakilda deb bilsak u holda yerning massasi  $M = \rho V = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$  ga teng

$$\text{bo'lsa } g = \frac{4}{3}\pi G \rho R \text{ orqali hisoblasak ham bo'ladi.}$$

Demak, erkin tushish tezlanishi jismning massasiga bog'liq emas. Erkin tushish tezlanishi faqat Yerning massasiga va radiusiga bog'liq ekan. Bu formula Oy, boshqa sayyoralar uchun ham o'rinnlidir. Masalan, Oyning sirtida erkin tushish tezlanishini hisoblash uchun Yerning massasi o'rniga Oyning massasi, Yerning radiusi o'miga Oyning radiusi olinishi kerak.

### Erkin tushish tezlanishining balandlikka bog'liqligi

Erkin tushish tezlanishi formulasida jismlar orasidagi masofa tariqasida Yerning radiusi  $R$  olingan. Bu Yer yuzida turgan jism uchun o'rinli, lekin Yerdan  $h$  balandlikda turgan jism uchun  $R$  o'rniga jism bilan Yer markazi orasidagi masofa  $R+h$  olinadi (132–rasm). U holda  $h$  balandlikdagi jismning erkin tushish tezlanishi formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$g = \frac{GM}{R^2}$  dan  $GM$  ni topsak  $GM = g_{yersirti} R^2$  ga teng bo'ladi bu topilgan natijani  $g_h$

ormuladagi  $GM$  o'mniga qo'ysak u holda  $g_h = g_{yersirti} \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$  ifodaga ega bo'lamiz.

Yer sirtidagi erkin tushish tezlanishini  $h$  balandlikdagi erkin tushish tezlanishiga nisbati quyidagiga teng.

$$\frac{g_{yersirti}}{g_h} = \frac{\frac{GM}{R^2}}{\frac{GM}{(R+h)^2}} = \frac{(R+h)^2}{R^2} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2; \quad \frac{g_{yersirti}}{g_h} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2$$

Erkin tushish tezlanish  $h$  balandlikda  $n$  marta kamaysa balandlikni topish:

$$g_h = \frac{g_{yersirti}}{n}; \quad \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM}{R^2 n} \quad \text{dan}$$

$\frac{1}{(R+h)^2} = \frac{1}{R^2 n}$  olingan natijani ya'ni kasrni har ikkala tomonini teskari yozib kvadrat ildizga olamiz  $\sqrt{(R+h)^2} = \sqrt{R^2 n}$   $R+h = R\sqrt{n}$ ,  $h = R\sqrt{n} - R = R(\sqrt{n} - 1)$ .

$$\text{Demak: } h = R(\sqrt{n} - 1), \quad n = \frac{g_{yersirti}}{g_h}$$

$$n = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2$$

Shu jumladan og'irlilik kuchni  $h$  balanlikdagi holati uchun yozsak:

$F_{og'}^h = G \frac{Mm}{(R+h)^2}; \quad F_{og'} = \frac{GMm}{R^2}$  formuladan  $GMm$  ni topib  $F_{og'}^h$ , formulaga qo'yib

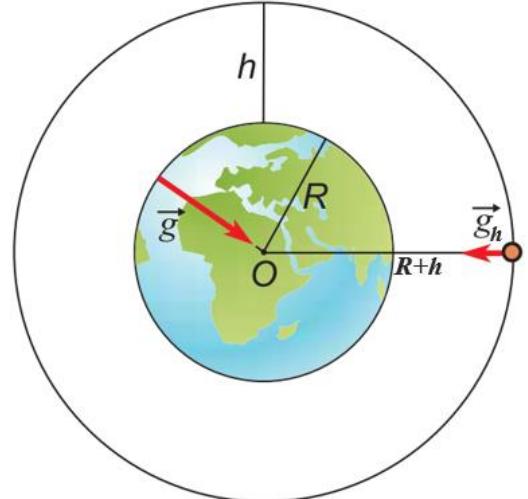
hisoblasak quyidagi formulaga ega bo'lamiz.  $GMm = F_{og'}^{yersirti} R^2 \quad F_{og'}^h = \frac{F_{og'}^{yersirti} R^3}{(R+h)^2}$

$$F_{og'}^h = F_{og'}^{yersirti} \left(\frac{R}{R+h}\right)^2; \quad \text{yoki} \quad \frac{F_{og'}^{yersirti}}{F_{og'}^h} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2; \quad F_{og'}^{yersirti} = n F_{og'}^h \quad n = \frac{F_{og'}^{yersirti}}{F_{og'}^h};$$

$$n = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2$$

$g = \frac{GM}{R^2}$ . Bu formula Oy, boshqa sayyoralar uchun ham o'rinnlidir. Masalan,

Oyning sirtida erkin tushish tezlanishini hisoblash uchun Yerning massasi o'rniga Oyning massasi, Yerning radiusi o'rniga Oyning radiusi olinishi kerak.  $g_{oy} = G \frac{M_{oy}}{R_{oy}^2}$



132 – rasm.

Sayyora sirtidagi erkin tushish tezlanishi  $g_{say}$  ni topish ham xuddi shunday Yerning massasini o'rniga sayyoraning massasini, Yerni radusini o'rniga sayyorani radusi olinadi.

$$g_{say} = G \frac{M_{say}}{R_{say}^2}$$

Biror sayyoradagi erkin tushish tezlanishini Yerning erkin tushish tezlanishaga nisbati

$$\frac{g_{say}}{g_{Yer}} = \frac{\frac{GM_{say}}{R_{say}^2}}{\frac{GM_{Yer}}{R_{Yer}^2}} = \frac{M_{say}R_{Yer}^2}{M_{Yer}R_{say}^2} = \left( \frac{M_{say}}{M_{Yer}} \right) \cdot \left( \frac{R_{Yer}}{R_{say}} \right)^2; \quad \text{yoki} \quad g_{say} = g_{yer} \left( \frac{M_{say}}{M_{yer}} \right) \left( \frac{R_{yer}}{R_{say}} \right)^2$$

bu nisbatni sayyora zichligi  $\rho$  va radiusi  $R$  orqali ifodalasak quyidagich topiladi: massani  $m = \rho V$  formula orqali ifodalasak, sayyor va Yerni shar shakilda deb hisoblasak unda shani hajmini topish formulasiga asosan.  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$$\frac{g_{say}}{g_{yer}} = \left( \frac{M_{say}}{M_{yer}} \right) \cdot \left( \frac{R_{Yer}}{R_{say}} \right)^2 = \left( \frac{\rho_{say} V_{say}}{\rho_{yer} V_{yer}} \right) \cdot \left( \frac{R_{Yer}}{R_{say}} \right)^2 = \left( \frac{\rho_{say} \frac{4\pi R_{say}^3}{3}}{\rho_{yer} \frac{4\pi R_{say}^3}{3}} \cdot \frac{R_{Yer}^2}{R_{say}^2} \right) = \frac{\rho_{say} \cdot R_{say}}{\rho_{yer} \cdot R_{yer}}$$

$$\frac{g_{say}}{g_{yer}} = \frac{\rho_{say} \cdot R_{say}}{\rho_{yer} \cdot R_{yer}}$$

Yerning aylanish tezligi 17 marta oshsa ekvatordagи jismlar vaznsiz holatiga keladi yoki ekvatordagи nuqtalarining tezlanishi  $g$  (erkin tushish tezlanishi)ga teng bo'ladi.

### Mavzuga doir test

- Massasi va radiusi Yernikidan 3 marta kichik bo'lgan sayyora sirtida jismning og'irlilik kuchi Yer sirtidagidan qanday farq qiladi?
  - farq qilmaydi.*
  - 3 marta kam bo'ladi.*
  - 3 marta ko p bo'ladi.*
  - 9 marta kam bo'ladi.*
  - 9 marta ko p bo'ladi.*
- Radiusi va massasi Yernikidan 3 marta katta bo'lgan sayyora sirtida jismning og'irlilik kuchi Yer sirtidagidan qanday farq qiladi?
  - farq qilmaydi.*
  - 3 marta kam bo'ladi.*
  - 3 marta kop bo'ladi.*
  - 9 marta kam bo'ladi.*
  - 9 marta ko p bo'ladi.*
- Radiusi Yerning radiusidan 2 marta katta, massasi Yer massasidan 4 marta katta bo'lgan sayyorada og'irlilik kuchi Yerdagidan qanday farq qiladi?
  - 2 marta katta.*
  - 4 marta katta.*
  - 4 marta kichik.*
  - 2 marta kichik.*
  - farq qilmaydi.*
- Ov radiusi Yer radiusidan 3,6 marta, massasi esa 81 marta kichik. Oy uchun erkin tushish tezlanishini aniqlang ( $\text{m/s}^2$ ):  $g_{Yer}=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 1,6.      B) 1,7.      C) 1,8.      D) 1,9.

5. Qandaydir sayyoraning radiusi Yer radiusining 0,5 qismiga massasi esa Yer massasining 0,1 qismiga teng. Shu sayvoradagi erkin tushish tezlanishi qanday ( $m/s^2$ )? Yerda  $g=10\text{ m/s}^2$  deb hisoblang. A) 0,5.    B) 4.    C) 2.    D) 1.

6 Quyosh radiusi Yer radiusidan 108 marta katta. Quyosh zichligi esa Yer zichligining 0,25 qismiga teng Quyosh sirtidagi og'irlilik kuchi tezlanishi Yerdagidan necha marta katta?    A) 432.    B) 216.    C) 46.    D) 27.    E) 23.

7. Agar Quyoshning radiusi Yer radiusidan 108 marta katta, zienligi esa Yer zichligidan 4 marta kichik bo'lsa, Quyosh sirtida og'irlilik kuchining tezlanishi qanday bo'ladi ( $m/s^2$ )? Yer uchun  $g=10\text{ m/s}^2$  deb hisoblang.

A) 10,8.    B) 27.    C) 67,5.    D) 270.    E) 432.

8. Nima uchun Yer barcha jismlarga bir xil tezlanish beradi?

A) *jism bilan Yerning ta'sirlashuv kuchi faqat Yer massasiga bog'liq.*

B) *Yerning jismni tortish kuchi jism massasiga mutanosib.*

C) *Yerning jismni tortish kuchi jism massasiga teskari mutanosib.*

D) *Yer bilan jism orasidagi tortishish kuchi jism massasiga bog'liq emas.*

9. Quyidagi kuchlarning qaysi biri gravitatsiya tabiatiga ega?

A) *elastiklik kuchi.*    B) *sirpanish ishqalanish kuchi.*

C) *jism vazni.*    D) *Arximed kuchi.*    E) *og'irlilik kuchi.*

10. Berilganlar ichidan og'irlilik kuchi ifodasini toping.

A)  $F=ma$ .    B)  $F=-kx$ .    C)  $F = G \frac{m_1 m_1}{r^2}$ .    D)  $F=mg$     E)  $p=\frac{F}{s}$

11. Massasi 2 kg bo'lgan arg'imchoq daraxt shoxiga ilingan, unda massasi 40 kg bo'lgan bola o'tiribdi. Daraxt shoxida arg'imchoq va bola ta'sirida hosil bo'lgan elastiklik kuchini toping (N).  $g=10\text{ m/s}^2$ .

A) 42.    B) 140.    C) 210.    D) 380.    E) 420.

12. Bola Yerda og'irligi 160 N bo'lgan toshni ko'tara olsa, u Oyda turib qanday og'irlilikdagi va qanday massali toshni ko'tara oladi?  $g_{Er}=10\text{ m/s}^2$ ;  $g_{oy}=1,6\text{ m/s}^2$ .

A) 250 N, 27 kg.    B) 160 N, 16 kg.    C) 160 N, 100 kg.

D) 16 N, 16 kg.

13. Yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi qanday bo'ladi Yer sirti yaqinidagi erkin tushish tezlanishi  $g_0$ .

A)  $g=g_0/2$ .    B)  $g=g_0/2,5$ .    C)  $g=g_0/4$ .    D)  $g=g_0/3$ .    E)  $g=g_0/\sqrt{2}$ .

14. Yer sirtidan Yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi nimaga teng ( $m/s^2$ )? Yer sirtida  $g=10\text{ m/s}^2$ .

A) 1,25.    B) 2,5.    C) 5.    D) 10.    E) 0.

15. Yer sirtidan Yer radiusining yarmiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi nimaga teng? Yer sirtidagi erkin tushish tezlanishi  $g$  ga teng.

A)  $g/2,25$ .    B)  $g/2$ .    C)  $g/4$ .    D)  $g/4,25$ ,    E)  $g/5,5$ .

16. Uch Yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi Yer sirtidagiga nisbatan qanday bo'ladi?

A) 3 marta kichik.    B) 4 marta katta.

C) 16 marta kichik.    D) 4 marta kichik.

17. To'rt Yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi Yer sirtidagiga nisbalan qanday bo'ladi?

- A) 4 marta katta.    B) 16 marta kichik.  
 C) 4 marta kichik.    D) 25 marta kichik.

18. Yer sirtida jismning Yerga tortilish kuchi  $F$  ga teng. Yer radiusiga teng balandlikda shu jismni Yer qanday kuch bilan tortadi?

- A)  $F$ .    B)  $2F$ .    C)  $4F$ .    D)  $F/2$ .    E)  $F/4$ .

19. Jism osilgan dinamometr Yer sirtida 1 N ni ko'rsatadi. Agar jism Yer sirtidan ikki Yer radiusiga tens masofaga chicanlsa, Yerga necha nyuton kuch bilan tortiladi?

- A) 3.    B)  $1/9$ .    C)  $1/4$ .    D)  $1/6$ .    E)  $1/3$ .

20. Yer sirtidan qanday balandlikda jismning og'irligi Yer sirtidagi og'irligidan 4 marta kichik bo'ladi?  $R$  - Yerning radiusi.

- A)  $0,5R$     B)  $R$ .    C)  $1,5R$ .    D)  $2R$ .    E)  $3R$ .

21. Jismga ta'sir qiluvchi gravitatsion tortishish kuchi Yer sirtidan qanday balandlikda Yer sirtidagidan 4 marta kichik bo'ladi (km)?  $R_{yer} = 6400 \text{ km}$ .

- A) 12800.    B) 6400.    C) 3200.    D) 2500.    E) 16.

22. Yerning tortish kuchi 9 marta kamayishi uchun kosmik kema Yerdan qanday balandlikda bo'lishi kerak? Yerning radiusi  $R$  ga teng.

- A)  $9R$ .    B)  $8R$ .    C)  $2R$ .    D)  $3R$ .

23. Yer sirtidan necha km balandlikda Yerning tortish kuchi 36% kamayadi? Yerning radiusi  $R=6400 \text{ km}$ .

- A) 868.    B) 1600.    C) 3327.    D) 3600.    E) 4267.

24. Yer sirtidan qanday (km) balandlikda og'irlik kuchi Yer sirtidagi og'irlik kuchining 64 foizini tashkil qiladi? Yerning radiusi 6400 km.

- A) 1600.    B) 1400.    C) 1700.    D) 1650.    E) 1500.

25. Qanday balandlikda jismning og'irligi Yer sirtidagiga qaraganda  $n$  marta kichik bo'ladi?    A)  $R(\sqrt{n} - 1)$ .    B)  $R(n - 1)$ .    C)  $\frac{R}{n-1}$ .    D)  $R\sqrt{n-1}$ .

26. Quyida sanab o'tilgan jismlardan qaysi birining massa- sini tortish usuli bilan aniqlash mumkin?

- A) *yuk ortilgan vagonning*.  
 B) *oqsil molekulalanning*.  
 C) *Oyning*.    D) *Yer atmosferasidagi suv bug'larining*.  
 E) *kristall panjarasiaagi oltin atomlarining*.

27. Prujinali tarozi jism og'irligini planeta ekvatorida qutbdagiga qaraganda 10 foiz kam ko'rsatsa, planetaning o'rtacha zichligi qanday bo'ladi? Sutkaning davomiyligi  $T$  ga, butun olam tortishish doimiysi  $\gamma$  ga teng.

- A)  $\frac{\gamma T^2}{30\pi}$ .    B)  $\frac{30\pi}{\gamma T^2}$ .    C)  $\frac{33\pi}{\gamma T^2}$ .    D)  $\frac{30T^2}{\gamma\pi}$ .    E)  $\frac{30\pi\gamma}{T^2}$ .

28. Agar Yer radiusining o'rtacha qiymati  $R$  va erkin tushish tezlanishining o'rtacha qiymati  $g$  bo'lsa, Yerning o'rtacha zichligi qanday hisoblanadi? ( $G$  - gravitatsiya doimiysi).

- A)  $\rho = \frac{3g}{\pi GR}$ .    B)  $\rho = \frac{g}{GR}$ .  
 C)  $\rho = \frac{4\pi}{3} \frac{GR}{g}$ .    D)  $\rho = \frac{3}{4} \frac{g}{\pi GR}$ .

## 17-§. JISMNING OG'RLIGI

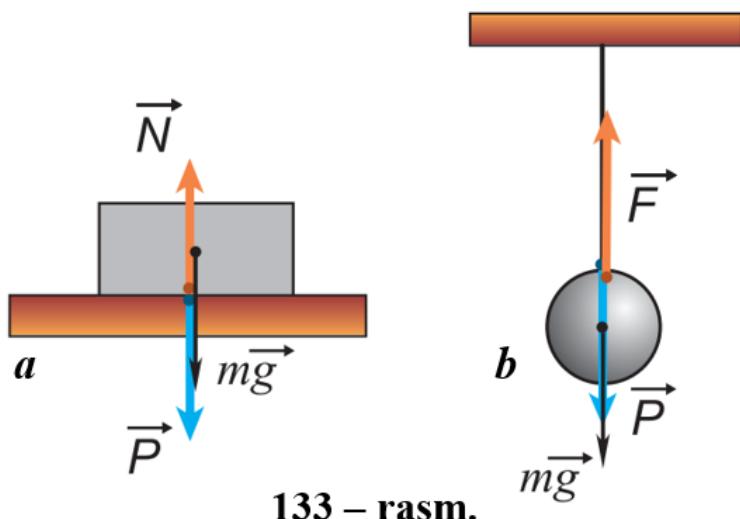
Fizikada og'irlilik kuchidan tashqari og'irlilik degan tushuncha ham mavjud. Jism og'irligi mohiyatini tushunib olish uchun quyidagi misolga e'tibor bering.

Tayanchga muayyan  $m$  massali jismning Yerga tortilishi tufayli jismning tayanchga ta'sir korsatishi(133-a rasm). Bu kuch tayanchga qo'yilgan jismning og'irligidir.

Osmaga mahkamlangan ipga  $m$  massali jism osilsin. Jismga pastga yo'nalган  $F_{og.}=mg$  og'irlilik kuchi ta'sir qiladi. Shu kuch ta'sirida ip cho'ziladi, ya'ni deformatsiyalanadi (133-b rasm).

Bu kuch ipga osilgan jismning og'rligidir.

Yerga tortilishi tufayli jismning tayanchga yoki osmaga ta'sir etadigan kuchi **jismning og'irligi** deb ataladi va  $P$  harfi bilan belgilanadi.



**133 – rasm.**

Yuqorida tajribalarda jism muvozanat holatga kelganda jismning  $P$  og'irligi  $\vec{F}_{og.}$  og'irlilik kuchiga teng bo'ladi. Tinch holatda turgan jismning og'irligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

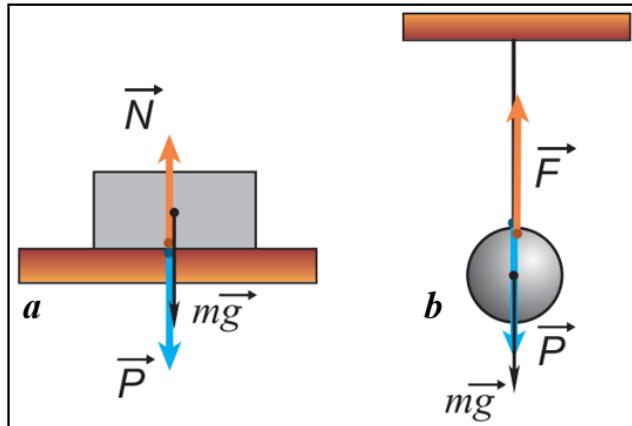
$$P = mg.$$

Og'irlik tushunchasini og'irlilik kuchi tushunchasi bilan almashtirib qo'ymaslik kerak. Ularning bir-biridan farq qiladigan ikki jihatini bilib olish lozim. *Birinchidan*, og'irlilik kuchi – bu jismga ta'sir etayotgan Yerning tortish kuchi, og'irlilik – bu jismning tayanchga yoki osmaga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi (134-a, b rasm). *Ikkinchidan*, og'irlilik kuchi muayyan joyda jismning tik yo'nalishdagi tezlanishiga bog'liq emas, ya'ni o'zgarmasdir. Og'irlilik esa jism faqat tinch holatda turganda yoki tik tekis harakatdagina o'zgarmasdir. Jism gorizontal yo'nalishda harakatlanganida uning harakat turi qanaqa bo'lishidan qat'iy nazar jismning og'irligi o'zgarmaydi va og'irlilik kuchiga teng bo'ladi.

$$P = m \cdot g$$

Jism vertikal yo'nalishda o'zgarmas tezlik  $\vartheta = const$  bilan tekis harakat qilganida uning og'irligi o'zgarmaydi va og'irlilik kuchiga teng bo'ladi.

Jism tik yo'lishda o'zgaruvchan harakat qilganda og'irlilik o'zgaradi.



**133 – rasm.**

### Mavzuga oid test

1 Jismning vazni (og'irligi) deb nimaga aytildi? Jismning vazni deb, jismning Yerga tortilish kuchi tufayli ...

- A) tayanch yoki osmaga ...      B) faqat tayanchga ...  
C) yonida turgan jismga ...      D) faqat osmaga ...

... ko'rsatadigan ta'sir kuchiga aytildi.

2. "Jismning vazni (og'irligi) va og'irlilik kuchi bir narsadir" degan gap to'g'rimi?

- A) to'g'ri, chunki vazn va og'irlilik kuchi bir narsadir.  
B) noto'g'ri, chunki vazn - jismning massadorligini (massa ko'p yoki kamligini) aniqlaydi.  
C) noto'g'ri, chunki vazn va og'irlilik kuchi boshqa – boshqa jismlarga qo'yilgan. Ular miqdoran teng bo'lishi ham, teng bo'lmasligi ham mumkin.  
D) to'g'ri, agar jism yerga nisbatan tinch turgan bo'lsa.

3. Agar jism ... ta'sirida harakatlansa, li vaznsizlik holatida bo'ladi.

- A) faqat og'irlilik kuchi.      B) faqat elastiklik kuchi.  
C) elastiklik va og'irlilik kuchlari.  
D) markazga intilma kuch.      E) harakattanmasa.

4. Quyidagi jumlaning mazmuniga mos keladigan so'z yoki birikmani tanlab, aniq gap hosil qiling. ... vaznsizlik holati hosil bo'ladi.

- A) erkin tushishda      B) tinchlik holatida  
C) to'g'ri chiziqli tekis harakatda      D) muoozanatda

5. Ichida toshi bor koptok otib yuborilgach, tik yuqoriga harakat qiladi, traektoriyaning yuqori nuqtasiga chiqadi va so'ngra pastga tomon harakat qiladi. Trayetotyaning qaysi qismida toshning koptokka bosim kuchi nolga teng bo'ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

- A) faqat yuqorigi nuqtada.  
B) traektoriyaning hamma qismiaa.  
C) faqat pastga harakat vaqtida.  
D) hech qaysi qismida nolga teng bo'lmaydi.

6. Bir g'ishtni ikkinchisining ustiga qo'yib, yuqoriga otishdi. Yuqoridagi g'ishtning pastdag'i g'ishtga bosim kuchi qachon nolga teng bo'ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

- A) *uchish vaqtining hammasida.*
- B) *hech qachon noiga teng bo'lmaydi.*
- C) *faqat pastga harakat vaqtida.*
- D) *faqat yuqorigi nuqtada.*

7. Dvigateli o'chirilgandan so'ng kosmik kema yuqoriga tik harakatini davom ettiradi va eng yuqori nuqtaga yefgach, yerga qaytib tushadi. Traektoriyaning qaysi qismida kosmonavtning tayanchga bosim kuchi eng kaita bo'ladi? Havoning qarshiligini hisobga olinmang.

- A) *yuqoriga harakatlanganda.*
- B) *traektoriyaning eng cho'qjisida.*
- C) *uchish vaqtining hammasida bosim kuchi nolga teng.*
- D) *pastga harakatlanganda.*

8. Havoning qarshiliği bo'limganda, gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jism harakat traektoriyasining qaysi qismida vaznsizlik holatida bo'ladi?

- A) *traektoriyaning eng yuqori nuqtasidan o'tayotganda.*
- B) *faqat tushayotgan qismida.*
- C) *vaznsizlik holatida bo'lmaydi.*
- D) *butun harakati davomida.*

9. Kosmik kema o'zgarmas  $\vartheta$  tezlik bilan Yer atrofida  $R$  radiusli doiraviy orbita bo'ylab aylanmoqda. Bunda  $m$  massali kosmonavtga o'tirgich kreslo tomonidan qanday reaksiya kuchi ta'sir qiladi?

- A)  $F=0.$
- B)  $F=m(g+\vartheta^2/R).$
- C)  $F=m(g-\vartheta^2/R).$
- D)  $F=mg.$
- E)  $F=m(\vartheta^2/R-g).$

10. Torichelli tajribasida ishlatiladigan simobli barometr (bir uchi berk shisria nay va simobli idish) biror balandlikdan vertikal tashlab yuborilsa, nay ichidagi simob sathining balandligi qanday o'zgaradi?

- A) *o'zgarmaydi.*
- B) *simob nauni butunlau to'ldiradi.*
- C) *nay ichiclagi simob butunlay oqib chiqadi.*
- D) *avval oshadi, so'ngra o'zgarmaydi.*

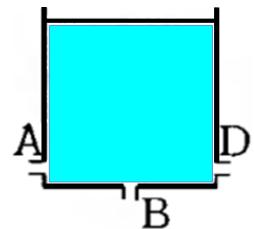
11. Silindr shaklidagi idishda uchta - A, B, D teshiklar bor. Agar idishni suvga to'ldirib, vertikai holatda tashlab yuborilsa, qaysi teshikdan suv oqadi?

- A) *hech qausisidan.*
- B) *A va B teshiklardan*
- C) *A, B, D teshiklardan.*
- D) *B teshikdan.*

12. To'nnkarilgan shisha idishdan suv oqib chiqmoqda. Agar idish tashlab yuborilsa, erkin tushish vaqtida suv ...

- A) *oqmaydi.*
- B) *sekinroq oqadi.*
- C) *tezroq oqadi.*
- D) *avvalgidek oqadi.*

13. Jism idishdagi suvga botirligan. Vaznsizlik holatiga o'tganda itarib chiqaruvchi kuch qanday o'zgaradi?



- A) avval kamauadi, so 'ng ortadi.    B) kamayadi.  
C) nolga teng bo'ladi.    D) ortadi.

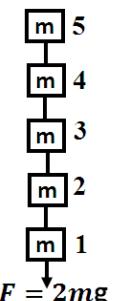
14. Ishqalanishsiz aylanuvchi vaznsiz qo'zg'almas blokka vaznsiz ip yordamida bir xil  $m$  massali ikkita yuk osilgan. Boshida sistema tinch holatda edi Yuklardan biri verfikal yo'nalishda yengil turtilgandan so'ng, sistema harakatga keldi. Bunda iprung taranglik kuchi qanday bo'ladi?    A)  $2mg$ .    B)  $mg/2$ .    C)  $3mg/2$ .    D)  $mg$ .

15. Beshta bir xil  $m$  massali yuk og'irlik kuchi maydonida pastga  $F=2mg$  qo'shimcha kuch bilan tortilmoqda (rasmga q.). 3- va 4-yuklar orasidagi ipning taranglik kuchi qanday?

- A)  $4mg/5$ .    B)  $12mg/5$ .  
C)  $9mg/5$ .    D)  $2mg/5$ .    E)  $18mg/5$ .

16. Biror jismning Ycrning qutbida  $P_1$  geografik kenglikda  $P_2$  va ekvatororda  $P_3$  bo'lsa, ularni taqqoslang. Bu nuqtalarda tortishish kuchining yo'nalishi jism og'irligining yo'nalishi bilan mos tushadimi?

- A)  $P_1=P_2=P_3$ , hamma nuqtalarda mos tushadi.  
B)  $P_3>P_2>P_1$ ; hamma nuqtalarda mos tushadi.  
C)  $P_3>P_2>P_1$ ; 1- va 3-nuqtalarda mos tushadi.  
D)  $P_1>P_2>P_3$ ; 1- va 3-nuqtalarda mos tushadi.



## 18-§. YUKLAMA VA VAZNSIZLIK

### Yuklama

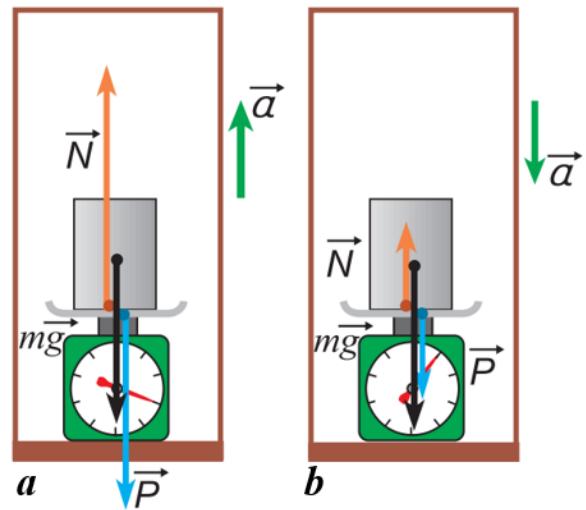
Hayotimizda yuklamaning namoyon bo'lishini ko'p uchratganmiz. Masalan, tinch holatdagi lift polida turgan dinamometr ustiga qandaydir  $m$  massali yukni joylashtirsak dinamometr  $mg$  ga teng bo'lgan kattalikni ko'rsatadi. Lift ko'tarila boshlaganida u  $a$  tezlanish oladi. Bunda uning ichida turgan jism lift polidagi dinamometri odatdagidan ko'proq kuch bilan bosadi  $P>mg$ .

Liftdagi dinamometr ko'rsatishining ortishiga sabab, dinamometr  $a$  tezlanish bilan harakatlanganda jismning og'irligi  $ma$  ga ortadi. Bunda jismning og'irligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P=F_{og}+ma \text{ yoki } P=mg+ma=m(g+a) \quad (135-a \text{ rasm}).$$

$m$  massali jism yuqoriga tik yo'nalishda  $a$  tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi  $ma$  ga ortadi. Bu ortish **yuklama** deb ataladi.

Samolyot yerdan tezlanish bilan ko'tarilganda yuklama tufayli ba'zi odamlar miyasida og'riq paydo bo'ladi. Ayniqsa, raketa katta tezlanish bilan uchirilganda, uning ichidagi kosmonavt katta yuklamaga dosh berishi kerak.



135 – rasm.

## Vaznsizlik

Lift pastga harakatlana boshlaganida u  $a$  tezlanish oladi. Bunda uning ichida turgan jism lift polidagi dinamometrni odatdagidan kichogroq kuch bilan bosadi  $P < mg$ .

Tinch holatda turgan lift  $a$  tezlanish bilan pastga harakatlanayotgan paytda uning ichidagi jism  $ma$  ga yengillashib qoladi.

Jismning bu paytdagi og'irligi quyidagicha topiladi:

$$P = F_{\text{ог}} - ma \quad \text{yoki} \quad P = mg - ma = m(g - a) \quad (135-b \text{ rasm}).$$

$m$  massali jism pastga tik  $a$  tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi  $ma$  ga kamayadi.

Agar lift  $a = g$  ga teng bo'gan tezlanish bilan pastga tushayotgan bo'lsa lift polida turgan dinamometrni jism bosmaydi ya'ni ta'sir korsatmaydi. Jismning og'irligi nolga tengligini, ya'ni vaznsizlik holatini ko'rsatadi:

$$P = m(g - a) = m(g - g) = 0.$$

Yer yuziga erkin tushayotgan jism vaznsizlik holatida bo'ladi. Jismlarning erkin tushishi og'irlik kuchi—butun olam tortishish kuchi ta'sirida namoyon bo'ladi. Shu tufayli vaznsizlik holatini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Faqat butun olam tortishish kuchlari ta'sirida erkin harakat qilayotgan har qanday jism **vaznsizlik** holatida bo'ladi.

Masala yechguncha quyidagiga o'xhash masalalarga duch kelamiz.

Jism vertikal yo'nalishda  $a$  tezlanish bilan harakat qilayotgan lift ichida joylashgan bo'lsa, jism og'irligi liftning harakariga (yo'nalishiga) qarab turlicha o'zgaragi.

Agar lift pastga  $\vec{a}$  tezlanish bilan tezlanuvchan harakat qilsa, bunda uning tezlik va tezlanish yo'nalishi bir xil bo'lsa jism og'irligi quyidagicha topiladi:

$$\vec{a} \downarrow, \vec{g} \downarrow \text{ bo'lsa } F = mg - ma. \quad \text{yoki} \quad F = m(g - a).$$

Agar lift pastga  $\vec{a}$  tezlanish bilan sekinlanuvchan harakat qilsa (to'xtayotgan bo'lsa), bunda tezlik yo'nalishi pastga bo'lib, tezlanish yo'nalishi yuqoriga yo'nalgan bo'ladi bu holda jism og'irligi quyidagicha topiladi:

$$a < 0; -a; \vec{a} \uparrow, \text{ va } \vec{g} \downarrow \text{ bo'lsa } F = mg - m(-a) \quad \text{yoki} \quad F = m(g - (-a)) = m(g + a).$$

Agar lift yuqoriga  $\vec{a}$  tezlanish bilan tezlanuvchan harakat qilsa, bunda uning tezlik va tezlanish yo'nalishi bir xil bo'lsa jism og'irligi quyidagicha topiladi:

$$a > 0; \vec{a} \uparrow, \vec{g} \uparrow \text{ bo'lsa } F = mg + ma. \quad \text{yoki} \quad F = m(g + a).$$

Agar lift yuqoriga  $\vec{a}$  tezlanish bilan sekinlanuvchan harakat qilsa (to'xtayotgan bo'lsa), bunda tezlik yo'nalishi yuqoriga bo'lib, tezlanish yo'nalishi pastga yo'nalgan bo'ladi bu holda jism og'irligi quyidagicha topiladi:

$$a < 0; -a; \vec{a} \downarrow, \text{ va } \vec{g} \uparrow \text{ bo'lsa } F = mg + m(-a) \quad \text{yoki} \\ F = m(g + (-a)) = m(g - a).$$

Yer atrofida orbita bo'y lab aylanib yurgan kosmik kema, uning ichidagi kosmonavt, kemadan ochiq kosmosga chiqqan kosmonavt, erkin tushish tezlanishi bilan sho'ng'iyotgan samolyot vaznsizlik holatida bo'ladi. Vaznsizlik holatida kosmonavt kosmik kema o'rindig'iga bosim bermaydi, kema ichida erkin suzib yuradi. Bu holatda kosmonavtning og'irligi nolga teng bo'ladi.

O‘ta yuklanish va uzoq vaznsizlikni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun maxsus tayyorgarlik talab etiladi. Nazorat qilinadigan o‘ta yuklanishni amalga oshirish uchun sentrifuga qo‘llaniladi (136 – a rasm).

Bir minut atrofida davom etuvchi vaznsizlik holatiga ballistik trayektoriya bo‘yicha harakatlanayotgan (buning uchun samolyot dvigatellari butun vaqt davomida havoning qarshilik kuchini muvozanatlashi kerak) samolyotda erishiladi (136 – b rasm).

Vaznsizlikda ishlashga tayyorgarlik uchun suv ostidagi mashg‘ulotlar ham samaralidir (136 – c rasm). Biroq, shuni qayd etamizki, bu holda inson og‘irligi odatdagisi qiyomatga ega bo‘ladi: suv tayanch vazifasini bajarib, tayanchning reaksiya kuchi esa Arximed kuchidir.



**136 – rasm.**

### Yo‘lning botiq qismida $\vartheta$ tezlik bilan harakat qilayotgan jism harakat tenglamalari

Jism Egrilik radiusi  $R$  bo‘lgan botiq sirt bo‘ylab  $\vartheta$  tezlik bilan yoki o’lik sirtmoq deb ataluvchi Nestorov xalqasi bo‘ylab harakat qilganida, trayektoriyaning pastki nuqtasida jismning og‘irligi, markazadan qochma kuch hisobiga ortadi (137–rasm).

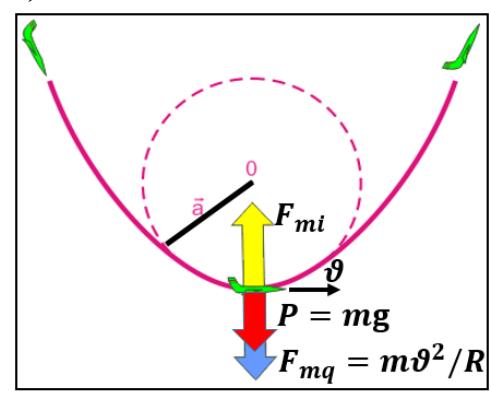
$$P = m \cdot g + ma_{mq} = m \left( g + \frac{\vartheta^2}{R} \right); \quad P = m \cdot \left( g + \frac{\vartheta^2}{R} \right); \quad P = m \cdot (g + \omega^2 R).$$

Yo‘lning botiq qismining pastki nuqtasida jismning og‘irligi  $n$  marta ortadigan tezlikni topish uchun quyidagi shartni e’tiborimizni qaratamiz  $P = nP_0$  bu yerda  $P_0$  – Yer sirtidagi og‘irlilik  $P$  esa yo‘lning botiq qismidagi jismning og‘irligi.

$$P_0 = mg; \quad P = mg + \frac{m\vartheta^2}{R}; \quad \text{bu natijalarni}$$

$$P = nP_0 \quad \text{formulaga qo‘ysak} \quad mg + \frac{m\vartheta^2}{R} = nm; \quad$$

$$\frac{m\vartheta^2}{R} = nm - mg; \quad \frac{m\vartheta^2}{R} = mg(n-1); \quad \vartheta^2 = Rg(n-1); \quad \text{har ikkala tarafni kvadrat ildizga olsak} \quad \sqrt{\vartheta^2} = \sqrt{Rg(n-1)}; \quad \text{dan} \quad \vartheta = \sqrt{Rg \cdot (n-1)} \quad \text{ga ega bo‘lamiz.}$$



**137 – rasm.**

## Yo'lning qabariq qismida $\vartheta$ tezlik bilan harakat qilayotgan jism harakat tenglamalari

Jism qavariq sirt bo'ylab  $\vartheta$  tezlik bilan harakat qilganda trayektoriyaning yuqori nuqtasida jismning og'irligi markazdan qochma kuch hisobiga kamayadi (139–rasm).

$$P = mg - F_{mq}; \quad P = mg - \frac{m\vartheta^2}{R};$$

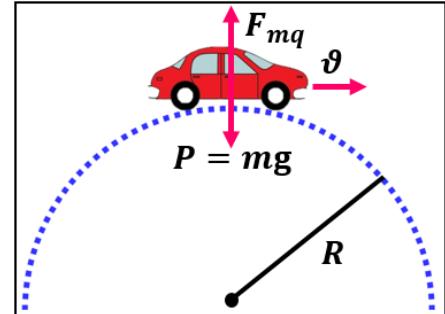
$$P = m \cdot (g - \frac{\vartheta^2}{R}); \text{ agar } \vartheta = \omega R \text{ ga teng bo'lsa u holda}$$

$$P = m \cdot (g - \omega^2 R)$$

Teng ta'sir etuvchi kuch  $P = 0$  bo'lganda jism tezligi quyidagicha topiladi.

$P = 0$  bo'lganda  $P_0 = F_{mq}$  ga teng bo'ladi ya'ni

$$mg = \frac{m\vartheta^2}{R} \text{ dan } \vartheta \text{ ni topamiz: } \vartheta = \sqrt{gR}$$



139 – rasm.

Yo'lning qavariq qismining yuqori nuqtasida jismning og'irligi  $n$  marta kamayadigan tezlikni topish uchun quyidagi shartni e'tiborimizni qaratamiz  $P = \frac{P_0}{n}$  bu yerda  $P_0$  – Yer sirtidagi og'irlilik  $P$  esa yo'lning botiq qismidagi jismning og'irligi.

$$P_0 = mg; \quad P = mg - \frac{m\vartheta^2}{R}; \quad \text{bu natijalarni } P = \frac{P_0}{n} \quad \text{formulaga qo'ysak}$$

$$mg - \frac{m\vartheta^2}{R} = \frac{mg}{n}; \quad mg - \frac{mg}{n} = \frac{m\vartheta^2}{R}; \quad \frac{m\vartheta^2}{R} = m \left( g - \frac{g}{n} \right); \quad \frac{\vartheta^2}{R} = \left( \frac{gn - g}{n} \right); \quad \vartheta^2 = R \left( \frac{gn - g}{n} \right);$$

$$\text{har ikkala tarafni kvadrat ildizga olsak } \sqrt{\vartheta^2} = \sqrt{R \left( \frac{gn - g}{n} \right)}; \quad \vartheta = \sqrt{Rg \cdot \left( \frac{n-1}{n} \right)}$$

### O'ta yuklanish

O'ta yuklanish ( $n$ ) deb harakatdagi jism og'irligini uning tinchlikdagi og'irligiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytildi.

O'ta yuklanish va vaznsizlikni uchishsiz ham sinab ko'rish mumkin. O'ta yuklanish katta tezlik, tormozlanish, keskin burilishlar bilan amalga oshirilgan harakatlarda yuzaga keladi (140 – rasm). Vaznsizlikka yaqin holatni inson sakrash vaqtida boshidan o'tkazad.

$$n = \frac{P}{mg} = \frac{m(g + a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g} + \frac{\vartheta^2}{gR}$$



**140 – rasm.**

### Yuklama va vazinsizlikning ba'zi masalalarda talqini

$m$  massali jism  $l$  uzunlikdagi arqonga bog'langan holda aylanma harakat qilayotganida markazga intilma(qochma) kuchi quyidagi fo'rmla orqali topiladi:

$$F_{mi} = \frac{m\vartheta^2}{l}$$

Agar  $m$  massali jismni atqonga bog'lagan holda aylanma harakat qilganida, trayektoriyaning turli nuqtalarida arqoning taranglik kuchi  $T$  markazdan qochma (intilma) kuch hisobiga har xil ko'rinishga ega bo'ladi(141–rasm).

A nuqtada arqoning taranflik kuchi  $T$  ni Nyutoning III qonuniga muofiq:

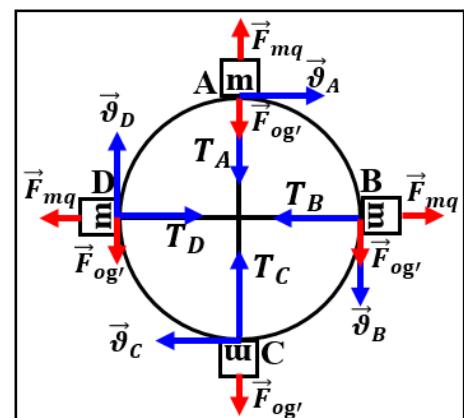
$$F_{mq} = T_A + P \quad \text{dan} \quad T_A = F_{mq} - P \quad \text{agar} \quad F_{mq} = \frac{m\vartheta^2}{l} \quad \text{ni e'tiborga olsak u holda} \quad T_A = \frac{m\vartheta^2}{l} - mg \\ \text{yoki} \quad T_A = m\left(\frac{\vartheta^2}{l} - g\right).$$

$B$  va  $D$  nuqtalardagi arqoning taranglik kuchi Nyutoning III qonuniga ko'ra:  $T_{B,D} = F_{mq}$  u holda  $T_{B,D} = \frac{m\vartheta^2}{l}$ .

$C$  nuqtada taraniglik kuchi bu nuqtada og'irlilik kuchi va markazdan qochma kuchlarning yo'nalishi bir xil yo'nalishda bo'ladi Nyutoning III qonuniga ko'ra:  $T_C = F_{mq} + P$  yoki  $T_A = \frac{m\vartheta^2}{l} + mg \Rightarrow m\left(\frac{\vartheta^2}{l} + g\right)$

Jismning solishtirma og'irligi deb uning hajm ( $V$ ) birligidagi og'irligiga teng bo'lgan kattalikga aytildi:

$$d = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$



**141 – rasm.**

## Mavzuga doir test

1. 5 m/s o'zgarmas tezlik bilan harakat qilayotgan liftdagi massasi 70 kg bo'lган одамнинг оғирлигини (вазни) аниқlang (N).  
A) 1050. B) 700. C) 500. D) 350.
2. Biror o'zgarmas v tezlik bilan, t vaqt davomida vertikal yuqoriga harakatlanayotgan liftning polida m massali yuk yotibdi. Bu yuk og'irligi (vazni)ning moduli nimaga teng? A) 0. B)  $mv/t$ . C)  $m(g+v/t)$ . D)  $m(g-v/t)$ . E) mg.
3. Suv quyilgan idish lift kabinasiga joylashtirildi. Agar lift kabinasi yuqori yoki pastga tekis harakat qilsa, suyuqlikning idish tubiga bosimi o'zgaradimi? 1) yuqoriga harakatlanganda bosim ortadi; 2) pastga harakatlanganda bosim ortadi; 3) bosim o'zgarmaydi; 4) yuqoriga harakatlanganda bosim kamayadi; 5) pastga harakatlanganda bosim kamayadi; 6) bosim liftning harakat tezligiga proporsional o'zgaradi.  
A) 1; 6. B) 2; 6. C) 4; 6. D) 5; 6. E) 3.
4. Lift kabinasining shiftiga mahkamlangan prujinali taroziga m massali jism osilgan. Lift kabinasi yuqoriga yoki pastga tekis harakatlanganaa, prujinali tarozining ko'rsatishi F qanday bo'ladi?  
A)  $F=mg$ . B)  $F>mg$ . C)  $F<mg$ . D)  $F=0$ .
5. Jism qanday harakatlanganida, uning vazni tinch turgandagi vaznidan kichikroq bo'ladi?  
A) *pastga selunlanuvchari*. B) *pastga tekis*.  
C) *pastga tezlanuvchan*. D) *yuqoriga tekis*.
6. 0,4g tezlanish bilan yuqoridan tik tushirilayotgan m massali jismning og'irligi (vazni) qanday? A) 1,6 mg. B) 0,4 mg. C) 1,4 mg. D) 0,6 mg. E) 0.
7. Agar lift  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan pastga harakatlansa, undagi 60 kg massali odam lift polini qanday kuch bilan bosadi (N)?  
A) 60. B) 660. C) 600. D) 540. E) 480.
8.  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tushayotgan liftdagi 20 kg massali bolaning og'irligi (vazni) qanday (N)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ . A) 210. B) 200. C) 190. D) 180. E) 170.
9. Lift yuqoriga ko'tarilmoqda. Uning  $3 \text{ m/s}^2$  ga teng tezlanishi pastga yo'nalgan. Liftda 70 kg massali odam bor. Uning vazni (og'irligi) qanday (N)?  
A) 210. B) 490. C) 700. D) 910.
10. Oydagi shaxtada  $2/3 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tushayotgan 70 kg massali odamning vazni qanday (N) bo'ladi? (Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik).  
A) 49. B) 70. C) 163,3. D) 490. E) 700.
11. 0,5g tezlanish bilan yuqoriga tik ko'tarilayotgan m massali jismning vazni (og'irligi) nimaga teng? A) 0. B) 0,5mg. C) mg. D) 1,5mg. E) 2mg.
12. Massasi 30 kg bo'lган bola liftda  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Uning og'irligi (vazni) qanday (N)? ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )  
A) 30. B) 31. C) 300. D) 320. E) 330.
13.  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotgan liftda 50 kg massali odam turibdi. Odamning og'irligi (vazni) qanday (N)?  
A) 60. B) 450. C) 550. D) 500.

14. Massasi 60 kg bo'lgan jism tik yuqoriga  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsa, uning vazni (og'irligi) qandav (N) bo'ladi?
- A) 660. B) 540. C) 600. D) 720
15. Massasi 7 kg bo'lgan jismni  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan vertikal ko'tarish uchun qanday (N) kuch kerak bo'ladi? A) 3,5. B) 14. C) 28. D) 56. E) 84.
16. Kosmik kema vertikal yo'nalishda  $15 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Massasi 80 kg bo'lgan kosmonavtning vazni (og'irligi) qanday (N)?
- A) 800. B) 1000. C) 1200. D) 2000. E) 2400.
17. Kosmik kema Yerdan vertikal ko'tarilishda  $40 \text{ m/s}^2$  tezlanish oladi. Bunda 70 kg masali kosmonavtning vazni qanday (N) bo'ladi?
- A) 70. B) 700. C) 2100. D) 2800. E) 3500.
18. Lift pastga tushyapti. Uning  $3 \text{ m/s}^2$  ga teng tezlanishi yuqoriga yo'nalgan. Liftda 70 kg massali odam bor. Uning vazni (og'irligi) qanday (N)?  $g=10 \text{ m/s}^2$
- A) 210. B) 490. C) 700. D) 910.
19. Lift pastga tushyapti. Uning  $2 \text{ m/s}^2$  ga teng tezlanishi yuqoriga yo'nalgan. Liftdagi 70 kg massali odamning vazni (ogirligi) qanday (N)?
- A) 840. B) 700. C) 560. D) 360. E) 140.
20. Suv quyilgan idish lift kabinasiga joytashtirilgan. Agar lift kabinasi yuqoriga  $a$  tezlanish bilan harakatlansa, suvning sdish tubiga bosimi o'zgaradimi?
- A) o'zgarmaydi. B) kamayadi.  
C) ortadi. D) nolga teng bo'ladi.
21. Suvli idish  $a < g$  tezlanish bilan tushmoqda. Suvning idish tubiga ko'rsatadigan bosimi qaysi formula bii'an ifodalanadi.
- A)  $p=\rho gh$ . B)  $p=0$ .  
C)  $p=\rho h(g-a)$ . D)  $p=\rho h(a-g)$ . E)  $p=\rho h(g+a)$ .
22. Suv quyilgan chelak yuqoriga  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Agar chelakaagi suv ustunining balandligi 30 sm bo'lsa, suvning chelak tubiga bosimi qanday ( $kPa$ ) bo'ladi? A) 1,1. B) 2,2. C) 3. D) 3,6. E) 5.
23. Ichida biror jism suzib yurgan suvli idish tezlanish bilan tushmoqda. Bunda jism suv yuziga qalqib chiqadimi?
- A) jism pastga tushadi. B) jism qalqib chiqmaydi.  
C) jism yuqoriga ko'tariladi. D) jism massasiga bog'liq.
24. Lift kabinasi ko'tarilayotganda, dastlab tezlanuvchan, so'ogra tekis, to'xtash oldidan esa sekinlanuvchan harakat qiladi. Harakat davomida trosning taranglik kuchi T va og'irlik kuchi F qanday munosabatda bo'ladi?
- A) tezlanuvchan harakatda  $T>F$ , tekis harakatda  $T=F$ , sekinlanuvchan harakatda  $T<F$ .  
B) tezlanuvchan harakatda  $T<F$ , tekis harakatda  $T=F$ , sekinlanuvchan harakatda  $T>F$ .  
C) tezlanuvchan harakatda  $T>F$ , tekis harakatda  $T=F$ , sekinlanuvchan harakatda  $T>F$ .  
D) harakat davomida  $T>F$ . E) harakat davomida  $T=F$ .

25 Massasi m bo'lgan jism: 1) tezlanish bilan; 2) tekis; 3) sekinlanish bilan ko'tarilayotgan hollar uchun ipning taranglik kuchlarini taqqoslang.

- A)  $T_1 < T_2 < T_3$ .    B)  $T_1 > T_2 > T_3$ .    C)  $T_1 > T_2 < T_3$ .    D)  $T_1 = T_2 < T_3$ .

26. Dinamometrga 2 kg massali yuk osilgan. U yuki bilan bir safar yuqoriga, ikkinchi safar pastga  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlaritiriladi. Bu hollardagi dinamometr ko'rsatishlarining ayirmasini toping (N).

- A) 10.    B) 6.    C) 8.    D) 4.    E) 12.

27. Liftga 2 kg massali jism osilgan prujinali tarozi o'rnatilgan. Agar lift yuqoriga  $5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qilayotgan bo'lsa, tarozi necha nyutonni ko'rsatadi?

- A) 10.    B) 15.    C) 20.    D) 30.    E) 2,5.

28. Lift kabinasining shiftiga mahkamlangan prujinali taroziga  $m$  massali jism osilgan, Kabina  $a$  tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilganda, tarozining ko'rsatishi qanday bo'ladi?

- A)  $F=mg$ .    B)  $F=mg+ma$ .    C)  $F=mg - ma$ .    D)  $F=ma$ .

29. Lift kabinasining shiftiga mahkamlangan prujinali taroziga  $m$  massali jism osilgan. Kabina  $a$  tezlanish bilan pastga Harakatlansa, tarozining ko'rsatishi qanday bo'ladi?

- A)  $F=mg$ .    B)  $F=mg+ma$ .    C)  $F=mg - ma$ .    D)  $F=ma$ .

30. Massasi 5 kg bo'lgan jism  $10 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan vertikal ko'tarilmoqda. Ko'taruvchi kuch qanday (N)?

- A) 10.    B) 50.    C) 100.    D) 150.    E) 500.

31. Ipga bog'langan, massasi 2 kg bo'lgan jism  $5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Ipning taranglik kuchi qanday ( $N$ )?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 5.    B) 10.    C) 20.    D) 25.    E) 30.

32. Blok orqali o'tkazilgan arqonning bir uchiga massasi 25 kg bo'lgan yuk osildi. Yuk  $1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilishi uchun arqonning ikkinchi Uchidan qanday (N) kuch bilan tortish kerak?    A) 250.    B) 275.    C) 300.    D) 350.

33. Massasi 1 t bo'lgan lift tekis tezlanuvchan harakat qilib, 10 s da 20 m masofaga tushdi. Lift kabinasini ko'taruvchi arqonning taranglik kuchi qanday ( $kN$ )? ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

- A) 10.    B) 9,6.    C) 9,8.    D) 9.    E) 8,8.

34. Arqon yordamida 50 kg yuk 2 s davomida 10 m balandlikka tik ko'tarildi. Agar yukning harakati tekis tezlanuvchan bo'lsa, arqonning taranglik kuchi qanday (N) bo'ladi?    A) 1000.    B) 250.    C) 500.    D) 6000.    E) 760.

35. Dinamometrga osilgan  $m$  massali yuk vertikal bo'ylab a tezlanish bilan pastga harakat qilmoqda. Agar dinamometr prujinasining bikrligi  $k$  bo'lsa, bu prujina qanchaga uzayadi?

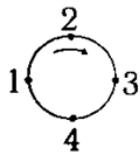
- A)  $m(g-a)/k$ .    B)  $m(a-g)/k$ .  
C)  $ma/k$ .    D)  $k(a+g)/m$ .    E)  $m(a+g)/k$ .

36. Massasi 10 t bo'lgan raketa dvigatelining tortish kuchi qanday ( $kN$ ) bo'lganida kosmonavtning vazni Yerdagidek bo'ladi?

$g=9,8 \text{ m/s}^2$ .    A) 9,8.    B) 9800.    C) 980.    D) 98.

37. Massasi 70 kg bo'lgan parashutchi samolyotdan sakragandan so'ng ma'lum vaqt o'tgach, uning tezligi  $55 \text{ m/s}$  ga yetganda, parashut ochildi. Parashut ochilgandan keyin, 2 s da uning tezligi  $5 \text{ m/s}$  gacha kamaydi. Tormozianish paytida parashutchining og'irligi (vazni) qanday (N) bo'lgan?

- A) 200. B) 700. C) 1050. D) 1750. E) 2450.  
 38. Sfera ichida vertikal tekislikda aylanayotgan mototsiklchining sfera devoriga bosimi qaysi nuqtada eng katta bo ladi?



- A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.  
 39. Sfera ichida vertikal tekislikda aylanayotgan mototsiklchining sfera devoriga bosimi qaysi nuqtada eng kichik bo'ladi? (38-masaladagi rasm)  
 A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.

40.  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning qabariq ko'prikká bosim kuchini toping. A)  $F=ma$ . B)  $F=mg$ .

$$C) F = \frac{m\vartheta^2}{r}. \quad D) F = mg - \frac{m\vartheta^2}{r}. \quad E) F = mg + \frac{m\vartheta^2}{r}.$$

41. Egrilik radiusi  $R$  bo'lган qavariq ko'prikdan  $\vartheta$  tezlik bilan o'tavotgan m massali avtomobilning eng yuqori nuqtadagi og'irligi (vazni) qanday?

$$A) F = m\left(g + \frac{\vartheta^2}{r}\right). \quad B) F = m\left(g - \frac{\vartheta^2}{r}\right). \quad C) mg. \quad D) 2mg.$$

42. Avtomobil egrilik radiusi 150 m bo'lган qavariq ko'prikdan 30 m/s tezlikda o'tayotganda, haydovchining og'irligi (vazni) ko'priknинг eng yuqori nuqtasida necha marta kamayadi? A) 1,25. B) 2,5. C) 3. D) 4. E) 5.

43. O'lik sirtmoq bo'ylab uchayotgan samolyotning sirtmoqning eng pastki nuqtasidagi og'irligi (vazni) qanday ifodalanadi ?

$$A) mg + \frac{m\vartheta^2}{R}. \quad B) \frac{m\vartheta^2}{R}. \quad C) mg + \frac{m\vartheta^2}{2}. \quad D) mg - \frac{m\vartheta^2}{R}.$$

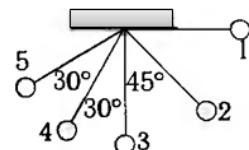
44. Yo'lning qavariq, botiq va gorizontal qismlarida harakatlanayotgan avtomobilning yolga ko'rsatadigan bosim kuchlari qanday munosabatda bo'ladi?

$$A) F_1 = F_2 = F_3. \quad B) F_2 > F_1 > F_3. \quad C) F_1 < F_3 < F_2. \quad D) F_1 < F_2 < F_3.$$

45. Avtomobilning botiq va qavariq ko'priknинг o'rtafiga bosim kuchlari o'zaro qanday nisbatda bo'ladi? Ikkala holda ham ko'priknинг egrilik radiusi 40 m ga teng. Avtomobilning tezligi 36 km/h.

$$A) F_1/F_2 = 1,7. \quad B) F_1/F_2 = 1. \\ C) F_1/F_2 = 3. \quad D) F_1/F_2 = 2,5.$$

46. Matematik mayatnik vertikalga nisbatan  $90^\circ$  burchakka og'dirilib, qo'yib yuborildi. Mayatnik trayektoriyasining qaysi nuqtasida ipning taranglik kuchi eng katta bo'ladi?



$$A) 1. \quad B) 2. \quad C) 3. \quad D) 4.$$

47. 50 kg massali bola uzunligi 5 m bo'lган arg'imchoqda uchmoqda. Muvozanat vazlyatidan 5 m/s tezlik bilan o'tayotganda, u o'rindiqqa qanday (N) kuch bilan ta'sir qiladi? A) 600. B) 650. C) 400. D) 750. E) 800.

48. Irga bog'langan m massali jism vertikal tekislikda o'zgarmas tezlik bilan aylanma harakat qilmoqda. Jism trayektoriyaning eng pastki va yuqorigi nuqtalandan o'tayotgan paytdagi ip taranglik kuchlanning ayirmasi qanday?

$$A) 0. \quad B) 2mg. \quad C) mg. \quad D) 4mg. \quad E) 6mg.$$

49. Massasi m bo'lgan jism  $l$  uzunlikdagi chilvirga bog'langan. Shu jism vertikal tekislikda doimiy  $\vartheta$  tezlik bilan aylanayotgan bo'lsa, chilvirning jism eng quyi va eng yuqori nuqtalarda bo'lgandagi taranglik kuchii nisbati  $F_1/F_2$  qanday bo'ladi?

$$A) \frac{g^2 - gl}{g^2 + gl}. \quad B) \frac{g^2 + gl}{g^2 - gl}. \quad C) \frac{gl - g^2}{gl + g^2}. \quad D) \frac{gl + g^2}{gl - g^2}.$$

50. Arqon ko'pi bilan m massali yukni ko'tara oladi. Shu arqon yordamida qanday massali yukni  $g$  tezlanish bilan ko'tarish mumkin?

$$A) m. \quad B) m/4. \quad C) m/3. \quad D) m/2.$$

51. Arqon ko'pi bilan  $m$  massali yukni ko'tara oladi. Shu arqon yordamida qanday massali yukni  $g/2$  tezlanish bilan ko'tarish mumkin?

$$A) m/2. \quad B) 3m/4. \quad C) m/3. \quad D) 2m/3.$$

52. Ko'pi bilan 7,5 kg massali yukni ko'tara oladigan arqon vordamida necha kg massali yukni  $g/2$  tezlanish bilan ko'tarish mumkin?

$$A) 7,5. \quad B) 2,5. \quad C) 3,75. \quad D) 4,5. \quad E) 5.$$

53. Arqon 3000 N taranglik kuchiga dosh beradi. Massasi 100 kg bo'lgan jismni shu arqon yordamida qanday maksimal tezlanish bilan ko'tarish mumkin ( $m/s^2$ )?

$$A) 20. \quad B) 10. \quad C) 5. \quad D) 2. \quad E) 1.$$

54. Massasi 8 kg bo'lgan jism yuqoriga 96 N kuch bilan tik ko'tarilganda qanday tezlanish oladi ( $m/s^2$ )?  $A) 1. \quad B) 2. \quad C) 4. \quad D) 12. \quad E) 24.$

55. Massasi  $10^6$  kg bo'lgan kosmik kema Yerdan tik ko'tarilmoxda. Dvigatelning tortish kuchi  $2,8 \cdot 10^7$  N. Kosmik kema qanday tezlanish bilan ko'tariladi ( $m/s^2$ )?  $g=10 \text{ m/s}^2$   $A) 30. \quad B) 27. \quad C) 21. \quad D) 17. \quad E) 18.$

56. Egrilik radiusi 40 m bo'lgan qavariq ko'priidan o'tayotgan mototsiklning tezligi Kamida necha m/s bo'lganda, uning eng yuqori nuqtada vazni (og'irligi) bo'lmaydi?

$$A) 20. \quad B) 30. \quad C) 35. \quad D) 40. \quad E) 80.$$

57. Yo'lovchi bir lahzaga vaznsiz bo'lishi uchun avtomobil egrilik radiusi 40 m bo'lgan qabariq ko'priidan qanday ( $m/s$ ) tezlik bilan o'tishi kerak?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

$$A) 20. \quad B) 30. \quad C) 25. \quad D) 15. \quad E) 10.$$

58. Avtomobil egrilik radiusi 45 m bo'lgan qavariq ko'priidan o'tmoqda. Ko'prik o'rtasida avtomobil tezligi necha m/s bo'lganda, haydovchining vazni ikki marta kamayadi?  $A) 21. \quad B) 25. \quad C) 15. \quad D) 2,5. \quad E) 20.$

59. Egrilik radiusi 80 m bo'lgan qavariq ko'priidan o'tayotgan avtomobilning tezligi necha m/s bo'lganda, uning eng yuqori nuqtadagi og'irligi gorizontal yo'ldagi og'irligidan 2 marta kichik baladi?  $A) 5. \quad B) 10. \quad C) 15. \quad D) 20.$

60. Egrilik radiusi 10 m bo'lgan qabariq ko'priknинг o'rtasida avtomobilning vazni og'irlilik kuchining yarmiga teng bo'lishi uchun uning tezligi qanday ( $m/s$ ) bo'lishi lozim?  $A) 7,0. \quad B) 8,2. \quad C) 12. \quad D) 15,0. \quad E) 20.$

61. Botiq ko'prika harakatlanayotgan avtomobilning og'irligi gorizontal yordagidan 1,1 marta ortiq bo'lsa, avtomobil tezligi necha m/s ga teng? Ko'priknинг egrilik radiusi 9 m.  $A) 3. \quad B) 8. \quad C) 9. \quad D) 10. \quad E) 11.$

62. Qandaydir sayyorada egrilik radiusi 100 m bo'lgan qabariq ko'priq qurildi. Bu sayyoradagi erkin tushish Tezlanishi Yerdagidan 10 marta katta. Avtomobil

ko'prikning eng yuqori nuqtasida undan ajralishi uchun, kamida necha km/h tezlik bilan harakatlanishi kerak? A) 360. B) 240. C) 180. D) 120. E) 60.

63. Jism ekvatorda vaznga ega bo'lmasligi uchun Yer o'z o'qi atrofida necha marta tezroq aylanishi kerak? Yernine radiusi 6400 km. ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ )

A) 2. B) 7,5. C) 13. D) 17. E) 25.

64. Tekis harakatlanayotgan avtomobilga qavariq ko'prikning yuqori nuqtasida ta sir qilayotgan natiaviy kuch 5000 N bo'lib, avtomobil ko'prikni 8000 N kuch bilan bosayotgan bo'lsa, uning massasi qanday ( $t$ )?

A) 0,3. B) 0,5. C) 0,8. D) 1,3. E) 5.

65. Mototsikl qavariq ko'prik ustida tekis harakatlanmoqda, Ko'prikning eng yuqori nuqtasiga yetganida unga quyilgan kucnlarning teng ta sir etuvchisi qanday yo'nalган bo'ladi? A) pastga. B) yuqoriga. C) oldinga. D) orqaga.

66. Mototsikl botiq ko'prik ustida tekis harakatlanmoqda. Ko'prikning eag quyi nuqtasiga yetganida unga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qamlay yo'nalган bo'ladi? A) pastga. B) yuqoriga. C) oldinga. D) orqaga.

67. Uzunligi 40 sm bo'lgan ipga osilgan, suv to'ldirilgan chelakcha vertikal tekislikda aytanmoqda. Suvi to'kilmashigi uchun chelakchaning eng kichik tezligi qanday ( $\text{m/s}$ ) bo'lishi kerak? A) 1,2. B) 2. C) 3. D) 4. E) 4,4.

68. Massasi 70 kg bo'lgan kosmonavt kosmik kemada uchishi vaqtida yuklanish 4 ga teng bo'ldi. Kosmonavtning vaznini (kN) toping.

A) 0,7. B) 1,4. C) 4,2. D) 2,8.

69. O'zgarmas 540 km/h tezlik bilan uchib ketayotgan samolyot vertikal tekislikaa «Nesterov sirtmog'i» namli Figura yasaydi. Sirtmoq radiusi 750 m. Uchuvchi sirtmoqning eng past nuqtasida necha marta yuklanish sezadi?

A) yuklanish bo'lmaydi. B) 2. C) 3. D) 4. E) 6.

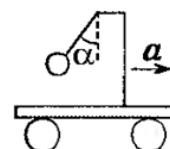
70. 540 km/h o'zgarmas tezlik bilan uchayotgan samolyot vertikal tekislikda radiusi 750 m bo'lgan "Nesterov sirtmo- g'i" nomli doiraviy figura yasadi. Uchuvchining sirtmoqning eng yuqori nuqtasidagi yuklanishini aniqlang.

A) 5. B) 4. C) 3. D) 2. E) yuklanish yo'q.

71.  $m$  massali sharcha aravachaea o'rnatilgan ustunga osilgan.

Aravacha gorizontal yo'nalishda  $a$  tezlanish bilan harakatlanadi.

Sharcha ipi bilan vertikal orasidagi  $a$  burchakni va ipning T taranglik kuchini toping.



$$A) \alpha = \arctg \frac{g}{a}; \quad T = m\sqrt{a^2 + g^2}. \quad B) \alpha = \arctg \frac{a}{g}; \quad T = m\sqrt{a^2 + g^2}.$$

$$C) \alpha = \arctg \frac{a}{g}; \quad T \rightarrow \infty. \quad D) \alpha = 0; \quad T = mg.$$

72. Temir yo'lning gorizontal sohasida  $a$  tezlanish bilan ketayotgan vagon shiftiga  $m$  massali jism chilvirga bog'lab osib qo'yilgan bo'lsa, chilvirning taranglik kuchi qanday bo'ladi? A)  $m(g+a)$ . B)  $mg$ . C)  $T = m\sqrt{a^2 + g^2}$ . D)  $ma$ .

73. Temir yo'lning burilish joylarida relslarning ishdan chiqishini qanday kamaytirish mumkin?

A) poezdning umumiyl massasini oshirib.

- B) egrilik radiusini kichraytirib.  
 C) poezdning tezligini oshirib.  
 D) burilish sohasida yo'l tekisligini burilish markazi tomon qiyalatib
74. Jism og'irligi (vazni) moduli qutbda  $P_1$ , o'rtacha kengliklarda  $P_2$ , ekvatorda  $P_3$ . Quyidagi munosabatlarning qaysi biri to'g'ri?  
 A)  $P_1=P_2=P_3$ .    B)  $P_1 < P_2 < P_3$ .    C)  $P_1 > P_2 > P_3$ .  
 D)  $P_3 > P_1 > P_2$ .    E)  $P_1 = P_3 > P_2$ .
75. Rasmda ko'rsatilgan 3 ta avtomashina shaffof sisternada suv tashimoqda. Suvning olgan shakliga qarab, avtomashinaning qanday harakatlanisini aniqlang. Avtomashina gorizontal yo'lida to'g'ri chiziqli trayektoriya bo'yicha harakatlanmoqda.  
 A) 1- tekis, 2- tezlanuvchan, 3- sekinlanuvchan.  
 B) 1- sekinlanuvchan, 2- tezlanuvchan, 3- tekis.  
 C) 1- tezlanuvchan, 2- sekinlanuvchan, 3- tekis.  
 D) 1 -sekinlanuvchan, 2-tekis, 3-tezlanuvchan.
76. Suyuqlik solingen idish gorizontal yo'nalishda a tezlanish bilan harakat qilmoqda. Bunda suyuqlik sirtining gorizontga nisbatan hosil qilgan burchagi  $\alpha$  qaysi ifodadan aniqlanadi?    A)  $\sin \alpha = a/g$ ,    B)  $\operatorname{tg} \alpha = g/a$ .  
 C)  $\cos \alpha = a/g$ .    D)  $\operatorname{ctg} \alpha = a/g$ .    E)  $\operatorname{tg} \alpha = a/g$ .

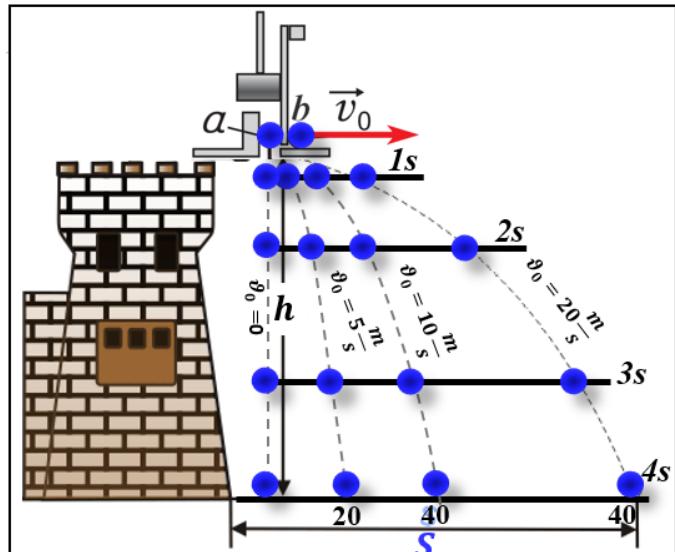
## 19 - §. GORIZONTAL OTILGAN JISMNING HARAKATI

Faraz qilaylik,  $80m$  balandlikdagi minoradan jism yerga tashlandi. Erkin tushish tezlanishini  $g = 10 m/s^2$  deb olsak, jismning har bir sekund oxirida bosib o'tgan balandlikni  $h=gt^2/2$  formuladan topish mumkin. Tik yo'nalishda erkin tushayotgan jism  $1s$  da  $5m$ ,  $2s$  da  $20m$ ,  $3s$  da  $45m$ ,  $4s$  da  $80m$  masofani bosib o'tadi (142-rasm).

Jism baland minoradan boshlang'ich tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otilsin. Yeming tortish kuchi ta'sirida bu jism egri chiziqli harakat qilib, minoradan  $S$  masofa uzoqlikka borib tushadi.

Balandlikdan gorizontal yo'nalishda otigan jismning harakatida ikki qiziq hodisagni uchratamiz.

**Birinchisi.**  $h$  balandlikdan tashlangan jism yerga qancha vaqtida tushsa,  $\vartheta_0$  boshlang'ich tezlik bilan gorizontai yo'nalishda otigan jism ham shuncha vaqtida yerga tushadi. Masalan, 142-rasmida ko'rsatilganidek,  $80 m$  balandlikdan tashlangan jism  $4s$  da yerga tushadi. Shu balandlikdan  $5m/s$ ,  $10m/s$ ,  $20 m/s$  boshlang'ich tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otigan jismlar ham bir xilda  $4s$  da yerga tushadi. Hattoki, ularning  $1s$ ,  $2s$ ,  $3s$  oxirida yerdan balandliklari ham bir xil bo'lib, boshlang'ich



**142 – rasm.**

tezliksiz tashlangan jismdagagi kabi bo‘ladi.

**Ikkinchisi.** Gorizontal otilgan jism ixtiyoriy teng vaqtlar orasida minoradan bir xil masofaga uzoqlashib boradi. Agar yerga jismning egri chiziqli harakatining proyeksiyasi tushirilsa, uning proyeksiyasi to‘g‘ri chiziqli tekis harakatni ifodalaydi. Shuning uchun minora ostidan jismning tushgan joyigacha bo‘lgan masofani  $S = \vartheta_0 t$  formula bilan hisoblash mumkin.

Gorizontal otilgan jimmning tushish vaqtini topmoqchi bo‘lsak yuqorida 142-rasmdan ko‘rinib turibdiki jismning tushish vaqtini uning erkin tushishdagi vaqtiga tengligi, demak  $h = \frac{gt^2}{2}$  formulaga muofiq  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ; yoki  $t = \frac{S}{\vartheta_0}$ ;  $t = \frac{\vartheta_y}{g}$

$$\vartheta_0 - boshlang’ich tezlikni topish: \vartheta_0 = \frac{S}{t}; \quad \vartheta_0 = \frac{S}{\sqrt{\frac{2h}{g}}}; \quad \vartheta_0 = S \sqrt{\frac{g}{2h}};$$

### Tezlik vektorining gorizontal tashkil etuvchisi - $\vartheta_x$ ni topish

Tezlikning  $\vartheta_x$  gorizontal tashkil etuvchisi yo’nalishi  $x$  o’qi yo’nalishida bo’lib, qiymati boshlang’ich tezlikka teng va o’zgatmas.

$$\vartheta_x = \vartheta_0 = const, \quad \vartheta_x = \vartheta_0 = \frac{S}{t}, \quad \vartheta_x = S \sqrt{\frac{g}{2h}}.$$

### Tezlik vektorining vertikal tashkil etuvchisi - $\vartheta_y$ ni topish

Vertikal tashkil etuvchisining boshlang’ich tezligi nolga teng ( $\vartheta_{0y} = 0$ ).

$$\vartheta_y = gt; \quad \vartheta_y = g \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \vartheta_y = \sqrt{2gh}$$

Tezlik vektorining vertikal tashkil etuvchisi -  $\vartheta_y$  ning o’rtacha qiymati:

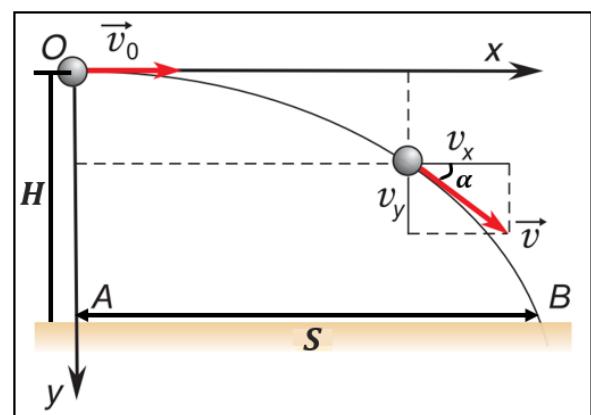
$$\bar{\vartheta}_y = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Gorizontal otilgan jism tezligining ixtiyoriy  $t$  vaqtdagi qiymati quyidagicha (143-rasm):

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2}, \quad \vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + g^2 t^2}$$

Tezlik vektorining gorizont bilan  $\alpha$  burchak tashkil qilgan vaqtdagi qiymati quyidagicha topiladi:  $\vartheta = \frac{\vartheta_0}{\cos \alpha}$ ;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x}$$



143 – rasm.

**h** balandlikdan gorizontal otilgan jismning Yerga urilishdagi tezligi quyidagiga teng:  $\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh}$

Gorizontal otilgan jismning otilish balandligini topish formulalari:

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \frac{S}{g_0} \text{ ni e'tiborga olsak } h = \frac{g\left(\frac{S}{g_0}\right)^2}{2} \text{ dan } h = \frac{g}{2g_0^2} \cdot S^2; \quad h = \frac{g^2}{2g}$$

Gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi-S quyidagicha topiladi:

$$S^2 = \frac{2g_0^2 h}{g}; \quad \text{ikkala tarafni ham kvadrat ildizga olamiz } \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{2g_0^2 h}{g}};$$

$$S = g_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad \text{yoki } S = g_x \cdot t; \quad g_x = g_0 \text{ ga teng ekanligidan } S = g_0 \cdot t$$

Tezlik vektorining  $t$  vaqtdan keyin gorizont bilan tashkil qilgan burchagini quyidagicha topamiz: to'g'ri burchakili uchburchakni xossasidan foydalangan holda,  $\tan \alpha = \frac{g_y}{g_x}$  bo'lsa  $g_x = g_0$  va  $g_y = gt$  larni e'tiborga olsak u holda  $\tan \alpha = \frac{gt}{g_0}$  ga teng bo'ladi.

Jismni erga tushish paytidagi gorizont bilan tashkil qilgan burchagini topish:

$$\tan \alpha = \frac{gt}{g_0} \quad \text{yoki} \quad \tan \alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{g_0};$$

Gorizontal otilgan jismning  $t$  vaqtdagi normal  $a_n$  va tangentsial  $a_t$  tezlanishlarini topish:

$$\cos \alpha = \frac{a_n}{g}; \quad \cos \alpha = \frac{g_0}{g}; \quad \frac{a_n}{g} = \frac{g_0}{g}; \quad a_n = \frac{g g_0}{g}; \quad a_n = \frac{g \cdot g_0}{\sqrt{g_0^2 + g^2 t^2}}; \quad \cos \alpha = \frac{a_t}{g}; \quad \cos \alpha = \frac{g_0}{g};$$

$$\frac{a_t}{g} = \frac{g_0}{g}; \quad a_t = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

$h$  balandlikda  $g$  tezlik bilan uchayotgan vertalyotdan tashlangan yukning harakati ham gorizontal otilgan jismning harakatiga o'xshaydi shuning uchun ham vertalyotdan tashlangan yukning borib tushish S masofasi quyidagi formula orqali topiladi:  $S = g \cdot t$  yoki  $S = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$

### Mavzuga doir test

1. 9 m balandlikdan gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi ham 9 m ga teng bo'lsa, jismning yerga tushish paytidagi tezligini aniqlang (m/s).

- A) 10    B) 8    C) 4    D) 15

2. 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning uchush uzoqligi otish balandligiga teng. Jism qanday balandlikdan otilgan (m)?

- A) 10    B) 8    C) 15    D) 20

3. 60 m balandlikdagi qoya chetida turgan bola qo'lidagi toshni 20 m/s tezlik bilan gorizontal otdi. Toshning yerga urilish paytidagi tezligi topilsin (m/s).

- A) 40    B) 45    C) 50    D) 55

4. Biror balandlikdan 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi, shu balandlikka teng bo'lsa, jism qanday balandlikdan otilgan bo'ladi (m)?  
 A) 20    B) 40    C) 100    D) 160
5. 80 m balandlikdagi minoradan jism 300 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otildi. Havoning qarshiligi hisobga olinmasa, jismning uchish uzoqligini aniqlang (m).  
 A) 300    B) 1200    C) 2400    D) 600
6. Jism biror balandlikdan gorizontal yo'nalishda otilgan. 4s dan keyin tezlik vektori yerga nisbatan  $45^\circ$  burchak hosil qilgan bo'lsa, jismning boshlang'ich tezligini toping(m/s).  
 A) 20    B) 40    C)  $\frac{80}{\sqrt{2}}$     D)  $\frac{40}{\sqrt{3}}$
7. 360 km/soat tezlik bilan uchayotgan samolyotdan tashlangan yuk 1000 m uzoq-likka borib tushgan bo'lsa samolyotning uchish balandligini hisoblab toping (m).  
 A) 500    B) 1000    C) 360    D) 640
8. Agar qoyadan 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan tosh yerga  $45^\circ$  burchak ostida tushgan bo'lsa tushish tezligini toping (m/s).  
 A) 14    B) 15    C) 16    D) 20
9. Agar 500 m balandlikda gorizontal ravishda uchib borayotgan samolyotdan tashlangan jism, 1 km masofaga borib tushgan bo'lsa, samolyotning tezligini toping (m/s).  
 A) 100    B) 120    C) 150    D) 200
10. Agar jism biror balandlikdan ikki barobar katta tezlik bilan gorizontal otilsa, uning uchish uzoqligi qanday o'zgaradi?  
 A) o'zgarmaydi    B) 2 marta ortadi  
 C) 3 marta ortadi    D) 2 marta kamayadi

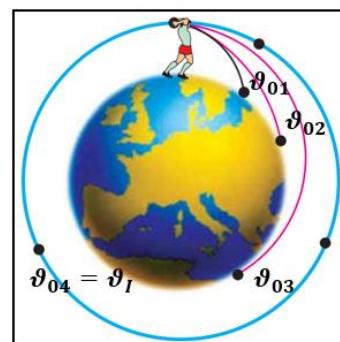
## 20 - §. YERNING SUN'iy YO'L DOSHLARI. KOSMIK TEZLIKLER

Biz gorizontal otilgan jismning harakatini ko'rganimizda Yer sirtini yassi deb oldik. Bilamizki, Yer sirti sferasimondir. Shunday bo'lsa-da, jism bir necha o'n, yuz metrga gorizontal otilganda Yer sirtini yassi deb olish mumkin. Agar balandlikdan gorizontal otilgan jismning yuzlab. minglab kilometr masofadagi harakati qaralayotgan bo'lsa, Yer sirtining sfera shaklida ekanligi hisobga olinishi zarur bo'ladi.

Faraz qilaylik, jism juda katta  $\vartheta_0$  boshlang'ich tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otilsin. Jismning boshlang'ich tezligi qanchalik katta bo'lsa, u Yer sirti bo'y lab shuncha uzoqqa borib tushadi. Boshlang'ich tezlikni oshirib, shunday katta  $\vartheta_I$  tezlikka erishish mumkinki, oxir-oqibatda bunday tezlikda jism Yerga qaytib tushmaydi (144-rasm).

Agar jism Yerdan  $h$  balandlikda ma'lum orbita bo'y lab qolishi uchun  $\vartheta_I$  tezlik berilsa Yerni aylanib yuruvchi sun'iy yo'ldoshga aylanib qoladi.

Yerning tortish kuchi ta'sirida jismning Yer atrofida aylana bo'y lab harakatlanishiga erishtiradigan tezlik **birinchi kosmik tezlik** deyiladi (jism trayektoriyasi Yerga nisbatan ellipsis bo'ladi).



144 – rasm.

Ma'lumki, aylanma harakatda jismning markazga intilma tezlanishi  $a = \vartheta^2/R$  ga teng edi. Agar Yer sirti yaqinida gorizontal otilgan jism  $R$  radiusli Yerni  $\vartheta_t$  tezlik bilan aylansa,  $a$  o'rniga g erkin tushish tezlanishini olish mumkin. U holda  $g = \vartheta^2/R$  yoki  $\vartheta_t^2 = gR$  formulalar o'rini bo'ladi. U holda ***birinchi kosmik tezlikni*** quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\vartheta_t = \sqrt{gR}$$

Agar  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$  ekanligini hisobga olsak, uni quyidagicha aniqlaymiz:

$$\vartheta_t = \sqrt{gR} = \sqrt{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}} \approx 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} \approx 7,9 \text{ km/s}$$

Demak, gorizontal otilgan jismning Yer atrofida aylana bo'yab harakatlanishi uchun zarur bo'ladigan tezlik, ya'ni birinchi kosmik tezlik quyidagi qiymatga teng bo'lishi kerak:  $\vartheta_t \approx 7,9 \text{ km/s}$

### **Jismning orbita bo'yab aylanishi uchun zarur bo'lgan tezlik**

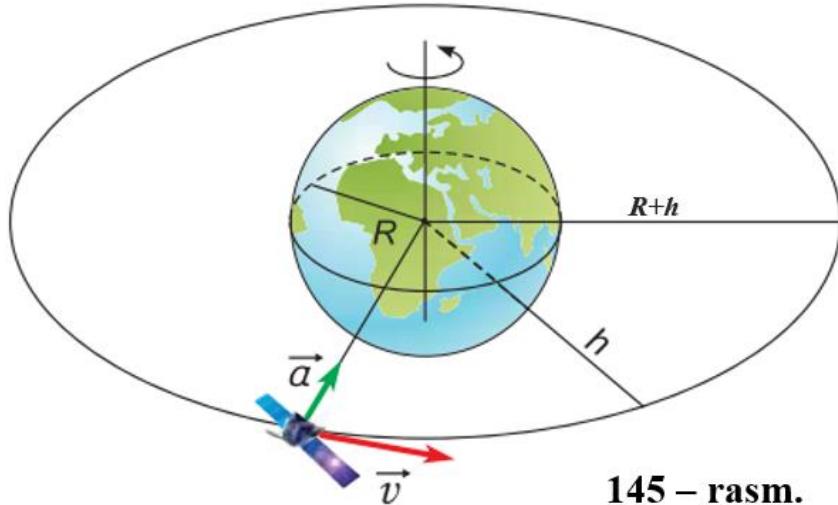
Yer sirtiga yaqin balandlikda, masalan, bir necha yuz, ming metr balandlikda gorizontal yo'nalishda  $7,9 \text{ km/s}$  tezlik bilan harakatlanganda jism havoning qarshiligi va ishqalanishi tufayli qizib, tezda yonib tamom bo'lishi mumkin. Havosiz bo'shliqdagina jism shunday tezlikda harakatlana oladi. Yerdan 300 km balandlikdagi muhitni deyarli havosiz deyish mumkin.

Jism h balandlikda orbita bo'yab Yer atrofida aylanma harakat qilishi uchun birinchi kosmik tezlik qancha bo'lishi kerakligini hisoblab topish mumkin (145-rasm). Buning uchun birinchi kosmik  $\vartheta_t = \sqrt{gR}$  formulasidagi g o'rniga 16-§ dagi

$g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$  ifoda,  $R$  o'rniga esa  $R+h$  qo'yiladi. Chunki jism  $R$  radiusli aylana bo'yab emas, balki Yer sirtidan  $h$  balandlikda  $R+h$  radiusli aylana bo'yab harakat qiladi. Shu tariqa Yerdan  $h$  balandlikda orbita bo'yab aylanadigan jismning birinchi kosmik tezligini quyidagiga teng ekanligini topish mumkin:

$$\vartheta_{th} = \sqrt{g_h(R+h)} = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^2}(R+h)} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}. \quad \vartheta_{th} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}.$$

Masalan, jism  $300\text{ km}$  balandlikda Yer atrofida orbita bo'ylab aylanishi uchun tezligi  $7,73\text{ km/s}$  bo'lishi kerak.



**145 – rasm.**

Siz bilasizki, Oy – bu Yerning tabiiy yo'ldoshi.

Inson tomonidan yaratilib, fazoga uchirilgan va sun'iy ravishda Yerning yo'ldoshiga aylantirilgan raketa. kosmik kemalar **Yerning sun'iy yo'ldoshi** deyiladi.

Yerning sun'iy yo'ldoshi o'z-o'zidan, ya'ni yoqilg'i sarflamasdan Yer atrofida aylanaveradi.

Yer sirtidan  $h$  balandlikda jism doiraviy orbita bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lган tezligni biz yuqorida hisoblab chiqdik quyida ba'zi qo'shimcha formulalar keltirilgan:

$$g = \sqrt{G \frac{M}{R+h}} = \sqrt{g_h(R+h)} = g_I \sqrt{\frac{R}{R+h}} ; \quad g = 7,9 \cdot \sqrt{\frac{R}{R+h}} (\text{km/s})$$

**Ikkinci kosmik tezlik** -  $g_{II}$  Jism Yerning tortish kuchini engib chiqib Quyoshning yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun zarur bo'ladigan minimal  $g_{II}$  tezlikka ikkinchi kosmik tezlik deyiladi (jism trayektoriyasi Yerga nisbatan parabola bo'ladi).

$$g_{II} = \sqrt{2g \cdot R_{Yer}} = \sqrt{2} \cdot g_I = 11,2 \text{ km/s}$$

**Uchinchi kosmik tezlik.** Jism Quyosh sistemasining tortish kuchini engib chiqib Galaktikaning yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun zarur bo'ladigan minimal

$g_{III}$  tezlikka uchunchi kosmik tezlik deyiladi (jism trayektoriyasi Yerga nisbatan giperbolika bo'ladi).

$$g_{III} = 16,67 \text{ km/s}$$

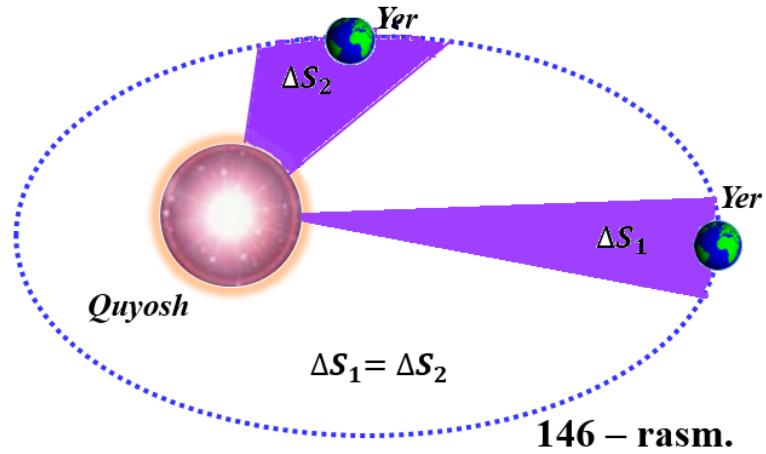
### Kepler qonunlari

Yer va boshqa sayyoralaming Quyosh atrofida qanday aylanishini 1609–yilda nemis olimi **I. Kepler** uchta qonun sifatida ifodalab berdi.

**Keplarning birinchi qonuni** quyidagicha ta'riflanadi:

Har bir sayyora aylanaga yaqin bo'lган ellips bo'ylab aylanadi va ellipsning fokuslaridan birida Quyosh turadi.

Sayyoraning atrofida Kepler qonuni bo'yicha aylanish sxemasi 146-rasmida ko'rsatilgan. Sayyora orbitasining Quyoshga eng yaqin **A** nuqtasi **perigeliy**, eng uzoq **B** nuqtasi esa **afeliy** deyiladi. Bunda **AB** ellipsning katta o'qi, **CD** – kichik o'qi. Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi  $R = AB/2$  ifoda orqali aniqlanadi.



**Keplerning ikkinchi qonuni** quyidagicha ta'riflanadi:

Sayyoraning radius-vektori teng vaqlar ichida teng yuzalar chizadi. Sayyora **KL** va **MN** yoyni teng vaqtida bosib o'tsa,  $S_1$  va  $S_2$  yuzalar o'zaro teng bo'ladi. Bundan ko'rindiki, sayyoraning orbita bo'ylab harakat tezligi o'zgarib turar ekan. Sayyoraning tezligi perigeliy nuqtasida eng katta, afeliy nuqtasida esa eng kichik bo'ladi.

**Keplerning uchinchi qonuni** quyidagicha ta'riflanadi:

Sayyoralan ing Quyosh atrofida aylanish davrlari kvadratlarining nisbati orbitalari katta yarim o'qlari uzunligining kublari nisbatiga teng.

$$\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

$R_1$  va  $R_2$  aylana traektoriya radiuslari,  $T_1$  va  $T_2$  shu traektoriyalar bo'ylab aylanish davrlari.

Yer atrofida aylana traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan jism bir traektoriyadan ikkinchi traektoriyaga o'tganda uning tezligining o'zgarishini topish.

$$\frac{R_2}{R_1} = \sqrt[3]{\frac{R_1}{R_2}} ; \quad \frac{R_2}{R_1} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{T_2}}$$

Keplerning uchinchi qonuni yordamida Yerning aylanish davri va orbitasi katta o'qi uzunligini hamda ixtiyoriy sayyoraning aylanish davrini bilgan holda, shu sayyora orbitasi katta o'qining uzunligini topish mumkin.

### Mavzuga doir test

1. Jism Yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun uning doiraviy orbitadagi tezligi qanday yo'nafgan bo'lishi kerak?

- A) vertikal yuqoriga.
- B) gorizontga burchak ostida.
- C) vertikal pastga.
- D) orbitaga urinma yo'nalishda.

2. Oyning Yer atrofida orbita bo'ylab aylanishidagi tezlanishi qanday ( $\text{m/s}^2$ )? Yer va Oy markazlari orasidagi masofa 60 Yer radiusiga teng.  $g_{\text{Yer}}=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 1. B) 1/3600. C) 1/36. D) 1/360. E) 10.

3. Oyning massasi  $m$ , Yerning massasi  $M$ . Oy va Yer markazlari orasidagi masofa  $R$ . Oyning Yer atrofida doiraviy orbita bo'ylab aylanish tezligi qanday?  $G$  – gravitatsion doimiylik.

A)  $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ . B)  $\sqrt{\frac{Gm}{R}}$ . C)  $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ . D)  $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ ,

4. Yer massasi  $m$ , Quyosh massasi  $M$ , Yer markazidan Quyosh markazigacha bo'lgan masofa  $R$ . Yerning Quyosh atrofidagi doiraviy orbita bo'ylab harakatidagi tezligi nimaga teng? Gravitatsion doimiylik  $G$ .

A)  $\sqrt{\frac{Gm}{R}}$ . B)  $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ . C)  $\sqrt{\frac{2Gm}{R}}$ . D)  $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ . E)  $\sqrt{\frac{Gm}{2R}}$ .

5. Birinchi samoviy (kosmik) tezlik necha km/s ga teng?

A) 7,9. B) 8,9. C) 9,8. D) 6,9. E) 11,2.

6. Saturn planetasining radiusi 60000 km, undagi erkin tushish tezlanishi esa  $11,44 \text{ m/s}^2$  ga teng. Shu planeta uchun birinchi kosmik tezlikni toping (km/s).

A) 8,2. B) 82. C) 68,6. D) 26,2. E) 16,2.

7. Agar Yerning sun'iy yo'ldoshi Yer sirtidan 1700 km balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlansa, uning tezligi qanday bo'ladi? Yerning massasi  $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  radiusi 6400 km, gravitatsiya doimiysi  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ .

A) 70 km/s. B) 70 m/s. C) 7 m/s. D) 0,7 m/s. E) 7 km/s.

8. Sun'iy yo'ldosh orbitasining radiusi 4 marta kamaysa, uning doiraviy orbita bo'ylab aylanish davri qanday o'zgaradi?

A) 2 marta ortadi. B) 2 marta kamayadi.  
C) 4 marta ortadi. D) 8 marta kamayadi.

9. Aylanadan iborat orbitasining radiusi 4 marta ortganda yo'ldoshning aylanish davri qanday o'zgaradi?

A) 2 marta ortadi. B) 8 marta ortadi.  
C) 4 marta ortadi. D) o'zgarmaydi.

10. Sun'iy yo'ldosh orbitasining radiusi 9 marta ortsiga, uning doiraviy orbita bo'ylab aylanish davri qanday o'zgaradi?

A) 9 marta ortadi. B) 9 marta kamayadi.  
C) 3 marta ortadi. D) 27 marta ortadi.

11. Kosmik kemaning orbita bo'ylab aylanish davri  $\sqrt{27}$  marta ortishi uchun orbita radiusi necha marta ortishi kerak?

A) 9. B) 6. C) 3. D) 1. E) 0,3.

12.  $R$  radiusli aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan Yer sun'iy yo'ldoshining aylanish davri  $T$  orbita radiusiga qanday bog'langan?

A)  $T \sim R$ . B)  $T \sim R^3$ . C)  $T \sim \sqrt{R^3}$ . D)  $T \sim R^2$ .

13. Yerning sun'iy yo'ldoshi  $h \ll R_{\text{Yer}}$  balandlikdagi aylana orbitaga chiqarilmoqda. Agar yo'ldoshning massasi uchirilishi oldidan 2 marta kamaytirilsa, uning birinchi kosmik tezligi qanday o'zgaradi?

A) 4 marta ortadi. B) 4 marta kamayadi. C) 2 marta ortadi.  
D) 2 marta kamayadi. E) o'zgarmaydi.

14. Massasi va radiusi Yernikidan 2 marta katta bo'lgan planeta uchun birinchi kosmik

tezlik qanday (km/s)? Yerda birinchi kosmik tezlik 8 km/s.

A) 16.    B) 8.    C) 4.    D)  $8\sqrt{2}$ .    E)  $8/\sqrt{2}$ .

15. Massasi va radiusi Yerga nisbatan 3 marta katta bo'lgan raketa uchun birinchi kosmik tezlikni aniqlang (km/s). Yer uchun birinchi kosmik tezlik 8 km/s.

A) 2.    B) 24.    C) 16.    D) 8.    E) 4.

16. Massasi va radiusi Yernikidan 4 marta katta bo'lgan planeta uchun birinchi kosmik tezlikni (km/s) toping. Yer uchun birinchi kosmik tezlik 8 km/s.

A) 4.    B) 8.    C) 16.    D) 24.    E) 32.

17. Yer sirtidan Yer radiusiga teng balandlikda sun'iy yo'ldoshga qanday gorizontal tezlik bernganda, u Yer atrofida aylana bo'ylab narakatlanadi (km/s)? Birinchi kosmik tezlikni 8 km/s deb hisoblang.    A) 4.    B) 5,7.    C) 9,3.    D) 11,2.

18. Zichligi Yerning zichligi bilan birday, radiusi esa Yerning radiusidan 2 marta kichik bo'lgan planeta uchun birinchi kosmik tezlik qanday bo'ladi (km/s)? Yer uchun birinchi kosmik tezlik 8 km/s ga teng.    A) 2.    B) 4.    C) 8.    D) 16.

19. Aylanish chastotasi v bo'lgan sun'iy yo'ldosh Yer atrofida doiraviy orbita bo'ylab harakatlanishi mumkin, agar  $v = \dots$  avl/sutka bo'lsagina. Yer radiusi 6400 km.

A) 25.    B) 22.    C) 20.    D) 18.    E) 10.

20. Jismlar ekvatorda vaznsiz bo'lshi uchun Yer sutkasi qanday davomiylikka ega bo'lshi kerak (min)? Yerning radiusini 6400 km deb oling.

A) 14.    B) 42.    C) 52.    D) 64.    E) 84.

21. Kosmik kema shunday harakatlanmoqdaki, u doimo Yer bilan Oy markazlarini tutashtiruvchi chiziqda qolmoqda. Kemadan Yergacha bo'lgan masofa shundayki, Yerga va Oyga tortilish kuchlari modul jihatidan teng. Raketa dvigatellari ishlayaptimi? Agar ishlayotgan bo'lsa, ulardan chiqqan gazlar oqimi qayoqqa yo'nalgan?

A) ishlayapti.    B) ishlayapti, Yer tarafga.

C) ishlayapti, Oy tarafga.

D) ishlayapti, kemaning tezligi yo'nalishida.

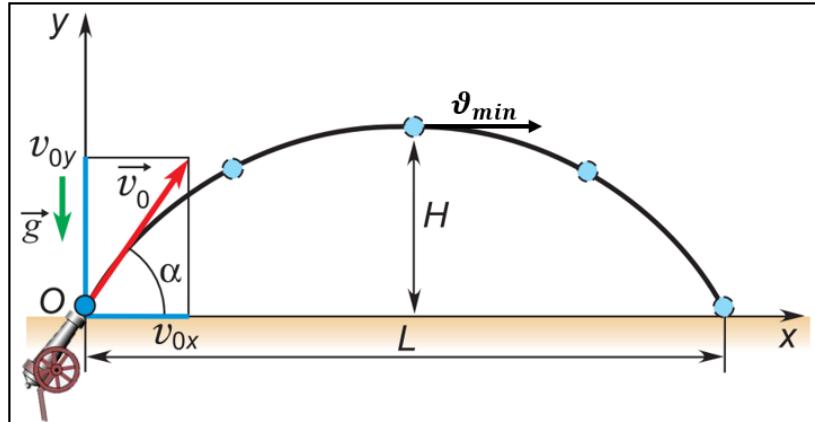
22. Planeta atrofida kichik balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan sun'iy yo'ldoshning avlanish davri T planetaning o'rtacha zichligiga qanday bog'langan?    A)  $T \sim p^2$ .    B)  $T \sim p$ .    C)  $T \sim 1/\sqrt{\rho}$ .    D)  $T \sim 1/\rho$ .

23. Agar sayyoraning radiusi  $R$ , gravitatsiya doimiysi  $G$  va ikkinchi kosmik tezlik  $V$  bo'lsa, sayyoraning massasi qanday bo'ladi?

A)  $\frac{R}{G}V$ .    B)  $\frac{RV}{2G}$ .    C)  $\frac{2RV^2}{G}$ .    D)  $\frac{RV^2}{2G}$ .

## 21-§. GORIZONTGA QIYA OTILGAN JISM HARAKATI

Jismning harakat trayektoriyasi paraboladan iborat bo'ladi. Jismning harakatini 2 ta tashkil etuvchi harakatlarga ajratamiz: 1-gorizontal va 2-vertikal. Gorizontal tashkil etuvchisi tekis, vertikal tashkil etuvchisi tekis sekinlanuvchan harakat qiladi (147-rasm).



**147 – rasm.**

### Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakar tezligi va tezlik vektorining gorizontal va vertikal tashkil etuvchilarini topish

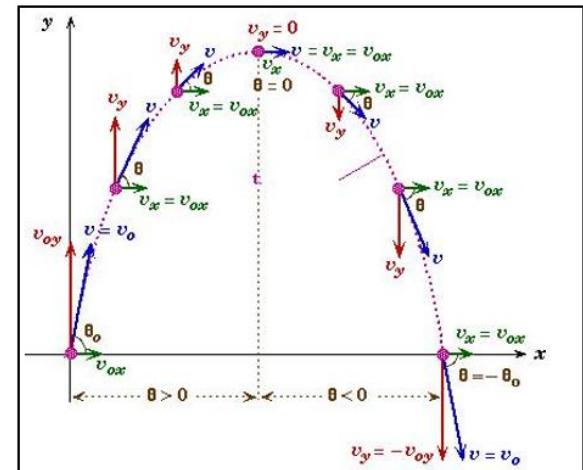
148-rasmdan ko'rindik boshlang'ich tezlik vektorining gorizontal- $\vartheta_{0x}$  va vertikal- $\vartheta_{0y}$  tashkil etuvchilari to'g'ri burchakli uchburchak xossasiga ko'ra quyidagicha ifodalanadi.  $\vartheta_{0x} = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha$ ;  $\vartheta_{0y} = \vartheta_0 \sin \alpha$

Tezlik vektorining  $t$  vaqtdagi gorizontal -  $\vartheta_x$  va vertikal -  $\vartheta_y$  tashkil etuvchilari esa quyidagicha topiladi:

$$\vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha; \quad \vartheta_y = \vartheta_0 \cdot \sin \alpha - gt$$

Tezlik vektorining  $t$  vaqtdagi qiymati pifogor teoremasiga asosan quyidagicha topiladi:  $\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2}$ ;

$\vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha$  va  $\vartheta_y = \vartheta_0 \cdot \sin \alpha - gt$  ga teng ekanligini e'tiborga olsak  $\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 \cos^2 \alpha + (\vartheta_0 \cdot \sin \alpha - gt)^2}$



**148 - rasm.**

### Uchish uzoqligi-L ni toppish

Uchish uzoqligi-L ni topish uchun  $\vartheta_x$  ni harakatlanish vaqtiga ko'paytirish kerak.  $L = \vartheta_x t$  formulaga asosan  $\vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha$  ga tengligini hisobga olsak  $L = \vartheta_0 t \cos \alpha$  ga ega bo'lamiz, agar jismning harakatlanish vaqtini hisoblamoqchi bo'lsak. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning ko'tarilish vaqtini tushish vaqtiga teng

demak  $t_k = t_t = \frac{g_0}{g}$  ekanligi ma'lum bu yerda  $\vartheta_0$  o'rniga  $\vartheta_{0y}$  qo'llaniladi

$t_k = t_t = \frac{g_{0y}}{g} = \frac{g_0 \sin \alpha}{g}$  ga teng bo'ladi, u holda harakatlanish (uchish) vaqtin quyidagicha

topiladi.  $t = 2t_k = 2 \frac{g_0}{g}$  yoki  $t = 2 \frac{g_0 \sin \alpha}{g}$

Harakatlanish vaqtini bilgan holda uchush uzoqligini topamiz  $L = g_0 t \cos \alpha$  formulaga

muofiq  $L = g_0 \cos \alpha \cdot 2 \frac{g_0 \sin \alpha}{g} = \frac{g_0^2 2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}; \quad 2 \cos \alpha \sin \alpha = \sin 2\alpha$  ga teng

ekanligidan

$$L = \frac{g_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad L = \frac{2g_{\min} \cdot \sqrt{g_0^2 - g_{\min}^2}}{g};$$

### Gorizonta burchak ostida otilgan jismni maksimal ko'tarilish balandligi

Gorizonta burchak ostida otilgan jismni maksimal ko'tarilish balandligi –  $h$  quyidagicha topiladi. (bu erda  $t_k$  jismning ko'tarilish vaqtin):

$h = \frac{gt_k^2}{2}$  formuladagi  $t_k$  o'rniga  $t_{ko'tar} = \frac{g_0 \cdot \sin \alpha}{g}$  ni qo'yin hisoblasak

$$h = \frac{g \left( \frac{g_0 \cdot \sin \alpha}{g} \right)^2}{2} = \frac{g \frac{g_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} \text{ yoki } h = \frac{g_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} \text{ dan } g_{0y} = g_0 \sin \alpha \quad \vartheta_0$$

ni topsak  $g_{0y} = \frac{g_{0y}}{\sin \alpha}$  ga ega bo'lamiz bu olingan natijani  $h = \frac{g_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$  formulaga

qo'yib hisoblasak formula quyidagi ko'rinishga keladi

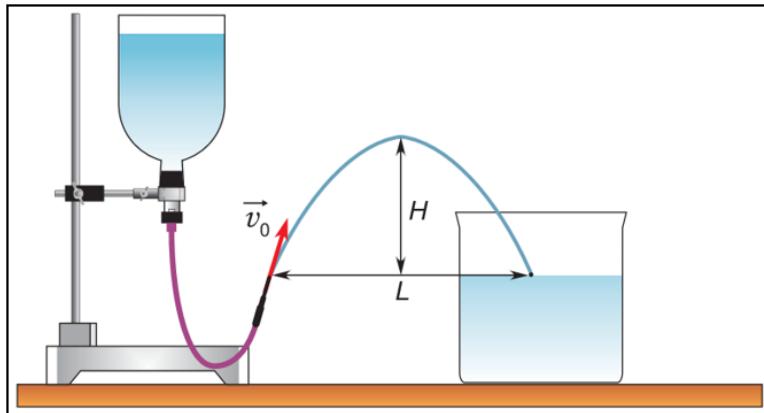
$$h = \frac{g_{0y}^2}{2g}; \quad h = \frac{g_0^2 - g_{\min}^2}{2g}$$

Ko'tarilish balangligi bilan uchish uzoqligi orasidagi munosabat:

$$h = \frac{L \cdot \operatorname{tg} \alpha}{4} \quad \text{yoki} \quad L = \frac{4h}{\operatorname{tg} \alpha};$$

Gorizonta burchak ostida otilgan jismning uchush uzoqligi otilish burchagiga bog'liq.  $L = \frac{4h}{\operatorname{tg} \alpha}$  asosan jism  $\alpha = 45^\circ$  ga teng burchak ostida otilsa, jism eng uzoq masofaga borib tushadi ya'ni  $L=4h$  ga teng bo'ladi.

Bu xulosani idishdan ingichka uchligiga ega egiluvchan shlanga orqali oqib chiqayotgan suv tori tajribasi orqali isbotlash mumkin (149 – rasm).



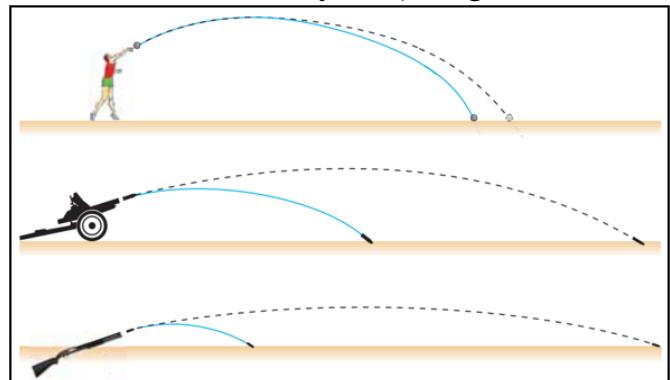
**149 – rasm.**

Suv torini hosil qiluvchi tomchilar harakati erkin tushuvchi jism harakatiga yaxshi model bo‘lib xizmat qiladi. Tomchilar trayektoriyalari xarakterini tushuntirish uchun tor shaklini avvaldan kartonga chizib qo‘yilgan parabola bilan taqqoslash mumkin.

Shu qurilma orqali uchish uzoqligi maksimal bo‘lgan burchakni eksperimental tarzda aniqlash mumkin.

Havo qarshiligi va boshqa faktorlarni hisobga olgan holda og‘irlik kuchi ta’siridagi jism harakatini ballistika (grekchadan ballo – tashlayman) o‘rganadi.

Katta massa va kichik o‘lchamli jism harakatiga havo qarshiligining ta’siri kichik tezliklarda katta emas (tashlangan tosh, sport yadrosi va b.q). Boshqa hollarda, masalan, voleybol koptogi, miltiq o‘qi va h.k lar uchun havo qarshiligi ancha kattadir. 150 – rasmida real harakat (to‘liq chiziq) va havo qarshiligi xisobga olinmagandagi harakat (chiziq-chiziqli) trayektoriyalar tasvirlangan:



**150 – rasm.**

A) sport yadrosi uchun; B) artilleriya snaryadi uchun; C) miltiq o‘qi uchun.

### Uchish vaqtiga $t$ ni topishga doir qo’shimcha formulalar:

$$t = \frac{2\vartheta_0 \cdot \sin \alpha}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{8h}{g}} \quad t = \frac{L}{\vartheta_0 \cos \alpha}; \quad t = \frac{2\sqrt{\vartheta_0^2 - \vartheta_{\min}^2}}{g} \quad t_k = \frac{\vartheta_0 \cdot \sin \alpha}{g}; \quad t_k = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

### Gorizontga qiya otilgan jismning harakatiga oid qo’shimcha formulalar

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning boshlang’ich tezlik -  $\vartheta_0$  ni topish:

$$\vartheta_0 = \frac{\vartheta_x}{\cos \alpha} \quad \vartheta_0 = \frac{\vartheta_{\min}}{\cos \alpha}$$

$h = \frac{g_0^2 - g_{\min}^2}{2g}$  formulaga minimal tezlik -  $g_{\min}$  (traektoriyaning eng yuqori nuqtasida)ni va  $\vartheta_0$  ni topish:  $2gh = g_0^2 - g_{\min}^2$   $g_{\min}^2 = g_0^2 - 2gh$  ikkala tarafni kvadrat ildizga olsak  $g_{\min} = \sqrt{g_0^2 - 2 \cdot gh}$ ;  $g_{\min} = g_x$  ga teng ekanligidan  $g_{\min} = g_0 \cos \alpha$ ;  $2gh = g_0^2 - g_{\min}^2$   $g_0^2 = 2gh + g_{\min}^2$  ikkala tarafni kvadrat ildizga olsak  $g_0 = \sqrt{g_{\min}^2 + 2 \cdot gh}$   $g_{\min} = g_x$  ga tengligidan  $g_0 = \sqrt{g_x^2 + 2 \cdot gh}$

$h$  balandlikdan gorizontga  $\alpha$  burchak ostida otilgan jismning erga tushish vaqtini topish:  $5 \cdot t^2 - g_0 \sin \alpha \cdot t + h = 0$

Tezlik vektorining gorizont bilan tashkil qilgan  $\beta$  burchagini topish,  $t$  vaqtdan keyin:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{g_y}{g_x}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{g_0 \cdot \sin \alpha - gt}{g_0 \cos \alpha}$$

$\alpha$  burchak ostida otilgan jismning tezlik vektorini gorizont bilan  $\beta$  burchak tashkil qilish vaqtini topish:

$$t = \frac{g_0 \sin \alpha \pm \sqrt{g_0^2 \cos^2 \alpha - g^2}}{g}$$

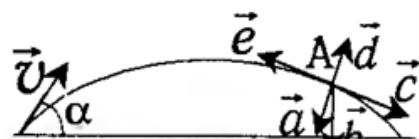
Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusini topish:  $R = \frac{g_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$

### Mavzuga doir test

1. Biror balandlikdanr balandlikdan horizontal otilgan jism qanday trayektotiya bo'ylab harakatlanadi? Havomng qarshnigini hisobga.

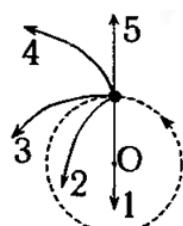
- A) giperbola bo'ylab.
- B) to'g'ri chiziq bo'y lab.
- C) aylana youi bay lab.
- D) tarmog'i pastga yo'nalgan parabola bo'ylab.

2. Rasmda gorizontga  $\alpha$  burchak ostida  $v$  tezlik bilan otilgan jismning harakat trayektoriyasi ko'rsatilgan. Rasmda ko'rsatilgan vektorlardan qaysi biri jismning A nuqtadagi tezlanishi yo'nalishini ko'rsatadi?



- A)  $\vec{a}$ .
- B)  $\vec{b}$ .
- C)  $\vec{c}$ .
- D)  $\vec{d}$ .
- E)  $\vec{e}$ .

3. Vertikal tekislikda aylanayotgan ipga bog'langan jism trayektoriyasining engyuqori nuqtasida bo'lganida (ipning taranglik kuchi nolga teng) ip uzib yuborilsa, u rasmda ko'rsatilgan trayektoriyalarning qaysi biri bo'ylab harakat qiladi?



- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

4. To'g'ri chiziqli va tekis harakatlanayotgan vagon oynasidan buyum tushib ketdi. Yer bilan bog'langan sanoq sistemada buyum trayektoriyasi qanday bo'ladi?

- A) giperbola.
- B) to'g'ri chiziq.
- C) ellips yoyi.
- D) parabola.

5. Shamolsiz havoda yomg'ir tomchilari avtobus derazalari oynasida qanday shakldagi iz qoldiradi: 1) avtobus tekis harakatlanganda; 2) tekis tezlanuvchan harakatlanganda?

- A ) 1 - parabola; 2- parabola.
- B ) 1 - parabola; 2- to'g'ri chiziq.
- C) 1- to'g'ri chiziq; 2- to'g'ri chiziq.
- D ) 1 - to g'ri chiziq; 2- parabola.

6. Avtomobil derazasidan tushib ketgan buyum qaysi holda yerga oldinroq tushadi: avtomobil joyida turgandami yoki u harakatlanayotgandami?

- A) avtomobil harakatiga bog'liq.
- B) avtomobil joyida tinch turgamda.
- C) ikkala holda ham bir xil vaqtda tushadi.
- D) avtomobil harakatlanayotganida.

7. Ma'lum bir balandlikdan bir vaqtida 1-tosh erkin tashlandi. 2-tosh gorizontal otildi, 3-tosh vertikal yuqoriga otildi. Toshlardan qaysi biri yerga oldin tushadi?

- A) 3. B) 1 va 2. C) 1.
- D) 2. E) uchalasi bir vaqtda tushadi.

8 Biror balandlikdan gorizontal otilayotgan jismning otilish Tezligi 2 marta oshirnsa, uning harakatlanish vaqt qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi. B) 2 marta kamayadi.
- C) o'zgarmaydi. D) 4 marta ortadi.

9. 5 m balandlikdan gorizontal yo'nalishda 2 m/s tezlik bilan otilgan jism necha sekunddan so'ng yerga tushadi?  $g=10\text{m/s}^2$

- A) 2. B) 1,5. C) 1. D) 2,5. E) 5.

10 Tepalikdan gorizontal otilgan jism 5 s dan so'ng yerga tushgan bo'lsa, tepalik balandligi qanday (m)? A) 250. B) 12,5. C) 25. D) 125.

11. 500 m balandlikda 180 km/h tezlik bilan gorizontal uchayotgan vertolyotdan yerga yuk tashlandi. U necha sekunda yerga tushadi?

- A) 72. B) 36. C) 30. D) 10

12. 180 m balandlikdan 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan gorizontal otilgan jism tezligi vertikal tashkil etuvchisining o'rtacha qiymatini toping (m/s).

- A) 45. B) 30. C) 18. D) 10. E) 5.

13. Tosh gorizontal yo'nalishda otilgan. 3 s dan keyin tezlik vektori yer sirti bilan  $60^\circ$  burchak hosil qilgan bo'lsa, toshning boshlang'ich tezligi qanday (m/s)?

- A) 15. B) 30. C)  $60/\sqrt{3}$ . D)  $30/\sqrt{3}$ . E)  $90/\sqrt{3}$ .

14. Tosh gorizontal yo'nalishda otilgan. 4 s dan keyin tezlik vektori yer sirti bilan  $45^\circ$  burchak hosil qilgan bo'lsa, toshning boshlang'ich tezligi qanday (m/s)?

- A) 40. B)  $\frac{80}{\sqrt{2}}$ . C) 20. C)  $\frac{120}{\sqrt{2}}$ . E)  $\frac{40}{\sqrt{3}}$ .

15. Jism  $v_0$  tezlik bilan gorizontal otilgan. Uning oniy tezligini qaysi formuladan aniqlasa bo'ladi? A)  $v=v_0+gt$ . B)  $v=gt$ , C)  $v=\sqrt{2gh}$  D)  $v=\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$

16.  $h$  balandlikdan  $v_0$  boshlang'ich tezlik bilan gorizontal otilgan jism borib tushgan nuqtaga tushishi uchun uni  $h/2$  balandlikdan qanday gorizontal tezlik bilan otish kerak?

- A)  $1,5v_0$ . B)  $2v_0$ . C)  $\sqrt{2}v_0$ . D)  $\sqrt{3}v_0$ . E)  $v_0$ .

17. O'quvchi har qavati balandligi 2,5 m bo'igan binoning 9 qavati balkonidan gorizontal yo'nalishda "to'pponcha" dan o'q uzdi. O'q bino poydevoridan 6 m nariga borib tushdi. O'qning otilish tezligi (m/s) va uchish vaqtini (s) toping
- A)3;2.    B) 2,5; 1,5.    C) 4; 3.    D)2;l.
18. *Gorizantal* yo'nalishda 800 m/s tezlik bilan otilgan o'q 600 m masoladagi nishonga borib yetguncha, vertikal yo'nalishda qanchaga pasayadi (m)?
- A) 0,75.    B) 1,5.    C) 2,8.    D) 3,75.    E) 1,6.
19. 500 m balandlikda gorizontal uchayotgan vertolyotdan yerga yuk tashlandi. Agar vertolyotning tezligi 180 km/h bo'lsa, yuk gorizontal yo'nalishda qanday (m) masofa o'tadi?    A) 500.    B) 1000.    C) 1800.    D) 2000.
20. Balandligi 80 m bo'igan minoradan jism 600 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otildi. Havoning qarshiligi hisobga olinmasa, jismning uchush uzoqligi qanday (km) bo'ladi?    A) 0,6.    B) 1,2.    C) 2,0.    D) 2,4.    E) 3,0.
21. 80 m balandlikdan 15 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligini toping (m).    A) 80.    B) 40.    C) 45.    D) 60.    E) 30.
22. Samolyot gorizontal yo'nalishda 8 km balandlikda 720 km/h tezlik bilan uchmoqda. Uchuvchi bombani nishonga aniq tushirishi uchun nishonga qanday masofa (gorizontal yo'nalishda) qolganda tashlashi kerak bo'ladi (km)? Havoning qarshiligini hisobga olmang.    A) 2.    B) 4.    C) 4,5.    D)8.    E) 9.
23. 360 km/h tezlik bilan uchayotgan samolyotdan tashlangan yuk 1000 m uzoqlikka borib Tushgan bo'lsa, samolyotning uchish balandligi qanday (m)?
- A) 1360.    B)1000.    C) 640.    D) 500.    E) 360.
24. Gorizontal yo'nalishda 180 km/h tezlik bilan uchayotgan vertolyotdan tashlangan yuk 10 s da yerga tushdi. Vertolyot qanday balandlikda uchmoqda (m).
- A) 180.    B) 360.    C) 500.    D) 1000.    E) 1800.
25. 500 m balandlikda gorizontal uchib borayotgan samolyotdan tashlangan jism 1 km masofaga borib tushgan bo'lsa, samolyotning tezligi qanday (m/s)?
- A) 120.    B) 100.    C) 150.    D) 200.    E) 250.
26. Jism 20 m balandlikdan 15 m/s tezlik bilan gorizontal otildi. Uning yerga urilish paytidagi tezligi qanday (m/s)? A) 25.    B) 35.    C) 27.    D) 20.    E) 15.
27. Balandligi 105 m bo'lgan qoya chetida turgan bola qo'lidagi toshni 20 m/s tezhk bilan gorizontal otdi. Toshning yerga urilish paytidagi tezligi qanday (m/s)?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 20.    B) 40.    C) 45.    D) 50.    E) 55.
28. Qoyadan 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan tosh yerga  $45^\circ$  burchak ostida tushgan bo'lsa, toshning oxirgi tezligi qanday (m/s)?
- A) 12.    B) 15.    C) 16.    D) 20.    E) 14.
29. Qoyadan 20 m/s tezlik bilan (gorizontal) otilgan tosh yerga  $45^\circ$  burchak ostida tushsa, uning oxirgi tezligi qanday (m/s) bo'ladi?  $\sqrt{2} \approx 1,4$  .
- A) 24.    B) 28.    C) 30.    D) 32.
30. Gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi va tushish balandlikiari teng bo'lib, 2 sekundda yerga tushsa, u necha m/s tezlik bilan otilgan?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .
- A) 16.    B) 12.    C) 14.    D) 20.    E) 10.
31. Biror balandlikdan 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi shu balandlikka teng bo'lsa, jism qanday balandlikdan otilgan bo'ladi (m)?

A) 200.    B) 160.    C) 100.    D) 40.    E) 20.

32. Agar 9 m balandlikdan gorizontal otilgan jismning uchisn uzoqligi ham 9 m ga teng bo'lsa, jismning yerga tushish paytidagi tezligi qanday (m/s)?

A) 15.    B) 8.    C) 4.    D) 10.    E) 20.

33. Ikkita jism bir xil balandlikdan boshlang'ich teziksiz tashlab yuborildi. Ikkinchisi jism yo'l yarmida gorizontga nisbatan  $45^\circ$  burchak ostida o'rnatilgan maydonchaga elastik urildi va harakatni davom ettirdi. Jismlarning yerga tushish vaqtlarining nisbati  $t_1/t_2$  qanday?    A) 1.    B) 2.    C)  $\sqrt{2}/2$ .    D)  $2\sqrt{2}$ .    E)  $\sqrt{2}$ .

34. Jism tog' cho'qqisidan 50 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan. Uning harakat boshidan 4 s o'tgan paytdagi markazga intilma tezlanishi qanday ( $m/s^2$ )?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 10,3.    B) 16,7.    C) 25.    D) 33,9.    E) 7,8.

35. Poldan  $h$  balandlikda o'rnatilgan prujinali pistoletdan gorizontal yo'nalishda o'q uzildi. Agar o'qning uchish uzoqligi  $S$  bo'lsa, uning boshlang'ich tezligi qanday?

A)  $S\sqrt{2gh}$     B)  $S\sqrt{\frac{2h}{g}}$     C)  $\frac{S}{\sqrt{2gh}}$ .    D)  $S\sqrt{\frac{g}{2h}}$ .    E)  $\frac{\sqrt{2gh}}{S}$

36. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning traektoriyasi qanday bo'ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

A) ellips.    B) gorizontga qiya to'g'ri chiziq.    C) aylana.

D) gorizontal to'g'ri chiziq.    E) parabola.

37. Gorizontga ..burchak ostida otilgan jismning tezlanishi qanday bo'ladi? A) nolga teng.    B) g, pastga yo'nalgan.

C) g, yuqoriga yo'nalgan.    D) g, tezlik vektori bo'y lab yo'nalgan.

38. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning tezlanishi traektcriyaning eng yuqori nuqtasiaa qanday bo'Madi?

A) g/2, pastga yo'nalgan.

B) g, yuqoriga yo'nalgan.    C) g, pastga yo'nalgan.

D) g, trayektoriya bo'y lab yo'nalgan.

39. Sharcha gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Boshlang'ich tezlik vektorining gorizontal va vertikal tashkil etuvchnilari qanday ( $m/s$ )?

A) 26;15.    B) 15; 26.    C) 15;15.    D) 26;26.

40. Jism gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Boshlang'ich tezlik vektorining gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari qanday ( $m/s$ )?  $\sin 30^\circ = 0,50$ ;  $\cos 30^\circ = 0,87$ .

A) 10 va 17,3.    B) 10 va 10.

C) 17,3 va 17,3.    D) 17,3 va 10.    E) 10 va 0.

41. Jism gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Harakatning 1-sekundi oxiridagi tezlik vektorining gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari qanday ( $m/s$ )?  $\sin 30^\circ = 0,50$ ;  $\cos 30^\circ = 0,87$ .

A) 10 va 173    B) 17,3 va 10.

C) 17,3 va 0.    D) 17,3 va 17,3.

42. Kamalakdan modullari bir xil tezliklar bilan gorizontga har xil burchak ostida 4 o'q otildi; birinchisi  $90^\circ$ , ikkinchisi  $60^\circ$ , uchinchisi  $45^\circ$  va to'rtinchisi  $30^\circ$  burchak ostida. O'qlardan qaysi biri yerga boshqalaridan oldin qaytib tushadi?

A) 4.    B) 3    C) 2.    D) 1.

43. Tosh gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otildi. U yerga necha sekunddan so'ng qaytib tushadi?    A) 0,5.    B) 1.    C) 2.    D) 3.    E) 4.
44. Jism 20 m balandlikdan gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida 30 m/s tezlik bilan otildi. Jism necha sekund uchgan?    A) 2.    B) 3.    C) 4.    D) 5.    E) 6.
45. Gorizontga burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otilgan iismning uchish davomidagi minimal tezligi 6 m/s bo'lsa, uning uchish vaqt qanday (s) bo'ladi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .  
A) 1,6.    B) 0,8.    C) 0,6.    D) 1,2.    E) 2.
46. Zambarakdan gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan snaryad 20 m balandlikka ko'tarildi. Uning uchish vaqtini toping (s).  $g=10 \text{ m/s}^2$ .  
A) 10.    B) 20.    C) 1.    D) 2.    E) 4.
47. Zambarakdan gorizontga burchak ostida uchib chiqqan snarvad 12 s uchgan. Snaryad ko'tarilgan eng yuqori balandlik qanday (m)?  
A) 170.    B) 180.    C) 190.    D) 200.
48. Ikki o'quvchi bir-biriga to'p otib o'ynamoqda. Agar to'p birinchi o'quvchidan ikkinchi o'quvchiga 2 s vaqt mobaynida yetib borsa, to'p o'yin vaqtida qanday eng yuqori balandlikka (m) erishadi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .  
A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 4.    E) 5.
- 49 koptok 10 m/s tezlik bilan gorizontga  $30^\circ$  qiyalatib otilgi. U qanday (m) balandlikkacna ko'tanladi?    A) 1,25.    B) 2,5.    C) 5.    D) 10.    E) 12,5.
50. Koptok 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida otildi. Koptokning maksimal ko'tarilish balandligi qanday (m)?  
A) 2,5.    B) 5.    C) 7,5.    D) 10
- 51 Gorizontga burchak ostida otilgan jism 10 s uchgan. Jism ko'tarugan eng yuqori balandlik qanday (m)?    A) 100.    B) 225.    C) 125.    D) 500.    E) 400.
52. Zambarakdan 500 m/s tezlik bilan uchib chiqqan snaryad 10 s uchgan. U qanday balandlikka ko'tarilgan?  
A) 500 m.    B) 5 km.    C) 1,25 km.    D) 125 m.    E) 2,5 km.
53. Gorizontga burchak ostida 25 m/s tezlik bilan otilgan jism 4 s da yerga qaytib tushdi. Uning uchish davomidagi minimal tezligi qanday (m/s)?  
A) 15.    B) 10.    C) 20.    D) 25.
54. Gorizontga burchak ostida otilgan snaryad 60 m masofaga borib tushdi. Agar snaryad 4s uchgan bo'lsa, qanday (m/s) tezlik bilan otilgan?  
A) 15.    B) 20.    C) 35.    D) 30.    E) 25
55. 20 m/s tezlik bilan gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi 15 m bo'lsa, uning uchish davomidagi minimal tezligi necha m/s bo'igan?    A) 20.    B) 15.    C) 10.    D) 5.    E) 4.
56. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish davomidagi minimal tezligi 16 m/s, uchish vaqt esa 2,4 s bo'lsa, u qanday (m/s) tezlik bilan otilgan?  
A) 35.    B) 30.    C) 24.    D) 20.    E) 16.
57. Bir vaqtning o'zida ikkita jism bir nuqtadan bir xil 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan biri vertikal va ikkinchisi gorizontga nisbatan  $30^\circ$  burchak ostida yuqoriga otildi. 1 s dan keyin jismlar orasidagi masofa qanday boladi (m)?

A) 5.    B) 7,4.    C) 10.    6) 12,5.    E) 15.

58. Zambarakdan o'q qanday burchaklar ostida otilsa, uchish uzoqligi bir xil bo'ladi?

- A)  $a$  va  $60^\circ - a$ .    B)  $a$  va  $2a$ .  
 C)  $a$  va  $90^\circ + a$ .    D)  $45^\circ - a$  va  $45^\circ + a$ .

59. Ikki jism bir nuqtadan bir xil tezlik bilan gorizontga nisbatan  $\alpha$  va  $\pi/2 - \alpha$  burchak ostida otildi. eng yuqoriga ko'tarilish balandlikiarining nisbatini aniqlang.

- A)  $h_1/h_2 = \tan^2 \alpha$ .    B)  $h_1/h_2 = \cot^2 \alpha$ .  
 C)  $h_1/h_2 = 1$ .    D)  $h_1/h_2 = \sin^2 \alpha$ .    E)  $h_1/h_2 = \cos^2 \alpha$ .

60. Yerdagi uch naydan bir xil tezlikda suv otilib chiqmoqda: ular gorizontga nisbatan  $60^\circ$ ,  $45^\circ$  va  $30^\circ$  burchak ostida otilib chiqadi. Har bir naydan otilib chiqayotgan suv balandliklari nisbatini va suvning yerga tushish uzoqiiklari nisbatini toping. Havoning suv oqimiga qarshiliginini hisobga olmang.

- A)  $h_1:h_2:h_3 = 1:2:3$ ;     $l_1:l_2:l_3 = \sqrt{3}:\sqrt{2}:2$ .  
 B)  $h_1:h_2:h_3 = 3:1:2$ ;     $l_1:l_2:l_3 = 3:2:3$ .  
 C)  $h_1:h_2:h_3 = 3:2:1$ ;     $l_1:l_2:l_3 = \sqrt{3}:2:\sqrt{3}$ .  
 D)  $h_1:h_2:h_3 = 4:2:3$ ;     $l_1:l_2:l_3 = \sqrt{3}:4:\sqrt{3}$ .

61. Havoning qarshiliginini hisobga olmaganda, gorizontga  $45^\circ$  burchak ostida otilgan jism uchish uzoqligining ko'tarilish balandligiga nisbati qanday?

- A) 2.    B) 3.    C) 4.    D) 5.    E) 6.

62. Gorizontga  $45^\circ$  burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi ko'tarilish balandligidan necha marta katta?

- A) 4.    B) 3.    C) 2.    D) 1,5.    E)  $\sqrt{2}/2$

63. To'pning uchish uzoqligi uning maksimal ko'tarilish balandligidan 4 marta katta. To'p gorizontga qanday burchak ostida otilgan?

- A)  $30^\circ$ .    B)  $45^\circ$ .    C)  $60^\circ$ .    D)  $75^\circ$ .

64. Gorizontga  $45^\circ$  burchak ostida otilgan disk 20 m ko'tarildi. Uning uchish uzoqligi qanday (m)?    A) 20.    B) 40.    C) 80.    D) 160.

65. Uchish uzoqligi ko'tarilish balandligidan 4 marta ortiq bo'lishi uchun jism gorizontga qanday ourchak ostida otilishi kerak?

- A)  $\arctg 2$ .    B)  $30^\circ$ .    C)  $60^\circ$ .    D)  $45^\circ$ .

66. To'pning uchish uzoqligi uning maksimal ko'tarilish balandligidan  $4\sqrt{3}$  marta katta bo'lishi uchun to'pni gorizontga nisbatan qanday burchak ostida otish kerak?

- A)  $15^\circ$ .    B)  $75^\circ$ .    C)  $60^\circ$ .    D)  $45^\circ$ .    E)  $30^\circ$ .

67. Ko'tarilish baladligi uchish uzoqligidan 2 marta katta bo'lishi uchun jismni gorizontga qanday burchak ostida otish kerak?

- A)  $45^\circ$ .    B)  $\arctg 8$ .    C)  $\arctg 4$ .    D)  $60^\circ$ .

68. Gorizontga  $\alpha$  burchak ostida  $v$  tezlik bilan otilgan snaryad yerga tushguncha qancha vaqt uchadi?

- A)  $t = \frac{\vartheta \sin \alpha}{g}$ .    B)  $t = \frac{\vartheta^2 \sin \alpha}{g}$ .    C)  $t = \frac{\vartheta \sin \alpha}{2g}$ .    D)  $t = \frac{2\vartheta \sin \alpha}{g}$ .

69. Gorizontga  $45^\circ$  burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otilgan tosh qanday (m) uzoqlikka borib tushadi?    A) 2,5.    B) 5.    C) 10.    D) 8,7.    E) 17,4.

70. Zambarakdan gorizontga  $30^\circ$  burchak ostida o'tgan 600 m/s tezlik bilan uchib chiqadi. O'qning harakat boshlangandan 40 s o'tgan paytdagi tezhgini (m/s) toping.  $g=10 \text{ m/s}^2$ .      A) 530.      B) 553.      C) 588.      D) 600.

71. Jism gorizontga  $60^\circ$  burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otildi. Jism maksimal balandlikka ko'tarilgan nuqtada trayektoriyaning egrilik radiusi qanday bo'ladi (m)?

A) 5.      B) 10.      C) 20.      D) 40.      E) 50.

72. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning ko'tarilish balandligi 3 m, trayektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusi 2 m bo'lsa, jism gorizontga qanday ourchak ostida otilgan?      A)  $45^\circ$ .      B)  $75^\circ$ .      C)  $60^\circ$ .      D)  $30^\circ$ .

73. Jism gorizontga  $60^\circ$  burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otildi. Necha sekunddan so'ng tezlik vektori gorizont bilan  $45^\circ$  burchak hosil qiladi?  $\sqrt{3} \approx 1,73$ .

A) 1 va 2.      B) 0,73 va 2,73.      C) 3.

D) 1 va 2,8.      E) 2,4 va 0,9.

74. Jism gorizontga  $60^\circ$  burchak ostida 30 m/s tezlik bilan otildi. Necha sekunddan so'ng tezlik vektori gorizont bilan  $45^\circ$  burchak hosil qiladi? ( $\sqrt{3} \approx 1,73$ ).

A) 1,1 va 4,1.      B) 1 va 2.      C) 0,73 va 2,73.

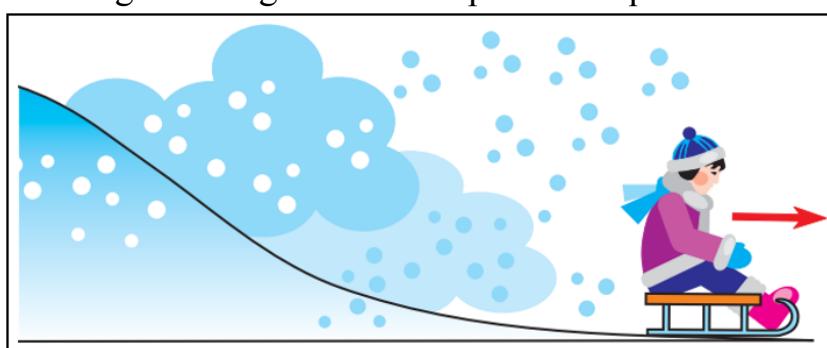
D) 2,4 va 0,9.      E) 3.

## 22-§. ISHQALANISH KUCHI. TINCHLIKDAGI ISHQALANISH

### Ishqalanish kuchi

Qaysi biringiz tog'dan chanada uchmagansiz? Katta tezlikka ega bo'lgan chana (151 – rasm) gorizontal sohadan o'tib to'xtaydi. Nima uchun? Tezlik kamayishi.

Sababi aniq emas, biroq u mavjud. Ta'sir etuvchi kuch chana tezligini o'zgartirishi mumkinligini eslang. Bu kuch sirpanish ishqalanish kuchidir.



151 – rasm.

Mexanikada o'rganiladigan yana bir kuch – bu ishqalanish kuchidir. Tepalikdan sirpanib tushayotgan chana gorizontal yo'nalishga o'tganda uning tezligi kamayib boradi va to'xtaydi. Demak, chana harakatining yo'nalishiga qarshi kuch mavjud. Yerda turgan yukni sudrash uchun ham qandaydir kuch qarshilik qiladi.

Jismning harakatlanishida paydo bo'ladigan va harakatga qarshi yo'naligan kuch **ishqalanish kuchi** deb ataladi.

Pol ustida turgan yashshikni surish uchun kuch bilan ta'sir etishimiz kerak. Muz ustida harakatlanayotgan xokkey shaybasi, motori o'chirilgan avtomobil sekinlashib boradi va

to'xtaydi. Avtomobilga tormoz berilsa, u tezda to'xtaydi. Bu keltirilgan misollarda yashshik bilan pol sirti, shayba bilan muz sirti, avtomobil g'ildiragi bilan aylanish o'qi, shina bilan asfalt orasida ishqalanish kuchi vujudga keladi.

Ishqalanish kuchi hosil bo'lishining asosan ikkita sababi mavjud.

*Ishqalanish kuchi hosil bo'lishining birinchi sababi:* bir-biriga tegib turadigan jismlarning g'adir-budirligidir (152–a rasm).

Hatto, juda silliq ko'rinaradigan jismlarning sirtlarida ham g'adir – budirliliklar va tiralangan joylar bo'ladi.

Bir jism ikkinchi jismning sirtida sirpanganda yoki dumalaganda bu g'adir – budirliliklar bir-biriga ilashib, harakatlanishga to'sqinlik qiluvchi kuchni vujudga keltiradi.

*Ishqalanish kuchi hosil bo'lishining ikkinchi sababi:* - bir-biriga tegib turadigan jismlar molekulalarining o'zaro tortishishidir (152–b rasm).



**152 – rasm.**

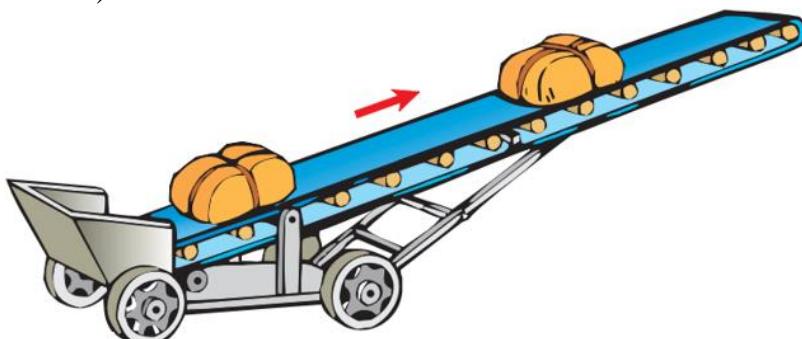
Agar jismlarning sirtlari yaxshi silliqlangan bo'lsa, jismlar bir-biriga tekkanda ular sirtidagi molekulalar bir-biriga juda yaqin bo'ladi. Bunda bir-biriga tegib turgan jism molekulalari orasida tortishish kuchlari sezilarli bo'ladi.

**Jismlarning bir-biriga ishqalanish hodisalarini uch turga bo'lish mumkin:** tinchlikdagi (tinch holatdagi) ishqalanish, sirpanish ishqalanish va dumalash ishqalanish.

### Tinchlikdagi ishqalanish

Jism nisbiy tinchlikda turganda ishqalanish kuchi uni bir joyda ushlab turadi va u jismning joyidan qo'zg'alishiga to'sqinlik qiladi. Bu kuch **tinchlikdagi ishqalanish** kuchidir.

Transportyor yordamida yuklarni qiyalik bo'yicha yuqoriga olib chiqish mumkin. Bunda yuk sirti bilan transportyor tasmasi sirti orasidagi tinchlikdagi ishqalanish kuchi yukni ushlab turadi (153–rasm).



**153 – rasm.**

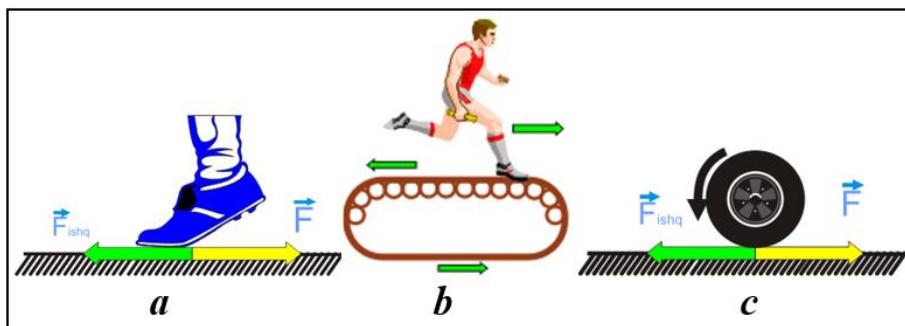
Xonadagi stol-stullar, javonlar va boshqa jihozlar tinchlikdagi ishqalanish kuchi tufayli polda qimirlamay turadi. Agar ishqalanish kuchi boimaganda ularni turtib yuborilgan zahoti xona ichida harakatga kelib sirpanib yurar edi.

Pol ustida turgan jismni gorizontal yo'nalishda harakatga keltirish, ya'ni qo'zg'atish uchun unga tinchlikdagi ishqalanish kuchiga teng va qarama-qarshi yo'nalgan kuch bilan ta'sir

etishimiz kerak.

Yurganimizda oyoq kiyimining tag sirti bilan yer sirti o'rtaida tinchlikdagi ishqalanish kuchi hosil bo'ladi. Ishqalanish kuchi bo'lmasanida biz yura olmas edik, muz ustida yurgandek sirpanib ketardik. Biz yerni orqaga  $F$  - kuch bilan itaramiz. Ishqalanish kuchi  $F_{ish}$  esa harakatimiz yo'nalishida bo'lib, miqdor jihatdan  $F$  kuchga teng (154-a rasm).

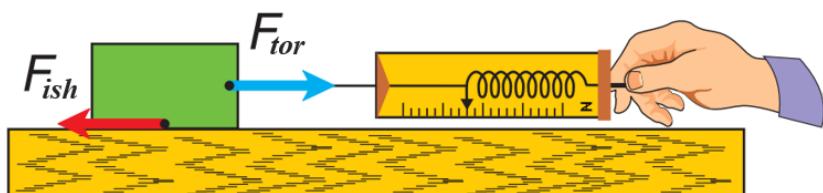
Yurganimizda yerni orqaga itarishimizni tasavvur qilish uchun sportchilar mashq qiladigan rolikli yo'lkachani misol qilib keltirish mumkin. Bunda sportchi oldinga yugurmoqchi bo'lsa, yo'lka orqaga harakat qiladi (154-b rasm).



154 – rasm.

Avtomobil shinasi ham yerni orqaga itaradi. Shina sirti bilan yer sirti orasida tinchlikdagi ishqalanish hosil bo'lishi tufayli g'ildirak avtomobilni oldinga harakatlantiradi (154-b rasm).

Tinchlikdagi ishqalanish kuchini o'lchash mumkin. Agar taxtachani (jismni) gorizontal sirtga qo'yib, dinamometr bilan tortsak, jism joyidan qo'zg'almasa-da, dinamometning ko'rsatkichi orta boradi va ma'lum maksimal  $F = F_{i(t)}$  qiymatga yetganida jism joyidan qo'zg'aladi (155-rasm).



155 – rasm.

Jismning tinch holatdan harakatga kelishi paytidagi ishqalanish kuchi ***tinchlikdagi ishqalanish kuchi*** deyiladi.

### Mavzuga doir test

1. To'g'ri chiziqli harakatlanayotgan avtomobilning tortuvchi g'ildiraklariga yer tomonidan ta'sir qilayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan?
  - $F=0$ .
  - orqaga.
  - pastga.
  - oldinga (harakat yo'nalishida).
2. Gorizontal sirtda to'g'ri chiziqli tezlanuvchan harakat qilayotgan gorizontal aravachada g'isht yotibdi. G'ishtga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan?
  - yuqoriga.
  - harakat yo'nalsnida.
  - pastga.

D) harakat yo'nalishiga qarshi. E)  $F=0$ .

3. Gorizontal stol ustida og'irligi 10 N bo'lgan brusok turibdi. Brusok bilan stol orasidagi ishqalanish koeffitsenti 0,1 ga teng bo'lsa, brusokka ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi qanday (N)? A) 0. B) 1. C) 5. D) 10. E) 100.

4. Gorizontal sirtda yotgan jismning normal bosim kuchi 4 marta orttirilsa, ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi va nolga teng. B) 2 marta ortadi.

C) 4 marta ortadi. D) 16 marta ortadi.

5 Qiya tekislikda harakatsiz yotgan jism tekislikka tik ravishda bosilsa, jism va teklslik orasidagi ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

A) nolga tenglashadi. B) o'zgarmaydi.

C) ortadi. D) kamayadi.

6. Massasi 1 kg bo'lgan taxta bo'lagi iskanjada 500 N kuch bilan siqib qo'yilgan. Taxta bilan iskanja orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $\mu=0,4$  Shu vaziyatda taxtaga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchi qanday (N)? Erkin tusKsh tezlanishi  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

A) 200. B) 400. C) 40. D) 10. E) 20.

7. Qiyalik burchaklari  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$  bo'lgan qiya tekisliklarda tinch turgan  $m_1$  va  $m_2$  massali jismlarga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchlari teng bo'lishi qanday shart bajarilishi kerak?

$$A) \frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1}. \quad B) \frac{m_1}{m_2} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}. \quad C) \frac{m_1}{m_2} = \tan \alpha_1.$$

$$D) \frac{m_1}{m_2} = \cot \alpha_2. \quad E) \frac{m_1}{m_2} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}.$$

8. Jismning aylanuvchi disk sirtiga ishqalanish koeffitsient  $\mu$ . Agar aylanish chastotasi  $v$  bo'lsa, disk ustiga qo'yilgan kichik jism aylanish markazidan ko'pi bilan qanday masofada qo'zg'almay tura oladi?

$$A) R = \frac{\mu g}{4\pi^2 v^2}. \quad B) R = 2\pi \frac{\mu g}{v^2}. \quad C) R = 4\pi \frac{\mu g}{v^2}. \quad D) R = \frac{4\pi^2 v}{\mu g}.$$

9. Vertikal o'q atrofida  $\omega$  burchak tezlik bilan aylanayotgan diskda tinch yotgan jismga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi.....

A)  $\omega$  ga bog'liq emas. B)  $\omega$  ga to'g'ri proporsional bo'ladi.

C)  $\omega^2$  ga teskari proporsional bo'ladi.

D)  $\omega^2$  ga to'g'ri proporsional bo'ladi.

10. Balandligi 30 sm va uzunligi 50 sm bo'lgan qiya tekislikda 5 kg massali brusok muvozanatda qolishi uchun uni qanday (N) kuch bilan tekislikka tik bosib turish kerak bo'ladi? Brusok bilan tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsenti 0,4 ga teng.

A) 115. B) 75. C) 70. D) 50. E) 35.

11. Gorizontal sirtda har binning massasi 4 kg bo'lgan va bir-biriga ip yordamida tutashtirilgan ikki brusok yotibdi. Brusoklar va sirt orasidagi ishqalanish koeffitsienti 0,3. Brusoklardan birini 10 N kuch bilan tortishmoqda. Ipning taranglik kuchi qanday (N)? A) 0. B) 2. C) 3. D) 4.

12. Qiya tekislikda  $m$  massali jism yotibdi. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$  bo'lsa, jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchining ifodasi qanday?

- A)  $\mu mg$ .      B)  $\mu mgsina$ .  
 C)  $mgsina$ .      D)  $mgcosa$ .      E)  $\mu mgcosa$ .

13. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan poezd vagoni polida quti yotibdi. Qutiga pol tomonidan ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi qanday yo'nalga?

- A) harakat yo'nali shiga qarama-qarshi.  
 B) yashik vagonga nisbatan tinch turibdi. Demak, yashikka ishqalanish kuchi ta'sir etmayapti.  
 C) yashik polda sirpanmayotgani uchun ishqalanish kuchi haqida gapirish noto'g'ri.  
 D) harakat yo'nali shi bilan bir xil.

## 23-§. SIRPANISH ISHQALANISH. DUMALASH ISHQALANISH

### Sirpanish ishqalanish

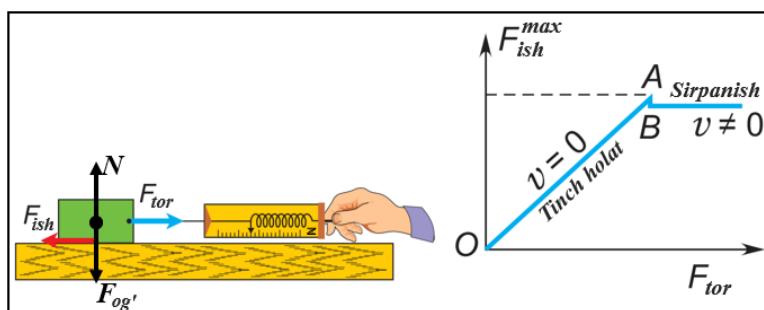
Bir jism ustida boshqa jism sirpanganda ishqalanish vujudga keladi. Bunday ishqalanish **sirpanish ishqalanish** deyiladi.

Masalan, chana qor ustida sirpanganda, pol ustidagi yashshikni surganda sirpanish ishqalanish hosil bo'ladi.

156-a rasmda tasvirlangan jismni dinamometr yordamida tortib joyidan qo'zg'atamiz. Jism joyidan qo'zg'alish paytida dinamometning ko'rsatishi keskin kamayadi. Dinamometmi tortish orqali jismni tekis harakatlantirsak, dinamometming ko'rsatishi o'zgarmay qoladi. Dinamometr ko'rsatishining ana shu o'zgarmas qiymati **sirpanish ishqalanish** kuchiga teng bo'ladi (156-b rasm). Demak:

Sirpanish ishqalanish kuchi tinchlikdagi ishqalanish kuchidan kichik bo'ladi.

$$0 \leq F_{ish}^{sir} \leq F_{ish}^{\max}$$



**156 – rasm.**

Tajriba ko'rsatishicha, sirpanish ishqalanish kuchi jismning og'irlik kuchiga to'g'ri proporsional. Nyutronning uchinchi qonuni bo'yicha og'irlik kuchi  $F_{og'}$ . Kattaligi jihatidan tayanchning reaksiya kuchi  $N$  ga teng (156-a rasm).

Demak, sirpanish ishqalanish kuchi reaksiya kuchi  $N$  ga to'g'ri proporsional bo'ladi:  $F_{ish} = \mu N$ ;  $N = F_{og'}$  ekanligini inobatga olsak u holda  $N = mg$  ga tengligi ma'lum bo'ladi unda ishqalanish kuchi quyidagi ko'rinishga keladi.  $F_{ish} = \mu mg$  ya'ni ishqalanish kuchi jisim massasiga bog'liq bo'larkan, bunda  $\mu$ -sirpanish

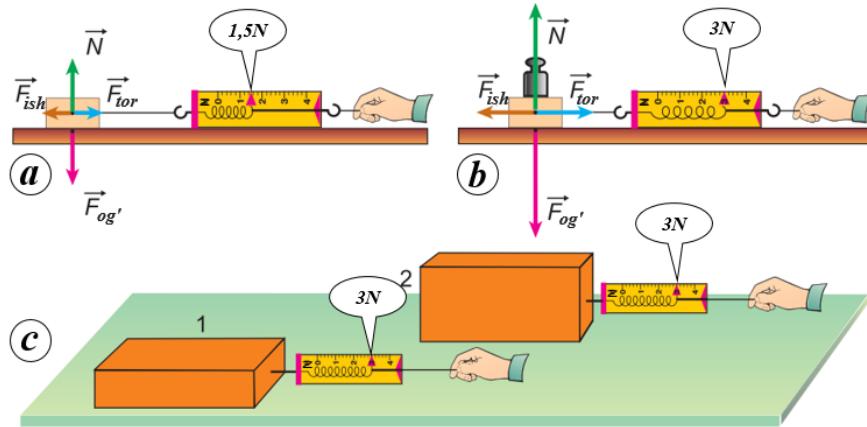
ishqalanish koeffitsienti bo'lib, uning qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlaming materialiga, sirtlarining silliqligiga va boshqalarga bog'liq.

### Ishqalanish kuchining jism massaga va yuzasiga bog'liqligi

Sirpanish ishqalanish kuchi jismning massasiga bog'liqligini quyidagi tajriba orqali ko'rib chiqamiz.

Gorizontal sirtda  $m$  massali yog'ach brusokni dinamometr orqali tortsak dinamometr  $1,5N$  ni ko'rsatadi (157–a rasm).

Agar yog'zach brusokni ustiga uning massasiga teng bo'lган yuk qoyib tajribani takrorlasak u holda dimamometr  $3N$  ni ko'rsaradi (157–b rasm).



**157 – rasm.**

Har gal jismning massasini  $n$  marta ortirib tajribani takrorlasak, ishqalanish kuchi ham  $n$  marta ortadi.

Bu tajridalardan ko'rindiki jismning massasini ishqalanish kuchiga to'g'ri proportsinal.

$m$  massaga ega bo'lган parallelepiped shaklidagi yog'och brusok bilan 157–c rasmda ko'rsatilgandek tajriba o'tkazamiz: 1) brusokning katta yuzasi tomoni bilan gorizontal sirt ustida dinamometr orqali harakatlantirlimoqda bunda dinamometr  $3N$  ni ko'rsatadi. 2) brusokni kichik yuzasi bilan gorizontal sirt ustida dinamometr orqali harakatlantiramiz bunda ham dinamometr  $3N$  ni ko'rsatadi. Demak ishqalanish kuchi jism yuzasiga bog'liq emas ekan.

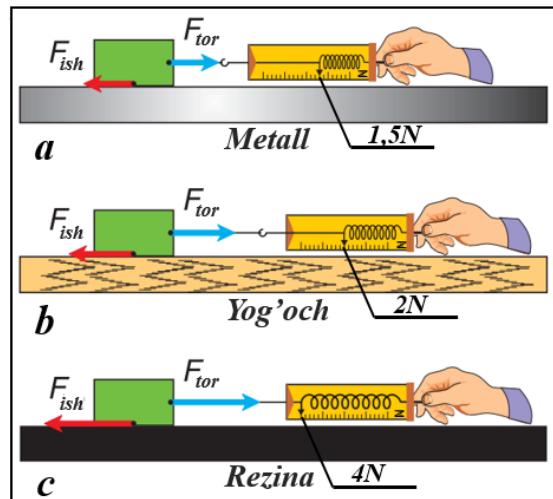
## Ishqalanish kuchining bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning materialiga bog'liqligi

Massasi  $m$  bo'lgan jismni metall, yog'och va rezina sirt ustida dinamometr orqali harakatlantiramiz: 1) metall sirt ustida jismni dinamometr orqali tortamiz bunda dinamometr  $1,5N$  ni ko'rsatadi (158–*a* rasm).

2) jismni yog'ach sirt ustida dinamometr orqali tortamiz bunda dinamometr ko'rsatgichi  $2N$  ni ko'rsatadi (158–*b* rasm). 3) jismni rezina sirt ustida dinamometr orqali tortamiz bunda dinamometr  $4N$  ni korsatadi (158–*c* rasm).

Bu tajribadan ko'rindiki ishqalanish kuchi jism harakatlanayotgan sirga bo'qliq.

Ba'zi juft materiallar uchun sirpanish ishqalanish koeffitsientining taqribiy qiymatiari quyidagi jadvalda keltirilgan.



**158 – rasm.**

№	Materiallar	$\mu$	№	Materiallar	$\mu$
1	Mis bilan muz	0,02	5	Bronza bilan cho'yan	0,2
2	Po'lat bilan muz	0,04	6	Yog'och bilan yog'och	0,4
3	Po'lat bilan po'lat	0,12	7	Charm bilan cho'yan	0,6
4	Po'lat bilan bronza	0,15	8	Rezina bilan beton	0,75

### Xulosa:

Ishqalanish kuchi – jism massasiga to'g'ri proportsinal

Ishqalanish kuchi – jism yusasiga bog'liq emas.

Ishqalanish kuchi – jism harakatlanayotgan sitga bog'liq.

### Gorizontal sirtda tekis harakat qilayotgan jismning harakat teglamalari

Gorizontal yo'nalgan tortuvchi  $F$  kuch ta'sirida jism tekis harakat qilganida  $\vartheta = \text{const}$ ; va  $F_{ish} = F$     $F_{ish} = \mu mg$  bo'lsa:

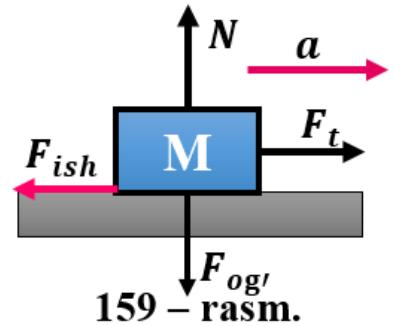
$$\mu = \frac{F_{ish}}{mg} \quad F_{ish} = F ; \text{ dan} \quad \mu = \frac{F}{mg}$$

## Gorizontal sirtda $a$ tezlanish bilan harakat qilayotgan jismning harakat teglamalari

Gorizontal yo'nalgan  $F_t$  tortuvchi kuch ta'sirida  $m$  massali jism  $a$  tezlanish bilan harakat qilganida uning harakatiga to'sqinlik qilachi  $F_{ish}$  ishqalanish kuchi orasidagi bog'liqlik quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi (159-rasm).

$$ma = F_t - F_{ish}; \quad a = \frac{F_t - F_{ish}}{m}; \quad a = \frac{F_t - \mu mg}{m}$$

$$F_{ish} = F_t - ma; \quad F_t = ma + F_{ish};$$



### Tortish koeffitsienti

Tortish koeffitsienti  $k$  – deb tortish kuchi  $F_t$  ni jism og'irligi  $mg$  ga nisbatiga teng bo'lган kattalikka aytildi:

$$k = \frac{F_t}{mg}; \quad k = \frac{ma + F_{ish}}{mg} \quad \text{dan} \quad k = \frac{a}{g} + \mu; \quad \text{yoki} \quad a = (k - \mu)g$$

Jism faqat ishqalanish kuchi ta'siridan tekis sekinlanuvchan harakat qiladi, bu holda uning tezlanishi (tormozlanish tezlanishi)

$$F_{ish} = F = ma \quad \text{ga teng bo'lганда} \quad a = \mu \cdot g$$

### Ishqalanish kuchi ta'siridagi harakar

Faqat ishqalanish kuchi ta'sirida jism tormozlanadi. Tormozlanuvchi kuchi quyidagi formulalar orqali ifodalanadi:

Tormozlovchi kuchi:  $F_{tor} = \mu mg$ ;  $F_{tor} = ma$ ; tormuzlanish jarayoni tekis sekinlanuvchan harakat bo'lgani uchun oxirgi tezlik nolga tengligidan formula quyidagi ko'rinishga keladi  $\vartheta = 0$ ; bo'lsa  $a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t}$  dan  $a = \frac{-\vartheta_0}{t}$  kelib chiqadi demak bu yerda  $t = t_{tor}$  tormozlanish vaqtiga teng u holda tekis sekinlanuvchan harakatga ko'ra  $S = \frac{\vartheta_0^2}{2a}$  formuladan  $a = \frac{\vartheta_0^2}{2S_{tor}}$  ga ega bo'lamiz  $F_{tor} = ma$  fo'rmuladagi  $a$  ni o'rniga yuqorida olingan natijani qo'ysak tormozlanish kuchi formulasini keltirib chiqaramiz yani  $F_{tor} = \frac{m\vartheta_0^2}{2S_{tor}}$  agar  $S_{tor} = \frac{\vartheta_0 t_{tor}}{2}$ ; dan

$$\vartheta_0 = \frac{2S_{tor}}{t_{tor}} \Rightarrow F_{tor} = \frac{m \left( \frac{2S_{tor}}{t_{tor}} \right)^2}{2S_{tor}} \Rightarrow F_{tor} = \frac{2mS}{t_{tor}^2}$$

$$\text{Tormozlanish yo'li: } S_{tor} = \frac{g_0^2}{2\mu g}; \quad S_{tor} = \frac{g_0}{2} \cdot t_{tor}$$

Tormozlanish yo'li  $S_{tor} = \frac{g_0^2}{2\mu g}$  formulasiga ko'ra to'xtash vaqtini topsak:

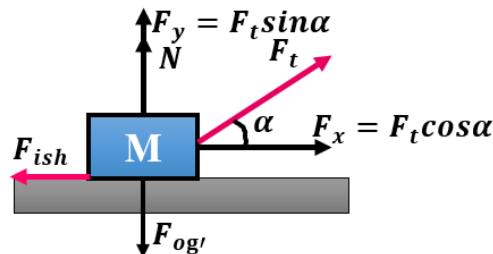
$$S_{tor} = \frac{g_0}{2} \cdot t_{tor} \Rightarrow t_{tor} = \frac{2S_{tor}}{g_0} \quad t_{tor} = \frac{2 \frac{g_0^2}{2\mu g}}{g_0} = \frac{g_0}{\mu g} \quad t_{tor} = \frac{g_0}{\mu g}$$

$\alpha$  burchak ostidagi  $F$  kuch ta'sirida jism tekis harakat qilayotgan bo'lsa  $\vartheta = const$

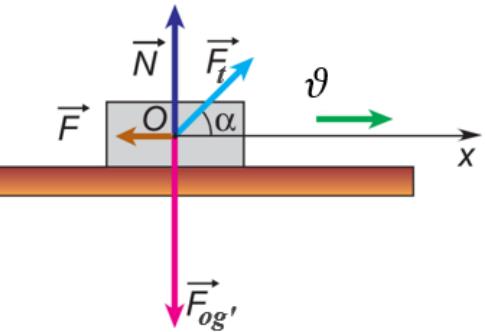
$$F_{ish} = F \cdot \cos \alpha :$$

Gorizontal sirda turgan jismga  $\alpha$  burchak ostida  $F_t$  kuch 161-rasmida ko'rsatilgandek ta'sir etayotgan bo'lsa:

$F_{ish} = \mu N$  ga teng bo'ladi, bu yerda to'g'ri burchakli uch burchak xossasiga asosan tortishish kuchini y o'qiga praeksiyasi reaksiya kuchini vertikal bo'yicha ko'taruvchi kuchni paydo qiladi bu kuch quyidagiga teng  $F_y = F_t \sin \alpha$  dan  $N = mg - F_t \sin \alpha$  ga tengligi ma'lum bo'ladi u holda ishqalanish kuchi quyidagicha ifodalanadi:  $F_{ish} = \mu \cdot (mg - F_t \sin \alpha)$ ;

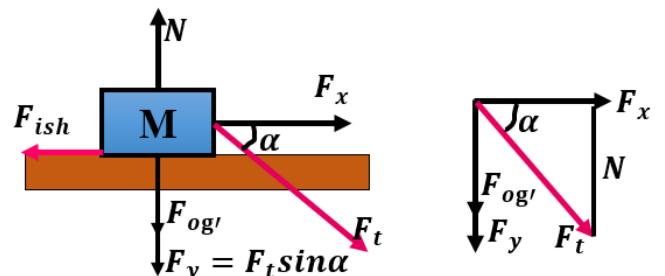


161 – rasm.



160 – rasm.

Gorizontal sirda turgan jismga  $\alpha$  burchak ostida  $F_t$  kuch 162–rasmida ko'rsatilgandek ta'sir etayotgan bo'lsa:  $F_{ish} = \mu N$  ga teng bo'ladi bunda reaksiya kuchi to'g'ri burchakli uch burchak xossasiga binoan reaksiya kuchini oshiruvchi vertikal bo'yicha pastga yo'nalgan kuch paydo bo'ladi bu kuch quyidagiga teng,  $F_y = F_t \sin \alpha$  u holda reaksiya kuchi quyidagicha yoziladi  $N = F_{og} + F_y$ ;  $N = mg + F_t \sin \alpha$  ga tengligi ma'lum bo'ladi, demak ishqalanish kuchini quyidagicha yozish mumkin:  $F_{ish} = \mu \cdot (mg + F_t \sin \alpha)$ ;

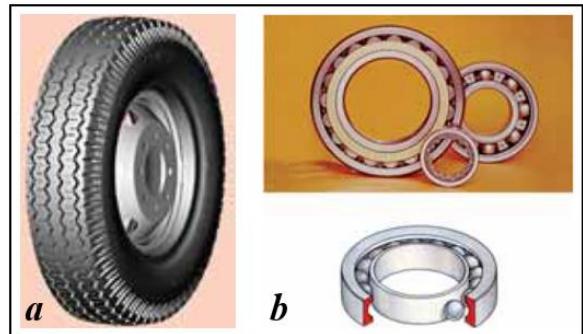


162 – rasm.

## Dumalash ishqalanish

Agar bir jism ikkinchi jism ustida sirpanmasdan dumalasa, bunda hosil bo'lgan ishqalanish **dumalash ishqalanish** deyiladi.

Masalan, g'ildiraklar g'ildiraganda, bochka yoki g'o'lalar dumalatilganda dumalash ishqalanishi namoyon bo'ladi. Dumalash ishqalanish hosil bo'lishining asosiy sababi g'ildirak tegib turgan sirtda og'irlik kuchining ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiyadir. Dumalash natijasida g'ildirakda va u g'ildirayotgan sirtda chuqurlik paydo bo'ladi. Chuqurlik g'ildirakning aylanishiga to'sqinlik qiladi. G'ildirak sirti va u dumalayotgan sirt qanchalik qattiq bo'lsa, g'ildirak dumalayotganda shuncha kam deformatsiyalanadi va dumalash ishqalanish kuchi  $F_{i(d)}$  shuncha kichik bo'ladi (163-rasm).



**163 – rasm.**

Shuning uchun temir yo'lning temir izlariida ishqalanish kuchi juda kichik bo'ladi.

Dumalash ishqalanish kuchini o'lchash mumkin. G'o'lachalar ustiga qo'yilgan taxtacha dinamometr bilan tortiladi. Bunda dumalash ishqalanish kuchining qiymati dinamometr ko'rsatgan  $F$  kuchning qiymatiga teng bo'ladi.

Dumalash ishqalanish kuchi sirpanish ishqalanish kuchidan ko'p marta kichik.

Bu fikirni qanchalik to'g'ri ekanligini tekshirish uchun quyidagicha tajriba o'tkazamiz: aravachani teskari qilib ustiga yuk qo'yib dinamometr orqali tortamiz bunda dinamometr  $3N$  ni ko'rsatadi. Agar aravachani o'ng qilib ustiga o'sha yukni qo'yib dinamometr orqali tortsak dinamometr  $0,5N$  ni ko'rsatadi (164-rasm).

Demak, bu tajribadan ko'rnatadiki dumalanish ishqalanish kuchi sirpanish ishqalanish kuchidan ancha kichchik bo'lar ekan.



**164 – rasm.**

Shuning uchun ham qadimdan odamlar og'ir yuklarni bir joydan boshqa joyga ko'chirishda g'o'lalardan foydalanganlar.

G'ildirakning kashf etilishi buyuk kashfiyotlardan biridir.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, dumalash ishqalanish kuchi jismga ta'sir etuvchi reaksiya kuchi  $N$  ga to'g'ri proporsional, dumalayotgan jism radiusi  $R$  ga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$F_{i(d)} = \mu_d \frac{N}{R} \text{ yoki } F_{i(d)} = \mu_d \frac{mg}{R}$$

Bunda  $\mu_d$  – dumalash ishqalanish koefitsienti. lining qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning materialiga, sirtlarining silliqligiga va boshqalarga bog'liq.

$\mu_d$  ning taqribiy qiymati po'lat bilan po'lat uchun  $0,2mm$  ga, avtomobil g'ildiragi rezinasi

bilan asfalt uchun 2mm ga teng.

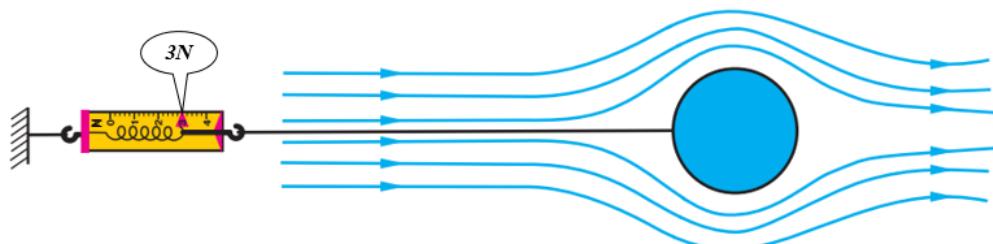
### Qarshilik kuchi

Suyuqlik yoki gazlardagi jism harakatini ko'rib chiqamiz. Bu yerda ham harakatga qarshilik qiluvchi kuch mavjud bo'lib, ularni qarshilik kuchi deb ataladi. suyuqlik va gazlarda qarshilik kuchlari faqatgina jism va muhitning bir biriga nisbatan harakatlanishida yuzaga keladi.

Demak, suyuqlik va gazlarda tinchlikdagi qarshilik kuchi nolga teng.

Nima uchun qirg'oqdagi qayiqni harakatga keltira olmagan kishi uni suvda osongina harakatlantira oladi? Qarshilik kuchi nimalarga bog'liq?

Bularni jismga ta'sir etayotgan suyuqlik yoki gaz oqimi kuchini o'lchash tajribasida tushuntirish mumkin (165 – rasm).



**165 – rasm.**

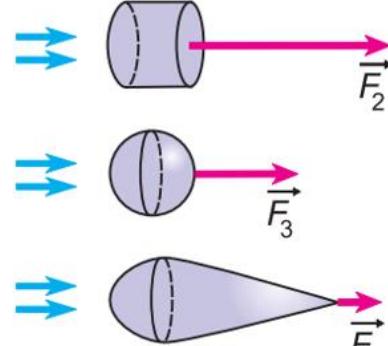
#### Qarshilik kuchi quyidagi faktorlarga bog'liqdir:

**A) muhit xossasiga:** berilgan jism uchun bir xil tezliklarda havodagi qarshilik kuchi suvdagiga qaraganda ancha kichik, suvda esa shakar eritmasidagiga qaraganda ancha kichikdir.

**B) jism o'lchamiga:** bir xil geometrik shakldagi jismlar uchun qarshilik kuchi ularning ko'ndalang kesimi to'g'ri proporsionaldir.



**C) jism shakliga:** 166 – rasmda turli shaklli, biroq bir xil ko'ndalang kesim yuzali jism tasvirlangan. Botiq yarim sfera eng katta qarshilik kuchiga duch keladi, tomchisimon jism esa eng kichik qarshilik kuchiga duch keladi. Qush va baliqlarning tomchisimon shakli havo va suvning qarshilik kuchini minimumgacha olib keladi. Shuning uchun samolyotlar (167 – a rasm), daryo va dengiz kemalari, suv osti qayiqlariga (167 – b rasm) shunday shakl beriladi.



**166 – rasm.**

Parashyut shakli nimaga asoslangan (167- c rasm). Mustaqil tarzda tushuntiring.

**D) harakat tezligiga:** qarshilik kuchi jism harakati tezligining muhitga nisbatan oshishish bilan oshadi. Kichik tezliklarda u tezlik moduliga to‘g‘ri proporsional tarzda oshib, katta tezliklarda esa yana ham tezroq oshadi.



167 – rasm.

Ishqalanish va muhitning qarshilik kuchlari (bikrlik kuchlari kabi) molekulalar o‘zaro ta’sirlashuvi bilan aniqlanadi va albatta elektromagnit tabiatga ega. Gazlarda (havoda) yoki suyuqliklarda harakatlanayotgan jismga qarshilik kuchi ta’sir qiladi.

Qarshilik kuchi jism tezligiga bog’liq:

$$1) \text{ tezlik kichik bo’lganda } \vec{F}_{qar} = -k\vec{g}$$

$$2) \text{ tezlik katta bo’lganda } \vec{F}_{qar} = -k\vec{g}^2$$

Qarshilik kuchi jism harakatiga to’sqinlik qilib, harakatga qarama-qarshi yo’naladi.

Jism vertikal yuqoriga  $a$  tezlanish bilan ko’tarilayotgan bo’lsa qarshilik kuchi va jismning tezlanishi quyidagicha topiladi. Agar jism yuqoriga tezlanish bilan ko’tarilayotgan bo’lsa, jismga ta’sir qilayotgan qarshilik kuchi va o’g’irlik kuchi pastga yo’nalgan bo’ladi. Nyutonning III qonuni bo’yicha qarama-qarshi kuchlar miqdor jihatidan tengligini e’tiborga olsak u holda quyidagi tenglamaga ega bo’lamiz.

$$ma = F_{qar} + mg ; \quad F_{qar} = ma - mg ; \quad a = \frac{F_{qar} + mg}{m} .$$

Jism vertikal pastga  $a$  tezlanish bilan tushayotgan bo’lsa qarshilik kuchi va jismning tezlanishi quyidagicha topiladi. Jism og’irlik kuchi ta’sirida vetikal pastga  $a$  tezlanish tuzayotgan bo’lsa uning harakariga qashilik kuchi tosqinlik qiladi. Nyutonning III qonuni bo’yicha qarama-qarshi kuchlar miqdor jihatidan tengligini e’tiborga olsak u holda quyidagi tenglamaga ega bo’lamiz.

$$ma + F_{qar} = mg ; \quad F_{qar} = mg - ma ; \quad a = \frac{mg - F_{qar}}{m} .$$

### Aylanma harakatda ishqalanish kuchi

Aylanayotgan disk ustidagi jism muvozanatda turgan bo’lsa u holda markazdan intilma kuch ishqalanish kuchiga teng bo’ladi:

$$F_{mi} = F_{ish} \text{ yoki } \frac{m\vartheta^2}{R} = \mu mg$$

Aylanayotgan disk utidagi jismning **chiziqli tezligi**, **burchak tezligi**, va jism turgan nuqtaning **aylana radiusi** ni topish:

$$\text{Chiziqli tezlik: } \vartheta = \sqrt{\mu g R}$$

$$\text{Burchak tezlik: } \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$$

$$\text{Aylanma radiusi: } R = \frac{\mu g}{4\pi^2 v^2}$$

Halqa (aylanma) yo'lda harakatlanayotga jismning (velosipedchi, motosiklchi, konkichi va hakoza) harakat tenglamalari:

$$\frac{m g^2}{R} \operatorname{tg} \alpha = mg; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{gR}{g^2}; \quad \mu = \operatorname{tg} \alpha.$$

$\alpha$ -gorizontdan og'ish burchgi.

### Mavzuga doir test

1. Sirpanish ishqalanish kuchi ifodasini toping.

- A)  $F = \mu P_n$ .
- B)  $F = ma$ .
- C)  $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .
- D)  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ .
- E)  $F = -kx$ .

2. Biri ikkinchisining ustida sirpanayotgan ikki jism orasida gi ishqalanish koefitsienti iismlaming qaysi xususiyatlariiga bog'liq: 1) tezliklariga; 2) ishqalanuvchi sirtlari yuziga; 3) og'liliklariga; 4) qandav materialdan qilinganligiga; 5) sirtlarining qanchalik silliqligiga? A) 1, 2, 3, 5. B) 4, 5. C) 1, 3, 5. D) 2, 3, 5.

3. Jismlarning bir-biriga nisbatan sirpanuvchi sirtlari orasida yuzaga keluvchi ishqalanish kuchi ...

- A) *normal bosim kuchiga mutanosib.*
- B) *sirpantiruvchi kuchga mutanosib.*
- C) *o'zaro siqilishdagi mexanikaviy kuchlanishga mutanosib.*
- D) *sirpantiruvchi kuchga teskari mutanosib.*

4. Gorizontal sirt bo'ylab sirpanayotgan jismning normal bosim kuchi 4 marta orttirilsa, ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi.
- B) o'zgarmaydi.
- C) 4 marta ortadi.
- D) 16 marta ortadi.

5. Brusok gorizontal tekislikda sirpanmoqda. Agar normal bosim kuchi 2 marta oshsa, ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta oshadi.
- B) 2 marta kamayadi.
- C) 4 marta oshadi.
- D) 4 marta kamayadi.

6. Brusok gorizontal tekislikda sirpanmoqda. Agar normal bosim kuchini o'zgarurmasdan, sirpanuvchi sirtiar yuzi marta oshirilsa, ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta oshadi.
- B) 2 marta oshadi.
- C) 2 marta kamayadi.
- D) o'zgarmaydi.

7. Vertikal devorga tegib turgan brusokka devorga tik yo'nalgan 5 N kuch ta'sir etmoqda. Agar brusok va devor orasidagi ishqalanish koefitsienti 0,2 ga teng bo'lsa, brusokning devorga sirpanish ishqalanish kuchi qanday (N) bo'ladi?

- A) 0,4.
- B) 1,0.
- C) 1,6.
- D) 2,0.
- E) 3,0.

8. Tekis yo'lda tormozlanayotgan avtomobilga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchi og'lilik

kuchining  $1/4$  qismini tashkil etsa, shu yo'ldagi Ishqalanish koeffitsienti qanday?

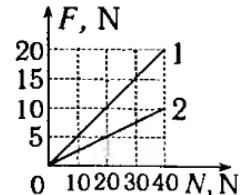
- A) 0,5.      B) 0,25.      C) 0,4.      D) 0,05.      E) 0,125.

9. Temir yo'lda massasi  $50\text{ t}$  bo'lgan vagon turibdi. Qarshilik koeffitsienti  $k=0,05$  bo'lsa, uni o'midan qo'zg'atish uchun necha nyuton kuch bilan ta'sir etish kerak?

- A) 2500.      B) 10000.      C) 500.      D) 25000.

10. Rasmida ishqalanish kuchi moduli  $F$  ning normal bosim kuchi moduli  $N$  ga bog'ianishi ifoda etilgan. 1-holdagi ishqalanish koeffitsienti  $\mu_1$  2-holdagi ishqalanish koeffitsienti  $\mu_2$  bilan qanday bog'langan?

- A)  $\mu_1=2\mu_2$ .      B)  $\mu_1=4\mu_2$ .      C)  $\mu_2=2\mu_1$ .      D)  $\mu_2=4\mu_1$ .



11. Og'irligi  $180\text{ kN}$  bo'lgan beton plita yer sirtida tekis sudralmoqda. Tortish kuchi  $54\text{ kN}$  bo'lib, gorizontal yo'nalgan. Ishqalanish koeffitsientini toping.

- A) 0,003.      B) 0,1.      C) 0,03.      D) 0,3.

12. Massasi  $0,2\text{ kg}$  bo'lgan brusok gorizontal tekislikda dinamometr yordamida tekis tortilinoqda. Dinamometr ko'rsatishi  $0,5\text{ N}$ . Sirpanish ishqalanish koeffitsienti qanday?

- A) 0,1.      B) 0,2.      C) 0,25.      D) 0,4.      E) 0,5.

13. Po'lat oyoqli chana muz ustida  $4\text{ N}$  gorizontal kuch ta'siri ostida tekis harakatlanmoqda. Chananing og'irligi qanday? Muz bilan po'lat orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $0,02$  ga teng.

- A)  $2\text{ kN}$ .      B)  $20\text{ N}$ .      C)  $2\text{ N}$ .      D)  $200\text{ N}$ .

13a. Chana muz ustida  $4\text{ N}$  gorizontal kuch ta'sirida tekis harakatlanmoqda. Agar muz bilan chana orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $0,02$  ga teng bo'lsa. chananing massasi qanday (kg)?

- A) 2.      B) 4.      C) 8.      D) 20.

14. Stolda yotgan  $7\text{ kg}$  massali g'o'lani  $0,5\text{ m}$  masofaga surish uchun  $14\text{ J}$  ish bajarildi. G'o'la bilan stol orasidagi ishqalanish koeffitsientini toping.

- A) 0,1.      B) 0,2.      C) 0,25.      D) 0,3.      E) 0,4.

15. Har birining massasi  $4\text{ kg}$  bo'lgan uch g'isht ustma-ust qo'yilgan. O'rtadagi g'ishtni sug'urib olish uchun kamida necha nyuton kuch kerak bo'ladi? G'ishtlar orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $0,4$ .

- A) 16.      B) 24.      C) 48.      D) 50.

16. Beshta bir xil brusok brusok materialining o'zidan yasalgan stol ustida rasmida ko'rsatilgandek taxlangan. Boshqalarini qo'zg'atmasdan Brusoklarning qaysi birini sug'urib olinganda, ularning barchasini stol ustida siljitungandek kuch sarflanadi?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

1
2
3
4
5

17. Gorizont bilan  $\alpha$  burchak tashkif qiluvchi qiya tekislikdagi jism og'irlik kuchining jismni pastga tomon sirpantiruvchi tashkil etuvchisi qanday ifodalanadi?

- A)  $l/2mg$ .      B)  $mgtga$ .      C)  $mg$ .      D)  $mgtga$ .      E)  $mgsina$ .

18. Gorizont bilan  $\alpha$  burchak hosil qiluvchi qiya tekislikdati sirpanib tushayotgan  $m$  massali jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchining ifodasini toping.

- A)  $\mu mgcosa$ .      B)  $\mu mg$ .      C)  $mg$ .      D)  $\mu mgsina$ .      E)  $l/2\mu mg$ .

19. Jism qiya tekislikdan sirpanib tushmoqda. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$ . Jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini toping.

- A)  $F=Psina$ .      B)  $F=\mu P$ .      C)  $F=\mu Pcosa$ .      D)  $F=kx$ .

20. Jism qiya tekislikda sirpanib tushmoqda. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$  ning qaysi qiyamatida jism tekis harakat qiladi: 1)  $\mu > \operatorname{tg}\alpha$ ; 2)  $\mu < \operatorname{tg}\alpha$ ; 3)  $\mu = \operatorname{tg}\alpha$ ?

A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 1; 3.

21,22. Qiyalik burchagi  $30^\circ$  bo'lgan qiya tekislikdan iism tekis sirpanib tushmoqda. Jism va tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsientini toping.

A) 0,4.    B) 0,5.    C)  $\sqrt{2}/2$ .    D)  $\sqrt{3}/2$ .    E)  $\sqrt{3}/3$ .

23. Massasi 30 kg bo'lgan g'o'laga qiyalik burchagi  $60^\circ$  bo'lgan qiya tekislik bo'yab Ko'tarilishda 30 N ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Ishqalanish koeffitsientini toping.

A) 0,03.    B) 0,05.    C) 0,15.    D) 0,2.    E) 0,1.

24. Agar ishqalanish koeffitsienti ... bo'lsagina, iism gorizont bilan  $\alpha$  burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikdan tekis harakat qilib sirpanib tushishi mumkin.

A)  $\mu = \cos\alpha$  yoki  $\mu > \cos\alpha$ .    B)  $\mu = \tan\alpha$  yoki  $\mu < \tan\alpha$ .

C)  $\mu = \sin\alpha$  yoki  $\mu < \sin\alpha$ .    D)  $\mu = \tan\alpha$ .    E)  $\mu = 0$ .

25. Qiyalik burchagi  $\alpha$  bo'lgan qiya tekislikdagi jism sirpanmasligi uchun isnqalanish koeffitsienti  $\mu$  kamida qanday bo'lisni kerak?

A)  $\mu = 1 - \cos\alpha$ .    B)  $\mu = \sin\alpha$ .    C)  $\mu = \tan\alpha$ .    D)  $\mu = 1 - \sin\alpha$ .    E)  $\mu = \cos\alpha$ .

26. Qiya tekislikning balandligi uzunligining yarmiga teng bo'lsa, jism qiya tekislikdan sirpanib tushmasligi uchun ishqalanish koeffitsienti kamida qanday bo'lishi kerak?

A) 0,64.    B) 0,48.    C) 0,58.    D) 0,7.    E) 0,82.

27. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$ . Berilean shartlardan qaysi biri bajarilganda, jism qiya tekislikdan tezlanish bilan sirpanib tushadi: 1)  $\mu = \tan\alpha$ ; 2)  $\mu > \tan\alpha$ ; 3)  $\mu < \tan\alpha$ ?

A) 1.    B) 2.    C) 1; 2.    D) 3.    E) 1; 3.

28. Yuk mashinasiga ortilgan yuk undan to'la to'kilishi uchun mashinaning yuk ortilgan qismi gorizont bilan kamida qanday burchak hosil qishi kerak? Ishqalanish koeffitsienti  $1/\sqrt{3}$  ga teng.    A)  $30^\circ$ .    B)  $60^\circ$ .    C)  $45^\circ$ .    D)  $75^\circ$ .

29. Qiyaligi  $45^\circ$  bo'lgan qiya tekislikda jismni ushlab turish uchun 3 N, uni yuqoriga tekis tortisn uchun 7 N kuch talab qilinsa, ishqalanish koeffitsienti qanday?

A) 0,4.    B) 0,5.    C) 0,55.    D) 0,45.    E) 0,6.

30. Bikrligi  $k$  bo'lgan prujina  $x$  masofaga siqilgan holda  $m$  massali brusokni (taxcachani) vertikal devorga bosib turibdi Brusok tushib ketmasligi uchun uning massasi eng ko'pi bilan qanday bo'lishi mumkin? Devor bilan brusok orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $\mu$ .

A)  $m = g/\mu kx$ .    B)  $m = kx/\mu g$ .    C)  $m = \mu kx/g$ .

D)  $m = \mu g/kx$ .    E)  $m = gkx/\mu$ .

31. Bikrligi 100 N/m bo'lgan pmjina yordamida massasi 2 kg bo'lgan yog'och brusokni gorizontal sirtda o'zgarmas tezlik bilan tortib ketilmoqda. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu=0,3$ . Prujina necha  $sm$  cho'ziladi?

A) 2.    B) 4.    C) 6.    D) 8.    E) 10.

32. Disk gorizontal tekislikda 15 ayl/min chastota bilan aylanmoqda. Aylanish o'qidan 10 sm masofada, disk ustida kichik jism yotibdi. Ishqalanish koeffitsientining qanday eng kichik qiymatida jism disk ustidan sirpanib tushib ketmaydi?

A) 0,01.    B) 0,025.    C) 0,1.    D) 0,25.

33. Disk gorizontal tekislikda 30 ayl/min chastota bilan aylanmoqda. Disk bilan uning ustida turgan jism o'rtasidagi ishqalanish koeffitsienti 0,2 ga teng bo'lsa, jism diskda sirpanib ketmasligi uchun uni aylanish o'qidan ko'pi bilan necha sm masofaga qo'yish kerak?    A) 10.    B) 20.    C) 30.    D) 35.    E) 40.

34. Agar avtomobil egrilik radiusi 40 m bo'lgan burilishdan 36 km/h tezlik bilan sirpanishsiz o'tgan bo'lsa, g'ildirakning yo'lga sirpanish ishqalanish koeffitsienti kamida qanday?  $g=10 \text{ m/s}^2$ . A) 0,15. B) 0,2. C) 0,3. D) 0,35. E) 0,25.

35. Radiusi  $R$  va balandligi  $h$  bo'lgan silindr turgan qiya tekislikning qiyalik burchagi asta-sekin oshirilib borganda, silindr sirpanishi yoki yiqifishi mumkin. Bu ikkala hodisa bir paytda yuz berishi ucnun ishqalanish koeffitsienti qandav bo'lishi kerak?

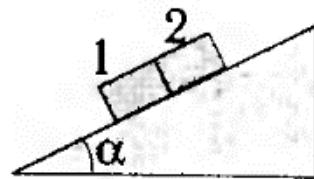
$$A) h/R. \quad B) R/h. \quad C) 2R/h. \quad D) h/2R. \quad E) R+h/R.$$

36. Tekislikning gorizontga qiyalik burchagi  $\alpha$ . Ishqalanish koeffitsientining qanday qiymatida jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga siljitisn ucnun kerak bo'ladigan kuch uni tik yuqoriga tekis ko'tarish uchun kerak bo'ladigan kuch bilan bir xil bo'ladi?

$$A) tga. \quad B) \frac{1-\sin \alpha}{tga}. \quad C) \frac{\cos \alpha}{1-\sin \alpha}. \quad D) \frac{1-\sin \alpha}{\cos \alpha}. \quad E) \frac{\cos \alpha}{1+\sin \alpha}.$$

37. Ikkita bir xil  $m$  massali brusok qiyalik burchagi  $\alpha$  bo'lgan qiya tekislikdan birlgilidagi sirpanib tushmoqda (rasmga q.). Brusoklar bilan qiya tekislik orasidagi sirpanish ishqalanish koeffitsientlari  $k_1$  va  $k_2$  ga teng ( $k_1 > k_2$ ). Brusoklar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini toping.

$$A) mg(k_1-k_2)\sin \alpha. \quad B) mg\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}\cos \alpha. \quad C) mg\sqrt{k_1k_2}tga. \\ D) mg\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}\sin \alpha. \quad E) \frac{1}{2}mg(k_1-k_2)\cos \alpha.$$



38. Avtomobilning tezligi 60 foizga ortsa, tezlik kvadratiga to'g'ri proporsional bolgan havoning qarshilik kuchi necha marta ortadi?

$$A) 2,56. \quad B) 3,6. \quad C) 8,6. \quad D) 36.$$

## 24-§. QIYA TEKISLIK ISHQALANISH KUCHI

### Qiya tekislik

Yukli bochkani kemaga ortishda qiya tekislikdan yumalatib chiqarish oson (168-rasm). Bunda  $F$  kuch og'irlik kuchining bir qismini tashkil etadi:

$$F = \frac{h}{l}mg.$$

Qiya telislik aslida bu to'g'ri burchaki uch burchakdir, shunday ekan geometriyadan to'g'ri burchakli uch burchak haqida olgan bilimlarimizni yana bir bor eslaymiz (169-rasm).  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ ;



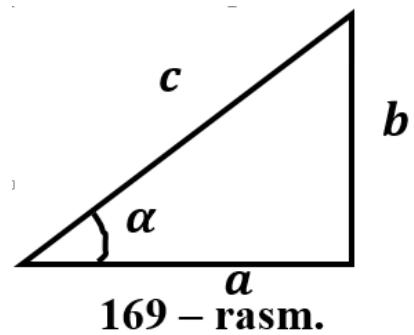
168 – rasm.

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}; \quad b = \sqrt{c^2 - a^2}; \quad \sin \alpha = \frac{b}{c} = \frac{\sqrt{c^2 - a^2}}{c};$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\sqrt{c^2 - b^2}}{c}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a} = \frac{\sqrt{c^2 - a^2}}{\sqrt{c^2 - b^2}};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\sqrt{c^2 - b^2}}{\sqrt{c^2 - a^2}}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}.$$



1). Jism qiya tekislik sirtida muvozanatda turgan bo'lsa, harakat tenglamasini yozadigan bo'lsak quyidagi tenglamalarga ega bo'lamiz. Reaksiya kuchi og'irlik kuchuning gorizontal o'q bo'yicha peakeksiyasiga teng  $N = F = mg \cos \alpha$  ga teng (170–rasm).

Ishqalanish kuchi  $F_{ish} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$  tenglama orqali ifodalanadi. Qiya tekislikda jismni pastga srpantruvchi kuchini  $F_s$  – sudrovchi kuch deb ataymiz bu kuch og'irlik kuchining vertikal o'qiga peakeksiyasiga teng  $F_s = mg \cos \alpha$ ;

Reaksiya kuchi:  $N = mg \cos \alpha$

Ishqalanish kuchi:  $F_{ish} = \mu mg \cos \alpha$

Suduravchi kuchi:  $F_s = mg \sin \alpha$ ;

2). Agar jism qiya tekislik bo'ylab o'zgarmas tezlik bilan tushayotgan bo'lsa harakat tenglamalari quyidagicha bo'ladi (171–rasm).  $\vartheta = const$ ;  $N = mg \cos \alpha$  Nyutonning uchinchi qonuniga asosan qiya tekislik bo'ylab yuqoriga va pastga yo'nalgan kuchlar o'zaro teng va qarama – qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Suduravchi kuchi:  $F_s = F_{ish}$

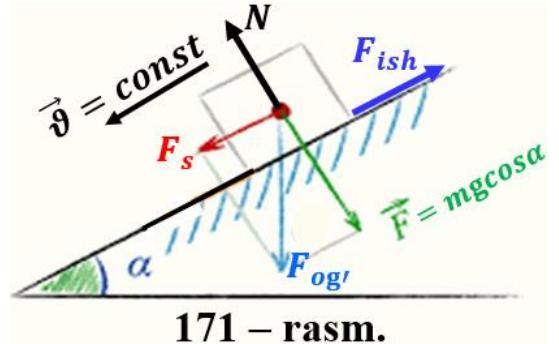
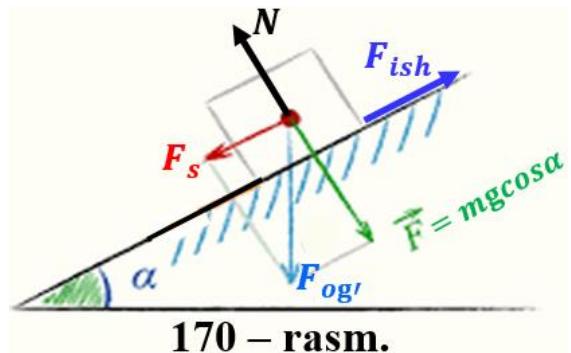
Ishqalanish kuchi:  $F_{ish} = mg \sin \alpha$

Proyeksiya kuchi:  $F = N$

Reaksiya kuchi:  $N = mg \cos \alpha$

3). Qiya tekislikda jism harakatsiz  $\vartheta = 0$  tinch turishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak: suduravchi kuch  $\vec{F}_s$ , ishqalanish kuchiga  $\vec{F}_{ish}$  teng bo'lishi kerak  $F_s = F_{ish}$  (170–rasm).

Suduravchi kuchi:  $F_s = mg \sin \alpha$ ;



Ishqalanish kuchi:  $F_{ish} = \mu mg \cos \alpha$

$$F_s = F_{ish} \quad \mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \quad \mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad \mu = \tan \alpha$$

Uch burchakni xossalariiga binoan  $h = F_s = mg \sin \alpha$ ;  $S = N = mg \cos \alpha$ ;

$$\text{bo'lsa u holda } \mu = \frac{h}{S}, \text{ yoki } \mu = \frac{F_{ish}}{N}$$

3.1<sup>0</sup>.  $\mu > \tan \alpha$  – jism tinch turadi  $\vartheta = 0$

3.2<sup>0</sup>.  $\mu = \tan \alpha$  – jism tinch turadi yoki tekis harakat qilib tushadi  $\vartheta = \text{const.}$

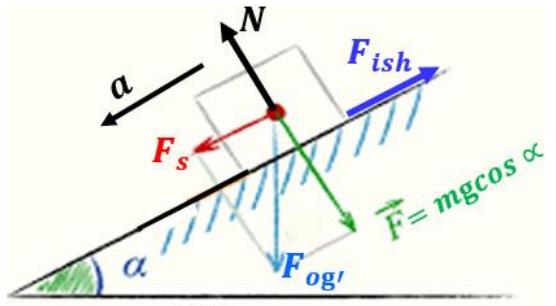
3.3<sup>0</sup>.  $\mu < \tan \alpha$  – jism  $a$  tezlanish bilan pastga tushadi;

4). Qiya tekislikda turgan  $m$  jism  $a$  tezlanish bilan  $F_s$  sudravchi kuch ta'sirida tushayatgan bo'la, uning harakatiga  $F_{ish}$  ishqalanish kuchi to'sqinlik qiladi (173–rasm):

$$ma = F_s - F_{ish};$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha;$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$



173 – rasm.

Qiya tekislik oxirida jism erishgan tezlik quyidagicha topiladi:

$$\vartheta = \sqrt{2gl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}.$$

4.1.  $m$  massali jismni  $a$  tezlanish bilan qiya tekislik bo'yicha pastga tushirish uchun jismni qandaydir  $F_t$  tortuvchi kuch bilan tortish kerak bo'ladi, harakat pastga bo'lgani uchun ishqaganish kuchi  $F_{ish}$  qiya tekislik bo'yicha yoqoriga yo'nalgan bo'ladi har doimgidek sudrovchi kuch  $F_s$  pastga yo'nalgan. Bu kuchlarning tenglamalari Nyutonning III qonuni bo'yicha quyidagicha yoziladi:

$$ma = (F_t + F_s) - F_{ish};$$

$$ma = (F_t + mg \sin \alpha) - \mu mg \cos \alpha;$$

$$a = \frac{(F_t + mg \sin \alpha) - \mu mg \cos \alpha}{m}.$$

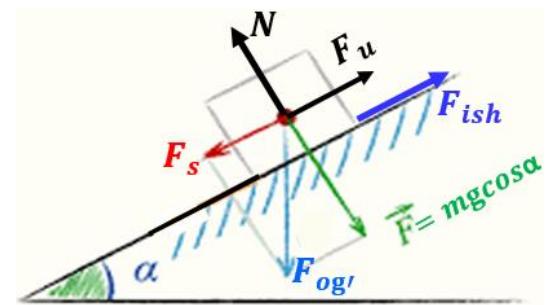
5). Jismni qiya tekislik sirtida ushlab turuvchi kuchni topish quyidagicha bo'ladi: jismni  $F_u$  kuch bilan ushlab turiladi bunda kuchlar quyidagicha yo'nalishlarda bo'ladi harakat pastga bo'lganligi uchun  $F_{ish}$  kuchi tepaga yo'nalgan bo'ladi,  $F_s$  sudravchi kuch har doimgidek pastga tomon bo'ladi demak jism sudravchi kuch hisobiga pastga harakat qiladi lekin jismni  $F_u$  kuch bilan ushlab turiladi (174–rasm):

Nyutonning III qonuniga muofiq

$$F_s = F_{ish} + F_u;$$

$$F_u = F_s - F_{ish};$$

$$F_u = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha.$$



174 – rasm.

6). Jism qiya tekislik bo'yicha yuqoriga  $\vartheta = \text{const}$  o'zgarmas tezlik bilan ko'tarilishi uchun  $F_t$  – tortuvchi kuchi ta'sirida ko'tariladi u holda tenglamalari quyidagicha bo'ladi (175-rasm).

Nyutonnig III qonuniga binoan:

$$F_t = F_s + F_{ish};$$

$$F_t = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

$$F_t = mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

7).  $m$  massali jism  $a$  tezlanish bilan qiya tekislik bo'yicha ko'tarilishi uchun jismni qandaydir  $\vec{F}_t$  tortuvchi kuch bilan tortish kerak bo'ladi, harakat yuqoriga bo'lgani uchun ishqaganish kuchi qiya tekislik bo'yicha pastga yo'nalgan bo'ladi har doimgidek sudrovchi kuch ham pastga yo'nalgan (176-rasm).

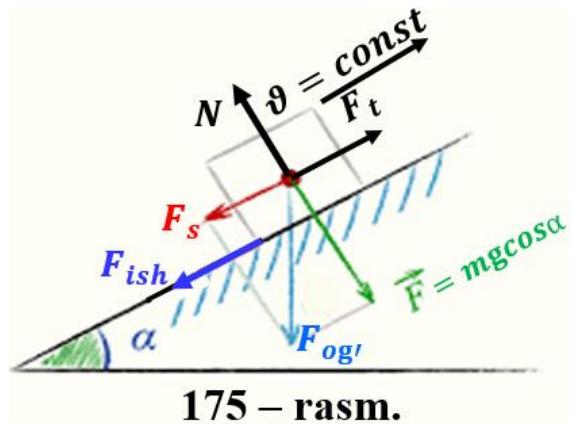
Nyutonning III qonuni bo'yicha quyidagicha yoziladi:

$$ma = F_t - (F_s + F_{ish});$$

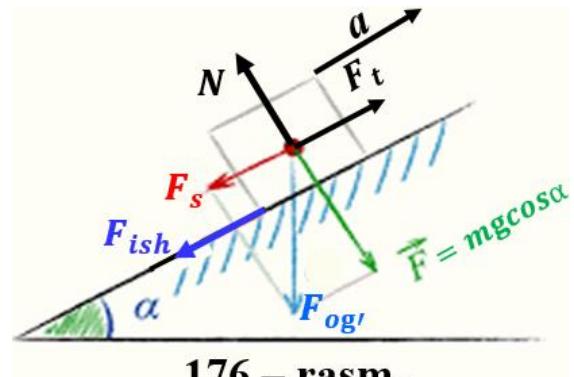
$$ma = F_t - (mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha);$$

$$a = \frac{F_t - mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m}.$$

Qiya tekislikning kuchdan necha marta yutuq bersa masofadan shuncha marta yutqazadi:  $F_2 = \frac{l}{h} F_1 = \frac{l}{h} mg = \frac{1}{\sin \alpha} mg$ .



175 – rasm.



176 – rasm.

1. 72 km/soat tezlik bilan ketayotgan avtomobilga tormoz berilgach, u 40 m yo'l bosib to'xtadi. Ishqaganish koeffisiyentini toping.

A) 0,5.    B) 0,05.    C) 0,005.    D) 0,0005.

2. Agar poldagi 22 kg massali yukni, 140 N kuch 60° burchak ostida ta'sir etib, joyidan siljitgan bo'lsa pol bilan jism orasidagi ishqaganish koeffisiyentini toping.

A) 0,7.    B) 0,07.    C) 0,007.    D) 0,0007.

3. Massasi 20 kg va tezligi 5 m/s bo'lgan jism tekis sekinlanuvchan harakat qilib, to'xtaguncha 25 m masofani bosib o'tdi. Ishqaganish kuchini toping (N).

A) 15.    B) 8.    C) 100.    D) 10.

4. 7 kg massali jism gorizontal tekislikda 77 N gorizontal kuch ta'sirida harakatlanyapti. Jism va tekislik orasidagi ishqaganish koeffisiyenti 0,2 bo'lsa jismning tezlanishini toping ( $\text{m/s}^2$ ).    A) 0,9.    B) 9.    C) 8.    D) 6.

5. Po'lat chana muz ustida 3 N gorizontal kuch ta'siri ostida tekis siljiltilmoqda. Chananing og'irligi qancha (N)? Muz bilan po'lat orasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,02 ga teng . A) 120. B) 140. C) 150. D) 160.
6. Og'irligi 270 kN bo'lган beton plitka yer sirtida tekis harakatlantirilmoqda. Tortish kuchi 54 kN. Ishqalanish koeffisiyentini hisoblab toping.  
A) 0,3. B) 0,4 C) 0,5. D) 0,2.
7. Massasi 1000t bo'lган poyezd stansiyadan tekis tezlanuvchan harakat qila boshlab, 250 m masofada 36 km/soat tezlikka erishgan. Ishqalanish koeffisiyenti 0,006. Lokomotivning tortish kuchini aniqlang (kN).  
A) 250. B) 260. C) 240. D) 500.
8. Motosikl 15 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan harakat qilishi uchun uning tortish koeffisiyenti (tortish kuchining og'irlik kuchiga nisbati) qanday bo'lishi kerak? Ishqalanish koeffitsenti 0,5 ga teng. A) 2. B) 3. C) 4. D) 5.
9. 50 kg massali aravacha qiyalik burchagi 45° bo'lган qiya tekislik buylab 1 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Agar ishqalanish koeffisiyenti 0,2 bo'lsa, aravachani tortuvchi kuchni toping (N). A) 540. B) 450. C) 470. D) 280.
10. 2 kg massali jism qiya tekislik bo'y lab 5m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan ishqalanishsiz sirpanib tushmoqda. Shu jismni qiya tekislik bo'y lab yuqoriga shunday tezlanish bilan tortish uchun qanday kuch kerak (N)? A) 100. B) 10. C) 1000. D) 20.
11. 10 t massali avtomobil qiyaligi 0,01 ga teng bo'lган tepalikdan tormozlangan holda o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Ishqalanish kuchini toping (N).  
A) 100. B) 1000. C) 10000. D) 100000.
12. Balandligi 1,5 m va uzunligi 5 m bo'lган qiya tekislikda massasi 24 kg bo'lган yashik 0,5 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan sirpanib tushayotgan bo'lsa, ishqalanish kuchi qanchaga teng? A) 40 N. B) 60 N. C) 120 N. D) 180 N.
13. Qiyalik burchagi 30° bo'lган qiya tekislikdagi 10 kg massali jismni 20 N kuch bilan ushlab turish mumkin. Agar jism qo'yib yuborilsa, u qanday tezlanish bilan sirpanib tushadi (m/s<sup>2</sup>)? A) 2. B) 4. C) 20. D) 5.
14. Stol ustida 1,4 m uzunlikdagi bir jinsli zanjir yotibdi. Zanjir bilan stol orasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,6 ga teng. Stoldan sirpanib tushib ketmasligi uchun, uning pastga osilib turgan qismining maksimal uzunligi qancha bo'lishi kerak (sm)?  
A) 51. B) 42. C) 52,5. D) 32,5.

### Mavzuga doir test (2)

1. Ishqalanish kuchlari nima uchun vujudga keladi? To'la va to'g'ri javobni ko'rsating.  
A) yuzalarning notekisligidan; B) yuzalardagi molekulalarning o'zaro tortishish kuchi tufayli; C) jismlar bir-biriga ishqalanganda jism sirtida yuzaga kelgan elektr zaryadlarining tortishishi tufayli; D) yuzalarning notekisligidan va yuzadagi jism molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlari tufayli.
2. Muz ustidagi shayba turtib yuborilgach, u 5 s da 100 m masofani o'tib to'xtadi. Shaybaning massasi 100 g bo'lsa, ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini toping (N).  
A) 2 B) 1,6 C) 0,1 D) 0,8

3. Yengil avtomobil tekis yo'lda 15 m/s tezlik bilan harakatlanmokda. Motor o'chirilgandan keyin, u 225 m masofani o'tib to'xtadi. Ishqalanish koeffitsentini toping. A) 0,075. B) 0,09. C) 0,05. D) 0,02.
4. Gorizontal taxta ustida yuk yotibdi. yuk taxtadan sirpanib tushishi uchun taxtaga gorizontal yo'nalihsda qanday tezlanish berish kerak ( $m/s^2$ )? Taxta bilan yuk o'rtasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,5 ga teng. A) 4. B) 2. C) 5. D) 10.
5. 2 kg massali jism gorizontal sirtda turibdi. Unga  $2 \text{ m/s}^2$  tezlanish berish uchun qancha kuch bilan ta'sir etish kerak (N)? Sirt bilan jism orasidagi ishqalanish koeffisiyenta 0,2 ga teng. A) 16. B) 1,6. C) 8. D) 32.
6. Tekislikda yotgan 6 kg massali jism qanday kuch ta'sirida 1 s da  $2 \text{ m/s}$  tezlikka erishadi (N)? Jismga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi 4 N ga teng deb hisoblang.  
A) 4. B) 8. C) 12. D) 16.
7.  $36 \text{ m/s}$  tezlik bilan borayotgan avtomobilning tormozlanish vaqtini qancha? Avtomobil g'ildiragi bilan yo'l orasidagi sirpanish ishqalanish koeffisiyenti 0,5 ga teng. A) 14,4 s. B) 10s. C) 7,2s. D) 4 s.
8. Tezligi  $27 \text{ km/soat}$  bo'lgan tramvay, tormoz berilgach, qancha vaqtidan (s) keyin to'xtaydi. Tormozlanish kuchi og'irlilik kuchining 0.25 qismini tashkil etadi.  
A) 5. B) 6. C) 3. D) 4,5.
9. To'g'ri chiziqli harakatlanayotgan avtomobilning tortuvchi g'ildiraklariga yer tomondan ta'sir qilayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan bo'ladi?  
A)  $F=0$ . B) yuqoriga.  
C) orqaga. D) oldinga (harakat yunalishida).
10. Gorizontal sirtda to'g'ri chiziqli tezlanuvchan harakat qilayotgan gorizontal aravachada g'isht yotibdi. G'ishtga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan bo'ladi?  
A) harakat yo'nalishida. B) pastga.  
C) yuqoriga. D) harakat yo'nalishiga qarshi.
11. Gorizontal sirtda massalari  $4 \text{ kg}$  dan bo'lgan va o'zaro ip bilan bog'langan ikkita yog'och brusok yotibdi. Yog'och bilan sirt orasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,3 ga teng. Agar brusokning biri  $10 \text{ N}$  kuch bilan tortilsa, ipning taranglik kuchi qancha bo'ladi (N)? A) 0. B) 4. C) 3. D) 2.
12. Bikrligi  $100 \text{ N/m}$  bo'lgan prujina yordamida massaci  $2 \text{ kg}$  bo'lgan yog'och brusokni ishqalanish koeffisiyenta  $\mu=0,4$  bo'lgan yuzada o'zgarmas tezlik bilan tortib ketilmoqda. Prujina necha sm ga cho'zilishini hisoblang.  
A) 2. B) 4. C) 6. D) 8.
13. Boshlang'ich tezligi  $5 \text{ m/s}$  bo'lgan jism ishqalanish kuchi ta'sirida to'xtaguncha  $25 \text{ m}$  masofani bosib o'tdi. Ishqalanish koeffisiyentini toping.  
A) 0,5. B) 0,1. C) 0,05. D) 0,005.
14. Gorizontal stol sirtida og'irligi  $10 \text{ N}$  bo'lgan brusok turibdi. Brusok bilan stol orasida ishqalanish koeffisiyenti 0,1 ga teng bo'lsa, brusokka ta'sir etayotgan ishqalanish kuchini aniqlang (N). A) 100. B) 1. C) 10. D) 0.
15. Disk gorizontal tekislikda o'zgarmas  $30 \text{ ayl/min}$  chastota bilan aylanmoqda. Disk bilan uning ustida turgan jism o'rtasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,4 ga teng bo'lsa,



jism diskda sirpanib ketmasligi uchun uni aylanish o'qidan qanday masofaga ko'yish kerak (sm)? A) 35. B) 30. C) 20. D) 40.

16. Gorizontal yo'lida 18 km/soat tezlik bilan harakat qilayotgan 1000 kg massali avtomobil motor o'chirilgach 25 m yurib to'xtadi. Ishqalanish kuchini hisoblang (N).

A) 300. B) 350. C) 400. D) 500.

17. Yuk poezdi  $2,2 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakat qilishi uchun uning tortish koeffitsienti (tortish kuchining og'irlilik kuchiga nisbati) qanday bo'lishi kerak? Ishqalanish koeffisiyenti 0,08 ga teng. A) 0,08. B) 0,16. C) 0,24. D) 0,3.

18. Massasi  $1000 \text{ t}$  bo'lган poezd gorizontal yo'lida harakatlanmoqda. Parovozning tortish kuchi  $15,5 \cdot 10^5 \text{ N}$ , ishqalanish koeffisiyenti 0,005 ga teng. Poezd qanday tezlanish bilan harakatlanishini toping ( $\text{m/s}^2$ ).

A) 1,45. B) 1,55. C) 0,145. D) 1,5.

19. Qandaydir jism qiya tekislikda sirpanib tushmoqda. Ishqalanish koeffisiyenti  $\mu$  ning quyida ko'rsatilgan qaysi qiymatida jism tekis harakat qiladi? 1)  $\mu > \operatorname{tg}\alpha$ ; 2)  $\mu < \operatorname{tg}\alpha$ ; 3)  $\mu = \operatorname{tg}\alpha$  A) 3. B) 1. C) 2. D) 1,3.

20. Qiyalik burchagi  $\alpha$  bo'lган tekislikda  $m$  massali jism tinch turibdi. Ishqalanish kuchini toping. Ishqalanish koeffisiyenti  $\mu$  ga teng.

A)  $mg \cdot \sin\alpha$ . B)  $\mu mg \cdot \sin\alpha$ . C)  $\mu mg \cdot \sin\alpha$ . D)  $\mu mg$ .

21. Agar jismning qiya tekislik bo'yicha sirpanish ishqalanish koeffisiyenti 0,2 bo'lsa, sirpanishdagi tezlanish qanday bo'ladi ( $\text{m/s}^2$ )? Qiyalik burchagi  $45^\circ$ .

A) 5,3. B) 5,7. C) 5,5. D) 6.

22. Agar qiya tekislikning balandligi uzunligining yarmiga teng bo'lsa, jism qiya tekislikdan sirpanib tushmasligi uchun ishqalanish koeffisiyenti kamida qancha bo'lishi kerak bo'ladi? A) 0,64. B) 0,58. C) 0,48. D) 0,7.

23. Gorizont (ufq) bilan  $\alpha$  burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikdagi jism og'irlilik kuchining jismni pastga tomon sirpantiruvchi tashkil etuvchisi qanday ifodalanishini javoblardan ko'rsating. A)  $m \cdot g$ . B)  $m \cdot g \sin\alpha$ . C)  $m \cdot g$ . D) 0.

24. Qiyalik burchagi  $30^\circ$  bo'lган qiya tekislikdan jism tekis sirpanib tushmoqda. Jism va tekislik orasidagi ishqalanish koeffisiyentin toping.

A)  $\sqrt{3}/3$ . B)  $\sqrt{3}/2$ . C) 0,4. D) 0,5.

25. Gorizont (ufq) bilan  $\alpha$  burchak hosil qiluvchi qiya tekislikdan sirpanib tushayotgan  $m$  massali jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchining ifodasini javoblardan ko'rsating.

A)  $m \cdot g$ . B)  $\mu mg \cos\alpha$ . C)  $\mu \cdot m \cdot g \sin\alpha$ . D)  $\mu \cdot m \cdot g \cdot \operatorname{tg}\alpha$ .

26. Gorizontal stol ustida bir jinsli zanjir yotibdi. Zanjirning  $1/3$  qismi osilib turgan vaqtadan boshlab, zanjir pastga sirpanib tusha boshlesi, stol bilan zanjir orasidagi ishqalanish koeffisiyentini toping. A) 0,7. B) 0,6. C) 0,5. D) 0,4.

27. Silliq qiya tekislikning uzunligi 200 sm, balandligi esa 30 sm. Ishqalanish bo'lмаганда, jism qiya tekislikda qanday tezlanish bilan sirpanadi ( $\text{m/s}^2$ )?

A) 0,1. B) 1. C) 1,5. D) 0,01.

28. Uzunligi  $l$  va qiyalik burchagi  $\alpha$  bo'lган qiya tekislikdan jism sirpanib tushmoqda. Agar ishqalanish koeffisiyenti  $\mu$  bo'lsa, tekislikning asosiga yetganda, jismning tezligi qanday bo'ladi?

A)  $\sqrt{ql(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}$ .

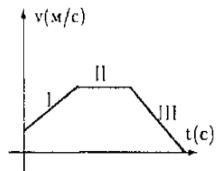
B)  $\sqrt{ql(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}$ .

C)  $\sqrt{ql(2gl(\mu \cos \alpha - \sin \alpha))}$ .

D)  $\sqrt{2gl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$ .

29. Tezlik grafigining qaysi qismida jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchi tortish kuchiga teng?

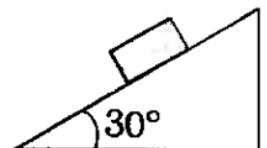
- A) I, II.    B) II, III.    C) II.    D) III.



30. Jism qiya tekislikda yotibdi. Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$ . Berilgan shartlardan qaysilarl bajarilganda, jism qiya tekislikda tinch holatda qoladi: 1)  $\mu = \tan \alpha$ ; 2)  $\mu > \tan \alpha$ ; 3)  $\mu < \tan \alpha$ ?

- A) 1; 2.    B) faqat 2.    C) faqat 3.    D) 1; 3.    E) faqat 1.

31. Rasmda keltirilgan qiya tekislikda tinch yotgan 5 kg massali jismga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi qanday (N)?  $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .    A) 2.    B) 2,5.    C) 20.    D) 25.



## 25 - §. JISMLARNING MUVOZANATDA BO'LISH SHARTI

Mexanikaning kuchlar ta'siri ostida bo'lgan jism yoki jismlar sistemasining muvozanatda bo'lishi shartlarini o'rGANADIGAN bo'limi **statika** deyiladi.

Statika grekcha "**status**" so'zidan olingan bo'lib lug'aviy manosi "**qo'zg'almas**" demakdir.

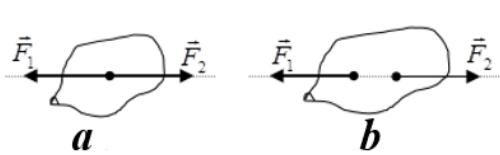
Tinch turgan biror jismga kuch tasir etganda u harakatga kelishi (tezlanish olishi) mumkin. Ba'zan jismga bir nechta kuch ta'sir qilishiga qaramay uning tinch holatda qolishi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda ishtirok etishi mumkin.

Jismning tinch turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan holatiga muvozanat holat deyiladi. Jism muvozanatining eng oddiy holatlarini quyida keltiramiz.

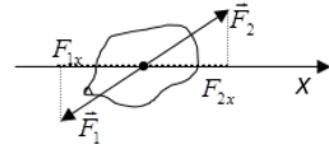
1. Tinch turgan aylanmaydigan jismning biron bir nuqtasiga bir vaqtida kattalik jihatdan teng va bir to'g'ri chiziqda yotgan lekin qarama qarshi yo'nalgan ikki kuch tasir etsa, jism tezlanish olmaydi va o'zining tinch (muvozanat) holatini saqlaydi (177-a rasm).

2. Tinch turgan aylanmaydigan jismning bir to'g'ri chiziqda yotgan ikki nuqtasiga bir vaqtida kattalik jihatdan teng va qarama qarshi yo'nalgan ikki kuch ta'sir etsa bu jism o'zining tinch (muvozanat) holatini saqlaydi (177-b rasm).

3. Ilgarilanma harakat qilayotgan jism muvozanatda bo'lishi uchun jismga qo'yilgan kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak (178-rasm).



177 – rasm.



178 – rasm.

Agar kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, u holda bu kuchlar (vektorlar)ning har qanday o'qdagi proeksiyalarining yig'indisi ham nolga teng bo'ladi (178-rasm). Demak, jismning muvozanat shartini quyidagicha ifodalash mumkin: aylanmaydigan jism muvozanatda bo'lishi uchun jismga qo'yilgan kuchlarning istalgan o'qdagi proeksiyalarining yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur.

$$F_{1x}=F_{2x}=F_{3x}=\dots=0, \quad F_{1y}=F_{2y}=F_{3y}=\dots=0$$

### Kuch momenti. richagi va uning muvozanat sharti

Quyidagicha tajriba o'tkazib ko'raylik. G'ildirakni olib, undan qo'zg'almas o'q o'tkazaylik. G'ildirak o'qiga  $F$  kuchni 179-rasmida ko'rsatilganidek ta'sir ettiraylik. G'ildirak harakat qilmaydi. Endi shu kuchni 2 nuqtaga qo'yaylik. G'ildirak harakatga keladi.  $F$  kuchni aylanish o'qidan yanada uzoqroqqa qo'ysak, g'ildirak shunchalik tez aylanadi.

Demak, aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarning harakati, faqat unga qo'yilgan kuch kattaligiga bog'liq bo'lmasdan, balki kuchni aylanish o'qidan qancha uzoqlikka qo'yilganligiga ham bog'liq bo'lar ekan.

Aylanish o'qidan kuch qo'yilgan nuqtagacha bo'lgan eng qisqa masofa **kuch yelkasi** deb ataladi. Bunda kuch yo'nalishi bilan yelka o'zaro tik  $\perp$  yo'nalgan deb qaraladi.

Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarda harakat qo'yilgan  $F$  kuchga hamda yelka  $l$  ga bog'liq bo'lganligidan **kuch momenti** deb ataluvchi fizik kattalik kiritilgan.

Kuchning uning yelkasiga ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalik kuchning aylanish o'qiga nisbatan olingan aylantiruvchi momenti yoki qisqacha **kuch momenti** deb ataladi.

Kuch momenti  $M$  harifi bilan belgilanadi, u holda ta'rifga muofiq

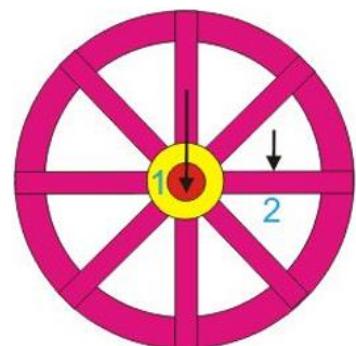
$$M = F \cdot l$$

bo'ladi.

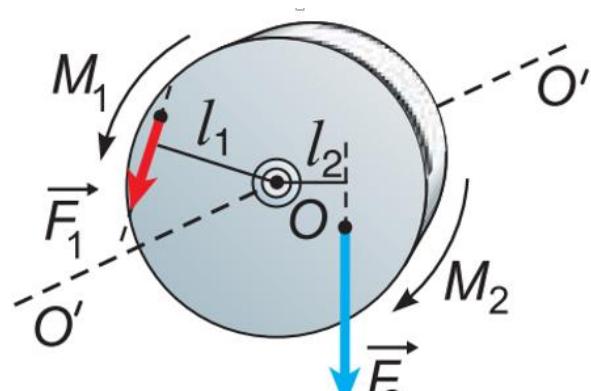
XBS da kuch momentining o'lchov birligi qilib ta'sir chizig'i aylanish o'qidan  $Im$  masofada turgan  $IN$  kuchning momenti qabul qilingan. Bu birlik **nyuton-metr** deb ataladi:  
 $[M] = [F] \cdot [l] = 1N \cdot 1m = 1N \cdot m$

Kuch momenti vektor kattalik.

Qarama-qarshi tomonga aylanish hosil qiladigan kuchlar momenti farq qilishi uchun, jismni soat mili harakatiga teskari yo'nalishda aylantiruvchi kuch momentini **"musbat"**, jismni soat mili harakati yo'nalishda aylantiruvchi kuch momentini **"manfiy"** deb olish shartlashilgan. Jismga ta'sir etuvchi kuch momentlarining ishoralarini e'tiborga olib, aylanish o'qiga ega bo'lgan jismning muvozanatda bo'lish shartini shunday yozish mumkin:



179 – rasm.



180 – rasm.

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = 0 \text{ yoki } \vec{F}_1 l_1 = \vec{F}_2 l_2$$

Qo'zg'almas aylanish o'qiga ega bo'lган jism muvozanatda bo'lishi uchun jismni aylantirayotgan barcha kuchlar momentlarining algebraik yig'indisi nolga teng bo'lish kerak.

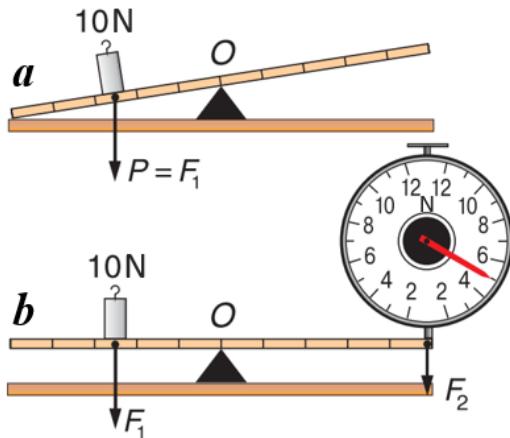
Bu qoida **kuchlar momenti qoidasi** deb ataladi va u aylanish o'qi mahkamlangan jsmning muvozanat shartini ifodalaydi.

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots + \vec{M}_n = 0$$

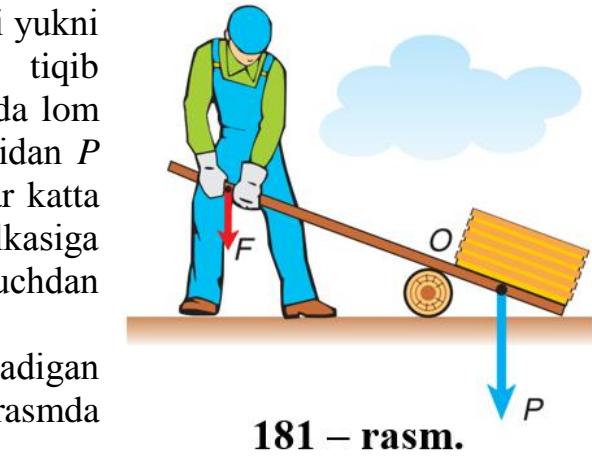
Siz kundalik turmushda og'ir toshni yoki yukni joyidan siljitishda uning tagiga lom tiqib ko'tarishganini ko'rgansiz (181-rasm). Bunda lom uchiga  $F$  kuch bilan ta'sir etib, ikkinchi uchidan  $P$  kuch olinadi.  $P$  kuch  $F$  dan bir necha barobar katta bo'ladi, bu kuchlarning qiymatlari kuch yelkasiga bog'liq bo'ladi. Demak, bu qurilmada kuchdan yutish mumkin ekan.

Qo'zg'almas tayanch atrofida aylana oladigan qattiq jismga **richag** deyiladi. 181-rasmda richagning aylanishi  $O$  nuqta atrofida bo'ladi.

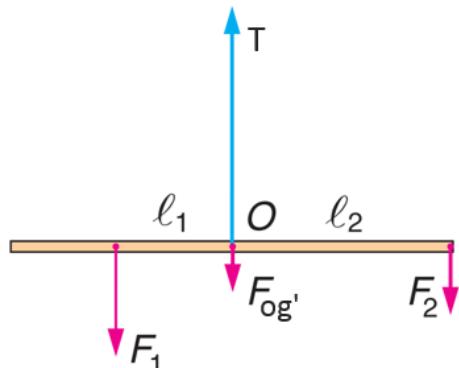
Quyidagi tajribani ko'raylik. Uzunligi  $1m$  bo'lган chizg'ichni  $O$  nuqta atrofida aylana oladigan qilib o'mnataylik. Richagning o'ng tomoniga  $25sm$  masofada ( $A$ ) og'irligi  $P=F_1=10N$  jism qoyamiz bunda muvozanat buziladi (182-a rasm).



**182 – rasm.**



**181 – rasm.**



**183 – rasm.**

Agar ikkinchi tomoni uchiga dinamometr qo'ysak, muvozanatda bo'ladi. Bunda dinamometr ko'rsatkichi  $F_2=5N$  ni ko'rsatadi (182-b rasm).

183-rasmda  $l_1$  yelkaga  $F_1$  kuch qo'yilgan,  $l_2$  yelkaga  $F_2$  kuch qo'yilgan. Bunda richag muvozanatda turibdi. Richakning og'irligi  $F_{og}$  ga teng bo'lsa osmaning taranglik kuchi  $T$  yelkalarga ta'sir qilayotgan kuchkar bilan birgalikda richagning og'irligi yig'indisiga  $T=F_1+F_2$  teng. Agar  $l_2$  yelkani ikki marta oshirilsa, richak muvozanatda qolishi uchun  $F_2$  kuchni ikki marta kamaytirish kerak yoki  $l_1$  yelkaga qo'yilgan  $F_1$  kuchni ikki marta oshirish kerak. Agar  $l_2$  yelkani 10 marta, 20 marta oshirsak, richak muvozanatda qolishi uchun  $F_2$  kuchini 10 marta, 20 marta kamaytirish

kerak yoki  $F_1$  kuchni 10 marta, 20 marta osirish kerak. Demak, richag yelkasi necha marta oshsa shu yelkada qo'yilgan kuch shuncha marta kamayish kerak.

Yuqoridagi 182 – rasmida dinamometr bilan tajribadan kuch momentini hisoblasak:  $M_1 = F_1 \cdot l_1$ ,  $M_2 = F_2 \cdot l_2$ .

$F_1, N$	$l_1, m$	$F_2, N$	$l_2, m$	$M_1 = F_1 l_1, N \cdot m$	$M_2 = F_2 l_2, N \cdot m$
10	0,25	5	0,50	2,5	2,5

Demak: richak muvozanatda bo'lishi uchun kuch momentlari har diom teng bo'lishi kerak  $M_1 = M_2$

$$KUCH_1 \cdot yelka_1 = kuch_2 \cdot YELKA_2 \text{ yoki } F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \text{ dan } \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

Richak yelkalariga qo'yilgan kuchlarning nisbati, yelkalarining nisbatiga teskasi proportsional.

### Richagning muvozanatda bo'lish shartlari

1). Vaznsiz richakning muvozanat sharti.  $M_1 = M_2$   $F_1 l_1 = F_2 l_2$   $l = l_1 + l_2$  ekanligidan  $l_1$  va  $l_2$  yelkalarni topish:

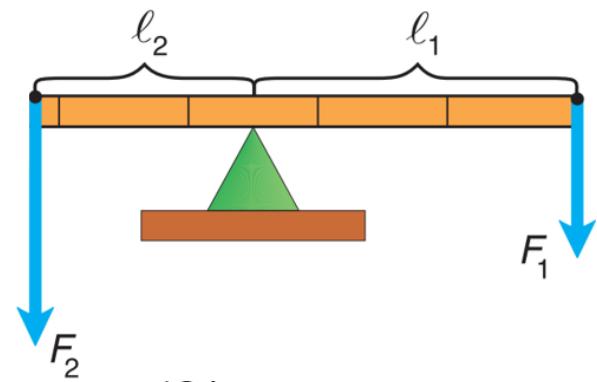
a)  $l_1$  yelkani topish.  $l_1 = l - l_2$

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \text{ dan } l_2 = \frac{F_1 l_1}{F_2} \text{ ni e'tiborga}$$

$$\text{olgan holda } l_1 = l - \frac{F_1 l_1}{F_2}, \quad l_1 + \frac{F_1 l_1}{F_2} = l$$

$$F_2 l_1 + F_1 l_1 = l F_2 \text{ dan}$$

$$l_1 = \frac{F_2}{F_1 + F_2} l;$$



184 – rasm.

b)  $l_2$  yelkani topish.  $l_2 = l - l_1$  ekanligidan  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  dan  $l_1 = \frac{F_2 l_2}{F_1}$  ni e'tiborga olsak  $l_2 = l - \frac{F_2 l_2}{F_1}$ ,  $l_2 + \frac{F_2 l_2}{F_1} = l$ ,  $F_1 l_2 + F_2 l_2 = l F_1$

$$l_2 = \frac{F_1}{F_1 + F_2} l;$$

2). Agar richakka  $m_1$  va  $m_2$  massali yuklar osilgan bo'lsa va richak muvozanatda turgan bo'lsa:

$$M_1 = M_2; \quad m_1 l_1 = m_2 l_2; \quad F = mg; \quad l = l_1 + l_2 \text{ ga teng ekanligidan:}$$

a)  $l_1$  yelkani topish.  $l_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} l$ ;

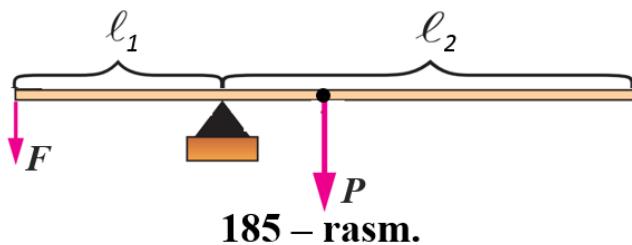
$$b) l_2 \text{ yelkani topish. } l_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} l;$$

3). Massasi  $m$  va uzunligi  $l$  bo'lgan richakning elkalariga  $F_1$  va  $F_2$  kuchlar quyilganda richakning muvozanat sharti:  $l = l_1 + l_2$

$$Mg = \frac{2(F_1 l_1 - F_2 l_2)}{l_2 - l_1}.$$

Bu erda  $F_1$  richakning chap tomoniga pastda qarab qo'yilgan kuch,  $F_2$  richakning o'ng tomoniga pastda qarab qo'yilgan kuch

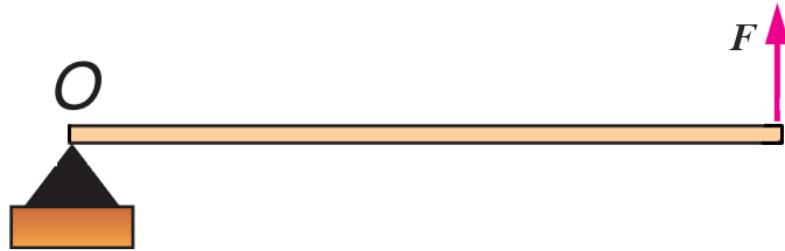
4). Agar  $M$  massali richakning faqat bir tomoniga  $F$  kuch qo'yilgan bo'lsa, ya'ni  $F_1 = F$  va  $F_2 = 0$  bo'lsa:  $M \cdot g = \frac{2F \cdot l_1}{l_2 - l_1}$



**185 – rasm.**

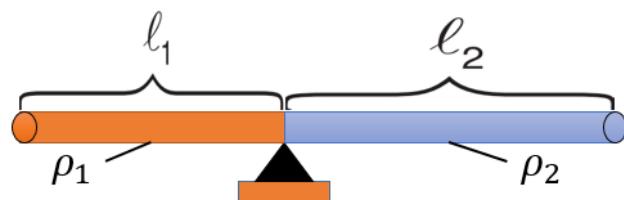
5). Yerda yotgan  $m$  massali bir jinsli xodaning bir uchidan bir oz ko'tarish uchun kerak bo'ladijan kuchni topish (186–rasm):

$$M = Fl \cos \alpha. \quad F = \frac{mg}{2}$$



**186 – rasm.**

6). Ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan xar xil turdag'i jismlar tutashgan joydan tayanch ustiga quyilganida gorizontal holatda muvozanat turish sharti:  $M_1 = M_2$



**187 – rasm.**

$F_1 l_1 = F_2 l_2$     $m_1 l_1 = m_2 l_2$ ;       $S_1 = S_2$  agar jismning zinchligi va hajmini e'tiborga olgan holda zinchlik formulasidan jism massasi quyidagicha topiladi  $m = \rho V$

ni va yelkalarini shakli silindr ekanligini hisobga olsak hajmi  $V = Sl$  formula orqali topiladi. Bu yerda  $S_1 = S_2$  teng u holda, kuch momenti formulasi quyidagicha ko'rinishga keladi.  $\rho_1 V_1 l_1 = \rho_2 V_2 l_2$  bu formuladagi hajmni o'rniga  $Sl$  ni qo'ysak  $\rho_1 Sl_1 l_1 = \rho_2 Sl_2 l_2$  bu yerda  $S_1 = S_2$  tengligidan yuzalar qisqarib ketadi  $l_1^2 \rho_1 = l_2^2 \rho_2$ ; har ikkala tomnni kvadrat ildizga olsak  $\sqrt{l_1^2 \rho_1} = \sqrt{l_2^2 \rho_2}$

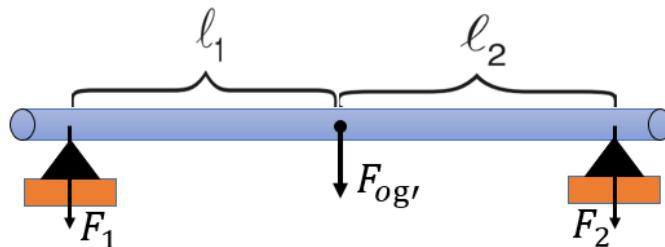
$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

7). Ikkita tayanchga o'rnatilgan jismni tayanchlarga berayotgan bosim kuchlari  $F_1$  va  $F_2$  yoki tayanchlarning reaktsiyasi kuchlarini topish (188 – rasm):

$$F_1 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \cdot mg; \quad F_2 = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot mg; \quad F_1 + F_2 = mg; \quad l_1 + l_2 = l;$$

$m$  – tayanchlarda turgan jism massasi,

$l$  – tayanchlar orasidagi masofa.



188 – rasm.

8).  $l$  uzunlikdagi sterjen ko'ndalang kesimlari bir xil  $S_1 = S_2$  va zichliklari har xil  $\rho_1 > \rho_2$  bo'lgan moddalardan yasalgan. Bu sterjenning og'irlik markazi uning qanday  $\Delta l$  masofada joylashgan (189 – rasm).

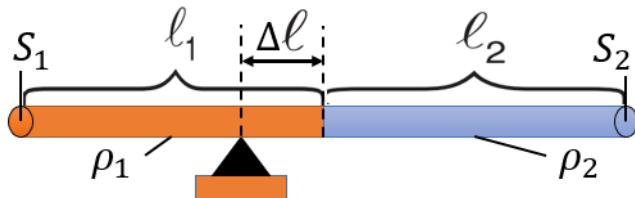
$$S_1 = S_2, \quad l_1 = l_2, \quad \rho_1 > \rho_2, \quad l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$$

$M_1 = M_2 \Rightarrow F_1 l'_1 = F_2 l'_2 \Rightarrow m_1 l'_1 = m_2 l'_2$ , bu yerda  $l'_1 = l_1 - \Delta l$  ga  $l'_2 = l_2 + \Delta l$  ga teng chunki tayanch nuqta sterjenni markaziga qo'yilmagan (189 – rasm).  $S_1 = S_2$ , jism massasi formulsi  $m = \rho V$  va jism hajmi  $V = Sl$  formulalar orqali topilishini e'tiborga olsak u holda  $m_1 l'_1 = m_2 l'_2 \Rightarrow$

$$\rho_1 S_1 l_1 (l_1 - \Delta l) = \rho_2 S_2 l_2 (l_2 + \Delta l) \Rightarrow \rho_1 \frac{l}{2} \left( \frac{l}{2} - \Delta l \right) = \rho_2 \frac{l}{2} \left( \frac{l}{2} + \Delta l \right) \Rightarrow$$

$$\rho_1 \frac{l^2}{4} - \rho_1 \Delta l = \rho_2 \frac{l^2}{4} + \rho_2 \Delta l \Rightarrow \rho_1 \frac{l^2}{4} - \rho_2 \frac{l^2}{4} = \rho_2 \Delta l + \rho_1 \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{l(\rho_1 - \rho_2)}{4(\rho_1 + \rho_2)}.$$

$$\Delta l = \frac{l(\rho_1 - \rho_2)}{4(\rho_1 + \rho_2)}$$



**189 – rasm.**

9). Bir jinsli sterjenning massa markazini  $\Delta x$  masofaga surish uchun uning bir uchidan  $2 \cdot \Delta x$  uzunlikdagi qismini kesib tashlash kerak.

10). Jismlar sistemasining massa markazi  $x_0$  ni topish:

$$x_0 = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

$x_1$ -birinchi jism massa markazining,  $x_2$ -ikkinchi jism massa markazining koordinatasi.

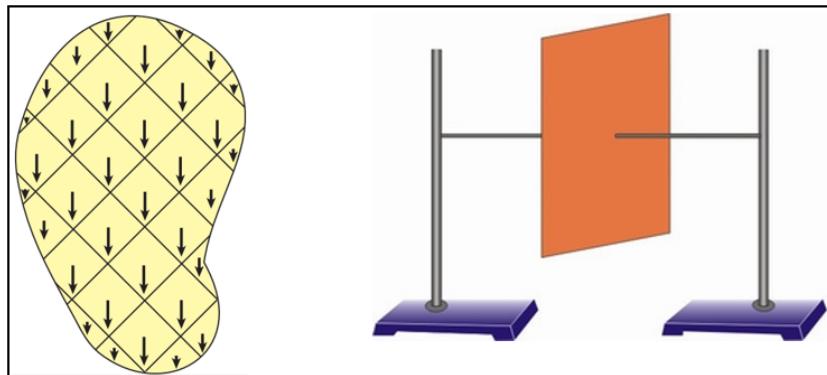
Agar jismlarning hajmlari teng ( $V_1 = V_2$ ) bo'lsa:

$$x_0 = \frac{\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

### Jismlarning massa markazi va uni aniqlash. Muvozanat turlari

Avtomobil, korabl va boshqalar mustahkamligi ularning og'irlik markazi holatiga bog'liq. Og'irlik markazi nima? Mustahkamlik nima?

Shu paytgacha biz og'irlik kuchini jismga butunicha ta'sir etuvchi bitta kuch kabi qarab keldik. Haqiqatda esa og'irlik kuchi mg – berilgan jismning har bir qismiga qo'yilgan kuchlar yig'indisi kabidir (190 – rasm).



**190 – rasm.**

**191 – rasm.**

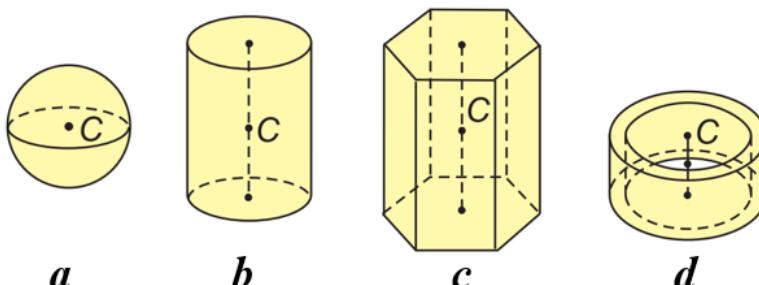
Bitta  $mg$  kuch boshqa barcha kuchlar kabi ta'sir etishi uchun u jismning ma'lum nuqtasiga aniq qo'yilishi kerak.

**Quyidagicha tajriba o'tkazaylik.** Kartondan qirgilgan varaq olib, uning ixliyoriy nuqtasidan igna yordamida ip o'tkazaylik. Ipnинг ikki uchini shtativlarga bogiaylik. Bunda varaq 191-rasmida ko'rsatilgan holatda qoladi. Uni o'z o'qi atrofida biroz burib qo'yib yuborilsa, yana dastlabki holatiga qaytadi. Endi varaqning o'rtasidan ip o'tkazib yana shlativga bog'laylik (191-rasm). Bu holda varaqni qancha aylanlirib

qo‘ymaylik, qo‘yilgan holatida o‘zgarishsiz qolganligini ko‘ramiz. Shu holatda topilgan nuqtaga **jismning massa markazi** deyiladi. Jismning bu nuqlasida xuddi barcha massa to‘plangandek bo‘ladi.

Shunga o‘xshash tajribalar yordamida aniqlanishicha, turli geometrik shaklga ega bo‘lgan jismlarning massa markazlari quyidagicha bo’lar ekan:

Aniq bir geometrik shakilga ega bo‘lgan bir jinsli jismlarning massa markazlari ularning geometrik markazlari bilan ustma–ust tushadi (192–*a*, *b*, *c*, rasmlar). Ichi boshliqdan iborat bo‘lgan geometrik shakilga ega bo‘lgan jismlarning (sfera va h.k) ham massa markasi ularning bu jismlarning geometrik markazi bilan ustma–ust tushadi (192 – *d* rasm).



**192 – rasm.**

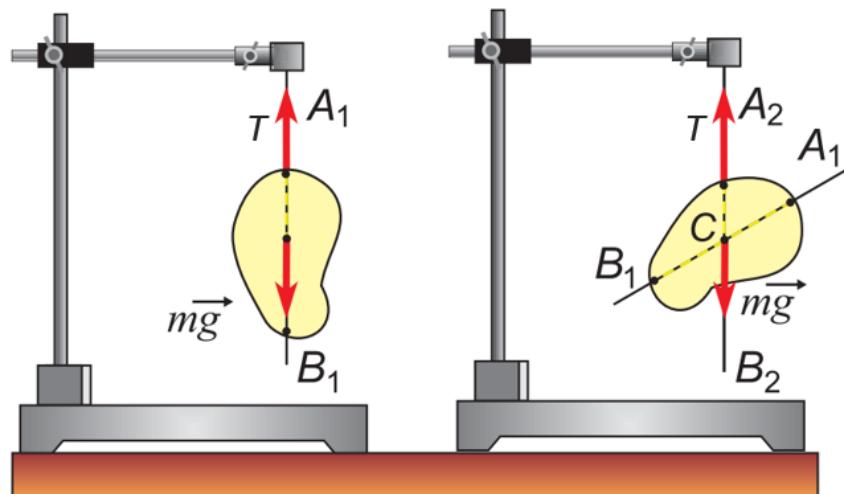
Agar jismlar ixtiyoriy yassi shaklga ega bo‘lsa, uning massa markazini ikki nuqtasidan osish usuli bilan aniqlash mumkin. Bunda massa markazi  $A_1B_1$  va  $A_2B_2$  nuqtalardan o‘tgan vertikal chiziqlar kesishgan nuqtada bo‘ladi (193–rasm).

Jismlarni massa markazidan o‘tgan o‘qqa osib qo‘yilsa, u muvozanatda uzoq muddat

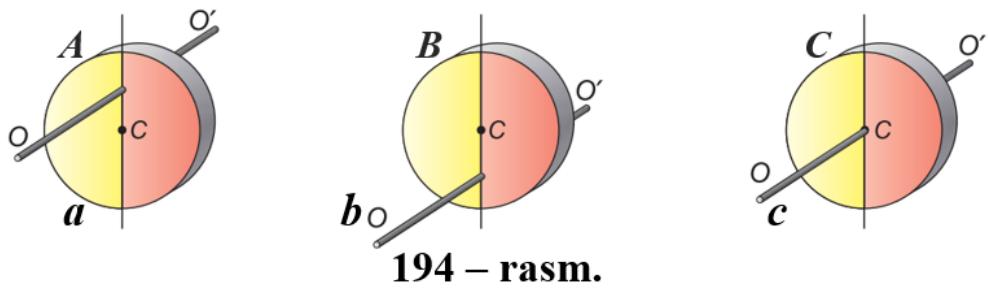
davomida qoladi. Agar jism muvozanatda bo‘lsa, unga ta’sir qilayotgan barcha kuchlarning yig‘indisi nolga teng bo‘ladi.

Tajriba o‘tkazamiz. A, B va C disklarni shunday o‘rnatamizki, bunda ular gorizontal OO’ o‘q atrofida erkin aylana olsin (194 – rasm).

Boshlang‘ich momentda A diskning og‘irlik markazi C OO’ o‘t tagida (194 – *a* rasm), B diskda – ustida (194 – *b* rasm), C diskda esa shu o‘qda (194 – *c* rasm) bo‘lsin. Barcha jismlar muvozanat holatida bo‘lsin.



**193 – rasm.**

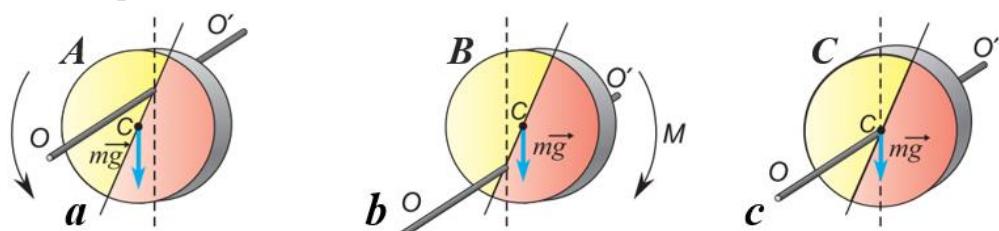


**194 – rasm.**

Biroq har bir jismning muvozanat turi turlichadir. Tajribani davom ettiramiz.

Har bir diskni muvozanat holatidan kichik burchakka burib qo‘yib yuboramiz (195 – a, b, c, rasmlar). A disk orqaga qaytadi, B disk muvozanat holatidan yana ham ko‘proq og‘adi. C disk muvozanat holatida qoladi.

Xulosa chiqaramiz. Uch xil muvozanat mavjuddir: (chidamlı) mustahkam, chidamsiz va farqsiz.



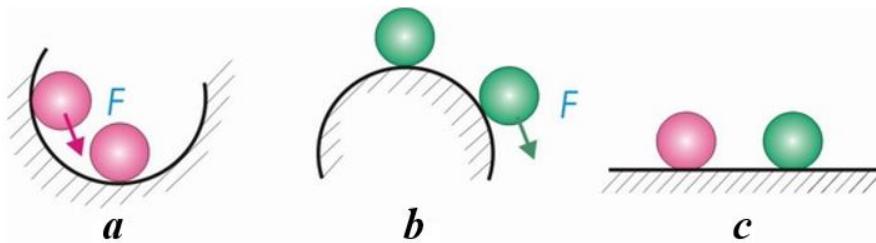
**195 – rasm.**

Agar jism kichik og‘ishda o‘zining avvalgi holatiga qaytsa, muvozanat chidamlı deyiladi. Agar jism muvozanat holatidan uzoqlashsa chidamsiz, muvozanat xolatida qolsa farqsiz muvozanat deyiladi.

Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni dastlabki vaziyatiga qaytaruvchi kuch hosil bo‘ladigan muvozanatga **turg‘un muvozanat** deyiladi (196–a rasm).

Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni muvozanat holatidan yanada ko‘proq uzoqlashtiradigan kuch hosil bo‘ladigan muvozanatga **turg‘unmas muvozanat** deyiladi (196–b rasm).

Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda uning holatini o‘zgartiradigan hech qanday kuch hosil bo‘lmasa, **farqsiz muvozanat** deyiladi (196–c rasm).



**196 – rasm.**

### Mavzuga doir test (1)

1. Har biri 200 N dan bo‘lgan uchta kuchning teng ta’sir etuvchisini toping. Birinchi bilan ikkinchi va ikkinchi bilan uchinchi kuchlar orasidagi burchaklar  $60^\circ$  ga teng. (N)

A) 200. B) 400. C) 600. D) 800.

2. Massasi 1,6 kg bo'lgan yuk ipga osilgan. Yuk gorizontal yo'naligan 12 N kuch ta'siri yangi vaziyatga keltirildi. Ipning taranlik kuchini toping (N).

A) 10. B) 20. C) 30. D) 40.

3. Agar  $\alpha=60^\circ$  bo'lsa, massasi 3 kg bo'lgan jismning AB va BC sterjenlarga ta'sir etayotgan kuchlarini toping (N).

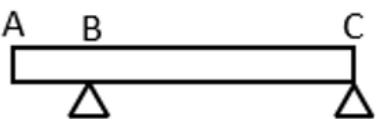
A) 17,3 va 34,6. B) 15,6 va 32,4. C) 14,1 va 36,6. D) 0 va 14,1.

4. Uzunligi 1 m bo'lgan richagning bir uchiga 50 N, ikkinchi uchiga 200 N yuk osilgan. Richagni muvozanatga keltirish uchun tayanch nuqtani uning qayeriga o'rnatish kerak (m)? A) 0,8 va 0,2. B) 0,6 va 0,4.

C) 0,5 va 0,5. D) 0,7 va 0,3.

5. Agar  $l$  uzunlikdagi sterjenni 450 g massali yuk osilgan uchidan  $l/5$  masofada tayanchga qo'ysak, u gorizontal holatda muvozanatda turadi. Sterjen massasi nimaga teng (kg)? A) 0,5. B) 0,4. C) 0,3. D) 0,03.

6. Massasi 240 kg bo'lgan bir jinsli balkani B va C nuqtalarda ikkita tayanch ko'tarib turibdi.  $AB=2$  m va  $BC=8$  m bo'lsa, B nuqtadagi va C-nuqtadagi reaksiya kuchini hisoblab toping (N). A) 1000 va 500. B) 1200 va 600.



C) 1500 va 900. D) 1600 va 800.

7. Ikkita uchiga  $m_1=5,5$  kg va  $m_2=1$  kg yuklar osilgan  $l$  uzunlikdagi sterjen uchidan  $l/5$  masofada qo'yilgan tayanch ustida muvozanatda turibdi. Sterjenning massasini toping (kg). A) 1. B) 10. C) 0,5. D) 2.

8. Richag yordamida yuk uzun yelkaga qo'yilgan kuch bilan 8 sm ga ko'tarildi va bunda 184 J ish bajarildi. Agar kuch qo'yilgan nuqta 2 m pastga tushgan bo'lsa, yukning og'irligini va kuchning kattaligini hisoblab toping.

A) 2,3 kN va 92 N. B) 2,2 kN va 84 N. C) 2,5 kN va 80 N. D) 3 kN va 75 N

9. 1250 kg massali va uzunligi 3 m bo'lgan to'sin uning uchlariidan bir xil masofada bo'lgan tayanchlarda yotibdi. Tayanchlar orasidagi masofa 2 m. to'sinning bir uchini qo'zg'atish uchun yuqoriga tik yo'naligan qanday minimal kuch qo'yish kerak (kN)?

A) 5. B) 4. C) 10. D) 50.

10. Uzunligi 4 m bo'lgan bir xil kundalang kesimli balkaning teng yarmi qo'rg'oshin va qolgan yarmi temirdan iborat. Balkaning og'irlilik markazi balka uchlariidan qanday masofada joylashadi?  $\rho_q=11,3 \text{ g/sm}^3$   $\rho_t=7,8 \text{ g/sm}^3$  ga teng (m).

A) 2,7 va 1,3. B) 3 va 1. C) 1,8 va 2,2. D) 2 va 2.

11. Og'irligi 3 kN, uzunligi 3 m bo'lgan va uchlari tayanchga qo'yilgan xodaga tayanchlardan biridan 1,2 m uzoqlikda 2 kN yuk osilgan. Tayanchlarga berilayotgan bosim kuchlari topilsin (kN).

A) 1,5 va 3,5. B) 2,4 va 2,6. C) 2,7 va 2,3. D) 3 va 2.

## Mavzuga doir test (2)

1. Reaktiv samolyotga vertikal yo'nalishda 550 kN og'irlilik kuchi va 555 kN ko'tarish kuchi, gorizontal yo'nalishda esa 162 kN tortish kuchi va havoning 150 kN qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Teng ta'sir etuvchi kuchni toping (kN).

A) 13.    B) 15.    C) 12.    D) 17.

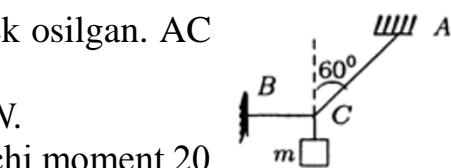
2.  $m=10 \text{ kg}$  massali yuk AC va BC iplarga rasmdagidek osilgan. AC ipning taranglik kuchini toping .

A) 200N.    B) 100N.    C) 10N.    D) 20N.

3. 40 N kuch ta'sirida eshik ochildi. Eshikni aylantiruvchi moment 20 N·m ga teng bo'lsa, eshikni ochuvchi kuch yelkasi nimaga teng (m)?

A) 0,5.    B) 0,6.    C) 0,4.    D) 0,8.

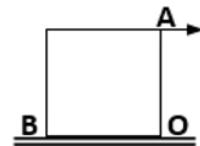
4. Quyidagi rasmida C aylanish o'qiga ega bo'lган bir jinsli jism tasvirlangan. A va B nuqtalarga qo'yilgan miqdoran teng  $F_1$  va  $F_2$  kuchlar ta'sir etmoqda. Bunda B nuqta qanday harakat qiladi?



A) soat strelkasi bo'ylab, aylanma.    B) soat strelkasiga teskari, aylanma.

C) yuqoriga, ilgarilanma.    D) harakatlanmaydi.

5. 20 kg massali bir jinsli kub O nuqtada poldagi qirraga tiralgan. Kubning B chetini bir oz ko'tarish uchun A nuqtaga qanday gorizontal F kuch qo'yish kerak?



A) 5 N.    B) 100N.    C) 25N.    D) 50N.

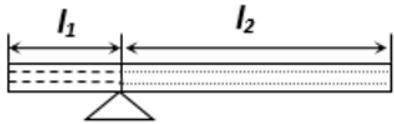
6. Sterjen yerda yotibdi. Sterjenning bir uchiga  $F$  kuch ta'sir etib, uni ko'tarish kerak. F kuchni sterjenning  $mg$  og'irlilik kuchi bilan taqqoslang.

A)  $F < mg$ .    B)  $F < mg$ .    C)  $F > mg/2$ .    D)  $F = mg$ .

7. Yerda yotgan sterjenning bir uchidan 24 N kuch bilan ko'tarish mumkin bo'lsa sterjenning massasini aniqlang (kg).    A) 4,8.    B) 1,2.    C) 0,6.    D) 3,6.

8. Richagning to'la uzunligi 3 m. Uning bir uchiga osilgan 5 kg massali yuk ikkinchi uchiga osilgan 20 kg massali yuk bilan muvozanatda turishi uchun tayanch ikkinchi yukdan qanday masofada bo'lishi kerak (m)?    A) 0,2.    B) 0,3.    C) 0,4.    D) 0,6.

9. Brusokning  $l_1$  uzunlikdagi qismi qalaydan, va  $l_2$  uzunlikdagi qismi yog'ochdan yasalgan. Agar  $l_1=20 \text{ sm}$  bo'lsa, brusok muvozanatda qolishi uchun  $l_2$  qancha bo'lishi kerak (sm)? Qalayning zichligi  $7,2 \text{ g/sm}^3$ , yog'ochniki  $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.



A) 30.    B) 60.    C) 120.    D) 90.

10. Richagning birinchi yelkasi ikkinchi yelkasidan 25% ga uzun. Richag muvozanatda bo'lishi uchun yelkalarga qo'yilgan kuchlar qanday munosabatda bo'lishi kerak?

A)  $F_1=1,25F_2$ .    B)  $F_2=1,25F_1$ .    C)  $F_1=F_2$ .    D)  $F_1=1,5F_2$ .

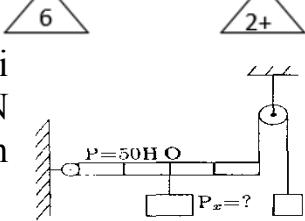
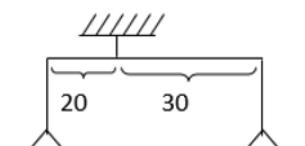
11. Bir uchiga 200 g, ikkinchi uchiga 300 g yuk osilgan 1 m uzunlikdagi richag muvozanatda qolishi uchun uning uzun yelkasi necha sm bulishi kerak?

A) 65.    B) 60.    C) 55.    D) 70.

12. Chizmada berilgan, yelkalari teng bo'lмаган tarozining muvozanatda bo'lishi uchun uning o'ng pallasiga qanday massali yuk qo'yiladi?

A) 2,5 kg.    B) 3 kg.    C) 2 kg.    D) 1 kg.

13. Rasmdagi bir uchi devorga sharnirli mahkamlangan og'irligi  $P=50 \text{ N}$  bo'lган sterjenning ikkinchi uchiga og'irligi 50 N bo'lган yuk qo'zg'almas blok orqali osib qo'yilgan. Sterjen



gorizontal holatda muvozanatda turishi uchun O nuqtaga yana og'irligi qancha bo'lган yuk osish kerak bo'ladi?

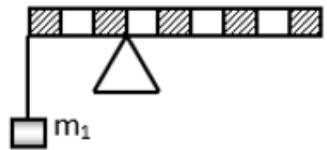
- A) 20 N.    B) 30 N.    C) 40 N.    D) 50 N.

14. Uchlaridan biriga massasi 1,2 kg bo'lган yuk mahkamlangan bir jinsli sterjenning yukli uchidan 1/5 uzunligicha masofadagi nuqtasidan ko'tarilganda, u gorizontal holatda muvozanatda turadi. Sterjenning massasini toping (kg).

- A) 1,2.    B) 0,2.    C) 0,8.    D) 0,6.

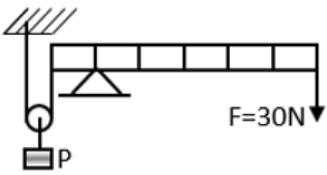
15. Quyidagi chizmada keltirilgan  $m$  massali bir jinsli balka tayanch ustida muvozanatda turishi uchun yukning massasi  $m_1$  qancha bo'lishi kerak bo'ladi?

- A)  $\frac{m}{4}$ .    B)  $\frac{m}{3}$ .    C)  $\frac{2m}{3}$ .    D)  $\frac{m}{2}$ .



16. Birinchisi tik turgan, ikkinchisi tekis yerda yotgan ikkita bir xil silindrning potensial energiyalari teng. Silindrning balandligi asos radiusidan necha marta katta?

- A) bir xil.    B) 4.    C) 3.    D) 2.



17. Chizmada tasvirlangan qurilma yordamida qancha og'irlilikdagi yukni ko'tarish mumkin? A) 300 N.    B) 30 N.    C) 3000 N.    D) 60 N.

18. Agar bir jinsli uzun sterjenning bir uchidan 60 sm qirqib olinsa, uning og'irlik markazi ikkinchi uchi tomon necha sm ga siljiydi?

- A) 30.    B) 15.    C) 20.    D) 10.

19. Uzunligi 2 m bo'lган bir jinsli lineykaning og'irlik markazini 10 sm surish uchun uning bir uchidan qanday uzunlikdagi qismini kesib olish kerak (sm)?

- A) 10.    B) 5.    C) 90.    D) 20.

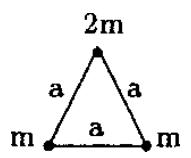
20. Vaznsiz sterjen yordamida o'zaro mahkamlangan massalari 250 va 400 grammdan bo'lган ikki shardan iborat sistemaning massa markazi yengil shardan qancha uzoqda bo'ladi (sm)? Shar markazlari orasidagi masofa 32,5 sm ga teng.

- A) 20.    B) 17.    C) 18.    D) 25.

21. Og'irligi 24 kN bo'lган avtomobilning og'irlik markazi g'ildirak o'qlariga nisbatan 1:3 nisbatda bo'lса, har bir juft g'ildirakning yo'lga bergen bosim kuchlarini toping (kN).    A) 18; 6.    B) 20; 4.    C) 8; 16.    D) 9; 15.

22. Chizmadagi sistemaning og'irlik markazi  $2m$  massali sharchadan qanday masofada yotadi?

- A)  $a/2$ .    B)  $\sqrt{3} a/2$ .    C)  $\sqrt{3} a/4$ .    D)  $a/3$ .



23. Teng R radiusli ikkita po'lat va alyuminiy sharlar bir-biriga tegib turgan nuqtasida biriktirib qo'yilgan. Sistemaning og'irlik markazi topilsin.  $\rho_{po'lat}=7,8 \text{ g/sm}^3$ ,  $\rho_{alyuminiy}=2,7 \text{ g/sm}^3$ .

- A) alyuminiy shar markazidan  $0,51R$  masofada.  
 B) po'lat shar markazidan  $0,51R$  masofada.  
 C) po'lat shar markazidan  $0,29R$  masofada.  
 D) alyuminiy shar markazidan  $0,29R$  masofada.

## 26 - §. BIR NECHITA KUCH TA'SIRIDA JISMLARNING HARAKATLANISHI

### ODDIY MEXANIZMLAR

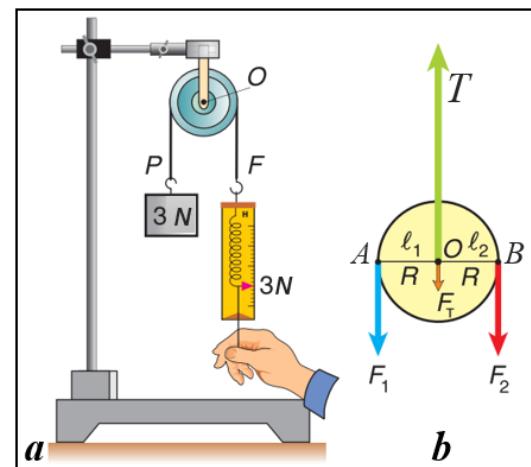
(blok, vint, pona va chig'riqning qo'llanilishi)

Inson mehnat qilish jarayonida ko'proq kuchiga emas, balki aqliga tayanadi. Og'ir yukni ko'tarishda, o'rnidan siljitimishda oddiy mexanizmlardan foydalanishni insonlar qadimdan o'zlashtirib olishgan. Qurilishlarda chig'iriq, qiya tekislik, pona va bloklardan foydalanishgan.

**Blok.** Blok qirrasi ariqchadan iborat g'ildirak bo'lib, undan ip, tros yoki zanjir o'tkaziladi. Tpning bir uchiga yuk osib, ikkinchi uchidan tortiladi. Yukni ko'tarish davomida blok qo'zg'almasdan joyida qolsa, uni **ko'chmas blok** deyiladi. Yuk bilan birgalikda harakatlanadigan blokni **ko'char blok** deyiladi.

#### Bloklarning qo'llanilishi

**Ko'chmas blok.** Ko'chmas blokda yuk uchun  $F_1$  kuch yelkasi  $AO$  masofa,  $F_2$  kuchning yelkasi  $OB$  masofa bo'ladi. Yelkalar  $AO=OB$  teng bo'lganligidan  $F_1=F_2$  kuch yuk og'irligiga teng bo'ladi (197–b rasm). Shu sababli ko'chmas blok kuchdan yutuq bermaydi. Ko'chmas blok kuch yo'nalishini o'zgartirib beradi. Og'irligi  $3N$  jismni qandaydir balandlikka chiqarish uchun jismni yuqorida tortish kerak, lekin ko'chmas blokdan foydalanilsa jismni pastdan turib chiqarsa ham bo'ladi ammo jismga ta'sir qilayotgan kuch jism og'irligiga teng  $P=3N$ ,  $F=3N$ ,  $P=F$  (197–a rasm).



197 – rasm.

Kochmas blok orqali odam o'zining og'irligigacha teng bo'lgan yuklarni ko'tarishi mumkin.

1).  $m_1$  massali yuk ko'chmas blok orqali  $a$  tezlanish bilan patga tushayotgan bo'lsa  $m_2$  massali yuk esa  $a$  tezlanish bilan yuqoriga ko'tariladi bunda harakat tenglamalari quyidagicha bo'ladi (198–rasm):  $m_1$  massali yuk pastga tushayotganda unga  $m_2$  massali yuk uni pastga tushishiga to'sqinlik qiladi va arqonda taranglik paydo bo'ladi,

$$\begin{cases} m_1a = m_1g + T; \\ m_2a = m_2g + T; \end{cases}$$

Nyutonning II qonuniga binoan yuklarning tezlanishlarni quyidagi tenglamalar sistemasi orqali topamiz.

$$\begin{cases} m_1 a = m_1 g - T \\ m_2 a = T - m_2 g \end{cases} + \text{ikki tenglamani bir-biriga qo'shib quyidagi natijani olamiz. } a(m_1 + m_2) = T + (-T) + m_1 g + (-m_2 g) \quad \text{dan}$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

$T = m_1 g - m_1 a$  formuladagi  $a$  tezlanishning o'rniga yuqoridagi topilgan tezlanish uchun yozilgan formulani qo'ysak  $T = m_1 g - m_1 \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g \right)$   $T = \frac{m_1^2 g + m_1 m_2 g - m_1^2 g + m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$  dan

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

Blokdagи yuklarni harakatlanish vaqtি bir xil  $S = \frac{at^2}{2}$  formulaga asosan  $t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$  ga ko'ra  $t = \sqrt{\frac{2S}{\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g}} = \sqrt{\frac{2S(m_1 + m_2)}{g(m_1 - m_2)}}$   $t = \sqrt{\frac{2S(m_1 + m_2)}{g(m_1 - m_2)}}$  formula orqali topiladi.

Yuklarni harakatlanish vaqtি bir xil bo'lганligi uchun blokni tezligini topishimiz mumkin:  $\vartheta = at$  formulaga muofiq quyidagi formulaga ega bo'lamiliz:

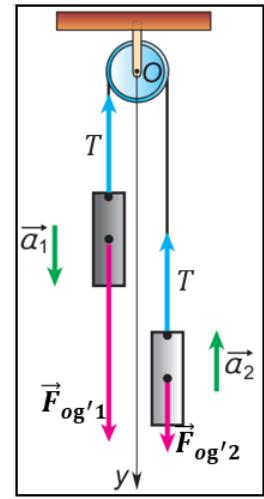
$$\vartheta = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot gt$$

Blokni tezligi va harakatlanish vaqtি ma'lum bo'lsa bloklarni aylanish chatotasini aniqlash mumkin buning uchun biz aylanma hatakatdagi tezlik va chastota orasidagi munosabat formulasidan foydalanamiz:

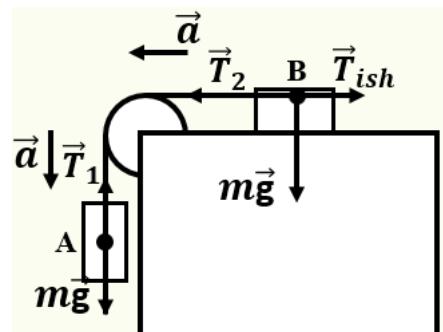
$$\nu = \frac{\vartheta}{2\pi R} \text{ bunda } R \text{-blokni radusi } \nu = \frac{\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot gt}{2\pi R} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot gt}{(m_1 + m_2) \cdot 2\pi R}, \quad \nu = \frac{(m_1 - m_2) \cdot gt}{(m_1 + m_2) \cdot 2\pi R}$$

2). Vazinsiz blok 199-rasmda ko'rsatilgandek stolning qirrasiga mahkamlangan. Massalari  $m_1 = m_2$  ga teng bo'lган A va B toshlar bir – biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. B toshning stolga ishqalanish koeffitsienti  $\mu$  ga teng bo'lsin. Toshlarning harakat tezlanishi va ipning taranglik kuchi topilsin.

Nyutonnig ikkinchi qonuni bo'yicha kuchlarning yo'naliishlari bo'yicha  $mg - T_1 = m_1 a$  va  $T_2 - F_{ish} = m_2 a$  dan ko'rindiki  $T_1 = T_2 = T$  bo'ladi.



198 – rasm.



199 – rasm.

Ishqalanish kuchi  $F_{ish} = \mu m_2 g$  ga tengligini e'tiborga olsak

$$m_1 g - \mu m_2 g = a(m_2 + m_1) \quad \text{dan} \quad a = \frac{m_1 g - \mu m_2 g}{m_2 + m_1}$$

Topilgan tezlanishni yuqorida yozilgan tenglamalardan birining o'rniga qo'yib taranglik kuchini topamiz:  $m_1 g - T_1 = m_1 a$  dan  $T = m_1(g - a) = m_1 \left( g - \frac{m_1 g - \mu m_2 g}{m_2 + m_1} \right)$

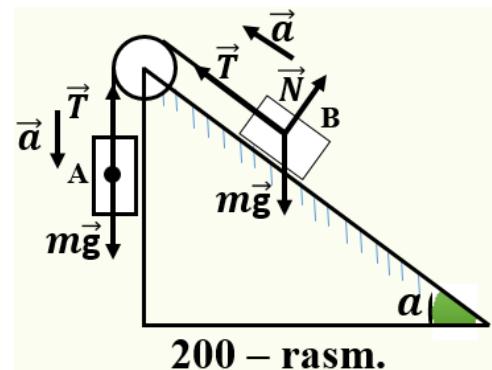
$$T = m_1 g \left( 1 - \frac{m_1 - \mu m_2}{m_2 + m_1} \right) = m_1 g \left( \frac{m_1 + m_2 - m_1 + \mu m_2}{m_2 + m_1} \right)$$

$$T = g \frac{m_1 m_2 (1 + \mu)}{m_2 + m_1}$$

$$T = m_1 g \cdot \frac{m_2 (1 + \mu)}{m_2 + m_1} = g \frac{m_1 m_2 (1 + \mu)}{m_2 + m_1}$$

3). Gorizont bilan  $\alpha$  burchak tashkil qilgan qiya tekislikning eng yuqori cho'qqisiga vaznsiz blok mahkamlangan.

Massalari  $m_1 = m_2 = m$  bo'lgan A va B toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. Toshlarning harakat tezlanishi va ipning taranglik kuchi topilsin. Blokdagi ishqalanish va shuningdek B toshning qiya tekislikka ishqalanishi hisobga olinmasin (200-rasm).



**200 – rasm.**

$m_1 = m_2 = m$  ga teng. 200-rasmdan Nyutonnig ikkinchi qonuniga muofiq har bir jismga ta'sir qilayorgan kuchlarning proyeksilalarini hisobga olsak quyidagi

tenglamalarga ega bo'lamiz:  $T_1 = T_2 = T$   $\begin{cases} mg - T = ma \\ T - mg \sin \alpha = ma \end{cases}$  agar birinchi

tenglamadan  $T = m(g - a)$  ni ikkinchi tenglamadagi  $T$  ni o'rniga qo'ysak quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz,  $T - mg \sin \alpha = ma$   $m(g - a) - mg \sin \alpha = ma$ ;

$$g(1 - \sin \alpha) = 2a \quad \text{dan} \quad a = \frac{g(1 - \sin \alpha)}{2}$$

Demak,

$$T = mg \left( \frac{1 + \sin \alpha}{2} \right) \quad a = \frac{g(1 - \sin \alpha)}{2}$$

Agar qiya tekislik bilan jism orasidagi ishqalanish kuchini hisobga olsak tenglama quyidagicha o'zgaradi:  $T_1 = T_2 = T$   $F_{ish} = \mu m g \cos \alpha$   $\begin{cases} mg - T = ma \\ T - mg \sin \alpha - F_{ish} = ma \end{cases}$  birinchi

tenglamadan  $T = m(g - a)$  ni ikkinchi tenglamadagi  $T$  ni o'rniga qo'yib tezlanishni topamiz:

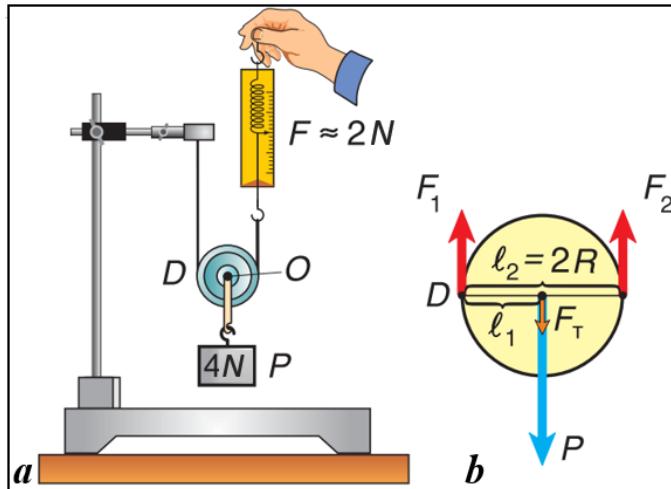
$$T - mg \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = ma \quad m(g - a) - mg \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = ma$$

$$g(1 - \sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2a \quad \text{dan} \quad a = \frac{g(1 - \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{2} \quad \text{demak}$$

$$T = mg \left( \frac{1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha}{2} \right) \quad a = \frac{g(1 - \sin \alpha)}{2}$$

**Ko'char blokda** esa aylanish o'qi  $O$  nuqtaga to'g'ri keladi (201–b rasm). Shunga ko'ra yuk  $F_1$  uchun yelka  $l_1=DO$  masofani,  $F_2$  kuch uchun yelka  $l_2=2R$  masofani tashkil etadi.  $l_1=R$ ,  $l_2=2R$  bo'lganligidan ( $R$ —g'ildirak radiusi)  $F \cdot 2R = mg \cdot R$  bo'ladi.

Bundan  $F = \frac{mg}{2}$



201 – rasm.

Ko'char blok kuchdan ikki barobar yutuq beradi. 201–a rasmda  $4N$  og'rlikdagi yukni ko'char blok orqali ko'tarish uchun  $2N$  kuch bilan tortish kerak.

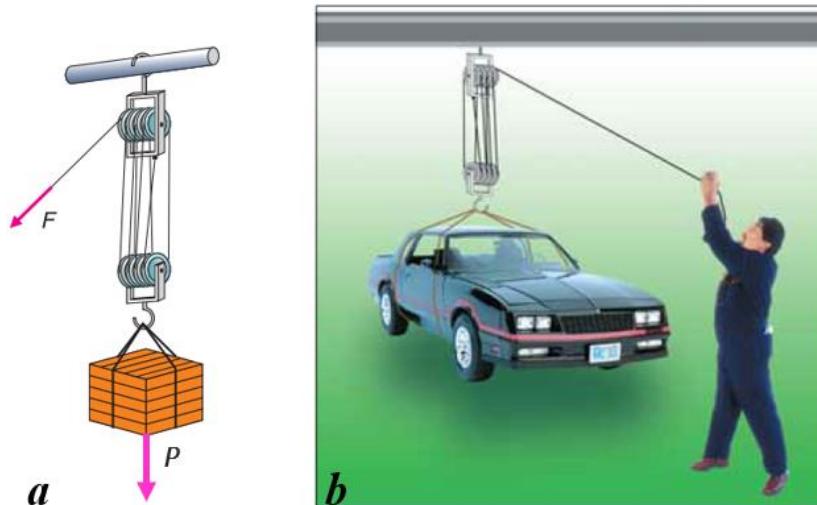
Ko'char va ko'chmas bloklardan bir nechta o'zaro ulansa, uni **polispast** deb ataladi (202–a rasm). Polispastda  $n$  ta ko'char blok qatnashsa, kuchdan  $2^n$  marta yutish mumkin bo'ladi.

Agar ko'char blok bitta bloklar sistemasidan iborat bo'lsa u holda tenglama quyidagicha bo'ladi:  $F = \frac{mg}{2}$

Bitta sistemadan iborat bo'lgan ko'char blokni eng ko'pi bilan ko'tarish mumkin bo'lgan yuk quyidagi formula orqali topiladi:  $m = \frac{2F}{g}$

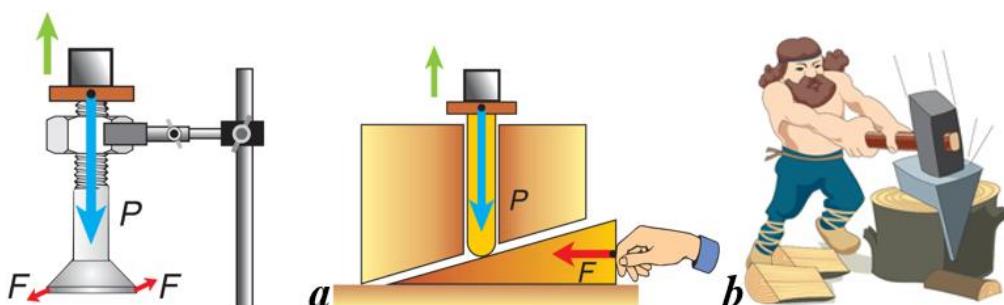
**Polispast** turmushda va texnikada ko'p foydalilanadi: og'ir massali avtomobilni odam ko'taraolmasligi mumkin lekin **polispastdan** foydalansa bemalol ko'tara oladi (202–b rasm).

**Vint.** Mashinalarning baloni teshilib qolganda, uni almashtirish uchun "domkrat" deb ataluvchi vintli ko'targichdan foydalilanadi. Uning ishlash prinsipini 203–rasmdagi vintdan tushunish qiyin emas, Uydagi go'sht maydalagichda, maktab duradgorlik va temirchilik ustaxonasiagi "tiski" (siqb ushlagich)da ham vintdan foydalilanadi.



**202 – rasm.**

**Pona.** Mamlakatimizning ayrim joylarida bo‘lg‘usi kuyovlarni sinash uchun ularga to‘nkani o‘tin qilib maydalashni taklif qilishgan deyishadi. Shunday holda “pona” qo‘l keladi. Pona old tomonidan qaralsa, uchburchak shaklida bo‘lgan jism bo‘lib, uni to‘nkaga rasmda ko’rsatilganidek qo‘yib, tepe qismidan uriladi (204 –a,b rasm).



**203 – rasm.**

**204 – rasm.**

**Chig‘iriq.** Bu oddiy mexanizmdan ko‘pincha quduqlardan suvni ko‘tarishda foydalanishgan (205–a rasm). Chig‘iriqda arqon o‘raluvchi baraban radiusi  $r$ , uni aylantiruvchi tirsak uzunligi  $R$  bo‘lsa, qurilmaning kuchdan beradigan yutug‘i  $R/r$  ga teng bo‘ladi.

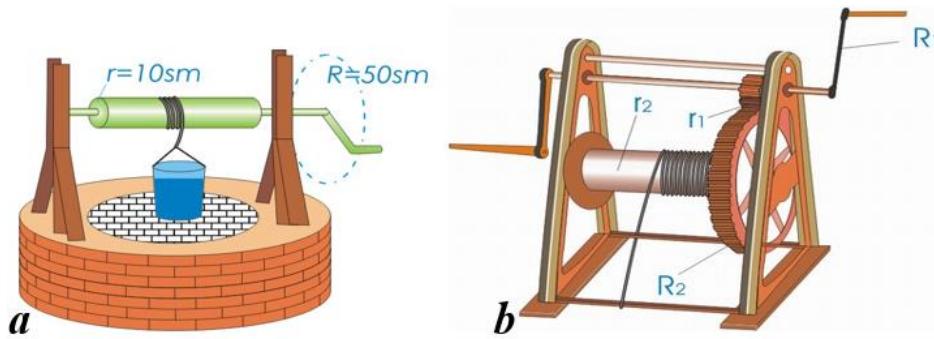
Chig‘iriqning takomillashgan varianti **lebyodka** deyiladi. Unda ikkita chig‘iriq o‘zaro bog‘langan (205–b rasm).

Birinchisi aylantiruvchi tirsak va kichik radiusli tishli g‘ildirak,

Bu tizim kuchdan  $\frac{R_1}{r_1}$  marta yuluq beradi. Ikkinchisi katta radiusli tishli g‘ildirak

va arqon o‘raluvchi silindr. Bu tizim kuchdan  $\frac{R_2}{r_2}$  marta yutuq beradi.

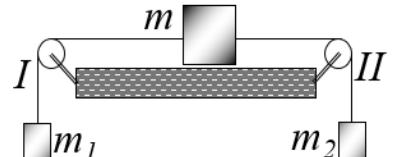
Lebyodkaning kuchdan beradigan umumiy yutug‘i  $n$ :  $n = \frac{R_1}{r_1} \cdot \frac{R_2}{r_2}$  bo‘ladi.



**205 – rasm.**

### Mazvuga doir test (1)

- Qiya tekislikning balandligi 1,2 m, uzunligi 10,8 m ga teng. Massasi 180 kg yukni bu qiya tekislikda tekis ko'tarish uchun 275 N kuch kerak bo'lsa, ishqalanish kuchini toping (N). *A) 70. B) 75. C) 80. D) 750.*
- Rasmda ko'rsatilgan sistemadagi I va II iplarning taranglik kuchini toping (N).  $m=10 \text{ kg}$ ,  $m_1=4 \text{ kg}$ ,  $m_2=6 \text{ kg}$ . Ishqalanish kuchini hisobga olmang.  
*A) 24 va 30. B) 44 va 54. C) 50 va 60. D) 24 va 44.*
- 10 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi 4 m ga teng bo'lsa havoning o'rtacha qarshilik kuchining og'irlilik kuchiga nisbati qanday? *A) 0,025. B) 0,25. C) 0,0025. D) 2,5.*
- Qiyaligi  $60^\circ$  bo'lgan qiya tekislikda sirpanib tushayotgan jismning tezlanishini toping ( $\text{m/s}^2$ ). Jism bilan qiya tekislik orasidagi ishqalanish koefisienti 0,2 ga teng.  
*A) 7,7. B) 7,0. C) 7,5. D) 8.*
- 80 kg massali parashyutchi o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Unga ta'sir qilayotgan qarshilik kuchini toping (N). *A) 800. B) 80. C) 8000. D) 80000.*
- Qo'zg'almas vaznsiz blok orqali o'tkazilgan chilvirga massalari 6 va 2 kg bo'lgan yuklar osilgan. Ular qanday tezlanish bilan harakatlanadi? ( $\text{m/s}^2$ )  
*A) 5. B) 4. C) 40. D) 6.*
- Qo'zg'almas vaznsiz blok orqali o'tkazilgan ipga 3 kg va 6 kg massali yuklar osilgan. Ipning taranglik kuchini toping (N). *A) 20. B) 30. C) 40. D) 50.*
- Ot chanani tepalikka tomon tortmoqda. Agar tepalikning qiyaligi 6:10, chananing og'irligi 500 N bo'lsa, otning tortish kuchini aniqlang (N). Ishqalanish kuchini hisobga olmang. *A) 100. B) 200. C) 300. D) 400.*
- Havoda massasi 20 kg bo'lgan jism  $8 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan pastga tushmoqda. Havoning qarshilik kuchini toping (N). *A) 50. B) 400. C) 80. D) 40.*
- Qo'zg'almas blok orqali o'tkazilgan arqonning bir uchiga massasi 20 kg bo'lgan yuk osildi. Yuk  $2,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko'tarilishi uchun arqonning ikkinchi uchidan qanday kuch bilan tortish kerak? (N) *A) 230. B) 260. C) 270. D) 250.*
- 540 km/soat tezlik bilan uchib ketayotgan samolyot vertikal tekislikda "Nesterov halqasi" nomli figura yasaydi. Halqa radiusi 750 m. Uchuvchi halqaning eng past nuqtasida necha marta yuklanish sezadi? *A) 3. B) 5. C) 4. D) 6.*



12. Qo'zg'almas blokka ip yordamida 5 va 3 kg massali yuklar osilgan. Yuklar harakatlana boshlagan paytdan 12 s o'tgach blok aylanishining oniy chastotasini aniqlang ( $G_z$ ). Blok radiusi 2 sm. A) 250. B) 200. C) 500. D) 300.

### Mavzuga doir test (2)

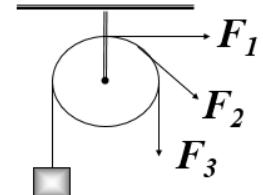
1. Agar jismga faqat markazga intilma kuch ta'sir etsa, u qanday harakatda bo'ladi?  
 A) to'g'ri chiziqli tekis harakatda. B) to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda.

- C) aylana bo'ylab tekis harakatda D) aylana bo'ylab tekis. tezlanuvchan harakatda.

2. Massasi  $m$  bo'lgan jismni muvozanatda ushslash uchun dinamometrdan foydalanylipyapti. Dinamometrning uchta holatdagi ko'rsatishlarini taqqoslab to'g'ri javobni tanlang.

A)  $F_1 > F_2 > F_3$ . B)  $F_1 < F_2 < F_3$ .

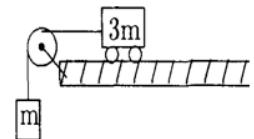
C)  $F_1 = F_2 = F_3$ . D)  $F_1 < F_2 > F_3$



3. Qo'zgalmas vaznsiz blok orqali o'tkazilgan chilvirga massalari 6 va 3 kg bo'lgan yuklar osilgan. Yuklarning harakati vaqtida chilvirming taranglik kuchi qanday bo'ladi? A) 60N. B) 48N. C) 40N. D) 45N.

4. Rasmida keltirilgan sistemaning tezlanishini toping. Ishqalanish kuchini hisobga olmang.

A)  $\frac{3g}{4}$ . B)  $\frac{g}{3}$ . C)  $\frac{g}{2}$ . D)  $\frac{g}{4}$ .



5. Qiya tekislikning uzunligi 6 m, balandligi 1,5 m ga teng. Bu qiya tekislikda biror yukni ko'tarishda kuchdan necha marta yutiladi? Ishqalanishni hisobga olmang. A) 4. B) 3. C) 2. D) kuchdan yutilmaydi.

6. Massalari 2 kg dan bo'lgan uchta g'isht ustma-ust turibdi. Agar g'ishtlar orasidagi ishqalanish koeffisiyenta 0,4 ga teng bo'lsa, o'rtaсидаги g'ishtni tortib olish uchun qancha minimal kuch kerak bo'ladi (N)? A) 50. B) 48. C) 24. D) 56.

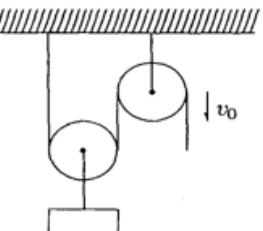
7. Jismning og'irlilik kuchi havoning qarshilik kuchiga teng bo'lganda, jism 40 m balandlikdan qancha vaqtda tushadi? Jismning yerga urilish vaqtidagi tezligi 10 m/s ga teng. A) 3 s. B) 1 s. C) 4 s. D)  $\sqrt{6}s$ .

8. Massasi 20 g bo'lgan jism 2 m radiusli aylana bo'ylab 90 m/s tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Markazga intilma kuch qanchaga teng bo'ladi (N)?

A) 810. B) 81. C) 1620. D) 8,1.

9. Rasmdagi jism ikkita blok yordamida osilgan. Agar ip  $v_0$  tezlik bilan tortilsa, jism qanday tezlikda harakatlanishini aniqlang.

A)  $2v_0$ . B)  $v_0/2$ . C)  $v_0/3$ . D)  $3v_0$ .

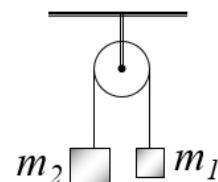
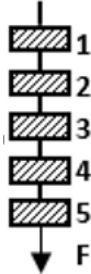
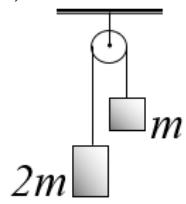


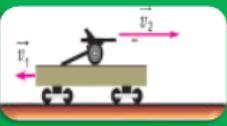
11. Agar massasi 6 kg bo'lgan jism 8 m balandlikdan tushib, qumga 4 sm chuqurlikkacha kirgan bo'lsa qumning o'rtacha qarshilik kuchini toping (kN). A) 2. B) 4. C) 8. D) 12.

12. 8 tonna massali yuk mashinasi joyidan 1 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan qo'zg'aldi. Harakatga qarshilik koeffisiyenti 0,05 ga teng bo'lsa tortish kuchini toping (kN).

A) 15. B) 10. C) 12. D) 5.

13. 3 kg massali jism  $8 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tik tushayotgan bo'lsa, havoning qarshilik kuchini aniqlang ( $N$ ). A) 24. B) 18. C) 54. D) 6.
14. Gorizontal joylashgan dinamometrga o'ng tomonidan 150 N, chap tomonidan 180 N o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan ikkita kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa dinamometr nimani ko'rsatadi ( $N$ )? A) 30. B) 330. C) 0. D) 150.
15. Vertikal devordan sirpanib tushayotgan brusokka devorga tik yo'nalgan 5 N kuch ta'sir etmoqda. Agar brusok va devor orasidagi ishqalanish koeffisiyenti 0,2 ga teng bo'lsa brusokning devorga ishqalanish kuchi ( $N$ ) nimaga teng bo'ladi?
- A) 0,4. B) 3,0. C) 1. D) 2,0.
16. Agar qiyaligi  $45^\circ$  bo'lган tekislikda jismni ushlab turish uchun 3 N, yuqoriga tekis tortish uchun 7 N kuch talab qilinsa, ishqalanish koeffisiyentini toping.
- A) 0,6. B) 0,5. C) 0,55. D) 0,4.
17. Qiya tekislikning qiyalik burchagini oshirib,  $30^\circ$  ga yetkazilganda, undagi 2 kg massali jism sirpana boshladи. Shu jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga tekis tortish uchun qancha kuch kerak? A) 20 N. B) 30 N. C) 15N. D) 10 N.
18. 70 kg massali kishi qo'zg'almas blok yordamida eng ko'pi bilan qancha yukni ko'tara olishi (kg) mumkin? A) 100. B) 90. C) 80. D) 70.
19. 75 kg massali kishi FIK 0,6 bo'lган qo'zg'aluvchan blok yordamida eng ko'pi bilan qancha yukni (kg) ko'tara oladi? A) 90. B) 100. C) 96. D) 98.
20. Chizmadagi ipning taranglik kuchini toping.
- A)  $mg/2$ . B)  $2mg/3$ .  
C)  $mg/3$ . D)  $4mg/3$ .
21. Qo'zg'almas blokdan ip o'tkazilib, bir uchiga 10 N, ikkinchi uchiga 30 N og'irlidagi yuklar osilgan bo'lsa yuklar qanday tezlanish bilan harakatlanadi ( $\text{m/s}^2$ )? A) 5. B) 3. C) 1. D) 1,5.
22. 5 ta bir xil  $m$  massali yuk og'irlilik kuchi maydonida pastga  $F=2mg$  qo'shimcha kuch bilan tortilmokda. 3- va 4- yuklar orasidagi ipning taranglik kuchi qanday?
- A)  $12mg/5$   
B)  $9mg/5$   
C)  $2mg/5$   
D)  $4mg/5$
23.  $m_1=10 \text{ kg}$  va  $m_2=15 \text{ kg}$  massali yuklar qo'zg'almas vaznsiz blok orqali rasmdagidek ipga bog'langan. Sistemaning tezlanishini toping ( $\text{m/s}^2$ ). A) 2. B) 4. C) 5. D) 1.
24. Chizmada ko'rsatilgan, massalari teng bo'lган 3 ta yuk qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Ishqalanishni hisobga olmang ( $\text{m/s}^2$ ). Blokni qo'zg'almaydi deb hisoblang.
- A) 1. B) 2. C) 5. D) 3,3.





## IV BOB. MEXANIKA DA SAQLANISH QONUNLARI



Fizika – materianing umumiy xossalari, moddalar va maydonlarning harakat qonunlarini o’rgishini qayd etgan edik. Materianing, ya’ni moddalarning va maydonlarning harakati esa makon va zamonda ro’y beradi. Shunday ekan makon va zamonda ro’y beradigan barcha jarayonlarni ma’lum tartibga solib turadigan universal qonunlar mavjudmi degan savol tug’iladi. Bunday qonunlar mavjud va fizikada ularga saqlanish qonunlar deyiladi.

U yoki bu nazariyaning, tajriba natijalarining to’g’riliqi aynan shu qonunlarning bajarilishiga qarab tekshiriladi.

Madomiki materianing harakati makon va zamonda ro’y berar ekan bu universal qonunlar ham makon va zamonga tayangan, ya’ni ularning biror xossasiga asoslangan bo’lmog’i kerak. Bu xossalari makonning ya’ni fazoning bir jinsliligi va izotropligi, zamonning ya’ni vaqtning esa bir jinsliligidir.

### Fazoning bir jinsliligi

Fazoning bir jinsliligi deyilganda uning barcha nuqtalarining teng kuchliligi tushuniladi. Boshqacha aytganda fizik jarayonning ro’y berishi, tajriba fazoninig qaysi nuqtasida o’tkazilishidan qat’iy nazar bir xilda kechadi. Harakat miqdorining (impulsining) saqlanish qonuni fazoning bir jinsliligining natijasidir.

### Fazoning izotropligi

Fazoning izotropligi deyilganda uning barcha yo’nalishlarining teng kuchliligi tushuniladi. Boshqacha aytganda fizik jarayonning ro’y berishi tajriba fazoning qaysi yo’nalishida o’tkazilishidan qat’iy nazar bir xilda kechadi. Harakat miqdori momentining (impuls momentining) saqlanish qonuni fazoning izotropligining natijasidir.

### Vaqtning bir jinsliligi

Vaqtning bir jinsliligi deyilganda uning xar bir onining teng kuchliligi tushuniladi. Boshqacha aytganda fizik jarayonning ro’y berishi tajribaning qachon boshlanishiga (ertalab soat sakkizdamli yoki kechqurun soat o’ndamli) mutlaqo bog’lik emas. Energiyaning saqlanish qonuni vaqtning bir jinsliligining natijasidir.

## 27-§. IMPULS

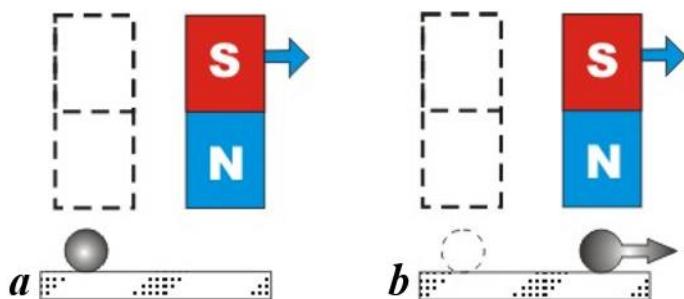
### (kuch impusi va jism impulsi)

“Impuls” lotincha *impulsus* so’zidan kelib chiqqan bo’lib, lug’aviy ma’nosi “*turtki*” demakdir. Mexanikada impuls ikkiga bo’linadi: kuch impulsi va jism impulsi.

**1. Kuch impulsi.** Jismlarning o’zaro ta’siri natijasi faqat kuchga emas, balki ularning o’zaro ta’sirlashish vaqtiga ham bog’liqdir. Bunga quyidagi tajribalarda ishonch hosil qilish mumkin.

Gorizontal oyna ustiga po’lat sharcha qo’yamiz. Sharchaning ustidan kuchli magnitni tez o’tkazamiz, sharcha joyidan salgina qo’zg’alganini sezamiz (206-a rasm).

Endi magnitni sharcha ustidan sekinroq o’tkazib tajribani takrorlaymiz, bu holda sharcha harakatga keladi va magnit orqasidan ergashib harakatlanadi (206-b rasm).



**206 – rasm.**

Eksperiment o’zaro ta’sir natijalari o’zaro ta’sir vaqtiga bog’liqligidan dalolat beradi.

Biz stol chetida turgan qog’oz varagi ustiga suv to’ldirilgan stakan qo’yamiz. Agar qog’ozni sekin tortsak, u holda stakan qog’oz bilan birga surilib keladi (207-a rasm). Agar qog’ozni gorizontal yo’nalishda keskin tortsak, u holda qog’oz stakan ostidan chiqib ketadi, stakan esa o’z joyida qoladi (207-b rasm).

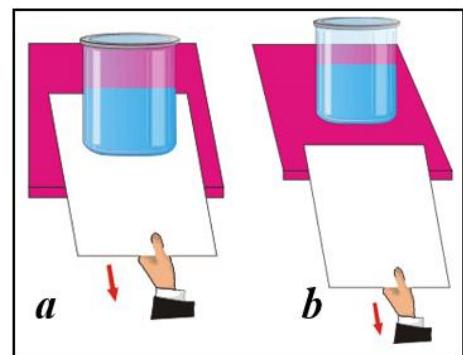
O’tkazilgan tajribalar jismlarning o’zaro ta’sir natijalari faqat kuch kattaligiga emas, balki uning ta’sir vaqtiga ham bog’liqligini ko’rsatadi. Shuning uchun fizikada kuch ta’sirini xarakterlash uchun maxsus kattalik – **kuch impulsi** kiritilgan.

Kuchning biror vaqt oralig’idagi ta’sirining o’lchovi bo’lib hisoblanuvchi fizik vektor kattalikka **kuch impulsi**, deb ataladi.

Kuch impulsi kuchni uning ta’sir vaqtiga ko’paytmasi bilan o’lchanadi:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$$

bunda  $I = F \cdot t$  kuchning  $t$  vaqt davomidagi impulsi.



**207 – rasm.**

Kuch impulsining yo'nalishi kuchning yo'nalishi bilan mos tushadi. Xalqaro birliklar sistemasida kuch impulsi birligi qilib  $1s$  davomida ta'sir  $1N$  jismga beradigan impulsi qabul qilingan, ya'ni

$$[\vec{I}] = [\vec{F}] \cdot [t] = 1N \cdot 1s = 1N \cdot s \quad \text{yoki} \quad [\vec{I}] = 1N \cdot s$$

## 2. Jism impulsi yoki harakat miqdori.

Faraz qilaylik, qiya estakada bo'ylab 2 kg massali paxta to'ldirilgan qop 5 m/s tezlik bilan sirpanib tushsin (208-rasm). Estakada etagida (pastda) qopni qo'l bilan oson to'xtatib qabul qilib olish mumkin. Agar estakadadan xuddi shunday tezlik bilan qum solingan qop sirpanib tushayotgan bo'lsa, uni qo'l bilan to'xtatib olish mumkin emas.

5 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massani 9 g bo'lgan o'qni juda yupqa gazlama yoki karton qog'ozi bilan to'xtatish mumkin, biroq miltiqdan 800 m/s tezlik bilan otilgan xuddi shu o'qni deyarli uchta qalin taxta yordamida ham to'xtatish mumkin emas.

Jismning impulsi tezligi bilangina emas, massasi bilan ham aniqlanadi. Masalan, yuk tashuvchi samosval BELAZ impulsi tez harakatlanayotgan poyga avtomobili impulsidan ancha marta kattadir (209 – a, b rasmlari).

Demak, jism harakatini xarakterlash uchun faqat uning massasini yoki tezligini bilish yetarli emas. Shuning uchun mexanik harakatlarning o'lchovlaridan biri sifatida maxsus kattalik – **jism impulsi** (harakat miqdori) kiritilgan va jism impulsi  $p$  harifi bilan belgilanadi.

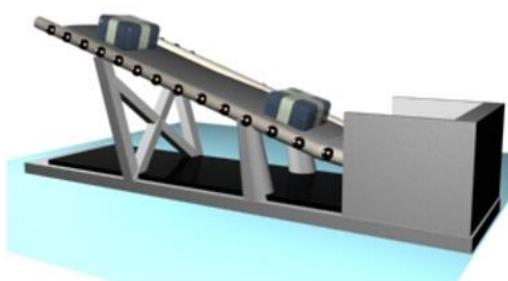
Jism impulsini quyidagich ham ta'riflash mumkin: mexanik harakatning o'lchovi hisoblanuvchi fizik vektor kattalikka **jismning impulsi** deyiladi.

Jism impulsi jism massasining uning harakatlanish tezligiga ko'paytmasi bilan o'lchanadi:  $\vec{p} = m \cdot \vec{\vartheta}$

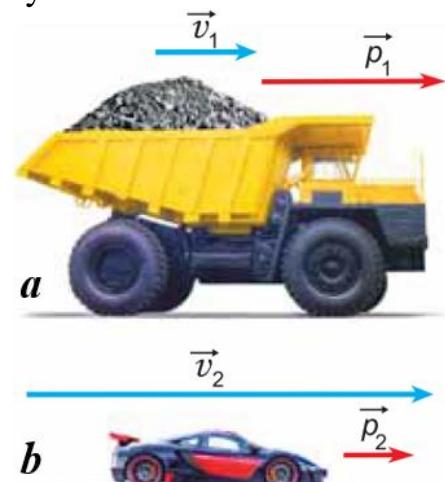
$\vec{p} - \vec{\vartheta}$  tezlik bilan harakatlanayotgan massali jism impulsi.

Xalqaro birliklar sistemasida impuls birligi qilib,  $1 m/s$  tezlik bilan harakatlanuvchi massasi  $1kg$  bo'lgan jism impulsi (*sekundiga kilogramm metr*) qabul qilingan:  $[\vec{p}] = [m] \cdot [\vec{\vartheta}] = 1kg \cdot 1m/s = 1 \frac{kg \cdot m}{s}$ .

**3. Kuch impulsi va jism impulsi orasidagi munosabat.** Faraz qilaylik,  $m$  massali jism  $\vec{\vartheta}_0$  tezlik bilan harakatlansin. Keyin bu jism  $t$  vaqt davomida boshqa jism bilan  $\vec{F}$  kuch bilan o'zaro ta'sirlashsin. Bu o'zaro ta'sir jarayonida jism quyidagi tezlanish bilan harakatlansin:  $\vec{a} = \frac{\vec{\vartheta} - \vec{\vartheta}_0}{t}$  bunda  $\vec{\vartheta} - \vec{\vartheta}_0$  o'zaro ta'sir oxiridagi jism tezligi.



208 – rasm.



209 – rasm.

Biroq, Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$  bo'lsin. Binobarin,

$$\frac{\vec{\vartheta} - \vec{\vartheta}_0}{t} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ yoki } \vec{F}t = m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0.$$

Hosil qilingan formulada  $\vec{F}t$  – kuch impuls,  $m\vec{\vartheta}_0$  – jismning o'zaro ta'sirlashguncha impuls,  $m\vec{\vartheta}$  – jismning o'zaro ta'siridan keyingi impuls,  $m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0$  o'zaro ta'sir natijasida jism impulsining o'zgarishi.

Shunday qilib, jism impulsining o'zgarishi o'zaro ta'sir kuchi impulsiga teng. Agar jism impulsining o'zgarishini  $\Delta p$  deb belgilasak u holda:  $\Delta p = m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0$  yoki  $\vec{I} = \Delta\vec{p}$ ,  $\vec{I} = m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0$ ,  $\vec{F} \cdot \Delta t = m\Delta\vec{\vartheta} = m(\vec{\vartheta}_2 - \vec{\vartheta}_1)$ ;

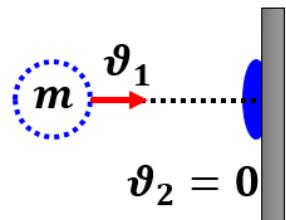
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t}$$

### Jism impulsining o'zgarishi - $\Delta p$ .

1)  $m$  massali jism tekislikka  $\vartheta$  tezlik bilan tik yo'nalishda noelastik urilganida jism tezligi o'zgarmaydi chunki jism telislikka yopishib qoladi natijada jimning to'qnashgandan keying tezligi nolga teng bo'ladi (210–rasm):

$$\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 \text{ formulaga asosan } \vartheta_1 = \vartheta \text{ ga } \vartheta_2 = 0 \text{ demak}$$

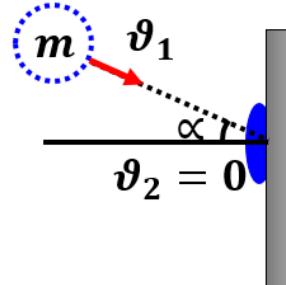
$$\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 = \vartheta - 0 = \vartheta \text{ u holda } \Delta p = m \cdot \vartheta$$



210 – rasm.

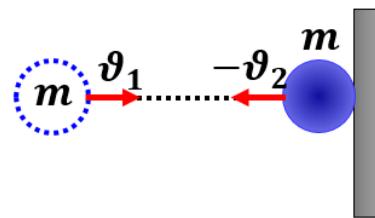
2)  $m$  massali jism tekislikka  $\alpha$  burchak ostida  $\vartheta$  tezlik bilan noelastik urilganida impulsining o'zgarishi quyidagicha topiladi bu holtda jism noelastik urilgandan keyin tekislikka yopishib qoladi natijada  $\vartheta_2 = 0$  bo'ladi,  $\vartheta_1$  esa burchak  $\cos$  ga muofiq  $\vartheta_1 = \vartheta \cdot \cos \alpha$  ifoda orqali topiladi u holda  $\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 = \vartheta \cdot \cos \alpha$  ga teng bo'ladi bu tenglikdan jism impulsining o'zgarishi quyidagi formula orqali ifodalanadi (211–rasm):

$$\Delta p = m \cdot \vartheta \cdot \cos \alpha$$



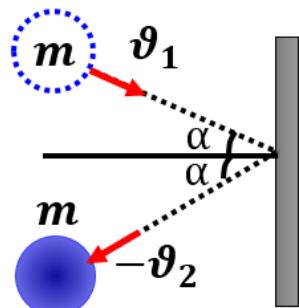
211 – rasm.

3)  $m$  massali jism tekislikka  $\vartheta$  tezlik bilan elastik urilganida jism tekislikka qanday tezlik bilan urulgan bo'lsa miqdor jihatidan teng ammo qarama – qarshi bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan tezlik bilan qaytadi  $\vartheta_1 = \vartheta$ ,  $\vartheta_2 = -\vartheta$  ga teng uholda  $\Delta\vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2$  ga asosan  $\Delta\vartheta = \vartheta_1 - (-\vartheta_2) = 2\vartheta$  ga teng bo'ladi,  $\Delta p$  esa (212–rasm):  $\Delta p = 2m \cdot \vartheta$



212 – rasm.

4)  $m$  massali jism tekislikka  $\alpha$  burchak ostida  $\vartheta$  tezlik bilan elastik urilganida jism tekislikka qanday tezlik bilan urulgan bo'lsa miqdor jihatidan teng ammo qarama – qarshi tezlik bilan qaytadi, tezliklar uch burchak xossasiga ko'ra  $\vartheta_1 = \vartheta \cdot \cos \alpha$ ,  $\vartheta_2 = -\vartheta \cdot \cos \alpha$  ga teng uholda  $\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2$  ga asosan  $\Delta \vartheta = \vartheta \cos \alpha - (-\vartheta \cos \alpha) = 2\vartheta \cos \alpha$  ga teng bo'ladi,  $\Delta p$  esa (213-rasm):  $\Delta p = 2m \cdot \vartheta \cdot \cos \alpha$



**213 – rasm.**

### Jismlar sistemasining impulsi ya'ni natijaviy impuls - $P_{nat}$ .

1) Jismlar bir xil yo'nalishda harakatlanayotganida birinchi jism  $p_1 = m_1 \vartheta_1$ , ikkinchi jism  $p_2 = m_2 \vartheta_2$  impulsiga ega bo'lsin u holda bu jismlarning natijaviy impulsini impulslarining yig'indisiga teng.

$$P_{nat} = p_1 + p_2 \quad \text{yoki} \quad P_{nat} = m_1 \vartheta_1 + m_2 \vartheta_2$$

2) Jismlar qarama – qarshi yo'nalishda  $p_1 = m_1 \vartheta_1$  va  $p_2 = m_2 \vartheta_2$  impulslar bilan harakatlangan bo'lsa ularning natijaviy impulsini impulslarining ayirmasiga teng.  $P_{nat} = p_1 - p_2$  yoki  $P_{nat} = m_1 \vartheta_1 - m_2 \vartheta_2$

3) Jismlar perpendikulyar (tik) yo'nalishda  $p_1 = m_1 \vartheta_1$  va  $p_2 = m_2 \vartheta_2$  impulslar bilan harakatlangan bo'lsa ularning natijaviy impulsini Pifogor teoremasiga asosan kvadrat ildiz ostida impulslarining kvadratlari yig'indisiga teng.  $P_{nat} = \sqrt{(p_1)^2 + (p_2)^2}$  yoki  $P_{nat} = \sqrt{(m_1 \vartheta_1)^2 + (m_2 \vartheta_2)^2}$

4) Jismlar o'zaro  $\alpha$  burchak ostida  $p_1 = m_1 \vartheta_1$  va  $p_2 = m_2 \vartheta_2$  impulslar bilan harakatlangan bo'lsa ularning natijaviy impulsini supirpazitsiya prinsipi bo'yicha quyidagiga teng.  $P = \sqrt{(p_1)^2 + (p_2)^2 + 2(p_1) \cdot (p_2) \cos \alpha}$  yoki

$$P = \sqrt{(m_1 \vartheta_1)^2 + (m_2 \vartheta_2)^2 + 2(m_1 \vartheta_1) \cdot (m_2 \vartheta_2) \cos \alpha}$$

### Nisbiy impuls $P_{nis}$ .

Tezligi  $\vartheta_1$  massasi  $m_1$  bo'lgan jismning tezligi,  $\vartheta_2$ , massasi  $m_2$  bo'lgan boshqa jismga nisbatan impulsiga nisbiy impuls deyiladi.

1) Jismlar bir xil yo'nalishda harakatlanayotganida:  $P_{nis} = m_1 (\vartheta_1 - \vartheta_2)$

2) Qarama-qarshi yo'nalishlarda harakatlanayotganida:  $P_{nis} = m_1 (\vartheta_1 + \vartheta_2)$

3) Jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlanayotganida:

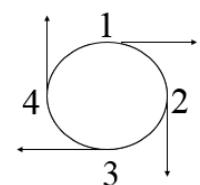
$$P_{nis} = m_1 \sqrt{(\vartheta_1)^2 - (\vartheta_2)^2}$$

## Mavzuga doir test (1)

- Sharchaga kuch 3 s davomida ta'sir qilib, uning impulsini  $30 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  ga o'zgartirdi. Ta'sir etuvchi kuchning qiymatini aniqlang (N). A) 5. B) 10. C) 15. D) 20.
- Jismga 15 N kuch 5 s davomida ta'sir etadi. Jism impulsining o'zgarishi nimaga teng? ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ) A) 750. B) 75. C) 7,5. D) 0,75.
- Massasi 50 kg bo'lgan jism tinch holatidan boshlab 2 m/s tezlikka erishgan bo'lsa, unga kattaligi 20 N bo'lgan kuch qancha vaqt ta'sir etgan? (s)  
A) 3. B) 4. C) 5. D) 6.
- 0,3 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 80 kg massali aravachaga 20 kg yuk qo'yildi. Bunda aravacha tezligi qanchaga kamayadi? ( $\text{m/s}$ )  
A) 6. B) 0,6. C) 0,006. D) 0,06.
- 1,1 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan vagon o'z yulida tinch turgan massasi 10 t bo'lgan boshqa vagon bilan to'qnashdi va ular birgalikda 1 m/s tezlik bilan harakatni davom ettirdi. Birinchi vagonning og'irligi qancha bo'ladi? (N)  
A)  $1 \cdot 10^5 \text{ N}$ . B)  $2 \cdot 10^5 \text{ N}$ . C)  $3 \cdot 10^5 \text{ N}$ . D)  $4 \cdot 10^5 \text{ N}$ .
- O'zgarmas  $3 \text{ v}$  va  $\text{v}$  tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashdi. To'qnashishdan keyingi tezlikni toping.  
A)  $4 \text{ v}$ . B)  $2 \text{ v}$ . C)  $6 \text{ v}$ . D)  $\text{v}$
- 10 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan 1 kg massali jism 1,8 m balandlikdagi gorizontal to'siq bilan mutlaq elastik to'qnashib qaytdi. To'qnashishdagi kuch impulsini toping ( $\text{N}\cdot\text{s}$ ). A) 12. B) 14. C) 16. D) 18.
- Agar massasi 50 kg bo'lgan bola tinch turgan 1 t massali soldan 2 m/s tezlik bilan qirg'oqqa sakrasa, sol qanday tezlik oladi? ( $\text{m/s}$ ) A) 1. B) 0,5. C) 0,01. D) 0,1.
- Ovchi suzib borayotgan qayiqda turib harakat yo'nalishida miltiq otdi. Agar ikki marta ketma-ket o'q uzilganda qayiq to'xtab qolsa, qayiq qanday tezlikka ega bo'lgan? ( $\text{m/s}$ ) Qayiq bilan ovchining massasi 200 kg, o'qning massasi 20 g. O'qning uchib chiqish tezligi 500 m/s. A) 0,4. B) 0,5. C) 0,04. D) 0,2.
- Massasi 750 t bo'lgan kemada turib uning harakatiga qarshi yo'nalishda gorizontga  $60^\circ$  burchak ostida zambarak otildi. Massasi 30 kg bo'lgan snaryad kemaga nisbatan 1 km/s tezlik bilan uchib chiqqan bo'lsa kemaning tezligi qancha o'zgaradi? ( $\text{m/s}$ )  
A) 0,4. B) 0,04. C) 0,004. D) 4.

## Mavzuga doir test (2)

- Kuch impulsining birligini ko'rsating.  
A)  $\text{N}\cdot\text{s}$ . B)  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ . C)  $\text{N}\cdot\text{m}$ . D)  $\text{N}\cdot\text{s}^2$ .
- Qanday fizik kattalik  $\text{N}\cdot\text{s}$  birlikda o'lchanadi?  
A) *kuch impulsi*. B) *energiya*. C) *kuch*. D) *tezlanish*.
- Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jism qaysi nuqtalar oralig'iga ko'chganda, uning impulsining o'zgarishi modul jihatdan eng katta bo'ladi?  
A) 1 dan 2 ga. B) 1 dan 3 ga.  
C) 1 dan 4 ga. D) 2 dan 3 ga.



4. Tinch turgan jismga 5 s davomida 2 N kuch ta'sir qilgan bo'lsa, jism impulsining o'zgarishini toping ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ). A) 2. B) 4. C) 5. D) 10.

5. Rasmdagi jismlar sistemasining impulsini toping ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ).

$m_1=m_2=2 \text{ kg}$ ;  $v_1=2v_2=8 \text{ m/s}$ .

- A) 30. B) 20. C) 4. D) 8.

6. Rasmdagi jismlar sistemasining impulsini toping ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ).

$m_1=m_2=1 \text{ kg}$ ;  $2v_1=v_2=16 \text{ m/s}$ .

- A) 30. B) 26. C) 8. D) 10.

7. 0,75 kg massali jismning harakat qonuni  $x=4t+2t^2$  ko'rinishga ega. Uning 5-va 10-sekundlar orasidagi impuls o'zgarishini toping ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ).

- A) 0. B) 10. C) 15. D) 20.

8. Kuchning ta'sir vaqtiga 4 marta oshsa tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jismning bosib o'tadigan yo'li necha marta ortadi?

- A) 2. B) 8. C) 4. D) 16.

9. Sharcha impulsining koordinata o'qlariga proeksiyalari 2 s ichida 0 dan  $p_x=6 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  va  $p_y=8 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  gacha oshdi. Kuch impulsini toping ( $\text{N}\cdot\text{s}$ )

- A) 3. B) 4. C) 5. D) 10.

10. 2 kg massali jism 1 m balandlikdan  $8 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tushdi. Jism impulsining o'zgarishini toping ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ). A) 0,8. B) 0,2. C) 8. D) 1.

11. Temirchining 0,5 t massali bolg'asi 1,8 m balandlikdan sandonga erkin tushmoqda. Zarbning davomiyligi 0,01 s. Zarbni noelastik deb hisoblab, zarb kuchining o'rtacha qiymatini aniqlang (kN). A) 25. B) 60. C) 300. D) 600.

12. Biror  $m$  massali moddiy nuqta aylana bo'y lab  $v$  tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Aylanish davrining chorak (1/4) qismida impulsning o'zgarishi qanday?

- A)  $\sqrt{2}mv$ . B)  $mv$ . C) 0. D)  $2mv$ .

13. Biror  $m$  massali moddiy nuqta aylana bo'y lab  $v$  tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Impulsning bir aylanish davri davomidagi o'zgarishi qanday bo'ladi?

- A)  $2mv$ . B)  $mv$ . C) 0. D)  $4mv$ .

14. Reislarga parallel yo'nalishda 505 m/s tezlik bilan uchayotgan 100 kg massali snaryad massasi 10 t bo'lgan tinch turgan qumli platformaga urildi va qumga kirib qoldi. Platforma qanday tezlik bilan harakatlanishini ( $\text{m/s}$ ) toping.

- A) 4,95. B) 5,05. C) 5. D) 4,55.

15.  $m_1$  massali uzun aravaning bir chetida massasi  $m_2$  bo'lgan bola turibdi. Agar bola arava bo'y lab  $v$  tezlik bilan harakatlansa, arava qanday tezlik bilan harakatlanadi?

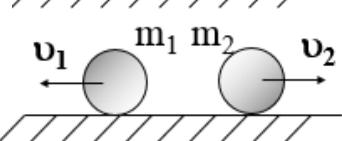
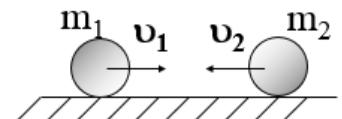
$$A) \frac{m_2v}{m_1 + m_2}. B) \frac{m_1v}{m_2}. C) \frac{m_1v}{m_1 + m_2}. D) 0.$$

16.  $v$  va  $2v$  tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashdi. To'qnashishdan keyingi tezlikni aniqlang.

- A)  $v$ . B)  $v/2$ . C)  $2v$ . D)  $1,5v$ .

17. Tezliklari o'zgarmas  $3v$  va  $v$ , massalari moc ravishda 2m va 3m bo'lgan jismlar o'zaro noelastik to'qnashgandan so'ng ular qanday tezlik bilan harakat qiladilar?

- A)  $3v$ . B)  $9v$ . C)  $2v$ . D)  $9v/5$ .



18. Pistoletdan  $m$  massali o'q  $v$  tezlik bilan otilgan. Agar pistoletning massasi o'q massasidan 100 marta katta bo'lsa pistolet qanday tezlik bilan tepki oladi?

- A) 0.     B)  $v$ .     C)  $v/2$ .     D)  $v/100$ .

19. Reaktiv harakat deb qanday harakatga aytiladi?

- A) aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat.  
 B) tinch turgan jismga boshqa jism ta'sir qilganda paydo bo'ladigan harakat.  
 C) jismga boshqa jismlar ta'sir qilmaganda jismning tekis harakatlanshi.  
 D) jismning biror qismi undan qandaydir tezlik bilan ajralganda paydo bo'ladigan harakat.

20. Uchib ketayotgan raketadan har sekundda 20 kg gaz 450 m/s tezlik bilan otilib chiqayotgan bo'lsa, reaktiv kuch nimaga teng bo'ladi (kN)?

- A) 4,5.     B) 6,5.     C) 9.     D) 12.

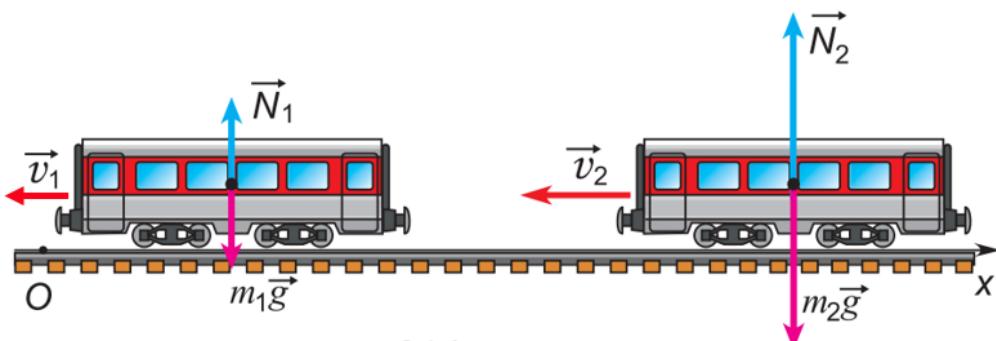
## 28-§. IMPULSNING SAQLANISH QONUNI

Fizikada jismlar yaxlit bir guruhi **jismlar sistemasi** yoki qisqacha **sistema** deb ataladi. Misol tariqasida quyidagi keltirib o'tishimiz mumkin molekulalar, atomlar, elementar zarralar to'plami ham sistema bo'la oladi.

Sistemadagi jismlar faqat bit – biri bilan o'zaro ta'sirlashsa yoki sistemaga tashqi kuchlar ta'sir qilmasa yani tashqi kuchlar o'zaro muzozanatlashsa, bunday jismlar sistemasi yopiq yoki izolyatsiyalangan sistema deb ataladi.

**Izolator** – lotincha “*izolator*” so'zidan olingan bo'lib “*yallalangan*” degan ma'moni anglatadi.

Ikkinchi vagonning tezligi birinchi vagonning tezligidan katta, yani  $\mathcal{G}_2 > \mathcal{G}_1$  bo'lsin. Birmuncha vaqtidan keyin ikkinchi vagon birinchi vagonga yetib oladi va vagonla bir – biriga tirkaladi. Natijada ularning tezliklari o'zgaradi. Vagonning tirkalgandan keyingi tezliklarini  $\mathcal{G}'_1$  va  $\mathcal{G}'_2$  bilan, vagonlarning o'zaro ta'sir vaqtini esa  $\Delta t$  bilan belgilaylik (214–rasm).



214 – rasm.

Vagonlarning o'zaro ta'sirida, Nyutonning uchunchi qonuniga muofiq, ularga son qiymati jihatidan teng va yo'nalishi qarama – qarshi bo'lgan kuchlar ta'sir qiladi, ya'ni

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  Impulsning o'zgarish qonuni  $\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{\vartheta}_2 - \vec{\vartheta}_1}{\Delta t} = \frac{m\vec{\vartheta}_2 - m\vec{\vartheta}_1}{\Delta t}$  ga muofiq, bu kuchlar mos ravishda quyidagicha ifodalanadi:  $\vec{F}_1 = \frac{m\vec{\vartheta}'_1 - m\vec{\vartheta}_1}{\Delta t}$ ,  $\vec{F}_2 = \frac{m\vec{\vartheta}'_2 - m\vec{\vartheta}_2}{\Delta t}$ .

Binobarin,  $\frac{m\vec{\vartheta}'_1 - m\vec{\vartheta}_1}{\Delta t} = -\frac{m\vec{\vartheta}'_2 - m\vec{\vartheta}_2}{\Delta t}$  agar kasrlarni maxrajlaridagi  $\Delta t$  qisqarsa u holda  $m\vec{\vartheta}'_1 - m\vec{\vartheta}_1 = -m\vec{\vartheta}'_2 - m\vec{\vartheta}_2$  buni quyidagicha yozish mumkin  $m\vec{\vartheta}_1 + m\vec{\vartheta}_2 = m\vec{\vartheta}'_1 + m\vec{\vartheta}'_2$  Ikki jismning to'qnashgunga qadar impulslarning yi'gindisi to'qnashgandan keyingi impulslarining yig'indisiga teng.

$$m\vec{\vartheta}_1 + m\vec{\vartheta}_2 = m\vec{\vartheta}'_1 + m\vec{\vartheta}'_2$$

Bu formulaga **impulsning saqlanish qonuni** deyiladi.

Yopiq mexanik sistemada barcha jismlar impulslarining vektor yig'indisi o'zgarishsiz saqlanadi:  $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 + m_3\vartheta_3 + \dots + m_n\vartheta_n = \text{const}$

Jismlar bir – biriga **elastik to'qnashishi** yoki **noelastik to'qnashishi** mumkin.

**Elastik to'qnashishi** deb shunday to'qnashishga aytildiği, bunda jismlarning mexanik energiyasi ichki energiyaga aylanmaydi. Bunday to'qnashish vaqtida kinetik energiya batomom yoki qisman elastik deformatsiya potensial energiyasiga aylanadi. Keyin esa jismlar bir – birni itarib dastlabki shakilga qaytadi. Natijada elastik deformatsiya potensial energiyasi qaytib kinetik energiyaga aylanadi va jismlar ma'lum tezliklar bilan qarama – qarshi yo'nalishda harakatlanadi.

**Izoh:** elastik to'qnashishda impulsning saqlanish qonuni bajarilmaydi. Elastik to'qnashishini energiyaning saqlanish va aylanish qonuni mavzusida o'rjanamiz.

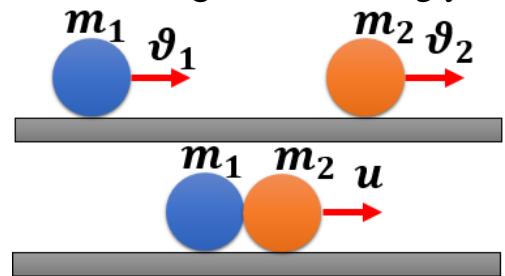
**Noelastik to'qnashishi.** Jismlar to'qnashganlarida ularning kinetik energiyasi batomom yoki qisman deformatsiya potensial energiyasiga va ichki energiyaga aylanadi. Bunda faqat impulsning saqlanish qonunigina bajariladi.

Noelastik to'qnashgan jismlar bir butun bo'lib, birgalikda harakatlanadi.

Jismlarning noelastik to'qnashgandan keyingi birgalikdagi harakat tezligi  $u$  ni topish:

1) To'qnashgunga qadar harakat yo'nalishi bir xil bo'lganida, ular to'qnashgandan keyin bir xil tezlik  $u$  bilan harakatlanadi (215–rasm).

$$m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 = m_1u + m_2u \quad \text{dan} \quad u = \frac{m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

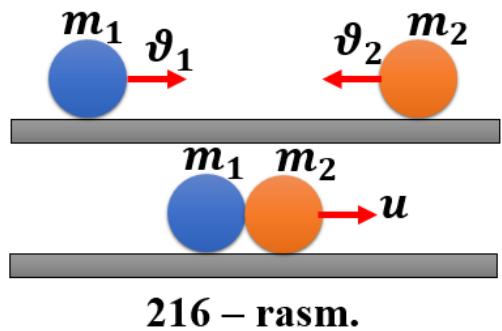


**215 – rasm.**

2) To'qnashgunga qadar harakat yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa bu holatda ham ikkala jism to'qnashgandan keyin bir xil tezlik  $u$  bilan harakatlanadi (216-rasm):

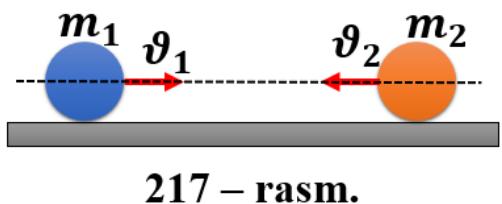
$$m_1\vartheta_1 + (-m_2\vartheta_2) = m_1u + m_2u \text{ dan}$$

$$u = \frac{m_1\vartheta_1 - m_2\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$



216 – rasm.

**Markaziy to'qnashish.** To'qnashayotgan jismlarning harakat yo'nalishlari ularning massa markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqda yotsa, bunday to'qnashishga markaziy to'qnashish deyiladi (217-rasm).



217 – rasm.

### Impulsning saqlanish qonunini tadbiqi

Gorizental stol ustida  $M$  massali kubik shaklidagi yog'och brusok yotibdi. Unga massasi  $m$  tezligi  $\vartheta_2$  bo'lgan o'q kelib urilib tiqilib qoldi. Natijada yog'och brusok impuls oldi, brusok bilan o'q birgalikda  $u$  tezlik bilan harakatlanadi (218-rasm). O'q bilan yog'och brusokni birgalikdagi tezligi  $u$  quyidagicha topiladi: imulsning saqlanish qonuniga asosan  $M\vartheta_1 + m\vartheta_2 = Mu + mu$ ,

$$M\vartheta_1 + m\vartheta_2 = u(M + m) \text{ dan } u = \frac{M\vartheta_1 + m\vartheta_2}{(M + m)} \text{ agar } \vartheta_1 = 0 \text{ bo'lsa}$$

$$u = \frac{m\vartheta_2}{M + m}$$

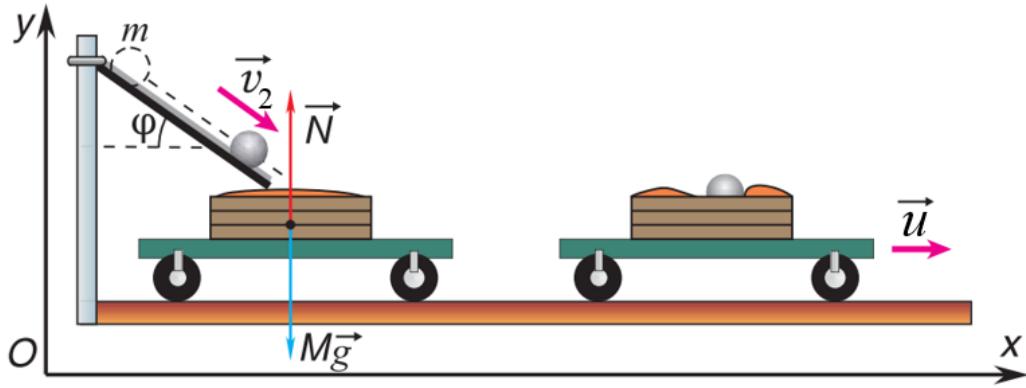


218 – rasm.

Tinch turgan  $M$  massali qumli aravachaga gorizont bilan  $\varphi$  burchak hosil qilgan qiya tekislikdan  $m$  massali sharcha dumalab  $\vartheta_2$  tezlik bilan kelib urulib qumli aravachaga impuls berdi, natijada qumli aravacha va sharcha birgalikda  $u$  tezlik bilan harakatlanadi (219-rasm). Ularning birgalikdagi tezligi  $u$  quyidagicha topiladi: impulsning saqlanish qonuniga asosan

$$M\vartheta_1 + m\vartheta_{2x} = Mu + mu, \quad M\vartheta_1 + m\vartheta_{2x} = u(M + m) \text{ dan}$$

$$u = \frac{M\vartheta_1 + m\vartheta_{2x}}{(M + m)} \text{ agar } \vartheta_1 = 0, \quad \vartheta_{2x} = \vartheta \cos \varphi \text{ bo'lsa } u = \frac{m\vartheta \cos \varphi}{M + m}.$$



**219 – rasm.**

Tinch turgan platforma ustiga o'rnatilgan topdan o't ochildi natijada  $m$  massaga ega bo'lgan snariyat  $\vartheta_2$  tezlik bilan otilib chiqish paytida platformaga impuls beradi, impuls natijasida platforma snariyat harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi (220-rasm). Bunda platformaning top bilan birgalikdagi tezligi  $u$  quyidagicha topiladi: impulsning saqlanish qonuniga asosan  $Mu + m\vartheta_2 = 0$ ,  $Mu = -m\vartheta_2$  dan

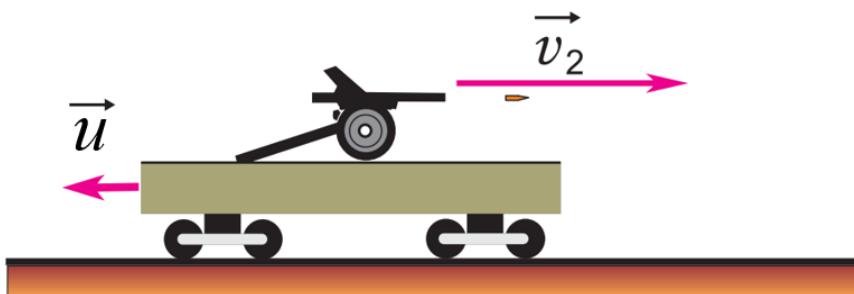
$$u = -\frac{m\vartheta_2}{M}$$

bu yerda  $M$  – platformaning top bilan birgalikdagi massasi,  $m$  – snariyatning massasi,  $u$  – platforma bilan top birgalikdagi tezligi,  $\vartheta_2$  – snariyatning tezligi.

Agar top platformaning ustiga gorizontga nisbatan  $\alpha$  burchak ostida o'rnatilgan bo'lsa, u holda:  $u = -\frac{m\vartheta_{2x}}{M}$

bu yerda  $\vartheta_{2x}$  – snariyatning  $x$  o'qiga proyeksiyasi.  $\vartheta_{2x} = \vartheta_2 \cos \alpha$  bo'lsa

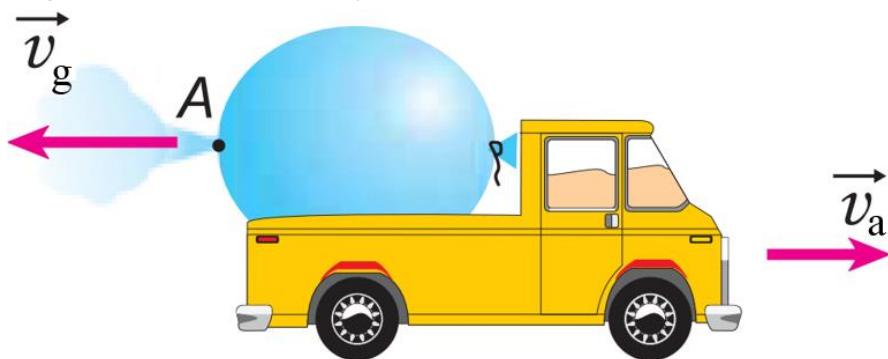
$$u = -\frac{m}{M} \cdot \vartheta_2 \cos \alpha.$$



**220 – rasm.**

## Reaktiv harakat

Quyidagich tajriba o'tkazamiz. O'yinchoq avtomobilning ustiga gaz bilan to'ldirilgan sharni 221-rasmida ko'rsatilgandek o'rnatamiz. Sharning A nuqtasida kichchik teshik hosil qilamiz, bu teshikda gaz tezlik bilan otilib chiqsa boshlaydi natijada gazning harakariga qarma – qarshi yo'nalishda avtomobil harakatga keladi. Bunday harakatga reaktiv harakat deyiladi.



221 – rasm.

Yuqorida 220-rasmida ko'rsatilgan tajribani ham reaktiv harakat deb qarshumungkin. Chunki sistemadan bir qismi katta tezlik bilan ajralib chiqib ketish natijasida sisemaning o'zi unga qarma – qarshi yo'nalishda harakat qilmoqda.

Reaktiv harakat impulsning saqlanish qonunining muhim qo'llanilishlaridan biridir.

Jismlar sistemasini biror qismi katta tezlik bilan ajralganda unga qarama-qarshi yo'nalishda vujudga keladigan harakat **reakтив harakat** deyiladi.

Reaktiv harakatda jism qismlari qarama-qarshi tomonlarga uchib ketadi, bu qismlarning impulslari o'zaro teng bo'ladi:  $m_1 \cdot \vec{v}_1 = m_2 \cdot \vec{v}_2$

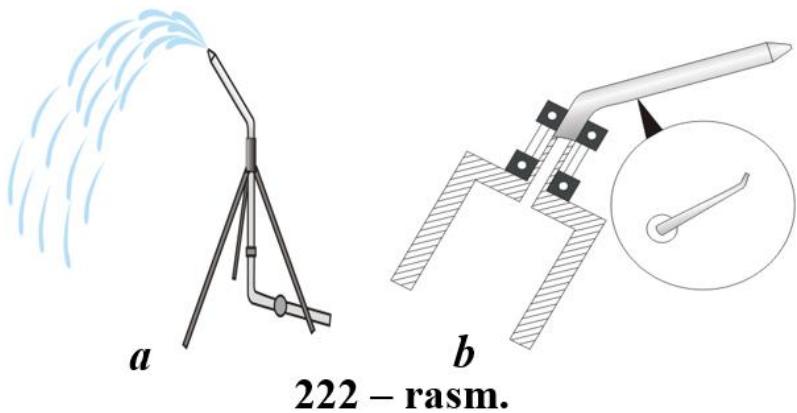
## Reaktiv harakatga doir misollar

Impuls saqlanish qonuni tabiatda va texnikada keng aks etuvchi qonundir.

Kundalik hayotimizda reaktiv harakatni juda ko'p kuzatamiz. Vodoprovod jo'mragidan chiqayotgan shovqinni kamaytirish uchun ba'zida rezina trubka kiygiziladi. Suv tushayotganida trubka tushayotgan suv oqimiga qarama-qarshi tomonga og'adi.

Ehtimol, har biringiz bog' uchastkasiga suv quyishda (sepishda) o'rab qo'yilgan shlangdan suv oqa boshlaganda shlang to'g'rilanib qolishini kuzatgandirsiz. Bunga suv oqimining kuchi majbur qiladi.

Katta bo'lмаган maydonlarni yomg'ir yog'dirib sug'orish uchun qo'llaniladigan uzoqqa suv otuvchi yog'diruvchi moslama stvoli aylanish o'qi atrofida uzluksiz aylanadi (222-a rasm). Buning uchun stvol uchini gorizontal tekislikda ozgina bukib qo'yish kifoya (222-b rasm): undan chiqayotgan suv oqimi stvolni aylantiruvchi reaktiv kuchni hosil qiladi.

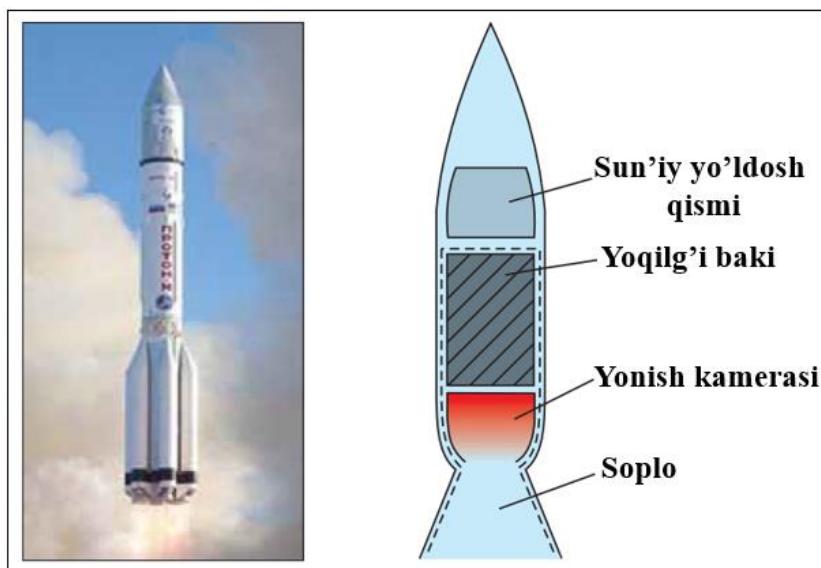


**222 – rasm.**

Har birimiz “*raketa*” so’zini eshitganimiz va raketadan Yer atrofidagi fazoni hamda Quyosh sistemasini o’rganish uchun foydalanilishini bilamiz. Lekin, sizlardan ko’phililingiz raketa qanday tuzilgan va nima sababdan harakatlanishini yetarlicha yaxshi bilmasligingiz mumkin.

Oddiy holda raketa qobiq va qobiqdan chiqarib yuboriladigan moddadan iborat (223–rasm).

Raketaning harakati reaktiv harakatga asoslangan. Raketaning tuzilishi sxematik ravishda 224–rasmda tasvirlangan. Raketa, asosan, to’it qismdan iborat. 1-qismida Yer atrofidagi orbitaga chiqarib qo'yiladigan kosmik kema yoki sun’iy yo'ldosh joylashgan. Raketaning 2-qismini yoqilg'i va raketani Yerdan uchirish jihozlari tashkil etadi. 3-qismda yoqilg'i yonish kamerasi joylashgan bo‘lib, bu yerda yoqilg'i yonishi natijasida yuqori temperaturali va yuqori bosimli gaz yig'iladi. Bunday gaz reaktiv soplo 4-qism orqali juda katta tezlikda tashqariga chiqariladi. Soplo gaz oqimining tezligini oshiradi. Buning natijasida impulsning saqlanish qoauniga binoan gaz oqimi yo‘nalishiga qarama-qarshi yo'natishda reaktiv kuch vujudga kejadi. Bu kuch ta’sirida raketa harakatga keladi va reaktiv tezlik oladi.



**223 – rasm.**

**224 – rasm.**

Raketa soplosidan chiqayotgan gazning massasi  $m_g$  tezligi  $\vartheta_g$ , raketaning massasi  $M_r$  olgan reaktiv tezligi  $\vartheta_r$  bo'lsin. Impulsning saqlanish qonunini qo'llab, quyidagi tenglikni yozish mumkin:

Raketa uchun reaktiv harakat qonuni:

$$M_r \vartheta_r = m_g \vartheta_g ; \quad \vartheta_r = \frac{m_g \vartheta_g}{M_r} ; \quad \vartheta_g = \frac{M_r \vartheta_r}{m_g}$$

$M_r$  - raketa massasi,  $\vartheta_r$  - raketa tezligi,  $m_g$  - yongan gaz massasi,  $\vartheta_g$  - gazning otilib chiqish tezligi

Raketa  $h$  balandlikka ko'tarilgan bo'lsa, yuqoriga tik otilgan jismni harakati mavzusidan raketaning tezligi quyidagiga teng bo'lsa  $\vartheta_r = \sqrt{2gh}$  u holga gazning tezligi quyidagiformula orqali topiladi  $\vartheta_g = \frac{M_r}{m_g} \cdot \sqrt{2gh}$  ;

### Mavzuga doir test

1.  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $2m$  massali plastilin sharcha  $3m$  massali tinch turgan sharchaga uriladi. To'qnashuvdan so'ng ular qanday yig'indi impulsiga ega bo'ladi? A) 0. B)  $2m\vartheta/5$ . C)  $2m\vartheta$ . D)  $3m\vartheta$ . E)  $5m\vartheta$ .
2.  $2\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m$  massali sharcha  $4m$  massali tinch turgan plastilin sharchaga uriladi. To'qnashuvdan so'ng ular qanday yig'indi impulsiga ega bo'ladi? A)  $2m\vartheta/5$ . B)  $2m\vartheta$ . C)  $4m\vartheta$ . D)  $6m\vartheta$ . E) 0.
3. Massasi  $m$ , tezligi  $\vartheta$  bo'lgan vagon massasi  $2m$  bo'lgan tinch turgan vagonga to'qnashadi va birgalikda harakatlanadi. To'qnashisndan keyin ikkala vagonning umumiyligi qanday bo'ladi? A) 0. B)  $m\vartheta$ . C)  $2m\vartheta$ . D)  $3m\vartheta$ .
4. Massalari  $6kg$  va  $18kg$  bo'lgan sharlar o'zaro noelastik to'qnashgandar so'ne to'xtab qolishlari uchun ularning to'qnashuvgachta bo'lgan tezliklari nisbati  $\vartheta_1 / \vartheta_2$  qanday bo'lishi lozim? A) 1. B) 3. C)  $1/3$ . D) 2.
5. Massasi  $2m$  bo'lgan shar  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanmoqda. Massasi  $3m$  bo'lgan boshqa shar qarama-qarshi tomondan harakatlanib, birinchi shar bilan noelastik to'qnashdi. Sharlar to'qnashganda to'xtab qolishi uchun, ikkinchi shar qanday tezlikka ega bo'lishi kerak? A)  $6\vartheta$ . B)  $2/3\vartheta$ . C)  $2\vartheta$ . D)  $3/2\vartheta$ . E)  $3\vartheta$ .
6. Rejlslarea parallel ravishda  $500 \text{ m/s}$  tezlik bilan uchayotgan  $100kg$  massali snaryad massasi  $10t$  bo'lgan tinch turgan qumili platformaga urildi va qumga kirib qoldi. Platforma qanday ( $m/s$ ) tezlik bilan harakatianadi?

  - A) 4,55. B) 5,05. C) 5. D) 4,95. E) 50.

7. Tezligi  $0,3 \text{ m/s}$ , massasi  $30 \text{ t}$  bo'lgan vagon tezligi  $0,2 \text{ m/s}$ , massasi  $20 \text{ t}$  bo'lgan vagonni quvib yetdi va unga ulanib qoldi. Vagonlarning birgalikaagi tezligi qanday ( $sm/s$ )? A) 28. B) 26. C) 25. D) 24.
8.  $3\vartheta$  va  $\vartheta$  tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnasndi. To'qnashishdan keyingi tezlikni toping.

  - A)  $\vartheta$ . B)  $\vartheta/2$ . C)  $\vartheta/3$ . D)  $1,5\vartheta$ . E)  $2\vartheta$ .

9.  $2\vartheta$  va  $\vartheta$  tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanayotgan ikkita bir xil shar mutlaq

noelastik to'qnashdi. To'qnashishdan keyingi tezlikni toping.

- A)  $\vartheta$ .    B)  $\vartheta/3$ .    C)  $2\vartheta$ .    D)  $1,5\vartheta$ .    E)  $\vartheta/2$ .

10. Bir xil yo'nalishda,  $2\vartheta$  va  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan, massalari mos ravishda  $2m$  va  $m$  bo'lgan iismlar o'zaro noelastik to'qnashgandan keyin qanday  $u$  tezlik bilan harakat qiladilar? A)  $u = 2\vartheta$ .    B)  $u = 3\vartheta/5$ .    C)  $u = \vartheta$ .    D)  $5\vartheta/3$ .

11. Tezliklari  $3\vartheta$  va  $\vartheta$ , massalari esa  $2m$  va  $3m$  bo'lgan jismlar bir yo'nalishda harakat qilib, o'zaro noelastik To'qnashgandan so'ng qanday  $u$  tezlik bilan harakat qiladilar?

- A)  $u = 3\vartheta$ .    B)  $u = 9\vartheta$ .    C)  $u = 9\vartheta/5$ .    D)  $u = 2\vartheta$ .    E)  $u = 0$ .

12.  $\vartheta$  teziik bilan harakatlanayotgan  $M$  massali aravaga  $m$  massali bola chiqib olsa, arava tezligi qanday bo'ladi?

- A)  $\frac{m}{M}\vartheta$ .    B)  $\frac{m+M}{M}\vartheta$ .    C)  $\frac{M}{m}\vartheta$ .    D)  $\frac{M}{M+m}\vartheta$ .    E)  $\frac{M}{M-m}\vartheta$ .

13. Massasi  $2kg$  va tezligi  $3m/s$  bo'lgan jism massasi  $3kg$  va tezligi  $1m/s$  bo'lgan jismni quvib yetib unga yopishib qoladi. Jismlarning to'qnashgandan keyingi tezligi topilsin ( $m/s$ ). A)  $1,8$ .    B)  $1,2$ .    C)  $9$ .    D)  $18$ .    E)  $4$ .

14.  $2 m/s$  tezlik bilan harakatlanayotgan, massasi  $12kg$  bo'lgan aravachaga  $4kg$  yuk vertikal tashlandi. Aravachaning yuk bilan birgalikdagi tezligini toping ( $m/s$ ).

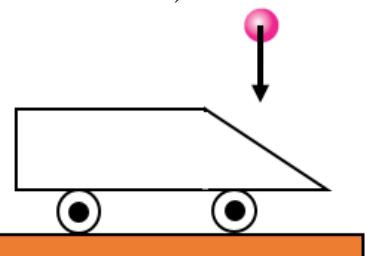
- A)  $6$ .    B)  $1,5$ .    C)  $8$ .    D)  $15$ .    E)  $0,15$ .

15.  $0,3 m/s$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $80 kg$  massali aravaga  $20 kg$  yuk qo'yildi. Bunda arava tezligi qanchaga kamayadi ( $m/s$ )?

- A)  $0,06$ .    B)  $0,08$ .    C)  $0,12$ .    D)  $0,24$ .    E)  $2,4$ .

16.  $\vartheta$  tezlik bilan ketayotgan  $3m$  massali aravachadan  $m$  massali jism  $3\vartheta$  tezlik bilan aravachaga nisbatan vertikal yo'nalishda tepaga otildi. Shundan so'ng aravacha qanday tezlik bilan yura boshlaydi? A)  $0$ .    B)  $\vartheta$ .    C)  $1,5\vartheta$ .    D)  $2\vartheta$ .

17.  $10g$  massali sharcha  $2m$  balandlikdan tinch turgan aravachaning gorizont bilan  $45^\circ$  burchak hosil qiluvchi orqa sirtiga tushib urildi va undan elastik qaytdi. Bunda aravachaning olgan tezligi aniqlansin ( $m/s$ ). Aravachaning massasi  $90g$ . Ishqalanishni hisobga olmang.



- A)  $0$ .    B)  $0,1$ .    C)  $0,7$ .    D)  $7$ .    E)  $9,8$ .

18. Gorizontal tekislikda massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo'lgan ikkita aravacha bir xil yo'nalishda  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  tezliklar bilan harakatlanmoqda. To qnashgandan keyin ular birlashib qolib  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanadi. Bu hol uchun impulsning saqlanish qonuni qanday ko'rinishga ega bo'ladi?

- A)  $m_1\vartheta_1 - m_2\vartheta_2 = (m_1 + m_2)\vartheta$ .    B)  $m_1\vartheta_1 - m_2\vartheta_2 = (m_1 - m_2)\vartheta$ .  
C)  $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 = (m_1 + m_2)\vartheta$ .    D)  $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 = (m_1 - m_2)\vartheta$ .

19. Agar massasi  $70kg$  bo'igan odam tinch turgan qayiqdan  $4m/s$  tezlik bilan sakraganda, qayiq  $0,2m/s$  tezlik olgan bo'lsa, qayiqning massasi qanday ( $kg$ )?

- A)  $2800$ .    B)  $1400$ .    C)  $1200$ .    D)  $700$ .    E)  $560$ .

20.  $1,5 m/s$  tezlik bilan harakatlanayotgan vagon tinch turgan  $10 t$  massali boshqa vagon bilan to'qnashdi va ular birgalikda  $1m/s$  tezlik bilan harakatni davom ettirdilar. Birinchi vagonning massasi qanday ( $t$ )?

A) 200.    B) 100.    C) 40.    D) 30.    E) 20.

21.  $500 \text{ m/s}$  tezlik bilan uchayotgan  $30\text{kg}$  massali snaryad qarama-qarshi tomondan kelayotgan, massasi  $200\text{kg}$  bo'lgan aravadagi qumga kirib qolib, aravani to'xtatdi. Aravaning tezligi qanday bo'lgan ( $\text{m/s}$ )?

A) 7,5.    B) 20.    C) 50.    D) 75.    E) 500.

22. Qayiqda suzib borayotgan ovchi miltiqdan ketma-ket 5 ta o'q otganda, qayiq to'xtab qoldi. Odam bilan qayiqning massasi  $200\text{kg}$ , bitta o'qning massasi  $20\text{g}$ , uchib chiqish tezligi  $800\text{m/s}$  bo'lsa, qayiqning tezligi qanday bo'lgan ( $\text{m/s}$ )?

A) 0,1.    B) 0,2.    C) 0,8.    D) 0,4.    E) 1,6.

23. Bir xil massali va bir tomonga harakatlanayotgan ikki shar to'qnashgandan so'ng birgalikda  $0,75u$  tezlik bilan harakatlanadilar. Agar  $u$  sharlardan birining to'qnashuvgacha tezligi bo'lsa, ikkinchi sharning to'qnashuvgacha tezligi qanday bo'lgan?    A)  $0,5u$ .    B)  $u$ .    C)  $1,5u$ .    D)  $1,75u$ .

24.  $\vartheta_1$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m_1$  massali aravachaga qarshi tomondan yerga nisbatan  $\vartheta_2$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m_2$  massali jism kelib tushdi. Agar  $m_1\vartheta_1 < m_2\vartheta_2$  bo'lsa, aravacha to'xtab qolishi uchun jism unga qanday α burchak ostida tushishi kerak?

$$A) \alpha = \arccos \frac{m_2 \vartheta_2}{m_1 \vartheta_1}. \quad B) \alpha = \arctg \frac{m_1 \vartheta_1}{m_2 \vartheta_2}.$$

$$C) \alpha = \arccos \frac{m_1 \vartheta_1}{m_2 \vartheta_2}. \quad D) \alpha = \frac{m_1 \vartheta_1}{m_2 \vartheta_2}.$$

25. Massasi  $m$  bo'lgan kishi  $M$  massali aravada tinch turibdi Agar kishi arava ustida  $\vartheta$  nisbiy tezlik bilan harakatlansa, arava tezligi qanday bo'ladi? Ishqalanishni hisobga olmang.

$$A) \frac{m \vartheta}{M}. \quad B) \frac{m \vartheta}{M + m}. \quad C) \frac{M + m}{m} \vartheta. \quad D) \frac{m}{M - m} \vartheta. \quad E) \frac{M - m}{m} \vartheta.$$

26. Massasi  $m_1$  bo'lgan uzun aravaning bir chetida massasi  $m_2$  bo'lgan bola turibdi. Agar arava bo'ylab unga nisbatan  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlansa, arava qanday tezlik bilan harakatlanadi?

$$A) 0. \quad B) \frac{m_1 \vartheta}{m_1 + m_2}. \quad C) \frac{m_2 \vartheta}{m_1 + m_2}. \quad D) \frac{m_2 \vartheta}{m_1}. \quad E) \frac{m_1 \vartheta}{m_2}.$$

27. Yerdan biror balandlikda erkin turgan  $M$  massali aerostat pillapoyasida  $m$  massali sportchi turibdi. Agar u aerostatga nisbatan o'zgarmas  $\vartheta$  tezlik bilan ko'tarila boshlasa, aerostat qaysi tomonga va qanday tezlik bilan harakatlanadi?

$$A) pastga, \frac{M \vartheta}{M + m}. \quad B) pastga, \frac{m \vartheta}{M + m}.$$

C) pastga,  $\vartheta$ .    D) yuqotiga,  $\vartheta$ .    E) harakatlanmaydi.

28. Massasi  $M$  bo'lgan qo'zg'almas atom yadroси  $m$  massali zarrachani  $v$  tezlik bilan chiqaradi. Yadroning o'zi qarama-qarshi tomonga harakatlanadi. Yadro tezligining moduli qanday?

$$A) \vartheta. \quad B) \frac{m\vartheta}{M}. \quad C) \frac{m\vartheta}{M-m}. \quad D) \frac{m\vartheta}{M+m}.$$

29. Ko'lda turgan, uzunligi  $3m$ , massasi  $150kg$  bo'lган qayiqning quyrug'idan  $75kg$  massali kishi qayiq uchiga o'tsa, qayiq necha metrga siljiydi? Suvning qarshuigini hisobga olmang. A) siljimaydi. B) 1. C) 1,5. D) 2.

30. Ko'l suvida turgan  $120kg$  massali solning bir uchidan ikkinchi uchiga massasi  $60kg$  bo'lган odam harakat qilmoqda. Agar u sol ustida  $6m$  yurgan bo'lsa, sol qanday masofaga ( $m$ ) siljiydi? Suvning qarshiligi yo'q deb hisob- iang.

$$A) 2. \quad B) 5. \quad C) 10. \quad D) 12.$$

31. Massasi  $120kg$  bo'lган qayiq suvda tinch turibdi. Qayiqda turgan  $80kg$  massali odam qayiqning dumidan tumshug'iga yurib o'tdi. Bunda qayiq suv sirtiga nisbatan  $1m$  surilgan. Qayiqning uzunligi qanday ( $m$ )? Suvning qarshilagini hisobga olmang.

$$A) 4. \quad B) 2,5. \quad C) 2. \quad D) 1,5.$$

32. Og'zi berk probirka tubida pashsha qo'nib turibdi. Probirka vertikal holatini saqlab erkin tushmoqda. Agar pashsha erkin tushish vaqtida quiyi nuqtadan yuqori nuqtaga uchib o'tsa, probirkamng tushish vaqt qanday o'zgaradi? Og'irlilik markazining probirka tubiga nisbatan vaziyatichi?

$$A) ortadi; pasayadi. \quad B) ortadi; ko'tariladi.  
C) kamayadi; pasayadi. \quad D) kamayadi; ko'tariladi.$$

33. Gorizontal uchayotgan o'q silliq gorizontal tekislikda yotgan va massasi o'q massasiga teng bo'lган g'o'lachaga kirib qoladi va unga qandaydir tezlik Deradi. Agar o'q massasi  $3$  marta oshirilsa g'o'lachaning tezligi qanoay o'zgaradi?

$$A) 3 marta ortadi. \quad B) 4/3 marta ortadi.  
C) 1,5 marta kamayadi. \quad D) 1,5 marta ortadi.$$

34. Massasi  $m_1=100g$  bo'lган sharcha  $\vartheta_1=8m/s$  tezlik bilan  $m_2=1kg$  massali tinch turgan sharchaga kelib urildi. Buning natijasida  $m_1$  massali sharcha o'zining dastlabki harakat yo'nalishiga nisbatan perpendikular yo'nalishda  $u_1=6m/s$  tezlik bilap harakat qila boshladidi. Ikkinci sharcha necha  $m/s$  tezlik olgan?

$$A) 0,3. \quad B) 0,7. \quad C) 1. \quad D) 1,5.$$

35. Reaktiv samolyot  $\vartheta$  tezlik bilan harakat qilmoqda. Yonish mahsulotlarining dvigateldan chiqish (nisbiy) tezligi  $u$  ga teng. Agar dvigatel birlik vaqt ichida  $m_1$  massali yonilg'i ishlatsa va unga shu vaqt ichida  $m_2$  massali havo kirsa. dvigatelning tortish kuchi qanday?

$$A) F = m_1u + m_2\vartheta. \quad B) F = m_1u + m_2(u + \vartheta).  
C) F = m_1u - m_2(u - \vartheta). \quad D) F = m_1u + m_2(u - \vartheta).$$

36. Markazlari bitta to'g'ri chiziqda yotgan  $10$  ta bir xil o'lchamli va bir xil massali sharlar bir-biridan uncha katta bo'lмаган masofada joylashgan. Chetdagи sharga sharlarning markazlarini birlashtiruvchi chiziq oo'y lab yo'nalgan,  $\vartheta_0=10m/s$  tezlikka ega bo'lган xuddi shunday shar uriladi. Sharlarning urilishini absolut elastik deb hisoblab, oxirgi sharning tezligin toping ( $m/s$ ). A) 20. B) 8. C) 5. D) 10. E) 0.

37. Birinchisining tezligi  $4 m/s$ , ikkinchisiniki esa  $6 m/s$  bo'lган ikkita bir xil elastik jismlar bir to'g'ri chiziq bo'y lab bir tarafga harakatlanmoqda. Ularning to'qnashuvdan keying tezlilarini toping ( $m/s$ ). A) 4; 6. B) 6; 4. C) 5; 5. D) 10; 0.

38. Tezligi  $2g$  va massasi  $2m$  bo'lgan sharcha massasi  $2m$  va tezligi  $g$  bo'lgan sharchani quvib yetib, u bilan mutlaq elastik to'qnashadi. Sharchalarnmg to'qnashishdan keyingi tezliklari aniqlansin.

A)  $g$ , 0.    B)  $3g$ ,  $g$ .    C)  $2g$ , 0.    D)  $g$ ,  $2g$ .    E)  $2g$ ,  $2g$ .

39. Reaktiv harakat deb qanday harakatga aytildi?

A) *jismning biror qismi undan qandaydir tezlik bilan ajralganda paydo bo'ladigan harakatga.*

B) *tinch turban jismga boshqa jism ta'sir qilganda paydo bo'ladigan harakatga.*

C) *aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakatga.*

A) *har qanday kuch ta'siridagi tezlanishli harakatga.*

40. Tinch turgan bomba massalari  $m_1=3m_2$  munosabatda bo'lgan ikkita-bo'lakka bo'lindi. Natijada kichik bo'lak  $p_2$  impulsiga ega bo'ldi. Katta bo'lakning impulsi  $p_1$  nimaga teng?    A)  $p_1=p_2$ .    B)  $p_1=p_2/3$ .    C)  $p_1=1,5p_2$ .    D)  $p_1=3p_2$ .

41. O'q miltiq stvolidan  $g$  tezlikda uchib chiqdi. Agar miltiqning massasi o'qning massasidan 500 marta katta bo'lsa, bunda miltiq qanday tezlik oladi?

A)  $g/2$ .    B)  $g$ .    C)  $500g$ .    D) 0.    E)  $g/500$ .

42. To'pponchadan massasi  $m$  bo'lgan o'q  $g$  tezlik bilan otilgan. Agar to'pponchaning massasi o'q massasidan 100 marta katta bo'lsa, to'pponcha qanday tezlik bilan tepki oladi?    A) 0.    B)  $g/2$ .    C)  $g$ .    D)  $g/100$ .    E)  $100g$ .

43.  $600g$  massali tinch turgan raketa ichidan  $15g$  gaz maisasi  $800 \text{ m/s}$  tezlik bilan bir onda otilib chiqsa, raketa necha  $\text{m/s}$  tezlikka erishadi?

A) 20.    B) 10.    C) -40.    D) 40.    E) 15.

44. Boshlang'ich massasi  $4kg$  bo'lgan raketani  $16\text{m/s}$  tezlik bilan uchirish uchun necha  $kg$  gaz  $48 \text{ m/s}$  tezlik bilan sopoldan chiqishi lozim?

A) 1.    B) 1,3.    C) 2,6.    D) 3.

45. Raketa tinch holatdan  $20\text{m/s}$  tezlikka erishguncha uning soplidan  $15kg$  gaz  $80 \text{ m/s}$  tezlikda chiqqan bo'lsa, raketaning massasi qanday ( $\text{kg}$ )?

A)  $60 \text{ t}$ .    B)  $6000$ .    C)  $4000$ .    D)  $400$ .    E)  $60$ .

46. Massasi  $12kg$  bo'lgan snaryad to'pdan  $500 \text{ m/s}$  tezlik bilan uchib chiqdi. Agar to'pning massasi  $1500kg$  boolsa, u orqaga necha metr masofaga siljiydi? To'pning yer bilan ishqalanish koeffitsienti  $0,4$  teng.

A) 1.    B) 1,2.    C) 1,5.    D) 2.    E) 5.

47. Massasi  $1kg$  bo'lgan raketada  $200g$  porox bor. U  $500m$  balandlikka vertikal ko'tarildi. Porox bir onda portladi deb hisoblab, gazning chiqish tezligi qanday bo'lishini toping ( $\text{m/s}$ ).    A)  $200$ .    B)  $500$ .    C)  $50$ .    D)  $250$ .

48. Uchib ketayotgan raketadan har sekundda  $20kg$  gaz  $450 \text{ m/s}$  tezlik bilan otilib chiqayotgan bo'lsa, reaktiv kuch qanday bo'ladi ( $\text{kN}$ )?

A)  $4,5$ .    B)  $6,5$ .    C)  $12$ .    D)  $9$ .

49. Prujina ipga osilgan. Ip qirqib yuborildi. Prujinaning qaysi nuqtalari kattaroq  $a$  tezlanish bilan harakat boshlaydi? Erkin tushish tezlanishi  $g$ .

A) *yuqoridagi nuqtalar tezlanishi eng katta va  $a=g$ .*

B) *barcha nuqtalar tezlanishi bir xil va  $a>g$ .*

C) *ostki nuqtalar tezlanishi eng katta va  $a=g$ .*

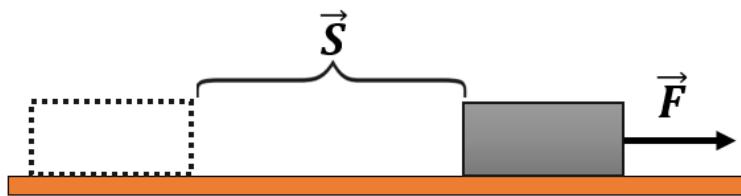
D) *yuqoridagi nuqtalar tezlanishi eng katta va  $a>g$ .*

## 29 - §. MEXANIK ISH

### Mexanik ish va uning hirliklari

Bizni atrofimizdagi jismlar bir – biri bilan qandaydir kuchlar bilan ta’sir qilayotgan jismlarga duch kelamiz. Masalan, harakatlanayotgan aravachaga ishqalanish kuchi, yuqoriga ko’tarilayotgan yukka og’irlik kuchi, cho’zilayotgan purjinaga elastiklik kuchi ta’sir etadi. Binobarin, kuch qo’yib biz aravachani yurgizamiz, yukni ko’taramiz yoki purjinani cho’zib uchlarini siljitamiz. Bu misollardan ko’rinadiki, jismlarning ko’chishi kuchlarning ta’siri ostidagina sodir bo’ladi. bundan tabiiy ravishda kuchlarning jismlar ko’chishi bilan bog’liq bo’lgan ta’sirini xarakterlash zaruriyati kelib chiqadi. Mexanikada bunday xarakteristika sifatida **ish** deb ataladigan fizik kattalik qabul qilingan.

Yerda turgan jismga  $F$  kuch ta’sir etganda u shu kuch yo’nalishida to‘g’ri chiziq bo’ylab  $S$  masofaga ko’chsa. A mexanik ish bajariladi (225–rasm).



225 – rasm.

Bajarilgan ish kuchning shu kuch yo’nalishida jism bosib o’tgan yo’lning ko‘paytmasiga teng, ya’ni:

$$A = F \cdot S$$

Xalqaro birliklar sistemasida ishning birligi – joui (J). 1J - bu 1N kuch ta’sirida jismni 1m masofaga ko‘chirishda bajarilgan ishga teng. Bu birlik nomi ingliz fizigi **Jeyms Joul** sharafiga qo'yilgan:

Amalda ishning hosilaviy birliklari - **megajoul (MJ)**, **kilojoul (kJ)**, **millijoul (mJ)**, **mikrojoul ( $\mu$ J)** ham qo’llaniladi. Ishning hosilaviy birliklari bijn asosiv birligi orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$1MJ = 1000000J = 10^6 J,$$

$$1kJ = 1000J = 10^3 J,$$

$$1mJ = 0,001J = 10^{-3} J,$$

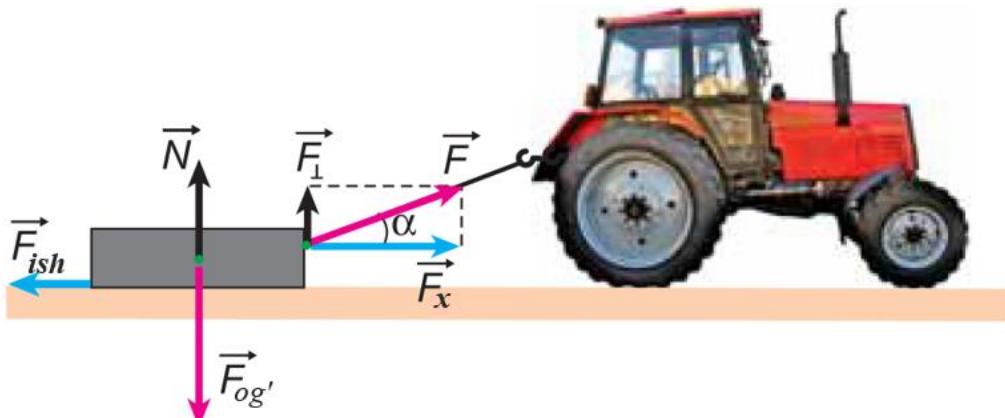
$$1\mu J = 0,000001J = 10^{-6} J.$$

Mexanik ish turli kuchlar ta’sirida bajarilgani uchun uni kuchning ishi deb ham yuritiladi.

Mexanik ish skalyar kattalikdir.

## Ta'sir kuchining mexanik ishi

Yuqoridagi mexanik ishning formulasi jismga ta'sir etayotgan kuch va jismning ko'chishi bir xil yo'nalishda bo'lgan hol uchun o'rinni. Masalan, jism  $F=5\text{N}$  kuch ta'sirida shu kuch yo'nalishida  $S=20 \text{ sm}$  masofaga ko'chgan bo'lzin. U holda bu kuchning bajargan ishi  $A = 5\text{N} \cdot 0,2\text{m} = 1\text{J}$  ga teng bo'ladi.



**226 – rasm.**

Jismga ta'sir etayotgan kuch jismning ko'chish yo'nalishi bilan ma'lum burchak tashkil etsa. U holda ta'sir etayotgan kuchning ko'chish yo'nalishiga proyeksiyasi olinadi (226–rasm).

$$A = F_x \cdot S = F \cdot S \cdot \cos \alpha \quad \text{yoki} \quad A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Demak, jismga ta'sir qiluvchi kuch ko'chish yo'nalishiga perpendikular yo'nalgan bo'lsa, hech qanday ish bajarilmaydi. Chunki  $\cos 90^\circ = 0$ .

$\alpha$  burchakni qiymati ortib boradigan bo'lsa  $\cos \alpha$  niqiymati esa kamayib boradi, shuni hisobiga  $A$  ishni qiymati ham kamayib boradi.

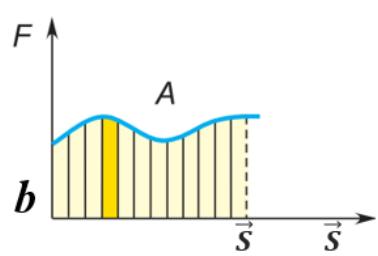
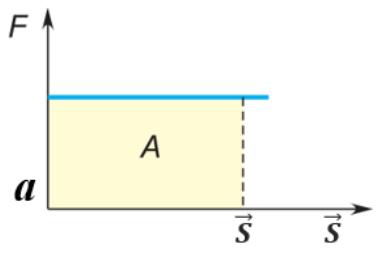
Kuch ishi musbat, manfiy yoki nolga teng bo'lishi  $F$  mumkin.

Bu kuch va siljish orasidagi burchakka bog'liq  $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$  formuladan:

- agar  $\alpha$  burchak o'tkir bo'lsa ish musbat;
- agar to'g'ri bo'lsa – ish nolga teng;
- agar o'tmas bo'lsa – ish manfiy bo'lishi kelib chiqadi.

Kuch ( $F$ ) va ko'chishni ( $S$ ) koordinata sistemasiga biriktrib kortinatasini chizadigan bo'lsak, qandaydir yuza hosil bo'ladi bu yuza son jihatidan ishga teng bo'ladi. **Ish=Yuza** (227–rasm).

$F=const$  bo'lganida  $F$  kuch proeksiyasining siljish moduli  $\Delta r$  ga bog'liqlik grafigini chizamiz. 227 – a rasm dan ko'rinib turibdiki, bo'yagan to'g'ri burchak yuzasi son qiymati jihatidan siljish  $\Delta r$  da kuch bajargan ishga teng.



**227 – rasm.**

Agar kuch o'zgaruvchan kattalik bo'lsachi? Bu holda ham kuch ishi  $F$  ning siljish moduliga bog'liqlik grafigi ostidagi shakl yuzasi bilan aniqlanadi (227 – b rasm).

### Mavzuga doir test

1. Ish birligi  $1J$  ni ta'riflang.

- A)  $1 N$  kuch ta'sirida jism  $1 m$  masofaga ko'chsa,  $1 J$  ish bajariladi.
- B)  $1 kg$  massali jismga  $1m/s^2$  tezlanish berilsa,  $1 J$  ish bajariladi.
- C)  $1 s$  ichida jism tezligi  $1 m/s$  ga o'zgarsa,  $1 J$  ish bajariladi.
- D)  $1 N$  kuch ta'sirida jism  $1 sm$  ga ko'chsa,  $1 J$  ish bajariladi.

2. O'quvchi masalani echib,  $26 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}$  javobga ega bo'ldi. U qanday kattalikni aniqlagan?

- A) *kuch.*      B) *ish.*      C) *massa.*      D) *tezlanish.*      E) *impuls.*

3. Qaysi birlklarni tezlanish birligi sifatida ishlatsa bo'ladi:

- 1)  $m/s$ ;    2)  $m/s^2$ ;    3)  $N/kg$ ;    4)  $J/(N \cdot s^2)$ ;    5)  $J/(kgm)$ .
- A) 1, 2, 3.      B) 2, 3, 4, 5.      C) 2.      D) 2,3,4.

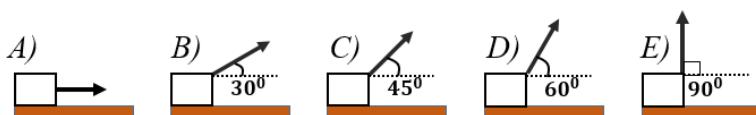
4. Kuch bajargan ish qachon musbat va qachon manfiy bo'ladi? Kuch va ko'chisn orasidagi burchak ...

- A) *o'tkir bo'lsa - musbat, o'tmas bo'lsa nol bo'ladi.*
- B) *o'tkir bo'lsa - manfiy, o'tmas bo'lsa - musbat.*
- C) *o'tkir bo'lsa - musbat, o'tmas bo'lsa - manfiy.*
- D) *o'tkir bo'lsa ham, o'tmas bo'lsa ham manfiy.*

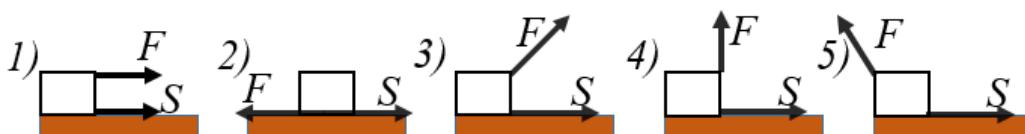
5. Markazga intilma kuchning bajargan ishi nimaga sarflanishi mumkin?

- A) *kinetik energiyanı oshirishga.*
- B) *potensial energiyani oshirishga.*
- C) *markazga intilma kuch ish bajarmaydi.*
- D) *ishqalanish natijasida ajraladigan issiqlikka.*

6. Jism unga har xil burchak ostida ta'sir etuvchi  $F$  kuch tufayli bir xil masofaga ko'chsa, qaysi holda kuchning bajargan ishi nolga teng bo'ladi?



7. Rasmda  $S$ -jismning ko'chish vektori.  $F$ -unga ta'sir etayotgan kuch vektori. Qaysi hollarda bu kuch bajargan ish manfiy bo'ladi?



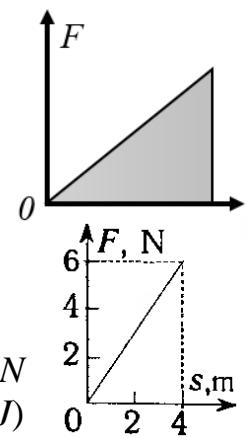
- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 2 va 5.

8. Massasi  $2kg$  bo'lgan jismni  $30N$  kuch bilan  $5m$  balandlikka ko'tarishda qandav ish bajariladi ( $J$ )? A) 30.    B) 50.    C) 75.    D) 100.    E) 150.

9. Massasi  $4kg$  bo'lgan jism  $60N$  kuch yordamida  $5m$  balandlikka kolarildi. Kuchning bajargan ishi qanday ( $J$ )? A) 20.    B) 30.    C) 120.    D) 200.    E) 300.

10. Massasi  $3kg$  bo'lgan jismni  $2m$  balandlikka ko'tarish uchun  $70N$  kuch sarflagan bola qanday ( $J$ ) ish bajargan? A) 6.    B) 60.    C) 420.    D) 210.    E) 140.

11. Tinch holatdagi vazni  $3N$  bo'lgan iism  $5N$  kuch bilan  $5m$  balandlikka ko'tarilganda, qanday ( $J$ ) ish bajariladi? A) 40. B) 25. C) 15. D) 5. E) 0.
12. Massasi  $6kg$  bo'lgan jism  $3m$  balandlikka qanday tezlanish bilan tik ko'tarilganda,  $198J$  ish bajariladi ( $m/s^2$ )? A) 11. B) 6. C) 2. D) 3. E) 1.
13. Gorizontal stol sirtida turgan  $5kg$  massali brusokni stol sirti bo'ylab  $0,5 m$  ga surish uchun qanday ( $J$ ) ish bajarish kerak bo'ladi? Brusok bilan stol sirti orasidagi ishqalanish koeffitsienti  $0,2$  ga teng. A) 25. B) 5. C) 2,5. D) 0,5.
14. Massasi  $1,5t$  bo'lgan vagonetkani ishchi gorizontal yo'lida bir tekis tortib bormoqda. Agar qarshilik koeffitsienti  $0,01$  bo'lsa, ishchining  $100 m$  yo'lida bajargan ishi qanday ( $kJ$ ) bo'ladi? A) 30. B) 25. C) 20. D) 15. E) 1,5.
15. Massasi  $3kg$  bo'lgan jismni  $2m/s^2$  tezlanish bilan  $3m$  ga tik ko'tarish uchun qanday ( $J$ ) ish bajarish kerak? A) 18. B) 27. C) 54. D) 108. E) 180.
16. Necha nyuton kuch jismni  $0,2m$  masofaga ko'chirganda  $100 J$  ish bajaradi?  
A) 200. B) 50. C) 500. D) 250.
17. Massasi  $500 g$  bo'lgan jismni qanday ( $m/s^2$ ) tezlanish bilan  $4m$  ga vertikal ko'targanimizda,  $25 J$  ish bajariladi? A) 2,5. B) 5. C) 3. D) 10. E) 2.
18. Massasi  $2 kg$  bo'lgan yukni  $1m$  balandikka o'zgarmas kuch bilan vertikal ko'tarishda  $30 J$  ish bajarilgan. Yuk qanday tezlanish bilan ko'tarilgan ( $m/s^2$ )?  
A) 1,5. B) 2. C) 2,5. D) 5. E) 10.
19. Jismni  $10N$  kuch ta'sirida  $3 m$  masofaga siljitimshdagi ishni toping ( $J$ ). Kuch va ko'chish vektorlari orasidagi burchak  $60^\circ$ .  
A) 5. B) 10. C) 15. D) 25. E) 50.
20. Aravachani  $20N$  kuch ta'sirida  $5m$  masofaga siljitimshda bajarilgan ish  $50J$  ga teng. Kuch va ko'chish vektorlari orasidagi burchakni toping.  
A)  $90^\circ$ . B)  $60^\circ$ . C)  $45^\circ$ . D)  $30^\circ$ .
21. O'zaro  $60^\circ$  li burchak tashkil etuvchi  $50N$  va  $30N$  kuchlar ta'sirida jism teng ta'sir etuvchi kuch yo'nalishida  $4,2 m$  masofaga siljigan. Bunda qanday ( $J$ ) ish bajarilgan?  
A) 280. B) 290. C) 300. D) 296. E) 294.
22. Massasi  $10g$  bo'lgan iism boshlang'ich tezliksiz  $45m$  masofani tekis tezlanuvchan harakat bilan  $3 s$  da bosib o'tishi uchun qanday ( $J$ ) ish bajarish kerak bo'ladi?  
A) 4. B) 4,5. C) 0 9. D) 13,5. E) 45.
23. Rasmdagi shtrixlangan yuza son jihatdan qanday fizik kattalikka teng?  
A) tezlanish. B) birlik.  
C) mexanik ish. D) quvvat. E) massa.
24. Quyidagi grafikdan foydalanib, bajarilgan mexanik ishni nisoblangr ( $J$ ).  
A) 26. B) 10. C) 24. D) 14. E) 12.
25. Uzunligi  $10sm$  bo'lgan mixni xodadan sug'urib olish uchun  $800N$  boshlang'ich kuch qo'yish kerak. Shu mixni sug'urib olishda qanday ( $J$ ) mexanik ish baiariladi?  
A) 80. B) 40. C) 4000. D) 8000.

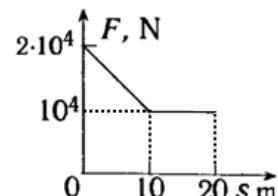


26. Qalinligi  $2\text{ sm}$  bo'lgan taxtaga uzunligi  $4\text{ sm}$  bo'lgan mix shunday qoqilganki, mixning yarmi teshib chiqdi. Uni taxtadan sug'urib olish uchun  $500\text{ N}$  kuch qoyish kerak. Mixni sugurib olish uchun qanday ( $J$ ) ish bajarish kerak?

- A) 10. B) 20. C) 15. D) 30.

27. Rasmida avtomobil tortish kuchining o'zgarish grafigi tasvirlangan. Bu o'zgaruvchan kuchning  $20\text{ m}$  masofadagi bajargan ishi qanday ( $J$ )?

- A)  $5 \cdot 10^5$ . B)  $2 \cdot 10^5$ . C)  $2,5 \cdot 10^5$ .  
D)  $1,25 \cdot 10^5$ . E)  $4 \cdot 10^5$



28. Yukni biror balandlikka o'zgarmas tezlik bilan ko'tarishda bajargan  $A_1$  ish hamda  $0,5g$  tezlanish bilan ko'tarishdagi  $A_2$  ish orasidagi munosabatni ko'rsating.

- A)  $A_2 = 1,5A_1$ . B)  $A_2 = 0,5A_1$ .  
C)  $A_1 = A_2$ . D)  $A_1 = 1,5A_2$ . E)  $A_2 = 2A_1$ .

29. Vagonetkani tinch holatdan itarib, unga biror vaqt ichida tezlanish berildi. Harakat vaqtining birinchi va ikkinchi yarmida bajarilgan ishlarni taqqoslang. Ishqalanish hisobga olinmasin. A) 1:3. B) 1:1. C) 1:2. D) 2:3. E) 1:4.

30.  $0,5\text{m}^3$  hajmli shar suv sathidan  $3\text{m}$  chuqurlikda turibdi. Shu shar suv yuziga chiqquncha qanday ish bajaradi? (Shar massasi hisobga olinmasin.)

- A)  $15J$ . B)  $5\text{ kJ}$ . C)  $3\text{ kJ}$ . D)  $5\text{ J}$ . E)  $15\text{ kJ}$ .

31. Asosining yuzi  $1\text{m}^2$  va qalinligi  $0,4\text{m}$  bo'lgan muz bo'lagi suvda suzmoqda. Muz bo'lagini suvga lo'liz botirish uchun qanday ( $J$ ) ish bajarish kerak?

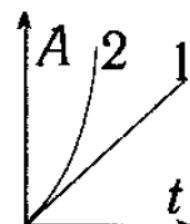
- A) 10. B) 9. C) 8. D) 8,5. E) 7.

32. Hajmi  $1\text{m}^3$  bo'lgan kub shaklidagi muz bo'lagini suvda ko'tarish uchun qanday ( $\text{kJ}$ ) ish bajarish kerak bo'ladi? Muzning zichligi  $0,9\text{ g/sm}^3$ .

- A) 4,05. B) 4,5. C) 9. D) 19,05.

33. O'zgarmas kuch ta'sirida ish bajarildi. Ishning  $A$  vaqtga bog'lanish grafigi rasmida berilgan. Har ikkafa holdagi harakat turini aniqlang.

- A) har 2 holda ham tekis harakat.  
B) 1 - tekis tezlanuvchan harakat; 2 - tekis harakat.  
C) 1 - tekis sekinlanuvchan harakat; 2 - tekis har-t.  
D) 1 - tekis harakat; 2 - tekis tezlanuvchan harakat.



### 30 - §. MEXANIK ENERGIYA. KINETIK ENERGIYA

Biror ish bajara olish qobiliyatiga ega bo'lgan har qanday jism yoki jismlar sistemasi **energiyaga** ega bo'ladi. Jismlarning ish bajara olish qibiliyatiga **energiya** deb ataladi. Masalan, cho'zlilgan purjina qisqarib, o'zining avvalgi holatiga qaytishi orqali o'z qisimlari yoki boshqa jismlarni siljitadi ya'ni ko'chiladi shu orqali ish bajaradi. Dumalayorgan jismlar biror jism bilan to'qnashish orqali jismni ma'lum bir masofaga ko'chirish orqali ish bajaradi. Demak bu jismlar ish bajarayotgan bo'lsa bu jismlarning energiyasi bor.

Bu misollardan ko'rindiki, jismlar ish bajarayotganida ularning holati o'zgaradi. Dumalayotgan jism tezligi kamayib boradi, cho'zilgan purjina qisqarib, dastlabki holatiga qaytadi, tinch turgan jism ko'tarilayorganida harakatga keladi.

Boshqacha aytganda: energiya jismlarning yoki jismlar sistemasining bir holatdan boshqa holatga o'tishida ish bajarishini tavsiflaydi.

Energiyani o'zgarishining o'lchovi ish hisoblanadi.

Mexanikada energiya ***E*** harifi bilan belgilanagi. Ish bilan bir xil birlikda o'lchanadi, energiya birligi qilib ***Joul*** qabul qilingan.

Jismlarning mexanik holatiga bog'liq bo'lgan energiya ***mexanik energiya*** deyiladi.

Mexanik energiya ikki turga bo'linadi: ***potensial energiya*** va ***kinetik energetiyalarga*** bo'linadi.

Jismlarning o'zaro joylashishga yoki ayni bir jism qismlarining o'zaro ta'sir energiyasi ***potensial energiya*** deb ataladi.

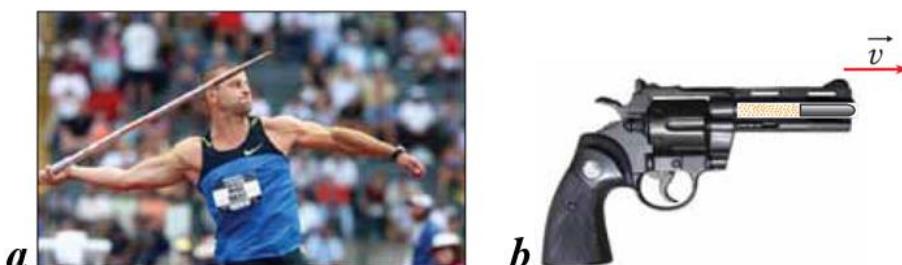
Jismlarning harakat qilishi tufayli ega bo'ldigan energiyasi ***kinetik energiya*** deb ataladi.

Jismning kinetik va potensial energiyalarining yig'indisi jismning ***to'la mexanik energiyasi*** deb ataladi.

### Kinetik energiya

#### Ish va jism tezligining o'zgarishi.

Faraz qilaylik, soprchi nayzani uloqtiradi. Bunda ishqalanishsiz harakatlanayotgan  $m$  massali nayzaga sportchi  $F$  kuch ta'sir etayotgan bo'lsin (228–*a* rasm). Bu kuch jismga tezlanish beradi, ya'ni uning tezligini o'zgartiradi. Shu bilan birga, bu kuch ish bajaradi. Kuch bajargan ish bilan tezlikning o'zgarishi orasida bog'lanish mavjud. Bu bog'liqlikni topponchadan o'q uzish misolida ham ko'rishimiz mumkin. Bunda o'qqa porxni yonishi natijasida hosil qilingan bosim kuchi tezlanish beradi, ya'ni o'qning tezligini o'zgartiradi (228–*b* rasm).



**228 – rasm.**

Shu bog'lanish qanday bo'lishini ko'rib chiqamiz.

$F$  kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatda yo'lning boshi va oxirida jismning tezliklari  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  ga teng bo'ladi. U holda jismning bosib o'tgan

$S = \vartheta_1 t + \frac{at^2}{2}$  formulasidagi  $t$  ning o'rniga  $a = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t}$  dan  $t$  ni topib qo'ysak,  $S$  uchun quyidagi formulani olamiz:

$$S = \frac{\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2}{2a}.$$

$F$  kuchni Nyutonning II qonini bo'yicha olingan ifodasi  $F = ma$  va  $S$  yo'lning ifodalarini bajarilgan ish formulasi  $A = F \cdot S$  ga qo'yamiz:

$$A = ma \cdot \frac{\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2}{2a} \text{ yoki } A = \frac{m(\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2)}{2}$$

Bu formula  $m$  massali jismga qo'yilgan kuch ta'sirida bajarilgan ish bilan jism tezligining o'zgarishini bog'laydi.

Jism massasining uning tezligi kvadratiga ko'paytmasi yarmisi shu jismning **kinetik energiyasi** deyiladi, ya'ni:  $E_{kin} = \frac{m\vartheta^2}{2}$

### Kinetik energiyaning o'zgarishi

$$\text{Kinetik energiya: } E_{kin} = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

$$\text{Tezlik ozsgarilishida bajarilgan ish: } A = \frac{m(\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2)}{2} = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_1^2}{2}$$

Yuqoridagi formulada  $m\vartheta_1^2/2 = E_{k1}$ ;  $m\vartheta_2^2/2 = E_{k2}$  deb olinsa, kuchning bajargan ishini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:  $A = \Delta E_{kin} = E_2 - E_1$

Jismga qo'yilgan kuchning yo'nalishi harakat yo'nalishida bo'lsa, "**musbat**" ish bajariladi va  $E_{k2} > E_{k1}$  bo'ladi, ya'ni jismning kinetik energiyasi ortadi. Musbat ish bajarildi degani - bu jism ustida ish bajarildi demakdir. Jism ustida ish bajarilganda uning tezligi va binobarin, kinetik energiyasi ortadi.

Jismga qo'yilgan kuch harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa, "**manfiy**" ish bajariladi va  $E_{k2} < E_{k1}$  bo'ladi, ya'ni jismning kinetik energiyasi kamayadi. Manfiy ish bajarildi degani - bu jismning o'zi ish bajardi demakdir. Jism ish bajarganda uning tezligi va, binobarin, kinetik energiyasi kamayadi.

Aytish mumkinki, ma'lum  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m$  massali jismni to'xtatish uchun kinetik enerjiyasiga teng miqdordagi manfiy ishorali ish bajarish kerak. Demak:  $A = -\frac{m\vartheta^2}{2}$

Kinetik energiya jism harakatining miqdoriy o'lchovi bo'lib, uning o'zgarishi jismga qo'yilgan kuchning bajargan ishiga teng.

Energiyaning asosiy birligi qilib mexanik ish kabi **joul (J)** olingan.

Agar tinch holatda turgan jismga kuch qo'yilganda  $S$  yo'lning oxirida  $\vartheta$  tezlikka erishgan bo'lsa, jism ustida bajarilgan ish uning kinetik enerjiyasiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$A = E_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

Massasi  $m$  bo'lgan va  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan jismning kinetik eneigiyas shu jismning tinch holatdan  $\vartheta$  tezlikka erishishi uchun kerak bo'lgan ishga teng.

Kinetik energiyasi harakat energiyasi hisoblanadi.

### Kinetik energiyani harakat miqdori impuls bilan o'zaro bog'langanligi

$E_{kin} = \frac{m\vartheta^2}{2}$ ; dan  $E_{kin} = \frac{\vartheta(m\vartheta)}{2} = \frac{\vartheta p}{2}$  yoki  $E_{kin} = \frac{\vartheta p}{2}$  agar jism impuls formulasi  $p = m\vartheta$  dan tezlikni aniqlab  $\vartheta = \frac{p}{m}$  energiya formulasidagi tezlik o'rniga qo'ysak formula quyidagi ko'rinishga keladi  $E_{kin} = \frac{\vartheta p}{2} = \frac{p \cdot p}{2m} = \frac{p^2}{2m}$  yoki  $E_{kin} = \frac{p^2}{2m}$ ; yoki  $E_{kin} = \frac{p\vartheta}{2}$

Jism impulsini kinetik energiya ( $E_{kin}$ ) orqali ifodalasak quyidagicha bo'ladi:

$$p = \sqrt{2mE_{kin}} = \frac{2E_{kin}}{\vartheta}$$

### Mavzuga doir test.

1. Energiya deb nimaga aytildi? Jism yoki jismlar sistemasining energiyasi deb, ufnarning ...

- A) *ish bajara olish qobiliyatini ...*
- B) *zarralarining tinimsiz betartib harakatini ...*
- C) *o'zaro vaziyatini ...*
- D) *harakatini ...*

... xarakterlovchi fizik kattalikka aytildi.

2. Jismning kinetik energiyasi deb nimaga aytildi?

Jismning kinetik energiyasi deb, uning ... ...

- A) *faqat ilgarilanma harakati...*
- B) *fazodagi vaztyah ...*
- C) *faqat aylanma harakati ...*
- D) *mexamk harakati ... ...*

bilan bog'liq bo'lgan energiyasigs aytildi

3. Javoblarda berilganlar ichidan energiya birligini toping.

- A)  $m \cdot kg/s$ .
- B)  $m^2 \cdot kg/s^2$ .
- C)  $m \cdot kg/s^2$ .
- D)  $s \cdot kg/m$ .

4.Qaysi fizik kattalik barcha turdag'i harakatlarning yagona umumiy o'lchovi hisoblanadi? A) *maydon kuchlanganligi*.

- B) *harakat miqdori (impuls)*.
- C) *ish*.
- D) *energiya*.

5. Quyidagi hollarning qaysilarida asosan kinetik energiya haqida gapirish mumkin: 1) qo'nayotgan samolyot; 2) shamol; 3) sharshara; 4) siqilgan purjina; 5) harakatdagi avtomobil; 6) tekislikda oqayotgan suv; 7) tog' qoyasidagi tosh?

- A) 1, 2, 3, 4.
- B) 4, 5, 6, 7.
- C) 3, 4, 5, 6.
- D) 1, 2, 5, 6.
- E) 1, 3, 5, 7.

6. Bir inersial sanoq sistemadan ikkinchisiga o'tganda, tezligi yorug'lik tezligidan juda kichik bo'lgan jism holatim tavsiflovchi qanday kattalik o'zgaradi?

- A) *jismga ta sir etuvchi kuch*.
- B) *tezlanish*.
- C) *kinetik energiya*.
- D) *jism massasi*.

7. Oividagi formulalardan qaysi biri jism kinetik energivasini ifodalaydi?

$$A) W=mgh. \quad B) W = \frac{m g^2}{2}. \quad C) W = \frac{C U^2}{2}.$$

$$D) W = \frac{L I^2}{2}. \quad E) E = \frac{k x^2}{2}.$$

8. Jismning tezligi 3 marta ortsa, kinetik energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 3 marta kamayadi.      B) 3 marta ortadi.  
 C) 9 marta kamayadi.      E) 9 marta ortadi.

9. 72 km/h tezlik bilan harakatlanayotgan, massasi 50kg bo'lgan meteoring kinetik energiyasi qanday (kJ)?      A) 50.      B) 200.      C) 72.      D) 10.      E) 100.

10. Samolyotning tezligi poezdnikidan 10 marta katta, poezdning massasi esa samolyotnikidan 10 marta katta. Samolyotning va poezdning kinetik energiyalarini taqqoslang.      A) poezdники 10 мarta kichik.

- B) poezdники 10 matra katta.      C) poezdники 100 marta kichik.  
 D) poezdники 100 marta katta.      E) teng.

11. Futbol to'pining massasi xokkey shaybasining massasidan 3 marta katta, tezligi esa 3 marta kichik. Ularning kinetik energiyalarini taqqoslang.

A) ikkalasiniki teng.      B) shaybaniki 3 marta katta.      C) to'pni 3 marta katta.      D) to'pni 9 marta katta.      E) to'pni 9 marta kichik.

12. Yerning sun'iy yo'l doshining tezligi samolyotning tezligidan 30 marta katta, samolyotning massasi esa yo'l doshnikidan 30 marta katta. Ularning kinetik energiyalarini taqqoslang.

- A) samolyotniki 900 marta katta.      B) samolyotniki 900 marta kichik.  
 C) teng.      D) samolyotniki 30 marta katta.  
 E) samolyotniki 30 marta kichik.

13. 2kJ kinetik energiyaga ega bo'lgan 10kg massali jismning tezligini toping (m/s).

- A) 20.      B) 15.      C) 9,8.      D) 5.

14. Massasi  $2 \cdot 10^{-26}$  kg bo'lgan uglerod atomining kinetik energiyasi  $4,9 \cdot 10^{-19}$  J bo'lsa, uning harakat tezligi qanday (m/s)?      A) 7.      B) 70.      C) 350.      D) 700.      E)  $7 \cdot 10^3$ .

15. Taxtani teshib o'tish natijasida o'qning tezligi 2 marta kamaydi. O'qning dastlabki energiyasining qanday qismi taxtani teshib o'tishga sarf bo'lgan?

- A) 114.      B) 112.      C) 2/3.      D) 3/4.      E) 4/5.

16. 4 t massali avtomobil gorizontal yo'lda tinch holatdan 36 km/h tezlikka erishgan bo'lsa, hamma kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday ish bajargan bo'ladi (kJ)?

- A) 72.      B) 100.      C) 144.      D) 200.      E) 288.

17. Massasi 10kg bo'lgan jismga 2min davomida 5N kuch uzluksiz ta'sir qiladi. Bunda uning kinetik necha kJ ga yetadi?      A) 100.      B) 50.      C) 22.      D) 20.      E) 18.

18 Tinch turean jismga bir xil masofada 2 marta katta tezlik berish uchun kuchni necha marta oshirish lozim?      A) 1,5.      B) 2.      C)  $\sqrt{2}$ .      D) 3.      E) 4.

19. Joyidan qo'zg'alib, bir xil masofada 2 marta katta tezlikka erishish uchun jismga ta'sir etuvchi kuch avvalgisiga nisbatan qanday o'zgarishi lozim?

- A) 2 marta kattalashtirilishi.      B) 2 marta kichiklashtirilishi.  
 C) 4 marta kattalashtirilishi.      D) 4 marta kichiklashtirilishi.

20. Avtomobil tinch holatdan harakatlanib, uzunligi S ga teng bo'lgan yo'lni t vaqtda bosib o'tdi. Boshqa xuddi shunday avtomobil ushbu yo'lni 2t vaqtda bosib o'tdi. Qaysi avtomobil motori

necha marta ko'proq ish bajargan. Ishqalanishni hisobga olmang. Harakat o'zgarmas tezlanish bilan bo'lgan.

- A) 1-avtomobil motori 2 marta ko'p ish bajargan.
- B) 2-avtomobil motori 4 marta ko'p ish bajargan.
- C) 1 -avtomobil motori 4 marta ko'p ish bajargan.
- D) 2-avtomobil motori 2 marta ko p ish bajargan.

21. Jism tezligini  $0$  dan  $\vartheta$  gacha oshirish uchun bajariladigan  $A_1$  ish bilan  $\vartheta$  dan  $2\vartheta$  gacha osbirish uchun bajariladigan  $A_2$  ish orasidagi munosabatni ko'rsating.

- A)  $A_1=3A_2$ .
- B)  $A_2=3A_1$ .
- C)  $A_2=A_1$ .
- D)  $A_1=2A_2$ .
- E)  $A_2=2A_1$ .

22. Dvigatelning avtomobil joyidan qo'zg'alib,  $27\text{ km/h}$  tezlikka erishguncha bajargan ishi  $A_1$  va tezlikni  $27$  dan  $54 \text{ km/h}$  gacha oshirganda bajargan ishi  $A_2$  orasida qanday munosabat o'rinni boladi?

- A)  $A_2=3A_1$ .
- B)  $A_2=2A_1$ .
- C)  $A_1=A_2$ .
- D)  $A_1=2A_2$ .
- E)  $A_1=3A_2$ .

23. Poezd tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakat qila boshladi. Yo'lning birinchi kilometrida tezlik  $10 \text{ m/s}$  ga vetdi. Yo'lning ikkinchi kilometrida tezlik necha  $\text{m/s}$  ga o'zgaradi?

- A)  $5,0$ .
- B)  $4,9$ .
- C)  $4,5$ .
- D)  $4,3$ .
- E)  $4,1$ .

24. Tezligi  $5 \text{ m/s}$  bo'lgan  $20 \text{ kg}$  massali jism ishqalanish kuchi ta sirida  $25 \text{ m}$  yo'1 o'tib to'xtadi. Ishqalanish kuchi qanday ( $N$ )? A)  $0$ . B)  $2$ . C)  $5$ . D)  $10$ . E)  $20$ .

25.  $2\text{kg}$  massali snaryad zambarakdan  $1000 \text{ m/s}$  tezlik bilan otilib chiqdi. Stvolning uzunligi  $3,5 \text{ m}$ . Porox gazining o'rtacha bosim kuchi ( $N$ ) topilsin.

- A)  $290$ .
- B)  $7 \cdot 10^3$ .
- C)  $2,9 \cdot 10^5$ .
- D)  $2,9 \cdot 10^4$ .
- E)  $2900$ .

26.  $m=1\text{kg}$  massali moddiy nuqta  $R=0,2\text{m}$  radiusli aylana bo'ylab tekis tezlanuchan aylanma harakat qilmoqda. Uning boshlang'ich tezligi  $\vartheta_0 = 3 \text{ m/s}$ , tangensial tezlanishi  $a=10 \text{ m/s}^2$  bo'lsa,  $0,2\text{s}$  vaqt davomida uning kinetik energiyasi qanchaga ortadi ( $J$ )?

- A)  $16$ .
- B)  $8$ .
- C)  $4$ .
- D)  $2$ .

27. Massasi  $m$ , tezligi  $\vartheta$  bo'lgan shar, xuddi shunday massali tinch turgan shar bilan to'qnashadi. Agar to'qnashish markaziy va noelastik bo'lsa, sharlar to'qnasngandan keyingi umumiyl kinetik energiya qanday boladi?

- A)  $0$ .
- B)  $\frac{m\vartheta^2}{2}$ .
- C)  $\frac{m\vartheta^2}{16}$ .
- D)  $\frac{m\vartheta^2}{4}$ .
- E)  $\frac{m\vartheta^2}{8}$ .

28.  $m$  massali aravacha  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanmoqda. U xuddi shunday massali tinch turgan aravacha bilan absolut noelastik to'qnashadi. Ularning to'qnashgandan keyingi yig'indi kinetik energiyasi qanday?

- A)  $\frac{m\vartheta^2}{2}$ .
- B)  $m\vartheta^2$ .
- C)  $\frac{m\vartheta^2}{4}$ .
- D)  $\frac{m\vartheta^2}{8}$ .
- E)  $\sqrt{2}m\vartheta^2$ .

29. Massalari  $1$  va  $2 \text{ kg}$  bo'lgan  $2$  ta shar bir-biriga tomon  $1$  va  $2 \text{ m/s}$  tezlik bilan harakatlanib, noelastik to'qnashdi. Tizim kinetik energiyasi necha jour kamaygan?

- A)  $3,5$ .
- B)  $3$ .
- C)  $2,5$ .
- D)  $2$ .
- E)  $1,5$ .

30.  $2\vartheta$  va  $\vartheta$  tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashsa, sistemaning kinetik energiyasi necha marta kamayadi?

- A)  $1,5$ .
- B)  $2$ .
- C)  $3$ .
- D)  $5$ .
- E)  $10$ .

31.  $\vartheta$  va  $\vartheta$  tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashsa, sistemaning kinetik energiyasi necha marta kamayadi?
- A) 3.    B) 2.    C) 1,5.    D) 1,25.    E) 4.
32.  $\vartheta$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m$  massali shar tinch holatda turgan, massasi  $2m$  bo'lgan shar bilan noelastik to'qnashdi. Bunda shar energiyasning qanday qismi ichki energiyaga aylandi? A)  $2/3$ .    B)  $1/3$ .    C)  $1/2$ .    D)  $1/4$ .
33. Agar jismning impulsi  $p$  va tezligi  $\vartheta$  bo'lsa, uning kinetik energiyasi qaysi ifoda bilan aniqlanadi? A)  $p\vartheta/2$ .    B)  $p\vartheta$ .    C)  $p\vartheta\sqrt{2}$ .    D)  $2p\vartheta$ .
34. Agar  $8 \text{ kg}$  massali jism impulsi  $8 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  bo'lsa, uning kinetik energiyasi necha joul bo'ladi?
- A) 12.    B) 8.    C) 4.    D) 16.    E) 32.
35. Agar  $1,25 \text{ kg}$  massali jismning kinetik energiyasi  $10 \text{ J}$  bo'lsa, uning impulsi necha  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$  bo'ladi? A) 25.    B) 15.    C) 10.    D) 5.    E) 50.
36. Massasi  $2,5 \text{ kg}$  bo'lgan jismning kinetik energiyasi  $20 \text{ J}$  bo'lsa, uning tezligi va impulsi qanday? A)  $4 \text{ m/s}$ ,  $100 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .    B)  $20 \text{ m/s}$ ,  $20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .
- C)  $4 \text{ m/s}$ ,  $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .    D)  $10 \text{ m/s}$ ,  $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .
37. Jismning impulsi  $100 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ , kinetik energiyasi  $200 \text{ J}$  bo'lsa, jismning massasi va tezligi qanday? A)  $12,5 \text{ kg}$ ,  $4 \text{ m/s}$ .    B)  $25 \text{ kg}$ ,  $4 \text{ m/s}$ .
- C)  $12,5 \text{ kg}$ ,  $2 \text{ m/s}$ .    D)  $25 \text{ kg}$ ,  $2 \text{ m/s}$ .
38. Jismning kinetik energiyasi  $E_k = 100 \text{ J}$ , impulsi esa  $p=20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ . Jismning massasi qanday ( $\text{kg}$ )? A) 16.    B) 8.    C) 4.    D) 2.    E) 1.
39. Agar jismning kinetik energiyasi  $1 \text{ J}$ , impulsi  $1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  bo'lsa, uning massasi qanday ( $\text{kg}$ )? A) 0,25.    B) 0,5.    C) 1.    D) 2.    E) 4.
40. Jismning kinetik energiyasi  $50 \text{ J}$ , impulsi  $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  bo'lsa, uning massasi qanday ( $\text{kg}$ )? A) 0,2.    B) 2.    C) 1.    D) 4.    E) 5.
41. Impulsi  $30 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ , kinetik energiyasi  $150 \text{ J}$  bo'lgan jismning massasini aniqlang ( $\text{kg}$ ). A) 2.    B) 3.    C) 3,5.    D) 4.
42. Massasi  $2 \text{ kg}$  bo'lgan jism  $20 \text{ m/s}$  tezlik bilan gorizontal otildi. 3 sekunddan keyin jismning kinetik energiyasi qanday ( $\text{J}$ ) bo'ladi?
- A) 2600.    B) 400.    C) 1200.    D) 1300.
43. Harakatsiz aravadagi odam massasi  $8 \text{ kg}$  bo'lgan toshni yerga nisbatan  $5 \text{ m/s}$  tezlik bilan gorizontal yo'nalishda oldinga tomon uloqtirdi. Odamning arava bilan birligida massasi  $160 \text{ kg}$  bo'lsa, toshni uloqtirishda odam necha foul ish bajargan?
- A) 160.    B) 100.    C) 105.    D) 153.
44.  $\vartheta$  tezlik bilan devorga tik urilib qaytgan  $m$  massali jismning kinetik energiyasi 4 marta kamaydi. To'qnashishdagi kuchn impulsi qanday bo'lgan?
- A)  $2m\vartheta$ .    B)  $1,5m\vartheta$ .    C)  $m\vartheta$ .    D)  $0,5m\vartheta$ .    E)  $0,25m\vartheta$ .
45. Tennis to'pi raketkaga  $15 \text{ m/s}$  tezlik bilan urilib,  $20 \text{ m/s}$  tezlik bilan qaytdi. Bu jarayonaa to'pning kinetik energiyasi  $10 \text{ J}$  ga o'zgardi. To'p impulsini o'zgarishining moduli qanday ( $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ) A) 3.    B) 6.    C) 5.    D) 4.

## 31 - §. POTENSIAL ENERGIYA

O‘zaro ta’sir qiluvchi jismlarning yoki jism oismlarining bir – biriga nisbslan vaziyatiga bog‘liq energiya potensial energiya deb ataladi.

Yer sirtidan  $h$  balandlikda  $m$  massali jismning potensial energivasi quyidagicha ifodalanadi:  $E_{pot} = mgh$

Faraz qilaylik,  $m$  massali jism  $h_1$  balandlikdan  $h_2$  balandlikka erkin tushmoqda (229–rasm). Jism  $h_1 - h_2$  balandlikni bosib o’tganda og’irlilik kuchi  $F_{og}$  ning bajargan ishini topamiz.

Jismning og’irlilik kuchi  $F_{og} = mg$  ga tengligini, bu kuch ta’sirida jismning bosib o’tgan yo’li  $h = h_1 - h_2$  ekanligidan bajarilgan ishni aniqlash mumkin:  $A = FS = F_{og} \cdot h = mg(h_1 - h_2)$ ,

$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2,$$

$$A = -\Delta E_{pot} = E_{pot1} - E_{pot2} \quad \text{yoki} \quad A = -(E_{p2} - E_{p1})$$

bunda  $E_{pot1} = mgh_1$  – jismning  $h_1$  balandlikdagi,

$E_{pot2} = mgh_2$  – jismning  $h_2$  balandlikdagi potensial energiyasi.

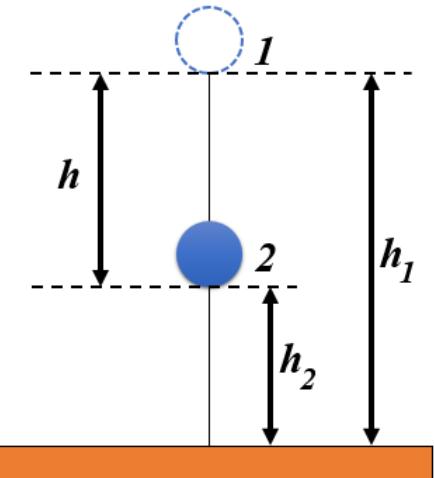
$A = mgh_1 - mgh_2$  formula og’irlilik kuchining bajargan ishi bilan jism potensial energiyasi orasidagi bog’lanishni ifodalaydi.

Agar  $h_1 > h_2$  bo’lsa, u holda  $mgh_1 > mgh_2$  va  $A > 0$  bo’ladi, ya’ni “**musbat**” ish bajaradi, binobarin og’irlilik kuchi jismning potensial energiyasi kamayishi hisobiga ish bajaradi.

Agar  $h_1 < h_2$  bo’lsa, u holda  $mgh_1 < mgh_2$  va  $A < 0$  bo’ladi ya’ni “**manfiy**” ish bajaradi. Bunda og’irlilik kuchiga qarshi bajarilgan ish hisobiga jismning potensial energiyasi ortadi. ismga qo’yilgan og’irlilik kuchining ishi jism potensial energiyasining kamayishiga teng.

Shunday qilib, og’irlilik kuchining bajargan ishi jism potensial energiyasining kamayishiga teng bo’ladi.

$A = mgh_1 - mgh_2$  formuladan ko’rinadiki, gravitatsion maydonda bajarilgan ishning kattaligi bosib o’tilgan yo’lning shakliga bog’liq bo’lmay, faqat yo’lning oxirgi nuqtasi boshlang’ich nuqtasiga nisbatan qanday balandlikda joylashganligiga bog’liq bo’ladi.



**229 – rasm.**

$$E_p = mgh \quad \text{va} \quad E_p = \frac{kx^2}{2}$$

formulalar birgina fizik kattalik potensial energiyani ifoda etsa-da, bir-biridan farq qiladi.  $E_p = mgh$  va

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

formulalar farqining sababi og‘irlik kuchi doimiyligi (230 – rasm, 1-grafik), birlik kuchi esa deformatsiyada o‘zgarishdadir (3-grafik). Shuning uchun 230 – rasmda mos potensial energiyalar grafiklari ham farqlanadilar: 2 og‘ma to‘g‘ri chiziq va parabola sohasi 4.

Masalan  $m$  massali sharchani a nuqtadan b nuqtaga ham C trayektoriya bo‘yicha, ham D trayektoriya bo‘yicha o‘tkazish mumkin (231 – rasm). Ikkala holda ham og‘irlik kuchi ishi boshlang‘ich holat potensial energiyasi  $mg h$  ga tenglashishi kerak. demak, bu ishlar o‘zaro teng bo‘lishi kerak:  $AC = AD$

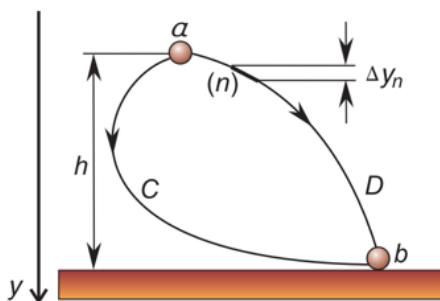
Xulosa qilamiz. *Potensial energiyani ishi bir holatdan ikkinchisiga o‘tkazish usuliga bog‘liq bo‘lgan kuchlar uchungina chiqarish mumkin.*

Bunday kuchlar konservativlar yoki potensiallar deb ataladi. Og‘irlik kuchi ham, bikrlik kuchi ham konservativdir.

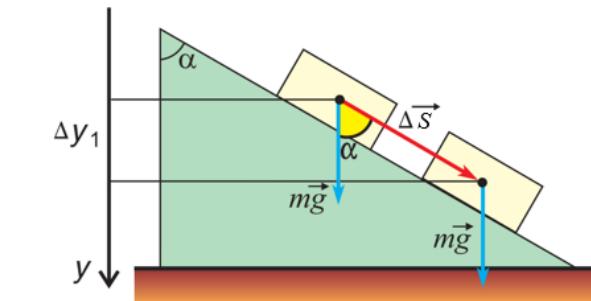
Og‘irlik kuchi konservativ ekanligiga ishonch hosil qilaylik. Vertikal bilan 2 burchak hosil qiluvchi og‘ma tekislikda  $m$  massali jismni ko‘rib chiqamiz (232 – rasm).

Jism  $\Delta S_1$  ga siljishdagi og‘irlik kuchi ishi  $A_1 = mg\Delta S_1 \cos\alpha$  ga teng.

$\Delta S_1 \cos\alpha \Delta y$  ligidan og‘ishning ixtiyoriy burchagida ish  $A_1 = mg\Delta y_1$  ga teng, ya’ni vertikal bo‘yicha jismning siljish ishiga tengdir.

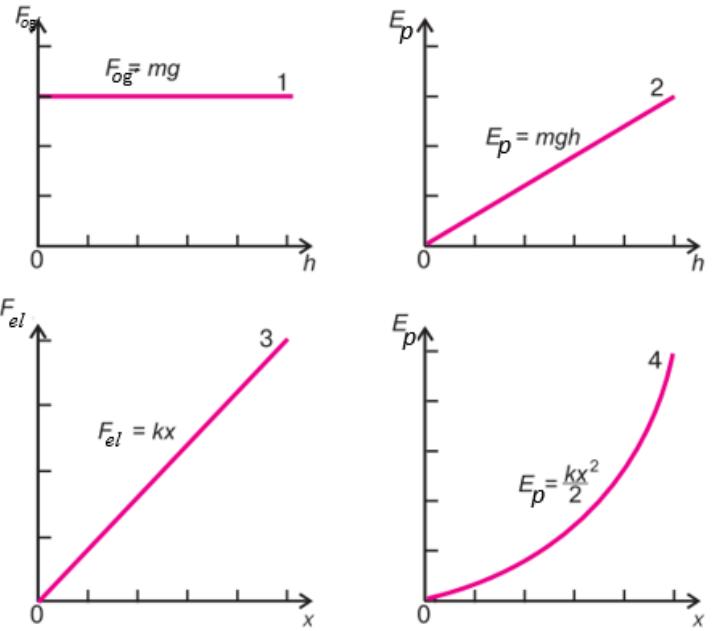


231 – rasm.



232 – rasm.

231 – rasmga qaytamiz. D trayektoriyada kichik soxalardan birini, masalan n – soxani ajratamiz. Bu soxada og‘irlik kuchining ishi  $mg\Delta y_n$  ga teng bo‘lib, butun trayektoriya bo‘yicha ish shunday ishlar yig‘idisiga, ya’ni  $mgh$  ga teng. Shunday natija C trayektoriya uchun ham, berilgan nuqtalarni birlashtiruvchi ixtiyoriy trayektoriya uchun ham olinadi (231 – a, va b rasmlar). Biz shuni isbotlashimiz kerak edi.



230 – rasm.

Bajargan ishi yo'l shakliga bog'liq bo'lmaydigan kuchlar ***potensial*** (yoki ***konservativ***) ***kuchlar***, bu kuchlar maydoni esa ***potensial maydon*** deyiladi. Binobarin og'irlik kuchi potensial kuch, uning maydoni esa potensial maydon bo'ladi.

Jism tik emas, balki qiyalik bo'ylab harakatlanganda jismning bosib o'tgan yo'li qancha bo'lishidan qat'iy nazar, og'irlik kuchining ishi faqat uning balandligi orqali aniqlanadi. Masalan, Siz ko'p qavatli uyning zinasidan  $45m$  masofani yurib, sakkizinch qavatga chiqdingiz. Bu qavatning yerdan balandligi  $24m$ . massangiz  $50kg$  bo'lsa. Sizning og'irlik kuchingiz bajargan ishi quyidagicha topiladi:

$$A = -mgh = -50kg \cdot 10m / s^2 \cdot 24m = -60000 J = -60kJ$$

Agar oltinchi qavatga zina orqali emas, balki liftda ko'tarilsangiz ham og'irlik kuchingiz xuddi shunday  $A = -60kJ$  ga teng ish bajaradi.

### Og'irlik kuchning bajargan ishi.

Jism gorizontal yo'nalişda harakailanganida og'irlik kuchining bajargan ishi:  
 $A = 0$

Jismni  $a$  tezlanish bilan yuqoriga ko'targanda bajarilgan ishni topish:

$$A = m(g + a)h$$

Jismni  $a$  tezlanish bilan pastga tushirishda bajarilgan ishni topish:

$$A = m(g - a)h$$

Ko'char blokda jismni  $h$  balanlikka ko'targanda bajarilgan ishni topish: ko'char blok kuchdan ikki marta yuriq beradi.

$$F = \frac{F_{og'}}{2} = \frac{mg}{2} \quad \text{dan} \quad A = 2mgh$$

$F$  kuch ta'sirida jismni  $h$  balanlikka ko'targanda  $F$  kuchning bajargan ishi:  
 $A = Fh$

Qarshilik kuchining bajargan ishini topish:  $A = F_{qar}h = m(g - a)h$

Ishqalanish kuchining bajargan ishi:

Gorizontal sirtda  $A = F_{ish}S = \mu mgS$

Qiya tekislikda  $A = \mu ngl \cos \alpha$

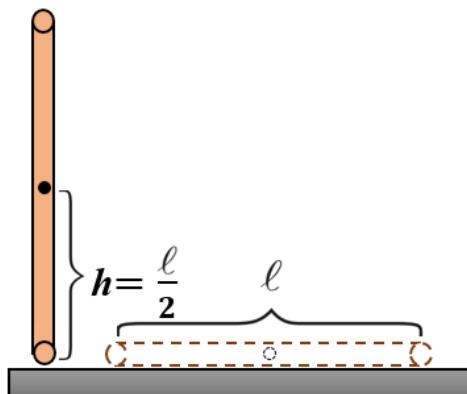
Jism  $h$  balandlikdagi qiya tekislik bo'ylab sirpanib tushib tekislik oxirida to'xtadi.  
Jismni qiya tekislik bo'ylab ko'tarishda bajariladigan ishni topish:  $A = 2mgh$

Yerda yotgan  $l$  uzunlikdagi sterjenni Yerga nisbatan perpendikulyar ( $90^\circ$ ) (tik) holga keltirishda bajarilgan ish (233-rasm):

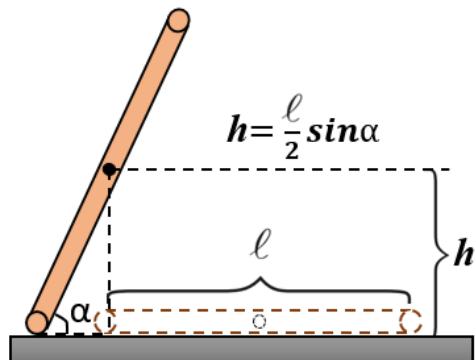
$$A = mgh \quad \text{agar} \quad h = \frac{l}{2} \quad \text{bo'lsa} \quad A = mg \frac{l}{2}$$

Yerda yotgan  $l$  uzunlikdagi sterjinni gorizontdan  $\alpha$  burchakka og'dirishda bajarilgan ish (234-rasm):

$$A = mgh \quad \text{agar} \quad h = \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha \quad \text{bo'lsa} \quad A = mg \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha$$



**233 – rasm.**



**234 – rasm.**

Markazga intilma kuch va Lorens kuchlari ish bajarmaydi, ularning bajargan ishi nolga teng.

Yuqorida biz shuni takitladikki ish turli kuchlar ta'sirida bajarilgani uchun uni kuchning ishi deb atagan edik bazi kuchlarning bajargan ishlarining tahlili.

Og'irlilik kuchi (Gravitatsiya kuchi), Elastiklik kuchi, Elektrostatik (Kulon) kuchi, Arxemid kuchlarining bajargan ishi harakat trayektoriyasiga bog'liq emas.

Ishqalanish kuchi qarshilik kuchlarining bajargan ishi harakat trayektoriyasiga bog'liq.

Ishqalanish va qarshilik kuchlarining bajargan ishi ichki energiyaga (issiqlikka) aylanadi.

### Mavzuga doir test.

1. Massasi  $10\text{kg}$  bo'lgan shar gorizontal tekislikda o'z inersiyasi bilan  $10\text{m}$  masofaga dumalab bordi. Og'irlilik kuchining bajargan ishini toping ( $J$ ).

- A) 0.    B) 100.    C) 250.    D) 500.    E) 1000.

2. Og'irligi  $100\text{N}$  bo'lgan chana gorizontal muz ustida  $10\text{m}$  ga siljidi. Og'irlilik kuchining bu yo'ldagi ishi qanday ( $J$ )?    A) 0.    B) 100.    C) 10.    D) 50.    E) 1000.

3. Xona polida bir xil materialdan yasalgan, bir xil massali kattagina shar va kub turibdi. Ularning qaysi birini shiftga tekkuncha ko'tarish uchun ko'proq ish bajarish kerak?

- A) ikkala holda ham bir xil.    B) sharni.

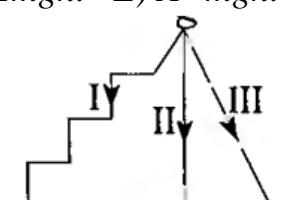
- C) javob ularning zinchligiga bog'liq.    D) kubni.

4. Yuqoriga tik otilgan  $m$  massali tosh biror  $h$  balandlikkacha chiqib, yana pastga tushdi. Og'irlilik kuchining butun yo'l davomiaagi ishi nimaga teng?

- A)  $A = -mgh$ .    B)  $A = 2mgh$ .    C)  $A = 0$ .    D)  $A = -2mgh$ .    E)  $A = mgh$ .

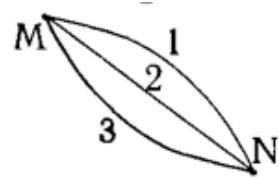
5. Jism biror balandlikdan turli trayektoriyalar bilan tushganda og'irlilik kuchi bajaradigan ishlarni taqqoslang.

- A)  $A_3 > A_1 > A_2$ .    B)  $A_2 > A_3 > A_1$ .  
C)  $A_1 > A_2 > A_3$ .    D)  $A_2 > A_1 > A_3$ .    E)  $A_1 = A_2 = A_3$ .



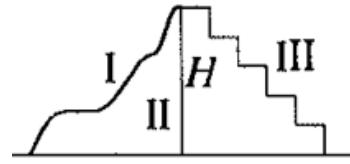
6. Chang'ichi M nuqtadan N nuqtaga sirpanib tushadi. Qaysi trayektoriyada og'irlik kuchining bajargan ishi eng katta bo'ladi?

- A) hamma trayektoriya bo'ylab bir xil.  
 B) 1.      C) 2.      D) 3.      E) 1, 3.



7.  $m$  massali jism  $H$  balandlikka tekis ko'tarilmoqda. Rasmda ko'rsatilgan yo'llardan qaysi birida og'irlik kuchiga qarshi bajarilgan ish eng katta bo'ladi?

- A) III.      B) II.      C) I.      D) barcha ishlar bir xil.

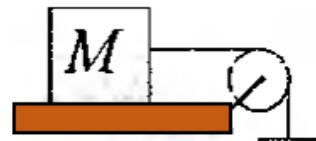


8. Massasi 1kg va uzunligi 30sm bo'lgan matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan  $60^\circ$  burchakka og'dirilganda, og'irlik kuchiga qarshi qanday ish bajariladi (J)?

- A) 0,75.      B) 1,5.      C) 2.      D) 3.      E) 6.

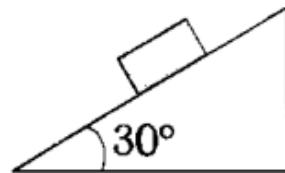
9. Chizmada keltirilgan Sistema o'zgarmas tezlik bilan harakat qilmoqda. Sirpanayotgan ismni  $20\text{ sm}$  ga siljitimda ishqalanish kuchlariga qarshi bajarilgan ishni toping (J). Blokka osilgan jimating massasi  $m=0,5\text{ kg}$ .

- A) 10.      B) 1.      C) 0,5.      D) 0,2.



10.  $5\text{ kg}$  massali jism qiya tekislik bo'ylab o'zgarmas tezlik bilan strpanib tushmoqda. Og'itlik kuchining  $20\text{ sm}$  masofada bajargan ishi qanday (J)?

- A) 5.      B) 2,5.      C) 1.      D) 10.



11. Gorizontal tekislikka  $60^\circ$  burchak ostida joylashgan  $10\text{ m}$  uzunlikdagi zinadan  $100\text{ kg}$  massali yuk tushirildi. Bunda og'irlik kuchi qanday ish bajargan (kJ)?

- A) 5.      B) 8,7.      C) 10.      D) 15.      E) 17,4.

12. Massasi  $200\text{ kg}$  bo'lgan yuk gorizont bilan  $30^\circ$  burchak hosil qiluvchi qiya tekislik bo'ylab  $10\text{ m}$  balandlikka tekis ko'tarildi. Og'irlik kuchi bajargan ishni toping (kJ). A) 10.      B) -10.      C) 20.      D) 40.      E) -20.

13.  $80\text{ kg}$  massali odam  $25\text{ m}$  uzunlikdagi zinadan  $10\text{ m}$  balandiikka ko'tarildi. Bunda og'irlik kuchiga qarshi bajarilgan ish qanday bo'ladi (kJ)?

- A) 8.      B) 0,8.      C) 10.      D) 20.

14.  $2\text{ m}$  uzunlikdagi qiya tekislikdan og'irligi  $8\text{ N}$  bo'lgan jism sirpanib tushdi. Gorizont bilan qiya tekislik orasidagi burchak  $30^\circ$  bo'lsa, og'irlik kuchining bajargan ishi qanday (J)?

- A) 16.      B) 8.      C) 4.      D) 0,8.      E) 0,4.

15.  $50\text{ kg}$  massali jism  $10\text{ m}$  balandlikka  $20\text{ s}$  tekis ko'tarildi. Bajarilgan ish (kJ) topilsin.  $g=10\text{ m/s}^2$ .

- A) 100.      B) 50.      C) 25.      D) 10.      E) 5.

16. Massasi  $8\text{ kg}$  bo'lgan jism qandaydir balandlikdan  $4\text{ s}$  davomida boshlang'ich tezliksiz erkin tushib, yerga urildi. Og'irlik kuchining bajargan ishi qandav (kJ).

- A) 6,4.      B) 32.      C) 64.      D) 12,8.      E) 4.

17. Erkin tushayotgan  $5\text{ kg}$  massali jismning tezligi qandaydir yo'lida  $2$  dan  $8\text{ m/s}$  gacha o'zgardi, Og'irlik kuchining shu yo'lagini ishini toping (J).

- A) -150.      B) 160.      C) 10.      D) 150.

18. Erkin tushayotgan  $8\text{ kg}$  massali jismning tezligi ma'lum yo'lida  $2$  dan  $8\text{ m/s}$  gacha ortgan bo'lsa, og'irlik kuchining shu yo'lida bajargan ishi qanday (J)?

- A) 240.      B) 160.      C) 120.      D) 64.      E) 640.

19. Jismning potensial energiyasi deb nimaga aytildi? Jismning potensial energiyasi deb, uning ...

- A) ilgarilanma harakati ... B) fazodagi vaziyati ...
- C) mexanik harakati ... D) aylanma harakati ...

... bilan bog'liq bo'lgan energiyasiga aytildi.

20. Quyida keltirilgan hollarning qaysilarida faqat potensial energiya haqida gapirish mumkin: 1) jar yoqasidagi tosh; 2) shamol; S) sharshara; 4) cho'zilgan prujina; 5) siqilgan havo; 6) tarang tortilgan kamon; 7) Yerning sun'iy yo'l doshi.

- A) 1, 4, 5, 6.      B) 2, 3, 7.      C) 5, 6, 7.      D) 1, 2, 3, 4.

21. Quyidagi formulalardan qaysi biri jism vaziyatini xarakterlovchi potensial energiyani ifodalaydi?

- A)  $W=mgh$       B)  $W=CU^2/2$ .      C)  $W=UIt$ .      D)  $W=LI^2/2$ .      E)  $W=mv^2/2$ .

22. Berilganlardan mexanik ish formulalarini toping:

$$1) A = q(\varphi_2 - \varphi_1); \quad 2) A = FS\cos\alpha; \quad A = -(mgh_2 - mgh_1);$$

$$4) A = P(V_2 - V_1); \quad 5) A = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_1^2}{2}; \quad 6) A = IUt.$$

- A) 2, 3, 5.      B) 2.      C) 4.      D) 1, 6.      E) 6, 4.

23. Massalari turlicha bo'lgan ikkita jism qachon bir xil potensial energiyaga ega bo'ladi? A) hech qachon.      B) massalarining nisbati balandliklarining teskari nisbatiga teng bo'lganda.      C) massalari balandliklariga proporsional bo'lganda.      D) balandliklari bir xil bo'lganda.

24. 2 m balandlikdagi ayvondan otilgan koptok 9 m balandlikka ko'tarildi. Potensial energiya qandav o'zgardi?

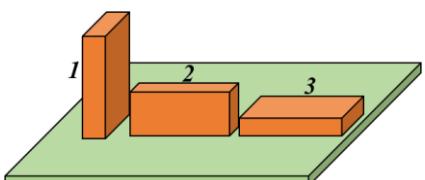
- A) o'zgarmadi.      B) 7 marta ortdi.      C) 4,5 marta kamaydi.      E) 4,5 marta ortdi.

25. Birinchisi tik turgan, ikkinchisi Yerda yotgan ikkita bir xil silindrning potensial energiyalari teng. Silindrning balandligi asos radiusidan necha marta katta?

- A) bir xil.      B) 1,5.      C) 2.      D) 3.      E) 4.

26. G'isht stol ustida 3 xil holatda joylashgan. G'isht holati o'zgarishi bilan uning potensial energiyasi o'zgaradimi?

- A)  $W_1 > W_2 = W_3$ .      B)  $W_1 < W_2 < W_3$ .  
C)  $W_1 = W_2 = W_3$ .      D)  $W_1 > W_2 > W_3$ .      E)  $W_1 = W_2 < W_3$ .



27. 10 m balandlikdan boshlang'ich teziksiz erkin tushayotgan 0,5 kg massali jismning yarim yo'l dagi potensial energiyasini (J) aniqlang. A) 25. B) 5. C) 2. D).50.

28. Massasi 200 g bo'lgan iism 50 m/s boshlang'ich tezlik bilan vertikal yuaoriga otildi. Ikkinchi sekundnmg oxirida jismning potensial energiyasi qandav (J) bo'ladi?

- A) 150.      B) 60.      C) 100.      D) 120.      E) 160.

29. Yerda yotgan 4 m uzunlikli va 20 kg massali bir jinsli xodani tik qilib qo'yish uchun qanday (J) ish bajarish kerak? A) 800.      B) 400.      C) 80.      D) 40.

30. Massasi 200 kg va uzunligj 5 m bo'lgan, gorizontal holda Yerda yotgan rels bo'lagini tik holatga keltirish uchun qanday (kJ) ish bajarish kerak?

- A) 10.      B) 2,5.      C) 0.      D) 5.

31. Uzunligi 4 m va massasi 500 kg bo'lgan bir jinsli sterjen Yerda yetibdi. Uning bir uchini sterjen bilan Yer orasidagi burchak  $30^\circ$  bo'lguncha ko'tarishda bajariladigan ish qanday (kJ) bo'ladi?  $g=10\text{m/s}^2$ . A) 0,5. B) 1. C) 2. D) 5.

32. Uzunligi 4 m va massasi 500 kg bo'lgan bir jinsli sterjen Yerda yetibdi. Uning bir uchini sterjen bilan Yer orasidegi burchak  $45^\circ$  bo'lguncha ko'tarishda bajarilgan ish qanday (kJ)?  $\sin 45^\circ = 0,7$ ;  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

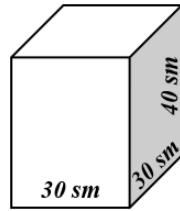
- A) 14. B) 7. C) 2,8. D) 1,4. E) 0,7.

33. Uzunligi 5 m va massasi 400 kg bo'lgan bir jinsli metall ustun Yerda yetibdi. Uning bir uchi ustun bilan Yer orasidagi burchak  $30^\circ$  bo'lguncha ko'tarilganda potensial energ'ivasi qanday (kJ) o'zgaradi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 5. B) 10. C) 15. D) 20. E) 0.

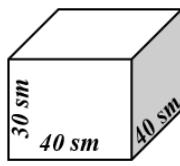
34. Rasmida ko'rsatilgan 50 kg massali yashikni ag'darish uchun kamida necha joul ish bajarish kerak? Massa hajm bo'yicha tekis taqsimlangan.  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 0. B)-25. C) 25. D)-50. E) 50.



35. Rasmida ko'rsatilgan 50 kg massali yashikni turg'izib qo'vish uchun kamida necha joul ish 1 bajarish kerak? Massa hajm bo'yicha tekis taqsimlangan.  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 25. B) 50. C) 75. D) 90.



36. Muz bo'lagi suvgaga 0,9 m chuqurlikkacha botirildi. Muz suzib chiqib suv sirtidan qanday balandlikka (sm) sakraydi? Suv va havoning qarshiligini hisobga olmang. Muzning zichligi  $\rho_{muz}=900 \text{ kg/m}^3$ . A) 30. B) 48. C) 3,8. D) 10.

37. Po'kak shar suv ustiga qalqib chiqqanda va po'kak shar suvga cho'ktirilganda «shar-suyuqlik» sistemasining potensial energiyalari qanday o'zgaradi?

- A) ortadi. B) kamayadi. C) o'zgarmaydi  
D) birinchi holda kamayadi, ikkinchi holda ortadi

38. Po'kak kub ip yordamida suvli idish tubi yaqinida tutib turilibdi. Ip uzildi va kub qalqib chiqdi. Suv-kub sistemasining potensial energiyasi qanday o'zgargan?

- A) javob kubning massasiga bog'liq. B) ortgan. C) o'zgarmagan D) kamaygan.

39. Uchlari A va B nuqtalarga mahkamlanean, uzunligi AB kesmidan ancha katta arqon erkin osilib turibdi. Agar uni o'rtasidan pastga tortilsa, arqonning og'irlik markazi qaysi tomonga siljiydi?



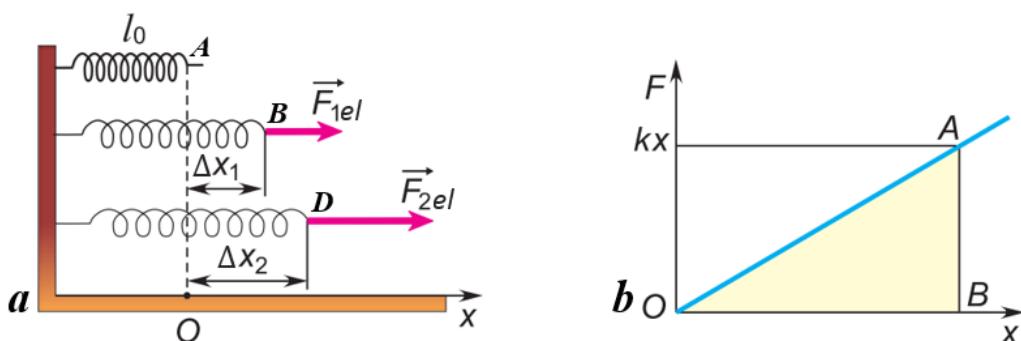
- A) pastga. B) yuqoriga. C) o'ngga. D) chapga. E) o'z joyida qoladi.

### 32 - §. ELESTIKLIK KUCHINING BAJARGAN ISHI. ELASTIK DEFORMATSIYALANGAN JISMNING POTENSIAL ENERGIYA

Elastik kuchining bajargan ishini aniqlash uchun  $l_0$  uzunlikdagi purjunaning bir uchini ustunga mahkamlab qo'yib, ikkinchi uchidan tashqi kuch ta'sirida  $\Delta x_1$  masofaga purjinani biroz cho'zsak, u holda purjina tomonidan ta'sir qilayotga kuch paydo bo'ladi (235-a rasm). Purjina o'rmlarini ko'chishida elastiklik kuchi bajargan ishini aniqlash uchun purjinaning uchi A vaziyatdan B vaziyatga ko'chadi deb faraz qilaylik. Purjinaning A vaziyatidan D vaziyatiga ko'chishi  $\Delta x_2$  ga teng bo'ladi. Demak

purjinaning uchi  $\Delta x_1$  va  $\Delta x_2$  masofalarga ko'chadi. Ishni hisoblashda elastiklik kuchining o'zgaruvchan kuch ekanligini nazarga olish kerak: u  $\Delta x$  deformatsiyaga chiziqli bog'liq bo'lib, cho'zilishi noldan  $\Delta x$  gacha o'zgarganda kuch noldan  $F_{el} = -k\Delta x$  gacha o'zgaradi, bunda  $k$ -purjinaning bikirligi. Binobarin,  $B$  nuqtada elastiklik kuchi  $F_{el1} = -k\Delta x_1$  ga teng bo'lsa  $D$  nuqtada bu kuch  $F_{el2} = -k\Delta x_2$  ga teng bo'lib qoladi. Shuning uchun  $\Delta x = \Delta x_2 - \Delta x_1$  ko'chishda  $F_{o'rt} = \frac{F_{el1} + F_{el2}}{2} = -k \frac{\Delta x_2 + \Delta x_1}{2}$  o'rtacha elastiklik kuchi ta'sir qiladi deb hisoblash mumkin. U holda bu kuchning  $\Delta x$  ko'chishdagi bajargan ishi  $A = F_{o'rt}\Delta x$  formula orqali ifodalasik

$$A = F_{o'rt}\Delta x = -k \frac{\Delta x_2 + \Delta x_1}{2} \cdot (\Delta x_2 - \Delta x_1) = \frac{k}{2}(\Delta x_2^2 - \Delta x_1^2) = \frac{k\Delta x_2^2}{2} - \frac{k\Delta x_1^2}{2}.$$



**235 – rasm.**

Elastiklik kuchining bajargan ishi jism bikirligi bilan boshlang'ich va oxirgi uzayish(qisqarish)lari kvadratlari ayirmasi ko'paytmasining yarmiga teng.

$$A = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

bu yerda  $\Delta x$  - purjinaning boshlang'ich uzayishi(qisqarishi).

Elastik deformatsiyalangan purjina potensal energiyaga ega bo'ladi. Elastik deformatsiyalangan purjunaning potensial energiyasi bu purjunaning deformatsiyalanmagan holaditaga o'tishidagi elastik kuchining bajargan ishiga teng.

$$E_p = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

U holda purjinani ko'chishdagi bajargan ishini hisobga olsak.

$$A = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx^2}{2} = E_{p1} - E_{p2}.$$

Diformatsiyalangan prujinaning potentsial energiyasi:

$E_p = \frac{kx^2}{2}$ ; agar elastiklik kuchi formulasidan  $k$  bikirlik  $k = \frac{F}{\Delta x}$  ni topib prujinaning potentsial energiyasiga keltirib qo'ysak formula quyidagicha o'zgaradi  $E_p = \frac{F_{el}x}{2}$ ; yoki  $E_p = \frac{F_{el}^2}{2k}$

Prujinani tashqi  $F$  kuchi bilan cho‘zamiz (235 – a rasm). Bikr deformatsiyada tashqi kuchlar moduli prujina cho‘zilishi  $x$  ga to‘g‘ri proporsional:  $F=kx$ , bu yerda  $k$  – prujina qattiqligi.  $F$  kuch ishi son qiymati jihatidan  $F$  ning  $x$  ga bog‘liqlik grafigi (235 – b rasm) dagi  $OAB$  uchburchak yuziga teng.  $OB=x$ ,  $AB=kx$  ligidan prujinaning cho‘zilishi bo‘yicha ish uning deformatsiyalanmagan holatidan

$$A = \frac{k\Delta x^2}{2} \text{ ga tengdir}$$

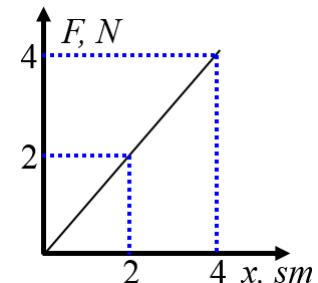
(3) tenglik prujinaning siqilishi bo‘yicha ish uchun ham bajarilishi ma’lumdir.

### Mavuga doir test

- Bikrligi k bo‘lgan cho‘zilmagan prujinaning uzunligi  $x$  ga orttirishda bajarilgan ish qanday? A)  $kx^2/2$  B)  $-kx$  C)  $kx^2$  D)  $kx$
- Elastiklik koeffitsienti (bikrligi) k bo‘lgan rezinkani  $\Delta l/2$  ga cho‘zish uchun bajariladigan ish nimaga teng? A)  $k\Delta l$  B)  $k\Delta l/2$  C)  $k\Delta l^2/2$  D)  $k\Delta l^2/8$  E)  $k\Delta l^2/4$
- Agar prujinani 1 sm ga cho‘zish uchun 2 J ish bajarilgan bo‘lsa, 4 sm ga cho‘zish uchun qanday (J) ish bajarish kerak bo‘ladi? A) 32 B) 16 C) 12 D) 8 E) 4
- Bikrligi k bo‘lgan prujinani 2  $x$  ga cho‘zish uchun uni  $x$  ga cho‘zganga nisbatan necha marta ko‘proq ish bajarish kerak?

  - 3
  - 4
  - baravar
  - 2
  - 8

- Prujina avval 3 sm, so‘ng yana 3 sm cho‘zildi. Birinchi va ikkinchi cho‘zishdagi  $A_1$  va  $A_2$  ishlarni taqqoslang. A)  $A_2 = A_1$  B)  $A_2 = 2A_1$  C)  $A_2 = 3A_1$  D)  $A_2 = 4A_1$
- Prujina avval 2 sm, so‘ng yana 4 sm cho‘zildi. Birinchi va ikkinchi cho‘zilishdagi  $A_1$  va  $A_2$  ishlarni taqqoslang. A)  $A_2 = 2A_1$  B)  $A_2 = 4$  C)  $A_2 = 9A_1$  D)  $A_2 = 8A_1$
- Dianomometr prujinasini uning shkalasi o‘rtasigacha cho‘zishda bajariladigan ish shkala o‘rtasidan oxirigacha cho‘zish uchun bajariladigan ishdan necha marta kichik? A) 8 B) 4 C) 3 D) 1 E) 0.5
- Elastik prujinani 0 dan  $\Delta x$  gacha cho‘zishda bajarilgan ish uni  $\Delta x$  dan  $3\Delta x$  gacha cho‘zishda bajarilgan ishdan necha marta kichik? A) 3 B) 6 C) 8 D) 9
- Grafikdan foydalangan holda, prujinani 4 sm ga cho‘zishda bajarilgan ishini toping (J) A) 8 B) 0.8 C) 0.08 D) 80
- Prujina 2 kN kuch ta’sirida 4 sm ga siqildi. Prujinani 12 sm ga siqish uchun necha joul ish bajarish lozim? A) 360 B) 300 C) 200 D) 180 E) 400
- Agar prujinani 6 sm ga siqish uchun 2 kN kuch kerak bo‘lsa, uni 6 sm cho‘zish uchun qanday (J) ish bajarish lozim? A) 6 B) 12 C) 30 D) 60 E) 120



12. Bikrligi  $100 \text{ N/m}$  bo‘lgan prujina cho‘zilganda,  $400 \text{ N}$  elastiklik kuchi hosil bo‘ldi. prujinani cho‘zishda bajarilgan ish qanday (J)?
- A) 800      B) 400      C) 300      D) 200
13. Quyidagi ifodalardan qaysi biri deformatsiyalangan prujina potensial energiyasini ifodalaydi?
- A)  $W = I^2Rt$       B)  $W = mgh$       C)  $W = CU^2/2$   
 D)  $W = mv^2/2$       E)  $W = kx^2/2$
14. Bikrligi  $k$  bo‘lgan deformatsiyalangan prujinaning uzunligi  $x$  ga o‘zgargandagi potensial energiyasi qanday?
- A) 0      B)  $2kx^2$       C)  $kx^2$       D)  $kx^2/2$       E)  $-kx^2$
15. Bikrligi  $200 \text{ N/m}$  bo‘lgan prujinaga  $200 \text{ N}$  kuch ta’sir etmoqda. Prujinaning potensial energiyasini toping (J)
- A) 2000      B) 1000      C) 100      D) 50      E) 200
16. Deformatsiyasi 2 marta kamayganda elastik jismning potensial energiyasi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta kamayadi      B) 2 marta kamayadi  
 C) o‘zgarmaydi      D) 2 marta ortadi      E) 4 marta ortadi
17. Elastik jismning deformatsiyasi 4 marta kamaysa, uning potensial energiyasi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta kamayadi      B) 4 marta ortadi  
 C) 16 marta kamayadi      D) o‘zgarmaydi
18. Deformatsiyasi 3 marta ortganda, elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi necha marta ortadi?
- A) 9 marta      B) 3 marta      C) o‘zgarmaydi  
 D) 27 marta      E) jismning materialiga bog‘liq
19. Uzunligi  $5 \text{ sm}$  bo‘lgan prujina  $40 \text{ N}$  kuch ta’sirida  $1 \text{ sm}$  ga cho‘zildi. Prujinaning potensial energiyasini toping (J)
- A) 1.2      B) 1      C) 0.5      D) 0.4      E) 0.2
20.  $2600 \text{ N}$  kuch ta’sirida  $30 \text{ mm}$  siqilgan prujinaning potensial energiyasi necha joulga teng? A) 78      B) 780      C) 390      D) 39      E) 3.9
21. Massasi  $2 \text{ kg}$  bo‘lgan yuk ta’sirida  $2 \text{ sm}$  ga cho‘zilgan prujinaning potensial energiyasini toping (J)
- A) 2      B) 4      C) 1      D) 0.4      E) 0.2
22.  $0.5 \text{ kg}$  massali yuk osilganda,  $10 \text{ sm}$  uzunlikdagi prujina  $2 \text{ sm}$  ga cho‘zildi. Prujinaning potensial energiyasini toping (J)
- A) 0.05      B) 0.5      C) 5      D) 0.1
23. Yuk osilgan prujinaning cho‘zilishi  $2.5 \text{ sm}$ , potensial energiyasi  $0.5 \text{ J}$  bo‘lsa, osilgan yuk massasi qanday (kg)?
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5
24. Bikrliklari  $k_1=0.5 \text{ kN/m}$  va  $k_2=1 \text{ kN/m}$  bo‘lgan ikkita prujina ketma-ket ulangan. Agar deformatsiya natijasida birinchi prujina  $x_1=2 \text{ sm}$  ga cho‘zilgan bo‘lsa, prujinalar potensial energiyalarining nisbati  $W_1/W_2$  qanday?
- A) 0.25      B) 0.5      C) 1      D) 2      E) 4

### 33 - §. MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNI

#### Erkin tushayotgan jismning kinetik va potensial energiyalari

Aytaylik,  $m=1\text{kg}$  massali jismni  $h=45\text{m}$  balandlikdan tashlaganda uning potensial va kinetik energiyalari qanday o'zgarishini ko'raylik (236-rasm).

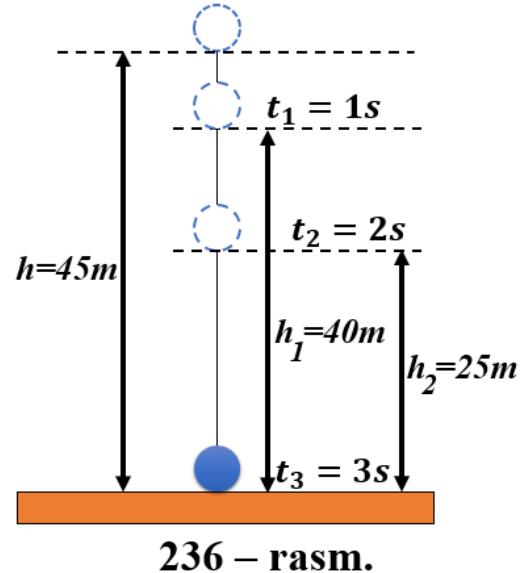
Hisoblashni soddalashtirish uchun  $g = 10 \text{ m/s}^2$  ga teng deb olaylik.  $h=45\text{m}$  balandlikda jismning potensial va kinetik energiyalari, ularning yig'indisi to'liq mexanik energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{pot} = mgh = 1\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 \cdot 45\text{m} = 450\text{J},$$

$$E_{kin} = \frac{m\vartheta^2}{2} = \frac{1\text{kg} \cdot 0^2}{2} = 0\text{J},$$

$$E_{tot} = E_{kin} + E_{pot} = 0\text{J} + 450\text{J} = 450\text{J}$$

Erkin tushayotgan jism  $t_1 = 1\text{s}$  da  $h'_1 = \frac{gt^2}{2} = \frac{10\text{m/s}^2 \cdot (1\text{s})^2}{2} = 5\text{m}$  masofani bosib



o'tadi. Binobarin, bu vaqtida jism yerdan  $h_1 = h - h'_1 = 45\text{m} - 5\text{m} = 40\text{m}$  balandlikda bo'ladi. Bu vaqtida jismning tezligi

$\vartheta_1 = gt_1 = 10\text{m/s}^2 \cdot 1\text{s} = 10\text{m/s}$ . Demak,  $h = 45\text{m}$  balandlikdan tushayotgan jismning  $h_1 = 40\text{m}$  balandlikdagi potensial va kinetik energiyalari, to'liq mexanik energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{pot1} = mgh_1 = 1\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 \cdot 40\text{m} = 400\text{J},$$

$$E_{kin1} = \frac{m\vartheta_1^2}{2} = \frac{1\text{kg} \cdot (10\text{m/s})^2}{2} = \frac{100\text{J}}{2} = 50\text{J},$$

$$E_{tot1} = E_{kin1} + E_{pot1} = 50\text{J} + 400\text{J} = 450\text{J}.$$

Hisoblashlarga ko'ra, jism  $t_2 = 2\text{s}$  da yerdan  $h_2 = 25\text{m}$  balandlikda, tezligi esa  $\vartheta_2 = 20\text{m/s}$  ga teng bo'ladi. Bu vaqtida jismning potensial va kinetik energiyalari, to'liq mexanik energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{pot2} = mgh_2 = 1\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 \cdot 25\text{m} = 250\text{J},$$

$$E_{kin2} = \frac{m\vartheta_2^2}{2} = \frac{1\text{kg} \cdot (20\text{m/s})^2}{2} = \frac{400\text{J}}{2} = 200\text{J},$$

$$E_{tot2} = E_{kin2} + E_{pot2} = 200\text{J} + 250\text{J} = 450\text{J}.$$

$h = 45\text{m}$  balandlikdan tashlangan jism  $t_3 = 3\text{s}$  da yerga yetib keladi, ya'ni  $h_3 = 0$  ga teng bo'ladi. Jism bu vaqtida yechalig'iga  $\vartheta_3 = 30\text{m/s}$  tezlik bilan uriladi. Jismning yerga

urilish paytidagi potensial va kinetik energiyalari, to‘liq mexanik energiyasi quyidagicha bo’ladi:

$$E_{pot3} = mgh_3 = 1kg \cdot 10m/s^2 \cdot 0 = 0J,$$

$$E_{kin3} = \frac{m\vartheta_3^2}{2} = \frac{1kg \cdot (30m/s)^2}{2} = \frac{900J}{2} = 450J,$$

$$E_{tot} = E_{kin3} + E_{pot3} = 450J + 0J = 450J.$$

### **Xulosə:**

1. Yerdan  $h$  balandlikda tinch turgan jismning potensial energiyasi maksimai qiymatga, kinetik energiyasi esa nolga teng bo’ladi.

2.  $h$  balandlikdan erkin tushavotgan jism yerga urilish paytida uning potensial energiyasi nolga, kinetik energiyasi esa maksimai qiymatga teng bo’ladi.

3. Jism  $h$  balandlikdan erkin tushayotganda potensial energiyasi kinetik eneipyaga aylanib boradi. Bunda ixtiyoriy vaqtda kinetik va potensial energiyalari yig'indisi o‘zgarishsiz qoladi, ya’ni:

$$E_{tot} = E_{kin1} + E_{pot1} = E_{kin2} + E_{pot2} = \dots = E_{kin} + E_{pot} = const$$

### **Energiyaning saqlanish qonuni**

Jism balandlikdan erkin tushayotganda uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylana borishini, jismning to‘liq mexanik energiyasi saqlanishini ko‘rdik. Bu misolni ixtiyoriy yopiq sistema uchun umumlashtirish mumkin. Yopiq sistemada bir-biri bilan ta’sirlashayotgan jismlaming ma’lum bir paytdagi umumiy potensial energiyasi  $E_{pot}$  umumiy kinetik energiyasi  $E_{kin}$  bo’lsin. Ma’lum bir vaqt o‘tgandagi ularning qiymati mos ravishda  $E_{pot2}$  va  $E_{kin2}$  ga teng deb olaylik.

Birinchidan, og‘irlik kuchining yoki elastiklik kuchining ishi potensial energianing o‘zgarishiga teng edi, ya’ni:  $A = -(E_{pot2} - E_{pot1})$

Ikkinchidan, jismga qo'yilgan kuchning ishi jism kinetik energiyasining o‘zgarishiga teng edi, ya’ni:  $A = E_{kin2} - E_{kin1}$

Bu ikkala tenglik sistema jismlarining o‘zaro ta’sir kuchlari bajargan ishni ifodalaydi. Shuning uchun bu ishlar teng, ya’ni:

$$E_{kin2} - E_{kin1} = -(E_{pot2} - E_{pot1}).$$

Bu tenglikdan shu narsa ayon bo’ladiki, jismlaming o‘zaro ta’siri va harakati natijasida kinetik energiya hamda potensial energiya shunday o‘zgaradiki, ulardan binning ortishi boshqasining kamayishiga teng. Ulardan bin qancha kamaysa, ikkinchisi shuncha ortadi. Yuqoridagi tenglikni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$E_{kin2} + E_{pot1} = E_{pot2} + E_{kin1}.$$

Bu tenglikning chap tomoni yopiq sistemadagi jismlarning biror vaqtdagi, o‘ng tomoni esa boshqa bir vaqtdagi to‘liq mexanik energiyasini aks ettiradi. Bu tenglik mexanikada energianing saqlanish qonunini ifodalaydi. Energiyaning saqlanish qonuni quyidagicha ta’riflanadi:

Yopiq sistemaning to'liq mexanik energiyasi sistema qismlarining har qanday harakatida o'zgarmay qoladi.

To'liq mexanik energiya Kinetik va Potentsial energiyalar yig'indisiga teng.

$$E_{tot} = E_{kin} + E_{pot}$$

$$\text{To'liq mexanik energiya: } E_{tot} = \frac{m\vartheta^2}{2} + mgh ; \quad E_{tot} = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}$$

Mexanik energyaning saqlanish qonuni: Yopiq mexanik sistemada to'liq mexanik energiya o'zgarishsiz saqlanadi.

$$E_{kin} + E_{pot} = const ; \quad \frac{m\vartheta_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2 ; \quad \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{k\Delta x_1^2}{2} = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + \frac{k\Delta x_2^2}{2}$$

$$E_{kin}^{max} = E_{pot}^{max} = E_{kin} + E_{pot} \quad \frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2} + mgh \quad mgh^{max} = \frac{m\vartheta^2}{2} + mgh$$

Prizma yoki silindr shaklidagi jism ag'darilganida bajarilgan ish yoki potentsial energiyasining o'zgarishini topish:

$$A = mg\Delta h \quad \Delta E_{pot} = mg\Delta h$$

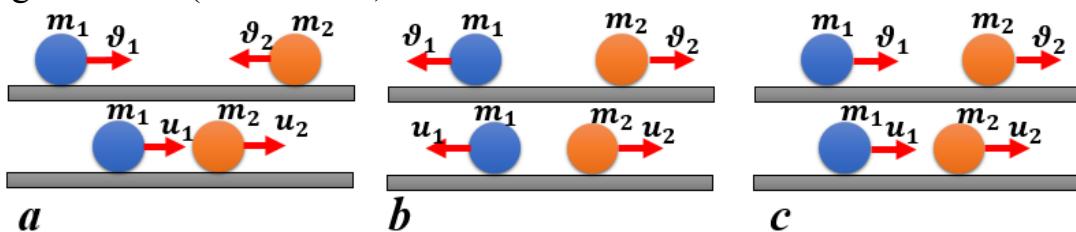
$\Delta h$ -jismning oldingi va keyingi vaziyatlari bo'yicha massa markazlari orasidagi farq.

### Impuls va energyaning saqlanish qonunlarini jismlarning o'zaro to'qnashuviga oid misollarda qo'llanilishi

#### Elastik va noelastik to'qnashishlar

Energiyaning saqlanish va aylanish qonunini to'qnashayotgan ikki jism misolida qarab chiqamiz.

To'qnashayotgan jismlar o'rtaida energiya va impulsning qayta taqsimlanishiga ko'ra to'qnashish ikki turga bo'linadi: asolyut elastik va absolyut noelastik to'qnashishlar. To'qnashish jarayonida yopiq sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi va mexanik energiyasi to'liq saqlanadigan to'qnashish **mutloq elastik to'qnashish** deyiladi. Jismlarning elastik to'qnashishida yuzaga keladigan hodisalarini tahlil qilish maqsadida dastavval bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan ikkita bir jinsli sharlarning markaziy to'qnashishini qarab chiqaylik. Markaziy to'qnashish shunday to'qnashishki, bunda to'qnashuvchi sharlarning to'qnashishgacha bo'lган tezliklari sharlar markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan bo'ladi (237-rasm). Sharlarning markaziy urilishlari quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin: sharlar bir-biriga qarab harakatlanayotgan (237-a,b rasm) va sharlar biri ikkinchisini quvib ketayotgan bo'lsin (237-c rasm).



237 – rasm.

Markaziy to'qnashish kutilayotgan ikki shar bir-biriga tomon harakatlanayotgan bo'lzin (237-a rasm). To'qnashayotgan sharlar yopiq sistemanı hosil qilsin. Sharlarning massalari  $m_1$  va  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) bo'lib, to'qnashuvga qadar tezliklari  $\vec{\vartheta}_1$  va  $\vec{\vartheta}_2$  to'qnashuvdan keyin tezliklari  $\vec{u}_1$  va  $\vec{u}_2$  bo'lzin. U holda to'qnashayotgan sharlar sistemasining to'liq impulsi va to'liq kinetik energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 \text{ va } \frac{m_1\vartheta_1^2}{2} + \frac{m_2\vartheta_2^2}{2}$$

To'qnashishdan keyingi sharlar sistemasining to'liq impulsi va to'liq kinetik energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 \text{ va } \frac{m_1u_1^2}{2} + \frac{m_2u_2^2}{2}$$

Yopiq sistema uchun impulsning va energiyaning saqlanish qonunini quyidagi tenglamalar asosida yozamiz:

$$\begin{cases} m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 \\ \frac{m_1\vartheta_1^2}{2} + \frac{m_2\vartheta_2^2}{2} = \frac{m_1u_1^2}{2} + \frac{m_2u_2^2}{2} \end{cases}$$

Tenglamalar sistemaini yechib, sharlarning to'qnashishdan keyingi tezliklari uchun quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

$$u_1 = \frac{-2m_2\vartheta_2 - (m_2 - m_1)\vartheta_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1\vartheta_1 - (m_2 - m_1)\vartheta_2}{m_1 + m_2}.$$

Markaziy to'qnashishning 237-b rasmida tasvirlangan holi uchun sharlarning to'qnashishdan keyingi tezliklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$u_1 = \frac{2m_2\vartheta_2 + (m_2 - m_1)\vartheta_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1\vartheta_1 - (m_2 - m_1)\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

Markaziy to'qnashishning 237-c rasmida tasvirlangan holi uchun sharlarning to'qnashishdan keyingi tezliklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$u_1 = \frac{2m_2\vartheta_2 - (m_2 - m_1)\vartheta_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1\vartheta_1 + (m_2 - m_1)\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

To'qnashish jarayonida sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi to'liq saqlanib, mexanik energiyasi to'liq saqlanmaydigan to'qnashish mutloq noelastik to'qnashiv bo'ladi. Noelastik to'qnashishdan keyin jismlar yagona bitta jism sifatida harakatlanadi (238-rasm).

To'qnashishgacha sharlar sistemasining to'la impulsi va kinetik energiyasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2 \text{ va } \frac{m_1 g_1^2}{2} + \frac{m_2 g_2^2}{2}$$

To'qnashishdan keyin jismlar sistemasining impulsi va kinetik energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$(m_1 + m_2) \cdot \vec{u} \text{ va } E_2 = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot u^2$$

Kuzatilayotgan yopiq sistema uchun impulsning saqlanish qonunini quyidagicha yozamiz:

$$m_1 \cdot \vec{g}_1 + m_2 \cdot \vec{g}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$$

bu ifodani skalyar ko'rinishda yozib noelastik to'qnashishdan keyingi  $u$  tezlikni topamiz. Agar sharlar to'qnashgunga qadar bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa:

$$u = \frac{m_1 \cdot g_1 + m_2 \cdot g_2}{m_1 + m_2}$$

Agar sharlar to'qnashgunga qadar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa:

$$u = \frac{m_1 \cdot g_1 - m_2 \cdot g_2}{m_1 + m_2}$$

Jismlar sistemasining kinetik energiyasi noelastik to'qnashishdan keyin kamayadi.  $\Delta E = E_1 - E_2$

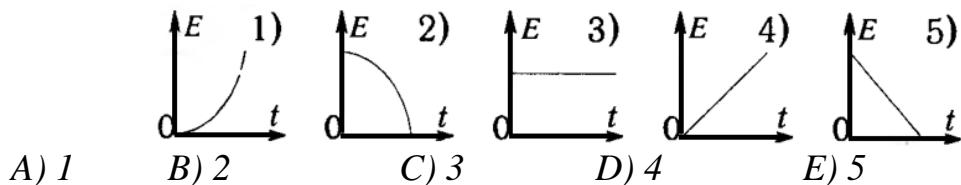
Bu  $\Delta E$  energiya sharlarning ichki energiyasiga (sharlar qiziydi) aylanadi. Tabiatda elastik to'qnashishga nisbatan noelastik to'qnashish ko'proq uchraydi.

### Mavzuga doir test.

1. Berilganlar ichidan energiyaning saqlanish qonuni ifodasini toping:

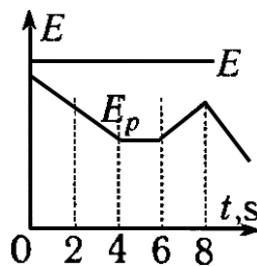
- 1)  $m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots = \text{const}$ ; 2)  $W = mgh_2 - mgh_1$ ; 3)  $W = W_k + W_p = \text{const}$   
 4)  $W = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ ; 5)  $W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \text{const}$ ;  
 A) 3; 5    B) 2; 4    C) 1; 3    D) 4    E) 5

2. Rasmida erkin tushayotgan jism energiyasining vaqtga bog'lanishi grafiklari keltirilgan. Bu grafiklarning qaysi biri to'liq mexanik energiyaning vaqt bo'yicha o'zgarishiga mos keladi? (Havoning qarshiligini hisobga olmang).



3. Rasmda harakatlanayotgan jismning to‘la mexanik energiyasi E va potensial energiyasi  $E_p$  ning vaqtga bog‘lanish grafiklari tasvirlangan. Ishqalanish yo‘q. Qaysi vaqt oralig‘ida jismning kinetik energiyasi o‘zgarmaydi?

- A)  $0 \div 4\text{s}$    B)  $6 \div 8\text{s}$    C)  $0 \div 4, 8 \div 10\text{s}$   
 D)  $8 \div 10\text{s}$    E)  $4 \div 6\text{s}$



4. Gorizontga qiya otilgan jismning to‘liq mexanik energiyasi traektoriyaning qaysi nuqtasida eng katta bo‘ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

- A) oxirgi nuqtada   B) boshlang‘ich nuqtada  
 C) eng yuqori nuqtada   D) hamma nuqtalarda bir xil qiymatga ega

5. Jism  $30\text{ m/s}$  tezlik bilan yuqoriga otildi. U yerga necha m/s tezlik bilan qaytib tushadi?   A) 0   B) 3   C) 10   D) 20   E) 30

6. Massasi  $10\text{ kg}$  bo‘lgan jism  $10\text{ m}$  balandlikdan tushmoqda. Yo‘lning o‘rtasida potensial va kinetik energiyalar yig‘indisi qanday ( $\text{J}$ ) bo‘ladi?  $g=10\text{ m/s}^2$

- A) 100   B) 1000   C) 98   D) 500   E) 9.8

7.  $10\text{ m}$  balandlikdan (boshlang‘ich tezliksiz) erkin tushayotgan  $0.5\text{ kg}$  massali jismning kinetik va potensial energiyalari yig‘indisi qanday ( $\text{J}$ )?  $g=10\text{ m/s}^2$

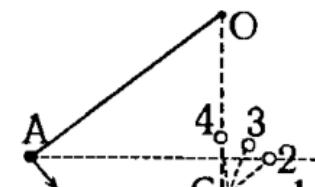
- A) 5   B) 25   C) 50   D) 500   E) 2

8.  $2\text{ kg}$  massali tosh gorizontga nisbatan burchak ostida  $10\text{ m/s}$  tezlik bilan otildi. Toshning traektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi to‘liq energiyasi qanday ( $\text{J}$ ). Havoning qarshiligini hisobga olmang.

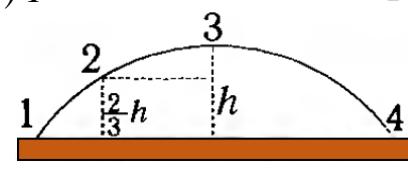
- A) 50   B) 100   C) 200   D) 250

9. A nuqtadan qo‘yib yuborilgan mayatnik yo‘liga rasm tekisligiga perpendikular C sim to‘sinq qo‘yildi. Mayatnik ipi bu to‘sinqqa urilgandan so‘ng, uning sharchasi qaysi holatgacha ko‘tarilishi mumkin?

- $AO > OC$ .   A) 4   B) 3   C) 2   D) 1



10. Rasmda gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat traektoriyasi tasvirlangan. Traektoriyaning qaysi nuqtasida jismning kinetik energiyasi eng kichik qiymatga ega?   A) 1   B) 2   C) 3   D) 4



11.  $10\text{ m}$  balandlikdan erkin tushayotgan  $2\text{ kg}$  massali jismning yarim yo‘ldagi kinetik energiyasini toping ( $\text{J}$ )  $g=10\text{ m/s}^2$

- A) 10   B) 200   C) 50   D) 20   E) 100

12. Yuqoriga tik otilgan jismning ko‘tarilish balandligini 2 marta oshirish uchun uning boshlang‘ich tezligini necha marta oshirish kerak?

- A)  $1/2$    B)  $\sqrt{2}$    C) 2   D) 4

13. Koptokning yuqoriga ko‘tarilish balandligini 4 marta orttirish uchun uning boshlang‘ich tezligini necha marta orttirish kerak?

- A)  $\sqrt{2}$    B) 4   C) 8   D) 16   E) 2

14. Yuqoriga otilgan jismning ko‘tarilish balandligini 9 marta orttirish uchun uning boshlang‘ich tezligini qanday o‘zgartirish kerak? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

- A) 9 marta orttirish   B) 3 marta kamaytirish

C) 3 marta orttirish

D) 9 marta kamaytirish

15. Yuqoriga tik otilgan jismning boshlang‘ich tezligi 4 marta oshirilsa, uning ko‘tarilish balandligi qanday o‘zgaradi.

A) 2 marta ortadi

B) 4 marta ortadi

C) 8 marta ortadi

D) 16 marta ortadi

16. Agar tik yuqoriga otilayotgan jismning boshlang‘ich tezligi 3 marta kamaytirilsa, uning ko‘tarilish balandligi qanday o‘zgaradi?

A) 9 marta kamayadi

B) 2 marta ortadi

C)  $\sqrt{3}$  marta kamayadi

D) 3 marta kamayadi

17. Yer yuzidan h balandlikda prujinali to‘pponchadan 1-marta gorizontal yo‘nalishda, 2-marta vertikal yuqoriga, 3-marta vertikal pastga o‘q otildi. Tezlik modullari hamma hollarda bir xil. Qaysi holda o‘qning yerga tushgandagi tezligi eng katta bo‘ladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

A) 1-holda

B) 2-holda

C) 3-holda

D) hamma hollarda tezliklar bir xil bo‘ladi.

18. Agar m massali sharcha  $v_0$  boshlang‘ich tezlik bilan Yer sirtidan tik yuqoriga otilgan bo‘lsa, qanday balandlikda uning kinetik va potensial energiyalari o‘zaro tenglashadi?

A) bunday bo‘lishi mumkin emas

B) ko‘tarilish balandligining 1/4 qismida

C) ko‘tarilish balandligining 3/4 qismida

D) ko‘tarilish balandligining yarmida

19. O‘q 50 m/s tezlik bilan tik yuqoriga otildi. U necha metr balandlikka ko‘tarilgan? (Havoning qarshiligini hisobga olmang)

A) 50

B) 80

C) 100

D) 125

E) 150

20. Vodorod quvuri teshigidan tik yuqoriga otilayotgan suv oqimi 1.25 m ga ko‘tarilayotgan bo‘lsa, suv teshikdan necha m/s tezlik bilan otilib chiqmoqda?

A) 1.25

B) 2.5

C) 5.5

D) 5

E) 6

21. Jismning yerga urilish paytidagi tezligi 6 m/s bo‘lsa, u necha metr balandlikdan tushgan? A) 1.6 B) 1.8 C) 2 D) 2.4 E) 2.5

22. Massasi 300 g bo‘lgan tosh yuqoriga tik otilganda, 20 m balandlikkacha ko‘tarildi. Tosh qanday eng katta kinetik energiyaga ega bo‘lgan (J)?

A) 60

B) 70

C) 6

D) 50

23. Qiyaligi  $30^0$  va balandligi 10 m bo‘lgan qiya tekislikdan jism sirpanib tushmoqda. Uning qiya tekislik oxiridagi tezligini aniqlang (m/s). Ishqalanishni hisobga olmang

A) 8.4

B) 10

C) 12

D) 12.4

E) 14.1

24. Jism balandligi 10 m bo‘lgan qiya tekislikdan ishqalanishsiz sirpanib tushmoqda. Uning qiya tekislik oxiridagi tezligini (m/s) aniqlang.

A) 9.8

B) 10

C) 20

D) 14

25. Qiya tekislikdan ishqalanishsiz sirpanib tushgan brusokning qiya tekislik oxiridagi tezligi 10 m/s bo‘lsa, qiya tekislikning balandligi qanday (m)?

A) 5

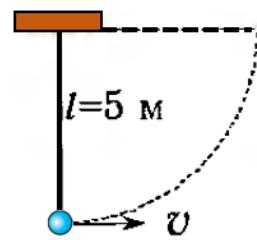
B) 25

C) 40

D) 50

26. 10 m balandlikdan erkin tushayotgan 1 kg massali jismnnig 3 m balandlikdagi potensial va kinetik energiyalarini toping (J)

- A) 10, 3      B) 50, 50      C) 30, 70      D) 3, 7
27. Bir jism H, ikkinchisi 2H balandlikdan yerga tushdi. ikkinchi jismning yerga urilish tezligi birinchi jism tezligidan necha marta katta?
- A) 2 marta      B) 0.5 marta      C) 4 marta  
D)  $\sqrt{2}$  marta      E)  $2\sqrt{2}$  marta
28. Ipga osilgan sharchani 5 sm balandlikka og‘dirib qo‘yib yuborsak, muvozanat vaziyatdan o‘tayotgandagi tezligi qanday ( $m/s$ ) bo‘ladi?
- A) 0.25      B) 0.5      C) 1      D) 1.5
29. m massali sharcha 1 uzunlikdagi ipga osilgan. Muvozanat vaziyatidan  $\alpha$  burchakka og‘dirib qo‘yib yuborilsa, bu sharcha qanday maksimal kinetik energiyaga erishadi?
- A)  $mgl(1 - \cos\alpha)/2$ ;    B)  $2mgl(1 - \cos\alpha)$ ;    C)  $mgl(1 + \cos\alpha)$   
D)  $2mgl(1 + \cos\alpha)$ ;    E)  $mgl(1 - \cos\alpha)$
30. 5 m uzunlikdagi vaznsiz, cho‘zilmaydigan ipga osilagn jismga gorizontal yo‘nalishda qanday ( $m/C$ ) tezlik berilganda, u ip osilgan nuqta sathigacha ko‘tariladi?  $g=10m/s^2$ .
- A) 10      B) 5      C) 2.5      D) 2      E) 1
31. 0.4 m uzunlikdagi ipga osilgan jismning muvozanat vaziyatidan o‘tayotgandagi tezligi 2 m/s bo‘lishi uchun ipni qanday  $\alpha$  burchakka og‘dirib qo‘yib yuborish kerak?
- A)  $30^\circ$       B)  $45^\circ$       C)  $60^\circ$       D)  $90^\circ$       E)  $15^\circ$
32. h balandlikdan boshlang‘ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning kinetik energiyasi yerdan qanday balandlikda potensial energiyasidan 3 marta katta bo‘ladi?
- A)  $2h/3$       B)  $h/4$       C)  $h/3$       D)  $h/2$       E)  $3h/4$
33. Jism h balandlikdan erkin tushmoqda. Uning potensial energiyasi kinetik energiyasiga teng bo‘lgan nuqtada tezligi qanday bo‘ladi?
- A)  $\sqrt{4gh}$       B)  $\sqrt{2gh}$       C)  $\sqrt{gh}$       D)  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$       E)  $\sqrt{\frac{gh}{4}}$
34. h balandlikdan boshlang‘ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning potensial energiyasi yerdan qanday balandlikda kinetik energiyasidan 3 marta katta bo‘ladi?
- A)  $3h/4$       B)  $h/3$       C)  $h/4$       D)  $h/2$       E)  $2h/3$
35. Yuqoriga tik otilgan jism maksimal ko‘tarilish balandligining yarmiga yetganda tezligi necha marta kamayadi?
- A)  $\sqrt{2}$       B) 2      C)  $\sqrt{3}$       D) 4      E) 1,5
36. Yuqoriga  $v_0$  tezlik bilan otilgan jismning maksimal ko‘tarilish balandligi h ga teng. Qanday balandlikda jismning tezligi  $v_0$  dan 2 marta kichik bo‘ladi?
- A)  $h/4$       B)  $3h/4$       C)  $2h/3$       D)  $h/2$       E)  $3h/5$
37.  $v_0$  boshlang‘ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning tezligi qanday balandlikda 2 marta kamayadi?
- A)  $\frac{v_0^2}{2g}$       B)  $\frac{v_0^2}{3g}$       C)  $\frac{3v_0^2}{8g}$       D)  $\frac{v_0^2}{4g}$       E)  $\frac{2v_0^2}{3g}$
38. Jism 12 m/s tezlik bilan vertikal ravishda yuqoriga otildi. Necha metr balandlikda uning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo‘ladi?
- A) 14.4      B) 7.2      C) 3.8      D) 4      E) 3.6



39. Jism 10 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Nеча метр баландликда унинг потенсиял ва кинетик энергиялари тенглешади?

- A) 1      B) 2.5      C) 3.5      D) 4      E) 5

40. Yuqoriga  $v_0$  бoshlang‘ich tezlik bilan otilgan jismning potensial va kinetik energiyalari qanday balandlikda tenglashadi?  $g$  – erkin tushish tezlanishi.

- A)  $\frac{v_0^2}{2g}$       B)  $\frac{v_0^2}{4g}$       C)  $\frac{2v_0^2}{g}$       D)  $\frac{v_0^2}{g}$       E)  $\frac{v_0^2}{3g}$

41. Yuqoriga  $v_0$  boshlang‘ich tezlik bilan otilgan jismning kinetik energiyasi qanday balandlikda унинг потенсиял энергиясининг ярмига teng bo‘лади?

- A)  $\frac{v_0^2}{2g}$       B)  $\frac{v_0^2}{3g}$       C)  $\frac{v_0^2}{4g}$       D)  $3v_0^2 g$       E)  $4v_0^2 g$

42. Tosh yuqoriga vertikal ravishda 30 m/s tezlik bilan otildi. Nеча метр баландликда toshning kinetik energiyasi унинг потенсиял энергиясининг ярмига teng bo‘лади?

- A) 60      B) 45      C) 30      D) 22.5      E) 15

43. Jism yuqoriga vertikal ravishda 15 m/s tezlik bilan otildi. Nеча метр баландликда jismning kinetik energiyasi унинг потенсиял энергиясидан 2 мarta katta bo‘лади?

- A) 2.5      B) 3.75      C) 7.5      D) 11.25      E) 22.5

44. Yuqoriga tik otilgan jismning  $h=15$  m баландликдаги kinetik energiyasi shu баландликдаги потенсиял энергиясининг uchdan bir qismiga teng. Jism qanday boshlang‘ich tezlik bilan otilgan?

- A) 15      B) 10      C) 20      D) 40

45. 1 kg massali jism 10 m баландликдан boshlang‘ich tezliksiz erkin tushmoqda. SHu jismning kinetik energiyasi 25 J ga yetganda, yo‘lning qanday qismini o‘tgan bo‘лади?  $g=10 \text{ m/s}^2$

- A) 1/4      B) 1/3      C) 1/2      D) 3/4      E) 4/5

46. Gorizontga burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otilgan jismning uchish davomidagi minimal tezligi 10 m/s bo‘lsa, u necha metr баландликка ko‘tarilgan?  $G=10 \text{ m/s}^2$

- A) 5      B) 25      C) 20      D) 15      E) 10

47. 45 m баландликдан горизонтал ravishda 40 m/s tezlik bilan tosh otildi. U yerga necha m/s tezlik bilan tushadi?      A) 70      B) 50      C) 40      D) 30

48. Gorizontga burchak ostida  $v_0$  tezlik bilan otilgan jismning traektoriyaning баландлиги  $h$  bo‘lgan eng yuqori nuqtasidagi tezligi qanday?

- A)  $v_0 - \sqrt{gh}$       B)  $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$   
 C)  $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$       D)  $\sqrt{2gh - v_0^2}$

49. Jism gorizontga  $\alpha_0$  burchak ostida  $v_0$  tezlik bilan otildi. Унинг  $h$  баландликдаги tezligini aniqlang.

- A)  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$       B)  $v = \sqrt{2gh}$   
 C)  $v = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$       D)  $v = v_0 - \sqrt{2gh}$

50. 20 m баландликдан 1 kg massali jism yerga erkin tushmoqda. Jismning yerga urilgan paytdagi kinetik energiyasi va tezligi topilsin.  $g=9.8 \text{ m/s}^2$

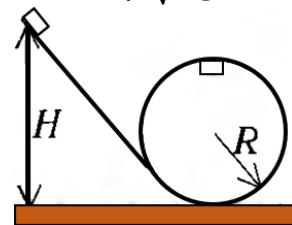
- A) 196 J, 14.7 m/s      B) 256 J, 16.6 m/s  
 C) 49 J, 7 m/s      D) 196 J, 19.8 m/s

51. 25 m balandlikdan yuqoriga vertikal otilgan 500 g massali jismning boshlang‘ich kinetik energiyasi 50 J bo‘lsa, u yer sirtidan necha metr balandlikka ko‘tariladi?  $g=10 \text{ m/s}^2$
- A) 24      B) 25      C) 30      D) 32      E) 35
52. Tosh yerga 10 m/s tezlik bilan urildi. Yerdan necha metr balandlikda uning tezligi 1 m/s bo‘lgan?  $g=10 \text{ m/s}^2$
- A) 6.2      B) 5.85      C) 2.47      D) 19.95
53. h balandlikdan erkin tushgan jism yerga  $v$  tezlik bilan urildi. Yerdan qanday balandlikda uning tezligi yerga urilish tezligidan 10 marta kichik bo‘lgan?
- A)  $1.99h$       B)  $0.99h$       C)  $1/2h$       D)  $0.33h$       E)  $0.15h$
54. Massasi 1 kg bo‘lgan jism 11 N kuch bilan vertikal yuqoriga 50 m ko‘tarildi. Jismning oxirgi tezligi qanday (m/s)?
- A) 60      B) 50      C) 20      D) 10      E) 5
55. 20 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan 1 kg massali jismning 4-sekund oxiridagi kinetik energiyasi qanday (kJ)?
- A) 0.5      B) 1      C) 5      D) 10      E) 20
56. Massasi 500 g bo‘lgan jism 30 m balandlikdan 20 m/s tezlik bilan gorizontal yo‘nalishda otilgan. Harakatning ikkinchi sekundi oxirida jismning kinetik energiyasi qanday bo‘ladi?
- A) 2 J      B) 2 kJ      C) 0.2 kJ      D) 0.2 J
57. 20 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan, massasi 100 g bo‘lgan jismning 2 sm dan keyingi potensial energiyasi qanday (J) bo‘ladi?
- A) 40      B) 25      C) 10      D) 20      E) 2
58. 2.2 m balandlikdan pastga vertikal otilgan jism polga absolut elastik urilishi natijasida 7.2 m balandlikka sakradi. U necha m/s boshlang‘ich tezlik bilan otilgan?
- A) 10      B) 7.7      C) 5      D) 4.4      E) 2
59. h balandlikdan tashlangan koptok yerdan sapchib, 3h balandlikka ko‘tarilishi uchun, uni qanday boshlang‘ich tezlik bilan tashlash kerak?
- A)  $\sqrt{2gh}$       B)  $\sqrt{gh}$       C)  $3\sqrt{gh}$       D)  $2gh$       E)  $2\sqrt{gh}$
60. 6 m/s tezlik bilan ketayotgan katerdan to‘g‘ri burchakli qilib egilgan truba suvga shunday tushirilganki, uning suvga tushirilgan tomoni gorizontal bo‘lib, ochiq uchi bilan harakat yo‘nalishi tomonga qaragan. Trubadagi suv sathi ko‘ldagi suvga nisbatan necha metr balandlikda bo‘ladi?
- A) 0.5      B) 0.9      C) 1      D) 1.8      E) 3.6
61. Uzunligi 5 m va massasi 1 kg bo‘lgan arqon qo‘zg‘almas blokda osilib turibdi. Agar arqonning bir uchidan salgina tortib qo‘yib yuborilsa, u tezlanishi harakat qila boshlaydi. Shu arqonning blokdan ajralish vaqtidagi tezligi qanday (m/s) bo‘ladi?
- A) 1      B) 3      C) 5      D) 10      E) 15
62. Qo‘zg‘almas bloknnig bir uchiga P va 2-uchiga 2P og‘irlilikli yuklar osilgan. 2-yukni h balandlikka ko‘targanda 1-yuk polga tegdi. Shu holatda 2-yuk qo‘yib yuborilsa, 1-yuk qanday balandlikka ko‘tariladi?
- A)  $2h/3$       B)  $3h/4$       C)  $h/2$       D)  $3h/2$       E)  $4h/3$
63. Kichik muz bo‘lagi suvga necha sm balandlikdan tashlansa, u 9 sm chuqurlikka yetib boradi? Suvning muz harakatiga qarshiligi hisobga olinmasin. Muzning zichligi  $0.9 \text{ g/sm}^3$ .
- A) 11      B) 10      C) 9      D) 2.2      E) 1
64. Agar jism moddasining zichligi suv zichligidan 2 marta kichik bo‘lsa, suvga h balandlikdan tushgan jism qanday 1 chuqurlikka botadi? Havo va suvning qarshiligi hisobga olinmasin.
- A)  $l = 3h$       B)  $l = h/2$       C)  $l = 2h$       D)  $l = h$

65. Uzunligi L bo‘lgan yengil cho‘zilmas ipga bog‘langan sharga gorizontal yo‘nalishda qanday minimal tezlik berilganda, u vertikal tekislikda ip osilgan nuqta atrofida to‘la aylanadi? A)  $\sqrt{5gL}$  B)  $2\sqrt{gL}$  C)  $\sqrt{3gL}$  D)  $\sqrt{2gL}$

66. Uncha katta bo‘lmagan jism o‘lik sirtmoqqa ularib ketuvchi qiya sirtdan ishqalanishsiz sirpanib tushmoqda. U sirtmoqdan ajralib ketmasligi uchun qanday minimal balandlikdan qo‘yib yuborilishi kerak?

- A)  $4.5R$  B)  $2R$  C)  $3R$  D)  $2.5R$



67. Jism 30 sm radiusli o‘lik sirtmoq shaklidagi traektoriyani chizish uchun u qanday minimal balandlikdan ishqalanishsiz tushishi kerak (sm)?

- A) 55 B) 60 C) 75 D) 90

68. Ichshi g‘ildiragining aylanishlar chastotasi n bo‘lgan markazdan qochma nasos suvni h balandlikka ko‘taradi. G‘ildirakning radiusi topilsin.

- A)  $\frac{\sqrt{2gh}}{\pi n}$  B)  $\frac{\sqrt{gh}}{2\pi n}$  C)  $\frac{\sqrt{gh}}{\sqrt{2\pi n}}$  D)  $\sqrt{\frac{gh}{\pi n}}$  E)  $\sqrt{\frac{2gh}{\pi n}}$

69. Sayyora uchun ikkinchi kosmik tezlik 11.2 km/s. SHu sayyoradan 12.2 km/s tezlik bilan otilgan raketaning cheksizlikdagi tezligi qanday (km/C) bo‘ladi? Sayyora atrofidagi fazoda boshqa sayyoralar yo‘q deb hisoblang.

- A) 6.0 B) 4.8 C) 3.5 D) 2.2 E) 1.0

70. Matematik tebrangich (mayatnik) muvozanat vaziyatidan  $\alpha$  burchakka og‘dirilib, boshlang‘ich  $v$  tezlik bilan turtib yuborildi. Agar uning uzunligi d bo‘lsa, tebranuvchi jism muvozanat vaziyatidan o‘tish vaqtida qanday tezlikka erishadi?

- A)  $\sqrt{v^2 + 2gl(1 - \cos\alpha)}$  B)  $v - \sqrt{2gl\cos\alpha}$  C)  $v + \sqrt{2gl}$   
D)  $v + \sqrt{gl\sin\alpha}$  E)  $v + \sqrt{2gl \cdot \tan\alpha}$

71. Massasi 1 kg, ipining uzunligi 2 m bo‘lgan mayatnik ip osilgan balandlikkacha og‘dirilib, qo‘yib yuborildi. U muvozanat vaziyatidan o‘tayotgandagi ipning taranglik kuchi qanday bo‘ladi (N)? A) 40 B) 30 C) 20 D) 15

72. Massasi m bo‘lgan jism ipga bo‘olanib, vertikal tekislikda aylantirilmoqda. Yuqori nuqtadagiga qaraganda pastki nuqtada ipning taranglik kuchi qanchaga ortiq bo‘ladi?

- A)  $mg$  B)  $2mg$  C)  $3mg$  D)  $4mg$  E)  $6mg$

73. Massasi m bo‘lgan mayatnik vertikaldan  $\alpha$  burchakka og‘dirilib, qo‘yib yuborildi. Mayatnik muvozanat vaziyatidan o‘tayotganda ipning taranglik kuchi qanday bo‘ladi?

- A)  $mg(1 - \cos\alpha)$  B)  $2mg\cos\alpha$  C)  $mg$  D)  $mg(3 - 2\cos\alpha)$

74. Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan o‘tayotgan vaqtida uning L uzunlikdagi ipning taranglik kuchi 2 mg ga teng. Mayatnik muvozanat vaziyati sathidan qanday balandlikkacha ko‘tariladi?

- A)  $L/2$  B)  $L/4$  C)  $L$  D)  $1.5L$  E)  $2L$

75. Massasi m bo‘lgan matematik mayatnik vertikaldan qanday burchakka og‘dirib qo‘yib yuborilganda, ipining maksimal taranglik kuchi 2 mg ga teng bo‘ladi?

- A)  $30^\circ$  B)  $45^\circ$  C)  $60^\circ$  D)  $90^\circ$  E)  $0$

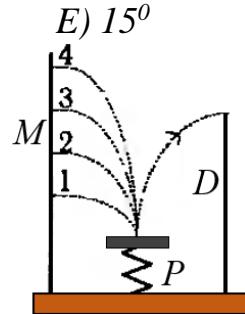
76. Massasi 50 kg bo'lgan qandil zanjirga osilgan. Zanjir 1 kN yukka chidaydi. Qandil muvozanat vaziyatdan qanday eng katta burchakka og'dirilganda, zanjir uzilmasdan tebranadi? A)  $90^\circ$  B)  $60^\circ$  C)  $45^\circ$  D)  $30^\circ$  E)  $15^\circ$

77. D devordan rasmida ko'rsatilgandek oshib o'tish uchun mutlaq elastik P prujina ustiga o'matilgan supachaga M minoraning kamida qaysi pog'onasidan sakrash kerak bo'ladi?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

78. Prujinasi 4 sm ga siqilgan to'pponchadan otilgan o'qning kinetik energiyasi qanday (J)? Prujinaning bikrligi 100 N/m.

- A) 0.02 B) 0.04 C) 0.08 D) 0.16



79. Bikrligi 1 kN/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk 6 sm amplituda bilan vertikal holatda tebranmoqda. Mayatnikning to'liq energiyasini aniqlang (J)

- A) 36 B) 18 C) 6 D) 3.6 E) 1.8

80. Kosmik kema ichida 4 kg massali jism bikrligi 100 N/m bo'lgan prujinaga m/s tezlik bilan urilib, uni necha sm ga siqishi mumkin?

- A) 10 B) 1 C) 5 D) 0.1

81. Massasi 1 kg va tezligi 4 m/s bo'lgan jism bikrligi 400 N/m bo'lgan prujinaga urilib, xuddi shunday tezlikda qaytdi. Bunda prujina necha sm siqilgan?

- A) 10 B) 30 C) 25 D) 15 E) 20

82. Bikrligi  $k=100$  kN/m, massasi  $m=400$  g bo'lgan prujina  $h=5$  m balandlikdan yerga tushadi. Yerga urilish vaqtida prujina o'qi vertikal qolsa, u necha sm siqiladi?

- A) 8 B) 4 C) 2 D) 0.5 E) 10

83. Devorga gorizontal mahkamlangan, bikrligi  $k$  bo'lgan prujinaga m massali sharcha  $v$  tezlikda kelib urildi. Prujina deformatsiyasining kattaligini toping.

- A)  $v \sqrt{\frac{k}{m}}$  B)  $\sqrt{\frac{vk}{m}}$  C)  $v \sqrt{\frac{m}{k}}$  D)  $\sqrt{\frac{vm}{k}}$  E)  $v \frac{m}{k}$

84. Bikrligi 1000 N/m bo'lgan prujinali 1 sm ga siqish uchun 10 g massali sharcha uning ustiga qanday balandlikdan erkin tushishi kerak (m)?

- A) 0.5 B) 5 sm C) 1 D) 1.5

85. Prujinasi 4 sm ga siqilgan to'pponchadan otilgan o'qning kinetik energiyasi 0.08 J bo'lsa, prujinaning bikrligi qanday (N/m)?

- A) 32 B) 50 C) 128 D) 100 E) 160

86. Massasi 1600 kg bo'lgan avtomobil 18 km/h tezlik bilan kelib, devorga urildi. Urilish natijasida oldingi buferning prujinasi 4 sm ga deformatsiyalandi. Uning bikrligi qanday (N/m)? A)  $2.5 \cdot 10^7$  B)  $2 \cdot 10^6$  C)  $2.2 \cdot 10^6$  D)  $1.5 \cdot 10^7$

87. Tezligi 2 m/s bo'lgan jism bikrligi 400 N/m bo'lgan prujinaga urilib, xuddi shunday tezlikda qaytdi. Bunda prujina 10 sm ga siqilgan bo'lsa, jismning massasi qanday (kg)?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

88. Agar gorizontal silliq sterjenga o'ralgan prujinaning uchiga mahkamlangan jism 8 sm masofaga tortib, qo'yib yuborilsa, jismning maksimal tezligi qanday (m/s) bo'ladi? Prujinaning bikrligi 40 N/m, jismning massasi 0.1 kg

- A) 1.6 B) 0.4 C) 0.8 D) 0.2 E) 4

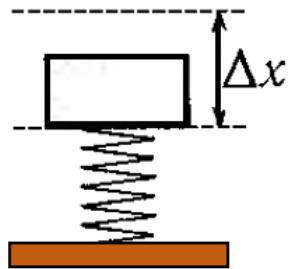
89. Massasi 60 kg bo‘lgan sportchi tarang tortilgan to‘rga 4 m balandlikdan tushadi. Agar to‘rning eng katta cho‘zilishi 1 m bo‘lsa, uning sportchiga ta’sir kuchi ko‘pi bilan qanday (kN) bo‘ladi? A) 1.2 B) 5 C) 500 N D) 10 E) 6

90. Prujinaga mahkamlangan yukni x masofaga cho‘zib, so‘ng qo‘yib yuborildi. Yuk muvozanat holatidan qanday uzoqlikda bo‘lganida, sistemaning kinetik va potensial energiyalari o‘zaro teng bo‘ladi?

- A)  $x/8$  B)  $x/2$  C)  $x/4$  D)  $3x/4$  E)  $x/\sqrt{2}$

91. Bikrligi  $k=10^3$  N/m bo‘lgan va vertikal joylashgan vaznsiz prujina  $\Delta x$  kattalikka siqildi va unga  $m=15$  kg massali jism qo‘yildi. Prujina qo‘yib yuborilganda, u boshlang‘ich holatiga qaytib keldi, lekin jism undan uzilmadi. Deformatsiya kattaligi  $\Delta x$  qanday (m)?

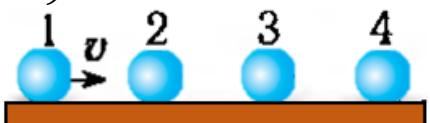
- A) 0.10 B) 0.15 C) 0.20 D) 0.30 E) 0.25



92.  $3v$  va  $v$  tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq elastik to‘qnashdi. Birinchi sharning to‘qnashishdan keyingi tezligini aniqlang. A)  $3v$  B)  $2v$  C)  $2.5v$  D)  $1.5v$  E)  $v$

93. Rasmdagi 2, 3 va 4-sharchalar tinch holatda, 1-sharcha esa  $v$  tezlik bilan harakatlanmoqda. to‘rttala sharcha ham bir to‘g‘ri chiziq bo‘ylab joylashgan va massalari aynan bir xil. agar to‘qnashuvlar mutlaq elastik bo‘lsa, to‘qnashuvlardan so‘ng 4-sharchaning tezligi qanday bo‘ladi?

- A) 0 B)  $v/4$  C)  $v/2$  D)  $v/3$  E)  $v$



94. Massasi  $m$ , tezligi  $v$  bo‘lgan shar xuddi shunday massali tinch turgan shar bilan markaziy elastik to‘qnashdi. Ikkinci sharning to‘qnashishdan keyingi kinetik energiyasi qanday bo‘ladi?

- A) 0 B)  $\frac{mv^2}{8}$  C)  $\frac{mv^2}{4}$  D)  $\frac{mv^2}{2}$

95. Massasi 10 g, tezligi 300 m/s bo‘lgan o‘q gorizontal uchib borib, ipga osilgan 6 kg massali yo‘g‘och brusokka uriladi va uning ichida qoladi. Brusok necha sm balandlikka ko‘tariladi? A) 1.25 B) 7.5 C) 12.5 D) 1.95

96. Gorizontal yo‘nalishda uchib kelayotgan o‘q yengil sterjenga osilgan sharga tegib, unga tifilib qoldi. Bunda sterjen vertikaldan  $60^\circ$  burchakka og‘di. Agar shar massasi o‘q massasidan 100 marta katta va sterjen osilgan nuqtadan shar markazigacha bo‘lgan masofa 1.6 m bo‘lsa, o‘qning tezligi necha m/s bo‘lgan?

- A) 160 B) 320 C) 500 D) 480 E) 400

97.  $\vec{J}$  tezlik bilan harakatlanayotgan jism xuddi shunday massali tinch turgan jism bilan absolut elastik to‘qnashadi. Jismlarning to‘qnashuvdan keyingi tezliklari orasidagi burchak qanday bo‘lishi mumkin?

- A) 0 B)  $0 \div 90^\circ$  C)  $90^\circ$  D)  $180^\circ$  E)  $0 \div 180^\circ$

## 34 - §. QUVVAT

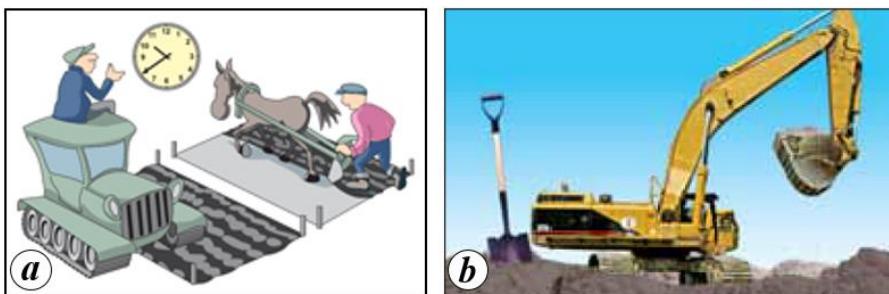
### Quvvat va uning birliklari

Bir xil mexanik ishni turli mashina turlicha vaqtida bajarishi mumkin. Masalan, *1ga* Yerni odam omach orqali 2 kunda ag'darishi mumkin lekin shu *1ga* Yerni traktor esa 1 soatda ag'darishi mumkin. Bunda odam va traktor ikkalasi bir xil ish bajardi, lekin uni bajarish uchun turlicha vaqt sarfladi (239–*a* rasm).

Kishi bir necha kun davomida lopatka bilan o'ra qazimoqda. Xuddi shunday o'rani ekskavator bir necha minut ichida qaziysi (239 – *b* rasm). Ish bir xil bajariladi. Bir xil massali tuproq bir xil balandlikka chiqarilgan.

Biroq inson qo'li kuchi va ekskavator trosi tortishishi kuchi bajargan ish tezligi turlicha. Birlik vaqt ichida ekskavator trosi tortishish kuchi inson qo'li kuchiga qaraganda ko'proq ish bajaradi.

Ish bajarish tezligini ifoda etish uchun **quvvat** kiritiladi.



**239 – rasm.**

Mashina, dvigatel va turli xil mexanizmlarning ish bajara olisli imkoniyatini taqqoslash uchun **quvvat** deb ataladigan fizik kattalik kiritilgan. Bir xil ishni bajaruvchi mashinalardan qaysi biri shu ishni qisqaroq vaqt ichida bajarsa, shunisi quvvatliroq bo'ladi. Mexanizmning quvvati vaqt birligida bajargan ishi bilan ifodalanadi.

Vaqt birligida bajarilgan ish **quvvat** deb ataladi:  $N = \frac{A}{t}$

Xalqaro birliklar sistemasida quvvat birligi qilib vatt (*W*) olingan.

$1W$ -bu *1s* ichida *1J* ish bajaradigan qurilmaning quvvati qabul qilingan. Bu quvvat birligining nomi bug' mashinasini ixtiro qilgan ingliz olimi **Jeyrns Uatt** (*Watt*) sharafiga qo'ilgan.  $[N] = \frac{[A]}{[t]} = \frac{1J}{1s} = 1W$

Amalda quvvatning hosilaviy birliklari – *millivatt* (*mW*), *gektovatt* (*gW*), *kilovatt* (*kW*), *megavatt* (*MW*) ham qo'llaniladi. Quvvatning asosiy va hosilaviy birliklari orasidagi munosabat quyidagichadir:

$$1 mW = 0,001 W = 10^{-3} W,$$

$$1 gW = 100 W = 10^2 W,$$

$$1 kW = 1000 W = 10^3 W,$$

$$1 MW = 1000000 W = 10^6 W.$$

Kundalik turmushda avtomobil divigatellarining quvvatini *ot kuchi* (*o.k.*) deb ataladigan birlikda ham o'lchanadi. Bu bilan mashina motorining quvvati yuk tortuvchi otning kuchi bilan solishtiriladi.

$$1\text{ o.k.} = 735,5\text{ W}$$

*1 o.k.* shunday kattalikki, ot  $1\text{ s}$  ichida  $75\text{ kg}$  massali yukni  $1\text{ m}$  balandikkka ko'targandagi kuchga teng (240–rasm).

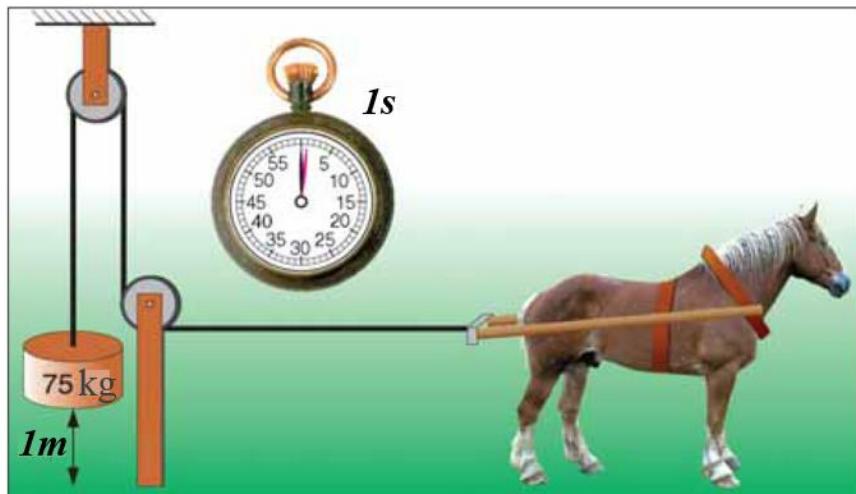
Quvvat ish va vaqt kabi skalyar kattalik.

Quvvat formulasidan ma'lum vaqt ichida bajarilgan ishni topish mumkin:  $A=Nt$ .

Bu formula ish va energiyaning yana bir birligini kiritishga imkon beradi. Ish birligi qilib  $1\text{ W}$  quvvatli mexanizmning  $1\text{ s}$  davomida bajaradigan ishini olish mumkin. Bu birlik vatt-sekund ( $\text{W}\cdot\text{s}$ ) deb ataladi. Amalda ish va energiyaning *kilovatt-soat* ( $\text{kW}\cdot\text{soat}$ ) va *megavatt-soat* ( $\text{MW}\cdot\text{soat}$ ) birliklari ham ko'p qo'llaniladi. Ish va energiyaning asosiy birligi bilan bu birliklar orasidagi munosabat quyidagicha bo'ladi:

$$1\text{ kW}\cdot\text{soat} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1\text{ MW}\cdot\text{soat} = 3,6 \cdot 10^9 \text{ J}$$



**240 – rasm.**

### Quvvat, kuch va tezlik orasidagi munosabat

Transport vositalari ko'pincha o'zgarmas tezlik bilan harakatlanadi.  $\vartheta$  tezlik bilan to'g'ri chiziqh tekis harakat qilayotgan avtomobil  $t$  vaqt davomida  $S = \vartheta \cdot t$  masofani bosib o'tadi. Avtomobil o'zgarmas tezlik bilan harakat qilishi uchun uni harakatga keltiradigan motoring  $F$  kuchi ta'sir etib turishi kerak. Bu kuch avtomobilning harakatiga qarshilik qiladigan kuchlarga (turli ishqalanish kuchlariga) moduli jihatidan teng va qarama-qarshi yo'nalgan. Shuning uchun avtomobil  $S$  masofani bosib o'tganda uning motori bajargan ish  $A = FS = F\vartheta t$  ga teng bo'ladi. Agar avtomobilning quvvat  $N = \frac{A}{t}$  ekanligini hisobga olsak, quvvatning quyidagi formulasi kelib chiqadi:

$$N = F\vartheta$$

Bu formuladan ko'rinadiki, quvvat jismning kuchi va tezligining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional ekan. Demak: motorning quvvati qancha katta bo'lsa, avtomobilning tezligi ham shuncha katta bo'ladi (241–*a* rasm). Shuning uchun katta tezlikda harakat qiladigan samolyot, poyezd, avtomobilarga katta quvvatli motorlar o'rnataladi. Yoki motorning quvvati qancha katta bo'lsa, tortishish kuchi shuncha katta bo'ladi (241–*b* rasm).



**241 – rasm.**

Agar jismga ta'sir qilayotgan kuch  $\alpha$  burchak ostida ta'sir qilayotgan bo'lsa quvvat quyidagi formula orqali topiladi:  $N = F \cdot g \cos \alpha$

Yuqorida formuladan yana shuni anglash mumkinki, motorning quvvati o'zgarmas bo'lganda tezlik qancha katta bo'lsa, kuch shuncha kichik bo'ladi. Shuning uchun qiyalik bo'yicha tepalikka chiqishda avtomobilning tortish kuchini oshirish uchun tezlik kamaytiriladi.

$m$  massali jismni  $h$  balandlikka  $t$  vaqtida tekis ko'taruvchi mexanizmning quvvati:

$$N = \frac{A_f}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} \quad \text{yoki} \quad N = \frac{\rho Vgh}{t}$$

Avtomatdan  $K$  ta o'q otilgan bo'lsa avtomatni quvvatini topadigan bo'lsak impulsning saqlanish qonuniga muofiq quyidagicha bo'ladi.

$$m_a \vec{g}_a = -m_{o'q} \vec{g}_{o'q}, \quad Ft = m \vartheta \quad \text{dan} \quad Ft = m_a \vec{g}_a \quad \text{bo'lsa}, \quad N = F \vec{g}_{o'q} \quad \text{dan} \quad F = \frac{N}{\vec{g}_{o'q}}$$

bo'lsa  $\frac{Nt}{\vec{g}_{o'q}} = -m_{o'q} \vartheta_{o'q}$  dan  $N = -\frac{m_{o'q} \vartheta_{o'q}^2}{2t}$  formulaga ega bo'lamiz bu formula bir marta o'q uzilgandagi impulsga teng.

Agar  $K$  marta uzilgan bo'lsa u holda quyidagicha topiladi:  $N = \frac{Km\vartheta^2}{2t}$

Quvurdan oqib chiqayotgan suvning quvvatini topish:  $N = \frac{\rho S \vartheta^2}{2}$

### Tabiatda energiyaning saqlanishi

Energiyaning saqlanish qonuni faqat mexanik hodisalar doirasidagina emas, balki boshqa barcha fizik hodisalarda ham o'rindi. Bu hodisalarda energiya bir turdan boshqa turlarga aylanishi mumkin. Ishqalanish kuchi ta'sirida harakatlanayotgan jism mexanik energiyasining bir qismi ichki energiyaga, ya'ni issiqlikka aylanadi. Xuddi shu kabi issiqlik mexanik energiyaga, elektr energiyaga va boshqa turdag'i energiyaga aylanishi mumkin. Quyoshning yorug'lik energiyasi issiqlikka aylanadi, bu energiya Yer yuzini

isitadi, atmosferada issiqlik hodisalari yuz beradi, yog'in yog'adi, bu yog'inlar daryolardagi suvni hosil qiladi, daryo suvining potensial energiyasi baland to'g'onidan tushishida kinetik energiyaga aylanadi, suvning kinetik energiyasi gidroelektrstansiyalarda turbinani aylantiradi va elektr energiya hosil bo'ladi, elektr energiya esa xonadonlardagi elektr chiroqlari orqali yorug'lik energiyasiga aylanadi va h.k.

Tabiatda energiya yo'q bo'lib ketmaydi. u faqat bir turdan boshqa turga aylanadi. Bu energyaning saqlanish qonunidir. Energyaning saqlanish va bir turdan boshqa turga aylanish qonuni shunday ta'riflanadi:

Yopiq sistemadagi barcha hodisalarda energiya hech vaqt bordan yo'q bo'lmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, u faqat bir turdan boshqa turga yoki bir jismdan boshqa jismga o'tib, miqdor jihatdan o'zgarishsiz qoladi.

Yuqori sinflarda fizikaning boshqa bo'limlarini o'iganganingizda tabiatda energyaning bordan yo'q bo'lmasligini, yo'qdan bor bo'lmasligini yanada batafsilroq o'rganasiz.

### Foydali ish koeffitsienti

Har qanday mashina yoki dvigatelning foydali ishi to'liq sarflangan energiyadan kichik bo'ladi. Chunki barcha mexanizmlarda ishqalanish kuchlari mavjud bo'lib, bu kuchlar natijasida qurilmalaming turli qismlari qiziydi. Sarflangan to'liq energyaning bir qismi issiqlikka aylanib isrof bo'ladi, qolgan qismi foydali ish bajaradi.

Mashina va dvigatellar o'ziga sarflanayotgan energyaning qancha qismi foydali ish berishini ko'rsatadigan kattalik – ***foydali ish koeffitsienti*** (qisqacha ***FIK***) kiritilgan.

Foydali ishning sarflangan ishga nisbati ***foydali ish koeffitsienti*** deb ataladi va tj harfi bilan belgilanadi.

FIK protsent hisobida ifodalanadi. Agar foydali ishni  $A_f$ , sarflangan ishni  $A_t$  bilan belgilasak, u holda FIK formulasi quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%$$

FIK birdan (100% dan) katta bo'lolmaydi. Mashina va dvigatellarda ishqalanish kuchlarining ishi tufayli to'liq energyaning bir qismi isroflanadi va shu sababli FIK har doim birdan kichik bo'ladi. Energiya isrofining boshqa sabablari ham bor.

Quvvati  $N$  ga teng bo'lgan dvigatel  $m$  massali yukni  $h$  balandlikka olib chiqqandagi FIK:  $\eta = \frac{A_f}{A_t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{N \cdot t} \cdot 100\%$  yoki  $\eta = \frac{m \cdot g \cdot h}{N \cdot t} \cdot 100\%$

bu yerda  $A_f = mgh$  to'liq ish esa dvigateli bajargan ishiga teng  $A_t = Nt$ .

Dvigatelining quvvati  $N_{gb}$  ga teng bo'lgan mashina o'zgarmas  $\vartheta$  tezlikda ketayotgan bo'lsa, dvigatelning FIK ni topadigan bo'lsak dvigateli tortishish kuchini tezligiga ko'paytmasi foydali quvvatga teng dvigateli quvvati esa to'liq quvvatga teng:  $N_f = F_{tor} \cdot \vartheta$ ,  $N_t = N_{gb}$

$$\eta_{gb} = \frac{F_{tor} \cdot g}{N_{gb}} \cdot 100\%$$

Dvigatelning o'rtacha quvvati  $N$  ga teng bo'lgan avtomobil  $S$  yo'lni o'rtacha  $\vartheta_{o'rt}$  tezlik bilan bosib o'tganda qancha  $m$  miqdorda benzin sarflashini topish uchun biz quyidagilarga e'tibor berishimiz kerak. Bu yerda dvigatelning F.I.K.  $\eta$ . Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi  $q$  ga teng. Faydali ish  $A_f = F_{tor} \cdot S$  ga teng. Umumiyl ish yoqilg'ning yonganidagi ajralib chiqganidagi issiqlik energiyasiga teng.  $Q = A_t = mq$ . Tortishish kuchini tezligiga ko'paytmasi foydali quvvatga teng:  $N_f = F_{tor} \cdot \vartheta$

formuladan  $F_{tor} = \frac{N_f}{\vartheta}$  u holda  $A_f = \frac{N_f}{\vartheta} \cdot S$  ga teng bo'ladi.  $\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\%$

formulaga asosan  $\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\% = \frac{\frac{N_f}{\vartheta} \cdot S}{mq} = \frac{N_f \cdot S}{mq \cdot \vartheta}$ , dan

$$m = \frac{N_f \cdot S}{\eta q \cdot \vartheta}. \quad \text{yoki} \quad m = \frac{F_{tor} \cdot S}{\eta q}.$$

$$1kW \cdot soat = 3,6 \cdot 10^6 J$$

Ko'char blokning foydali ish koeffitsienti  $\eta$  ga teng bo'lganida qancha yuk ko'tarishini quyidagi formula orqali topiladi:

$$\eta = \frac{N_f}{N_t}; \quad F = \frac{mg}{2\eta}; \quad m = \frac{2\eta F}{g}.$$

### Mavzuga doir test (1)

1. 10 kW quvvatli kran qanday massali yukni 0,1 m/s tezlik bilan ko'tara oladi? (tonna)
  - A) 10.
  - B) 20.
  - C) 30.
  - D) 40.
2. Gorizontal yo'lida 2000 tonnali poezdni 10 m/s tezlik bilan harakatlantirayotgan teplovozning quvvatini toping. Ishqalanish koeffitsienti 0,05 ga teng (MW).
  - A) 5.
  - B) 10.
  - C) 15.
  - D) 20.
3. 50 kW quvvatli ko'tarish krani yukni ko'tarishda 3 MJ foydali ish bajardi. Agar yuk tekis ko'tarilgan bo'lsa, ko'tarilish vaqtini toping (s).
  - A) 30.
  - B) 40.
  - C) 60.
  - D) 80.
4. Qarshilik kuchi 20 kN bo'lganda, 5m/s tezlik bilan tekis harakatlanayotgan mashina motorining quvvati 400 kW bo'lsa, FIKi qancha? (%)
  - A) 10.
  - B) 15.
  - C) 20.
  - D) 25.
5. Kran 10 soatda 300 t qurilish materialini 36 m balandlikka ko'tardi. Kranning FIK 60% bo'lsa, kran dvigatelining quvvatini aniqlang (kW).
  - A) 5.
  - B) 50.
  - C) 500.
  - D) 5000.

6. Samolyotning massasi 1 t, yugurish uzunligi 300 m, ko'tarilish tezligi 30 m/s, qarshilik koeffitsienti 0,03 bo'lsa, uning yugurish vaqtidagi o'rtacha foydali quvvatini toping (kW). A) 2,7. B) 27. C) 270. D) 2700.
7. Uzunligi 1 m va balandligi 0,6 m bo'lgan qiya tekislikning FIK ni toping. Unda jismni harakatlantirishdagi ishqalanish koeffitsienti 0,1 ga teng (%).  
A) 89. B) 80. C) 88. D) 850.
8. Agar quvvati 1350 W ga yetgan avtomobil tekis harakatlanib, 40 sekundda 0,5 km yo'l bosgan bo'lsa uning tortish kuchi qanchaga teng? (N)  
A) 1,08. B) 10,8. C) 1080. D) 108.

### Mavzuga doir test (2)

1. Quyida keltirilgan javoblar ichidan quvvat birligi 1 W ta'rifni toping.  
A) 1 s ichida jism tezligi 1 m/s ga o'zgarsa, quvvat 1 W deyiladi.  
B) 1 N kuch ta'sirida jismni 1 m masofaga ko'chiradigan mashina quvvati 1 W deyiladi.  
C) 1 kg massali jismga 1 m/s<sup>2</sup> tezlanish beradigan mashina quvvagi 1 W deyiladi.  
D) 1 s davomida 1 J ish bajaradigan mashina (yoki ish bajaruvchi) ning quvvati 1 W deyiladi.
2. Keltirilganlar ichidan quvvat formulasini ko'rsating.  
A)  $N = A \cdot t$  B)  $N = F \cdot v$  C)  $N = F/v$  D)  $N = F/v^2$
3. Uchish balandligi ortib borgan sari reaktiv samolyotlarning quvvati qanday o'zgarib borishini aniqlang.  
A) o'zgarmaydi. B) ortadi. C) kamayadi. D) tugri javob yuk.
4. Tekis yo'lida teplovozning tortish kuchi 250 kN, dvigatellarining quvvati 2500 kW. Poezd tekis harakatlanib, 12,6 km yo'lni qancha vaqtda bosib o'tadi?  
A) 120 s. B) 10 min. C) 20 min. D) 21 min.
5. Quvvati 50 kW bo'lgan kran yukni ko'tarishda 3,5 MJ foydali ish bajardi. Yuk tekis ko'tarilgan bo'lsa, ko'tarilish qancha vaqt davom etgan (s)  
A) 80. B) 70. C) 50. D) 60.
6. Massasi  $m$  bo'lgan avtobus  $v$  tezlik bilan qiyaligi  $\alpha$  bo'lgan tepalikka chiqayapti. Dvigatelning quvvati  $N$  ga teng. Ishqalanish koeffitsientini aniqlovchi ifodani toping.  
A)  $\frac{N - mgv \sin \alpha}{mgv \cos \alpha}$ . B)  $\frac{N - mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$ . C)  $\frac{N + mgv \sin \alpha}{mgv \cos \alpha}$ . D)  $\frac{N + mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$
7. Ko'tarish krani 10 m balandlikka 5 t massali yukni 25 s da tekis ko'taradi. Kranning foydali quvvati qancha (kW)? A) 0,2. B) 2. C) 20. D) 200.
8. Pulemyot 1 minutda chiqarayotgan 600 o'qining har biriga 800 m/s tezlik beradi. Agar har bir o'qning massasi 10 g bo'lsa, pulemyotning o'rtacha foydali quvvati necha kW ga teng? A) 48. B) 36. C) 32. D) 80.
9. Quduqdan 24 m balandlikka har minutda 1500 l suv chiqaradigan nasosning foydali quvvatini toping (kW). A) 5,2. B) 5,3. C) 5,5. D) 6.

10. Dvigatelining quvvati 5 kW bo'lgan ko'tarma kran yukni 6 m/min o'zgarmas tezlik bilan ko'tarmoqda. Yukning massasini toping (t).

- A) 5.    B) 6.    C) 30.    D) 3.

11. Qiyaligi 0,6 ga teng bo'lgan qiya tekislikning FIKini (%) toping. Ishqalanish koeffitsienti 0,08 ga teng.    A) 72.    B) 93.    C) 62.    D) 90.

12. Turgan joyidan qo'zg'alib,  $t$  vaqtida tekis tezlanuvchan ravishda  $s$  yo'l o'tadigan avtomobil motorining FIK 50% bo'lsa, motorning o'rtacha quvvati qanday bo'ladi?

- A)  $ms^2/t^3$ .    B)  $4ms^2/t^3$ .    C)  $2ms^2/t^3$ .    D)  $ms^3/t^2$ .

13. Dvigatelining quvvatlari  $N_1$  va  $N_2$  bo'lgan ikkita yuk mashinasi moc ravishda  $v_1$  va  $v_2$  tezliklar bilan harakatlanmoqda. Agar ularni tros arqon bilan tutashtirsak. Harakatlanish tezligi qanday bo'ladi?

$$\begin{array}{ll} A) \frac{(N_1 + N_2) \cdot v_1 v_2}{(v_1 + v_2)(N_1 - N_2)}. & B) \frac{(N_1 + N_2) \cdot v_1 v_2}{(N_1 v_2 + N_2 v_1)}. \\ C) \frac{N_1 v_2 + N_2 v_1}{(N_1 + N_2) \cdot v_1 v_2}. & D) \frac{(N_1 + N_2) v_1 v_2}{N_1 v_1 + N_2 v_2}. \\ E) \frac{N_1 v_1 + N_2 v_2}{(N_1 + N_2) v_1 v_2}. \end{array}$$

14. Quyidagi formulalarning qaysilari qiya tekislikning foydali ish koeffisientini ifodalaydi?

$$1) \eta = \frac{1}{1 - \mu ctg\alpha}. \quad 2) \eta = \frac{tg\alpha}{tg\alpha + \mu}. \quad 3) \eta = \frac{1}{1 + \mu ctg\alpha}. \quad 4) \eta = \frac{1}{1 - \mu tg\alpha}$$

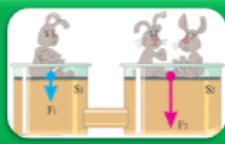
- A) 1, 2.    B) 2, 3.    C) 2.    D) 2, 4.

15. Qiya tekislikning qiyalik burchagi oshishi bilan uning FIK qanday o'zgaradi? Ishqalanish kuchi hisobga olinsin.

- A) o'zgarmaydi.    B) oshadi.    C) kamayadi.  
D) Javob ishqalanish koeffitsientining qiymatiga bog'liq.

16. Ko'tarish kranining quvvati 5000 W ga teng. Kran 400 kg yukni 10 m balandlikka 20 s davomida tekis ko'taradi. Dvigatelning FIKini aniqlang.

- A) 0,8.    B) 0,4.    C) 1,25.    D) 0,62.



## V BOB. SUYUQLIK VA GAZLAR STATIKASI



Suyuqlik va gazlar qattiq jismlardan farqi shundaki ular o'z shakliga ega emasligi bilan farq qiladi, ular ozi solibgan idishni osongina shaklini egallaydi. Bundan, albatta, vazinsizlik holatda bo'lган suyuqliklar mustasnodir. Chunki vazinsiz holatda bo'lган suyiqlik sirt taranglikgi tufayli shar shaklini oladi. Shuningdek, zichliklari bir xil bo'lган bir suyuqlik ikkinchi suyuqlik ichiga kiritilganda shar shakildagi hajimni egallaydi.

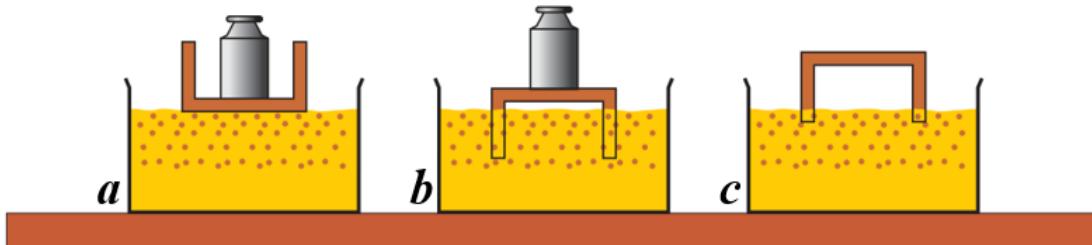
Suyuqlik va gazlarning harakati to'xtavsiz va tartibsiz bo'ladi. shuning uchun ular *oquvchanlik* xossasiga ega.

Suyuqlik va gazlar tinch holatda yoki harakatda bo'lishi mumkin. Masalan, yopiq idishdagi gazlar, sisternalar, bochkalar va h. k lardagi suyuqliklar muvozanatda bo'ladi. Siqilmaydigan suyuqliklarning muvozanat shartlari bilan fizika kursining *gidrostatika* bo'limida, gazlarning muvozanat shartlari bilan *aerostatika* bo'limlari shug'llanadi.

### 35 - §. BOSIM VA UNING BIRLIKLARI

Kuchning ta'siri uning kattaligiga bog'liq. Ammo ba'zi hollarda kuchning ta'siri shu ta'sir qilayotgan jism sirti yuzasining kattaligiga ham bog'liq bo'ladi.

Quyidagi tajribani o'tqazib ko'raylik yog'och stolchani olib teskar, ya'ni oyoqlarini tepaga qilib qum ustiga joylashtirib uning ustiga  $m$  massali yuk qo'yamiz, bunda stol qumga qisman botadi (kiradi). Agarda tajribani 242–*b* rasmda ko'rsatilgandek bajarsak ya'ni stolni o'ng qilib oyoqlarini pastga qartib qo'yib uning ustiga  $m$  massali yukni joylashtirsak stolning oyoqlari qumga deyarli hammasi botgan(kirgan)ligini ko'ramiz mumkin. Stolga bir xil kuch ta'sir qilayotgan bo'lsada lekin uning natijasi har xil, nimaga? Birinchi holatda kuch kattaroq yuzaga yoyilgan, ikkinchi holatda kuch stol oyaqlari yuzasiga ta'sir qilayapti bu yuza stolning yuzasidan ancha kichkina shuning uchun natija har xil. Agar stolni o'zini qum ustiga qo'ysak qumga yoyoqlari ma'lum miqdorda kiradi (242–*c* rasm).



242 – rasm.

Bosim kuchini yuzaga ta'sir qilayotgan kattaligi tavsiflash uchun fizikaga maxsus kattalik kiritilgan bu kattalik **bosim** deb ataladi va u *P* harifi bilan belgilanadi. Tajriba

shuni ko'rsatadiki bosim kuchi qancha katta bo'lsa yoki yuza qancha kichik bo'lsa bosim shunch katta bo'ladi.

Yuza birligiga tik ravishda qo'yilgan kuchga to'g'ri keladigan fizik kattalikka **bosim** debataladi.  $P = \frac{F}{S}$  bu yerda  $P$  – bisim,  $F$  – bisim kuchi,  $S$  – kuch ta'sir qilayotgan yuza.

Yuzaga tik ravishda qo'yilgan kuchning hosil qilgan bosimi, yuzaga qo'yilgan kuchga to'g'iri proporsional yuzaga teskari proporsional.

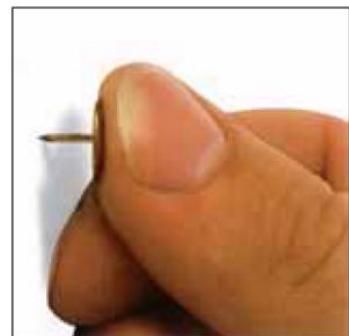
yuqoridagi tajriba boyicha yuzalarga ta'sir qilayotgan bosimlarni taqqoslasmiz. Qumming ustida turgan stol va stol oyoqlari yusasini taqqoslasmiz, stolning yuzasi  $S_1$ , stol oyoqlari yuzasi  $S_2$  dan katta.  $S_1 > S_2$ ,  $F_1 = F_2$ .  $P = \frac{F}{S}$  formulaga asosan bosimlarni taqqoslasak:

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}, \quad P_2 = \frac{F_2}{S_2} \text{ dan } \frac{F_1}{S_1} < \frac{F_2}{S_2} \text{ yoki } P_1 < P_2 \text{ bo'ladi.}$$

Sodda misol: siz konsellyariya knopkasini vertikal devorga kiritmoqdamiz (243 – rasm). Knopkaga bosim kuchi gorizontal yo'naltirilgan (devorga perpendikulyar) qo'l harakati kuchidir. Divan prujinalari unda o'tirgan kishiga bosim bilan ta'sir etadi. Bunda bosim kuchi (prujinaning bikrlik kuchi) vertikal tarzda yuqoriga yo'nalgan.

Bazi holatlarda bosim kamaytiriladi yoki oshiriladi.

Bosim qanday qilib o'zgartiriladi?



**243 – rasm.**

Bosimni o'zgaritrish uchun  $P = \frac{F}{S}$  formuladan foydalanamiz: bisimni kamaytirish uchun boism kuchi kamaytirish kerak yoki kuch ta'sir qilayotgan yuzani ortirish kerak.

Masalan: og'ir massali mashinalar (tarktor yoki tank) Yerga botib ketmasligi uchun, Yerga beradigan bosimini kamaytirish kerak buning uchun yuzasi katta bo'lган gusenitsa yoki yuzasi katta bo'lган shinalar o'rnatiladi.(244–rasm). Qorda uchayotgan chang'ichi (242–rasm). Qorga beradigan bosimni kamaytirish uchun yuzasi katta bo'lган chang'idan foydalanadi. Cho'lda qumni ustifa fil bemalol harakatlanishi sababi uning oyoq'arining yuzasi kattaligida (246–rasm).



**244 – rasm.**



**245 – rasm.**



**246 – rasm.**

Demak bosimni kamaytirish uchun kuch ta'sir qilayotgan yuzani ortirish talab qilinadi.

## Basim qanday qilib otririladi?

Bunung uchun bosim formulasidan foydalaniladi: bosimni ortirish uchun bosim kuchi ortiriladi yoki kuch ta'sir qilayotgan yuza kamaytiriladi.

Pichoqlar va qaychilar yaxshi kesishi uchun, bosimni ortirish maqasadida yusasini qayrab kichiklashtiriladi (247–rasm).



**247 – rasm.**



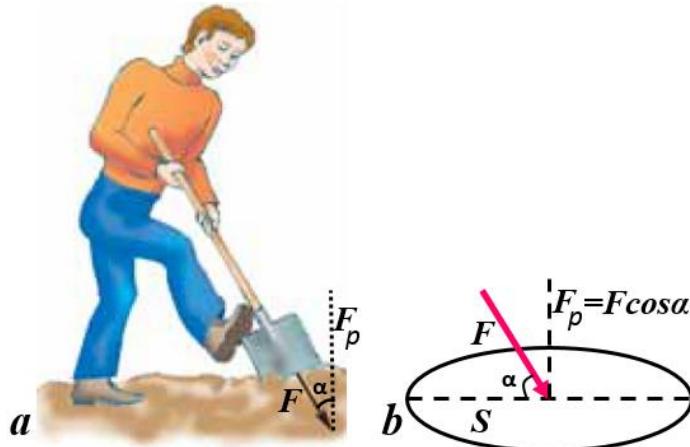
**248 – rasm.**

Hayvonot olamini tabiat igna, tirnoqlar, tishlar, shoxlar bilan quollantirib kichik urinishlar bilan katta bosim hosil qilish imkonini bergen.

Agar yuzaga ta'sir qilayorgan kuchi tik yo'nalishda ta'sir qilmayorgan bo'lsa (249–*a,b* rasm), u holda bosimni hisoblashda kuchning shu yuzaga nisbatan narmal tashkil etuvchisini, ya'ni no'mal bosim kuchini olish kerak  $F_n$  normal bosim kuchining kattaligi  $F_n = F \cos \alpha$  ga teng, shuning uchun

$$P = \frac{F_n}{S} = \frac{F}{S} \cos \alpha$$

bo'ladi, bu yerda  $\alpha$  burchak ta'sir etayorgan  $\vec{F}$  kuch bilan jum sirtiga o'tkazilgan normal orasidagi burchak.



**249 – rasm.**

Suyuqliklarning zinchligi bosimga qariyib bog'liq emas. Gazlarning zinchligi esa bosimga keskin bog'liq bo'ladi. Ko'pincha suyuqliklar va gazlarning siqilishini e'tiborga olinmaydi.

Siqilmas suyuqlik modulidan foydalanish mumkin.

Suyuqlik o'zi tegib turgan qattiq jism sirtiga ma'lum kuch bilan ta'sir qiladi bu kuch **bosim kuchi** deb ataladi.

Birlik yuzaga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi normal kuch bilan aniqlanuvchi fizik kattalikka suyuqlikning bosimi deyiladi.

### Bosimning XBS (SI) dagi birligi

$$[P] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{1N}{1m^2} = 1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa$$

SI da bosim borligi sifatida  $1m^2$  yuzaga normal yo`nalgan  $1N$  kuchning hosil qiladigan bosimi qabul qilingan.

Bosimning quyidagi birliklaridan ham foydalaniladi:

$$1GPa=1000000000 Pa=10^9 Pa$$

$$1MPa=1000000 Pa=10^6 Pa$$

$$1kPa=1000 Pa=10^3 Pa$$

$$1mPa=0,001 Pa=10^{-3} Pa$$

$$1\mu Pa=0,000001 Pa=10^{-6} Pa$$

Bularidan tashqari,

$$1 bar(bar)=100000 Pa=10^5 Pa$$

$$1 mm sim.ust.=133,33 Pa$$

$$1 mm suv.ust.=9,8 Pa$$

$$1 atm.= 760 mm sim.ust.=10^5 Pa.$$

### Mavzuga doir test

1. Bosim deb nimaga aytildi?

Bosim deb, sining biriik yuzasiga

A) tik ravishda ta'sir qiluvchi kuchga ...    B) ta'sir qiluvchi kuchga ...

C) ta'sir qiluvchi kuchning sirt yuziga nisbatiga ...

D) ta'sir qiluvchi kuch bilan sirt yuzi ko'paytmasiga ...

... miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytildi.

2. Bosim deb ... fizik kattalikka aytildi.

A) yuza birligiga normal ta'sir etuvchi kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan ...

B) kuchning yuzaga ko'paytmasiga teng bo'lgan ...

C) yuzaning kuchga nisbatiga teng bo'lgan...

D) sirtga ta'sir etuvchi kuchga teng bo'lgan ...

3. «Paskal» o'lchov birligi keltirilgan birliklarning qaysi biriga teng?

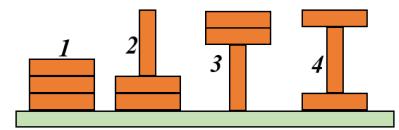
A) N.    B)  $m^2/N$ .    C)  $N/m$ .    D)  $N/m^2$ .

4. Massasi 4 kg va yuzi  $8 m^2$  bo'lgan gilam polga qanday bosim beradi Pa)?

A) 50.    B) 0,5.    C) 2.    D) 5.

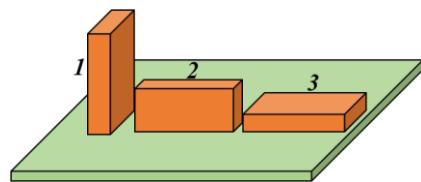
5. Uchta g'isht stol ustiga to'rt holatda qo'yilgan. Qaysi holatda g'ishtlar stolni kattaroq kuch bilan bosadi?

A) 1.    B) 2.    C) 3.    D) 4.    E) hamma holatlarda  
bir xil kuch bilan bosadi.



6. G'isht stol ustiga rasmida tasvirlangandek, 3 xil holalda qo'yilgan. G'ishtning qaysi holatida uning stolga bosimi eng katta? A) 3. B) 2. C) 1.

D) hamma holatlarda bosim bir xil.



7. Diametri 2 marta ortganda, doira shaklidagi sirtga biror kuchning bosimi qanday o'zgaradi?

A) 2 marta ortadi. B) 2 marta kamayadi.

C) 4 marta ortadi. D) 4 marta kamayadi.

8. Massasi 11 tonnaga teng bo'lgan traktoring tayanch (gusenitsalari) yuzi  $2,2 \text{ m}^2$  ga teng. Shu traktor tuproqqa necha paskal bosim beradi?

A)  $0,2 \cdot 10^4$ . B)  $0,5 \cdot 10^4$ . C)  $2 \cdot 10^4$ . D)  $5 \cdot 10^4$ .

9. Gaz nima sababli idish devorlariga bosim bilan ta'sir etadi?

A) molekulalarning ozaro to'qnashishi sababli.

B) idish devorlariga molekulalarning tortilishi sababli.

C) idish devorlariga molekulalarning urilishi sababli.

D) ichki ishqalanish hodisasi sababli.

10. Idish ustiga bo'g'zi pastga qaratilgan holda kolba o'rnatilgan. Idish va kolba suyuqlik bilan qisman to'idirilgan. Kolbadagi suyuqlik va havo isitilsa, undagi suyuqlikning sathi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi. B) pasayadi. C) ko'tariladi.

D) javob isitilish darajasiga bog'liq.

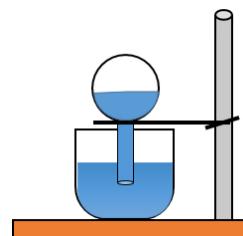
11. Paskal qonunining to'g'ri ta'rifini ko'rsating.

A) suyuqlik yoki gazlarga ko'rsatilgan tashqi bosim ularning hamma nuqtalariga o'zgarishsiz uzatiladi.

B) muvozanatdagi barcha jismlarga berilgan tashqi bosim hamma to'monga bir xil uzatiladi.

C) suyuqlikka botirilgan jism o'z og'irligini qisman yo'qotadi.

D) suyuqlik yoki gaz ustunining bosimi  $p=\rho gh$  formula bilan hisoblanadi.



12. Berk idishdagi suyuqliklar va gazlar o'zlariga berilgan tashqi bosimni ...

A) shu bosim yo'nalishi bo'yicha uzatadi.

B) hamma y o'nalishlarda bir xil uzatadi.

C) shu bosimga tik uo'nalish bo'yicha uzatadi.

D) hamma yo'nalishda uzatib, ta'sir etuvchi kuch yo'nalisnida ko'proq uzatadi.

### 36 - §. SUYUQLIK VA GAZLARDA PASKAL QONUNI. GIDRAVLIK PRESS

Quyidagi tajribani o'tkazib ko'ring. 250-rasmida turli joylarida teshiklari bor bo'lgan ichi bo'sh shar olib unga porshen kiritilgan nay bilan ulang. Agar sharni suvgaga to'ldirib olib, porshenni nay ichiga itarsangiz, sharning hamma teshiklaridan tizillab bir xilda otilib chiqadi.

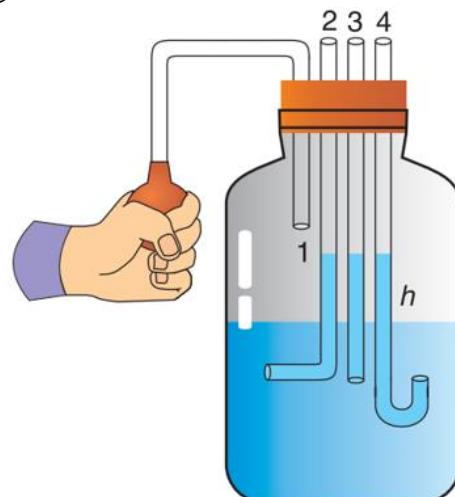
Bu tajribadan ko'rindiki porshen naydagi suv sirtini bosadi. Porshenning bosimi shardagi suvning hamma molekulalariga uzatiladi. Natijada suvning bir qismi shar ichidan hamma yo'nalishda chiquvchi oqim shaklida otilib chiqadi.

Yana bir tajriba o'tkazamiz. Suvli bankaga probka orqali to'rtta trubka o'rnatamiz (251 – rasm). 1 trubka orqali bankaga havo damlab, unda bosimni oshiramiz. Suv sirtida tashqi bosimning (havo bosimining) oshishi suv orqali qatlamdan qatlamga barcha yo'nalishda uzatiladi. Natijada suv barcha trubkalarda ko'tariladi, bunda ko'tarilish balandligi bir xildir. Bu suvda bosim bir xil chuqurlikda yon tomondan (2 trubka) pastdan (3 trubka), yuqoridan (4 trubka) bir xil deganidir.

Polizni sug'orayotgan shlangada hosil bo'lgan teshiklarning barchasidan suv tori bir xil kuch bilan oqib chiqishini eslang.



**250 – rasm.**



**251 – rasm.**

Xulosa chiqaramiz. Harakatsiz suyuqlik yoki gazning istalgan joyidagi bosim hamma yo'nalishlarda bir xil va harakatsiz suyuqlik yoki gaz egallagan hajm bo'yicha bir xilda uzatiladi.

Bu qonuniyatni 1653-yilda fransuz olimi **Blez Paskal** o'rgangan.

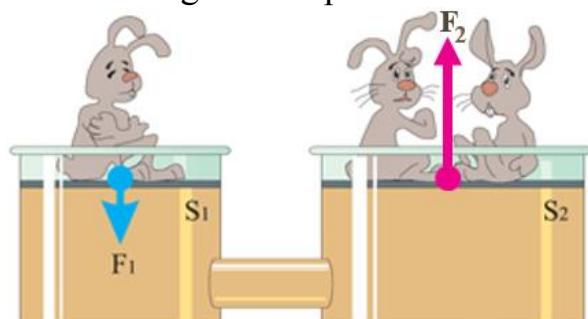
Suyuqlik yoki gaz o'ziga berilgan tashqi bosimni uni tashkil qilgan zarrachalari orqali uzatadi. Zarrachalar bosimni uzatishi uchun ular harakatda bo'lishi kerak. Haqiqatan ham ko'pgina hodisalar (havoda hidning tarqalishi, suvda siyohning erishi) suyuqlik va gaz zarrachalarining harakatda ekanligini tasdiqlaydi. Zarrachalar harakati tufayli idish devorlariga urilib, **ichkl bosimni** hosil qiladi. Ichki bosim uchun Paskal qonuni quyidagicha ta'riflanadi.

Og'irlik kuchini hisobga olmaganda, **suyuqlik** yoki **gaz** zarrachalarining idish devorlariga bergen bosimi hamma yo'nalishda bir xil bo'ladi.

Paskal qonuning muhim qo'llanilishlaridan biri bu gidravlik pressdir

**Gidravlik press.** Gidravlik press o'zaro suyuqlik o'tkazuvchi nay bilan tutashtirilgan porshenli ikkita silindr dan iborat (252–rasm). Silindrлarni biror bir suyuqlik bilan to'ldiriladi. Porshenlarning yuzalari turlichalar ( $S_1 < S_2$ ). Agar kichik yuzali porshenga  $F_1$  kuch bilan ta'sir ettirilsa, undan suyuqlikka

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}, \quad \text{bosim} \quad \text{uzatiladi.} \quad \text{Paskal}$$



**252 – rasm.**

qonuniga ko‘ra bu bosim o‘zgarishsiz holda har tomonga uzatiladi. Jumladan,  $S_2$  yuzali ikkinchi porshenga ham aynansh bosim bilan ta’sir qiladi u holda  $S_2$  yuzali porshshenda  $P_2 = \frac{F_2}{S_2}$  bosim hosil bo’ladi.  $P_1 = P_2$  dan  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$  Bundan

$$F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1}.$$

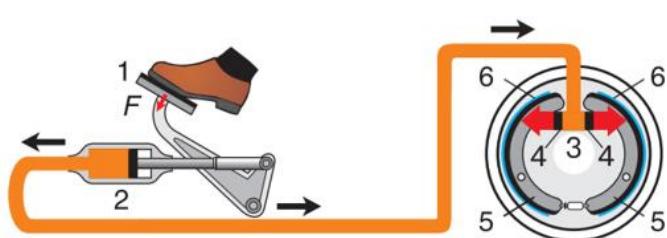
Paskal qonunidan texnikada keng foydalaniladi. Barcha avtomobillarda, poyezdlarda qo‘llaniladigan tormozlash sistemasi. Yuk tashuvchi avtomobillarda **gidravlik press** deb ataluvchi qurilma prinsipi qo‘llaniladi.

Gidravlik press (253 – rasm) texnikada metallarga ishlov berishda, fanerlar, kartonlar, qipiqli plitalarni presslashda keng qo‘llaniladi.

Gidravlik tormoz ko‘pgina avtomobilarning muxim qismi hisoblanadi. Aynan u avtomobil g‘ildiraklarini ishonchli va tez tormozlanishini amalga oshiradi. Gidravlik tormoz ishini sodda sxemani qo‘llab tushuntirish mumkin (254 – rasm).



**253 – rasm.**



**254 – rasm.**

Haydovchi oyog‘i tormozlovchi pedal 1 ga ta’sir etadi. Bu harakat tormoz suyuqligi turgan silindr porsheni 2 ga uzatiladi. Porshen suyuqlikka bosim hosil qiladi va bu Paskal qonuni bo‘yicha avtomobilning barcha g‘ildiraklari tormoz silindrlari 3 ga o‘rnatiladi.

Silindr 3 da ikkita qo‘zg‘aluvchan porshen 4 lar bor. Suyuqlik ta’sirida porshen 4 lar tarqalib tormoz kolodkalari 5 ni tormoz barabanini 6 ga siqadi va bu g‘ildiraklarning aylanishini to‘xtatadi.

Ko‘pgina qishloq xo‘jalik mashinalari – traktorlar, kombaynlar, gidravlik moslama bilan ta’minlangan. Uning yordamida mashinaning ayrim qismlarini, yuklarni oson ko‘tarib, tushurish mumkin (255 – a rasm).

Stomatologik xonada siz gidravlik ko‘tariluvchi kresloni kuzatgansiz (255 – b rasm).



**a**



**b**

**255 – rasm.**

## Mavzuga doir test

- Porshenli nasos normal atmosfera bosimida suvni necha metrgacha balandlikka ko'tarishi mumkin? A) 12. B) 10. C) 7. D) 6. E) 5.
- Porshenli nasos normal atmosfera bosimida kerosinni necha metrgacha ko'tarishi mumkin?  $\rho_{ker} = 800 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{sim} = 13600 \text{ kg/m}^3$ . A) 2,5. B) 9. C) 10. D) 12,9.
- Gidravlik press kichik porshenining yuzi  $5 \text{ sm}^2$ , unga 100 N kuch ta'sir etmoqda. Katta porshen yuzi  $100 \text{ sm}^2$ . Suyuqlik katta porshenga necha kPa bosim beradi?

  20. B) 200. C) 2000. D) 500.

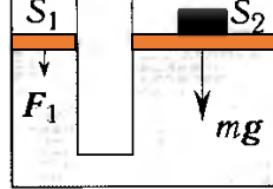
- Gidravlik pressning  $5 \text{ sm}^2$  yuzli porsheniga 100 N kuch ta'sir qiladi. Shu pressning  $200 \text{ sm}^2$  yuzli porsheniga qanday (kN) kuch ta sir qiladi? A) 2. B) 3. C) 5. D) 4.
- Gidravlik pressning  $10 \text{ sm}^2$  yuzaga ega bo'lgan kichik porsheniga 100 N kuch ta'sir etsa, yuzi  $1 \text{ m}^2$  bo'lgan katta porshenida qanday kuch paydo bo ladi (N)?

  100000. B) 10000. C) 1000. D) 100.

- Gidravlik press katta porshenining yuzi  $375 \text{ sm}^2$ , uning kichik porsheniga 160 N kuch bitan ta'sir qilib, og'irligi 12 kN bo'lgan yukni ko'tarish uchun kichik porshenning yuzi qanday ( $\text{sm}^2$ ) bo'lishi kerak? A) 5. B) 8. C) 10. D) 4.
- Gidravlik domkrat kichik porshenining yuzi  $2,4 \text{ sm}^2$  bo'lib, unga ta'sir etuvchi kuch 1000 N. Katta porshen yuzi  $2880 \text{ sm}^2$  bo'lsa, bu domkrat necha tonna massali yukni ko'tarishi mumkin? A) 10. B) 12. C) 100. D) 120.
- Gidravlik mashinaning kichik porsheniga qanday  $F_1$  kuch ta'sir etganda, suyuqlik rasmida ko'rsatilgandek muvozanatda bo'ladi? Porshenlarning yuzi mos ravishda,

$S_1 = 120 \text{ sm}^2$ ,  $S_2 = 600 \text{ sm}^2$ . A)  $F_1 = mg$ . B)  $F_1 > mg$ .

C)  $F_1 = 5mg$ . D)  $F_1 = mg/5$ .



9. Rasmida tasvirlangan sistemada katta porshen siliimasligi uchun uning  $5 \text{ kg}$  ustiga qanday yuk qo'yilishi lozim (kg)?  $S_2 = 4,5S_1$

  - 2,5. B) 5. C) 10. D) 22,5. E) 225.



10. Quyidagi fikrlarning qaysi biri noto'g'ri?

  - gidravlik press - kuchdan yutuq beruvchit qurilmadir.
  - suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jismning og'irligi (vazni) kamayadi.
  - suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jismning og'irlilik kuchi o'zgarmaydi.
  - suyuqlik yoki gazga botirilgan jismning og'irligi ortadi.

11. Gidravlik press kichik porshenining yuzi  $8 \text{ sm}^2$  katta porsheniniki  $800 \text{ sm}^2$ . Kichik porshenga 600 N kuch berilganda, katta porshendan 54 kN kuch olindi. Ishqalanish bo'limganda va ishqalanish bo'lгanda, shu press yordamida kuchni necha marta oshirish mumkin bo'ladi? A) 67,5, 75. B) 90; 100. C) 100; 90. D) 75; 67,5.

12. Gidravlik press kichik porshenining yuzi  $4 \text{ sm}^2$ , kattasiniki esa  $500 \text{ sm}^2$ . Agar kichik porshenni  $25 \text{ sm/s}$  tezlik bilan tushirsak, katta porshen qanday tezlik bilan ko'tariladi ( $\text{sm/s}$ )? A) 1. B) 0,6. C) 0,4. D) 0,2. E) 0,1.

13. Gidravlik pressning kichik porsheni 60 N kuch ta'siri ostida 15 sm pastga tushdi. Bunda katta porshen 5 sm yuqoriga ko'tarilsa, katta porshenga necha nyuton kuch ta'sir qilgan? A) 600. B) 180. C) 220. D) 450.

### 37 - §. SUYUQLIKNING IDISH TUBI VA DEVORLARIGA BOSIMI (GIDROSTATIK BISIM)

Jismlarning yerga tortishishi kuchi ta'siriga suyuqlikning har bir zarasiga og'irlik kuchi ta'sir etadi. Shu sababli suyuqlik idishning tubi va devorlariga, shuningdek uning ichidagi jismga ham bosim beradi.

Suyuqlik og'irligi tufayli bo'ladi bosim **gidrostatik bosim** deyiladi.

Suyuqlik ichida qalinligi  $h$  bo'lgan qatlamdan pastda kub shaklida bironta jism turibdi deylik (256-rasm). Bu qatlam o'z og'irligi bilan pastki yuzani bosadi va bu yuzaga bosim beragi. Jism yuzasi butun balandlik bo'yicha ozgarmas bo'lsin. U holda qatlamning bergen bosimi  $P = \frac{F}{S}$  bo'ladi.

$F$  qatlam og'irligi.  $F = mg = \rho V g = \rho S h g$  ekanligini hisobga olsak

$$P = \frac{F}{S} = \frac{\rho S h g}{S} = \rho g h \text{ yoki } P = \rho g h$$

demak bosim  $P = \rho g h$  formula orqali topiladi bu formuladan ko'rindiki suyuqlik tubiga yoki ichidagi jismga suyuqlik tomonidan ta'sir qilinayotgan bosim shakliga, yuzasiga bog'liq emas. Og'irlik kuchi ta'sirida suyuqlik ichida bosim turli chiqirlikda turlicha bo'ladi. Biroq suyuqlikning ixtyoriy sathi bo'yicha bosim barcha yo'nalishlarida bir xil bo'ladi. Bu **gidrostatik bisimdir**.

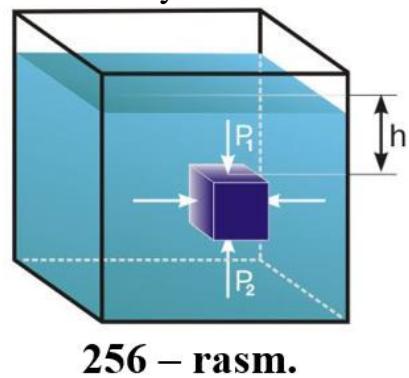
Suyuqlikning idish tubiga va devoriga bergen bosimi suyuqlikning zichligi va balandligi ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.

Suyuqlikning idish tubiga va devoriga bergen bosimi suyuqlik ustunining balandligiga bog'liqligini quyidagi tajribada yaqqol namayon bo'ladi: bironta idish olib, turli balandligida bir xil kenglikda teshik hosil qilamiz va idishni suvga to'ldiramiz shunda teshiklardan chiqayotdan suv idishda turli uzoqlikka borib tushadi, bundan ko'rindiki bosim qaysi teshikda katta bo'lsa o'sha teshikdan chiqayotgan suz uzoqroqqa borib tushadi (257-rasm).

$$h_1 < h_2 < h_3 < h_4, \quad P_1 < P_2 < P_3 < P_4, \quad S_1 < S_2 < S_3 < S_4.$$

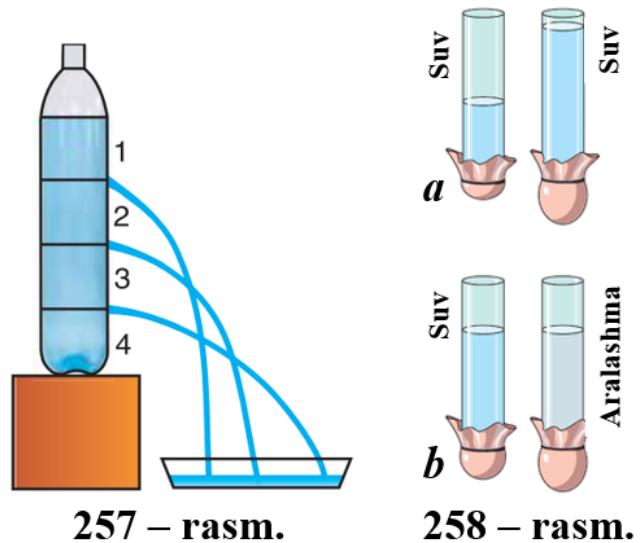
Suyuqlikning idish tubiga va devoriga bergen bosimi suyuqlikning zichligiga bog'liqligi: ikkita bir xil proberka olib, proberkalarning ikkinchi uchini elastik shar bilan berkitamiz. Proberkalarga turli balandlikda suv bilan to'ldiramiz. Bunda qaysi proberkadagi suyuqlik ustini baland bo'lsa o'sha proberkadagi elastik shar ko'proq cho'ziladi (258 – a rasm).

Agar birinchi proberkaga suv ikkinchisiga suvning zichigidan katta bo'lgan aralashmali suyuqlikni suvning sathiga teng bo'lgan suyuqlik bilan to'ldiramiz. Bunda

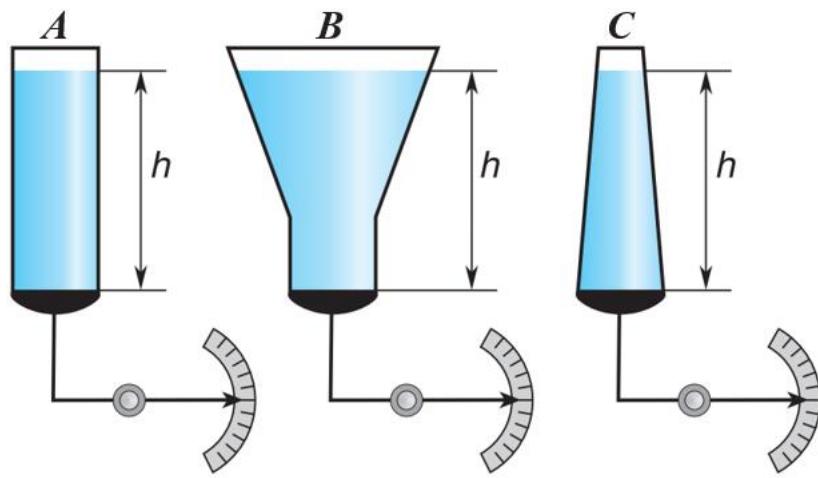


**256 – rasm.**

aralashmali suyuqlik bilan to'ldirilgan proberka uchidagi elastik shar ko'proq cho'ziladi (258-a rasm). Bu tajribadan quyidagich xulosa qilish mumkin. Suyuqlik ustini balandligi bir xil bo'lib qaysi suyuqlik zinchligi katta bo'lsa o'sha suyuqlik ustini katta bosim hosil qiladi.  $\rho_s < \rho_a$ ,  $h_s = h_a$ ,  $P_s < P_a$ .



Suyuqlik tubiga yoki ichidagi jismga suyuqlik tomonidan ta'sir qilinayotgan bosim shakliga, yuzasiga bog'liq emasligini quyidagicha tajriba orqali ko'rshimiz mumkin: Keltirib chiqarilgan formula ixtiyoriy shakldagi idish uchun, xatto bunday "idish" ko'lmaq yoki okean bo'lganida ham o'rinnlidir. Formulani tasdiqlash uchun elastik tagli idishga o'lchov sistemasini ulaymiz (259 – rasm). Silindrik idish A ni konussimon B va C idishlarga almashtirishda (idishlar tubi bir xil yuzaga ega va suyuqlik sathi balandligi tengdir) asbob teng bosim kuchlarini ko'rsatadi, demak idishlardagi suyuqlik massalari turlicha bo'lsada, suyuqlikning idish tubiga berayotgan bosimlari bir xil ekan.



Agar suyuqlik tashqi bosim yani atmosfera bosimi ta'sir qilayotgan bo'lsa, u holda suyuqlik ichida  $h$  chuqurlikdagi bosim:

$$P = \rho gh + P_0$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda  $P_0$  tashqi bosim.

Paskal qonuniga asosan istalgan sathda suyuqlikning hamma yo'nalishlarida ya'ni yuqoridan pastga, pastdan yuqoriga va yon tomoniga bo'lgan bosimlar bir xil bo'ladi.

Usti ochiq idishning yon devorlaridagi bosimni topish formulasini quyida keltirilgan:

$$P_{yon} = P_0 + \frac{\rho gh}{2}$$

Agar idishning usti yopiq bo'lsa uning asosidagi bosimi quyidagicha topiladi:

$$P_{yopq} = \rho gh$$

Usti yopiq idishning yon devorlaridagi bosimi quyidagi formula yordanida topiladi:

$$P_{yon} = \rho gh/2$$

Silindrsimon idishga quylgan suyuqlikning asosga beradigan bosim kuchi yon sirtiga beradigan bosim kuchiga teng. ( $F_{asos} = F_{yon}$ ) bo'lsa u halda balanlik  $h$  asos radiusi  $R$  ga teng bo'lish kerak:  $h=R$

### Mavzuga doir test

1. Suyuqlikning idish tubi va devorlariga beradigan bosimini hisoblash formulasini ko'rsating. A)  $p=mgh$ . B)  $p=mg$ . C)  $p=\rho Vg$ . D)  $p=\rho gh$ .

2. Balandligi  $h$  bolgan suyuqlik ustunining bosimi qanday formula brlan aniqlanadi? A)  $P=Pg/h$ . B)  $p=mgh$ . C)  $p=\rho gh$ . D)  $p=\rho h/g$ .

3. Suyuqlikning rasmda tasvirlangan nuqtalaridagi bosimlari qanday?

- A) 4- eng katta, 2- eng kichik. B) 1-eng kichik, 4-eng katta.  
C) hamma nuqtalarda bir xil. D) 1-eng katta, 2-eng kichik.

4. Ko'l tubidagi 1-, 2- va 3-nuqtalardagi bosimlar o'zaroqanday munosabatda?

- A)  $p_1 < p_2 < p_3$ . B)  $p_1 = p_2 = p_3$ .  
C)  $p_1 = p_2 < p_3$ . D)  $p_1 > p_2 > p_3$ .

5. Idish tubidagi hidrostatik bosim nimalarga bog'liq: 1) idish shakliga; 2) idish tubining yuziga; 3) idishdagi suyuqlik zichligiga; 4) suyuqlikustuning balandligiga?

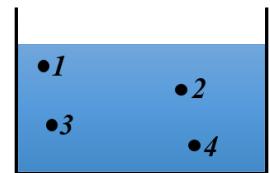
- A) 1 va 2. B) 2 va 3. C) 1 va 4. D) 3 va 4.

6. Suyuqlikning idish tubiga bosimi ...

A) suyuqlik zichligiga to'g'ri proporsional bo'lib, ustunining balandligiga bog'liq emas.  
B) suyuqlik ustuni balandligiga to'g'ri proporsionalbo'lib, suyuqlik zichligiga teskari proporsional.

C) suyuqlik zichligiga to'g'ri, ustunining balandligiga teskari proporsional,  
D) suyuqlik zichligiga va ustunimng balandligiga to'g'ri proporsional.

7. 4 ta bir xil idish birinchisi kerosin, ikkinchisi moy, uchinchisi suv, to'rtinchisi simob



bilan to'ldirilgan. Kerosin, moy, suv va simobning zichliklari mos ravisnda  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$ . Bu suyuqliklarning idish tubiga beradigan bosimlarini taqqoslang.

- A)  $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$ .      B)  $P_1 < P_2 < P_3 < P_4$ .  
 C) bir xil.      D)  $P_1 > P_2 = P_3 > P_4$ .      E)  $P_1 = P_2 > P_3 = P_4$ .

8. Idish tubiga suyuqlik tomonidan ta'sir etayotgan bosimni 17 marta orttirish uchun suyuqlik balandligini qanday o'zgartirish kerak?

- A) 17 marta kamaytirish kerak.      B) 8,5 marta kamaytirish kerak.  
 C) 17 marta orttirish kerak.      D) 8,5 marta orttirish kerak.

9. Agar zichligi  $\rho$  bo'lgan suyuqlikning idish tubiga ko'rsatadigan gidrostatik bosimi 5 marta ortgan bo'lsa, suyuqlik ustunining balandligi qanday o'zgargan?

- A) o'zgarmagan.      B) 5 marta ortgan,  
 C) 5 marta kamaygan.      D)  $\rho \cdot 5$  marta ortgan.

10. Silindrik idishga suv quyilgan. Rasmida ko'rsatilgan 1-, 2-, va 3-nuqtalarning qaysi birida suv bosimi eng katta?

- A) 1.      B) 2.      C) hamttia nuqtalarda bosim bir xil.      D) 3.

11. 1 mm suv ustunining bosimi necha paskal bo'ladi?  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 90.      B) 100.      C) 0,1.      D) 9.      E) 10.

12. Qalinligi 0,5 m bo'lgan benzin qatlami idish tubiga qanday bosim beradi (kPa)?

Benzinning zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ .      A) 2.      B) 4.      C) 5.      D) 6.      E) 1.

13. Zichligi  $900 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan suyuqlikning 30 sm chuqurlikka ega bo'lgan joyidagi bosimini toping (Pa)      A) 2700.      B) 27000.      C) 270000.      D) 3000.

14. Balandligi 40 m bo'lgan suv ustunining bosimini aniqlang (kPa).  $g=10 \text{ N/kg}$ .

- A) 4.      B) 4,5.      C) 40.      D) 400.

15. Chuqurligi 5 m bo'lgan ko'l tubidagi bosim qanday (Pa)? Atmosfera bosimi 100 kPa ga teng.      A)  $25 \cdot 10^5$ .      B)  $0,5 \cdot 10^5$ .      C)  $5,5 \cdot 10^5$ .      D)  $1,7 \cdot 10^5$ .      E)  $1,5 \cdot 10^5$ .

16. Ko'lдagi qanday chuqurlikda (m) bosim  $5 \cdot 10^5$  Pa bo'ladi?

- A) 60.      B) 40.      C) 30.      D) 26.      E) 50.

17. Suvning ko'l tubiga beradigan bosimi 200 kPa bo'lishi uchun, kolning chuqurligi qanday bo'lishi kerak (m)?      A) 2.      B) 10.      C) 20.      D) 100.      E) 200.

18. Dengizning qanday chuqurligida (m) gidrostatik bosim 5 MPa ga teng?—

- A) 50.      B) 290.      C) 500.      D) 600.

19. Baykal ko'lining bosim atmosfera bosim 100 kPa,  $g=10 \text{ N/kg}$ ,

- A) 30.      B) 150.      C) 200.      D) 300.

20. Suv havzasidagi qanday chuqurlikda bosim normal atmosfera bosimidan 3 marta katta bo'ladi (m)?      A) 2.      B) 3.      C) 30.      D) 20.

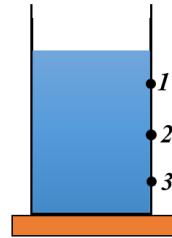
21. Okeanda necha metr chuqurlikdagi bosim normal atmosfera bosimi ( $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ) dan 3 marta katta bo'ladi?  $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g=10 \text{ N/kg}$ .

- A) 30.      B) 23.      C) 17.      D) 20.      E) 15.

22. Uyning 1- va 9-qavatlariga o'rnatilgan vodoprovod kranlaridagi suv bosimlari qanchaga (kPa) farqlanadi? Har bir qavatning balandligi 3 m ga teng.  $g=10 \text{ N/kg}$ .

- A) 0.      B) 24.      C) 27.      D) 240.      E) 270.

23. Suv bosimi hosil qiluvchi minoradagi suvning sirti yerdan 20 m balandlikda joylashgan. Shu suv bilan tutashgan va yer sirtidan 2 m chuqurlikda joylashgan quvurdagi suvning bosimi qanday (kPa)?  $g=10 \text{ N/kg}$ .

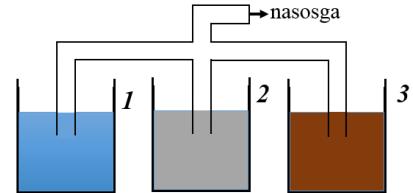


A) 0.    B) 20.    C) 22.    D) 200.    E) 220.

24. Suv bosimi hosil qiluvchi minorada suvning sathi suv havzasidan 30 m balandlikda turadi. Havzadan 20 m balandlikda joylashgan vodoprovod quvuridagi bosimni aniqlang (Pa).    A)  $10^2$ .    B)  $10^3$ .    C)  $10^4$ .    D)  $10^5$ .

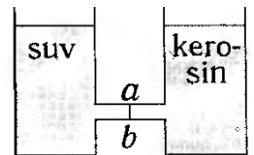
25. 3 ta idishga suv (1), simob (2) va kerosin (3) quyilgan bo'lib, ularga tushirilgan naychalarining tutashtirilgan qismi nasosga ulangan. Agar nasos havoni so'rishni boshlasa, qaysi suyuqlik ustuni balandroq ko'tariladi?

A) ustunlar teng bo'ladi.    B) 1.    C) 2.    D) 3.



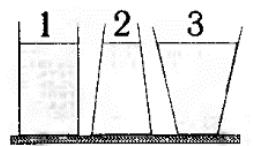
26. Rasmda ko'rsatileandek, idishlarning biriga suv, ikkinchisiga kerosin quytligan. Idishlar tutashish joyida elastik parda bilan ajratilgan. Qaysi idish tubiga bosim kattaroq? Suvuqliklarni ajratuvchi elastik parda ( $ab$ ) qaysi tomonga egiladi?

- A)  $P_{suv}=P_{ker}$ . egilmaydi.    B)  $P_{suv}>P_{ker}$ , suv tomonga.  
 C)  $P_{suv}>P_{ker}$ , kerosin tomonga.    D)  $P_{ker}>P_{suv}$ , kerosin tomonga.  
 E)  $P_{ker}>P_{suv}$ , suv tomonga.



27. Turli shakldagi 3 idishga bir xil suyuqlik bir xil balandlikkacha quyilgan. Idish- lar tubiga bosimlar munosabati qanday bo'ladi?

- A)  $p_1=p_2=p_3$ .    B)  $p_2>p_1>p_3$ .  
 C)  $p_1>p_2>p_3$ .    D)  $p_3>p_1>p_2$ .



28. Silindrik stakan (1), konussimon menzurka (2) va konussimon kolba (3) larga quyilgan bir xil massali suvlarning idish tubiga bosim kuchfarim taqqoslang.

- A)  $F_2 < F_1 < F_3$ .    B)  $F_1=F_2=F_3$ .    C)  $F_2 < F_3 < F_1$ .    D)  $F_1 < F_3 < F_2$ .

29. Po'latdan yasalgan brusok yerga p bosim beryapti. Uning qalinligini toping,  $\rho$ -po'lat zichligi.    A)  $\sqrt{\rho gp}$ .    B)  $pg/\rho$ .    C)  $\sqrt{p/(\rho g)}$ .    D)  $p/(\rho g)$ .

30. Zichliklari uchun  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$  munosabat o'rinli bo'lgan uch xil moddadan yasalgan, massalari va asoslarining yuz- lari o'zaro teng uch jismning gorizontal tekislikka ko'rsata- digan bosimlari  $p_1$ ,  $p_2$  va  $p_3$  lar orasidagi munosabat qanday?

- A)  $p_1 > p_2 = p_3$ .    B)  $p_1 > p_2 > p_3$ .    C)  $p_1 = p_2 = p_3$ .    D)  $p_1 < p_2 < p_3$ .    E)  $p_1 = p_2 > p_3$ .

31. Qo'rg'oshin po'lat va yog'ochdan balandliklari va massalari teng silindrlar yasalgan. Bu silindrlar asoslarining yerga beradigan bosimlari qanday munosabatda bo'ladi?

- A)  $P_q = P_p = P_{yo}$ .    B)  $P_q < P_p < P_{yo}$ .    C)  $P_p = P_q > P_{yo}$ .  
 D)  $P_p > P_q > P_{yo}$ .    E)  $P_q > P_p > P_{yo}$ .

32. Kub shaklidagi akvarium suv bilan to'ldirilgan. Undagi suvning massasi 8 kg. Suvning akvarium tubiga bosimini toping tkPa).  $g=10$  N/kg. A) 1.    B) 2.    C) 4.    D) 8.

33. Kub shaklidagi akvarium suv bilan to'ldirilgan. Agar suvning akvarium tubiga bosimi 4 kPa ga teng bo'lsa, suvning massasi qanday (kg)?

- A) 32.    B) 40.    C) 64.    D) 80.

34. Balandligi bir xil bo'lgan uchta idishdagi suvning idish tubiga ta'sir kucnlari  $F_1$ ,  $F_2$  va  $F_3$  qanday munosabatda? Idish tublari yuzlari  $S_1 < S_2 < S_3$ .

- A)  $F_1 = F_2 = F_3$ .    B)  $F_1 = F_2 < F_3$ .    C)  $F_1 > F_2 > F_3$ .    D)  $F_1 < F_2 < F_3$ .



35. Kerosin bilan to'ldirilgan bakning yon tomonida yuzi  $20 \text{ sm}^2$  bo'lgan teshik bor. Teshikning markazi kerosin sathidan 3 m pastda. Teshik tiqin bilan mahkamlab

qo'yilgan. Tiqinga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi qanday (N)? Kerosin zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ ,  $g=10 \text{ N/kg}$  deb hisoblang. A) 16. B) 160. C) 320. D) 480. E) 48.

36. Silindr shaklidagi idishga massalari teng bo'lgan simob va suv quyildi. Bunda suvuqliklar ustunining umumiyligi  $29,2 \text{ sm}$  bo'ldi. Shu ustunning idish tubiga bosimini toping (kPa). Simobning zichligi  $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

A) 5,44. B) 29,2. C) 36,8. D) 39,7.

37. Silindr shaklidagi idishga qanday balandlikkacha suv quyilganda, idish devorlariga ta'sir qiluvchi bosim kuchi idish asosiga ta'sir qiluvchi bosim kuchiga teng bo'ladi? Idish asosining radiusi  $R$  ga teng.

A)  $h=R/3$ . B)  $h=\sqrt{2}R/2$ . C)  $h=R$ . D)  $h=R/2$ .

38. Suvning idish tubiga bosim kuchi uning yon sirtiga beradigan bosim kuchiga teng bo'lishi uchun suv to'ldirilgan radiusi  $5 \text{ sm}$  li silindrik idishning balandligi qanday bo'lishi kerak (m)? A) 0,5. B) 0,1. C) 0,05. D) 0,8.

39. Qanday shart bajarilganda, suyuqlikning silindrik idish tubiga bosim kuchi uning yon sirtiga bosim kuchiga teng bo'ladi?  $r$  - silindr asosining radiusi,  $h$  - suyuqlikning balandligi. A)  $h=2r$ . B)  $h=r/2$ . C)  $h=r$ . D)  $h=\pi r$ .

40. Asosining yuzi  $1 \text{ sm}^2$  bo'lgan silindrik idishdagi suv idish tubiga  $10 \text{ kPa}$  bosim bermoqda. Agar suvni asosi 10 marta katta bo'lgan idishga quysak, suv avvalgi bosimni berishi uchun bu idishga yana necha litr suv quyish kerak?  $g=10 \text{ N/kg}$ .

A) 9. B) 1,8. C) 0,45. D) 0,9.

41. Ikkita silindr shaklidagi idishning biriga suv, ikkinchisiga kerosin quyildi. Agar suvning idish tubiga beradigan bosimi kerosin beradigan bosimdan 2 marta Katta bo'lsa, suv ustuni balandligining kerosin ustuni balandligiga nisbati nimaga teng bo'ladi?  $\rho_k=800 \text{ kg/m}^3$ . A) 1,6. B) 2. C) 1. D) 0,8.

42.  $R$  radiusli silindrik idishga suv solingan. Agar idishga  $m$  massali yog'och bo'lagi solinsa, suvning sathi qancha ko'tariladi?  $\rho$  - suvning zichligi.

A)  $\frac{4m}{3\pi R^2\rho}$ . B)  $m\pi R^2\rho$ . C)  $\frac{2m}{\pi R^2\rho}$ . D)  $\frac{m}{\pi R^2\rho}$ . E)  $\frac{\pi R^2 m}{\rho}$ .

43. Silindr shaklidagi idishga solingan suvda suzib yurgan muz bo'lagi ichida yog'och bor. Agar muz erib ketsa suv sathi qanday o'zgaradi? Suvning zichligi -  $\rho_0$ , muzning zichligi –  $\rho_1$ , yog'ochning zichligi —  $\rho_2$ . Haroratning o'zgarishi hisobga olinmasin.

A)  $\rho_2/\rho_1$  nisbatda ortadi. B)  $\rho_2/\rho_1$  nisbatda kamayadi.

C)  $\rho_0/\rho_2$  nisbatda kamayadi. D)  $\rho_0/\rho_1$  nisbatda ortadi. E) o'zgarmaydi.

44. Suvli idishda muz parchasi suzmoqda. Muz erib ketganida. suv sathi qanday o'zgaradi? Suv haroratining o'zgarishi hisobga olinmasin.

A) o'zgarmaydi. B) ko'tariladi. C) pasayadi.

D) erish vaqtida pasayadi, erigach ko'tariladi.

45. Idishdagi suvda ichida havo pufagi bo'lgan muz bo'lagi suzib yuribdi. Agar muz batamom erisa, suvning sathi qanday o'zgaradi? Suv haroratining o'zgarishi hisobga olinmasin. A) o'zgarmaydi. B) ko'tariladi. C) pasayadi.

D) ko'iarilishi ham mumkin, pasayishi ham.

46. Idishdagi suvda ichida toshi bor muz parchasi suzib yuribdi. Agar muz batamom erisa, suvning sathi qanday o'zgaradi? Suv haroratining o'zgarishi hisobga olinmasin.

A) o'zgarmaydi.

C) ko'tariladi.

B) pasayadi.

D) ko tarilishi ham mumkin, pasayishi ham.

47. Suv bilan limma-lim to'ldirilgan idish dinamometrga osilgan. Agar suvda cho'kmaydigan jism idishdagi suvga solinsa, dinamometrning ko'rsatisra qanday o'zgaradi? A) ortishi ham, kamayishi ham mumkin.

B) o'zgarmaydi.

C) ortadi.

D) kamayadi.

48. Suv bilan limma-lim to'ldirilgan ochiq idish dinamometrga osilgan. Agar suvda cho'kadigan jism idishga tegmaydigan qilib suvga botirilsa, dinamometrning ko'rsatisni qanday o'zgaradi? A) ortadi. B) kamayadi. C) o'zgarmaydi.

D) jismning massasiga bog'liq holda ortishi ham, kamayishi ham mumkin.

49. Tarozining bir pallasida suvli idish, boshqa pallasida esa tarozi toshlari bor. Bunda tarozi muvozanatda turibdi. Agar idishning tubiga tegmaydigan qilib suvga barmoq botirilsa, tarozining muvozanati qanday o'zgaradi?

A) suvli idish yuqorisa ko'tariladi.

B) suvli idish oldin pastga tushadi, so'ngra yuqoriga ko'tariladi.

C) muvozanat o'zgarmaydi. D) suvli idish pastga tushadi.

50. Uchta bir xil chetak suv bilan to'latilgan. 1-chelakda suvdan boshqa hech narsa yo'q. 2-chelakda 1 kg massali yog'och, uchinchi chelakda 100 g massali po'kak bor. Har uchala chelak to'la og'irligini taqqoslang.

A)  $P_1 < P_3 < P_2$ .

B)  $P_1 > P_3 > P_2$ .

C)  $P_1 = P_2 = P_3$ .

D)  $P_1 > P_2 = P_3$ .

51. Silindr shaklidagi idishga solingan  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi yog'da muz bo'lagi suzib yuribdi. Muz tamom eriganidan so'ng idishdagi suyuqlik balandligi va idish tubiga bosim qanday o'zgaradi? ( $\rho_{\text{suv}} > \rho_{\text{yog}}$ ).

A) bosim o'zgarmaydi, suyuqlik sathi ko'tariladi.

B) bosim oshadi, suyuqlik sathi pasayadi.

C) bosim, ham suyuqlik sathi ham o'zgarmaydi.

D) bosim o'zgarmaydi, suyuqlik sathi pasayadi.

52. Mayda toshlar yuklangan qayiqcha vannadagi suvda suzib yuribdi. Bir nechta toshni qayiqchadan olib vannaga tashlansa, undagi suv sathi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi.

B) ko'tariladi.

C) pasayadi.

D) javob vannadagi suv miqdoriga bog'liq.

53. Suvli idishda tubiga ip yordamida po'lat shar osilgan temir quticha suzmoqda. Shar idish tubiga tegmaydi. Agar shar osilgan ip uzilsa, idishdagi suv satni qanday o'zgaradi? A) pasayadi. B) o'zgarmaydi. C) ko'tariladi.

D) javob shar o Ichamlariga bog'liq.

54. Idishdagi suvda yog'och quticha suzmoqda. Qutichaga teshiklar orqali suv kirdi va quticha suvga chuqurroq botdi, lekin suzishda davom etdi. Bunda idishdagi suv sathi o'zgardimi? A) o'zgarmadi. B) ko'tarildi. C) pasaydi.

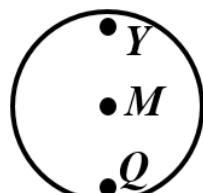
D) javob qutining botish chuqurligiga bog liq.

55. Vodorod gazi bilan to'latilgan havo shari ichidagi quyi (Q), markaziy (M) va yuqori (Y) nuqtalardagi bosimlar qanday?

A) uchala nuqtada bir xil.

B) eng katta bosim M da, eng kichigi Q da.

C) Q va M nuqtalarda bir xil, Y da nolga teng.



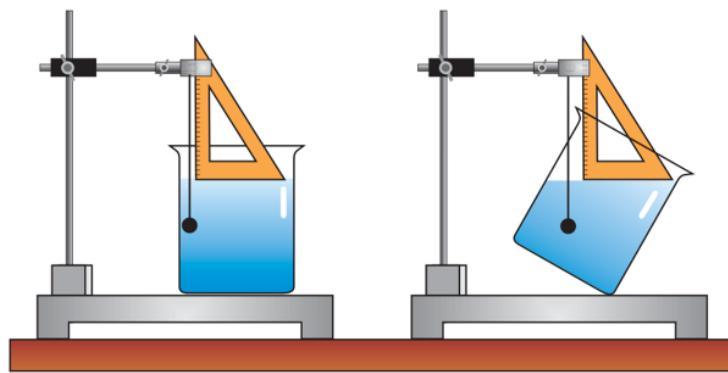
D) Q va M nuqtalarda bir xil, Y da eng katta.

### 38 - §. TUTASH IDISHLAR QONUNI

Suyuqlikka og'irlik kuchi va suyuqlik molekulalari siljuvchanligining ta'siri shunga olib keladiki, bunda keng idishlarda suv sathi gorizontal o'rnatiladi. Bu to'g'ri burchakli uchburchak yordamida oson tekshiriladi (260 – rasm). Shakliga bog'liq bo'lman holda o'zaro bog'langan idishlarda ham suyuqlik sathi gorizontal bo'ladi.

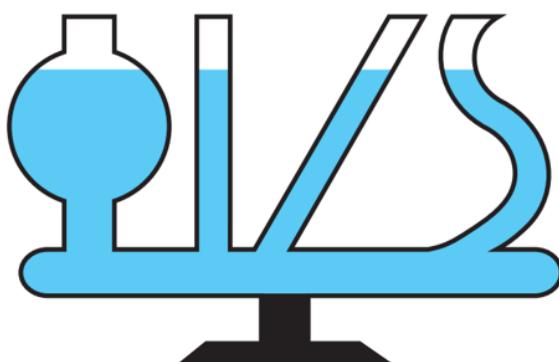
Tublari nay bilan tutashtirilgan ikkita va undan ortiq vertikal idishlar sistemasiga **tutash idishlar** deyiladi (261–rasm).

Tajribalarning ko'rsatishicha, tutash idishlarning bir tirsagiga bir jinsli suyuqlik quyilsa, uning barcha tirsaklarida suyuqlik satxi bir xil balandlikka erushguncha bir tirsakdan boshqasiga oqib o'tadi (262–rasm). Bu hodisani suyuqlikning muozzanatda bo'lish sharti asosida tushuntirish mumkin.

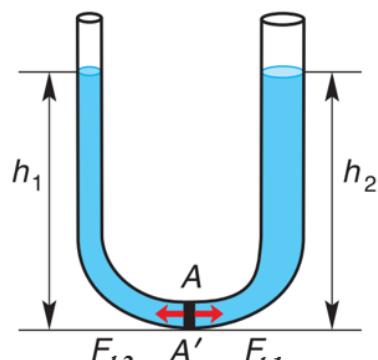


260 – rasm.

Bu naylarining ko'ndalang kesim  $S$  yuzaga bir tomondan  $P_1$ , ikkinchi tomondan  $P_2$  ga teng bo'lган gidrostatik bosim ta'sir qiladi. Suyuqlikning muvozanatda bo'lган holatida har bir naydagi suyuqlik ustiniغا ta'sir qilayorgan tashqi bosimlar bir – birini kompensatsiyalashini e'tiborga olsak, gidrostatik bosim ifodasiga ko'ra  $P = \rho gh$  agar  $P_1 = P_2$  bo'lsa u holda  $\rho gh_1 = \rho gh_2$  tenglamaga ega bo'lamic, bu tenglamadan ko'rindiki  $h_1 = h_2$  ekanligi kelib chiqadi.



261 – rasm.



262 – rasm.

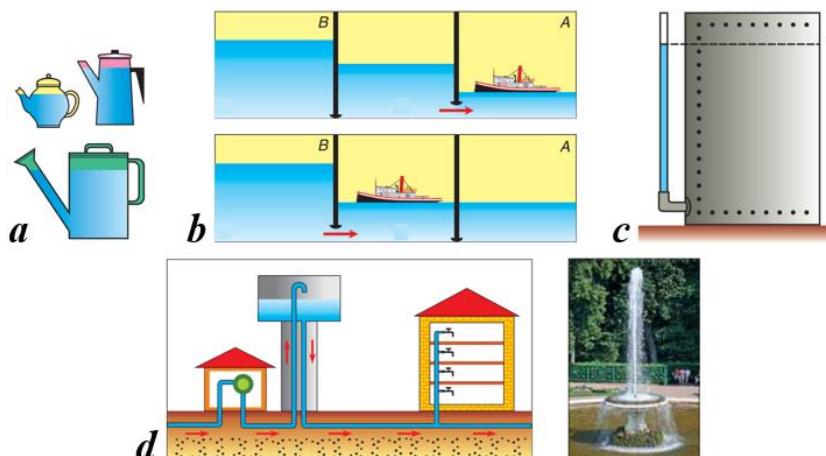
Bu tajribadan **tutash idishlar qonuni** kelib chiqadi. Har qanday shakldagi tutash idishlarning tirsaklaridagi bir jinsli suyuqlik ustunlarining balandliklari bir xil bo'ladi.

Agar tutash idishlarga bir – biri bilan aralashmaydigan zichliklari  $\rho_1$  va  $\rho_2$  bo’lgan turli xil suyuqliklar quyilsa, bu suyuqliklar muvozanatda bo’lgan vaqtida sathlar bir xil balandlikda bo’lmaydi. Chunki suyuqlikning gidrostasik bosimi suyuqlik ustuni balandligiga va zichligi ko’paytmasiga to’g’ri proporsionalligidan, bosimlar teng bo’lganida zichligi kata bo’lgan suyuqlik ustunining balandligi zichligi kichik bo’lgan suyuqlik ustunining balandligiga qaraganda kichik bo’ladi (263–rasm). Masalan, naylardan biriga simob, ikkinchisiga suv quyilsa, suyuqliklar sathi har xil bo’ladi. Bunda suyuqliklar balandliklari nisbati, suyuqliklar zichliklari nisbati bilan quyidagicha munosabatda bo’ladi: simob turgan nay uchun  $h_{sim} + h_0$  bo’lsa  $P_1 = \rho_{sim}gh(h_{sim} + h_0)$ . Suv turgan nay uchun  $h_{suv} + h_0$  bo’lsa  $P_2 = \rho_{suv}gh_{suv} + \rho_{sim}gh_0$ . Agar  $P_1 = P_2$  teng bo’lsa u holda  $\rho_{sim}gh(h_{sim} + h_0) = \rho_{suv}gh_{suv} + \rho_{sim}gh_0$  dan  $\rho_{sim}gh_{sim} = \rho_{suv}gh_{suv}$  bu tenglamadan quyidagi munasabatni hosil qilamiz:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Shunday qilib, zichligi katta bo’lgan suyuqlik ustunining balandligi, zichligi kichik bo’lgan suyuqlik ustunining balandligidan kichik bo’ladi. Demak, yog’ quyilgan nayda suyuqlik ustuni suv quyilgan tomoniga nisbatan katta bo’ladi.

Texnikada va turmishda tutash idishlardan keng qo’llaniladi. Masalan, tutash idishlarga choynak (264–a rasm), kanal va daryolardagi shlyuzlar (264–b rasm), suv minoralarini (264–c rasm), bug’ qozonida suyuqlik sathi balandligini aniqlashda ishlatiladigan shisha naylar (264–d rasm), vodoprovod tarmoqlari va hokazolar tutash idishlar prinsipiiga asosalnib quriladi.



**265 – rasm.**

## Mavzuga doir test

- Agar simob solingan U-simon nayning bir tomoniga 27,2 sm balandlikda suv quyilsa, ikkinchi tomondagi simob sathi qancha ko'tariladi (sm)? Simobning zichligi  $13600 \text{ kg/m}^3$ . A) 2. B) 4. C) 6. D) 8.
- Asosining yuzi  $1\text{sm}^2$  bo'lgan silindrik idishdagi suv idish tubiga 20 kPa bosim beryapti. Agar suvni yuzasi 10 marta katta bo'lgan idishga quysak, suv avvalgi bosimni berishi uchun 2-idishga necha litr suv quyish kerak bo'ladi? (l) da.
  - A) 0,18. B) 1,8. C) 18. D) 180.
- Gidravlik press katta porshenining yuzi  $600 \text{ sm}^2$ . Uning kichik porsheniga 160 N kuch bilan ta'sir qilib, og'irligi 12 kN bo'lgan yukni ko'tarishi uchun, kichik porshenning yuzi qancha bo'lishi kerak? ( $\text{sm}^2$ ). A) 4. B) 6. C) 8. D) 10.
- Gidravlik presda kichik porshenning yuzi  $3 \text{ sm}^2$ , katta porshenning yuzi esa  $300 \text{ sm}^2$ . Kichik porshenga 600 N kuch ta'sir etsa, kattasida 54000 N kuch yuzaga keladi. Press porshenidagi ishqalanish kuchi nimaga teng (kN)?
  - A) 2. B) 3. C) 4. D) 6.
- Tutash idish naylaridan biriga 10 sm balandlikkacha simob qo'yilgan. Ikkinchisi uchun suv bo'lga keladi. Simob va suv ustunlari muvozanatda turgan bo'lsa, suv ustuning balandligini aniqlang (sm).  $\rho_{\text{simob}}=13,6 \text{ g/sm}^3$ 
  - A) 68. B) 75. C) 136. D) 100.
- Chizmada ko'rsatilgandek, idishlarnin biriga suv, ikkinchisiga kerosin quyilgan. Idishlar tutash joyida elastik parda bilan ajratilgan. Qaysi idish tubiga bosim kattaroq? Suyuqliklarni ajratuvchi elastik parda (ab) qaysi tomonga egiladi?
  - A)  $P_{\text{suv}}=P_k$ , parda holati o'zgarmaydi.
  - B)  $P_{\text{suv}} > P_k$ , kerosin tomonga.
  - C)  $P_{\text{suv}} > P_k$ , cuv tomonga.
  - D)  $P_{\text{suv}} < P_k$ , kerosin tomonga.
- Porshenli nasos normal atmosfera bosimida kerosinni necha metrga ko'tarishi mumkin bo'ladi? ( $\rho_{\text{kerosin}}=800 \text{ kg/m}^3$ ).
  - A) 2,5m. B) 10 m. C) 12,5m. D) 9m.
- Gidravlik presda kichik porshenning yuzi  $5 \text{ sm}^2$ , katta porshenning yuzi esa  $500 \text{ sm}^2$ . Kichik porshenga 400 N kuch ta'sir etsa, kattasida 36000 N kuch yuzaga keladi. Bu press kuchdan qancha yutuq beradi?
  - A) 100. B) 90. C) 10. D) 80.
- Gidravlik press kichik porshenining yuzi  $8 \text{ sm}^2$ , katta porsheniniki  $800 \text{ sm}^2$ . Kichik porshenga 600 N kuch berilganda, katta porshendan 54 kN kuch olindi. Ishqalanish bo'limganda va ishqalanish bo'lganda shu press yordamida kuchni necha marta oshirish mumkin bo'ladi?
  - A) 100; 90. B) 90; 100. C) 67,5; 75. D) 75; 67,5.
- Gidravlik domkrat kichik porshenining yuzasi  $2,88 \text{ sm}^2$ , unga ta'sir etuvchi kuch 1000 N, katta porshenning yuzasi  $2880 \text{ sm}^2$  bo'lsa, bu domkrat qancha massali yukni ko'tarishi mumkin bo'ladi?
  - A) 10 t. B) 20 t. C) 120 t. D) 100 t.

11. Gidravlik pressning  $5 \text{ sm}^2$  yuzali porsheniga  $100 \text{ N}$  kuch ta'sir qiladi. Shu pressning  $200 \text{ sm}^2$  yuzali ikkinchi porsheniga necha  $\text{kN}$  kuch ta'sir qiladi?

- A) 2.    B) 4.    C) 5.    D) 3.

### 39 - §. ARXIMED QONUNI

Suyuqlik asosidagi bosim satxning balandligiga bog'liq ekanigini bilamiz. Ya'ni suyuqlikning pastki qatlqidagi bosim yuqori qatlardagidan ko`ra kattaroq bo`ladi va shuning uchun ham suyuqlikka botirilgan jismga itarib chiqaruvchi kuch ta'sir etadi. Bu kuchga Arximed kuchi deyiladi.

Suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jism o'z hajmi qadar suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi, jismga o'zi siqib chiqargan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng bo'lgan siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi, bu kuchga **Arxemid kuchi** ( $F_A$ ) deyiladi.

Demak, yuqoriga ko'taruvchi kuch jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng bo'lar ekan.

Arximed kuchining paydo bo'lish sababini gidrostatik bosim orqali tushuntirish mumkin.

Soddalik uchun suyuqlikka botirilgan jismni kub shaklida deb qaraylik (266-rasm). Jismning ostki va ustki qismlari turli chuqurlikda bo'lganligidan, ularga ta'sir etuvchi hidrostatik bosimlar ham turlicha bo'ladi. Rasmadan ko'rindaniki,  $h_1 < h_2$ . Shu sababli bosimlar farqi yuqoriga yo'nalgan  $P = P_2 - P_1 = \rho_{suv}g(h_2 - h_1)$ . Jism yuzasi  $S$  ni hisobga olsak,  $F = PS$  ga asosan jismga ta'sir qiluvchi kuch ya'ni Arximed kuchi  $F_A = PS = \rho_{suv}g(h_2 - h_1)S = \rho_s g V_j$  chiqadi. Ya'ni

$$F_A = \rho_s g V_j$$

bu erda  $\rho_s$  -suyuqlikning zinchligi,  $h_2 - h_1$  suyuqlikka botirilgan jism baladligi,  $V_j$  -suyuqlikka botirilgan jismning hajmi.

Arximed kuchi gazlarda ham mavjuddir. Gaz ichida turgan jismlarga ham ulami gaz ichidan itarib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi.

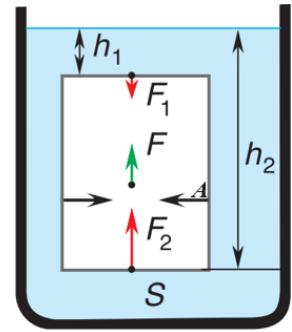
Arximed qonuniga binoan suyuqlikka botirilgan jism o'zining hajmiga teng suyuqlikni siqib chiqaradi (267-rasm).

Arximed kuchi suyuqlikka botirilganda jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng:

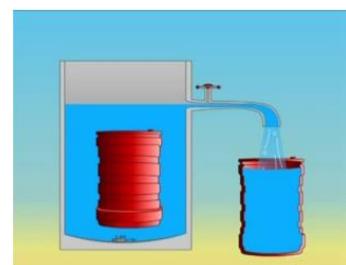
$$F_A = \rho_s g V_j = m_s g$$

Suyuqlikka botirilgan jism o'zinig hajmiga teng suyuqlikni siqib chiqaradi bu siqib chiqarilgan suyuqlik, jismni suyuqlikda yo'qatgan og'irligiga o'rligi(vazni)ga teng ekanligini bilish uchun quyidagi tajribani o'tkazamiz.

Buning uchun bizga shtativ, birkirligi unchalik katta bo'limgan purjina, suyuqlikka botadigan jism metal silindir va arximed chelagi.



266 – rasm.



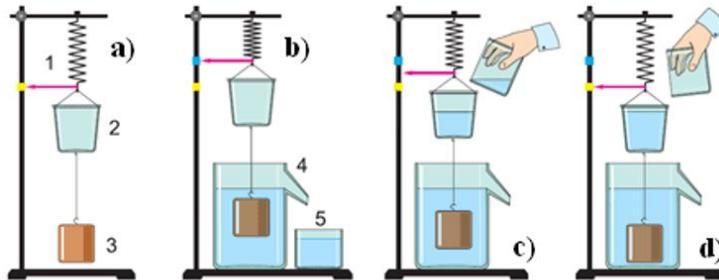
267 – rasm.

268-a rasmda ko'rsatilgandek metal silindirni joylashtiramiz va purjinani cho'zilishini belgilaymiz.

Metal silindirni 268-b ramda ko'rsatilgandek suyuqlikka botiramiz bunda silindir o'zining hajmiga teng suyuqlikni siqib chiqaradi va suyuqlik ichida og'rлиgi kamayadi, bu ko'rsatkichni belgilab olamiz.

Silindir siqib chiqargan suyuqlikni Arximed chelagiga quyamiz 268-c rasm.

268-d rasmdan ko'rindaniki a rasmdagi holat keladi.



**268 – rasm.**

Bu tajribadan xulosa qiladigan bo'lsak, jismga o'zi siqib chiqargan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng bo'lган siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi.

Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda  $a$  tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsa, yuqoriga vertikal tezlanish bilan ko'tarilayotgan jimni o'g'rligini ortishini hisobiga Arxemid kuchi ortadi:

$$F_A = \rho_s V_j (g + \alpha)$$

Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda  $a$  tezlanish bilan pastga tushuyotgan bo'lsa, yuqoridan vertikal tezlanish bilan pastga tushayotgan jimni o'g'rligini kamayishini hisobiga Arxemid kuchi kamayadi.

$$F_A = \rho_s V_j (g - a)$$

Vaznsizlik holatida suyuqlik solingan jism erkin tushayotgan bo'lsa Arxemid kuchi nolga teng:  $F_A = 0$

Zichligi suyuqlik zichligidan katta bo'lган jismni suyuqlikni ichida ushlab turuvchi kuchni topish:  $\rho_j > \rho_s$ ,  $F_u = mg - F_A$  tenglamaga asosan

$$F_u = \rho_j g V_j - \rho_s g V_j \text{ dan } F = (\rho_j - \rho_s) V_j g$$

Zichligi suyuqlik zichligidan katta bo'lган jismni suyuqlikdagi og'irligini topish: Suyuqlik ichida jism og'irligi Arximet kuchi hisobiga kamayadi  $\rho_j > \rho_s$

$$P = mg - F_A \quad P = \rho_j g V_j - \rho_s g V_j \quad P = (\rho_j - \rho_s) V_j g$$

Jismni suyuqlikka botiranimizda jism og'irligi  $n$  marta kamaygan bo'lsa jism zichligi va suyuqli zichligini quyidagicha topamiz: jismni hovodagi og'irligi  $P_0$ , suyuqlikdagi og'irligi  $P$  ga teng bo'lsa u holda  $P = \frac{P_0}{n}$  demak  $P = mg - F_A$  bo'lsa

$$mg - F_A = \frac{P_0}{n} \quad \text{agar} \quad P_0 = mg \quad \text{ga tengligidan} \quad n = \frac{P_0}{mg - F_A} = \frac{mg}{mg - F_A}$$

$$n = \frac{mg}{mg - F_A} = \frac{\rho_j g V_j}{\rho_j g V_j - \rho_s g V_j} \quad \text{dan} \quad n = \frac{\rho_j g V_j}{\rho_j g V_j - \rho_s g V_j} = \frac{\rho_j g V_j}{g V_j (\rho_j - \rho_s)} \quad \text{yoki} \quad n = \frac{\rho_j}{\rho_j - \rho_s}$$

$$n = \frac{\rho_j}{\rho_j - \rho_s}; \quad \text{formuladan jism va suyuqlik zichliklarini topamiz} \quad n(\rho_j - \rho_s) = \rho_j,$$

$$n\rho_j - n\rho_s = \rho_j, \quad n\rho_j - \rho_j = n\rho_s, \quad \rho_j(n-1) = n\rho_s, \quad \text{dan}$$

$$\text{Jism zichligi: } \rho_j = \frac{n}{n-1} \cdot \rho_s.$$

$$\text{Suyuqlik zichligi: } \rho_s = \frac{\rho_j(n-1)}{n}.$$

Jismni zichligi  $\rho_{1s}$  bo'lgan suyuqlikka botiranimizda og'irligi  $P_1$ , zichligi  $\rho_{2s}$  suyuqlikka botiranimizda og'irligi  $P_2$  ga teng bo'lsa, suyuqlikka botirilgan jism zichligi ( $\rho_j$ ) va jisimni vakkumdagagi og'irligini  $P_0$  ni topish: birinchi suyuqlikda jism og'irligi  $P_1 = P_0 - F_{A1}$  ikkinchi suyuqlikda jism og'irligi  $P_2 = P_0 - F_{A2}$  ga teng, bu yerda  $P_0$  jismning vakkumdagagi og'irligi.  $P_1 = mg - \rho_{1s}gV_j$   $P_2 = mg - \rho_{2s}gV_j$  bu ikkala formuladagi  $mg$  ni topsak  $mg = P_1 + \rho_{1s}gV_j$   $mg = P_2 + \rho_{2s}gV_j$  agar tenglamalarni chap tomonlari teng bo'lsa o'ng tomonlari ham teng bo'ladi.

$$P_1 + \rho_{1s}gV_j = P_2 + \rho_{2s}gV_j \quad \text{bu tenglamadan jism hajmini va zichligini topamiz} \\ \rho_{1s}gV_j - \rho_{2s}gV_j = P_2 - P_1; \quad gV_j(\rho_{1s} - \rho_{2s}) = P_2 - P_1;$$

$$\text{Jismning hajmi: } V_j = \frac{P_2 - P_1}{g(\rho_{1s} - \rho_{2s})}$$

$$\text{Jismning zichligi: } \rho_j = \frac{m}{V_j} \quad \text{yoki} \quad \rho_j = \frac{P_2 \rho_{1s} - P_1 \rho_{2s}}{P_2 - P_1}$$

$P_1 = P_0 - F_{A1}$  va  $P_2 = P_0 - F_{A2}$  formulalardan jismning vakkumdagagi og'irligini topamiz  $\rho_{1s}gV_j = P_0 - P_1$ ,  $\rho_{2s}gV_j = P_0 - P_2$  bu ikki tenglamani birni ikkinchisiga bo'lsak jism hajmi va erkin tushish tezlanishlar qisqaradi,  $\frac{\rho_{1s}gV_j}{\rho_{2s}gV_j} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_2}$  dan  $\rho_{1s}P_0 - \rho_{1s}P_2 = \rho_{2s}P_0 - \rho_{2s}P_1$ ,  $\rho_{2s}P_1 - \rho_{1s}P_2 = \rho_{2s}P_0 - \rho_{1s}P_0$ ,  $\rho_{2s}P_1 - \rho_{1s}P_2 = P_0(\rho_{2s} - \rho_{1s})$ , dan jismning vakummdagi og'irligi quyidagich topiladi.

$$P_0 = \frac{\rho_{2s}P_1 - \rho_{1s}P_2}{(\rho_{2s} - \rho_{1s})}.$$

Suyuqliklarning zichligini aniqlaydigan asbob **areomert** deyiladi. Areometrni ishslash prinsipi Arximed qonuniga asoslangan.

## Mavzuga doir test

1. 2,5 kg massali jism butunlay suvga botirilganda, 1 kg suvni siqib chiqaradi. Jismning zichligini aniqlang ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )? A) 2500. B) 2000. C) 1800. D) 1500.
2. Dinamometrga ilingan, hajmi  $30 \text{ sm}^3$  bo'lgan bir jinsli alyuminiy shar suvga botirildi. Dinamometrning keyingi ko'rsatishini aniqlang(mN). Alyuminiyning zichligi  $2,7 \text{ g}/\text{sm}^3$ . A) 400. B) 510. C) 600. D) 710.
3. Usti ochiq idish to'la suvi bilan  $500 \text{ kg}$  massaga ega. Unga  $350 \text{ kg}$  metall bo'lagi tashlanganda, massasi  $750 \text{ kg}$  bo'lib qolgan bo'lsa, metallning zichligini toping ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). A) 1500. B) 2500. C) 3500. D) 4500.
4.  $0,1\text{m}$  qalinlikdagi dub parallelepiped suvda suzmoqda. Bu parallelepipedning qanday qismi suv ustida bo'ladi ( $\text{sm}$ )? Dubning zichligi  $\rho=700 \text{ kg}/\text{m}^3$ .
  - A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.
5. Buyum dinamometrga bog'lanib kerosinga tushirilganda, dinamometr  $15 \text{ N}$  kuchni, suvga tushirilganda esa  $12 \text{ N}$  kuchni ko'rsatdi. Buyumning hajmini toping ( $\text{m}^3$ ). Suv va kerosinning zichliklari mos ravishda  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  va  $800 \text{ kg}/\text{m}^3$ .
  - A)  $1,5 \cdot 10^3$ . B)  $2 \cdot 10^3$ . C)  $3 \cdot 10^3$ . D)  $4 \cdot 10^3$ .
6. Sig'imi  $320 \text{ sm}^3$  bo'lgan stakan  $200 \text{ g}$  massaga ega. U suvda cho'kishi uchun unga kamida qanday massali yuk solish kerak (g)? Shishanining zichligi  $2,5 \text{ g}/\text{sm}^3$ .
  - A) 100. B) 200. C) 300. D) 400.
7. Kub shaklidagi yaxlit jism simobda  $0,25\text{V}$  qismi botgan holda suzmoqda. Agar bu idishga kub to'liq botguncha suv quyilsa, kubning qancha qismi simobda bo'ladi? Simobning zichligi  $13600 \text{ kg}/\text{m}^3$ . A)  $0,3\text{V}$ . B)  $0,7\text{V}$ . C)  $0,19\text{V}$ . D)  $0,81\text{V}$
8. Hajmi  $0,1 \text{ dm}^3$  bo'lgan po'kak suvga butunlay botishi uchun uning ustiga qanday eng kichik massali yukni qo'yish kerak bo'ladi (g)? Po'kalning zichligi  $240 \text{ kg}/\text{m}^3$  ga teng. A) 56. B) 66. C) 86. D) 76.
9. Probirka suvli menzurkaga tushirilganda, suv sathi  $20 \text{ sm}^3$  bo'limdan  $140 \text{ sm}^3$  bo'limga ko'tarilgan bo'lsa, suvda suzib yurgan probirkaning massasi qanchaga teng (g)? A) 120. B) 220. C) 320. D) 420.
10.  $0,1 \text{ dm}^3$  hajmli temir parchasini suvda ushlab turish uchun qancha kuch talab qilinadi (N)? Temirning zichligi  $7,8 \text{ g}/\text{sm}^3$  ga teng. A) 68. B) 6,8. C) 0,68. D) 0,068
11. Agar suvdagi yukni ko'tarayotgan tros arqonning taranglik kuchi yuk hajmining yarmi suv yuzasiga chiqqanda  $1,5$  marta ortgan bo'lsa, yukning zichligini aniqlang ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). A) 1000. B) 1500. C) 2000. D) 2500.
12. Suvdagagi  $0,25 \text{ m}^3$  hajmli yog'och bo'lagi qancha massali yukni ko'tara oladi (kg)? Yog'och zichligi  $800 \text{ kg}/\text{m}^3$ . A) 20. B) 30. C) 40. D) 50.
13. Shisha parchasi toza suvda  $6 \text{ m}/\text{s}^2$  tezlanish bilan tushmoqda. Shishanining zichligini toping ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). A) 2500. B) 2000. C) 1500. D) 1000.
14. Rasmdagi zichligi  $\rho$  bo'lgan sharchaning teng yarmi zichligi  $\rho_1$  bo'lgan (I) suyuqlikda, qolgan qismi zichligi noma'lum bo'lgan (II) suyuqlikda suzmoqda. Ikkinchisi suyuqlikning zichligini toping.
  - A)  $2\rho + \rho_1$ . B)  $2\rho - 3\rho_1$ . C)  $2\rho - \rho_1$ . D)  $\frac{\rho_1 + \rho}{2}$ . E)  $\frac{2\rho_1 - \rho}{2}$ .



15. Dengizda suzayotgan, suv sig'imi 125000 kN va og'irligi 65000 kN bo'lган kemaga qancha yuk ortganda, vater chizig'igacha suvga botadi (t)?  
 A) 3000. B) 6000. C) 2000. D) 4000.

## 40 - §. JISMNING SUZISH SHARTLARI

Jismning suzishi yoki cho'kib ketishi shu ko'taruvchi kuchning jism og'irligidan katta yoki kichik bo'lishiga bog'liq ekan.

Suzish xavfsizligi maqsadida kemalar suvda kemaning chegaraviy cho'kishi deb atalgan ma'lum chuqurlikkacha yuklanishi mumkin bo'lib, kema bortida bu qizil chiziq – vater chiziq (water – suv) bilan belgilab qo'yiladi (269 – a rasm).

Sudna xajmining vater chizig'igacha yuklatilgan suv massasi **sudna** deb ataladi. Uni  $m_o$  bilan belgilaymiz.

Taniqli "Titanik"  $m_b=46300\ t$  ga ega edi. Agar yuklanmagan sudna massasi  $m$  bo'lsa, u holda  $m_b-m=m_{gr}$  farq ushbu sudnada olib o'tish mumkin bo'lgan yukning maksimal massasidir.

Yukning bu maksimal massasi sudnaning **yuk ko'tara olishi** deb ataladi.

Arximed kuchi va qobiq va sharni to'ldiruvchi gazning og'irlilik kuchi orasidagi farq sharni ko'tarishi mumkin bo'lgan maksimal yukni aniqlaydi. Bu kattalik ko'taruvchi kuch deb ataladi.

Sizda savol tug'ilishi mumkin: nima uchun uchuvchi sharlar eng yengil gaz kabi vodorod (havodan 14 mart yengil) bilan to'ldirilmaydi? Vodorod – yonuvchi gaz, u havo bilan portlovchi aralashma hosil qiladi, shuning uchun ularni sharlarda qo'llash xavfsiz emas. Unchalik bo'lman balandlikka ko'tariluvchi havo sharlari **aerostatlar** deb, yuqori (11 km dan yuqori) balandlikka ko'tariluvchilari esa **stratostatlar** deb ataladi. Dvigatellar va havo ya'ni boshqariluvchi vintlari bilan jihozlangan havo apparatlari **dirijabllar** (269 – b rasm) deb ataladi.



**269 – rasm.**

Arximed kuchi  $F_A$  bilan jismning  $P$  og'irligi orasidagi  $F_k = F_A - P$  ayirma **ko'taruvchi kuch** deyiladi (270–rasm). Ko'taruvchi kuchning kattaligiga va yo'nalishiga bog'liq holda suyuqlikka botirilgan jism uch holatda bo'ladi.

Shunday qilib jismlarning suzish shartlarini topish mumkin.

1) Agar suyuqlik bilan jism orasidagi ishqalanishni hisobga olmasak  $\rho_j > \rho_s$ ,  $F_A < mg$  bo'lsa jism suyuqlikka cho'kadi va idish tubiga tushadi 271–rasm 1-holat. Cho'kishda jismning tezlanishini quyidagicha topamiz:  $m$  massali jism  $a$  tezlinish bilan

suyuqlik tubiga cho'kadi jimming harakatiga Arximed kuchi to'sqinlik qiladi, bu holatni Nyutonning ikkinchi va uchunchi qoniniga binoan quyidagi tenglamani yozamiz  $ma = P - F_A$   $ma = mg - \rho_s g V_j$  agar  $m = \rho_j V_j$  ni e'tiborga olsak  $\rho_j V_j a = \rho_j V_j g - \rho_s g V_j$  dan

$$a = \frac{\rho_j V_j g - \rho_s g V_j}{\rho_j V_j} = \frac{V_j g (\rho_j - \rho_s)}{\rho_j V_j}; \quad a = \frac{\rho_j - \rho_s}{\rho_j} g$$

$a = \frac{\rho_j - \rho_s}{\rho_j} g$  formuladan jismni  $\rho_j$  zichigi va suyuqlikning  $\rho_s$  zichligini topish:

$$a \rho_j = \rho_j g - \rho_s g \quad \text{dan} \quad \rho_j = \frac{g \rho_s}{g - a}; \quad \rho_s = \frac{(g - a) \rho_j}{g}$$

2) Agar  $\rho_j = \rho_s$ ,  $F_A = mg$  bo'lsa, jism suyuqlikning butun hajmi bo'y lab suvga botib muallaq suzib yuradi 271-rasm 2-holat.

3) Agar  $\rho_j < \rho_s$ ,  $F_A > mg$  bo'lsa jism hajmining bir qismi suyuqlikka qisman botgan holicha suyuqlik sirtida suzib yuradi 271-rasm 3-holat.

Agar jism suyuqlikka qisman botgan holda suzib yurgan bo'lsa jimming botgan hajmi  $V_{botgan}$  va  $V_{botmagan}$  botmagan hajmini topish:

$$V_j = V_{botgan} + V_{botmagan} \quad F_A = P = mg \quad \text{agar} \quad m = \rho_j V_j \quad \text{bo'lsa} \quad \rho_s g V_{botgan} = \rho_j g V_j$$

$$V_{botgan} = \frac{\rho_j g V_j}{\rho_s g} = \frac{\rho_j V_j}{\rho_s}; \quad \frac{V_{botgan}}{V_j} = \frac{\rho_j}{\rho_s}; \quad V_{botgan} = \frac{m_j}{\rho_s}$$

Hajmning suyuqlikka botmagan qismini:  $V_{botmagan} = V_j - V_{botgan}$  dan

$$V_{botmagan} = V_j - \frac{V_j (\rho_s - \rho_j)}{\rho_s} = \frac{V_j (\rho_s - \rho_j)}{\rho_j}; \quad V_{botmagan} = \frac{V_j (\rho_s - \rho_j)}{\rho_j}; \quad \frac{V_{botmagan}}{V_j} = \frac{\rho_s - \rho_j}{\rho_s}$$

Agar suyuqlik bilan jism orasidagi ishqalanishni hisobga olmasak  $\rho_j < \rho_s$  zichligi kichik bo'lган jism suyuqlik tubiga botirilgan bo'lsa u suyuqlik ichidan  $a$  tezlanish bilan qalqib chiqadi bu tezlanishni topishimiz uchun quyidagi tenglamani yozamiz:  $ma = F_A - P$  bu yerda jism Arximed kuchining hisobiga yuqoriga ko'tariladi va tezlanish oladi, jimming harakatiga esa jism og'irligi to'sqinlik qiladi.

$$a = \frac{F_A - P}{m} \quad \text{jim massasi} \quad m = \rho_j V_j \quad \text{ga teng bo'lsa} \quad a = \frac{\rho_s g V_j - \rho_j g V_j}{\rho_j g V_j} \quad \text{dan}$$

$$a = \frac{g V_j (\rho_s - \rho_j)}{\rho_j g V_j} \quad \text{yoki} \quad a = \frac{g (\rho_s - \rho_j)}{\rho_j}$$

Suyuqlikning zichligi jism zichligidan katta  $\rho_j < \rho_s$  bo'lганida jismni to'lalicha suyuqlikka botirish uchun jismni kuch bilan bosilad. Bu kuch  $F$  ni topish: Nyutonnig uchunchi qonuniga muofiq  $F + P = F_A$  bu yerda jism og'rligi va jismga qo'yilgan kuchlar pastga yo'nalgan, Arximed kuchi bu kuchlarning yig'ndisiga qaramaqarshi yo'nalgan ya'ni yuqoriga yo'nalgan.

$$F = F_A - mg; \quad F = \rho_s V_j g - \rho_j V_j g; \quad F = (\rho_s - \rho_j) V_j g;$$

$$F = F_A - mg \quad F = \rho_s V_j g - \rho_j V_j g; \quad \text{agar jism hajmini o'rniga} \quad V_j = \frac{m}{\rho_j} \quad \text{ni qo'ysak}$$

$$F = \rho_s \frac{m}{\rho_j} g - mg; \quad \text{dan} \quad F = mg \cdot \left[ \frac{\rho_s}{\rho_j} - 1 \right]$$

Bu topilgan kuch jismni ko'tarish kuchi ham deb ataladi, boshqacha aytganda suyuqlikka botmaydigan jismning yuk ko'tara olish qobiliyati deyish mumkin.

$$F_{ko'tar} = F_A - mg \quad m_{yuk} = (\rho_s - \rho_j) V_j$$

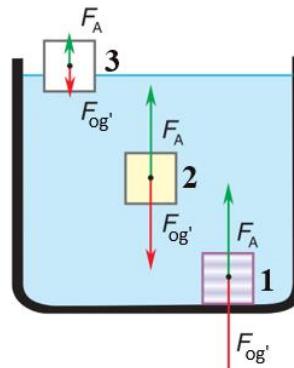
$F_{ko'tar} > 0$  bo'lsa jism suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi.

$F_{ko'tar} = 0$  bo'lsa jism suyuqlik ichida suzib yuradi.

$F_{ko'tar} < 0$  bo'lsa jism suyuqlik tubiga tushadi.



270 – rasm.



271 – rasm.

Suyqlik bilan limmo-lim to'ldirilgan idishga bironta jism botirilganida idishdan suyuqliq oqib(toshib) tushgan suyuqlik hajmi jismning suyuqalikka botgan qismining hajmiga teng:

Agar  $\rho_j < \rho_s$  bo'lganida jism suyuqlikka qisman botgan holatda bo'ladi, demak oqib tushgan suyuqlik hajmi quyidagicha topiladi.

$$V_{oqish} = \frac{m_j}{\rho_s}; \quad V_{oqish} = \frac{\rho_j}{\rho_s} \cdot V_j$$

Agar  $\rho_j > \rho_s$  bo'lganida jism suyuqlikka to'laligicha botadi bunda idishdan oqib tushgan suyuqlikning hajmi jism hajmiga teng.

$$V_{oqish} = V_j; \quad V_{oqish} = \frac{m_j}{\rho_j}.$$

Suvda suzib yurgan muz va muz tog' (Ayizberg)larini ko'rganmiz. Muz hajmining ma'lum bir qismi suvga botgan holatda ma'lum bir qismi botmagan holatda suzib yuradi, agar suvning zichligi  $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$  ga, muzning zichligi esa  $\rho_m = 900 \text{ kg/m}^3$  teng bo'lsa u holda  $V_{botgan} = \frac{\rho_m V_m}{\rho_s}$  formulaga asosan quyidagicha bo'ladi.

Muz hajmining 0,9 qismi suv ostida ( $V_{botgan}$ ), 0,1 qismi suv ustida, ya'ni havoda bo'ladi. ( $V_{botmagan}$ )

$$V_{botgan} = 0,9 \cdot V_{muz} \quad V_{botmagan} = 0,1 \cdot V_{muz}$$

Muz hajmini  $V_m = V_{botgan} + V_{botmagan}$  formula orqali topsak dan

$$V_{muz} = 0,9 \cdot V_{muz} + 0,1 \cdot V_{muz} = \frac{9}{10} V_{muz} + \frac{1}{10} V_{muz} = 10 \cdot V_{muz} \quad \text{yoki} \quad V_{muz} = 10 \cdot V_{botmagan}$$

$$V_{botgan} = 0,9 \cdot V_{muz} = \frac{9}{10} V_{muz} \quad \text{dan} \quad V_{muz} = \frac{10}{9} \cdot V_{botgan}$$

Muz hajmini botgan qismi botmagan qismidan 9 marta katta bo'ladi (271–b rasm).

$$V_{botgan} = 9 \cdot V_{botmagan}$$



**271 – rasm.**

Jism havoda  $h$  balandlikdan erkin tushib suvgaga  $l$  chuqurlikka botdi. Jismning suvdagi tezlanishi  $a$  ga teng bo'lsin, u holda quyidagi energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagi tengliklar o'rini:

$$E_h = m \cdot g \cdot h, \quad E_s = m \cdot g \cdot l, \quad E_h = E_s \quad g \cdot h = a \cdot l, \quad a = \frac{h}{l} g; \quad h = \frac{a}{g} \cdot l;$$

$$h = \frac{\rho_s - \rho_j}{\rho_j} \cdot l$$

Zichliklari  $\rho_1$  va  $\rho_2$  ( $\rho_2 > \rho_1$ ) bo'lgan aralashmaydigan suyuqliklarda to'la botganicha muallak suzib yurgan jism hajmining  $V_1$  qismi birinchi suyuqlikda (274–a rasm).  $V_2$  qismi ikkinchi suyuqlikda bo'lsin, u holda

$$\frac{V_1}{V} = \frac{\rho_2 - \rho_j}{\rho_2 - \rho_1}, \quad \frac{V_2}{V} = \frac{\rho_j - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2 - \rho_j}{\rho_j - \rho_1}.$$

Jism suyuqlik ichida suzib yurgan bo'lsin agar jism ichida kovak bo'shlig'i ( $V_{bo'sh}$ ) bo'lsa bu jismni massasi va hajmini qiuyidagicha topamz (274–b rasm):

$$m = \frac{\rho_j \cdot \rho_s}{\rho_j - \rho_s} \cdot V_{bo'sh} \quad V_j = \frac{\rho_s}{\rho_j - \rho_s} \cdot V_{bo'sh}$$

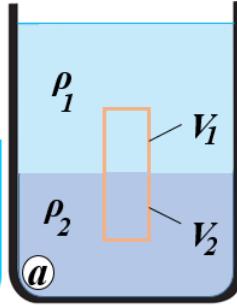
$$E = mgh$$

$$h \ g$$

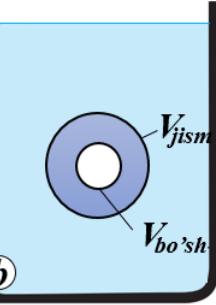
$$l \ a$$

$$E_s = mgl$$

273 – rasm.



274 – rasm.



Brusok suvdan ( $\rho_s$ ) olib moyga ( $\rho_m$ ) botirilganida cho'kish balandligi  $\Delta h$  ortgan bo'lsa brusok massasini topish:  $m = S_b \Delta h \cdot \frac{\rho_s \rho_m}{\rho_s - \rho_m}$   
 $S_b$  brusok asosining yuzi.

### Mavzuga doir test

1. Suvli idishda vertikal holatda brusok suzib yuribdi. Agar brusok gorizontal holatni olsa, idishdagi suv sathi qanday o'zgaradi?
  - ko'tariladi.
  - ko'tarilishi ham mumkin, pasayishi ham mumkin.
  - pasayadi.
  - o'zgarmaydi.
2. Agar probirka suvli menzurkaga tushirilganda, suv sathi  $20 \text{ sm}^3$  bo'limdan  $120 \text{ sm}^3$  bo'limga ko'tarilgan bo'lsa, probirkaning massasi qanday (g)?
  - 120.
  - 20.
  - 40.
  - 100.
  - 10.
3. Qo'rg'oshindan yasalgan  $3 \text{ sm}^3$  hajmli kovak shar suv ichida suzib yurishi uchun, uning massasi qanday bo'lishi kerak (g)?
  - 2.
  - 3.
  - 4.
  - 5.
4. Suyuqlik sirtida suzib yurgan jismga ta'sir qiluvchi itarib chiqaruvchi kuch (Arximed Kuchi) nimaga teng?
  - jism zichligi bilan hajmining ko'paytmasiga.
  - suyuqlik zichligining jism hajmiga ko'paytmasiga.
  - suyuqlik zichligining jism hajmi va erkin tushish tezlanishiga ko'paytmasiga.
  - jismning vazniga.
5. Massasi  $20 \text{ g}$  bo'lgan po'kak suv yuzida muvozanatda turibdi. Unga ta'sir etayotgan Arximed kuchi qanday (N)?
  - 0,2.
  - 0,02.
  - 2.
  - 10.
  - 20.
6. Butilkalardan biri suvga, ikkinchisi simobga to'ldirilgan. Agar suvli butilka suvga, simobli butilka simobga tushirilsa qaysi biri cho'kadi?
  - ikkalasi ham cho'kmaydi.
  - suvlisi.
  - simoblisi.
  - ikkalasi.
- 6a. Shisha idishlarning biri suv bilan, ikkinchisi simob bilan to'ldirildi. Birinchi idish suvga, ikkinchisi simobga qo'yilsa, qaysi biri cho'kadi?
  - ikkalasi ham.
  - birinchisi.
  - ikkalasi ham cho'kmaydi.
  - ikkinchisi.

7. Zichligi suvnikidan 2 marta katta bo'lgan jism Yerda idishdagi suvga solingan. Oyda bu jism o'zini qanday tutadi?

A) qisman suvga botgan holda suzadi. B) suvdan to'liq itartb chiqariladi.

C) suvga to'liq botgani holda, suv sirtida suzadi. D) idish tubida yotadi.

8. Hajmi 2 l bo'lgan kastryulka suv bilan to'ldirilgan. Unga hajmi 0,3 dm<sup>3</sup> va massasi 0,6 kg bo'lgan jism tushirilganda necha kg suv oqib tushadi?

A) 1,4. B) 0,6. C) 0,3. D) 1,7.

9. Suv to'ldirilgan 5 l hajmli idishga hajmi 0,5 l va massasi 0,3 kg bo'lgan jism tushirilsa, idishdan qancha suv to'kiladi (l)? A) 0,3. B) 0,4. C) 0,5. D) 4,5. E) 5.

10. Massasi 10 g, hajmi 15 sm<sup>3</sup> bo'lgan jism suv bilan limmo-lim to'ldirilgan stakanga solinsa, necha sm<sup>3</sup> suv to'kiladi? A) 5. B) 10. C) 15. D) 25. E) 100.

11. Hajmi 2 dm<sup>3</sup> va zichligi 700 kg/m<sup>3</sup> bo'lgan jism kerosinga solinsa, unga qanday Arximed kuchi ta'sir etadi (N)?  $\rho_k=800 \text{ kg/m}^3$ . A) 30. B) 1. C) 2. D) 14. E) 16.

12. Zichligi 0,18 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan jism zichligi 0,9 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan suyuqlikda hajmining qancha qismi botgan holda suzadi? A) 0,9. B) 0,6. C) 0,5. D) 0,3. E) 0,2.

13. Po'kak kerosinda suzmoqda. Uning qanday qismi kerosinga botgan? Po'kak va kerosinning zichliklari 0,2 va 0,8 g/sm<sup>3</sup> ga teng. A) 0,35. B) 0,3. C) 0,2. D) 0,25.

14. Bir bo'lak po'kak kerosinli idishda suzib yuribdi. Bunda po'kakning qancha qismi kerosinga botib turadi? Po'kakning zichligi 0,2, kerosinniki esa 0,8 g/sm<sup>3</sup>.

A) 0,75. B) 0,55. C) 0,45. D) 0,35. E) 0,25.

15. Suvga zichligi 800 kg/m<sup>3</sup> bo'lgan jism tushirilsa, jism hajmining qanday qismi suvga botadi? A) 0,2. B) 0,4. C) 0,6. D) 0,8. E) 1.

16. Massasi 10 kg, hajmi 12,5 l bo'lgan tarvuz suvga tushib ketsa, hajmining qanday qismi suvga botadi? A) 0,5. B) 0,25. C) cho'kib ketadi. D) 0,8. E) 0,6.

17. Massasi 7 kg, hajmi esa 10 dm<sup>3</sup> bo'lgan qovoq suvga tashlandi. Qovoq hajmining qanday qismi suv ustida bo'ladi? A) 0,7. B) 0,5. C) 0,3. D) cho'kib ketadi.

18. Suvli idishda 10 sm qalinlikdagi muz parchasi suzib yuribdi. Muzning suv ostidagi qismi og'irligining suv ostidagi qismi og'irligiga nisbatini toping.  $\rho_{muz}=900 \text{ kg/m}^3$ .

A) 9. B) 1,1. C) 1. D) 0,9. E) 0,11.

19. Kub shaklidagi 1 kg massali muz parchasining suv ustidagi qismining massasini toping (kg).  $\rho_{muz}=900 \text{ kg/m}^3$ . A) 0,1. B) 0,2. C) 0,5. D) 0,8. E) 0,9.

20. Qalinligi 10 sm bo'lgan dub parallelepiped suvda suzmoqda. Bu parallelepipedning necha santimetri suv ostida bo'ladi? Dubning zichligi 700 kg/m<sup>3</sup>.

A) 40/7. B) 7. C) 3. D) 30/7.

21. Qalinligi 10 sm bo'lgan parallelepiped shaklidagi parafin bo'lagi suvda suzmoqda. Bu bo'lakning necha santimetri suvdan chiqib turadi?  $\rho_p=900 \text{ kg/m}^3$ .

A) 1. B) 2. C) 10/9. D) 9.

22. Okeanda suzib yurgan aysbergning qanday qismi suv ostida bo'ladi? Suvning zichligi 1000 kg/m<sup>3</sup>, muzniki - 800 kg/m<sup>3</sup>. A) 0,4. B) 0,5. C) 0,6. D) 0,8.

23. Dengizda katta muz bo'lagi suzib yuribdi. Uning suv ostidagi qismining hajmi 630 m<sup>3</sup> bo'lsa, suv ustidagi qismining hajmi necha m<sup>3</sup>bo'ladi? Muzning zichligi 900 kg/m<sup>3</sup>

A) 90. B) 63. C) 70. D) 210. E) 270.

24. Muzlagan ko'lning o'rtasidan suv olish uchun teshik ochildi. Agar muzning qalinligi 10 m bo'lsa, suv olish uchun kamida necha metr arqon kerak bo'ladi? Muzning zichligi  $0.9 \text{ g/sm}^3$  A) 1. B) 2. C) 9. D) 10. E) 11.
25. Suvda suzib yurgan aysbergning suvgaga botmagan qismining hajmi  $20 \text{ m}^3$  bo'lsa, suv ostidagi qismining hajmi qanday ( $\text{m}^3$ ) bo'ladi?  $P_{\text{suv}}=1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{muz}}=900 \text{ kg/m}^3$ .  
A) 160. B) 170. C) 180. D) 190. E) 200.
26. Dengizda suzib yurgan muzning suv ustidagi qismining hajmi  $200 \text{ m}^3$ . Agar suv va muzning zichliklari mos ravishda 1000 va  $900 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, muzning hajmi qanday ( $\text{m}^3$ )? A) 200. B) 900. C) 1000. D) 1800. E) 2000.
- 26a. Dengizda suzib yurgan muzning suv usti qismining hajmi  $300 \text{ m}^3$ . Agar suv va muzning zichliklari mos ravishda 1000 va  $900 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, muzning hajmi qanday ( $\text{m}^3$ )? A) 300. B) 1350. C) 1500. D) 2700. E) 3000.
27. Zichligi  $0,8 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan suyuqlikka hajmining  $3/5$  qismi botgan holda suzib yurgan jismning zichligini aniqlang ( $\text{g/sm}^3$ ). A) 0,54. B) 0,45. C) 0,43. D) 0,48.
28. Zichligi  $420 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan jism suyuqlik yuzida hajmining  $3/5$  qismi botgan holda suzib yuribdi. Shu suyuqlikning zichligini aniqlang ( $\text{g/sm}^3$ ).  
A) 0,42. B) 0,5. C) 0,7. D) 0,8. E) 1.
29. 3 ta idishda zichliklari  $\rho_1, \rho_2, \rho_3$  bo'lgan suyuqliklar bor. Agar bir jismni navbatma-navbat suyuqliklarga tushirsak, u 3 xil vaziyatni egallaydi. Suyuqliklar zichliklari qanday munosabatda?
- A)  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ . B)  $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$ . C)  $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3$ . D)  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ .
- 
30. Hajmining  $0,4$  qismi suvgaga botgan holda suzadigan jismning qanday qismi kerosinga botadi? Kerosinning zichligi  $0,8 \text{ g/sm}^3$ . A) 0,5. B) 0,6. C) 0,8. D) 0,4.
31. Kerosinda hajmining  $0,75$  qismi botgan holda suzadigan jismning qanday qismi suvgaga botadi? Kerosinning zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$ . A) 0,3. B) 0,6. C) 0,75. D) 0,9.
32. Jism suvgaga solinganda, uning yarmi suvgaga botib turadi. Agar u noma'lum suyuqlikka solinsa,  $1/4$  qismi botib turadi. Shu suyuqlikning zichligini aniqlang ( $\text{g/sm}^3$ ). A) 16. B) 8. C) 4. D) 2. E) 0,8.
33. Sig'imi  $250 \text{ sm}^3$  bo'lgan stakan  $200 \text{ g}$  massaga ega. U suvda cho'kishi uchun unga kamida qanday (g) massali yuk solish kerak? Shisha zichligi  $2,5 \text{ g/sm}^3$ .  
A) 250. B) 200. C) 130. D) 50.
34. Hajmlari bir xil, birinchisining yuzi ikkinchisidan 2 marta katta bo'lgan ikkita muz bo'lagi suvda suzmoqda. Qaysi muz bo'lagining ko'tarish kuchi katta?  
A) muz balandliklari nisbatiga bog'liq. B) birinchisiniki.  
C) ikkinchisiniki. D) har ikkalasiniki bir xil.
35. Zichligi  $\rho=50 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan modda (penoplast) dan yasalgan, qalinligi 10 sm va yuzi  $1 \text{ m}^2$  bo'lgan sol massasi necha kilogrammgacha bo'lgan yukni suv yuzida tutib tura oladi? A) 5. B) 25. C) 50. D) 45. E) 95.
36. Massasi  $520 \text{ g}$  bo'lgan yog'och bo'lagi ( $\rho=500 \text{ kg/m}^3$ ) suvda suzib yuribdi. Bu yog'och suvda cho'kishi uchun unga kamida qanday massali qo'rg'oshin bo'lagini ingichka ip bilan bog'lash kerak (kg)? Qo'rg'oshin zichligi  $11,3 \text{ g/sm}^3$ .  
A) 0,2. B) 0,45. C) 0,52. D) 0,57. E) 2,5.

37. Hajmi  $0,5 \text{ m}^3$  bo'lgan yog'och bo'lagi suvda necha kg massali yukni ko'tara oladi? Yog'och zichligi  $0,8 \text{ g/sm}^3$ . A) 100. B) 80. C) 50. D) 40. E) 200.

38. Hajmi  $1 \text{ dm}^3$  ga teng bo'lgan po'kak suvga butunlay botishi uchun uning ustiga kamida necha gramm massali yuk qo'yish kerak?  $\rho_p = 240 \text{ kg/m}^3$ .

A) 76. B) 100. C) 240. D) 600. E) 760.

39. Zichligi  $0,2 \text{ g/sm}^3$  va hajmi  $0,1 \text{ m}^3$  bo'lgan jism suv yuzida suzib yuribdi. Shu jismni suvga to'la botirish uchun necha nyulon kuch kerak bo'ladi?

A) 1200. B) 800. C) 400. D) 200.

40. Massasi  $80 \text{ kg}$  bo'lgan odamni suvda ko'tarib turish uchun qalinligi  $40 \text{ sm}$  bo'lgan muzning yuzi kamida qanday ( $\text{m}^2$ ) bo'lishi kerak?  $\rho_{muz} = 0,9 \text{ g/sm}^3$ .

A) 4. B) 3. C) 2. D) 1,5. E) 5.

41. Og'irligi  $36 \text{ N}$  bo'lgan po'kakdan ( $\rho = 200 \text{ kg/m}^3$ ) yasalgan qutqarish chambaragining suvdagi ko'tarish kuchi qanday (N)?

A) 100. B) 170. C) 180. D) 164. E) 144.

42. Ichi bo'sh po'lat shar suv ichida muvozanatda turibdi. Agar shar ichidagi bo'shliqning hajmi  $6,8 \text{ sm}^3$  bo'lsa, sharning massasi qanday (g)? Po'latning zichligi  $7,8 - 10^3 \text{ kg/m}^3$ . A) 3,4. B) 7,8. C) 14,6. D) 6,8. E) 3,9.

43. Ichi kovak mis shar suvga to'la botgan holda suzib yuribdi. Havo bo'shlig'ining hajmi  $10 \text{ sm}^3$ . Shaming massasi necha gramm? Misning zichligi -  $8900 \text{ kg/m}^3$ .

A) 11,3. B) 22,5. C) 37,5. D) 44. E) 158.

44. Zichligi  $\rho$  bo'lgan sharchaning teng yarmi zichligi  $\rho_1$  bo'lgan I suyuqlikda, qolgan qismi zichligi noma'lum bo'lgan II suyuqlikda suzmoqda. Ikkinchi suyuqlikning zichligini toping.



A)  $2\rho + \rho_1$ . B)  $2\rho - 3\rho_1$ .

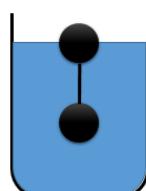
C)  $2\rho - \rho_1$ . D)  $\frac{\rho_1 + \rho}{2}$ . E)  $\frac{2\rho_1 - \rho}{2}$ .

45. Kub shaklidagi jism simobda hajmining  $0,25$  qismi botgan holda suzmoqda. Agar bu idishga kub to'liq botguncha suv quyilsa, kub hajmining qanday qismi simobda bo'ladi?  $\rho_{sim} = 13,6 \text{ g/sm}^3$ . A) 0,1. B) 0,19. C) 0,3. D) 0,4.

46. Asosining yuzi  $400 \text{ sm}^2$  bo'lgan yog'och brusok suvdan olinib, moyga solinganda, cho'kishi  $1 \text{ sm}$  oshdi. Brusokning massasi qanday (kg)? Moyning zichligi  $900 \text{ kg/m}^3$ .

A) 3,2. B) 3,8. C) 3,6. D) 4,5. E) 9.

47. Hajmlari teng, zichliklari 3 marta farq qiluvchi 2 ta shar rasmdagidek ipga bog'langan holatda suvda turibdi. Agar sharlarinmg hajmlari  $10 \text{ sm}^3$  dan bo'lsa, ipning taranglik kuchi necha nyuton bo'ladi? A) 0,1. B) 0,015. C) 0,0125. D) 0,12.



48. Areometr yordamida qanday fizik kattatik o'lchanadi?

A) tezlik. B) kuch. C) bosim. D) suyuqlik zichligi.

49. Og'irlik kuchi  $2 \cdot 10^7 \text{ N}$  bo'lgan teploxdodning vater chizig'idan pastki qismining hajmi  $6000 \text{ m}^3$  ga teng. Teploxd necha tonna yuk ko'tara oladi?

A) 6000. B) 5000. C) 4500. D) 4000. E) 8000.

50. Suv sig'imi  $124000 \text{ kN}$  va og'irligi  $65000 \text{ kN}$  bo'lgan kemaga necha tonna yuk ortganda, suvga vater chizig'igacha botadi?  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

A) 12400. B) 5900. C) 6000. D) 6500.

51. Aerostatning ko'tarish kuchi nimaga teng?  $\rho_h$  - havoning zichligi,  $\rho_a$  - aerostatga to'ldirilgan gazning zichlipi, V - aerostat hajmi.

A)  $(\rho_h - \rho_a)Vg$ . B)  $\rho_a gV$ . C)  $\rho_h gV$ .

D)  $(\rho_h + \rho_a)Vg$ . E)  $(\rho_h/\rho_a)Vg$ .

52. Muayvan sharoitda havoning zichligi  $1,3 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, hajmi  $100 \text{ m}^3$  va umumiyl massasi  $50 \text{ kg}$  bo'lgan havo shari massasi ko'pi bilan necha kg bo'lgan jismni yuqoriga ko'tara oladi? A) 10. B) 20. C) 50. D) 80.

53. Vodorod bilan to'ldirilgan havo sharning massasi  $40 \text{ kg}$ . Agar sharning hajmi  $90 \text{ m}^3$  bo'lsa, sharga ta'sir etayotgan natijaviy kuch qanday (N)?  $\rho_h = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 10 \text{ N/kg}$ . A) 400. B) 1161. C) 761. D) 361. E) 116,1.

54. Hajmi  $100 \text{ m}^3$  bo'lgan havo shari geliy gazi bilan to'ldirilgan. Geliy gazining zichligi  $0,5 \text{ kg/m}^3$ , atrofdagi havo zichligi  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Agar havo shari qobig'inining massasi  $10 \text{ kg}$  bo'lsa, u qancha massali yukni ko'tara oladi (kg)?

A) 50. B) 70. C) 80. D) 120. E) 130.

55. Vodorod bilan to'ldirilgan havo sharning massasi  $50 \text{ kg}$ . Agar shaming hajmi  $100 \text{ m}^3$  bo'lsa, ko'tarish kuchi necha nyutonga teng? Havoning zichligi  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ . A) 380. B) 790. C) 800. D) 100. E) 980.

56. Bir xil hajmli havo sharlariga teng miqdorda vodorod, azot va geliy gazlari qamaldi. Qaysi gaz solingan sharning ko'tarish kuchi eng katta?

A) azot. B) geliy. C) vodorod. D) bir xil

57. Vodrodning zichligi geliyning zichligidan 2 marta kam. Vodorod to'ldirilgan aerostatning ko'tarish kuchi geliy to'ldirilgan xuddi shunday aerostatning ko'tarish kuchidan necha marta katta bo'ladi?  $\rho_h = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_v = 0,09 \text{ kg/m}^3$

A) 8. B) 2. C) 4. D) 1,5. E) 1,08.

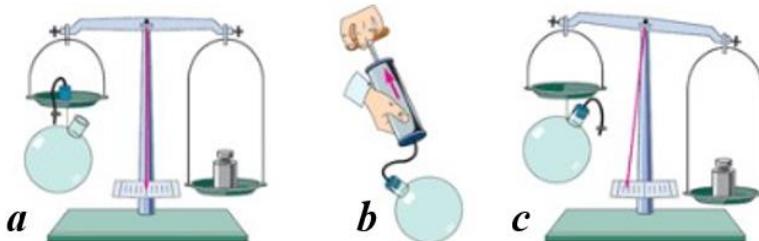
58. Havo sharları bir xil hajmgacha: birinchisi vodorod bilan, ikkinchisi azot bilan, uchinchisi geliy bilan to'ldirilgan. Ularning qaysi biri eng katta ko'tarish kuchiga ega?

A) vodorodlisi. B) geliyli. C) azotlisi. D) hammasining ko'tarish kuchi bir xil.

#### 41 - §. ATMOSFERA BOSIMI. TORRICELLI TAJRIBASI

Yerni o'rabi turgan hova qatlami **atmosfera** deyiladi.

Biz yuqorida suyuqlikning idish tubiga bosim berishini bilib oldik. Gazlar ham xuddi shunday bosim beradi. Chunki gazlar ham massaga, ya'ni og'irlilikka ega. Gazlarning massaga ega ekanligini bilish uchun quyidagicha tajriba o'tkazamiz.



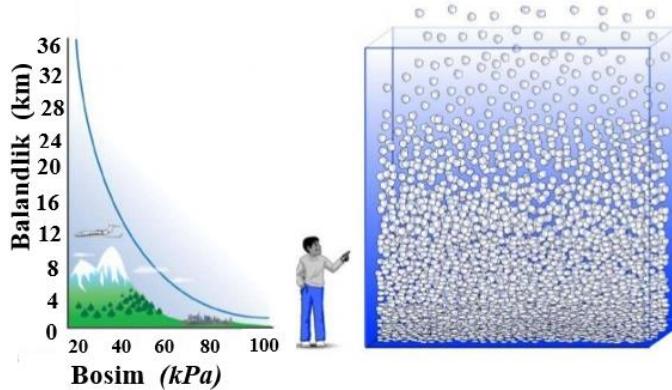
275 – rasm.

Yaxshi damlangan shisha kolba idish olib, tarozining bir pallasiga qo'yib, ikkinchi pallasini toshlar bilan muvozanatga keltiramiz (275–a rasm). So'ngra shish kolba idishni olib, ichidagi havosini nasos yordamida to'liq chiqarib yuboramiz (275–b rasm). Taroziga shish kolba idishni qo'yamiz. Bunda tarozining muvozanati buzilganligi kuzatiladi (275–c rasm).

Demak, havo ham ma'lum og'irlilikka ega ekan.

Demak, havo o'z og'irligi bilan Yer yuzasiga bosim berishi kerak, Bu bosim **atmosfera bosimi** deb ataladi. Atmosfera bosimini aniqlash uchun  $P = \rho gh$  formulasidan foydalanib bo'lmaydi. Chunki atmosfera tarkibi turli gazlar aralashmasidan iborat bo'lib, aniq balandlikka ega emas. Havo tarkibida 78% azot, 21% kislorod va 1% boshqa gazlar bor. Yer sirtiga yaqin joyda 0°C temperaturada o'lchangan havo zichligi  $1,29 \text{ kg/m}^3$  ga tengligi aniqlangan.

Havo qatlamlarining zichligi balandlik ortishi bilan tez kamayib boradi. Yuqorilashgan sari havo siyraklasha borib, asta-sekin havosiz fazoga o'tadi. Atmosferaning aniq chegarasi yo'q (276–rasm).



**276 – rasm.**

Atmosfera bosimini birinchi marta italiyalik olim E. Torrichelli (1608-1647) o'lchagan. Buning uchun uzunligi  $1m$  bo'lgan bir uchi berk shisha nay olinib, uni simob bilan to'ldiriladi. So'ngra ochiq uchini qo'l bilan berkitib, to'nkarilgan holda, simobli idishga tushiriladi. Barmoq olinganda shisha naydag'i simobning bir qismi to'kiladi. Nayning yuqori qismida havosiz bo'shliq qolib, to'kilmagan qismining balandligi taxminan  $760mm$  bo'ladi (pastki idishdagi simob sathidan o'lchanganda). Bunda ham naydag'i simobning to'kilmasligiga sabab, simob ustunining idishdagi simobga bergen bosimining atmosfera bosimi bilan muvozanatlashishidir. Demak, atmosfera bosimini naychadagi simob ustuni bergen bosim bilan o'lhash mumkin ekan (277–rasm).



**277 – rasm.**

Hozirgi kunda  $0^\circ\text{C}$  da turgan, balandligi  $760mm$  bo'lgan simob ustunining bosimini **normal atmosfera bosimi** sifatida qabul qilingan. Radio yoki televideniyeda

ob-havo ma'lumotlari berilganda, atmosfera bosimini  $mm.sim.ust$ , larida ifodalab aytildi.  $P = \rho gh$  formuladan foydalanib, normal atmosfera bosimini Paskallarda ifodalash mumkin.  $P = 13595,1 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,76m = 101360 Pa \approx 10^5 Pa$

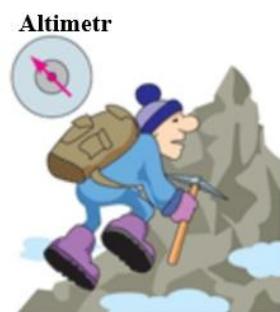
$$1atm = 760 mm.sim.ust = 101360 Pa \approx 10^5 Pa$$

$$1 mm.sim.ust = 133,3 Pa$$

Torrichelli o'z tajribasida naychadagi simob ustunining ob-havo o'zgarishi bilan o'zgarishiga e'tibor bergan. Bundan tashqari, atmosfera bosimi balandlik ortishi bilan ham kamayib boradi. Uncha katta bo'lмаган balandliklarda har **12m** ko'tarilganda. bosim **1 mm.sim.ust.** ga kamayishi aniqlangan (278–rasm).



**278 – rasm.**



**279 – rasm.**

Atmosfera kamayishi bilan balandlikni o'lchaydigan asbob **altimetri** deb ataladi (279–rasm).

Dengiz sathida ko'tarilgansari bosim kamayib borishi quyidagi formulalar orqali topiladi:  $P = (10^5 - \frac{h}{12} \cdot 133,4) Pa$ ;  $P = (760 - \frac{h}{12}) mm.sim.ust$

Atmosfera bosimini o'lchaydigan asbobga **barometr** deyiladi. Simobli va metall barometrlar mavjud.

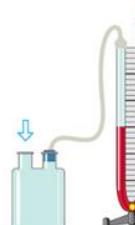
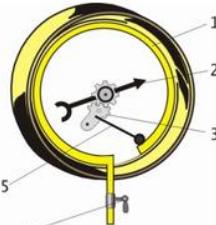
Atmosfera bosimini o'lchash uchun ishladiladigan metall barometrlarni **aneroidlar** ded ataladi. Asosiy elementi (1) yoy shaklidagi truba bo'lib, bir uchi berk (280–rasm). Ikkinci uchi (4) kran orqali bosim o'lchanadigan idishga ulanadi. Kran ochilganda truba ichidagi bosim ortib egiladi. Egilish tishli g'ildiraklar (3) orqali strelkaga (2) beriladi.

Atmosfera bosimiga nisbatan kattaroq yoki kichikroq bosimlarni o'lchashda **manometrdan** foydalaniladi.

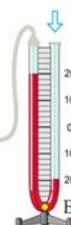
Suyuqlikda ishlaydigan oddiy manometr *U* ko'rinishdagi naydan iborat bo'lib, uning yarmigacha suyuqlik quyiladi (281–rasm). Nayning bir uchi ochiq, ikkinchisi



**280 – rasm.**



**281 – rasm.**



esa bosimi o'lchanadigan idishga rezina shlang orqali ulanadi. Shlang uchiga silindr shaklida idish kiydirilib yupqa rezina pylonka qoplanishi ham mumkin. Porshin tortilsa, naylardagi suyuqlik ustunlari farqi hosildi va shu tariq atmosfera bosimi o'lchanadi.

### Mavzuga doir test

1. Quyida bayon qiiingan fikrlarning qaysi biri noto'g'ri?

A) tutash idish tirsaklaridagi suyuqliklar sathlarining farqi suyuqliklar zichligiga bog'liq bo'ladi.

B) agar tutash idishning har ikki tirsagiga quyilgan suyuqliklarning zichliklari teng bo'lsa, ularning sathlari ham teng bo'ladi.

C) agar tutash idish tirsaklariga zichliklari teng bo'lmasan suyuqliklar quyilsa, turli tirsaklardagi suyuqlik usturtlari hosil qtladigan bosimlar ham teng bo'lmaydi.

D) Torrichelli tajribasi – atmosfera bosimini aniqlash usulidir.

2. Torrichelli tajribasi uzunliklari 1 m dan bo'lgan, ko'ndalang kesimlari farq qiluvchi 3 ta nayda o'tkazilsa, naylardagi simob ustunlarining balandliklari farq qiladimi?

A)  $h_1 < h_2 < h_3$ . B)  $h_1 > h_2 > h_3$ . C)  $h_1 > h_2 < h_3$ .

D)  $h_1 = h_2 = h_3$ .

3. 2 mm Hg necha paskalga teng? Simobning zichligj  $13,6 \text{ g/sm}^3$ .  $g=9,8 \text{ N/kg}$ .

A) 253. B) 260. C) 267. D) 280.

4. Me'yordagi (normal) atmosfera bosimining son qiymati taxminan necha paskalga teng? A) 760. B) 7600. C)  $76 \cdot 10^5$ . D)  $10^4$ . E)  $10^5$ .

5. Me'yordagi (normal) atmosfera bosimi nimaga teng?

A)  $1,0132 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . B)  $1,0132 \text{ N/m}^2$ . C)  $133 \text{ Pa}$ .

D)  $766 \text{ mm Hg}$ . E)  $1,0132 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

6. Agar atmosfera bosimi  $0,952 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo'lsa, Torrichelli tajribasidagi naychada simob ustunining balandligi necha mm bo'ladi?  $\rho_s = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

A) 731. B) 725. C) 715. D) 711. E) 700.

7. O'lchamlari  $10 \times 20 \text{ sm}$  bo'lgan qog'ozga necha kg massali yuk qo'yganda hosil bo'ladigan bosim buchi atmosfera havosi hosil qiladigan bosim kuchiga teng bo'ladi? Atmosfera bosimi 100 kPa,  $g = 10 \text{ N/kg}$ . A) 2000. B) 200. C) 20. D) 2.

8. Muqovasining olchamlari  $15 \times 20 \text{ sm}$  bo'lgan kitobga necba kg massali yuk qo'yilganda, hosil bo'ladigan bosim kuchi atmosfera havosi hosil qiladigan bosim kuchiga teng bo'ladi? Atmosfera bosimi 100 kPa,  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

A) 3. B) 30. C) 300. D) 3000.

9. Odam tanasining yuzi  $1,5 \text{ m}^2$  ga teng. Atmosfera odamni necha nyuton kuch bilan bosadi?

A) bosim kuchi nolga teng, chunki odam uni sezmaudi

B) 150000. C) 15000. D) 10000. E)  $10^5$ .

10. Havosi so'rib olingan nayni normal sharoitda simobga tushirilsa, simob atmosfera bosimi ta'sirida shu nay orqali 76 sm ko'tariladi. Shu nay suvga tushirilsa, suv necha

1

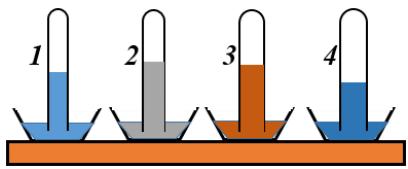
2

3

metr balandlikka ko'tarilgan bo'lar edi?

- A) 10,33.    B) 8,5.    C) 9,8.    D) 11.    E) 12.

11. Diametlari  $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$  munosabatda bo'lgan bir uchi berk 4 ta shisna naycha 4 xil suyuqlik bilan to'ldirilib, ochiq uchi bilan o'z suyuqliklariga to'nkarylarda, ulardagi suyuqliklarning balandliklari  $h_1 = h_4 < h_2 = h_3$  munosabatda bo'ldi. Suyuqlik zichliklari uchun qaysi munosabat o'rini?



- A)  $\rho_4 > \rho_3 > \rho_2 > \rho_1$ .    B)  $\rho_4 > \rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ .    C)  $\rho_4 = \rho_1 > \rho_2 = \rho_3$ .    D)  $\rho_2 > \rho_3, \rho_1 > \rho_4$ .

12. Atmosfera bosimi qanday asbob yordamida o'lchanadi?

- A) barometr.    B) taxometr, spidometr.    C) dinamometr.    D) spidometr, aneroid.

13. Yer atrofida aylanayotgan sun'iy yo'ldosh kabinasidagi havo bosimini qaysi asoob yordamida o'lchash mumkin?

- A) aneroid va simobli barometr.    B) areometr.  
C) aneroid barometr.    D) simobli barometr.

14. Yerdan 600 m balandlikka ko'tarilganda, havoning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 50 mm Hg ga ortadi.    B) o'zgarmaydi.  
C) 600 mm Hg ga kamayadi.    D) 50 mm Hg ga kamayadi.

15. Toshkent shahri dengiz sathidan 408 m balandlikda. Televizion minoraning balandligi 192 m. Minoraning tepasida barometr necha mm Hg bosimni ko'rsatadi? 100 m ga ko'tarilganda bosim 9 mm Hg ga kamayadi deb hisoblang, Dengiz sathidagi bosim 760 mm Hg. A) 760.    B) 736.    C) 728.    D) 710.    E) 706.

16. Toshkent shahri dengiz sathidan 407 m balandlikda joylashgan. Yunusoboddagi televizion minoraning balandligi 385 m. Agar dengiz sathidagi atmosfera bosimi 760 mm Hg ga teng bo'lsa, minoraning uchidagi barometr qanday bosimni (mm Hg) ko'rsatadi? A) 704.    B) 698.    C) 714.    D) 684.    E) 694.

17. Shaxta tubida atmosfera bosimi 820 mm simob ustuniga teng bo'lsa, shaxta chuqurligi necha metr? A) 1560.    B) 820.    C) 760.    D) 720.    E) 60.

## 42 - §. HARAKATLANUCHI SUYUQLIK VA GAZLAR

Siz tinch holatda turgan suyuqlik va gazlarning idish devoriga bosim berishi haqida bilib oldingiz. Tabiatda va turmushda suyuqlik tinch holatdan tashqari harakatda ham bo'ladi.

Ariq, kanal, daryolar va vodoprovod quvurlarida oqayotgan suvda qanday kuchlar vujudga keladi.

Fizikaning suyuqlik harakatini o'ranadigan bo'limi **gidrodinamika** deb ataladi.

Gazlar harakatini o'rganadigan fizikaning bo'limiga **aerodinamika** deb ataliadi.

Suyuqlik yoki gazning ikki xil **laminar** va **turbulent** oqimlari kuzatiladi. Ba'zi hollarda suyuqlik go'yoki aralashmasdan bir – biriga nisbatan sirpanayotgan qatlamlarga ajtalgan holda oqadi bubbyay oqimda **laminar** (qatlam–qatlam) oqim deyiladi

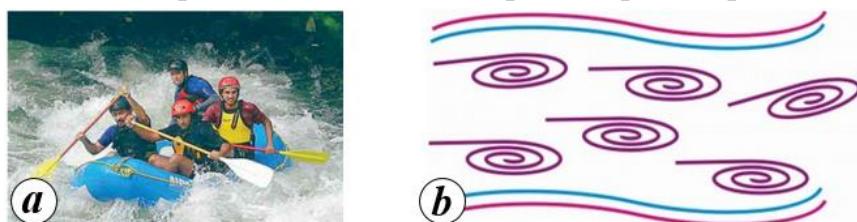


282 – rasm.

(282–*a,b* rasm). Masalan oqayorga suyuqlikka ikkita chio’pni bir – biriga parallel holatda suyuqlik sirtiga tashlasak ikki cho’p bir – biriga parallel oqadi. Bunga sabab laminar oqimda suyuqlik zarralari bir qatlamdan boshqa qatlamga o’tmaydi. Laminar oqim barqaror oqimdir.

Agar harakatlanayodgan suyuqlik tezligi qaralayotgan hajmning har birnuqtasida vatq o’tishi bilan o’zgarmasa, suyuqlikning bunday harakati **barqaror (stationar)** harakat deyiladi.

Suyuqlik oqimining girdob, ya’ni uyurma ko‘rinishidagi oqimiga **turbulent** oqim deyiladi. Tog‘dan tushib kelayotgan ariq suvi tez oqadi. Unga tashlangan mayda cho‘plar, barglar harakati kuzatilsa, ko‘pchilik joylarida suyuqlik intensive aralasha boshlaydi shu sababli girdob, ya’ni uyurma ko‘rinishidagi harakatlar hosil bo‘ladi (283–*a,b* rasm). Demak, suyuqlik biror – bir nayda oqqanda suyuqlikning nay devorlariga ishqalanishi tufayli qatlamlarning siljishi nayning o’rtal qismida tezroq, chetki qismlarida sekinroq bo‘ladi. Turbulent oqim barqaror oqim emas.



**283 – rasm.**

Biror oqim nayini olib, ununig oqish tezligiga tik bo’lgan ixtiyoriy ikki  $S_1$  va  $S_2$  kesimlarini tanlaylik (284–rasm). Suyuqlikning  $S_1$  ko‘ndalang kesimidan oqayorgan suyuqlik tezligi  $\vartheta_1$ ,  $S_2$  kesimidan oqim tezligi  $\vartheta_2$  bo’lsin. Suyuqlikning siqilmagani, uzilmagani va nayning yon tomonidan oqib chiqmayotgani uchun  $t$  vaqt ichida bu ko‘ndalang kesim yuzalardan bir xil hajimdagi, bir xil massali suyuqli oqib o’tadi.  $S_1$  kesim yuzasidan oqib o’tayotgan suyuqlik hajmi  $V_1 = S_1 l_1$ ,  $S_2$  kesim yuzasidan oqib o’tayotgan suyuqlik hajmi  $V_2 = S_2 l_2$  ga teng. Bu yerda  $l_1 = \vartheta_1 t$ ;  $l_2 = \vartheta_2 t$  ni e’tiborga olsak  $V_1 = S_1 \vartheta_1 t$ ,  $V_2 = S_2 \vartheta_2 t$  ga teng bo’ladi.

$V_1 = V_2$  hajimlarning o’zaro tengligidan quyidagi tenglamaga ega bo’lamiz  $S_1 \vartheta_1 t = S_2 \vartheta_2 t$  yoki  $S_1 \vartheta_1 = S_2 \vartheta_2$  bu tenglamadan ko’rinadiki  $S \vartheta = \text{const}$  bo’ladi.

$S \vartheta = \text{const}$  tengalmaga oqimning **uzluksizlik tenglamasi** deyiladi.

Qavushqoq bo’limgan siqilmaydigansuyuqlikning berilgan oqim nayi uchun nay ko‘ndalang kesimi yuzasining suyuqlikning oqim tezligiga ko’paytmasi o’zgarmas kattalikdir.

Bu tenglam faqat oqim nay uchingina bo’lmasdan, barcha real turba, daryoning o’zani va boshqalar uchun ham o’rinlidir.



**284 – rasm.**

Agar  $S = \pi \frac{D^2}{4} = \pi R^2$  ni e'tiborga olsak,  $S_1 g_1 = S_2 g_2$  bu tenglamani quyidagicha yozish mumkin.  $\frac{g_2}{g_1} = \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 = \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^2$

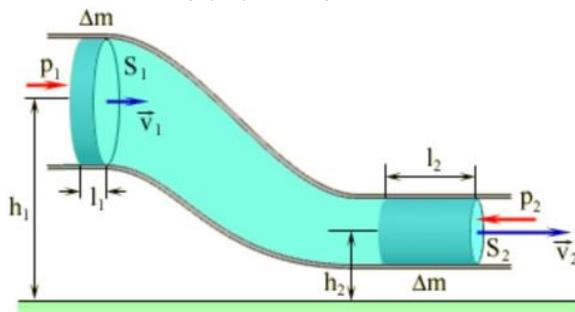
### Bernulli qonuni.

Suyuqlik tinch holatda turganiga nisbatan harakat holatida qo'shimcha bosim hosil bo'ladi. Bu bosimga **dinamik bosim** deyiladi.

Oqim bo'ylab suyuqlik tezligining o'zgarishi bilan bosimning o'zgarishi orasidagi bog'lanishni ko'rib chiqaylik. Oqayotgan suyuqlikning biror  $m$  massasini ajratib olaylik. Bu massa dastlab oqim nayining  $S_1$  kesimi yuzi orqali so'ng  $S_2$  kesimi yuzi orqali o'tadi (285-rasm), suyuqlikning ko'chirilishida ish bajariladi, chunki unga kuch ta'sir etadi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan bajarilgan ish  $m$  massaning  $S_1$  kesim o'tkazilgan joyidagi  $E_1$  to'la energiyasi bilan  $S_2$  kesim o'tkazilgan joydagi  $E_2$  to'la energiyasi ayirmasiga teng:

$$A = E_2 - E_1$$

$E_1$  va  $E_2$  energiyalar  $m$  suyuqlik masalasining kininetik va potensial energiyalaridan iborat:  $E_1 = \frac{m g_1^2}{2} + mgh_1$  va  $E_2 = \frac{m g_2^2}{2} + mgh_2$  bu yerda  $h_1$  va  $h_2$  lar mos ravishda  $S_1$  va  $S_2$  kesimlarning joylashgan balandliklari bildiradi.



285 – rasm.

Oqim nayining  $S_1$  yoki  $S_2$  kesimlari orqali suyuqlikning  $m$  massasi oqib o'tishi uchun ketgan vaqt  $t$  bo'lsin. Bu  $t$  vaqt ichida  $S_1$  kesimdan  $m$  massa oqib o'tishi uchun o'sha joyda suyuqlik  $l_1 = g_1 t$  masofaga,  $S_2$  kesim o'tkazilgan joyda esa  $l_2 = g_2 t$  masofaga siljishi kerak. Ajratilgan suyuqlik qismining ikki uchiga ta'sir qiluvchi kuchlar mos ravishda  $F_1 = P_1 S_1$  va  $F_2 = -P_2 S_2$  bo'ladi, bunda  $P_1$  va  $P_2$  lar mos ravishda suyuqlikning  $S_1$  va  $S_2$  yuzalaridagi bosimlari, minus ishora  $F_2$  kuch oqim yo'naliishiga qarama – qarshi yo'nalganini bildiradi. Shunday qilib suyuqlikning oqim bo'ylab  $t$  vaqt ichida ko'chishida bajarilgan ish quyidagicha ifodalanadi:

$$A = F_1 l_1 + F_2 l_2 = P_1 S_1 g_1 t - P_2 S_2 g_2 t$$

$E_1$  va  $E_2$  energiyalar uchun yozilgan tenglamalarni  $A = E_2 - E_1$  tenglamaga keltirib qo'ysak,  $A$  ni o'rniغا esa  $P_1 S_1 \vartheta_1 t - P_2 S_2 \vartheta_2 t$  ni keltirib qo'ysak u holda

$$\frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2 - \frac{m\vartheta_1^2}{2} - mgh_1 = P_1 S_1 \vartheta_1 t - P_2 S_2 \vartheta_2 t$$

yoki

$$\frac{m\vartheta_1^2}{2} + mgh_1 + P_1 S_1 \vartheta_1 t = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2 + P_2 S_2 \vartheta_2 t$$

Oqimning uzluksizligi haqidagi qonunga ko'ra,  $V = S_1 \vartheta_1 t = S_2 \vartheta_2 t$  va bu  $m$  massali suyuqlikning hajmidir.  $\frac{m\vartheta_1^2}{2} + mgh_1 + P_1 S_1 \vartheta_1 t = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2 + P_2 S_2 \vartheta_2 t$  ning o'ng va chap qismlarini  $V$  ga bo'lib,  $\rho = \frac{m}{V}$  - suyuqlikning zichligi e'tiborga olsak u holda

$$\frac{\rho\vartheta_1^2}{2} + \rho gh_1 + P_1 = \frac{\rho\vartheta_2^2}{2} + \rho gh_2 + P_2$$

bo'ladi.  $S_1$  va  $S_2$  kesimlar ixtiyoriy tanlangan edi shuning uchun  $\frac{\rho\vartheta_1^2}{2} + \rho gh_1 + P_1 = \frac{\rho\vartheta_2^2}{2} + \rho gh_2 + P_2$  ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\rho\vartheta^2}{2} + \rho gh + P = \text{const.}$$

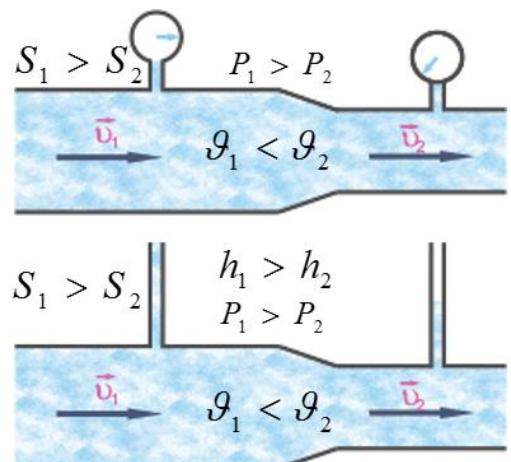
Yuqorida yozilgan bu formulalar **Bernulli tenglamasi** deb ataladi, bu yerda:  $P$  – statik bosim;  $\frac{\rho\vartheta^2}{2}$  - dinamik bosim;  $\rho gh$  – gidrostatik bosim deyiladi.

Siqilmaydigan ideal suyuqlikning barqaror oqimida dinamik, gidrostatik va statik bosimlarining yig'indisidan iborat to'la bosim oqimning har qanday kesimida ko'zgarmasdir.

Nayning keng qismida gidrostatik bosim katta, gidrodinamik bosim kichik ya'ni, oqim tezligi kichik, tor qismida esa gidrostatik bosim kichik, gidrodinamik bosim katta-oqim tezligi katta bo'ladi (386-rasm).

$S_1 > S_2$     $P_1 > P_2$ ,    $\vartheta_1 < \vartheta_2$ ,    $h_1 > h_2$   
yoki

$$S_1 < S_2$$
    $P_1 < P_2$ ,    $\vartheta_1 > \vartheta_2$     $h_1 < h_2$



**286 – rasm.**

Suyuqlik turba yoki quvur teshigidan otilib chiqib  $h$  ko'tarilgan suyuqlikning teshikni energiyaning saqlanish qonuni bo'yicha topamiz ya'ni

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = mgh \Rightarrow \vartheta = \sqrt{2gh} \quad \vartheta = \sqrt{2gh}$$

Agar idishdagи suyuqlik satxidan  $h$  masofa pastda bo'lган teshigidan suyuqlik qandaydir tezlik bilan otilib chiqayotgan bo'lsa bu holda ham idish teshigidan otilib

chiqayotgan suyuqlik tezligi energiyani saqlanish qonuni bo'yicha topiladi ya'ni yoqoridagedek bo'ladi.  $\vartheta = \sqrt{2gh}$

Yuqorida ko'rib o'tganimizdek har bir ko'ndalang kesim yuzadan  $t$  vaqtida oqib o'tayotgan suyuqlik hajmi o'zgarmas bo'lar wkan ya'ni bir - biriga teng bo'ladi. Yuzasi  $S$  bo'lgan teshikdan  $t$  vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlik hajmi ( $V$ ) va massasi ( $m$ ) ni topish tenglamalari quyidagi tenglamalar orqali topamiz:

$$V = S\vartheta t, \quad m = \rho S\vartheta t, \quad m = \rho S t \sqrt{2gh}.$$

bu yerda  $\rho$ -zichlik suyuqlik zichligi.

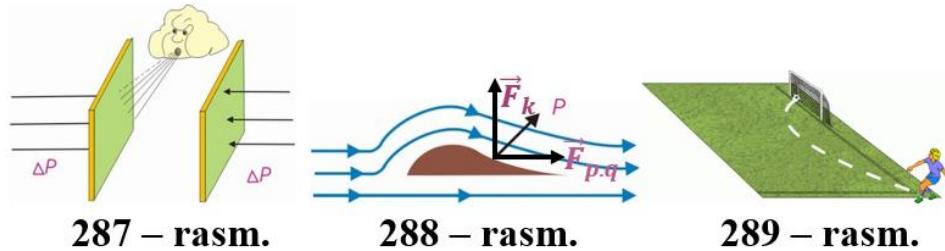
Yuzasi  $S$  bo'lgan teshigdan  $\vartheta$  tezlikda oqib chiqayotgan suyuqlik oqimining quvvatini  $N = \frac{A}{t}$  formulaga muofiq topamiz, agar  $N = \frac{A}{t} = \frac{m\vartheta^2}{2t} = \frac{\rho S \vartheta^2}{2} = \frac{\rho S \vartheta^3}{2}$ ,  $F = \frac{\rho V \vartheta^2}{2l} = \frac{\rho S l \vartheta^2}{2l} = \frac{\rho S \vartheta^2}{2}$  ga teng bo'lsa u holda  $N = \frac{\rho S \vartheta^3}{2}$  bo'ladi.

### Samolyor qonotinib ko'tarish kuchi.

Buning uchun quyidagicha tajriba o'tkazaylik. Ikki varaq qog'oz olib, tik holatda ushlaylik. So'ngra qog'oz orasiga puflaylik (387-rasm). Shunda qog'ozlar bir-biriga tomon intilib yaqinlashadi. Buning sababi shumdaki, qog'ozlar orasidagi havo puflash natijasida harakatga keladi va u joydagi bosim kamayadi. Qog'ozlarning tashqi tomonidagi bosim ichki qismidagidan katta bo'lib uchun qog'ozlarni siuvchi kuch paydo bo'ladi. Samolyotlarning parvozi ham aynan shu hodisani o'rganish tufayli amalga oshirildi. Buni samolyot qanotining maxsus tuzilishi bilan tushuntiriladi (288-rasm).

Samolyot qanotiga kelib urilayotgan shamol, qanotning ostki va ustki tomonidan o'tadi.

Ustki qismida shamol o'tishi kerak bo'lgan yo'l pastki qismidan ko'proq. Shu sababli ustki qismida shamol tezligi pastkisidan kattaroq bo'lishi kerak. Demak, shamol tezligi katta bo'lgan joydagi bosim  $P_1$  shamol tezligi kichik bo'lgan ostki qismidagi bosim  $P_2$  dan kichik bo'ladi. Natijada pastdan yuqoriga yo'nalgan bosimlar farqi  $P = P_2 - P_1$  hosil bo'ladi. Oqim turbulent bo'lsa, bosimlar farqi shuncha katta bo'ladi. Bunga samolyot qanotini ko'taruvchi kuch deyiladi.



Futbol maydonida burchakdan tepilgan to'pning burilib darvozaga kirganini televizorda yoki stadionda kuzatganlar ko'p (289-rasm). To'pning o'rtasiga emas, balki biroz chetrog'iga tepgan usta futbolchi uni to'g'ri harakati davomida aylanishiga

majbur qiladi. Natijada to‘pning chap va o‘ng tomonidagi havo oqimining tezligi o‘zgaradi va bosimlar farqi hosil bo‘lib, to‘jni darvoza tomonga buradi.

### Mavzuga doir test

1. Agar vodoprovod quvuri teshigidan yuqoriga otilayotgan suv oqimi 1,8 m ga ko’tarilgan bo’lsa, suv teshikdan qanday tezlik bilan otilib chiqayotgan bo’ladi (m/s)?  
 A) 6.      B) 4.      C) 3.      D) 2.

2. Quvurdagi suvning tezligi 1 m/s. Quvurning ko’ndalang kesimidan har soatda 7200 kg suv oqib o’tsa, quvurning ko’ndalang kesim yuzi qanchaga teng bo’ladi ( $\text{sm}^2$ )?  
 A) 10.      B) 20.      C) 30.      D) 40.

3. Buloqdan oqib chiqayotgan sharshara 15 l hajmli chelakni 30 s da to’ldiradi. Buloqdan sekundiga qancha suv oqib chiqadi ( $l$ )?    A) 0,1.    B) 0,3.    C) 0,5.    D) 0,6.

4. Suyuqlik oqayotgan nayning ikki joyidagi kesim yuzalarining nisbati  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{5}$  bo’lsa, bu kesimlardagi oqim tezliklarining nisbati  $\frac{v_1}{v_2}$  ni toping.

A) 2.      B) 3.      C) 4.      D) 5.

5. Quvarning keng qismida suvning oqish tezligi 2 m/s bo’lsa, uning diametri 2 marta kichik bo’lgan tor qismida suvning oqish tezligi qancha bo’ladi (m/s)?  
 A) 8.      B) 2.      C) 4.      D) 6.

2. Vodooprovod quvuridagi  $5 \text{ mm}^2$  teshikdan suv yuqoriga tik otilib, 80 sm balandlikka ko’tarilmoqa. Teshikdan 10 soatda qancha suv oqib chiqadi (kg)?  
 A) 720.      B) 1000.      C) 820.      D) 1200.

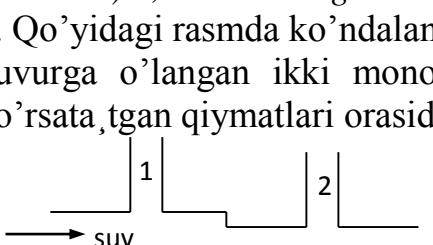
3. O’zgarmas 4 m/s tezlik bilan ketayotgan katerdan to’g’ri burchakli qilib egilgan quvur suvga shunday tushirilganki, uning suvga tushirilgan tomoni gorizontal bo’lib, ochiq uchi bilan harakat yo’nalishi tomonga qaragan. Quvurdagi suv sathi ko’ldagi suvga nisbatan qanday balandlikda bo’ladi (m)?  
 A) 3,6.      B) 1.      C) 1,8.      D) 0,8.

4. 10 sm radiusli teshikdan 4 m/s tezlik bilan chiqayotgan suv oqimining kuvvati qancha bo’ladi?    A) 1 kW.    B) 2 kW.    C) 3 kW.    D) 4 kW.

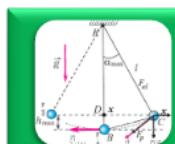
5. Bir quvurdan ikkinchi quvurga o’tganda, suvning oqim tezligi 2,8 marta ortsa, quvurning ko’ndalang kesim yuzi qanday o’zgarishini aniqlang.  
 A) o’zgarmagan.      B) 5,6 marta ortgan.  
 C) 2,8 marta kamaygan.      D) 5,6 marta kamaygan.

6. Agar quvurdagi suvning oqish tezligi 1,1 marta kamaygan bo’lsa, quvurning ko’ndalang kesim yuzi qanday o’zgargan?  
 A) 1,21 marta kamaygan.      B) 1,1 marta kamaygan.  
 C) 1,1 marta ortgan.      D) 1,21 marta ortgan.

7. Qo’yidagi rasmda ko’ndalang kesim yuzasi ikki xil bo’lgan va ichidan suv oqa, tgan quvurga o’langan ikki monometr tasvirlangan. Bosimning 1 va 2 monometrlar ko’rsata, tgan qiymatlari orasidagi munosabat qanday bo’ladi?



- A) bosimlari bir xil, Paskal qonuniga asosan.
- B) 1-bosim 2-bosimdan kichik, chunki 1-sohada suvning tezligi kam.
- C) 1-bosim 2-bosimdan katta, chunki quvurning keng joyida suvning tezligi kichik bo'ladi.
- D) 1- va 2- manometrlardagi suv ustining satxlari tutash idishlar qonuniga asosan teng bo'ladi.
8. Samolyot qanotining ko'tarish kuchining paydo bo'lishi qanday fizikaviy qonun asosida tushuntiriladi? To'g'ri javobni tanlang.
- A) impulsning saqlanish qonuni asosida.
- B) Nyutonning uchinchi qonuni asosida.
- C) Arximed qonuni asosida.
- D) Bernulli qonuni asosida.



## VI BOB. TEBRANISH VA TO'LQINLAR



**Tebranishlar** deb, vaqt bo'yicha aniq takrorlanishga ega bo'lgan harakat yoki jarayonga aytildi.

Tebranishlar energiyaning bir turidan boshqa bir turiga o'zgarib aylanib turishi orqali sodir bo'ladi.

Tebranishning ikki turi mavjud **erkin tebranish** va **majburiy tebranish**.

**Erkin tebranish (yoki hususiy)**, agar ular boshlang'ich berilgan energiya hisobiga, keyinchalik tebranish sistemasiga tashqi ta'sir bo'lмагan holda, sodir bo'lsa bunday tebranishlar erkin tebranishlar deyiladi.

**Majburiy tebranishlar**, agar ular tashqi davriy o'zgaruvchan kuch ta'sirida sodir bo'lsa bunday tebranishlar majburiy tebranishlar deyiladi.

Tebranishlarning fizik tabiatи turlicha bo'lib, mexanik, elektromagnit, optik va hakozo tebranishlarga ajratiladi.

Lekin turli tebranish jarayonlari bir xil tenglamalar orqali yoritiladi, shuning uchun barcha tebranish sistemalarini tebranishlarning umumiy hossalarini qo'llab o'rGANISH maqsadga muvofiq bo'ladi.

Aylanma harakat qilayotgan jismni tebranma harakar qilayorga jismga misol qilaish mumkin.

Aylanma harakat qilayotgan jism uchun aylanish davri va chastotasi haqida ma'lumot olgan edingiz. Demak tebranish davri va chastotasining asosiy birliklari mos ravishda sekund (s) va gers (Hz) bo'ladi.

Bir marta to'la tebranish uchun ketgan vaqt **tebranish davri**, vaqt birligi ichidagi tebranishlar soni **tebranishlar chastotasi** deb ataladi.

Tebranish davri  $T$  va chastotasi  $\nu$  orasidagi munosabat, shuningdek,  $t$  vaqt davomidagi tebranishlar soni  $N$  ga teng bo'lgandagi davr va chastotaning ifodasi quyidagicha boladi:  $\nu = \frac{1}{T}$ ;  $T = \frac{1}{\nu}$ ;  $T = \frac{t}{N}$ ;  $\nu = \frac{N}{t}$ .

### 43 - §. PRUJINAGA MAHKAMLANGAN JISMNING TEBRANISHI

Prujinaga mahkamlangan jism harakati tebranma harakatga misol bo'ladi. 290-a rasmida prujina va unga mahkamlangan jism tasvirlangan.

Jismga  $P$  kuch bilan ta'sir etib, uni muvozanat holatdan pastga  $x$  masofaga siljitariz (290-b rasm). Bunda prujina cho'zilib, tepaga tomonga yo'nalgan elastiklik kuchi namoyon bo'ladi. Shunda jism muvozanat holatgacha tepaga tomonga yo'nalgan tezlanishda harakatlanadi. Bunda jism harakati  $F_{el}$  kuchi yo'nalishida bo'ladi. Jism inersiya tufayli muvozanat holatdan o'tib, tepaga tomonga harakatini davom ettiradi. Natijada prujina siqiladi, endi sqilgan prujinada pastga tomonga yo'nalgan elastiklik kuchi namoyon bo'ladi (290-c rasm). Bunda jism muvozanat holatdan  $x$  masofagacha borib, pastga harakatlana boshlaydi. Jism yana muvozanat holatdan o'tib, inersiyasi bo'yicha  $x$  masofagacha, ya'ni o'z harakatini boshlagan nuqtagacha boradi. Jism shunga o'xshash navbatdagi tebranishni boshlaydi. Jismning harakati shu tariqa takrorlanadi.

Jism trayektoriyasining ixtiyoriy nuqtasida elastiklik kuchi muvozanat holat tomonga yo'nalgan bo'ladi. Elastiklik kuchining  $x$  o'qiga proyeksiyasi  $F_{el} = -kx$  ga teng.

Jismning muvozanat holatdan og'ishi ***siljish*** deb ataladi.

Nyutonning II qonuniga binoan  $am = -kx$  yoki  $am + kx = 0$  bu tenglamadan  $\frac{am}{m} + \frac{kx}{m} = 0$ ,  $a = \frac{kx}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  agar  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  ga teng bo'lsa, tebranayotgan jismning tebranish davri va chastotasini hisoblash mumkin:

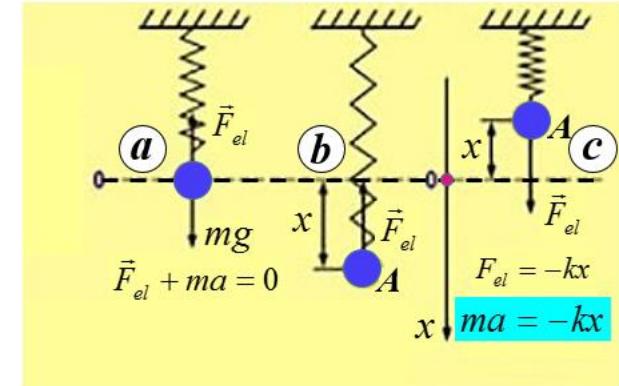
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} ; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} ; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Bu formulalardan ko'rindiki, tebranayotgan jism massasi ortishi bilan tebranish davri ortadi, chastotasi kamayadi. Prujinaning bikirligi ortishi bilan esa davri kamayadi, chastotasi ortadi.

Prujinali mayatnik tebranish davri va chastotalarining prujina o'lchamlariga bog'liqdir purjinaning bikirligi  $k = \frac{ES}{l}$  ni e'rtiborga olsak u holda tebranish davri quyidagicha o'zgaradi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{ES}} , \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ES}{ml}} , \quad \omega = \sqrt{\frac{ES}{ml}} .$$

$l$ -prujina uzunligi.  $S$ -prujinaning ko'ndalang yuzasi,  $E$ -elastik moduli yoki Yung moduli.



### 290 – rasm.

Jism trayektoriyasining ixtiyoriy nuqtasida elastiklik kuchi muvozanat holat tomonga yo'nalgan bo'ladi. Elastiklik kuchining  $x$  o'qiga proyeksiyasi  $F_{el} = -kx$  ga teng.

Jismning muvozanat holatdan og'ishi ***siljish*** deb ataladi.

Nyutonning II qonuniga binoan  $am = -kx$  yoki  $am + kx = 0$  bu

tenglamadan  $\frac{am}{m} + \frac{kx}{m} = 0$ ,  $a = \frac{kx}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  agar  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  ga teng bo'lsa,

tebranayotgan jismning tebranish davri va chastotasini hisoblash mumkin:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} ; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} ; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Bu formulalardan ko'rindiki, tebranayotgan jism massasi ortishi bilan tebranish davri ortadi, chastotasi kamayadi. Prujinaning bikirligi ortishi bilan esa davri kamayadi, chastotasi ortadi.

Prujinali mayatnik tebranish davri va chastotalarining prujina o'lchamlariga bog'liqdir purjinaning bikirligi  $k = \frac{ES}{l}$  ni e'rtiborga olsak u holda tebranish davri quyidagicha o'zgaradi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{ES}} , \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ES}{ml}} , \quad \omega = \sqrt{\frac{ES}{ml}} .$$

$l$ -prujina uzunligi.  $S$ -prujinaning ko'ndalang yuzasi,  $E$ -elastik moduli yoki Yung moduli.

Prujinali mayatnik davri  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  formulasidan ko'rindiki yukning massasini

$\Delta m$  ga oshirilganida uning tebranish davri  $n$  marta ortadi deb hisoblasak, mayatnik yukining dastlabki  $m_0$  va keyingi  $m$  massalarini quyidagicha topamiz, demak yuqorida keltirilgan shartga binoan  $T = T_0 n$  bo'lsa u holda  $\Delta m = m - m_0$  ga teng.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2 k}{4\pi^2}; \quad \text{va} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}} \Rightarrow m_0 = \frac{T_0^2 k}{4\pi^2} \quad \text{bu topilgan } m_0 \text{ va } m$$

$$\text{massalarni } \Delta m = m - m_0 \text{ keltirib qo'ysak } \Delta m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} - \frac{T_0^2 k}{4\pi^2} = \frac{k}{4\cdot\pi^2} (T^2 - T_0^2);$$

$$\Delta m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} - \frac{T_0^2 k}{4\pi^2} = \frac{k}{4\cdot\pi^2} ((nT_0)^2 - T_0^2) = \frac{k}{4\cdot\pi^2} (n^2 T_0^2 - T_0^2)$$

$$\Delta m = \frac{k}{4\cdot\pi^2} (n^2 T_0^2 - T_0^2) = \frac{k}{4\cdot\pi^2} \cdot T_0^2 (n^2 - 1) \quad \text{agar } T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}} \text{ hisobga olsak u holda}$$

$$\Delta m = \frac{k}{4\cdot\pi^2} \cdot \left(2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}}\right)^2 (n^2 - 1) = \frac{k}{4\cdot\pi^2} \cdot 4\cdot\pi^2 \frac{m_0}{k} (n^2 - 1) \quad \text{ya'ni } \Delta m = m_0 (n^2 - 1) \quad \text{dan}$$

$$m_0 = \frac{\Delta m}{n^2 - 1}; \quad \text{agar } \Delta m = m - m_0 \text{ tengalamadan } m \text{ ni topsak } m = \Delta m + m_0 \text{ ga teng}$$

$$\text{bo'ladi, } m_0 \text{ ni o'rniga } m_0 = \frac{\Delta m}{n^2 - 1} \text{ bu olingan natijani qo'yib hisoblasak}$$

$$m = \Delta m + \frac{\Delta m}{n^2 - 1} = \frac{\Delta m(n^2 - 1) + \Delta m}{n^2 - 1} \text{ yoki } m = \frac{n^2 \cdot \Delta m}{n^2 - 1}; \quad m = m_0 + \Delta m$$

$$T = T_0 n \text{ shartga ko'ra } n = \frac{T}{T_0} \text{ ga teng.}$$

Shu jumladan prujinali mayatnik yukining massasi  $\Delta m$  ga kamaytirilganida uning tebranish davri  $n = \frac{T_0}{T}$  marta kamaygan bo'lsa, mayatnik yukining dastlabki

$m_0$  va keyingi  $m$  massalarini quyidagicha topamiz bu yerda  $\Delta m = m_0 - m$  tenglama

orqali topiladi demak  $m = \frac{T^2 k}{4\pi^2}$ ; va  $m_0 = \frac{T_0^2 k}{4\pi^2}$  larni e'tiborga olsak quyidagilarda ega bo'lmosiz:

$$m_0 = \frac{n^2 \cdot \Delta m}{n^2 - 1}; \quad n = \frac{T_0}{T}; \quad m = \frac{\Delta m}{n^2 - 1};$$

Prujinali hech qanday yuk osilmagan bo'sada purjuna qandardir  $\Delta x$  masofaga cho'zilgan bo'lsa bu cho'zilish quyidagicha topiladi. Bunda purjunaning elastiklik kuchi og'irlik kuchi bilan muozanatda bo'ladi:  $F_{el} = P$  yoki  $k\Delta x = mg$  dan

$$\Delta x = \frac{m}{k} g; \quad \text{agar } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \omega^2 m \text{ ga tengligidan}$$

$$\Delta x = \frac{g}{\omega^2}$$

## Prujiniali mayatnikning energiyasi

Prujiniali mayatnikning maksimal kinetik energiyasi-  $E_k^{\max}$ , maksimal potentsial energiyasi-  $E_p^{\max}$  va to'liq mexanik energiyasi  $E_k + E_p$  ning qiymatlari teng bo'ladi:

$$E_k + E_p = \text{const} = E_k^{\max} = E_p^{\max}$$

$$E_p^{\max} = \frac{kx^2}{2}, \text{ agar } k = \omega^2 m \text{ ga tengligini e'toborga olsak } E_p^{\max} = \frac{\omega^2 m x^2}{2}, \text{ agar}$$

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$  ni hisobga olganda quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz

$$E_p^{\max} = \frac{m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 x^2}{2} = \frac{4\pi^2 m \cdot x^2}{2T^2} = \frac{2\pi^2 m \cdot x^2}{T^2} \text{ yoki } E_p^{\max} = \frac{2\pi^2 m \cdot x^2}{T^2}.$$

Prujiniali mayatnik muvozanat vaziyatidan eng uzoq chetki  $x = \pm A$  vaziyatida bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi nolga teng, tezlanishi va potentsial energiyasi maksimal  $a_{\max}$  va  $E_p^{\max}$ , qiymatiga erishadi (291-a,b rasm).

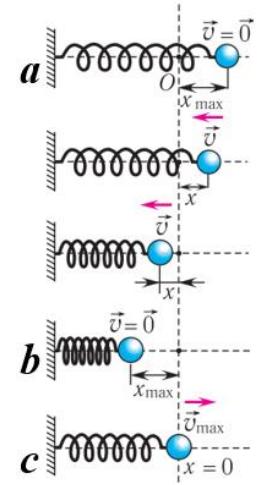
$$\vartheta = 0, \quad E_{kin} = 0, \quad a = a_{\max}, \quad E_t = E_p^{\max} = \frac{kA^2}{2} = \frac{kx^2}{2},$$

$$F = ma_{\max} = F_{\max}.$$

$\vartheta_{\max}$ -tezlikning amplituda qiymati,  $a_{\max}$ -tezlanishning amplituda qiymati,  $E_{\max}$ -energiyaning amplituda qiymati,  $F_{\max}$ -ta'sir etuvchi kuchning amplituda qiymati.

Prujiniali mayatnik muvozanat vaziyatida o'tayotganida uning tezligi va kinetik energiyasi maksimal eng katta  $\vartheta_{\max}$  va  $E_k^{\max}$  tezlanishi va potentsial energiyasi minimal, ya'ni nol qiymatiga erishadi (291-c rasm).

$$\vartheta = \vartheta_{\max}, \quad E_t = E_k^{\max} = \frac{m\vartheta_{\max}^2}{2}; \quad a = 0; \quad E_{pot} = 0; \quad F = ma = 0.$$



**291 – rasm.**

## Mavzuga doir test

1. Prujinaga osilgan jismning tebranishlar chastotasi nimaga teng?

- A)  $\frac{1}{2\pi\sqrt{k/m}}$ ; B)  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ; C)  $2\pi\sqrt{\frac{1}{g}}$ ; D)  $\frac{1}{2\pi\sqrt{m/k}}$

2. Agar prujinali mayatnik a<g tezlanish bilan pastga tushayotgan liftga o'rnatilsa, tebranishlar davri qanday o'zgaradi?

- A) kamayadi B) a ning qiymatiga bog'liq

C) o'zgarmaydi D) ortadi.

3. Prujinali mayatnik, og'irlik kuchi tezlanishi Yernikidan 4 marta katta bo'lган planetaga Yerdan olib o'tildi. Bunda uning tebranish davri qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi      B) 2 marta ortadi      C) 4 marta ortadi  
D) 2 marta kamayadi      E) 4 marta kamayadi

4. Prujinaga yuk osildi va yuk muvozanat vaziyatidan  $x_1 = 1$  sm pasaytirilib, qo'yib yuborildi. Bu holda yukning tebranish davri  $T_1$  ga teng. Agar shu yuk muvozanat vaziyatidan  $x_2 = 2$  sm pasaytirilib, qo'yib yuborilsa, yukning tebranish davri qanday bo'ladi?

- A)  $T_2=T_1/2$       B)  $T_2=2T_1$       C)  $T_1=T_2$   
D)  $T_2=T_1/4$       E)  $T_2=4T_1$

5. Agar tebranishlar davri T bo'lган prujinali mayatnikka osilgan yukning massasi n marta oshirilsa, tebranishlar davri qanday bo'ladi?

- A)  $nT$       B)  $n^2T$       C)  $T/\sqrt{n}$       D)  $\sqrt{n} T$

6. Prujinaga osilgan yukning massasi 4 marta ortganda uning kichik bo'ylama tebranishlar davri qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi      B) 2 marta ortadi  
C) o'zgarmaydi      D) 4 marta ortadi

7. Prujinali tebrangich (mayatnik) dagi yukning massasi 9 marta ortsas, bo'ylama tebranishlar davri qanday o'zgaradi?

- A) 3 marta kamayadi      B) 3 marta ortadi  
C) o'zgarmaydi      D) 9 marta ortadi

8. Prujinaga osilgan yukning massasi 4 marta kamayganda uning kichik bo'ylama tebranishlar davri qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi      B) 4 marta kamayadi  
C) 4 marta ortadi      D) 2 marta kamayadi

9. Agar prujinali mayatnik yukning massasini va tebranish amplitudasini 4 marta orttirsak, uning tebranish davri necha marta ortadi?

- A) 16      B) 8      C) 2      D) 4

10. Prujinaga osilgan yukning massasi 4 marta ortganda uning bo'ylama tebranish chastotasi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi      B) 2 marta kamayadi  
C) 4 marta ortadi      D) 4 marta kamayadi

11. Bikrli  $k_1$  ga teng bo'lган prujinaga osilgan yuk  $\omega_1$  chastota bilan tebransa, bikrli  $k_2 = 4k_1$  bo'lган prujinaga osilgan o'sha yukning o'zi qanday  $\omega_2$  chastota bilan tebranadi? A)  $\omega_2 = 4\omega_1$       B)  $\omega_2 = \omega_1/2$       C)  $\omega_2 = \omega_1$       D)  $\omega_2 = 2\omega_1$

12. Bikrli 100 N/m, yukning massasi 10 g bo'lган prujinali mayatnikning tebranishlar chastotasi qanday (Hz)? A) 6      B) 8      C) 10      D) 12      E) 16

13. Bikrli 160 N/m bo'lган prujinaga 400 g yuk osildi. Hosil bo'lган mayatnikning tebranish chastotasi qanday (Hz)? A) 1,6      B) 3,2      C) 5,4      D) 20      E) 40

14. Prujinaga osilgan 200 g massali yuk bir minutda 30 marta tebranadi. Prujinaning bikrli qanday (N/m)? A) 0,2      B) 0,05      C) 2      D) 0,63      E) 0,3

15. Prujinaga 100 g yuk osilgan va u minutiga 120 marta tebranadi. Prujinaning bikrli qanday (N/m)? A) 16      B) 40      C) 120      D) 160      E) 12

16. Ikkita bir xil prujinali mayatnikning tebranish chastotalari nisbati  $\sqrt{2}:\sqrt{5}$  bo'lsa, har bir prujinaga osilgan yuklar massalarining nisbati qanday?
- A)  $\sqrt{2}:\sqrt{5}$     B) 5:2    C) 4:25    D)  $1:\sqrt{2}$     E) 2:5
17. Bikrligi 10 N/m bo'lgan prujinaga qanday (kg) yuk osilsa, tebranish davri 1 s bo'lgan mayatnik hosil bo'ladi?    A) 10    B) 5    C) 2,5    D) 0,025    E) 0,25
18. Elastikligi (qayishqoqligi) 0,2 N/m bo'lgan prujinali mayatnikning tebranish davri  $2\pi$  sekundga teng bo'lishi uchun prujinaga osilgan yukning massasi qanday (kg) bo'lishi kerak?    A) 0,05    B) 0,10    C) 0,15    D) 0,50    E) 0,20
19. Bikrligi 500 N/m bo'lgan prujinaga osilganda 4 s da 5 marta bo'ylama tebranadigan yukning massasi qanday (kg)?    A) 10    B) 0,125    C) 2    D) 4    E) 8
20. Bikrligi 125 N/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk 8 s da 10 marta tebranmoqda. Yukning massasi qanday (kg)?  $\pi^2 \approx 10$     A) 6    B) 4    C) 10    D) 8    E) 2
21. Bikrligi 200 N/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk 8 s da 10 marta tebrandi. Yukning massasi qanday (kg)?    A) 3,6    B) 3,2    C) 2,5    D) 1,6    E) 4
22. Bikrligi 120 N/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk 2 s da 10 marta tebrandi. Yukning massasi qanday (kg)?  $\pi^2 \approx 10$     A) 0,12    B) 0,15    C) 0,24    D) 0,25    E) 0,4
23. Bikrligi 250 N/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk 16 s da 20 marta tebranadi. Yukning massasini toping (kg)    A) 0,4    B) 0,5    C) 4    D) 5    E) 6
24. Bikrligi 100 N/m bo'lgan prujinaga qanday (g) massali yuk osilganda uning tebranish chastotasi 5 Hz bo'ladi?
- A) 10    B) 25    C) 50    D) 100    E) 200
25. Prujinaga osilgan jismning tebranishlar davri T. Agar yukning massasi 60 g ortsa, davr 2 marta ortadi. Jismning dastlabki massasi qanday (g)?
- A) 10    B) 20    C) 40    D) 60    E) 80
26. 4 kg massali yuk prujinaga osilgan va T davr bilan garmonik tebranmoqda. Davr  $T/2$  gacha qisqarishi uchun yukning necha kilogrammini olib tashlash kerak?
- A) 1    B) 2    C) 3    D) 3,5
27. Agar prujinaga osilgan yukning massasi 60 g ga ortganda, uning tebranish davri 2 marta ortgan bo'lsa, yukning dastlabki massasi qanday (g) bo'lgan?
- A) 20    B) 30    C) 40    D) 60    E) 120
28. Prujinaga osilgan yuk garmonik tebranadi. Shu yuk xuddi gunday, lekin 4 marta uzun prujinaga osilsa, tebranish davri qanday o'zgaradi?
- A) o'zgarmaydi    B) 4 marta kamayadi    C) 4 marta ortadi  
D) 2 marta kamayadi    E) 2 marta ortadi
29. Prujinali mayatnik prujinasining yarmi kesib tashlansa, uning tebranishlari davri qanday o'zgaradi?
- A) 2 marta kamayadi    B) 2 marta ortadi  
C)  $\sqrt{2}$  marta kamayadi    D)  $\sqrt{2}$  marta ortadi
30. Agar prujinali mayatnik prujinasining yarmi kesib tashlansa, uning tebranishlari chastotasi qanday o'zgaradi?
- A) 2 marta ortadi    B) 2 marta kamayadi  
C)  $\sqrt{2}$  marta kamayadi    D)  $\sqrt{2}$  marta oshadi

31. Agar prujina 2 marta qisqartirilib, yukning massasi 2 marta orttirilsa, prujinali mayatnikning tebranish davri qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B) 2 marta kamayadi  
 C) 2 marta ortadi      D) 4 marta kamayadi.

32. Bikrligi k bo‘lgan prujinaga osilgan m massali yukning tebranishlar davri T ga teng. Agar prujina 2 marta qisqartirilsa 2 m massali yukning tebranishlar davri qanday bo‘ladi?      A) T    B) 2T    C) 4T    D) T/2    E) T/4

33. Parallel (yonma-yon) ulangan, bikrligi k bo‘lgan ikkita bir xil prujinaga mahkamlangan m massali yukning tebranish chastotasi qanday?

- A)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$       B)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}}$       C)  $\frac{1}{4\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}}$       D)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}}$

34. Ketma-ket ulangan, bikrligi k bo‘lgan ikkita bir xil prujinaga osilgan m massali yukning tebranish davri qanday?

- A)  $2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$       B)  $\pi\sqrt{k}$       C)  $2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$       D)  $4\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

35. 6 N kuch ta’sirida 1,5 sm cho‘ziladigan prujinaga 1 kg massali yuk osilgan. Shu yukning vertikal tebranishlari davrini toping (s).

- A) 0,63    B) 0,58    C) 0,314    D) 0,49

36. Prujina o‘ziga osilgan yuk ta’sirida 10 sm uzaydi. Shu mayatnikning bo‘ylama tebranishlar davrini toping (s)  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 0,16    B) 0,2    C) 0,314    D) 0,628

37. Vertikal joylashgan prujina o‘ziga osilgan yuk ta’sirida 1 mm uzaydi. Bunday mayatnikning tebranish chastotasini (Hz) aniqlang.

- A) 8    B) 14    C) 16    D) 20    E) 12

38. Prujina o‘ziga osilgan yuk ta’sirida 2,5 sm ga cho‘zildi. Shu prujinali mayatnikning tebranish chastotasini aniqlang (Hz)    A) 1,6    B) 2,5    C) 3,2    D) 5    E) 25

39. Prujinaga osilgan yukning tebranish davri 0,5 s. Yuk prujinadan olingandan keyin prujina uzunligi necha metr kamayadi? Javob 0,01 m aniqlikda topilsin.

- A) 0,06    B) 0,05    C) 0,04    D) 0,03    E) 0,02

40. Tebranish davri 0,1 s bo‘lgan prujinali mayatnik tebranmayotganda o‘z yuki ta’sirida qanchaga cho‘ziladi (mm)?

- A) 2,5    B) 3,5    C) 4,5    D) 1,5    E) 1

41. Bir uchiga sharcha biriktirilgan prujina xona shiftiga osib qo‘yilgan va muvozanat vaziyati atrofida vertikal tebranmoqda. Shu sistema haqida quyida bayon qilingan fikrlarning qaysi biri noto‘g‘ri?

A) sistema potensial energiyasi sharcha muvozanat vaziyatidan o‘tayotganda eng kichik bo‘ladi

B) sharchaning kinetik energiyasi u muvozanat vaziyatidan o‘tish vaqtida eng katta bo‘ladi

C) sistemaning to‘la mexanik energiyasi sharchaning qayerda bo‘lishiga bog‘liq emas

D) sistemaning tebranishlar chastotasi prujina bikrligiga bog‘liq bo‘lib, sharcha massasiga bog‘liq emas.

## 44 - §. MATEMATIK MAYATNIKNING TEBRANISHI

### Mayatnik tebranishini yuzaga keltiruvchi kuch

Elastiklik kuchidan boshqa kuchlar ham jismni tebranishga majbur qila oladi. Masalan, matematik mayatnik elastiklik kuchi bilan birgalikda og'irlilik kuchi ta'sirida tebranma harakat qiladi.

O'lchamlari ipning uzunligidan juda kichik, massasi esa ipning massasidan juda katta bo'lgan, ingichka ipga osilgan jism **matematik mayatnik** deb ataladi.

Matematik mayatnikda jism moddiy nuqta, ipni vaznsiz, cho'zilmas deb qaraladi.

Jism osilgan ip vertikal holatda turganda mayatnik muvozanatda bo'ladi. Bu holatda unga og'irlilik kuchi  $\vec{F}_{og} = mg$  va tarang turgan ipning elastiklik kuchi  $\vec{F}_{el}$  ta'sir etadi (292-rasm). Mayatnik muvozanatli holatda bo'lganda bu kuchlarning yig'indisi nolga teng bo'ladi:

$$\vec{F}_{el} + \vec{F}_{og} = 0; \quad \vec{F}_{el} = \vec{F}_{og}$$

Agar mayatnik  $\alpha$  burchakka og'dirilsa.  $\vec{F}_{og}$  va  $\vec{F}_{el}$  kuchlar bir – birini muvozanatlama yordamida. Bu kuchiarning yig'indisi noldan farqli bo'lgan teng ta'sir etuvchi  $\vec{F}_p$  kuchdan iborat:

$$\vec{F}_p = \vec{F}_{el} + \vec{F}_{og}$$

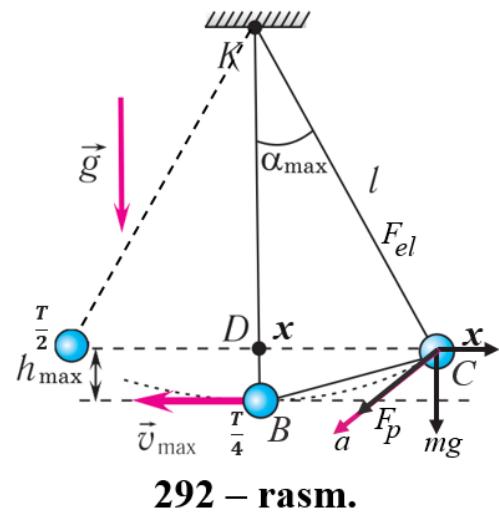
$\vec{F}$  kuch  $CB$  yoyga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Matematik mayatnik shu teng ta'sir etuvchi  $\vec{F}$  kuch ta'sirida tebranadi.

### Mayatnikning tebranish davri

Agar  $\alpha$  burchak juda kichik bo'lsa,  $CB$  masofa  $CD$  ga juda yaqin bo'ladi va ularni o'zaro teng deb hisoblash mumkin.

Bu holda mayatnik prujinaga mahkamlangan jismga o'xshab  $x$  koordinata o'qi bo'yicha tebranadi.

$\vec{F}_{og}$  og'irlilik kuchining  $x$  koordinata o'qiga proyeksiyasi nolga teng. Shuning uchun teng ta'sir etuvchi  $\vec{F}$  kuch va  $\vec{F}_{el}$  elastiklik kuchining  $x$  koordinata o'qiga proyeksiyalari o'zaro teng bo'ladi, ya'ni:  $\vec{F}_x = \vec{F}_{(el)x}$



Geometrik hisoblar asosida  $l$  uzunlikdagi mayatnikka osilgan  $m$  massali jismga ta'sir etuvchi kuchning  $x$  koordinata o'qiga proyeksiyasi  $\vec{F}_x = -\frac{mg}{l} \cdot x$  ga tengligi keltirib chiqarilgan, bunda “minus” ishorasi  $\vec{F}$  kuchning  $x$  siljishga qarama – qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Shu bilan birga elastiklik kuchining proyeksiyasi  $\vec{F}_{(el)x} = -kx$  ga tengligini va  $\vec{F}_x = \vec{F}_{(el)x}$  ekanligini inobatga olsak, ipning bikirligi bilan ipning uzunligi va unga osilgan jism massasi orasidagi quydagi bog'lanish kelib chiqadi:  $k = \frac{mg}{l}$ .

Matematik mayatnikning tebranishi prujinali mayatnikning tebranishiga o'xshash. Shu sababli prujinaga mahkamlangan jismning tebranishi uchun yozilgan

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  formuladagi  $k$  o'rniga  $\frac{mg}{l}$  ifodani qo'ysak, matematik mayatnikning tebranish davri va chastotasi uchun quydagi formulalarni olamiz:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{l}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \quad v = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

U holda matematik mayatnikning kichik tebranishlari davri Yerning og'irlik maydoni Gyugeks formulasi bilan aniqlanadi.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Bu formulani birinchi bo'lib I.Nyutonning o'quvchisi Xristian Gyugeks olgan.

Matematik mayatnikning tebranish davri faqat ipning uzunligiga bog'liq bo'lib, unga osilgan jismning massasiga va tebranish amplitudasiga bog'liq emas.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, nafaqat matematik mayatnikning tebranish davri, balki ingichka ip o'rniga ma'lum massaga ega bo'lган steijenga osilgan jismning ham istalgan vaqt davomida tebranish davri bir xil bolaveradi. Bunday mayatniklardan mayatnikli soatlarda foydalilanildi.

Vaznsizlik holati da matematik mayatnik, qum soat, prujanali tarozi, suyuqlikli barometrlardan foydalaniib bo'lmaydi: bunday vaziyatda prujinali mayatnik, manometr, aneroid barometr, prujinali soatlardan foydalansa bo'ladi.

### **Matematik mayatnikning ba'zai bir kattaliklar orasidagi mumosabatlar**

Agar mayatnik masalan, osilish nuqtasining tezlashtirilgan harakatiga asoslangan qo'shimcha  $\rightarrow_a$  tezlanish olsa, u holda ipning bikrlik kuchi o'zgaradi. Bunday holda mayatnikning tebranish davri

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g^*}}$$

formula bilan aniqlanadi, bu yerda  $\mathbf{g}^*$  - vektor farq  $\mathbf{g}^* = \mathbf{g} \pm \mathbf{a}$  ga teng bo'lgan "effektiv tezlanish"

Gorizontal tekislikda  $a$  tezlanish bilan ketayotgan vagon shiftiga osilgan mayatnik uchun:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2 + g^2}}}, \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\sqrt{a^2 + g^2}}{l}}$$

$a$  tezlanish bilan vertikal ko'tarilayotgan lift shiftiga osilgan matematik mayatnik uchun:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}, \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g+a}{l}}$$

$a$  tezlanish bilan vertikal tushayotgan lift shiftiga osilgan matematik mayatnik uchun:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}, \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g-a}{l}},$$

Vaznsizlik holatida matemematik mayatnik tebranmaydi, ya'ni tebranish davri cheksiz katta bo'ladi.

Matematik mayatnik ipining uzunligini hisoblash uchun  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  formulaga binoan hisoblaymiz:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$  agar  $\pi^3 = (3,14)^2 \approx 9,86$  bu esa o'znavbatida  $\pi^3 \approx g$  ga teng bo'lsa u holda  $l = \frac{T^2}{4}$  ga teng bo'ladi.

Birinchi mayatnik  $t_1$  vaqtida  $N_1$  marta, ikkinchi mayatnik  $t_2$  vaqtida  $N_2$  marta tebrangan bo'lsa, mayatniklar uzunliklari ( $l_2 / l_1$ ) nisbatini topishni quyidagicha topamiz:  $T = \frac{t}{N}$  ga tengligini e'tiborga olsak  $T_1 = \frac{t_1}{N_1}$ , va  $T_2 = \frac{t_2}{N_2}$  bo'ladi u holda

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  ni inobatga olsak formula quyidagi ko'rinishga keladi  $2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} = \frac{t_1}{N_1}$ ,  $2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = \frac{t_2}{N_2}$  bu yozilgan tenglamalardan  $l_1$  va  $l_2$  larni topib nisbati olinsa quyidagi formilada ega bo'lamiz.

$$\frac{l_2}{l_1} = \left( \frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{N_1}{N_2} \right)^2 \text{ yoki } \frac{l_2}{l_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan yarim amplituda holatiga o'tish vaqtida  $t_1$  ni quyidagi tenglama orqali topamiz: [3]

$$x=0 \Rightarrow x = \frac{A}{2} \text{ da } t_1 = \frac{T}{12}$$

Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqtini  $t_2$  ni quyidagi tenglama orqali topamiz: [3]

$$x = \frac{A}{2} \Rightarrow x = A \quad \text{da} \quad t_2 = \frac{T}{6}$$

Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqtini  $t$  ni quyidagi tenglama orqali topamiz: [3]

$$x = 0 \Rightarrow x = A \quad \text{da} \quad t = \frac{T}{4}$$

Ipning uzunligi  $\mathbf{l}_1$  davri  $T_1$  va uzunligi  $\mathbf{l}_2$  davri  $T_2$  ga teng bo'lgan mayatniklar uzunliklari yig'indisi  $l = l_1 + l_2$  ga teng uzunlikdagi mayatnikning tebranish davrini topish: [3]

$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}; \quad T = \sqrt{(t_1 / N_1)^2 + (t_2 / N_2)^2}$$

Ipning uzunligi  $l = l_1 - l_2$  ga teng uzunlikdagi mayatnikning tebranish davrini topish: [3]

$$T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}; \quad T = \sqrt{(t_1 / N_1)^2 - (t_2 / N_2)^2}$$

Mayatniklar iplarining uzunliklari orasidagi munosabat:

$$l_1 + l_2 = \frac{N_1^2 + N_2^2}{N_2^2 - N_1^2} (l_1 - l_2)$$

Matematik mayatnik Yerdan  $H$  balandlikda tebranish davri  $T$ , ga teng bo'lib Yer siridagi tebranish davri  $T_0$  dan  $\Delta T$  farqini topish:  $\Delta T = T - T_0$  tenglama otqali topiladi bu yerda Yer sitidah  $H$  balandlikdagi tebranish davri  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_H}}$  orqali ifodalanadi

$$g_H = \frac{GM}{(R+H)^2} \quad \text{va} \quad g_0 = \frac{GM}{R^2} \quad \text{larni e'tiborga olgan holda}$$

$$\Delta T = T - T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_H}} - 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}} \quad \text{ga teng bo'ladi.}$$

Mayatnikning biror planetadagi tebranish davrini va chastotasini topish: [3]

$$\frac{T_{plan}}{T_{yer}} = \sqrt{\frac{g_{yer}}{g_{plan}}}, \quad T_{plan} = T_{yer} \cdot \sqrt{\frac{g_{yer}}{g_{plan}}}, \quad \frac{v_{plan}}{v_{yer}} = \sqrt{\frac{g_{plan}}{g_{yer}}}, \quad v_{plan} = v_{yer} \cdot \sqrt{\frac{g_{plan}}{g_{yer}}}.$$

Oyda matematik mayatnik tebranish davri yerdagi qiymatdan  $\sqrt{6}$  marta katta bo'ladi. [3]

Mayatnik ipining uzunligi  $\Delta l$  ga ortganda uning davri  $\Delta T$  ga ortgan bo'lsa, mayatnikning boshlangich davri  $T_0$  ni topish: [3]

$$T_0 = \frac{2\Delta l}{\Delta T} - \frac{\Delta T}{2}$$

Mayatnik ipining uzunligi  $\Delta l$  ga kamayganida uning davri  $\Delta T$  kamaygan bo'lsa, Mayatnikning boshlang'ich davri  $T_0$  ni topish: [3]

$$T_0 = \frac{2\Delta l}{\Delta T} + \frac{\Delta T}{2}$$

Matematik mayatnikni muvozanat vaziyatiga qaytaruvchi kuchni topish:

$$F = mg \cdot \sin \alpha$$

$\alpha$ -mayatnik ipining vertikaldan og'ish burchagi.[3]

### Matematik mayatnikning energiyasi

Matematik mayatnikning maksimal kinetik energiyasi- $E_k^{\max}$ , maksimal potentsial energiyasi- $E_p^{\max}$  va to'liq mexanik energiyasi  $E_k + E_p$  ning qiymatlari teng bo'ladi:

$$E_k + E_p = \text{const} = E_k^{\max} = E_p^{\max}$$

$$E_k^{\max} = \frac{m g_{\max}^2}{2}; \quad E_{\max} = \frac{mgA^2}{2l}; \quad E_{\max} = \frac{m\omega^2 x^2}{2}; \quad E_{\max} = \frac{2\pi^2 m \cdot x^2}{T^2}$$

Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan eng uzoq chetki  $\alpha_{\max}$  vaziyatida bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi nolga teng. Tezlanishni va potentsial energiyasi maksimal  $a_{\max}$  va  $E_p^{\max}$  qiymatiga erishadi:

$$\vartheta = 0, \quad E_{kin} = 0, \quad a = a_{\max}, \quad E_t = E_p^{\max} = mgh_{\max}, \quad F = ma_{\max} = F_{\max}$$

$\vartheta_{\max}$ -tezlikning amplituda qiymati,  $a_{\max}$ -tezlanishning amplituda qiymati,  $E_{\max}$ -energiyaning amplituda qiymati,  $F_{\max}$ -ta'sir etuvchi kuchning amplituda qiymati.

Matematik mayatnik muvozanat vaziyatida bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi maksimal, eng katta  $\vartheta_{\max}$  va  $E_k^{\max}$  bo'ladi. Tezlanishi va potentsial energiyasi minimal, ya'ni nol qiymatiga erishadi:

$$\vartheta = \vartheta_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}}, \quad E_t = E_k^{\max} = \frac{m g_{\max}^2}{2}, \quad a = 0, \quad E_{pot} = 0, \quad F = ma = 0.$$

Matematik mayatnik bir davr davomida bosib o'tgan yo'lining uzunligi- $L$ , uning amplitudasi uzunligidan 4 marta katta bo'ladi:  $L = 4 \cdot A$

Vertikaldan  $\alpha_{\max}$  burchakka og'dirib qo'yib yuborilgan matemematik mayatnik maksimal amplitudasini, maksimal ko'tarilish balandligini, maksimal tezligini, maksimal kinetik va potensial energiyasini topish (292-rasm):  $\Delta KCD$  uchburchakka asosan

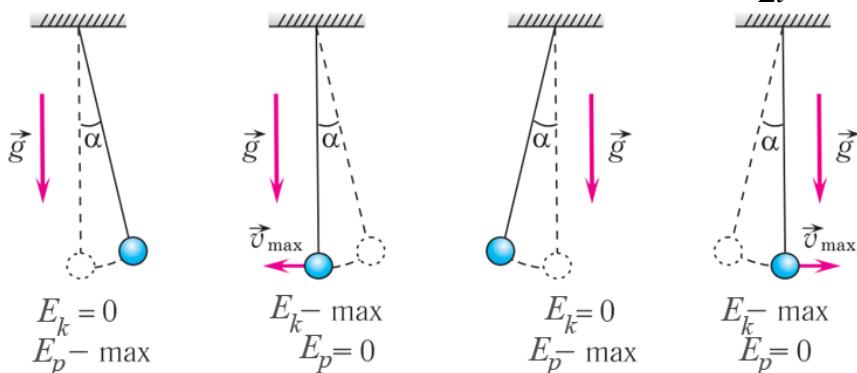
Maksimal amplituda:  $A \approx l\alpha_{\max}$ .

Maksimal ko'tarilish balandlik:  $h_{\max} = l - l \cos \alpha_{\max} = l(1 - \cos \alpha_{\max})$ ,

$$h_{\max} = l \cdot 2 \sin^2 \left( \frac{\alpha_{\max}}{2} \right) \approx 2l \left( \frac{\alpha_{\max}}{2} \right)^2 \approx \frac{l\alpha_{\max}^2}{2}, \quad \text{yoki} \quad h_{\max} = \frac{l\alpha_{\max}^2}{2} = \frac{(l\alpha_{\max})^2}{2l} = \frac{A^2}{2l}.$$

Maksimal tezlik:  $\vartheta_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}}, \quad \vartheta_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}} = \sqrt{2g \cdot \frac{A^2}{2l}} = A\sqrt{\frac{g}{l}}, \quad \text{yoki}$   
 $\vartheta_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_{\max})}$ .

Maksimal kinetik va potensial energiya:  $E_k^{\max} = E_p^{\max} = m \frac{g}{2l} A^2$ .

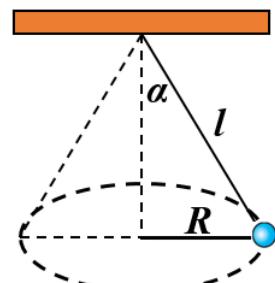


**293 – rasm.**

Shunday qilib, muvozanat holatida potensial energiya to‘laligicha kinetikka o‘tadi, maksimal og‘ish holatida esa kinetik energiya to‘laligicha potensialga o‘tadi (293 – rasm).

Matematik mayatnik vertikaldan  $\alpha$  burchakka og‘gan holda gorizontal tekislikda  $R$  radiusli aylana bo‘ylab harakat qilayotgan bo‘lsa uning aylanish davri, chastotasi va tezligi (294–rasm): [3]

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}}; \quad \vartheta = \sqrt{gl \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}.$$

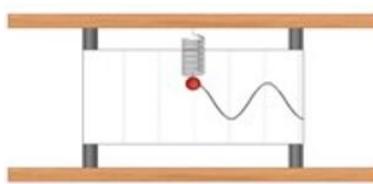


**294 – rasm.**

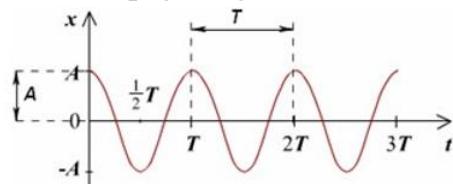
### Davriy tebranishlar grafigi

Davriy tebranishlar grafigini purjuniali mayatnikning o‘zi chizib berishi mumkin. Buning uchun putjinani uchiga oson chiza oladigan qalam olib 295–rasmda ko’rsatilgandek purjinali mayatnikni ustunga osib, purjinali mayatnikni harakatlanritamiz. Bunda purjinali mayatnikka osilgan jismga qalam o’rnataligan. Mayatnik ostiga qog‘oz tasma joylashtirilgan.

Mayatnik tebranayotganda qog‘oz tasmani qalam uchining tebranish yo‘nalishiga perpendikular ravishda bir tekis harakatlantiramiz. Bunda qog‘oz tasma ustida qalam davriy takrorlanuvchi tebranishlar chizig‘ini hosil qilganligini ko‘rish mumkin.



**295 – rasm.**



**296 – rasm.**

Qog‘oz tasmaning harakat yo‘nalishi vaqt o‘tishi deb olinsa, u holda hosil qilingan tebranishlar chizig‘ini tebranayotgan jismning siljishi  $x$  bilan tebranish vaqtiga  $t$  orasidagi bog‘lanish grafigi deb qarash mumkin. Aslida ham, mayatnikning tebranishlar grafigi 296–rasmda tasvirlangandek bo‘ladi. Davriy tebranishlar grafigida tebranish davri  $T$  va amplitudasi  $A$  ni belgilash mumkin.

Matematik mayatnik va boshqa davriy tebranayotgan jismlaming tebranishlar grafigi ham prujinaga mahkamlangan jismning tebranishlar grafigi kabi bo‘ladi.

### Mavzuga doir test

1. Matematik mayatnik qanday kuchlar ta’sirida tebranadi?
 

*A) og‘irlik kuchi      B) elastiklik kuchi  
C) ishqalanish kuchi    D) qarshilik kuchi      E) TJY*
2. Kosmik kemada vaznsizlik holatida mayatnikli, qumli, prujinali soatlarning qaysilaridan foydalanish mumkin?
 

*A) mayatnikli      B) prujinali      C) qumli  
D) uchallasidan ham foydalanish mumkin*
3. Mayatnikning uzunligi 98 m. Agar mayatnik muvozanat holatidan  $5^0$  burchakka og‘ib tebransa, uning tebranish amplitudasi qanday bo‘ladi (m)?
 

*A) 9.8      B) 8.5      C) 1      D) 9.5      E) 50 sm*
4. Ikkita matematik mayatnikdan birining tebranish davri 0.5 s. Agar birinchi mayatnik 6 marta tebrangan vaqtida ikkinchisi 4 marta tebransa, ikkinchi mayatnikning tebranish davri qanday bo‘ladi (m)?
 

*A) 1.2      B) 1.5      C) 0.25      D) 0.35      E) 0.75*
5. Matematik mayatnik uchun quyida yozilgan ifodalarning qaysi biri noto‘g‘ri ( $v$  – chastota,  $T$  – davr,  $\omega$  – doiraviy chastota,  $l$  – mayatnik uzunligi,  $A$  – amplituda,  $\varphi_0$  – boshlang‘ich faza)?
 

*A)  $x = A \cos(2\pi v t + \varphi_0)$       B)  $v = 1/(2\pi\sqrt{g/l})$   
C)  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$       D)  $\omega = 2\pi/T$       E)  $v = \omega/2\pi$*
6. Matematik mayatnikning tebranish davri nimalarga bog‘liq: 1) mayatnik massasiga 2) tebranish amplitudasiga 3) erkin tushish tezlanishiga 4)mayatnik uzunligiga?
 

*A) 1, 4      B) 3, 4      C) 2, 3      D) 2, 4      E) 1, 2*
7. Matematik mayatnikning tebranish davri formulasini toping
 

*A)  $T = 2\pi\sqrt{LC}$       B)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$       C)  $T = \frac{1}{v}$       D)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$*
8. Matematik mayatnikning tebranishlari amplitudasi 2 marta oshsa, uning kichik tebranishlari davri qanday o‘zgaradi?
 

*A)  $\sqrt{2}$  marta ortadi      B)  $\sqrt{2}$  marta kamayadi  
C) 2 marta ortadi      D) o‘zgarmaydi*
9. Matematik mayatnik uzunligi 4 marta orttirilsa uning tebranishlar davri qanday o‘zgaradi?
 

*A) 2 marta ortadi      B) 4 marta kamayadi      C) 4 marta ortadi  
D) 2 marta kamayadi      E) o‘zgarmaydi*
10. Agar sharchasining massasi va ipining uzunligi 4 martadan oshirilsa, matematik mayatnikning tebranishlar davri...
 

*A) 8 marta ortadi      B) 2 marta ortadi  
C) 4 marta ortadi      D) o‘zgarmaydi*
11. Agar tebranishlar davri  $T$  bo‘lgan matematik mayatnikning uzunligi  $n$  marta oshirilsa, tebranishlar davri qanday bo‘ladi?
 

*A)  $T$       B)  $2T$       C)  $4T$       D)  $NT$*

- A)  $nT$       B)  $n^2T$       C)  $T/n$       D)  $\sqrt{n}T$       E)  $T/\sqrt{n}$

12. Ipining uzunligi  $l$  bo‘lgan matematik mayatnikning tebranish davri  $T$  ga teng. Agar ipning  $1/2$  qismini kesib tashlab, qolgan qismiga yana o‘scha yuk osilsa, tebranish davri qanday bo‘ladi?      A)  $T/4$       B)  $\sqrt{2}T$       C)  $T/\sqrt{2}$       D)  $T/2$

13. Tubida kichik teshigi bor suvli chelak arqonga osilgan holda tebranmoqda. Suvning kamayishi bilan tebranish davri qanday o‘zgaradi?

- A) avval ortib, so‘ng kamayadi      B) uzlusiz kamayadi  
 C) uzlusiz ortadi      D) avval kamayib, so‘ng ortadi  
 E) o‘zgarmaydi

14. Matematik mayatniknnig uzunligi  $2.5$  m, unga osilgan sharchaning massasi  $100\text{g}$ . Tebranish davri qanday ( $s$ )?      A)  $1.25$       B)  $1.57$       C)  $2.5$       D)  $3.14$       E)  $6.28$

15. Matematik mayatnikning tebranish chastotasi qanday formula bilan ifodalanadi?

$$A) v = \frac{1}{2\pi\sqrt{g/l}} \quad B) v = \frac{1}{2\pi\sqrt{l/g}} \quad C) v = \frac{1}{2\pi\sqrt{m/k}} \quad D) v = 2\pi\sqrt{l/g}$$

16. Matematik mayatnikning uzunligi  $4$  marta ortganda, uning tebranishlar chastotasi qanday o‘zgaradi?

- A) 4 marta ortadi      B) 4 marta kamayadi  
 C) 2 marta ortadi      D) 2 marta kamayadi

17. Vaznsiz ipga osilgan moddiy nuqtaning massasini  $2$  marta oshirsak, uning kichik tebranishlar chastotasi qanday o‘zgaradi?

- A) 4 marta oshadi      B) 2 marta kamayadi  
 C) o‘zgarmaydi      D) 4 marta kamayadi

18. Matematik mayatnikning uzunligi va tebranishlari amplitudasi  $16$  marta oshirilsa, uning tebranishlari chastotasi qanday o‘zgaradi?

- A) 16 marta ortadi      B) 2 marta ortadi  
 C) 2 marta kamayadi      D) 4 marta ortadi      E) 4 marta kamayadi

19. Uzunliklari  $4$  m, massalari  $m_1=1$  va  $m_2=10$  g, uzunligi  $0.5$  m, massasi  $m_3=10\text{g}$  bo‘lgan uchta matematik mayatnik tebranish chastotalari uchun quyidagi munosabatlarning qaysi biri o‘rinli?

- A)  $v_1 = v_2 = v_3$       B)  $v_1 > v_2 = v_3$   
 C)  $v_1 = v_2 < v_3$       D)  $v_1 = v_2 > v_3$       E)  $v_1 < v_2 = v_3$

20. Ikkita matematik mayatnikning uzunliklari  $9:16$  nisbatda bo‘lsa, uarning tebranish chastotalari qanday nisbatda bo‘ladi?

- A)  $4:3$       B)  $81:256$       C)  $3:4$       D)  $16:9$       E)  $9:16$

21. Agar matematik mayatnik ekvatoridan janubiy qutbga ko‘chirilsa, uning tebranishlar davri...

- A) kamayadi      B) o‘zgarmaydi      C) ortadi  
 D) qishda ortadi, yozda o‘zgarmaydi

22. Matematik mayatnikning Yerdagi tebranish davri  $T$  ga teng bo‘lsa, erkin tushish tezlanishi Yerdaidan  $n$  marta katta bo‘lgan planetadagi tebranish davri qanday bo‘ladi?

- A)  $T/\sqrt{n}$       B)  $\sqrt{n}T$       C)  $T$       D)  $nT$       E)  $n^2T$

23. Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagiga nisbatan  $6$  marta kichik. Oyda matematik mayatnikning tebranish davri Yerdagi tebranish davridan qanday farq qiladi?

- A)  $\sqrt{6}$  marta kichik      B)  $\sqrt{6}$  marta katta      C) bir xil  
 D) 6 marta kichik      E) 6 marta katta

24. Matematik mayatnik Yerdan Oyga ko'chirilganda, uning tebranish davri necha marta ortadi?  $g_{oy} = 1.6 \text{ m/s}^2$ ,  $g_{yer} = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 6.12      B) 3.5      C) 1.5      D) 2.5      E) 1.3

25. Agar Yerda tebranish chastotasi 0.5 Hz bo'lgan matematik mayatnik Oyga olib chiqilsa, u qanday chastotada tebranadi (Hz)? Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik.      A) 0.2      B) 0.3      C) 0.6      D) 0.8

26. Yerdan Oyga olib chiqilgan matematik mayatnikning tebranish davri Yerdagidek bo'lishi uchun uning uzunligini qanday o'zgartirish kerak? Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik?

- A) o'zgartirish kerak emas      B) 6 marta orttirish kerak  
 C) 36 marta orttirish kerak      D) 6 marta qisqartirish kerak

27. Mayatnikli soat Yerdan Oyga ko'chirilsa, uning yurishi qanday o'zgaradi? Oyga erkin tushish tezlanishi  $1.6 \text{ m/s}^2$  ga teng.

- A) 6 marta sekinlashadi      B) 6 marta tezlashadi  
 C) 2.5 marta tezlashadi      D) o'zgarmaydi      E) 2.5 marta sekinlashadi

28. Oyda mayatnikli soat orqada qolmasligi uchun uning uzunligini necha marta o'zgartirish kerak?  $g_{oy} = 1.65 \text{ m/s}^2$       A)  $\sqrt{6}$       B) 3      C) 6      D) 36

29. Matematik mayatnik Yerdan Oyga ko'chirilsa, uning tebranish davri qanday o'zgaradi? Oyning massasi Yer massasidan 81 marta kichik, radiusi Yer radiusidan 3.7 marta kichik.

- A) 22 marta ortadi      B) o'zgarmaydi  
 C) 2.4 marta ortadi      D) 2.4 marta kamayadi

30. Matematik mayatnikning tebranish chastotasi 2 marta ortishi uchun uning uzunligini qanday o'zgartirish kerak?

- A) 4 marta kamaytirish      B) 2 marta oshirish  
 C) 2 marta kamaytirish      D) 4 marta oshirish

31. Mayatnik uzunligi necha metr bo'lganda uning tebranishlar davri 3.14 s ga teng bo'ladi?      A) 0.5      B) 1.6      C) 2.5      D) 3.14      E) 6.28

32. Agar matematik mayatnikning tebranish davri 1 s ga teng bo'lsa, uning uzunligi qanday (m)?      A) 1      B) 0.25      C) 0.7      D) 0.5      E) 0.1

33. Biri 5 marta tebranganda, ikkinchisi 20 marta tebranadigan ikkita mayatnikning  $l_1$  va  $l_2$  uzunliklari qanday munosabatda bo'ladi?

- A)  $l_1 = 4l_2$       B)  $l_2 = 16l_1$       C)  $l_1 = l_2$       D)  $l_2 = 4l_1$       E)  $l_1 = 16l_2$

34. Bir xil vaqt oralig'ida biri 15 marta, ikkinchisi esa 30 marta tebranadigan matematik mayatniklarning uzunliklari necha marta farq qiladi?

- A) 3      B) 5      C) 7      D) 4

35. Uzunligi 16 sm bo'lgan mayatnik biror vaqt ichida 5 marta tebrandi. Ikkinchchi mayatnik shu vaqt ichida 10 marta tebransa, uning uzunligi qanday (sm)?

- A) 24      B) 16      C) 12      D) 8      E) 4

36. Uzunligi 1 m bo'lgan mayatnik biror vaqt ichida 8 marta, 2-mayatnik esa shu vaqtida 9 marta tebrandi. 2-mayatnikning uzunligi qanday (sm)?

- A) 79      B) 76      C) 87      D) 114      E) 158

37. Matematik mayatnikning tebranish qonuni  $x=0.1\sin 5t$  (m) ko‘rinishga ega. Mayatnikning uzunligi necha metr?  $g=10 \text{ m/s}^2$

- A) 5    B) 2.5    C) 0.5    D) 0.1    E) 0.4

38. Sinus qonuni bo‘yicha tebranayotgan matematik mayatnikning harakat boshlangandan 0.1 s o‘tgan paytdagi siljishi amplitudaning yarmiga teng bo‘lsa, uning uzunligi necha metr?  $\pi^2 = g$     A) 0.4    B) 0.44    C) 0.36    D) 0.03

39. Matematik mayatnik uzunligi 8 sm ortganda, tebranishlar davri 0.1 s oshdi. Tebranishlarning dastlabki davri qanday (s) ( $\pi^2 \approx 10$ )

- A) 1.4    B) 1.6    C) 1.7    D) 1.55

40. Matematik mayatnikning Yer sirtidan h balandlikdagi tebranishlari davri Yer sirtidagidek bo‘lishi uchun uning uzunligini Yer sirtidagi uzunligining qanday qismiga qisqartirish kerak?    A)  $\frac{(R+h)^2}{2\pi R^2}$     B)  $\frac{B}{R+h}$     C)  $1 - \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$     D)  $\frac{(R-h)^2}{R^2}$

41. Yuqorida a tezlanish bilan harakatlanayotgan liftda l uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davri qanday bo‘ladi?

- A) 0    B)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$     C)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$     D)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{ga}}$     E)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$

42. Liftdagagi matematik mayatnikning tebranish davri lift tinch turgan holdagiga nisbatan  $\sqrt{2}$  marta kamayishi uchun, lift qanday harakat qilishi kerak?

- A) pastga  $4.9 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan  
B) yuqoriga  $9.8 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan  
C) yuqoriga  $4.9 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan  
D) yuqoriga  $2.45 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan

43. Pastga a tezlanish bilan tushayotgan liftga osilgan 1 uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish chastotasi qaysi javobda to‘g‘ri ko‘rsatilgan?

- A)  $\frac{l}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g-a}}$     B)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$     C)  $2\pi\sqrt{\frac{g-a}{l}}$     D)  $\frac{l}{2\pi}\sqrt{\frac{g-a}{l}}$

44. Agar matematik mayatnik  $a < g$  tezlanish bilan pastga tushaotgan liftga o‘rnatilsa, tebranishlar chastotasi qanday o‘zgaradi?

- A) ortadi    B) o‘zgarmaydi    C) kamayadi  
D) a ning qiymatiga bog‘liq

45. Lift  $6 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan pastga tushmoqda. Liftga osilgan 1 m uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davrini toping (s)  $g=10 \text{ m/s}^2$

- A) 6.28    B) 2.1    C) 1    D) 3.14    E) 1.57

46. Qanday sharoitda matematik mayatnikning tebranish davri cheksiz katta bo‘ladi?

- A) vaznsizlikda    B) ekvatorda  
C) qutbda    D) tog‘ cho‘qqisida

47. Ipga osilgan po‘lat sharcha ostiga kuchli magnit joylashtirilsa, sharchaning tebranish chastotasi qanday o‘zgaradi?

- A) ortadi    B) o‘zgarmaydi    C) kamayadi  
D) javob ipning uzunligiga bog‘liq

48. Massasi 50 g bo‘lgan po‘lat sharchali mayatnikning tebranish davri 2 s. Sharcha ostiga magnit joylashtirilganda, mayatnikning tebranish davri 1 s gacha kamaydi. Sharchaning magnitga tortilish kuchi qanday (N)?

- A) 0.5      B) 1      C) 5      D) 3      E) 1.5

49. Biror matematik mayatnikning tebranish davri  $T_1$  ga, boshqasini esa  $T_2$  ga teng. Uzunligi bu mayatniklar uzunliklarining yig‘indisiga teng bo‘lgan mayatnikning tebranish davri qanday bo‘ladi?

- A)  $T = \sqrt{T_1 \cdot T_2}$     B)  $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$   
 C)  $T = T_1 + T_2$     D)  $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$     E)  $T = \sqrt{2T_1 \cdot T_2}$

50. Birinchi mayatnikning tebranish davri 8 s, ikkinchisiniki 6 s. Ularning uzunliklari yig‘indisiga teng uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davri qanday (s)?

- A) 8      B) 12      C) 14      D) 5      E) 10

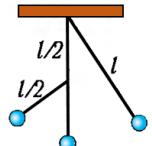
51. Birinchi matematik mayatnikning tebranish davri 5 s, ikkinchisiniki 4 s. Bu mayatniklar uzunliklari farqiga teng uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri qanday (s)? A) 4    B) 3    C) 5    D) 1    E) 9

52. Bir vaqtida ikkita matematik mayatnikning biri 20 marta, ikkinchisi 30 marta tebrandi. Ularning uzunliklari farqi 10 sm bo‘lsa, uzunliklari yig‘indisi qanday bo‘ladi (sm)? A) 30    B) 20    C) 26    D) 32    E) 28

53. Ikkita matematik mayatnikdan biri biror vaqt ichida 24 marta, ikkinchisi 16 marta tebranadi. Ularning uzunliklari orasidagi farq 10 sm. Har bir mayatnikning uzunligini toping (sm). A) 12; 22    B) 8; 18    C) 16; 26    D) 10; 20

54.  $l$  uzunlikdagi matematik mayatnik osilish nuqtasidan  $l/2$  masofa pastda joylashgan mixga tegib tebranayotgan bo‘lsa, uning tebranish davri qanday bo‘ladi?

- A)  $1.35\pi\sqrt{4g}$     B)  $1.5\pi\sqrt{4g}$     C)  $2\pi\sqrt{4g}$     D)  $1.7\pi\sqrt{4g}$     E)  $1.8\pi\sqrt{4g}$



55. Gorizontal yo‘nalishda a tezlanish bilan harakatlanayotgan vagon ichida tebranayotgan  $l$  uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davri nimaga teng?

- A)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2-a^2}}}$     B)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$     C)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$     D)  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$

56. Ikkita matematik mayatnik bir xil davr bilan tebranmoqda. Ikkinchi mayatnikning tebranishi birinchisiga nisbatan yarim davr kech boshlandi. Tebranishlarning fazalari farqini toping. A) 0    B)  $\pi/4$     C)  $\pi$     D)  $\pi/2$     E)  $2\pi$

57. Matematik mayatnik 7 sm amplituda va 2 s davr bilan garmonik tebranmoqda. Uning koordinatasining vaqt bo‘yicha o‘zgarish qonunini toping.

- A)  $x = 0.7\sin\pi t$     B)  $x = 0.07\sin\pi t$   
 C)  $x = 7\sin\pi t$     D)  $x = 0.07\sin 2\pi/t$

58. Amplitudasi 5 sm va davri 0.05 s bo‘lgan garmonik tebranishning tenglamasini tuzing.

- A)  $x = 0.5\cos 40\pi t$  (m)    B)  $x = 0.05\sin 20\pi t$  (m)  
 C)  $x = 0.05\cos 20\pi t$  (m)    D)  $x = 0.05\sin 40\pi/t$  (m)  
 E)  $x = 0.05\sin 100\pi t$  (m)

59. Matematik mayatnikning uzunligi 1 m, tebranish amplitudasi 5 mm. Sanoq boshi qilib muvozanat vaziyatini tanlab olib, harakat tenglamasini tuzing.

- A)  $x = 0.005\sin\sqrt{10}t$     B)  $x = 0.5\sin\sqrt{10}t$   
 C)  $x = 0.05\sin\sqrt{10}t$     D)  $x = 5\sin\sqrt{10}t$

60. 2 sm amplituda bilan tebranayotgan, uzunligi 0.1 m bo'lgan matematik mayatnikning tebranish qonuni qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

- A)  $x = 2\cos 10t$     B)  $x = 2\cos 0.1t$     C)  $x = 0.02\cos 0.1t$   
 D)  $x = 0.02\cos 10t$     E)  $x = 0.1\cos 2t$

61. Matematik mayatnikning tebranish qonuni  $x=0.1\sin 5t$  m ko'rinishga ega. Mayatnikning maksimal tezligini (m/s) toping.

- A) 0.5    B) 5    C) 0.1    D) 2.5    E) 6

62. Mayatnikning tebranish qonuni  $x = 0.1\sin(\pi t + \pi)$  ko'rinishga ega. Tezlikning amplitudaviy qiymatini toping (m/s). A) 0.1    B)  $0.1\pi$     C) 1    D)  $\pi$     E) 20

63.  $x = 2\cos \pi t$  qonuniyat bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtaning  $t=T/2$  paytdagi impulsini toping (kg m/s). Jism massasi 100 g. A) 0    B) 0.1    C) 2    D) 3.14

64. Jism OX o'qi bo'yab garmonik tebranganda uning tezligi  $v_x = 8\cos 4t$  (m/s) qonun bo'yicha o'zgaradi. Tebranishlar amplitudasini toping (m)

- A) 32    B) 8    C) 4    D) 2

65. Uzunliklarining nisbati  $l_1/l_2=2$  bo'lgan, bir nuqtaga osilgan, matematik mayatniklarni ip osilgan nuqta balandligigacha og'dirib, so'ng qo'yib yuborilsa, muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezliklari orasida qanday munosabat o'rinni bo'ladi?

- A)  $v_2 = 2v_1$     B)  $v_1 = 2v_2$     C)  $v_1 = v_2$   
 D)  $v_2 = \sqrt{2v_1}$     E)  $v_1 = \sqrt{2v_2}$

66. Bir nuqtaga osilgan massalari  $m_2/m_1=2$ , uzunliklari  $l_1/l_2=2$  munosabatda bo'lgan matematik mayatniklarni ip osilgan nuqta balandligicha og'dirib, so'ng qo'yib yuborilsa, muvozanat vaziyatidan o'tayotgan tezliklari orasida qanday munosabat o'rinni bo'ladi?

- A)  $v_2 = 2v_1$     B)  $v_1 = 2v_2$     C)  $v_1 = v_2$   
 D)  $v_2 = \sqrt{2v_1}$     E)  $v_1 = \sqrt{2v_2}$

67. Uzunliklarining nisbati  $l_2/l_1=4$  bo'lgan ikki matematik mayatnik bir xil burchakka og'dirilib qo'yib yuborilganda, ularning maksimal tezliklari qanday munosabatda bo'ladi? A)  $v_2 = 2v_1$     B)  $v_1 = 4v_2$     C)  $v_1 = v_2$     D)  $v_1 = 2v_2$

68. Uzunligi 1.6 m bo'lgan matematik mayatnik mayatnikning maksimal tezligi 0.5 m/s bo'lsa, uning tebranishlar amplitudasi qanday (sm) bo'ladi?  $g = 10m/s^2$

- A) 5    B) 20    C) 16    D) 8    E) 50

69. 1 uzunlikdagi ipga osilgan sharcha kichik A amplituda bilan tebranmoqda. Uning maksimal tezligini toping. A)  $2A\sqrt{4g}$     B)  $A\sqrt{g/l}$     C)  $2A\sqrt{g/l}$     D)  $A\sqrt{4g}$

70. m massali sharcha 1 uzunlikdagi ipga osilgan holda kichik A amplituda bilan tebranmoqda. Uning maksimal kinetik energiyasini toping.

- A)  $\frac{A^2 mg}{l}$     B)  $\frac{A^2 mg}{2l}$     C)  $\frac{A^2 2l}{mg}$     D)  $\frac{Am}{2gl}$     E)  $\frac{Amgl}{2}$

71. 0.2 m amplituda bilan tebranayotgan 2 m uzunlikdagi matematik mayatnikning muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi markazga intilma tezlanishi qanday ( $m/s^2$ ) bo'ladi?  $g = 10m/s^2$     A) 1    B) 0.8    C) 0.4    D) 0.2    E) 0.1

72. Tebranishlari amplitudasi A, maksimal tezligi v bo'lgan matematik mayatnikning uzunligi qaysi ifodadan aniqlanadi?

$$A) A^2g/2v^2 \quad B) Ag/v^2 \quad C) 2A^2g/v^2 \quad D) A^2g/v^2$$

73. Matematik mayatnikning tebranish qonuni  $x = 0.1\sin(10\pi t + \pi)$  ko‘rinishga ega. Tezlanishning amplitudaviy qiymatini toping ( $\text{m/s}^2$ ).

$$A) 10\pi^2 \quad B) 100 \quad C) 10 \quad D) \pi^2 \quad E) 1$$

74. Massasi 2 kg bo‘lgan jism  $x=90\sin 5/3t$  (m) qonun bo‘yicha garmonik tebranyapti. Jismga ta’sir etayotgan kuchning amplituda qiymatini toping (N). A) aniqlab bo‘lmaydi B) 64.8 C) 108 D) 300 E) 500

76. Agar matematik mayatnikning tebranish amplitudasi A ga, maksimal tangensial tezlanishi a ga teng bo‘lsa, uning uzunligi qanday?

$$A) Aga \quad B) \frac{ag}{A} \quad C) \frac{Ag}{a} \quad D) \frac{Ag}{a^2}$$

77. Quyidagi hollarning qaysi birida tezlanish massasga bog‘liq?

- A) prujinali mayatnikdagi yukning tebranishida
- B) jism qiya tekislikdan dumalab tushayotganda
- C) jism qiya tekislikdan sirpanib tushayotganda
- D) matematik mayatnikning kichik tebranishlarida

78. Matematik mayatnikning uzunligi 2.5 m bo‘lsa, tangensial tezlanishning o‘zgarish qonuni qanday ko‘rinishga ega?

$$A) -4.5x \quad B) 4x \quad C) 2x \quad D) -4x \quad E) 4.5x$$

79. Uzunligi 10 m bo‘lgan vaznsiz ipga osilgan kichkina sharcha ipning uzunligiga qaraganda ancha kichik amplituda bilan tebranmoqda. Harakatni to‘g‘ri chiziqli deb hisoblab, sharcha tangensial tezlanishining ko‘chish x ga bog‘lanishi  $a=a(x)$  ni toping.

$$A) a=x \quad B) a=10x \quad C) a=0.1x \quad D) a=-x$$

80.  $60^0$  burchakka og‘dirilgan massasi 50 g bo‘lgan mayatnikni muvozanat vaziyatiga qaytaruvchi kuch qanday (N)?

$$A) 0.25\sqrt{3} \quad B) 0.5\sqrt{3} \quad C) 2 \quad D) 3 \quad E) 0.25$$

81. Massasi m bo‘lgan mayatnik vertikal  $\alpha$  burchakka og‘dirilgan. Mayatnik muvozanat vaziyatidan o‘tayotganida, ipning taranglik kuchi qanday bo‘ladi?

$$A) mg\cos\alpha \quad B) mg(1 - \cos\alpha) \quad C) mg\sin\alpha \quad D) mg(3 - 2\cos\alpha)$$

82. Matematik mayatnikning ipi vertikal bilan  $60^0$  burchak hosil qilgan paytda, tebranuvchi jismning tezligi 2 m/s bo‘lsa, ipning taranglik kuchi qanday (N) bo‘ladi? Jism massasi 100 g, ipning uzunligi 40 sm.

$$A) 3.0 \quad B) 2.5 \quad C) 2.0 \quad D) 1.5 \quad E) 1.0$$

83. Matematik mayatnikning uzunligi 2 marta kamaytirib, tebranishlar amplitudasini 3 marta oshirilsa, uning to‘la mexanik energiyasi necha marta ortadi? (A<<1)

$$A) 3\sqrt{2} \quad B) 6 \quad C) 9 \quad D) 12 \quad E) 18$$

84. Matematik mayatnikning uzunligi 1.5 marta kamaytirib, amplitudasi 2 marta orttirilsa, uning to‘liq mexanik energiyasi necha marta ortadi?

$$A) 6 \quad B) 9 \quad C) 10 \quad D) 1.5 \quad E) 12$$

85. Bir tebranish davri davomida matematik mayatnikning potensial energiyasi necha marta kinetik energiyaga aylanadi? A) 1 B) 3 C) 4 D) 8 E) 2

86. Massasi 10 g va uzunligi 100 sm bo‘lgan matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan  $60^0$  burchakka og‘dirib qo‘yib yuborilgan. Mayatnikning harakat boshidagi potensial energiyasini toping (mJ). A) 1 B) 5 C) 10 D) 50

87. Vaznsizlik sharoitida qaysi asboblardan foydalanish mumkin: 1) pallali tarozi 2) prujinali tarozi 3) mayatnikli soat 4) prjinali soat 5) areometr 6) termometr?

- A) 5, 3      B) 1, 2, 6      C) 1      D) 4, 6

87a. Majburiy tebranish amplitudasi tashqi majburlovchi kuch chastotasi bilan qanday bog'langan? Majburlovchi kuch amplitudasini doimiy deb hisoblang.

- A) chastotaga bog'liq emas  
B) chastota ortishi bilan uzluksiz ortadi  
C) chastota ortishi bilan uzluksiz kamayadi  
D) chastota ortishi bilan oldin ortadi, maksimumga yetadi, keyin kamayadi

88. 0.1 Hz chastotali tashqi kuch ta'sirida matematik mayatnikda rezonans hodisasi yuzaga kelishi uchun uning uzunligi qanday (m) bo'lishi kerak?

- A) 9,9      B) 2,5      C) 40      D) 25

89. Uzunligi 10 m bo'lgan matematik mayatnikka ta'sir etayotgan tashqi kuch chastotasi necha gers bo'lganda rezonans hodisasi yuz beradi?

- A) 6,28      B) 12,56      C) 1/12,56      D) 1/6,28      E) 0

90. Tebranish davri T bo'lgan matematik mayatnikka tashqi kuch ta'sir qilganda rezonans yuzaga kelishi uchun tashqi ta'sir chastotasi v qanday bo'lishi kerak?

- A)  $v = 1/T$       B)  $v = T/2\pi$       C)  $v = 1/\sqrt{2\pi T}$   
D)  $v = 2\pi T$       E)  $v = \sqrt{2\pi/T}$

91. Binoning oldidan g'ildiragining radiusi 0.4 m bo'lgan og'ir yuk mashinasi o'tganda, bino derazalari zirillab ketdi. Agar derazaga o'rnatilgan chastotametr derazaning tebranish chastotasi 5 Hz ekanligini ko'rsatsa va deraza oynasining tebranishlari mashina g'ildiragi aylanishlari ta'sirida yuzaga kelgan bo'lsa, mashina taxminan qanday tezlik (m/s) bilan harakatlangan?

- A) 2      B) 6,5      C) 9,6      D) 12,6

## 45 - §. GARMONIK TEBRANISHLAR

**Sinus** yoki **kosinus** qonuni bo'yicha o'zgaruvchi harakatga garmonik tebranma harakat deyiladi.

Tebranma harakat jismning muvozanat vaziyatidan boshlansa **sin** funktsiyadan, eng chetki, yani amplituda vaziyatidan boshlansa **cos** funktsiyadan foydalaniladi. Quyida keltirilgan tenglama garmonik tebranma harakat tenglamasi deyiladi.

$$x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad x = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right); \quad x = A \cdot \sin(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0);$$

Garmonik tebranishlarda ularning davri va chastotasi amplitudaga bog'liq bo'lmaydi, tebranishlar shakli o'zgarmaydi.

### Prujinali mayatnikning garmonik tenglamasi

Prujinali mayatnik uchun garmonik tebranma harakat tenglamasi  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  ni e'tiborga olsak quyidagicha yoziladi:  $x = A \cdot \sin(\sqrt{k/m} \cdot t + \varphi_0)$

$x$ -jismni muvozanat vaziyatidan siljish masofasi,  $A$ -amplituda,  $\varphi_0$ -boshlang'ich faza,  $(\omega t + \varphi_0)$  bu  $t$  vaqtdagi faza.

Prujinali mayatnik tezligi  $\vartheta$  va tezlik amplitudasi  $\vartheta_{\max}$  ni topish uchun  $x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tenglamadan bir marta hosila olish orqali topamiz:

$$\begin{aligned}\vartheta &= x', & \vartheta &= \vartheta_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0), & \vartheta_{\max} &= \omega \cdot A, & \vartheta_{\max} &= A \sqrt{\frac{k}{m}}, \\ \vartheta_{\max} &= 2\pi v A; & \vartheta_{\max} &= \frac{2\pi A}{T}.\end{aligned}$$

Prujinali mayatnik tezlanishi  $a$  ning tenglamasini  $x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tenglamasida ikki marta hosila olish orqali yoki  $\vartheta = \vartheta_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tezlik tenglamasidan bir marta hosila olish orqali topiladi:

$$a = x'', \quad a = a_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0), \quad a = -\omega^2 \cdot x, \quad a = -\frac{k}{m} \cdot x, \quad a = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x$$

Prujinali mayatnik tezlanishining amplituda qiymatini topish:

$$a_{\max} = \omega^2 A; \quad a_{\max} = A \cdot k / m; \quad a_{\max} = 4\pi^2 v^2 A; \quad a_{\max} = 4\pi^2 A / T^2.$$

### **Matematik mayatnikning garmonik tenglamasi**

Matematik mayatnik uchun garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagiga teng: agar  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$  ni e'tiborga olsak u holda

$$x = A \cdot \sin(\sqrt{g/l} \cdot t + \varphi_0)$$

Matematik mayatnik tezligi  $\vartheta$  va tezlik amplitudasi  $\vartheta_{\max}$  ni topish uchun  $x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tenglamadan bir marta hosila olish orqali topamiz:

$$\begin{aligned}\vartheta &= x', & \vartheta &= \vartheta_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0), & \vartheta_{\max} &= \omega \cdot A, & \vartheta_{\max} &= A \sqrt{\frac{g}{l}} \\ \vartheta_{\max} &= 2\pi v A, & \vartheta_{\max} &= \frac{2\pi A}{T}.\end{aligned}$$

Matematik mayatnik tezlanishi  $a$  ning tenglamasini  $x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tenglamasida ikki marta hosila olish orqali yoki  $\vartheta = \vartheta_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$  tezlik tenglamasidan bir marta hosila olish orqali topiladi:

$$a = x'', \quad a = a_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0), \quad a = -\omega^2 \cdot x, \quad a = -\frac{g}{l} \cdot x, \quad a = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x$$

Matematik mayatnik tezlanishining ampilituda qiymatini topish:

$$a_{\max} = \omega^2 A; \quad a_{\max} = A \cdot \frac{g}{l}; \quad a_{\max} = 4\pi^2 v^2 A; \quad a_{\max} = \frac{4\pi^2 A}{T^2}.$$

Chetki (Ekstremal) nuqtalar orasidagi pozitsiyada to'liq energiya:

Garmonik tebranmma harakatda to'liq energiya:

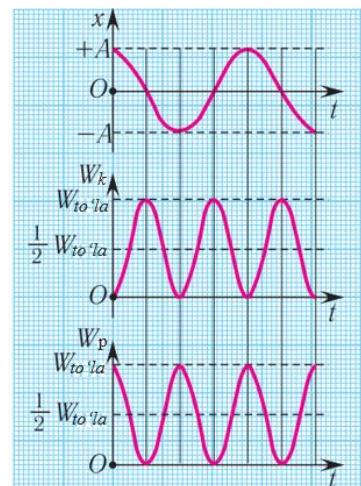
$$W_t = W_p^{\max} = W_k^{\max} = W_p + W_k, \quad \text{yoki} \quad W_t = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

Agar garmonik harakat teglamasi  $x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$  va  $\vartheta = -\vartheta_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$  hamda purjinaning bikirligi  $k = m\omega^2$  ga va  $A = x_{\max}$  tengligini e'tiborga olsak u holda  $t$  vaqtdagi potensial va kinetik energiyalar quyidagi tenglama orqali topiladi (297-rasm):

$$\text{Potensial energiya: } W_p = \frac{mA^2\omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)}{2}.$$

$$\text{Kinetik energiya: } W_k = \frac{mA^2\omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)}{2}.$$

$$\text{To'liq energiya: } W_t = \frac{mA^2\omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)}{2} + \frac{mA^2\omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2}.$$



**297 – rasm.**

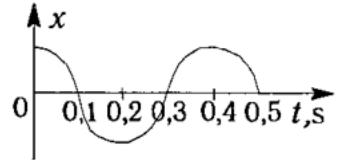
### Mavzuga doir test

- Quyidagi kattaliklardan qaysi biri tebranuvchi jismning xususiy xossasi hisoblanadi?
  - tebranishlar amplitudasi
  - tebranishlarning boshlang 'ich fazasi
  - tebranishlar chastotasi
  - tebranishlar fazasi
- Keltirilganlar ichidan garmonik tebranishni xarakterlovchi ifodalarni toping: 1)  $x = Asin(\omega t + \alpha)$ ; 2)  $x = x_0 + v_0t + at^2/2$ ;
- $x = Acos(\omega t + \alpha)$ ; 4)  $x = F/k$ ; 5)  $x = x_0 + vt$ 
  - 1, 2
  - 1, 3
  - 2, 3
  - 3, 4
  - 4, 5
- $x = Acos 15t$  tenglama asosida garmonik tebranma harakat qiluvchi jismning tebranishlar amplitudasi qanday? A)  $\cos 15$  B)  $15$  C)  $20A$  D)  $20$  E)  $15t$
- Moddiy nuqta tebranishlari  $x = 2 + 3\sin(4\pi t + \pi/4)$  ( $m$ ) tenglama bilan tavsiflanadi. Nuqtaning eng chetki ikki vaziyatlari orasidani masofani toping ( $m$ ).
  - 8
  - 6
  - 5
  - 4
  - $2\pi$
- Mexanik tebranishlar  $x = 0.3\cos(16\pi t + \pi/2)$  qonuniyat bo'yicha ro'y beradi. Tebranishlar davrini toping (s).
  - 1/16
  - 1/8
  - 8
  - 16
  - $8\pi$
- Garmonik tebranuvchi jism koordinatasining vaqtga bog'lanishi  $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$  tenglama bilan ifodalanadi. Bu jism tebranishlarining davri qanday (s)?
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - $5$
- Garmonik tebranayotgan jismning harakat tenglamasi  $x = 0.5\cos 10\pi t$ . Jism tebranishlarining chastotasi qanday (Hz)?
  - 10
  - 50
  - 0.5
  - 5
  - 10

8. Tebranishlar  $x = 5\sin(\pi t + 0.5\pi)$  qonuniyat bo'yicha ro'y beradi. Tebranishlar chastotasini toping (Hz). A) 0 B) 0.5 C) 1 D) 2 E) 5

9. Rasmda OX o'qi bo'yicha garmonik tebranma harakat qilayotgan jism koordinatasining vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Tebranishlar chastotasi qanday (Hz)?

- A) 10 B) 5 C) 3 D) 2.5 E) 0.5



10. Moddiy nuqtaning tebranish qonuni  $x = 0.03 \sin(2\pi t/T)$  ko'rinishda berilgan. Uning  $t = 3T/4$  paytdagi siljishi modulini toping (m)

- A) 0.05 B) 0.04 C) 0.03 D) 0.02

11. Nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 0.3 \sin 0.1\pi t$  ko'rinishda yoziladi. Harakatning qandayligi va uni tavsiflovchi kattaliklarni aniqlang.

- A) radiusi 0.3 m bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakat, chiziqli tezligi 0.1 m/s  
 B) tebranma harakat, amplitudasi 3 sm, chastotasi 0.1 Hz  
 C) to'lqin harakat, to'lqin uzunligi 20 m, amplitudasi 0.3 m.  
 D) tebranma harakat, amplitudasi 30 sm, davri 20 s.

12. Nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 0.06 \sin 0.5\pi t$  ko'rinishda berilgan. Harakatning turi va uni tavsiflovchi kattaliklarning qiymatlarini aniqlang.

- A) amplitudasi 6 sm va davri 4 s bo'lgan tebranma harakat  
 B) radiusi 0.06 m bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakat, aylanishlar chastotasi  $v=0.25 s^{-1}$   
 C) amplitudasi 6 sm va davri 0.5 s bo'lgan tebranma harakat  
 D) diametri 6 sm bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakat, aylanish davri 0.5 s

13. Amplitudasi 20 sm, tebranish davri 5 s, boshlang'ich fazasi 0 ga teng bo'lgan garmonik tebranish tenglamasini yozing.

- A)  $x = 0.2 \sin 0.4\pi t$       B)  $x = 20 \sin(0.4\pi t + \pi/4)$   
 C)  $x = 20 \sin 0.2\pi t$       D)  $x = 0.2 \sin 5\pi t$       E)  $x = 20 \sin 4\pi t$

14. Garmonik tebranishlar amplitudasi 1 m, boshlang'ich fazasi  $\pi$ , tebranishlar davri 2 s bo'lsa, shu tebranish tenglamasi qanday bo'ladi?

- A)  $x = A_0 \cos(2\pi t + \pi)$       B)  $x = \cos(2t + \pi)$   
 C)  $x = \cos(2\pi\omega t + \pi)$       D)  $x = \cos(\pi t + \pi)$

15. Amplitudasi 1 mm, chastotasi 1000 Hz, boshlang'ich fazasi  $\pi/3$  bo'lgan garmonik tebranishlarning tenglamasini tuzing.

- A)  $x = 0.001 \cos(2000\pi t + \pi/3)$       B)  $x = \sin(1000\pi t + \pi/3)$   
 C)  $x = \cos(1000\pi t + \pi/3)$       D)  $x = 0.001 \sin(2000\pi t)$   
 E)  $x = 0.001 \cos(2000\pi t)$

16. Garmonik tebranish amplitudasi 3 m, boshlang'ich fazasi  $\pi/2$ , tebranishlar soni minutiga 180 bo'lsa, quyidagi ifodalarning qaysi biri shu tebranish tenglamasi bo'ladi?

- A)  $x = 3 \cos(2\pi t + \pi/2)$       B)  $x = \cos(2\pi t + \varphi_0)$   
 C)  $x = 3 \cos(6\pi t + \pi/2)$       D)  $x = 3 \cos(\cos 6\pi t + \varphi_0)$

17. Garmonik tebranish amplitudasi 15 sm, boshlang'ich fazasi  $\pi/3$ , tebranishlar soni minutiga 90 marta bo'lsa, shu tebranishning tenglamasi qanday ko'rinishda bo'ladi?

- A)  $x = 15 \cos(6\pi t + \pi/3)$       B)  $x = 0.15 \cos(6\pi t + \pi/3)$   
 C)  $x = 1.5 \cos(6\pi t + \pi/3)$       D)  $x = 0.15 \cos(3\pi t + \pi/3)$

18. 1 minutda 60 ta tebranadigan, amplitudasi 8 sm va boshlang‘ich fazasi  $3\pi/2$  bo‘lgan garmonik tebranish tenglamasini yozing.

- A)  $x = 0.8\cos(2\pi t + 3\pi/2)$       B)  $x = 0.8\cos(\pi t - 3t/2)$   
 C)  $x = 0.8\cos(\pi t + 3\pi/2)$       D)  $x = 0.8\cos(\pi t + 3t/2)$   
 E)  $x = 0.08\cos(2\pi t + 3\pi/2)$

19. Bikrligi 400 N/m bo‘lgan prujinaga osilgan 1 kg massali yuk 12 sm amplituda bilan tebranmoqda. Shu tebranishning matematik qonunini ko‘rsating.

- A)  $x = 0.4\cos 120t$       B)  $x = 0.4\cos 12t$       C)  $x = 0.12\cos 20t$   
 D)  $x = 0.12\cos 40t$       E)  $x = 0.12\cos 400t$

20. Massasi 0.1 kg bo‘lgan prujinali mayatnikning tebranish qonuni  $x = 0.05\sin 10t$  (m) ko‘rinishga ega. Prujinaning bikirligini toping (N/m)

- A) 2      B) 10      C) 5      D) 6.4

21. Kosinus qonuni bo‘yicha garmonik tebranayotgan nuqtaning  $\pi/3$  fazadagi siljishi 1 sm bo‘lsa,  $5\pi/3$  fazadagi siljishi necha sm bo‘ladi?

- A) 0.5      B) 1      C) 1.25      D) 2.5

22. Qanday fazalarda siljish modul bo‘yicha amplitudaning  $\sqrt{2}/2$  qismiga teng bo‘ladi? Tebranishlar kosinus qonuni bo‘yicha ro‘y beradi.

- A)  $\frac{\pi}{2}$       B)  $\frac{\pi}{3}$       C)  $\frac{\pi}{4}$       D)  $\pm \frac{\pi}{4} \pm 2\pi n$       E)  $\pm \frac{\pi}{4} \pm \pi n$

23. Tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan siljishi davrning qanday qismida amplitudaning yarmiga teng bo‘ladi? A)  $T/12$       B)  $T/3$       C)  $T/4$       D)  $T/8$       E)  $T/6$

24. Garmonik tebranayotgan jism muvozanat vaziyatidan chetki vaziyatgacha bo‘lgan masofaning birinchi yarmini davrning qanday qismida o‘tadi?

- A)  $T/12$       B)  $T/3$       C)  $T/4$       D)  $T/6$       E)  $T/12$

25. Mayatnikning tebranishlar davri 6 s. U muvozanat vaziyatidan eng chetki vaziyatgacha bo‘lgan yo‘lning birinchi yarmini necha sekundda o‘tadi?

- A) 1,5      B) 1      C) 0.5      D) 0.75

26. Tebranish davri 36 s bo‘lgan moddiy nuqta muvozanat vaziyatidan yarim amplitudagacha qancha vaqtida siljiydi (s)?

- A) 9      B) 8      C) 4.5      D) 4      E) 3

27. Mayatnikning tebranish davri 3.6 s. U necha sekundda muvozanat vaziyatidan  $x=A/2$  nuqtagacha masofani bosib o‘tadi?

- A) 0.3      B) 0.4      C) 0.6      D) 0.9      E) 1.8

28. Prujinaga osilgan yuk 0.01 s da muvozanat vaziyatidan 0.5 sm ga siljidi. Tebranish amplitudasini 1 sm deb qabul qilib, tebranishlar davrini toping (s)

- A) 0.05      B) 0.06      C) 0.08      D) 0.12      E) 0.24

29. Moddiy nuqtaning tebranish davri 24 s bo‘lsa, u yarim amplituda holatidan eng chetki vaziyatga qanday vaqtida ko‘chadi (s)?

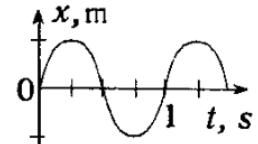
- A) 2      B) 6      C) 9      D) 12      E) 4

30. Moddiy nuqtaning tebranma harakati  $x = Asin\omega t$  qonuniyat bo‘yicha ro‘y bermoqda. Tebranish davrining qanday qismida u tebranish amplitudasining ikkinchi yarmini bosib o‘tadi? A)  $T/2$       B)  $T/3$       C)  $T/4$       D)  $T/6$       E)  $T/12$

31. Tebranishlar fazasi deyilganda, nima nazarda tutiladi?

- A) tebranuvchi kattalikni ixtiyoriy paytda to‘la aniqlovchi mustaqil o‘zgaruvchi

- B) tebranish tezligi  
 C) tebranuvchi jismga ta'sir etuvchi kuchning berilgan paytdagi qiymatini to'la aniqlovchi kattalik  
 D) tebranish kinetik energiyasining eng katta qiymati
32. Garmonik tebranish fazasi ifodasini ko'rsating.  
 A)  $\cos(\omega t + \alpha)$     B)  $\omega t + \alpha$     C)  $\sin(\omega t + \alpha)$     D)  $\omega t$     E)  $\alpha$
33. OX o'q bo'y lab yuk tebranishi  $x = 3\cos(2t + \pi/2)$  tenglama bilan ifodalanadi.  $t = 3$  s paytdagi tebranish fazapsini aniqlang  
 A) 6    B) 3    C)  $6 + \pi/2$     D)  $\pi/2$
34. Agar tebranishlar sinuslar qonuniga asosan sodir bo'lsa, siljish qanday fazalarda modul bo'yicha amplitudaning taqriban 0.87 qismiga teng bo'ladi?  
 A)  $\pi/2; \pi; \pi/2$  rad    B)  $\pi/3; 2\pi/3; 4\pi/3; 5\pi/3$  rad  
 C)  $\pi/4; \pi/2; 3\pi/4; 7\pi/4$  rad    D)  $\pi/6; \pi/3; \pi/2; 2\pi/3; 5\pi/6; \pi; 7\pi/6; 4\pi/3; 3\pi/2; 5\pi/3; 11\pi/6$  rad
35. Garmonik tebranayotgan nuqta tezligi vaqtga bog'liq ravishda qanday o'zgaradi?  
 A) o'zgarmas saqlanadi    B) vaqtga to'g'ri proporsional  
 C) sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha  
 D) vaqtga teskari proporsional
36. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 0.5\sin\pi t$  (m) bo'lsa, uning tezligi amplitudasi qanday (m/s) bo'ladi?    A) 0.25    B) 0.5    C) 3.14    D) 6.28    E) 1.57
37. Jism X o'q bo'y lab  $x = 0.6\sin 3t$  (m) qonunga muvofiq tebranmoqda. Uning maksimal tezligi qanday (m/s)?    A) 0.2    B) 0.6    C) 0.18    D) 1.8    E) 5.4
38. Moddiy nuqtaning siljishi  $x = 0.4\cos 30t$  qonunga asosan o'zgaradi. Nuqtaning muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezligini (m/s) toping.  
 A) 10    B) 15    C) 24    D) 12
39. Garmonik tebranishlar tenglamasi  $x = 5\cos 2\pi t$  (m) ko'rinishga ega. Tebranuvchi nuqtaning tebranishlar boshidan 0.25 s o'tgan paytdagi tezligini toping (m/s).  
 A)  $-10\pi$ ;    B)  $10\pi$     C) 10    D) 5    E) 0
40. Keltirilgan grafikdan foydalanib, tebranayotgan moddiy nuqtaning  $t=0.25$  s paytdagi tezligini aniqlang (m/s)  
 A) 0    B) 0.25    C) 2.5    D) 4    E) 5
41. Tebranayotgan jism tezligining tenglamasi  $v = 5\sin(3t + \pi/3)$  m/s ko'rinishda bo'lsa, jism tezligi tebranishlarining boshlang'ich fazasi qanday?    A)  $3t + \pi/3$     B)  $3t$     C) 5    D)  $\pi/3$
42. Garmonik tebranayotgan moddiy nuqta tezligining o'zgarishi siljish o'zgarishidan faza jihatdan qanday farq qiladi?  
 A)  $\pi/2$  ga orqada    B)  $\pi/2$  ga oldinda  
 C)  $\pi/2$  ga oldinda    D)  $\pi/4$  ga orqada
43. Garmonik tebranayotgan nuqta tezlanishi vaqt bo'yicha qanday o'zgaradi?  
 A) vaqtga teskari proporsional    B) vaqtga to'g'ri proporsional  
 C) sinus yoki kosinus qonuniga binoan    D) o'zgarmas saqlanadi
44. Garmonik tebranayotgan jism tezligi  $v = 6\cos 3t$  qonunga bo'ysunsa, tezlanish amplitudasi qanday ( $m/s^2$ ) bo'ladi?    A) 2    B) 51    C) 6    D) 3    E) 18



45. Jism  $x = 0.4\sin 2t$  (m) qonun bo'yicha OX o'qi bo'ylab tebranmoqda. Tezlanishning amplitudasi qanday ( $m/s^2$ )?

- A) 0.4    B) 0.8    C) 1.6    D) 0.2    E) 0.1

46. Prujinaga bog'langan yuk  $x = 0.05\cos 20t$  tenglamaga binoan tebranadi. Yukning maksimal tezlanishi moduli qanday ( $m/s^2$ )?    A) 1    B) 20    C) 400    D) 5

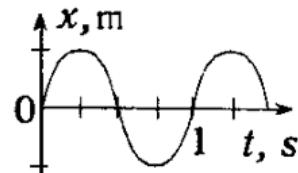
47. OX o'q bo'ylab tebranayotgan jism tezlanishi  $a_x = 4\cos 2t$  ( $m/s^2$ ) qonunga bo'ysunsa, tebranish amplitudasi qanday bo'ladi (m)?

- A) 1    B) 4    C) 8    D) 12    E) 16

48. Garmonik tebranish tenglamasi  $x = 0.05\cos 4\pi t$  (m) ko'rinishda berilgan. Tebranishning maksimal tezlanishi moduli qanday ( $m/s^2$ )?

- A)  $0.2\pi^2$     B)  $0.4\pi^2$     C)  $0.8\pi^2$     D)  $0.5\pi$

49. Keltirilgan grafikdan foydalanib, tebranayotgan moddiy nuqtaning  $t = 0.5$  s vaqt momentidagi tezlanishini ( $m/s^2$ ) aniqlang.    A) 0    B) 1    C) 1.5    D) 2    E) 0.5



50. Moddiy nuqtaning garmonik tebranma harakat tenglamasi  $x = 5\cos 2\pi t$  (m) ko'rinishda bo'lsa, tebranayotgan nuqtaning tebranish boshlangandan 0.25 s o'tgandagi tezlanishi qanday ( $m/s^2$ )?

- A)  $10\pi^2$     B)  $20\pi^2$     C) 20    D) 0

51. Jismning garmonik tebranishlar amplitudasini o'zgarishsiz qoldirib, chastotasi 2 marta oshirilsa, tezlik va tezlanish amplitudasi qanday o'zgaradi?

- A) tezlikniki 4 marta, tezlanishniki 2 marta ortadi  
 B) tezlik va tezlanish amplitudasi 2 marta ortadi  
 C) tezlik va tezlanish amplitudasi 4 marta ortadi  
 D) tezlik amplitudasi 2 marta, tezlanish amplitudasi esa 4 marta ortadi

52. Bikrligi 0.5 kN/m bo'lgan prujinaga osilgan 500 g massali sharcha tebranib turibdi. Sharcha tezlanishning ko'chish x ga bog'lanishi  $a = a(x)$  qanday bo'ladi?

- A)  $a = -x$     B)  $a = -1000x$     C)  $a = 1000x$     D)  $a = x$     E)  $a = -500x$

53. Garmonik tebranayotgan massasi 0.1 kg bo'lgan jismga ta'sir etuvchi kuchning jism koordinatasiga bog'lanishi  $F_x = -40x$  ( $[F_x] = N$ ;  $[x] = m$ ) ko'rinishda berilgan. Jismning tebranish davrini (s) toping.

- A) 0.0314    B) 0.314    C) 0.628  
 D) 3.14    E) 6.28

54. Prujinaga mahkamlangan yuk gorizontal sterenda tebranmoqda. Siljish  $x = 0.5\sin 10t$  qonun asosida o'zgaradi. Yukning massasi 200g bo'lsa, eng chekka vaziyatda yukka qanday (N) kuch ta'sir qiladi?

- A) 10    B) 20    C) 12    D) 15    E) 5

55. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi  $x = 2\cos(\pi t/6)$  shaklda berilgan. Eng katta tezlanishga erishiladigan vaqt momentlarini toping.

- A)  $t_n = 3ns$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ )    B)  $t_n = (3 + 6n)s$   
 C)  $t_n = 3(1 + n)s$     D)  $t_n = 6n s$  ( $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ )

56. Massasi 30 g bo'lgan moddiy nuqta  $x = 0.04\sin(5t + 0.6)m$  qonunga binoan tebranayotgan bo'lsa, uning to'la mexanik energiyasi qanday (mJ)?

- A) 0.6    B) 0.3    C) 3    D) 6

57. Prujinaga osilgan jismning massasi 0.5 kg. Uning harakat tenglamasi  $x=0.1 \cos 20t$ . Jismning to‘liq mexanik energiyasi necha joulga teng? Muvozanat vaziyatidagi potensial energiyani nolga teng deb olamiz. A) 2 B) 10 C) 1 D) 20

58. Prujinali mayatnik muvozanat vaziyatidan chiqarib, qo‘yib yuborildi. Qanday eng kam vaqtadan so‘ng mayatnikning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo‘ladi? Tebranishlar davri T. A)  $T/10$  B)  $T/6$  C)  $T/4$  D)  $T/8$

59. Garmonik tebranishning amplitudasi 2 marta ortib, chastotasi 2 marta kamaysa, uning to‘liq energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) 4 marta ortadi B) o‘zgarmaydi
- C) 2 marta kamayadi D) 2 marta ortadi

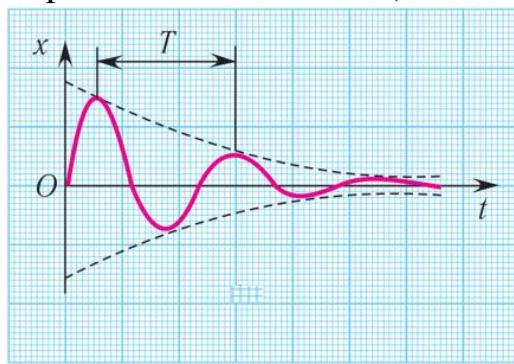
## 46 - §. MAJBURIY TEBRANISHLAR

### Erkin va majburiy tebranishlar

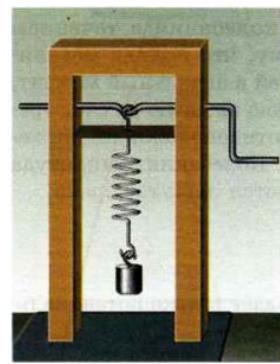
Biz ikki xil tebranish sistemasi-prujinali mayatnik va matematik mayatnik bilan tanishdik. Prujinali mayatnik “jism-prujina” berk sistemidan, matematik mayatnik esa “jism-ip-yer” berk sistemidan iborat. Oldingi mavzularda bunday berk sistemalaiga ishqalanish kuchlari, havoning qarshiligi va boshqa tashqi kuchlar ta’sir qilmaydi, ulaming tebranishlar amplitudasi o‘zgarmas deb olingan edi (296–rasm).

Tashqi kuchlar ta’siridan xoli bo‘lgan berk sistemalardagi amplitudasi o‘zgarmas bo‘lgan tebranishlar ***erkin tebranishlar*** deb ataladi.

Aslida har qanday tebranishlarga tashqi kuchlar ta’sir etadi. Prujinali mayatnikda jismning sirtga ishqalanishi, matematik mayatnikda esa havoning qarshiligi sezilarli ta’sir ko’rsatadi. Tashqi kuchlar qarshiligi tufayli prujinali mayatnik va matematik mayatnikning amplitudasi so’nib boradi (298–rasm).



298 – rasm.



299 – rasm.

Amplitudasi kamayib boradigan tebranishlar ***so‘nuvchan tebranishlar*** deb ataladi.

Mayatnikning tebranishi so’nmasligi uchun unga davriy ravishda kuch bilan ta’sir etib turishimiz kerak. 299–rasmida tasvirlangan tebranish sistemasida o‘rtasi bukilgan steinen dastasini uzluksiz aylantirib, prujinali mayatnikka davriy kuch bilan ta’sir etishimiz va mayatnikni o‘zgarmas amplituda bilan tebranishga majbur qilishimiz mumkin.

Sistemaga vaqt bo'yicha davriy tashqi kuch  $F(t)$  ta'sir etayotgan bo'lsin. Bunda yuzaga keladigan tebranishlar, avval biz yuqotida ko'rghan erkin tebranishlardan farqli bo'lib, **majburiy tebranish** deb ataladi.

Majburiy tebranishlar tenglamasi quyidagicha ko'rinishda

$$m\ddot{x} + kx = F(t)$$

bo'ladi, bunda  $F(t)$  tashqi kuch. Harakat tenglamasini o'zgartirib ushbu

$$\ddot{x} + \omega^2 x = \frac{F(t)}{m}$$

tenlamani olamiz, bu yerda biz, yana  $\omega = \sqrt{k/m}$  xususiy tebranishlar chastotasini kiritdik.

Mayatnikli soatning mayatnigi tashqi kuch ta'sirida o'zgarmas amplituda va bir xil davr bilan majburiy tebranadi.

Mayatnikli soat mayatnigi qanday tashqi kuch hisobiga o'zgarmas amplituda bilan davriy tebranadi?

Majburiy tebranishlarda ishqalanish, havoning qarshiligi va boshqa tashqi kuchlar tufayli yo'qotilgan energiya majburlovchi kuch bajargan ish hisobidan to'ldirib turiladi.

### Rezonans hodisasi

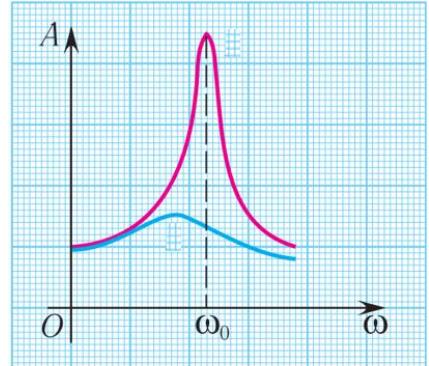
Prujinaning bikirligi va osilgan jism massasi ma'lum bo'lsa, bunday prujina ma'lum  $v_0$  chastota bilan tebranadi.

Bu uning xususiy chastotadir. Shunga o'xshash har bir tebranish sistemasi o'z xususiy chastotasiga ega.

299-rasmida tasvirlangan tebranish sistemasida stejen dastasini turli chastotada (tezlikda) aylantirib, prujinaga osilgan jismning tebranish amplitudasini o'zgartirish mumkin. Majburiy tebranishlar amplitudasi majburlovchi kuch (dastani aylantirish kuchi) chastotasiga bog'liq. Majburlovchi kuchning chastotasi prujinali mayatnikning xususiy chastotasiga yaqinlashgan sari tebranish amplitudasi orta boradi. Majburlovchi kuchning chastotasi xususiy chastotaga teng bo'lganda mayatnikning tebranish amplitudasi maksimal (eng katta) qiymatga ega bo'ladi (300-rasm).

Majburlovchi kuch tebranish chastotasi sistemaning xususiy tebranish chastotasiga tenglashganda tebranishlar amplitudasining keskin ortish hodisasi **rezonans** deb ataladi.

Barcha buyumlar, materiallar, turli obyektlar xususiy chastotaga ega bo'ladi. Masalan, agar devorga maxsus qurilma bilan tebranish berib turilsa, avvaliga devor kichik amplituda bilan tebranadi. Devor ham xususiy tebranish chastotasiga ega. Agar qurilma orqali devorga uzatilayotgan tebranishlar devorning xususiy chastotasiga mos kelib qolsa, devor katta amplituda bilan tebranishi va qulab tushishi mumkin.



**300 – rasm.**

Tarixda shunday voqea bo'lgan: askarlar ko'priordan bir xil qadam tashlab o'tayotganlarda ularning qadam tashlash chastotasi ko'priking xususiy chastotasiga tasodifan mos kelib qolgan va rezonans yuz bergan. Tebranish amplitudasi juda kattalashib ketishi natijasida ko'prik buzilib ketgan.

Ba'zan ko'chada og'ir yuk mashinasi o'tayotganda uyning deraza oynasi zirillab ketadi. Buning sababi oynaning xususiy tebranish chastotasi mashinaning tebranish chastotasi bilan tenglashib qolganligidir.

Rezonansning xatarli oqibatlari oldini olish uchun rezonans hodisasi bo'lishiga yo'l qo'ymaslik zarur. Buning uchun ko'pri, poydevor, transport vositalari va boshqalarning xususiy tebranish chastotalari hisoblab chiqiladi. Ularning xususiy tebranish chastotalari atrofda sodir bo'lib turadigan turli tashqi tebranish chastotalaridan farqli bo'lishi ta'minlanadi.

Rezonansdan foydalanish ham mumkin. Chunki juda kichik kuch yordamida katta amplitudali tebranishni hosil qilsa bo'ladi.

## 47 - §. TO'LQIN. KO'NDALANG VA BO'YLAMA TO'LQINLAR

### Tebranishlarning tarqalishi

Arqonning bir uchini tayanchga bog'lab, ikkinchi uchidan ushlab davriy ravishda tebrantiraylik. Bunda tebranish arqon bo'ylab tarqalayotganini ko'ramiz. Tarqalayotgan bu tebranish to'lqindir.

Agar ip uchiga biror jism bog'lab, uni idishdagi suv sirtiga davriy ravishda tegizib – ko'tarib turilsa, suv sirtida davriy ravishda tarqalayotgan to'lqinlarni kuzatish mumkin.

Tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni **to'lqin** deb ataladi.

To'lqinlar 2 xil bo'ladi: **Bo'ylama to'lqin** va **ko'ndalang to'lqin**.

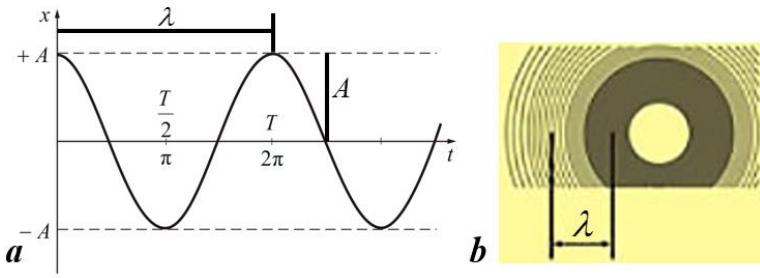
To'lqin harakatda tebranayotgan jism zarralari to'lqin bilan birgalikda ko'chmaydi, balki joyida tebranadi xolos. Arqon tebrantirilganda, biz ushlab turgan qismi o'z o'rnila qoladi. tebranish esa ikkinchi uchi tomon boradi. Suv sirtida hosil qilingan aylanalar ko'chadi, lekin suv zarralari o'z joyida tebranadi.

### To'lqin uzunligi

Tebranishning tarqalishi uchun, ya'ni to'lqinning bir joydan boshqa joyga ko'chib borishi uchun ma'lum vaqt kerak bo'ladi, ya'ni to'lqin ma'lum tezlik bilan harakat qiladi. Suv sirtida aylana shaklidagi to'lqin ham, arqon tebranganda hosil bo'lgan to'lqin ham tezlikka ega.

Ma'lum bir tebranish davrida to'lqinning bosib o'tgan masofasini tavsiflash uchun to'lqin uzunligi degan fizik kattalik kiritilgan.

To'lqinning bir davr ichida tarqalish masofasi ***to'lqin uzunligi*** deb ataladi va  $\lambda$  (*lambda*) harfi bilan belgilanadi (301-a rasm, 301-b rasm sferik to'lqin).



**301 – rasm.**

To'lqin uzunligini tebtanish davri va tezligi orqali quyidagicha ifodalanadi:  
 $\lambda = \vartheta \cdot T$

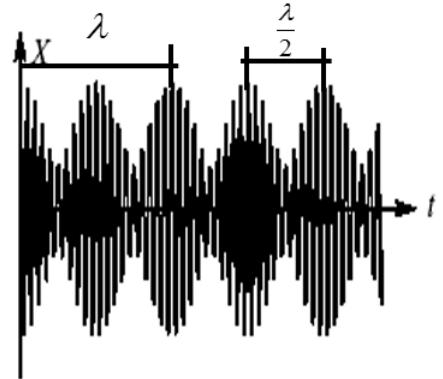
To'lqin uzunligining tebranish chastotasi bilan munasabati quyidagicha bo'ladi:  
 $\lambda = \vartheta / \nu$  yoki chastotasi  $\nu = \vartheta / \lambda$   $T$ -to'lqinning tebranish davri,  $\nu$  - to'lqinning tebranish chastotasi,  $\vartheta$  -tarqalish tezligi.

To'lqin yo'llar farqi-  $\Delta x$  bilan fazalar farqi-  $\Delta\varphi$  orasidagi munosabatlari (302-rasm):

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \Delta\varphi ; \quad \Delta x = \frac{\vartheta}{2\pi\nu} \cdot \Delta\varphi ; \quad \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x ; \\ \Delta\varphi = \frac{2\pi\nu}{\vartheta} \cdot \Delta x .$$

To'lqin fazasining o'zgarishi:

- 1) bir davr ( $T$ ) davomida -  $\Delta\varphi = 2\pi$
- 2)  $\frac{1}{4}$  davr ( $1/4 \cdot T$ ) davomida-  $\Delta\varphi = \pi/2$
- 3) yarim davr ( $T/2$ ) davomida-  $\Delta\varphi = \pi$
- 4)  $\frac{3}{4}$  davr  $\left(\frac{3}{4}T\right)$  davomida-  $\Delta\varphi = 3\pi/4$



**302 – rasm.**

**Turg'un to'lqin.** Tarqaluvchi to'lqin bilan to'siqdan qaytgan to'lqinning qo'shilishi natijasida turg'un to'lqin hosil bo'ladi. Turg'un to'lqin qo'shni tugunlari orasidagi masofa yarim to'lqin uzunligiga teng bo'ladi. Do'ngliklar orasidagi masofa to'lqin uzunligi o'zgarmas bo'ladi.

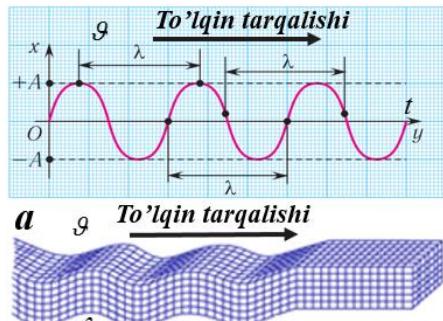
To'lqin grafigi 301-a rasmida ko'rsatilgandek bo'ladi.

### Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar

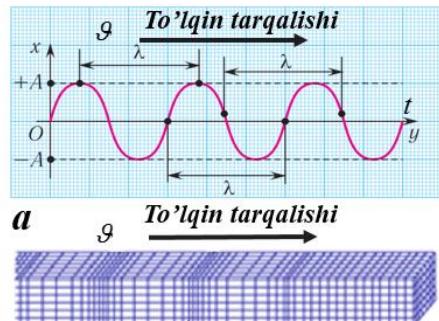
Suv sirtida va arqonda gorizontal yo'nalishda to'lqin hosil qilinganda suv zarrachalari, arqon qismlari to'iqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikular (tik) ravishda yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun bunday to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlardir.

Zarralarning tebranishi to'lqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikular bo'lgan to'lqin ***ko'ndalang to'lqin*** deb ataladi (303-rasm).

To'lqinning tarqalish yo'nalishi zarralarning tebranish yo'nalishi bilan bir xil bo'lgan to'lqin ***bo'ylama to'lqin*** deb ataladi.



303 – rasm.



304 – rasm.

Gazlarda va suyuqliklarda faqat bo'ylama to'lqinlar tarqaladi. Masalan, idish ichiga yig'ilgan gazga porshen orqali tebranishlar berib turilsa, bu tebranishlar 304-rasmda ko'rsatilgandek tarqaladi. Bunda tebranayotgan zarralar gazda almashinib keluvchi zichlanishlar va siyraklanishlar sohasini vujudga keltiradi. Bu sohalar idish ichida porshenning tebranishi yo'nalishida tarqaladi. Bunda qo'shni zichlanishlar orasidagi masofa bo'ylama to'lqin uzunligi bo'ladi.

Ko'ndalang to'lqin uchun yozilgan to'lqin uzunligi formulasi bo'ylama to'lqin uchun ham o'rinnlidir. Ko'ndalang to'lqinda do'nglik va chuquriiklar hosil bo'lsa, bo'ylama to'lqinda zichlanish va siyraklanish yuzaga keladi.

### Mavzuga doir test

1. Rasmda tasvirlangan to'lqining uzunligi qaysi raqam bilan ko'rsatilgan?

- A) 5    B) 4    C) 3    D) 2    E) 1

2. X o'q bo'ylab tarqaluvchi yassi to'lqining qarama-qarshi fazada tebranuvchi ikki nuqtasi orasidagi eng kichik masofa 1 m bo'lsa, to'lqin uzunligi qanday?

- A) 1    B) 2    C) 4    D)  $4\pi$     E)  $8\pi$

3. Rasmda tasvirlangan to'lqining uzunligini aniqlang (m). A) 5

B) 0.1    C) 4    D) 2    E) 0.2

4. 18 m oraliqqa 4.5 ta to'lqin uzunligi joylashsa, bu to'lqin uzunligi qanday (m) A) 2    B) 4.5    C) 4    D) 3    E) 6

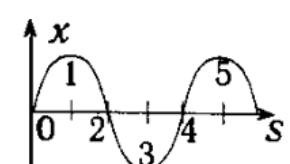
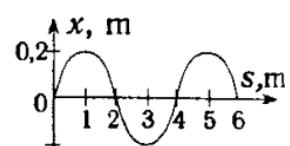
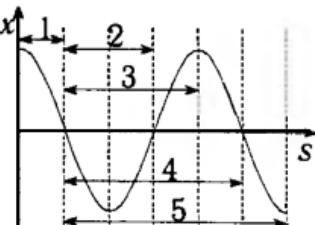
5. Rasmda tasvirlangan to'lqining 0 va 4 nuqtalaridagi fazalar farqi qanday? A)  $\pi/3$     B)  $2\pi$     C)  $\pi$     D)  $\pi/2$     E)  $\pi/4$

6. To'lqin tarqalish yo'nalishida olingan bir to'g'ri chiziqda yotuvchi ikki nuqta tebranishlarining fazalari farqi  $2\pi$  ga teng. Agar shu nuqtalar orasidagi masofa 2 m bo'lsa, to'lqin uzunligi qanday (m)?

- A)  $2\pi$     B) 4    C) 1    D) 2

7. Elastik muhitda tarqalayotgan to'lqin, muhit zarralari 35 marta tebranguncha, 70 m masofani o'tsa, to'lqin uzunligi qanday (m)?

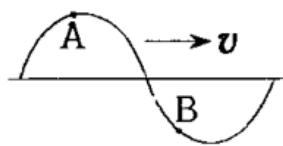
- A) 0.5    B) 1    C) 2    D) 20    E) 35



8. Suv yuzida tarqalayotgan to'lqin tufayli po'kak 5 s da 10 marta tebrandi. Agar to'lqinning ikkita qo'shni do'ngligi orasidagi masofa 1 m bo'lsa, uning tarqalish tezligi qanday (m/s)?      A) 2.5      B) 1      C) 2      D) 3      E) 4
9. Kuzatuvchi dengiz to'lqining 2 ta botiqligi orasidagi masofa 12 m ekanligini aniqladi. Agar uning yonidan har 6 s da bitta to'lqin do'ngligi o'tib tursa, to'lqin tarqalish tezligi qanday (m/s) bo'ladi?      A) 2      B) 4      C) 6      D) 12
10. Qayiq 1.5 m/s tezlik bilan tarqalayotgan to'lqin ustida tebranmoqda. To'lqinning bir-biriga eng yaqin ikki do'ngligi orasidagi masofa 9 m. qayiqning tebranishlar davrini toping (s).      A) 9      B) 6      C) 4      D) 3      E) 1.5
11. Ip (tizimcha) bo'ylab chastotasi 4 Hz bo'lgan tebranishlar 8 m/s tezlik bilan tarqalmoqda. To'lqin uzunligi qanday (m)
- A) 2      B) 32      C) 4      D) 12      E) 0.5
12. Mexanik to'lqinlarning tarqalish tezligi qanday muhitda eng katta bo'ladi?
- A) havoda      B) vakuumda
- C) qattiq jismda      D) suvda      E) muhitga bog'liq emas.
13. Kuzatuvchi sirena tovushini tovush chiqqandan 5 s o'tgach eshitdi. Agar sirena tovushining chastotasi 2 kHz, to'lqin uzunligi 15 sm bo'lsa, u kuzatuvchidan qanday masofada bo'lgan (m)?      A) 100      B) 1000      C) 2000      D) 1500
14. Quyida keltirilganlarning qaysi biri ko'ndalang to'lqin?
- A) gazzardagi tovush to'lqini      B) ultrabinafsha nurlanish
- C) ultratovush      D) suyuqliklardagi tovush to'lqini
15. Quyidagi to'lqinlarning qaysinisi bo'ylama to'lqin: 1) suv sirtidagi to'lqinlar; 2) tovush to'lqinlari; 3) elektromagnit to'lqinlar; 4) cholg'u torlarida paydo bo'luvchi to'lqinlar?      A) 1      B) 2      C) 3      D) 1 va 2      E) 4
16. Bo'ylama to'lqinda muhit zarrachalari qanday yo'nalishda tebranadilar?
- A) hamma yo'nalishlarda
- B) to'lqin tarqalishiga perpendikulyar yo'nalishda
- C) faqat to'lqin tarqalishi yo'nalishida
- D) to'lqin tarqalishi va unga perpendikulyar yo'nalishlarda
17. Ko'ndalang to'lqinda muhit zarrachalari qanday yo'nalishda tebranadilar?
- A) hamma yo'nalishlarda
- B) to'lqin tarqalishiga perpendikulyar yo'nalishda
- C) faqat to'lqin tarqalishi yo'nalishida
- D) to'lqin tarqalishi va unga perpendikulyar yo'nalishlarda
18. Gazlarda qanday mexanik to'lqinlar tarqaladi?
- A) ham ko'ndalang, ham bo'ylama      B) ko'ndalang
- C) bo'ylama      D) gazlarda to'lqinlar tarqalmaydi
19. Ko'ndalang mexanik to'lqinlar qanday muhitlar ichida tarqala oladi: 1) gaz  
2) suyuqlik      3) qattiq jism?
- A) faqat 3      B) faqat 2      C) faqat 1      D) 1 va 2
20. Ko'ndalang to'lqinning birinchi va beshinchi do'ngliklari orasidagi masofa 40 m bo'lsa, to'lqin uzunligi necha metr bo'ladi?
- A) 20      B) 40      C) 4      D) 8      E) 10

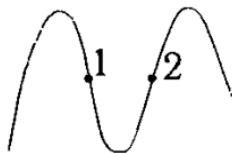
21. Ko'ndalang to'lqin o'ng tomonga tarqalmoqda. A va B nuqtalar qanday yo'nalishda harakat qiladi?

- A) o'ngga      B) pastga      C) yuqoriga
- D) A nuqta yuqoriga, B nuqta pastga
- E) A nuqta pastga, B nuqta yuqoriga



22. Rasmida ko'rsatilgan ko'ndalang to'lqin o'ng tomonga tarqalmoqda. 1 va 2-nuqtalarning harakat yo'nalishlarini aniqlang.

- A) ikkala nuqta o'ngga      B) ikkala nuqta pastga
- C) ikkala nuqta yuqoriga      D) 1-nuqta pastga, 2-nuqta yuqoriga
- E) 1-nuqta yuqoriga, 2-nuqta pastga



23. Turg'un to'lqinining tugunlari orasidagi masofa 0.5 m bo'lsa, to'lqin uzunligi qanday (m) bo'ladi? A) 0.25      B) 0.5      C) 0.75      D) 1      E) 2

24. Turg'un to'lqinining birinchi va uchinchi tugunlari orasidagi masofa 18 sm. To'lqin uzunligi qanday (sm)? A) 9      B) 18      C) 36      D) 54      E) 72

25. Birinchi va uchinchi tugunlari orasidagi masofa 0.2 m bo'lgan turg'un to'lqin uzunligini toping (m) A) 1      B) 0.6      C) 0.4      D) 0.2      E) 0.1

## 48 - §. TOVUSH XOSSALARI. TOVUSH HODISALARI

### Tovush to'lqinlarining tarqalishi

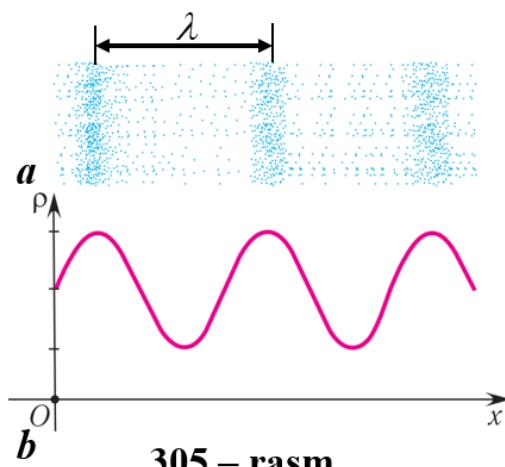
Tevarak – atrofdagi jismlaming, masalan, cholg'u asbobining torlari tebranganda, ulardan bo'ylama to'lqinlar – tovushlar havoda tarqaladi va bizning qulog'imiz pardalarini tebrantiradi, natijada biz ularni eshilamiz.

Tovush ham 305-a rasmida tasvirlangan bo'ylama to'lqin kabi tarqaladi. Havo tovushning tarqalishi uchun muhit hisoblanadi. Mexanik kuchlanishni hosil qiluvchi va joylardagi bosimni o'zgartiruvchi barcha hodisalar tovush manbalaridir. Masalan, odam gapirish jarayonida havo bosimiga ta'sir etib, uni o'zgartiradi, natijada havoda zarrachalar navbatma – navbat zichlashadi va siyraklashadi, ya'ni tebranish sodir bo'ladi va bu tebranish bo'ylama to'lqin tarzida tarqaladi. Nariroqda turgan boshqa bir odamga tovush to'lqini yetib boradi. Uning eshitish organi bu tebranishlarni sezadi.

Grafik tarzda uni havo molekulalari zichligining koordinataga bog'liqligi kabi tasvirlash mumkin (305 – rasm).

Havo malekulasining zichligi  $\rho$  ning Jismning mexanik tebranishlari ta'sirida havoda tarqaluvchi bo'ylama to'lqinlarning eshitish organlarimiz sezadigan sohasi **tovush to'lqinlari** deb ataladi. Tovush to'lqinlari havosiz bo'shliqda tarqalmaydi.

Odam qulog'i har qanday tebranishlarni sezavermaydi. Odamning eshitish organi  $v_1 = 16$  Hz dan  $v_2 = 20$  kHz gacha chastotali tebranishlarni



305 – rasm.

tovush to'lqinlari sifatida qabul qiladi. 16 Hz dan past chastotali tovush to'lqinlari **infratovush**, 20 kHz dan yuqori chastotali tovushlar **ultratovush** deb ataladi. Odam infratovush va ultratovushlami eshitmaydi.

Infratovush:  $\nu < 16 \text{ Hz}$ .

Eshitish diapozoni:  $16 \text{ Hz} < \nu < 20000 \text{ Hz}$ .

Ultratovush:  $20000 \text{ Hz} < \nu < 10^9 \text{ Hz}$ .

Gpertovush:  $10^9 \text{ Hz} < \nu < 10^{12} - 10^{13} \text{ Hz}$ .

Ultratovush moddalarning xossalariini o'rganishda, texnologik jarayonlarni nazorat qilishda, tibbiyotda tashxis (diagnostika) qilish va davolashda keng qo'llaniladi.

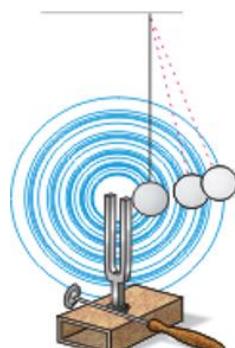
Qattiq jismlarda ko'ndalang tovush to'lqinlari ham hosil bo'ladi. Masalan, zilzila vaqtida ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar hosil bo'lib, avval bo'ylama to'lqin, keyin esa ko'ndalang to'lqin yetib keladi.

### Tovushning turli muhitlarda tarqalishi.

Tovushning tarqalishini o'rganish uchun 1660-yilda *Robert Boyle* shunday tajriba o'tkazgan. Shisha qalpoq ostiga soatni qo'ygan. Bunda soatning chiqillab yurgan ovozi bemalol eshitilib turgan (306–rasm). Shundan so'ng qalpoq ichidagi havoni so'rib ola boshlagan. Soatning chiqillagan ovozi pasayib, oxirida butunlay eshitilmay qolgan. Demak, tovush tarqalishi uchun muhit kerak ekan. Vakuumda tebranishni tarqatuvchi hech narsa yo'q. Kamerton shoxchasi tebranganda uning yonidagi havoda siqilishlar va kengayishlar hosil bo'ladi. So'ngra siqilish va kengayish havo zarrachalari orqali atrofga tarqaladi.



306 – rasm.



307 – rasm.

**1. Gazlarda tovushning tarqalishi.** Tovush qarqalishi uchun albatta zarralar(molekulalar) bo'lishi shart. Gazlarda molekulalar ancha tarqoq joylashgan shuning uchun gazlarda tovush boshqa muhitlarga qaraganda sekin tarqaladi. Tovushning havoda tarqalish tezligini birinchi marta 1636-yilda fransuz olimi *M. Mersen* o'lchagan, Tovushning 20°C dagi tezligi 343 m/s yoki 1235 km/soat ga teng. Bu miltiq o'qining tezligidan taxminan ikki barobar kam. Tovushning tezligi havo temperaturasi ko'tarilishi bilan ortadi. Tovush tezligi 10°C da 337,3 m/s, 0°C da 331,5 m/s, 30°C da 348,9 m/s va 50°C da 360,3 m/s ga teng.

**2. Suyuqliklarda tovushning tarqalishi.** Suyuqlikda zarrachalar gazlarga nisbatan zichroq joylashganligi tufayli ularda tovushning tarqalish tezligi kattaroq bo'ladi. Tovushning suvdagi tezligini birinchi marta 1826-yilda *J. Kolladon* va *Ya.*

*Shturm* Shveysariyadagi Jeneva ko'lida o'lchashgan.  $8^{\circ}\text{C}$  li suvda o'lchangan tezlik 1440 m/s ni tashkil etgan. Anhorlarda cho'milganda suv tagida ikkita toshni urib ko'rib, uning ovozini eshitgan o'quvchilar bo'lsa kerak. Tashqarida turib suv ichida hosil qilingan ovozlarni eshitmaymiz. Suvda hosil qilingan ovozning 99,9% suv sathidan orqaga qaytib ketadi. Xuddi shunday, havoda hosil qilingan ovoz ham suv ichiga o'tmaydi.

**3. Qattiq jismlarda tovush tarqalishi.** Qattiq jismlarda tovushning tarqalish tezligi eng katta chunki qattiq jismlarning molekulalari ancha zich joylashgan bo'ladi.

### Tovush kattaliklari

**1. Tovushning balandligi.** Bu kattalik **tovush chastotasi** bilan belgilanadi. Ma'lumki, inson gapirganda yoki ashula aytganda bir xil chastotali tebranishlar chiqarmasdan, ko'p xil chastotali tebranishlar hosil qiladi. Erkak kishi gapirganda uning tovushida 100 dan 7000 Hz gacha, ayol tovushida 200 dan 9000 Hz gacha bo'lgan tebranishlar uchraydi. Nog'oradan chiqadigan tovushlar 90 dan 14000 Hz gacha bo'ladi.

**2. Tovushning qattiqligi.** 307-rasmdagi kamertonning sharcha tegmagan shoxchasiga sekingina rezina bolg'a bilan uraylik. Shunda kamerton tebranishi tufayli sharcha ma'lum uzoqlikka borib keladi. Bolg'a bilan qattiqroq uraylik. Sharcha oldingidan uzoqroqqa borib keladi. Kamertonning tebranishi davrida eng katta chetlashishiga **tebranishlar amplitudasi** deyiladi. Kamerton qanchalik katta amplituda bilan tebransa, undan chiqadigan tovushning qattiqligi shuncha katta bo'ladi.

Tovush energiyaga ega. To'lqin energiyasi ( $W$ ) ning muhit zichligi ( $\rho$ ), to'lqin tezligi ( $\vartheta$ ), siklik chastotasi ( $\omega$ ) amplitudasi ( $A$ ) va hajm ( $V$ ) ga bog'liqligi:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \rho \vartheta^2 \omega^2 A^2 V$$

$$\text{To'lqin energiya zichligi: } (\pi, -J/m^3) \quad \omega = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot \rho \vartheta^2 \omega^2 A^2$$

Agar tovush energiyasi ma'lum kattalikdan kichik bo'lsa, inson unday tovushlarni eshitmaydi. Bu quyi chegara  $1 \text{ m}^2$  yuzaga to'g'ri kelgan tovush quvvati  $0,000001 \text{ kW}$  deb belgilangan. Birlik yuzaga to'g'ri kelgan tovush quvvati  $1 \text{ W/m}^2$  ga borganda, inson qulog'ida og'riq sezadi va tebranishlarni tovush sifatida qabul qilmaydi. Tovushning qattiqligi 1858-yilda nemis fiziklari *V. Veter* va *G. Fexner* tomonidan tavsiya qilingan qonun asosida aniqlanadi. Inson sezadigan tovush qattiqligining quyi chegarasi **Bell** deb belgilangan. Bu birlik telefonni ixtiro qilgan *Aleksandr. Bell* sharafiga qo'yilgan. Og'riq sezish bo'sag'asini  $130 \text{ dB}$  deb qabul qilingan ( $1 \text{ detsibel} = 1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$ ).

Tovush intensivligi yoki tovush kuchi  $I$  deb  $t$  vaqt ichida tovush yo'naliishiga perpendikulyar yo'naliishdagi  $S$  yuzadan o'tgan to'lqin energiyasi  $W$  miqdoriga aytiladi:  $I = \frac{W}{St} = \frac{P}{S}$

$$P \text{ tovush to'lqinining quvvati: } P = I \cdot S$$

To'lqin intensivligi chastotaning kvadratiga to'g'ri proportsional:

$$I \approx \omega^2$$

**3. Tovush tembri.** Unga qarab kim gapi rayotganini, kim kuylayotganini yoki qanday cholg'u asbobi chalinayotganini aniqlash mumkin. Tovush ichidagi ko'p chastotali tebranishlardan eng kichik chastotasi  $\nu_0$  ni **asosiy ton** deyilib,  $2\nu_0$ ,  $3\nu_0$  va h.k. chastotali tebranishlami **obertonlar** deyiladi. Mana shu obertonlar soni va obertonlar kuchi hamda tovush balandligiga qarab, tovush manbalari turli xil tembriga ega bo'ladi.

Bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda tovush chastotasi, balandligi va yuksakligi o'zgarmaydi.

Ultra tovush yordamida dengiz chuqurligini yoki biror to'siqqacha bo'lgan masofani aniqlash mumkin:  $S = \frac{g \cdot t}{2}$

$L$  uzunlikdagi masofaga joylashadigan to'lqin uzunliklar soni -  $N$  ni topish:  
 $N = \frac{L}{\lambda}; \quad N = \frac{L \cdot \nu}{g}.$

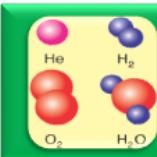
### Mavzuga doir test

1. Tovush to'lqinlari qanday chastota oralig'ini egallaydi?
  - A)  $17 \div 20 \text{ kHz}$
  - B)  $17 \div 200 \text{ Hz}$
  - C)  $17 \div 30 \text{ kHz}$
  - D)  $17 \div 20000 \text{ Hz}$
2. Tovush balandligi nimaga bog'liq?
  - A) to'lqin amplitudasiga
  - B) to'lqin uzunligiga
  - C) tebranish chastotasiga
  - D) tebranish fazasiga
3. Tovush yuksakligi (balandligi) uning qaysi parametriga bog'liq?
  - A) chastota
  - B) amplituda
  - C) to'lqin uzunligi
  - D) tezlik
4. Tovush to'lqini bir muhitda boshqa muhitga o'tganda, to'lqin uzunligi 2 marta ortdi. Tovush balandligi qanday o'zgaradi?
  - A) 4 marta ortadi
  - B) 4 marta kamayadi
  - C) o'zgarmaydi
  - D) 2 marta kamayadi
5. Tovushning intensivligi deb nimaga aytiladi? Tovushning intensivligi deb, miqdor jihatidan....
  - A) tovush to'lqinlari tarqalish yo'nalishiga tik joylashgan tekislikning yuza birligidan birlik vaqt oralig'ida o'tuvchi tovush to'lqinlari energiyasiga...
  - B) birlik vaqt oralig'ida tovushning tarqalish yo'nalishiga tik joylashgan yuzadan o'tuvchi tovush to'lqinlari energiyasiga...
  - C) tovush tarqalish yo'nalishiga tik joylashgan yuza birligidan muayyan vaqt davomida o'tgan tovush to'lqinlari energiyasiga...
  - D) ixtiyoriy yuza birligidan birlik vaqt oralig'ida o'tuvchi tovush to'lqinlari energiyasiga... teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.
6. Tovushning qattiqligi nimaga bog'liq?
  - A) tebranish fazasiga
  - B) to'lqin uzunligiga

- C) chastotasiga                            D) tebranish amplitudasiga
7. Tovush qattiqligi uning qaysi parametriga bog‘liq?
- A) tezlik      B) amplituda      C) to‘lqin uzunligi    D) chastota
8. Tebranish amplitudalari bir xil, chastotalari 1 kHz va MHz bo‘lgan tovush va ultratovush to‘lqinlari energiyalari zichliklarnii taqqoslang.
- A)  $\omega_2 = 10^3 \omega_1$       B)  $\omega_2 = 10^6 \omega_1$       C)  $\omega_2 = \omega_1$   
D)  $\omega_1 = 10^3 \omega_2$       E)  $\omega_2 = 10^6 \omega_1$
9. Tovush to‘lqininining amplitudasi 3.5 marta ortsa, tebranish chastotasi esa shuncha marta kamaysa, tovush to‘lqininining intensivligi qanday o‘zgaradi?
- A) 1,25 marta ortadi      B) 3,5 marta kamayadi      C) 3,5 marta ortadi  
D) 12,25 marta kamayadi      E) o‘zgarmaydi
10. Tebranish amplitudalari bir xil, chastotalari mos holda 2 kHz va 2 MHz ga teng bo‘lgan tovush va ultratovush to‘lqinlari energiyalarini solishtiring.
- A) ultratovush energiyasi  $10^6$  marta katta  
B) ultratovush energiyasi  $10^3$  marta katta  
C) tovush energiyasi  $10^6$  marta katta  
D) tovush energiyasi  $10^3$  marta katta
11. Tovush tezligi quyidagi omillarning qaysi biri bilan aniqlanadi?
- A) to‘lqin uzunligi bilan      B) to‘lqin amplitudasi bilan  
C) tebranishlar chastotasi bilan      D) muhitning xossalari bilan
12. Tovush to‘lqininining uzunligi 8 m, davri 0.02 s bo‘lsa, uning tarqalish tezligi qanday (m/s) bo‘ladi?      A) 340      B) 350      C) 400      D) 500      E) 600
13. Tebranish chastotasi 165 Hz bo‘lgan to‘lqin 330 m/s tezlikda tarqalmoqda. To‘lqin uzunligi qanday (m)?      A) 6      B) 5      C) 4      D) 2      E) 0.5
14. Tovush chastotasi 680 Hz, havoda tarqalish tezligi 340 m/s. Uning havodagi to‘lqin uzunligi qanday (m)?      A) 0,5      B) 1      C) 2      D) 3,4      E) 5
15. Chastotasi 2000 Hz bo‘lgan tovushning havodagi to‘lqin uzunligi qanday (m)? Tovushning havodagi tezligi 340 m/s.
- A) 0,05      B) 0,08      C) 0,13      D) 0,17      E) 0,56
16. Chastotasi 20 Hz bo‘lgan tovushning havodagi to‘lqin uzunligi qanday (m)? Tovushning havodagi tezligi 340 m/s
- A) 10      B) 680      C) 17      D) 2      E) 1,7
17. Poezddan 1200 m masofada turgan odam poezd gudogini u yangragandan 4 s keyin eshitgan. Agar gudok chastotasi 1 kHz bo‘lsa, gudok tovushining to‘lqin uzunligi qanday (sm)?      A) 120      B) 60      C) 30      D) 15      E) 2
18. Yo‘lovchi 1020 m uzoqlikdagi radiodan berilgan aniq vaqt signalidan foydalanib, soatini to‘g‘riladi. Bunda uning soati necha sekund orqada bo‘ladi? Tovushning havodagi tezligi 340 m/s.      A) 60      B) 30      C) 15      D) 0      E) 3
19. Agar tovush manbaidan 1,7 km masofadagi to‘sqidan qaytgan aks sado, tovush chiqarilgach 10 s dan so‘ng eshitilgan bo‘lsa, tovushning shu muhitda tarqalish tezligi qanday (m/s)?      A) 340      B) 150      C) 75      D) 70      E) 3
20. Mexanik to‘lqinning quyidagi parametrlaridan qaysilari havodan suvgaga o‘tganda o‘zgarmaydi: 1) tezligi 2) to‘lqin uzunligi 3)chastotasi?
- A) 3      B) 2      C) 1      D) 1 va 3

21. Tovush havodan suvga o‘tganda, qaysi kattalik o‘zgarmaydi?
- A) tezlik                    B) chastota va to‘lqin uzunligi  
     C) chastota                D) to‘lqin uzunligi
22. Tovush havodan suvga o‘tganda, uning to‘lqin uzunligi qanday o‘zgaradi? Tovushning havodagi tezligi  $v_x = 330 \text{ m/s}$ , suvdagi tezligi  $v_s = 1485 \text{ m/s}$
- A) o‘zgarmaydi            B) 2,25 marta ortadi  
     C) 4,5 marta kamayadi    D) 4,5 marta ortadi  
     E) 2,25 marta kamayadi
23. Tovush havodan po‘latga o‘tganda, to‘lqin uzunligi qanday o‘zgaradi? Tovushning havodagi tezligi 340 m/s ga po‘latdagisi esa 5100 m/s ga teng.
- A) o‘zgarmaydi            B) 15 marta kamayadi  
     C) 2,25 marta ortadi    D) 2,25 marta kamayadi    E) 15 marta ortadi.
24. Mergan miltiqdan otilgan o‘qning nishonga tekkan tovushini o‘q uzelgandan 3 s o‘tgach eshitdi. Agar o‘qning uchish tezligi 680 m/s bo‘lsa, nishon mergandan qanday (m) masofada joylashgan? A) 340    B) 680    C) 1360    D) 1020    E) 2040
25. Dengiz chuqurligi exolot yordamida aniqlanadi. Agar exolotdan yuborilgan ultratovush impulslari 2 s dan so‘ng qaytgan bo‘lsa, dengiz chuqurligi qanday (m)? Tovushning suvda tarqalish tezligi 1480 m/s
- A) 370    B) 740    C) 1480    D) 2960    E) 5920
26. Dengiz tubiga jo‘natilgan ultratovushni exolot 1,4 s dan so‘ng qabul qilib oldi. dengiz chuqurligi necha metr? Tovushning suvdagi tezligi 1530 m/s.
- A) 1071    B) 214,2    C) 107,1    D) 2142    E) 10710
27. Exolotdan yuborilgan signal 1,6 sekunddan keyin qabul qilingan bo‘lsa, dengizning chuqurligi qanday (km)? Tovushning suvdagi tezligi 1500 m/s.
- A) 2,4    B) 2    C) 1,8    D) 1,6    E) 1,2
28. Maxsus kemadagi exolotdan yuborilgan tovush signali 10 s da qaytgan bo‘lsa, okeanning kema turgan joydagi chuqurligi qanday (m)? Tovushning suvdagi tezligi 1500 m/s ga teng. A) 15000    B) 7500    C) 6000    D) 4500
29. Kemadan yuborilgan tovush signali 2,6 s dan keyin qaytib kelgan bo‘lsa, aysberg kemadan necha metr uzoqlikda joylashgan. Tovushning suvdagi tezligi 1500 m/s
- A) 1950    B) 2000    C) 1900    D) 1850    E) 3900
30. Dengiz chuqurligini exolot bilan aniqlashda tovush signali yuborilganidan 6 s o‘tgach qaytib kelgan. Agar dengiz chuqurligi 4500 m bo‘lsa, tovushning suvdagi tezligi qanday (m/s)? A) 6000    B) 3000    C) 1500    D) 750
31. Qanday tovushlar ultratovushlar hisoblanadi?
- A) chastotasi 200 Hz dan kichik bo‘lgan.  
     B) chastotasi 20 Hz dan kichik bo‘lgan  
     C) chastotasi 20 Hz dan 20000 Hz gacha bo‘lgan  
     D) chastotasi 20000 Hz dan katta bo‘lgan.
32. Qo‘zg‘almas kuzatuvchi yonidan srenasi yoqilgan avtomobil o‘tdi. Avtomobil yaqinlashayotganida kuzatuvchi yuqoriyoq ohangli tovush eshitadi, uzoqlashayotganda esa, pastroq ohangli tovush eshitadi. Agar srena qo‘zg‘almas bo‘lib, uning yonidan kuzatuvchi o‘tsa, qanday effekt kuzatiladi?
- A) yaqinlashishda ham, uzoqlashishda ham ohang pasayadi

- B) yaqinlashishda ham, uzoqlashishda ham ohang o'zgarmaydi  
 C) yaqinlashishda ohang pasayadi, uzoqlashishda ko'tariladi  
 D) yaqinlashishda ohang ko'tariladi, uzoqlashishda pasayadi  
 E) yaqinlashishda ham, uzoqlashishda ham ohang ko'tariladi.



## VII BOB. MOLEKULYAR FIZIKA



Molekulyar fizika va termodinamika, fizikaning, jismlardagi makroskopik jarayonlar ular tashkil topgan o'lkan miqdordagi atomlar va molekulalarning xaotik harakati va o'zaro ta'sirlari bog'lik deb o'r ganadigan bo'limlaridir. Bu jarayonlarni o'r ganish uchun ikki xil usuldan foydalaniladi: birinchisi molekulyar-kinetik usul, uning asosida molekulyar fizika yotadi; ikkinchisi esa termodinamik usul, uning asosida-termodinamika yotadi.

### **Molekulyar fizika**

Molekulyar fizika: fizikaning, moddalarning tuzilishi va xossalari ular tashkil topgan molekulalarning uzlusiz-betartib harakatlarining natijasidir deb hisoblanuvchi tasavvurlar asosida o'r ganuvchi bo'limidir.

Molekulyar fizikada o'r ganilayotgan jarayonlar juda ko'p miqdordagi zarralar harakatining natijasidir. Shuning uchun ham makroskopik sistemaning xossalari shu sistema zarralari harakati xarakteristikalarining (tezlik, energiya va hokazo) o'rtacha qiymatlari bilan aniqlanadi. Misol uchun jismning harorati u tashkil topgan molekulalarning betartib harakati bilan aniqlanadi. Lekin, istalgan onda molekulalarning o'rtacha tezliklari haqida gapirish mumkin bo'lsada, bitta molekulaning harorati haqida gapirish ma'noga ega emas.

### **Termodinamika**

Termodinamika – fizikaning, termodinamik muvozanat holatida bo'lgan makroskopik sistemalarning umumiyl xossalari va bu holatlar o'rtasidagi o'tish jarayonlarini o'r ganadigan bo'limidir. U tajriba natijalarini umumlashtirish asosida topilgan fundamental qonunlar- termodinamika qonunlariga tayanib ish ko'radi.

### **Molekulyar – kinetik nazariya asosalari**

Moddalarda bo'ladigan issiqlik hodisalarini va bu moddalarning ichki xossalari barcha moddalar tartibsiz harakat qiluvchi zarralardan iboratdir, deydigan tasavvur asosida izohlaydigan nazariya molekular-kinetik nazariya deb ataladi. O'tkazilgan ko'plab tajribalar va nazariy xulosalar molekulyar-kinetik nazariyaning asosida yotuvchi quyidagi uchta qoidaning yaratilishiga olib keladi:

1.Barcha moddalar juda kichik zarralar-atomlar va molekulalardan tashkil topgan. O`z navbatida ular ham yanada kichikroq zarralardan (elektronlar, protonlar, neytronlar) tashkil topgan.

2.Moddalarning atomlari va molekulalari doimo uzlusiz xaotik harakat holatida bo'ladi.

3.Istalgan moddalarning zarralari orasida o'zaro ta'sir – tortishish va itarish kuchlari mavjuddir. Bu kuchlar elektromagnit tabiatga ega.

#### 49 - §. MOLEKULYAR – KINETIK NAZARIYA ASOSALARI

Moddalarda bo'ladigan issiqlik hodisalarini va bu moddalarining ichki xossalarini barcha moddalar tartibsiz harakat qiluvchi zarralardan iboratdir, deydigan tasavvur asosida izohlaydigan nazariya molekular-kinetik nazariya deb ataladi.

Modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi quyidagi omillarga asoslanadi:

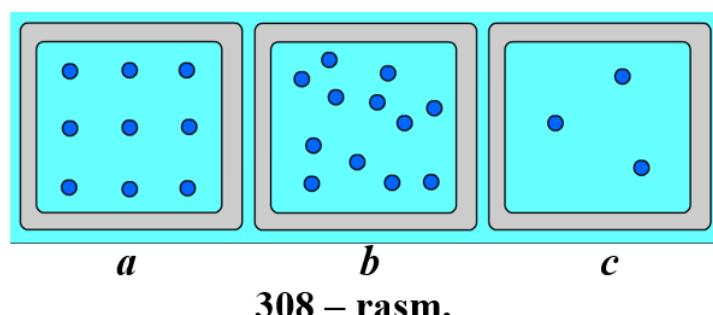
1. Barcha moddalar juda kichik zarralar-atomlar va molekulalardan tashkil topgan. O`z navbatida ular ham yanada kichikroq zarralardan (elektronlar, protonlar, neytronlar) tashkil topgan.

2. Moddalarning atomlari va molekulalari doimo uzlusiz xaotik harakat holatida bo'ladi.

3. Molekulalar orasida har diom tortishish va itarish kuchlari mavjud bo'ladi. Bu kuchlar molekulalar oralig'iga keskin bog'liqdir. Molekulalar oraliqlari juda kichik bo'lganida itarish kuchi juda katta bo'ladi, molekulalar bir – birlaridan uzoqlashganida esa bu kuchlar kamayib, ular orasida tortishish kuchi ortadi. Mavjud bo'lgan bu kuchlar elektromagnit tabiatga ega bo'ladi.

Tabiatda moddalar atom tuzulishiga ko'ra 3 ta agrigat: gaz, suyuq va qattiq holatlarda uchraydi.

Moddalarning 3 ta agrigat holatidagi atomlarini tuzulishi quyidagi 308– rasmda tasvirlangandek ko'rinishida bo'ladi: a) qattiq jismlarning atom tuzuzilishi. b) suyuq jismlarning atom tuzulishi. c) gaz holatdagi jismlarning atom tuzulishi.



308 – rasm.

Moddalarning atomlari va molekulalari doimo uzlusiz xaotik harakati diffuziya va broun harakati hodisalarida yaqqol namoyon bo'ladi.

Diffuziya (lotincha **diffuziya** – tarqalish, sochilish) hodisasini anglarati.

**Diffuziya** – deb bir modda molekulalarining ikkinchi moddaga ikkinchi modda molekulalarining birinchi moddaga o'zaro aralashib ketishiga aytildi.

Diffuziya hodisasini gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda kuzatilganda ularda bu hodisa turli darajada sodir bo'lganligini ko'rshimiz mumkin.

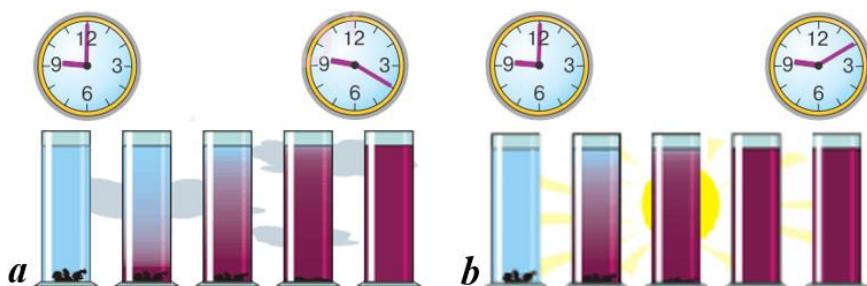
Gazlarda diffuziya hodisasini quyidagi tajriba asosida kuzataylik.

Xonaning bir chekkasiga atir sepilsa, uning hidi xonaning boshqa chekkasiga yetib keladi. Bu hid, ya'ni atir molekulalardan tashkil topgan.

Atir molekulalari xona bo'ylab to'xtovsiz va tartibsiz harakatda bo'ladi.

Atir hidi bizga yetib kelguncha ma'lum vaqt o'tadi. Bunga sabab – atir molekulalari o'z yo'lida havodagi son – sanoqsiz molekulalar bilan to'qnashadi, ya'ni o'zaro ta'sirlashadi.

Suyuqliklarda diffuziya jarayoni gazlardagiga nisbatan ancha sekin boradi.



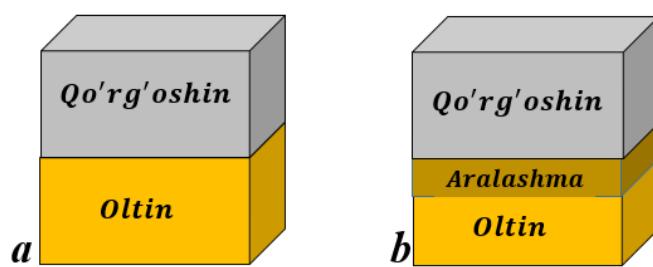
**309 – rasm.**

Stakandagi suvga margansofga solsak, suv bilan margansofga tezda aralashib ketmaydi. Ularning aralashishi uchun ma'lum vaqt ketadi (309–a rasm). Agar stakanga quyosh nuri tushadigan qilib tajribani bajarsak diffuziya hodisi tezlashadi. Jismlarga berilayotgan temperatura ularda kechadigan diffuziya hodisasini tezlashtiradi (309 – b rasm).

Suv va suyuqlikning o'zaro aralashishi ular zarralardan tashkil topganligi va bu zarralar to'xtovsiz va tartibsiz harakatda ekanligini ko'rsatadi. Aralashishiga vaqt ketishi esa zarralaming o'zaro ta'sirlashishini ko'rsatadi.

Oltin va qo'rg'oshin metallarining sirtlari silliqlaiib, ustma-ust joylashtirilgan (310–a rasm). Metallar maxsus ravishda qisib qo'yilgan. Bir yildan keyin metallar qisqichdan olingan. Bunda metallar bir – biriga mustahkam yopishib qolganligi, oltin atomlari qo'rg'oshin moddasi ichiga, qo'rg'oshin atomlari esa oltin moddasi ichiga kirib borganligi ma'lum bo'lgan (310–b rasm).

Oltin va qo'rg'oshin moddalarining aralashishi ular zarralardan tashkil topganligi bu zarralar tartibsiz harakat qilishini, aralashishning sekin borishi esa metallaming zarralari o'zaro ta'sirlashishini ko'rsatadi.



**310 – rasm.**

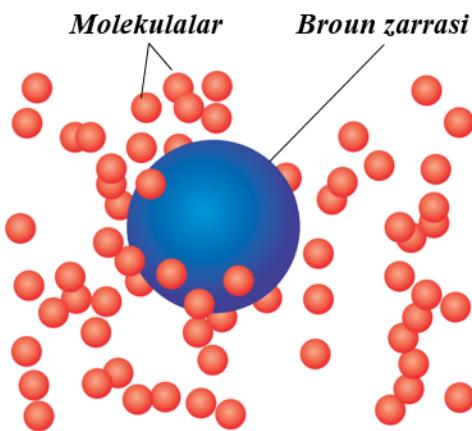
Yuqoridagi misollardan ko'rinaridiki diffuziya hodisasi gaz holatdagi moddalarda tez, suyuqliklarda sekin, qattiq jism larda judayam sekin kechadi.

Diffuziya temperaturaga keskin bog'liqdir. Berilgan moddalarning temperaturasi ortishi bilan molekularning xaotik harakati ortishi natijasida diffuziya hodisasi tezlashadi.

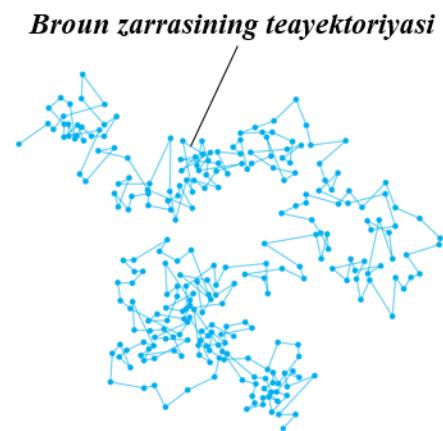
Moddalarni tashkil qilgan zarralarning tartibsiz va to'xtovsiz harakarda bo'lishi birinchi marta ingiliz botanigi **Robert Broun** tomonidan aniqlangan.

### Broun harakati.

Ingliz botanigi R.Broun 1827 yilda mikroskop yordamida suyuqlik sirtidagi qattiq jism zarrasining uzlusiz betartib harakatini kuzatdi. Gazda muallik turgan qattiq jism zarrasining harakatini mikroskop orkali kuzatganda ham shunday manzarani ko`rish mumkin. (311–rasm). Suyuqlikda (yoki gazda) muallik turgan zarraning issiqlik harakati Broun harakati deyiladi. Zarraning o'lchamlari qanchalik kichik va harorat qancha yuqori bo`lsa, zarra shunchalar tez harakatlanadi. Broun harakatini vujudga keltiruvchi sabab suyuqlik yoki gaz molekulalarining uzlusiz betartib harakatidir. Molekulalar zarraga har tomonidan betartib ravishda urilib uni harakatga keltiriladi.



**311 – rasm.**



**312 – rasm.**

Agar zarraning o'lchamlari katta va uning har tomonidan oladigan zorbalar juda ko`p bo`lsa, unda zarraning zorbalar natijasida oladigan natijaviy impulsi nolga teng yoki shunga yaqin bo`ladi va natijada zarra o`z o`rnidan ko`zg`almaydi.

Agar zarraning o'lchamlari juda kichik bo`lsa, uning har tomonidan olgan impulslarining yig`indisi, zorbalar soni teng bo`lmaganligi sababli nolga teng bo`lolmaydi. Biror tomonidan urilayotgan molekulalarning impulsi boshqa tomonidan urilayotgan molekulalar impulsiga nisbatan katta bo`lsin. Bunda zarra harakatga keladi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin yangi zorbalar natijasida zarraning harakat yo`nalishi o`zgarishi mumkin. Agar zarraning harakati kuzatilsa, 311–rasmda ko`rsatilgandek manzara vujudga keladi.

Suyuqlik yoki gazlarda zarraning to'xtovsiz va tartibsiz harakati **xaotik harakat** deb ataladi.

**“Xaotik”** so‘zi lotincha **“xaos”** so‘zidan olingan bo‘lib. **“tartibsiz”** degan ma’noni bildiradi. Zarralarning xaotik harakati R. Broun tomonidan kashf etilgani uchun u **Broun harakati** deb ham ataladi.

Broun harakati molekulalarning tartibsiz harakat qilishidan tashqari molekulalarning mavjud ekanligini ham isbotlaydi. Shumingdek, *m* massali molekulalar *g* tezlik bilan harakatlanib, Broun zarrasiga *m g* impuls beradi.

Broun zarrasiga bir tomondan urilayotgan molekulalar soni boshqa tomondan urilayotgan molekulalar sonidan farq qiladi. Shu bilan birga, molekulalarning zarb kuchlari ham bir xil emas. Broun zarrasiga ta’sir etuvchi natijaviy kuch zarrani harakatlantiradi.

Molekulalar harakati tartibsiz bo‘lgani uchun zarra harakat yo‘nalishini uzoq davom ettira olmaydi.

Birozdan keyin zarraga ta’sir etayotgan natijaviy kuch va uning yo‘nalishi o‘zgarishi natijasida Broun zarrasi o‘z yo‘nalishini o‘zgartiradi. Bu jarayon to‘xtovsiz davom etadi.

Broun harakatini **Jana Perren** mukammal o‘rganib, xaotik harakat qilayotgan zarraning teng vaqtlar oraliq‘ida o‘tgan masofani rasmga olgan.

Unda Broun zarrasining trayektoriyasi 312-rasmida tasvirlangandek turli uzunliklardagi siniq chiziqlardan iborat bo‘lgan.

Gaz yoki suyuqlikdagi molekulaga boshqa molekulalar har tomonдан tartibsiz urilib turadi. Natijada u goh bir tomonga, goh boshqa tomonga tinimsiz tartibsiz harakat qilishga majbur bo‘ladi.

Broun harakati molekulalarning tartibsiz harakat qilishidan tashqari, molekulalarning mavjudligini ham isbotlaydi.

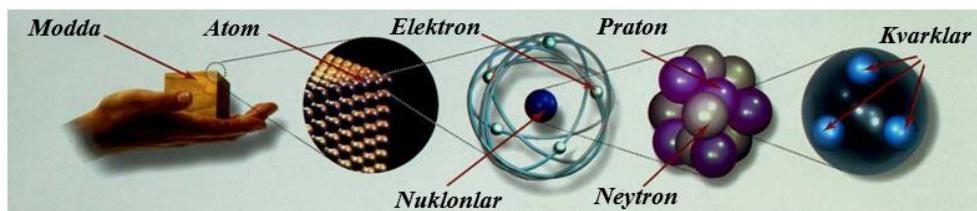
Xaotik harakat qilayotgan har bir molekula trayektoriyasining to‘g‘ri chiziqli qismida tezligi juda kata bo‘ladi. Lekin biror yo‘nalishdagi ko‘chishi kichik bo‘ladi.

Normal sharoitda, ya’ni 1 atmosfera bosim va 0 °C temperaturada gaz molekulalari 1 sekundda o‘rtacha  $10^{10}$  marta to‘qnashadi. Ikki to‘qnashuv orasidagi masofa  $10^{-8}$ - $10^{-7}$  m ni tashkil etadi.

## 50 - §. MOLEKULANING O’LCHAMLARI. MODDA MIQDORI

### Molekulaning o’lchami

**Molekula** – moddani tashkil etuvchi zarra bo‘lib, u o‘zida shu moddaning asosiy xossalari ni saqllovchi eng kichik bo‘lakdir.

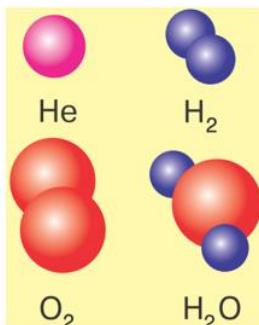


313 – rasm.

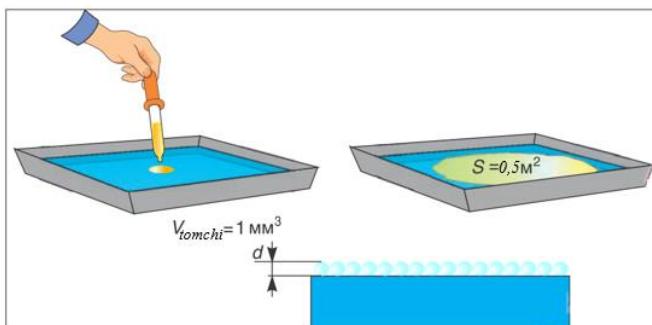
Barcha moddalar juda kichik zarralar – atomlar va molekulalardan tashkil topgan. O‘z navbatida ular ham yanada kichikroq zarralardan (elektronlar, protonlar, neytronlar, kvarklar) tashkil topganligi quyidagi 313–rasmda keltrilgan.

Kimyo kursidan ma’lumki, molekulalar turlich atom birikmalaridan tashkil topishi mumkin. Gelyi He, argan Ar, neon Ne kabi inert gazilar bir atomli gazlar hisoblanadi. Ikki atomli gazlarga kislorod  $O_2$ , vodorod  $H_2$ , azot  $N_2$  va ko’p atomli gazlar bo’lishi mumkin.

Masalan, vodorod gazi vodorod ( $H_2$ ) molekulalaridan, har bir vodorod molekulasi esa 2 ta vodorod ( $H$ ) atomidan iborat. Havodagi kislorod moddasi kislorod ( $O_2$ ) molekulalaridan, har bir kislorod molekulasi 2 ta kislorod ( $O$ ) atomidan tuzilgan. Suv moddasi suv ( $H_2O$ ) molekulalaridan tashkil topgan. Har bir suv molekulasi 2 ta vodorod ( $H$ ) va 1 ta kislorod ( $O$ ) atomidan iborat (314–rasm).



**314 – rasm.**



**315 – rasm.**

Kengroq idish (tarelka)ga suv solib, unga bir tomchi yog‘ tomizaylik.

Shunda yog‘ tomchisi suyuqlik sirti bo‘ylab yoyilib ketadi. Chunki eng ustki qatlamdagagi molekulalar “toyib” ketib yoniga, undan keyingi qatlamdagilar ham xuddi shunday yoniga tushib yoyiladi. Oxirida faqat bitta qatlam qoladi. Yoyilgan yog‘ tomchisi doira shaklida bo‘lsa, uning diametri shtangensirkul bilan o‘lchanib, yuzasi  $S$  hisoblanadi (315–rasm). Bitta tomchi hajmini aniqlash uchun alohida kichik menzurkaga 50 ta yoki 100 ta tomchi yog‘ tomizilib, hajmi  $V$  belgilanadi. Shunda bitta tomchi hajmi  $V_1 = \frac{V}{n}$  bo‘ladi,  $n$  -tomchilar soni.

Yoyilgan tomchi hajmi  $V_1 = dS$  ga teng bo‘lganligidan yog‘ qatlaming qalinligi  $d = \frac{V_1}{S}$  bo‘ladi. Bitta tomchining hajmi taxminan  $V_1 = 0,001 sm^3 = 1 \cdot 10^{-9} m^3$  va yuzasi  $S = 5000 sm^2 = 0,5 m^2$  bo‘lsa, qatlam qalinligi yoki molekula diametri  $d = 0,0000002 mm = 2 \cdot 10^{-10} m$  ga teng bo‘ladi.

Hozirgi kunda maxsus elektron mikroskoplar yordamida katta o‘lchamdagagi molekulalar bilan birga ayrim atomlarning rasmini ham olish mumkin. Vodorod atomining o‘lchami  $0,00000012 mm = 1,2 \cdot 10^{-10} m$  ga, molekulasining o‘lchami esa  $0,00000023 mm = 2,3 \cdot 10^{-10} m$  ga teng. Oqsil molekulasining o‘lchami  $0,0043 mm = 4,3 \cdot 10^{-6} m$  atroflda ekan. Umuman molekulalarning chiziqli kattaligi  $10^{-8} \div 10^{-10} m$  bo‘ladi. Shuni ta’kidlash lozimki molekula o‘z navbatida atomlardan

tashkil topadi. Atomlar esa yadro va uning atrofida harakatlanuvchi elektronlardan iborat bo`ladi.

### Molekulaning massasi

Alovida molekulalarning massalari juda kichik bo`lib, maxsus-asbob massaspektrometrler yordamida aniqlanadi. Masalan suv molekulasining massasini hisoblaylik. Suvning zichligi  $1000\text{kg}/\text{m}^3$ , ya`ni  $1\text{m}^3$  suvning massasi  $1000\text{kg}$  ga teng.  $1\text{m}^3$  suvda nechita molekula borligini topish uchun  $1\text{m}^3$  ni bitta suv molekulasiga bo`lish kerak, bitta suv molekulasining hajmini aniqlash uchun molekula o`lchmini kubini hisoblashimz kerak  $V_{H_2O} = d^3 \approx (3 \cdot 10^{-10}\text{m})^3 \approx 27 \cdot 10^{-30}\text{m}^3 \approx 2,7 \cdot 10^{-29}\text{m}^3$

$$N = \frac{V}{V_1} \approx \frac{1\text{m}^3}{2,7 \cdot 10^{-29}\text{m}^3} \approx 0,37 \cdot 10^{29}\text{ta} = 3,7 \cdot 10^{28}\text{ta}$$

molekula borligi ma'lum. U holda suvdagi 1 ta molekulaning massasini quyidagicha hisoblash mumkin:  $m_0 = \rho V_1 = 1000\text{kg}/\text{m}^3 \cdot 2,7 \cdot 10^{-29}\text{m}^3 = 2,7 \cdot 10^{-26}\text{kg}$ .

Shuning uchun ham fizikada, molekulalar massalarining absolyut qiymatlari bilan emas, balki o`lchamsiz nisbiy kattaligi bilan ish ko`riladi. Chunki bu hisob-kitobni ancha osonlashtiriladi. Xalqaro kelishuvlarga asosan etalon, ya`ni birlik atom massasi  $m_0$  sifatida uglerod  $^{12}\text{C}$  izotopi (atomar) massasining  $\frac{1}{12}$  qismi qabul qilingan.

$$m_0 = \frac{1}{12} m_{0C} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

Demak  $1\text{massa.atom.birligi} = 1\text{m.a.b}$  uglerod atomi massasining  $1/12$  ga aytiladi.

Moddaning  $M_0$  nisbiy molekulyar (yoki atom) massasi deb shu molekula yoki atom  $m_0$  massasining uglerod atomi  $m_{0C}$  massasining  $1/12$  qismiga nisbatiga aytiladi. Demak moddaning  $M_0$  nisbiy molekulyar massasi quyidagiga teng bo`ladi:

$$M_0 = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

Xuddi shuningdek nisbiy atom massasi  $A_0$  ni aniqlash uchun esa atom massasining absolyut qiymati  $m_{am}$  ni birlik atom massasi  $m_0$  ga bo`lish kerak.

$$A_0 = \frac{m_{am}}{m_0}$$

### Modda miqdori

Moddalar ulkan miqdordagi molekulalardan tashkil topganligini, va o`z navbatida turli moddalar molekulalari massalarining teng emasligi ularni solishtirishda katta qiyinchiliklar tug'diradi. Aynan shu qiyinchilikni engish maqsadida tarkibida bir xil  $N_A$  ta molekula bo`lgan **modda miqdori** tushunchasi kiritiladi.

**Modda miqdori** – moddadagi molekulalar sonining  $0,012\text{kg}$  ugleroddagi molekulalar soni  $N_A$  ga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikdir. Modda miqdori  $v$  (nyu) harfi bilan belgilanadi. Uning XBS(SI) dagi birligi  $[v]=1\text{mol}$ .

**1mol** kattalik shunday kattalikki  $0,012\text{kg}$  uglerodda qancha molekulalar bo`lsa, shuncha molekulalari bo`lgan modda miqdoridir. Bu malekula soni  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$  ga teng. Bu son italiyan olimi *Amedio Avogadro* tomonidan aniqlanganligi uchun **Avogadro doimiysi** deb ataladi.

Modda miqdorini topish uchun molekulalar sonini Avogadro soniga bo`lish orqali topiladi.

$$v = \frac{N}{N_A}; \quad N - \text{molekulalar soni}, \quad N_A - \text{Avogadro soni}$$

### Avogadro soni

Yuqorida aniqlanganidek, istalgan moddaning 1 molida bir xil sondagi molekulalar mavjuddir. Bu songa Avogadro doimiysi deyiladi. Endi Avogadro doimiysi nimaga tengligini aniqlaylik. Buning uchun modda miqdori ta'rifidan foydalanamiz, ya'ni  $0,012\text{ kg}$  uglerodda  $N_A$  ta molekula bor.

$$N_A = \frac{0,012\text{kg}}{m_{oc}} \text{mol}^{-1}$$

bu erda  $m_{oc}$  uglerod molekulasining massasi. Birlik atom massasining ta'rifiga asosan:  $m_{oc}=12m_0$

$$\text{Shunday qilib } N_A = \frac{0,012\text{kg}}{m_{oc}} \text{mol}^{-1} = \frac{0,012\text{kg}}{12 \cdot 1,66 \cdot 10^{-26}\text{kg}} \text{mol}^{-1} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

ya'ni istalgan moddaning bir molida  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$  ta molekula mavjud.

### Avogadro qonuni

Istalgan moddaning bir molidagi molekulalar soni teng ekanligini ko`rdik. Endi bir mol qancha hajmni egallaydi degan savol tug'iladi. Bu savolga Avogadro (1776-1856) qonuni javob beradi: Bir xil harorat va bir xil bosimda istalgan gazning bir moli bir xil hajmni egallaydi. Normal sharoitda bu hajm  $V_0 = 22,41 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$  ga teng. Bu qonunga Avogadro qonuni deyiladi.

### Normal sharoit

Normal sharoit: normal atmosfera bosimi,  $P = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm.ssim.ust}$  va harorat  $t=0^\circ\text{C}$  bo`lgan sharoit.

## Molekulyar massa

Ko`pincha molekulyar massa ( $M$ ) tushunchasidan foydalanishga to`g'ri keladi. Molekulyar massa bir mol moddaning massasi kabi aniqlanib, molekula massasining Avagadro soniga ko` paytmasiga teng. Agar  $v$  mol moddaning massasi  $m$  bo`lsa, u holda, ta'rifga binoan molyar massa quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \frac{m}{v}, \quad M = m_0 \cdot N_A, \quad M = \frac{m}{N} N_A \quad m_0\text{-atomning massasi}$$

XBS da molekulyar massasining birligi –  $kg/mol$

$$[M] = [m_0] \cdot [N_A] = 1 \frac{kg}{mol} \cdot \frac{1}{mol} = 1 \frac{kg}{mol}$$

Istalgan miqdoridagi moddaning massasi  $m$  ni topish uchun uning molekulyar massasi  $M$  va undagi modda miqdori (mollar soni)  $v$  ni ko`paytirish kerak.  
 $m = v \cdot M$

**Kontsentratsiya** – deb hajm birligidagi molekulalar soniga aytildi va  $n$  harfi bilan belgilanadi XBS da birligi qilib  $[n] = 1/m^3$  qabul qilingan.

$$n = \frac{N}{V}$$

## Loshmidt soni

Normal sharoitda  $1m^3$  gazdagi molekulalar Loshmidt soni bilan aniqlanadi. Ma'lumki  $1mol$  gazda  $N_A$  ta molekula mavjud, va  $1mol$  gaz normal sharoitda  $V_0$  hajmni egallaydi. Unda normal sharoitda istalgan gazning  $1m^3$  da

$$N_L = \frac{N_A}{V_0} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}}{22,4 \cdot 10^{-3} mol^{-1} \cdot m^3} = 2,7 \cdot 10^{25} m^3 \quad \text{ta molekula mavjud bo`ladi.}$$

## Molekulalar massasi, kontsentratsiya, zichlik. modda miqdori, avodadro soni, molar massa, molekula massalari orasidagi munosabatlar

### Molekulalar soni ( $N$ ) ni topish:

$$N = \frac{m}{M} N_A; \quad N = v \cdot N_A; \quad N = \frac{m}{m_0}; \quad N = nV;$$

Massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo`lgan har xil gaz tarkibidagi malekulalar sonining nisbatini topish uchun quyudagi formuladan foydalanamiz.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{m_2 M_1}{m_1 M_2}$$

### Modda massasini topish:

$$m = v \cdot M; \quad m = \rho \cdot V; \quad m = \frac{M \cdot N}{N_A}; \quad m = m_0 N; \quad m = n \cdot m_0 V;$$

### Kontsentratsiyani topish:

$$n = \frac{N}{V}; \quad n = \frac{m}{m_0 V}; \quad n = \frac{\rho}{m_0}; \quad n = \frac{\nu N_A}{V}; \quad n = \frac{m N_A}{MV}$$

### Zichlikni topish:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{\nu \cdot M}{V}; \quad \rho = \frac{M \cdot N}{N_A V}; \quad \rho = \frac{Nm_0}{V}; \quad \rho = nm_0;$$

**Araslashmaning zichligini topish:** Zichligi  $\rho_1$  hajmi  $V_1$  va zichligi  $\rho_2$  hajmi  $V_2$  bo'lgan suyuqliklar aralashmasining zichligini topish uchin quyidagicha hisob kitob ishlarini amalga oshirishimiz kerak:  $\rho_a = \frac{m_u}{V_u}$   $m_u = m_1 + m_2$   $V_u = V_1 + V_2$

$\rho_a = \frac{m_u}{V_u} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$  agar  $m_1 = \rho_1 V_1$  va  $m_2 = \rho_2 V_2$  larni hisobga olsak

$$\rho_a = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}; \quad \rho_a = \frac{m_1 + m_2}{V_a};$$

**Araslashmaning molar massasini topish:** Massasi  $m_1$  va massasi  $m_2$  bo'lgan hamda molar massalari  $M_1$  va  $M_2$  bo'lgan aralashmaning umumiy molar massasini topish.  $\nu_a = \frac{m_u}{M_u}$ ,  $\nu_1 = \frac{m_1}{M_1}$   $\nu_2 = \frac{m_2}{M_2}$  va  $\nu_a = \nu_1 + \nu_2$  demak  $\nu_a = \frac{m_u}{M_u} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}$ ,

$$m_u = m_1 + m_2 \text{ ekanligidan } \frac{m_1 + m_2}{M_u} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}$$

$$\frac{m_1 + m_2}{M_u} = \frac{m_1 M_2 + m_2 M_1}{M_1 M_2} \text{ dan } M_u = \frac{M_1 M_2 (m_1 + m_2)}{m_1 M_2 + m_2 M_1}.$$

**Araslashmaning massa ulushlarini topish:** Aralashma hajmi uni tashkil etuvchilar hajmlarining yig'indisiga teng bo'lsa,  $V_a = V_1 + V_2$  aralashmadagi har bir moddaning massa ulushi quyidagi tenglamalar asosida topiladi: aralashmaning massasi  $m_a$ , zichligi  $\rho_a$ , molar massasi  $M_a$  bo'lsha  $\nu_a = \nu_1 + \nu_2$ ;  $\nu_a = \frac{m_a}{M_a}$ ;  $\nu_1 = \frac{m_1}{M_1}$

$$\nu_2 = \frac{m_2}{M_2} \text{ larni e'tiborga olgan holda } \nu_a = \frac{m_a}{M_a} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}, \quad \frac{m_a}{M_a} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \text{ bizga } \frac{m_1}{m_a}$$

va  $\frac{m_2}{m_a}$  larni topish talab qilingani uchin har bir kasrni  $m_a$  ga bo'lamiz

$$\frac{m_a}{M_a m_a} = \frac{m_1}{M_1 m_a} + \frac{m_2}{M_2 m_a} \quad \frac{1}{M_a} = \frac{m_1}{M_1 m_a} + \frac{m_2}{M_2 m_a} \text{ aralashmaninh massasi } m_a = m_1 + m_2 \text{ dan}$$

$m_2$  ni topsak  $m_2 = m_a - m_1$  ga teng ekanligidan  $\frac{1}{M_a} = \frac{m_1}{M_1 m_a} + \frac{m_2}{M_2 m_a}$  formula

bo'yicha  $\frac{m_1}{m_a}$  ni topamiz  $\frac{1}{M_a} = \frac{m_1}{M_1 m_a} + \frac{m_a - m_1}{M_2 m_a}$  demak  $\frac{1}{M_a} = \frac{1}{M_1} \frac{m_1}{m_a} + \frac{1}{M_2} \left(1 - \frac{m_1}{m_a}\right)$ ,

$$\frac{1}{M_a} - \frac{1}{M_2} = \frac{m_1}{m_a} \left( \frac{1}{M_1} - \frac{1}{M_2} \right), \quad \frac{M_2 - M_a}{M_a M_2} = \frac{m_1}{m_a} \frac{M_2 - M_1}{M_2 M_1}, \quad \frac{M_2 - M_a}{M_a} = \frac{m_1}{m_a} \frac{M_2 - M_1}{M_1}, \text{ dan } \frac{m_1}{m_a}$$

topsak  $\frac{m_1}{m_a} = \frac{M_1(M_2 - M_a)}{M_a(M_2 - M_a)}$ , agar foizlarda topmoqchi bo'lsak

$$\frac{m_1}{m_a} \cdot 100\% = \frac{M_1(M_2 - M_a)}{M_a(M_2 - M_a)} \cdot 100\%,$$

$\frac{m_2}{m_a}$  ni topish uchun  $m_2 = m_a - m_1$  bo'yicha har birini aralashmaning massasi

$m_a$  ga bo'lsak u holda  $\frac{m_2}{m_a} = \frac{m_a}{m_a} - \frac{m_1}{m_a} = 1 - \frac{m_1}{m_a}$  ni bilgan holda

$$\frac{m_2}{m_a} \cdot 100\% = 100\% - \frac{m_1}{m_a} \cdot 100\%,$$

Aralashmadagi har bir moddaning massa ulushini ularning zichliklari orqali ifodalasak quyidagicha topiladi. Buning biz bir mol moddaning hajmini e'tiborga olishimiz kerak.  $V_{mol} = \frac{M}{\rho}$

$$\frac{m_1}{m_a} \cdot 100\% = \frac{\rho_1}{\rho_a} \cdot \frac{\rho_a - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2} \cdot 100\%; \quad \frac{m_2}{m_a} \cdot 100\% = \frac{\rho_2}{\rho_a} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_a}{\rho_1 - \rho_2} \cdot 100\%$$

Aralashmani tashkil etuvchi birinchi moddaning zichligi  $\rho_1$  va aralashmadagi ulushi  $\eta_1$  ikkinchi moddaning zichligi  $\rho_2$  va ulushi  $\eta_2$  ga teng bo'lsa aralashmaning zichligini topish.

$$\rho = \eta_1 \rho_1 + \eta_2 \rho_2; \quad \eta_1 + \eta_2 = 1$$

### Mavzuda doir test

1. Molekular-kinetik nazariyaning asosiy qoidalari qaysi javobda nisbatan to'liq bayon qilingan?

A) har qanday jism molekulalardan tuzilgan, ular betartib harakatda bo'ladi, ular orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud.

B) modda mayda zarralardan tashkil topgan va ular orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud

C) modda mayda bo'laklardan tuziladi va ular fazoni uzlucksiz to'ldiradi.

D) modda elementar zarralardan tuziladi va ular bir-biriga tinimsiz aylanib turadi.

2. 1 mol BXs da qaysi kattalikning birligidir?

A) massa      B) modda miqdori      C) molyar massa      D) hajm

3. Modda miqdorining birligi nima?

A) mol      B) kg      C) kg/mol      D) massaning atom birligi    E) N

4. Avogadro soni deb qanday fizik kattalikka aytildi?

A) 12 g ugleroddagi atomlar soniga

B) 1 mol moddadagi zarralar soniga

C) 32 g kislорoddagi molekulalar soniga

D) 2 g vodoroddagi molekulalar soniga

E) javoblarning hammasi to‘g‘ri

5. Ta’rifni to‘ldiring. Avogadro doimiysi ...

A) 12 g ugleroddagi atomlar soniga teng

B) bir mol miqdorida olingan modda massasiga teng

C) bir mol moddadagi atomlar soniga teng

D) 0,12 kg ugleroddagi atomlar soniga teng bo‘lgan atomlari bo‘lgan modda miqdori

6. Avogadro doimiysi nimaga teng?

A)  $6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$       B)  $6 \cdot 10^{26} mol^{-1}$

C)  $1,38 \cdot 10^{-23} J/K$       D)  $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

7. Molyar massa deb nimaga aytiladi?

A)  $T=273 K$  da 1 m<sup>3</sup> hajmdagi modda massasiga

B) molekulaning grammarda ifodalangan massasiga

C) berilgan modda atomi massasining uglerod atomi massasining 1/12 qismiga nisbatiga

D)  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  ta zarrachadan tashkil topgan modda massasiga

8. Moddaning molyar massasi BXs da qanday o‘lchamlikka ega?

A)  $kg \cdot m^{-3} \cdot mol$       B)  $kg \cdot mol$       C)  $kg \cdot m^{-3}$

D)  $kg \cdot m \cdot mol^{-1}$       E)  $kg \cdot mol^{-1}$

9. Gazning bitta molekulasing massasi  $4,8 \cdot 10^{-26} kg$  ga teng. Shu gazning molyar massasi qanday (g/mol)?  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A) 8      B) 32      C) 12      D) 2      E) 29

10. Moddaning molyar massasi 36 g/mol bo‘lsa, bitta molekulasing massasi qanday (kg) bo‘ladi?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A)  $36 \cdot 10^{-3}$       B)  $6 \cdot 10^{-26}$       C)  $36 \cdot 10^{-23}$       D)  $6 \cdot 10^{-23}$

11. Kislorodning molyar massasi 0,032 kg/mol. Kislorod molekulasing massasi qanday (kg)?  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} 1/mol$

A)  $5,3 \cdot 10^{-23}$       B)  $5,3 \cdot 10^{-26}$       C)  $5,3 \cdot 10^{-27}$       D)  $62,75 \cdot 10^{-26}$

12. Bitta kislorod ( $O_2$ ) molekulasing massasi qanday (kg)?

A)  $5,3 \cdot 10^{-23}$       B)  $5,3 \cdot 10^{-26}$       C)  $19 \cdot 10^{-23}$       D)  $1,9 \cdot 10^{-26}$

13. Bitta uglerod atomining massasi qanday (kg)? M=12 g/mol;

$N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A)  $5 \cdot 10^{-27}$       B)  $7,2 \cdot 10^{-27}$       C)  $5 \cdot 10^{-26}$

D)  $2 \cdot 10^{-26}$       E)  $7,2 \cdot 10^{-26}$

14. Molekulalar soni  $3 \cdot 10^{23}$  bo‘lgan azotning massasi qanday (g)?

M=28 g/mol;       $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A) 14      B) 28      C) 56      D) 84      E) 168

15.  $3,0 \cdot 10^{26}$  ga temir atomining massasi qanday (kg)? Temining molyar massasi 56 g/mol,  $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A) 56      B) 280      C) 28      D) 168      E) 2,8

16. Gazning massasi m ga, molekulalari soni N ga teng bo‘lsa, uning molyar massasi nimaga teng?  $N_A$  – Avogadro doimiysi.

$$A) NmN_A \quad B) \frac{mN}{N_A} \quad C) \frac{m}{N} N_A \quad D) \frac{N_A}{mN}$$

17. Suv molekulasi  $H_2O$  ning massasi qanday (kg)? Vodorod va kislorod massalarini mos ravishda 1 va 16 m.a.b ga teng deb oling.

$$N_A = 6,0 \cdot 10^{23} mol^{-1}$$

- A)  $18 \cdot 10^{-30}$    B)  $6 \cdot 10^{-26}$    C)  $1,67 \cdot 10^{-27}$   
 D)  $18 \cdot 10^{-27}$    E)  $3 \cdot 10^{-26}$

18. Berk idishdagi gaz molekulalari soni 68 marta kamaytirildi. Gazning massasi qanday o‘zgargan?

- A) 68 marta kamaygan      B) 34 marta ortgan  
 C) 68 marta ortgan      D) 34 marta kamaygan

19. 16 g kislorod moddasining miqdorini (mol) aniqlang.  $M = 32 \cdot 10^{-3} kg/mol$

- A) 0,5      B) 1      C) 2      D) 16      E) 32

20. 9 g suvda necha mol modda bor?

- A) 0,45      B) 0,5      C) 0,9      D) 4,5      E) 9

21. 5 mol geliyning massasi qanday?

- A) 0,1 kg      B) 0,2 kg      C) 10 g      D) 20 g      E) 40 g

22. 450 mol kislorodning massasi qanday (kg)

- A) 1,4      B) 4,5      C) 7,2      D) 9      E) 14,4

23. 5 mol kislorodning massasini toping. Kislorodning molyar massasi  $32 \cdot 10^{-3} kg/mol$  A) 320 g      B) 32 g      C) 1,6 g      D) 160 g      E) 16 g

24.  $CO_2$  gazning 10 moli massasi necha gramm?

- A) 500      B) 440      C) 400      D) 340      E) 300

25. Mijja miqdorlari teng bo‘lgan qalay va nikel quymalarning massalarini taqqoslang.

Qalayning molyar massasi  $M_q = 118,7 g/ml$ , nikelniki esa  $M_n = 58,7 g/mol$

- A)  $m_q \approx 4m_n$       B)  $m_n \approx 2m_q$       C)  $m_q \approx 2m_n$       D)  $m_n \approx 4m_q$

26. 2 mol suv qanday ( $sm^3$ ) hajmni egallaydi?

- A) 2      B) 36      C) 64      D) 18      E) 72

27. 136 mol simob qanday hajmni egallaydi (l)? Simobning zichligi  $13,6 g/sm^3$ , molyar massasi  $200 g/mol$ . A) 15      B) 10      C) 6,8      D) 2      E) 1,5

28. 2 g vodoroddagi molekulalar sonini aniqlang.  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   $M = 2 \cdot 10^{-3} kg/mol$

- A)  $1,2 \cdot 10^{24}$       B)  $6 \cdot 10^{23}$       C)  $3 \cdot 10^{23}$   
 D)  $1,2 \cdot 10^{23}$       E)  $3 \cdot 10^{24}$

29. 64 g kisloroddagi molekulalar soni nechta?

- A)  $5 \cdot 10^{23}$       B)  $3 \cdot 10^{23}$       C)  $12 \cdot 10^{23}$       D)  $4 \cdot 10^{23}$       E)  $6 \cdot 10^{23}$

30. 320 g kislorodda nechta molekula bor?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

- A)  $6 \cdot 10^{24}$       B)  $12 \cdot 10^{23}$       C)  $12 \cdot 10^{24}$       D)  $6 \cdot 10^{20}$

31. 0,009 kg suvdagi molekulalar sonini toping.

- A)  $6 \cdot 10^{23}$       B)  $2 \cdot 10^{23}$       C)  $10^{23}$       D)  $3 \cdot 10^{23}$       E)  $4 \cdot 10^{23}$

32. Massasi 140 g bo‘lgan xlор molekulalarining sonini aniqlang.

$$M_{Cl} = 70 \cdot 10^{-3} kg/mol, N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$$

- A)  $6,02 \cdot 10^{23}$       B)  $1,2 \cdot 10^{23}$       C)  $6,02 \cdot 10^{-23}$       D)  $12,04 \cdot 10^{23}$

33. Massasi  $3 \cdot 10^{-5}$  bo‘lgan suv tomchisida nechta molekula bor? Avogadro soni  $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $10^{21}$    B)  $-5 \cdot 10^{18}$    C)  $10^{18}$    D)  $2 \cdot 10^{21}$    E)  $6 \cdot 10^{18}$
34. 0,3 g li suv tomchisida qancha suv molekulasi bor?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $3 \cdot 10^{23}$    B)  $1 \cdot 10^{22}$    C)  $1,8 \cdot 10^{23}$    D)  $2 \cdot 10^{23}$    E)  $2 \cdot 10^{22}$
35. 0,036 kg suvda nechta molekula bor? Avogadro soni  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $3 \cdot 10^{23}$    B)  $12 \cdot 10^{23}$    C)  $6 \cdot 10^{20}$    D)  $6 \cdot 10^{23}$    E)  $12 \cdot 10^{20}$
36. 9 g suvdagi molekulalar sonini toping.  $M=18 g/mol$   $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $3 \cdot 10^{23}$    B)  $12 \cdot 10^{23}$    C)  $3,24 \cdot 10^{24}$   
 D)  $6 \cdot 10^{23}$    E)  $12 \cdot 10^{24}$
37. Massasi 3 g bo‘lgan suv tomchisida nechta elektron bor?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $10^{26}$    B)  $10^{25}$    C)  $10^{24}$    D)  $10^{23}$
38. Massasi 1,187 kg bo‘lgan qalay bo‘lagida qancha atom bor? Qalayning molyar massasi  $M=118,7 g/mol$     $N_A = 6 \cdot 10^{23} l/mol$   
 A)  $6 \cdot 10^{26}$    B)  $6 \cdot 10^{23}$    C)  $6 \cdot 10^{24}$    D)  $6 \cdot 10^{27}$
39. 36 sm<sup>3</sup> hajmdagi suvda nechta molekula bor?  $M=18 g/mol$   $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $3,6 \cdot 10^{24}$    B)  $2,4 \cdot 10^{24}$    C)  $1,2 \cdot 10^{24}$    D)  $6 \cdot 10^{24}$
40. Sig‘imi 200 sm<sup>3</sup> bo‘lgan stakandagi suvda nechta molekula bor?  
 $M=18 g/mol$   $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $6,5 \cdot 10^{28}$    B)  $1,8 \cdot 10^{24}$    C)  $6 \cdot 10^{25}$   
 D)  $6,7 \cdot 10^{23}$    E)  $6,7 \cdot 10^{24}$
41. 3 l suvdagi molekulalar sonini aniqlang. Avogadro soni  $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $1 \cdot 10^{25}$    B)  $6 \cdot 10^{25}$    C)  $6 \cdot 10^{26}$    D)  $1 \cdot 10^{26}$
42. 36 g suvdagi molekulalar soni 2 g vodoroddagi molekulalar sonidan necha marta katta? A) 2   B) 6   C) 9   D) 18
43. Massalari teng bo‘lgan vodorod va kisloroddagi molekulalar soni necha marta farq qiladi?  $M_{O_2} = 32 g/mol$ ;  $M_{H_2} = 2 g/mol$   
 A) 64   B) 32   C) 18   D) 16   E) 34
44. 135 n aluminiydagи atomlar soni 197 g oltindagi atomlar sonidan necha marta katta?  
 $M_{Al} = 27 g/mol$ ;  $M_O = 197 g/mol$   
 A) 5   B) 2   C) 2,5   D) 4   E) 1,5
45. Hajmlari teng bo‘lgan suv va muzdagi molekulalar sonini taqqoslang.  
 A)  $N_M/N_C = 2$    B)  $\frac{N_C}{N_M} = 0,1$   
 C)  $\frac{N_C}{N_M} = 1,1$    D)  $\frac{N_C}{N_M} = 1$    E)  $\frac{N_M}{N_C} = 1,1$
46. Diametri 1 mm li suv tomchisida nechta molekula bor?  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $1,75 \cdot 10^{18}$    B)  $2 \cdot 10^{17}$    C)  $1,75 \cdot 10^{29}$   
 D)  $1,75 \cdot 10^{19}$    E)  $6 \cdot 10^{23}$
47. 18 mg suv 6 s da bug‘lansa, 1 s da suv sirtidan o‘rtacha nechta molekula uchib ketadi? Avogadro soni  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $1 \cdot 10^{23}$    B)  $1 \cdot 10^{20}$    C)  $4 \cdot 10^{19}$    D)  $2 \cdot 10^{19}$
48. Piyolaga quyilgan 180 g suv bir haftada to‘la bug‘lanib ketdi. Piyoladan bir sekundda o‘rta hisobda nechta molekula bug‘lanib turganligini baholang.  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$   
 A)  $10^{22}$    B)  $10^{19}$    C)  $10^{15}$    D)  $10^{19}$    E)  $10^6$

49. Idishdagi gaz massasining 84 frizini azot, 16 foizini kislород tashkil qilsa, bitta kislород molekulasiga nechta azot molekulasi to‘g‘ri keladi?  $M_A = 28\text{ g/mol}$ ;  $M_K = 32\text{ g/mol}$
- A) 4      B) 3      C) 2      D) 6      E) 1
50. Sirt yuzasi  $20\text{ sm}^2$  bo‘lgan qurilmaning sirtiga  $1\text{ }\mu\text{m}$  qalinlikda oltin qatlami qoplandi. Qoplama nechta oltin atomi bor? Avogadro doimiysi  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ , oltinning atom massasi 197 m.a.b, zichligi esa  $19,3\text{ g/sm}^3$ .
- A)  $1,18 \cdot 10^{20}$     B)  $1,50 \cdot 10^{20}$     C)  $2,0 \cdot 10^{20}$     D)  $1,13 \cdot 10^{20}$
51. Qalinligi  $1\text{ }\mu\text{m}$  bo‘lgan kumush qatlamining  $36\text{ sm}^2$  yuzida nechta kumush atomi bor?  $M = 108 \cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$ ,  $p = 10,5 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
- A)  $2,1 \cdot 10^{23}$     B)  $4,2 \cdot 10^{22}$     C)  $4,2 \cdot 10^{21}$   
 D)  $2,1 \cdot 10^{20}$     E)  $2,1 \cdot 10^{19}$
52. Metall jism yuqori haroratgacha qizitildi. Bunda jismning hajmi, zichligi va modda miqdori qanday o‘zgaradi?
- A) ortadi, ortadi, ortadi    B) ortadi, kamayadi, ortadi  
 C) ortadi, ortadi, o‘zgarmaydi    D) ortadi, kamayadi, o‘zgarmaydi
53. Broun harakati deyilganda, nima tushuniladi?
- A) suyuqlik molekulalarining issiqlik harakati  
 B) suyuqlikka solingan qattiq jism zarralarining suyuqlik molekulalari ta’siridagi harakati  
 C) suyuqlik molekulalarining unga solingan mayda zarralar ta’siridagi harakati  
 D) suyuqlikka solingan qattiq jism zarralarining o‘zaro ta’sirlashuvlari natijasida yuzaga keladigan harakati

## 51 - §. IDEAL GAZ. IDEAL GAZ MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASINING ASOSIY TENGLAMASI

### Ideal gaz

Mexanikadagi kabi, molekulyar fizikada ham hisoblashni osonlashtirish uchun xizmat qiladigan ideallashtirilgan model – ideal gaz tushunchasidan foydalaniadi. Ideal gaz deb quyidagi shartlarni bajaradigan gazga aytildi:

- gaz molekulalarining xususiy hajmi gaz egallab turgan idishning hajmiga nisbatan e’tiborga olmaydigan darajada kichik;
- gaz molekulalari orasida o‘zaro ta’sir kuchlari mavjud emas;
- gaz molekulalarining o‘zaro va idish devorlari bilan urilishi absolyut elastik deb qaralishi.

Tabiatda mutloq ideal gaz uchramaydi.

Shuni ta’kidlash kerakki, real gazlar ham normal sharoitga yaqin sharoitlarda (kislород, geliy) va yuqori harorat, past bosimda o‘z xossalari bilan ideal gazlarga juda o‘xshab ketadi. Bundan tashqari molekulalarning xususiy hajmlari va o‘zaro ta’sirini hisobga oluvchi tuzatish kiritish bilan ideal gaz qonunlaridan real gaz qonunlarini hosil qilish mumkin.

## Ideal gaz parametrlari

Gazning holati bir – biriga bog’liq bo`lgan va holat parametrlari deyiladigan quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi: bular hajm  $V$ , bosim  $P$  va harorat  $T$ .

$$f(P, V, T) = 0;$$

funksiya ko’rinishida ifodalanishi mumkin. Biror jismning kattaliklari orasidagi bog’lanishni ifodalovchi munosabat shu jismning holat tenglamasi deb ataladi. Kattaliklarning o’zgarishi bilan gaz holatining o’zgarishiga gaz jarayoni deyiladi.

### Ideal gazning bosimi

Sirtga normal ta’sir etayotgan  $F$  kuchning shu yuzasi  $S$  ga nisbati bilan aniqlanadigan fizik kattalikka bosim deyiladi.

$$P = \frac{F}{S}$$

$$\text{XBS da bosim birligi} - \text{paskal}, \quad 1\text{Pa} = \frac{1\text{N}}{1\text{m}^2}$$

Hozircha bosimning sistemaga kirmaydigan ba’zi birliklaridan foydalaniladi. Bular:

$$\text{fizik atmosfera bosimi} = 760 \text{ mm.sim.ust} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

$$\text{texnik atmosfera bosimi} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

Xaotik harakatda bo`lgan gaz molekulalari idish devorlariga uriladi va juda kichik vaqt davomida devorga ma’lum kuch bilan ta’sir ko`rsatadi. Molekulalarning betartib urilishlari natijasida birlik yuzaga ma’lum bir bosim ko`rsatiladi. Ma’lumki, molekulaning tezligi qancha katta bo’lsa, shuncha qattiq zarb bilan uriladi va gazning idish devoriga bosimi shuncha katta bo’ladi. Ya’ni bosim molekulalarning tezliklaiiga bog’liq.

Gaz molekulalarining bosimi uchun quyidagi tenglama keltirib chiqarilgan:

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \bar{g}^2; \quad n = \frac{\rho}{m_0} - \text{ni hisobga olsak}$$

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \bar{g}^2 = \frac{1}{3} \frac{\rho}{m_0} \cdot m_0 \bar{g}^2 = \frac{1}{3} \rho \bar{g}^2 \quad P = \frac{1}{3} \rho \bar{g}^2 \quad P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \bar{g}^2 \quad \text{bu formulaning o’ng}$$

tomonini 2 ga ko’paytrib, ham 2 ga bo’lsak natija o’zgarmaydi lekin formula

$$\text{quyidagicha ko’rinishga keladi: } P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} \quad \text{agar} \quad \bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{g}^2}{2} \quad \text{bo’lsa u holda}$$

$$P = \frac{2}{3} n \cdot \bar{E}_k; \quad P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} \cdot m_0 \bar{g}^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m}{V} \cdot m_0 \bar{g}^2 = \frac{1 \cdot m \bar{g}^2}{3V} \quad \text{dan} \quad PV = \frac{m \bar{g}^2}{3}; \quad P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \bar{g}^2;$$

$$P = \frac{2}{3} n \cdot \bar{E}_k; \quad PV = \frac{m \bar{g}^2}{3}; \quad \text{bu tenglamalar } \textit{ideal gaz molekular – kinetik}$$

*nazariyasining asosiy tenglamasi deyiladi.*

## Ideal gaz quyidagi xossalarga ega bo'ladi

➤ Molekulalar orasidagi masofa ularning o'lchamiga qaraganda juda katta bo'ladi, shuning uchun molekulalarning masofadan tasirlashish kuchlari va molekulalarning o'zaro ta'sir potentsiyal energiyasi hisobga olinmaydi:

➤ Molekulalarning o'zaro to'qnashishlari absolyut elastik to'qnashish deb qaraladi:

➤ Gaz molekulalarining hajmi hisobga olinmaydi va ular moddiy nuqta deb qaraladi.

Molekulalar orasidagi o'rtacha masofa –  $d$  ni topish uchun biz bir mol moddaning hajmini  $V_{mol}$ ,  $n$ -kontsentratsiya,  $\rho$ -zichlik,  $M$ -molyar massalarini bilgan holda quyidagicha topamiz:  $V_{mol} = \frac{M}{\rho}$  bitta molekula hajmini topishimiz uchun bir mol

moddani hajmini Avogadro soni  $N_A$  ga bo'lishimiz kerak,  $V_0 = \frac{V_{mol}}{N_A}$ ,  $V_0 = \frac{M}{\rho N_A}$ , molekuladagi bitta atomning hajmini topish uchun molekulani hajmini atomlar soni  $n$  ga bo'lishimiz kerak,  $V_{at} = \frac{V_0}{n}$   $V_{at} = \frac{M}{n\rho N_A}$ ,

Agar kubning hajmini  $1m^3$  deb olsak, u holda  $N$  dona molekula uch o'lchamli fazoda  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  yo'nalishalar bo'ylab harakatlanadi. Har bir molekulaga kub hajmining  $l^3$  ga teng qismi mos keladi, bunda  $l$  – molekulalar orasidagi masofaga mos keladi. Shunday ekan, kubning hajmi  $V=Nl^3$  den hisonlash mumkin.

$$\text{Bu } V=Nl^3 \text{ ifodadan molekula deametrini topsak } V = Nl^3 \Rightarrow l = \sqrt[3]{\frac{V}{N}} \quad l = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho \cdot N_A}}$$

## Mavzuda doir test

1a. Quyidagi tasdiqlarning qaysi biri ideal gaz uchun noto'g'ri?

- A) molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarini hisobga olmaslik mumkin.
- B) molekulalarning o'zaro ta'sir potensial energiyasini hisobga olmaslik mumkin
- C) molekulalar hajmini hisobga olmaslik mumkin
- D) molekulalar massasini hisobga olmaslik mumkin

1. Gazni ideal deb hisoblash uchun nimani hisobga olmaslik kerak?

- A) molekulalar to'qnashuvini
- B) molekulalarning to'qnashgandagi o'zaro ta'sirini
- C) molekulalarning harakatini
- D) molekulalarning masofadan ta'sirlashishini

2. Ideal gazning bosimi molekulalarni tavsiflaydigan quyidagi kattaliklarning qaysi biriga bog'liq?

- A) molekulalar orasidagi tortishish kuchiga
- B) kinetik energiyaga

C) potensial energiyaga

D) molekulalar orasidagi itarishish kuchiga

3.  $\frac{v^2}{x} = \frac{1}{3}\bar{v}^2$  ifoda quyida keltirilgan mulohazalarning qaysi biriga asoslanib yozilgan?

A) molekulalar soni kam

B) molekulalar o'zaro elastik to'qnashadi

C) molekulalar shar shaklida

D) molekulalar tartibsiz harakat qiladi.

4. Tezligi 1200 m/s bo'lgan kislorod molekulasining idig devoriga  $60^0$  burchak ostida mutlaq elastik urilishi natijasida idish devori olgan kuch impulsini toping (NC).  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A)  $3,2 \cdot 10^{-23}$  B)  $3,2 \cdot 10^{-25}$  C) 0 D)  $3,2 \cdot 10^{-26}$  E)  $6,4 \cdot 10^{-23}$

5. Azot molekulasining idish devoriga  $60^0$  burchak ostida mutlaq elastik urilishi natijasida impulsning o'zgarishi  $1,4 \cdot 10^{-23} kgm/s$  ga teng bo'ladi. azot molekulasining tezligini toping (m/C).  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A) 300 B) 600 C) 1000 D) 1200 E) 2000

6. Molekular-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasini toping.

A)  $p = \frac{2}{3}n\bar{E}$  B)  $pV = \frac{m}{M}RT$  C)  $\frac{V}{T} = const$  D)  $\frac{pV}{T} = const$

7. Quyidagi qaysi munosabat molekular kinetik nazariyaning asosiy tenglamasidir:

1)  $E_k = 3kT/2$ ; 2)  $pV = mRT/\mu$ ; 3)  $p = (1/3)nm_Q\bar{v}^2$  4)  $p = nkT$ ?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

8. Quyidagilardan gazlar molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasini ko'rsating:

1)  $p = \frac{1}{3}n\varepsilon_k$ ; 2)  $p = \frac{3}{2}n\varepsilon_k$ ; 3)  $p = \frac{1}{3}pv$ ; 4)  $p = \frac{1}{3}nm_0\bar{v}^2$

A) faqat 1 B) 1, 4 C) 2, 3 D) faqat 4 E) 1, 2, 4

9. Quyidagi formulalarning qaysilari noto'g'ri?

1)  $p = \frac{1}{3}nm_0\bar{v}^2$  2)  $p = \frac{m}{M}\frac{RT}{V}$ ; 3)  $p = \frac{2}{3}n\bar{E}$ ; 4)  $p = \frac{R}{V}vT$

5)  $p = \frac{1}{3}p\bar{v}^2$  6)  $p = nkT$ ; 7)  $p = \frac{m}{3N}n\bar{v}^2$

A) noto'g'risi yo'q B) 3, 5, 6 C) 1, 5, 6 D) 1, 6, 7 E) 2, 4, 7

10. Birlik hajmdagi massani hisoblash formulasini ko'rsating:

1)  $p = m/V$ ; 2)  $p = nm_0$ ; 3)  $p = nM/N_A$ ; 4)  $p = NN_A/V$

A) 1, 2 B) 2, 3, 4 C) 1, 2, 3 D) 1, 3 E) hammasi

11.  $m_1$  massali gazi bo'lgan  $V_1$  hajmli idish  $m_2$  massali gazi bo'lgan  $V_2$  hajli idish bilan tutashtirildi. SHu idishlar sistemasidagi gaz zichligini toping.

A)  $m_1/V_1$  B)  $m_2/V_2$  C)  $m_1/V_1 + m_2/V_2$  D)  $(m_1 + m_2)/(V_1 + V_2)$

12. Idishdagi kislorod molekulalarining konsentratsiyasi  $n = 6 \cdot 10^{26} m^{-3}$  bo'lsa, gaz zichligi qanday ( $kg/m^3$ )?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

A) 0,6 B) 1,2 C) 1,6 D) 3,2

13. Modda zichligi  $\rho$ , molekulasining massasi  $m_0$  bo'lsa, hajm birligidagi molekulalar soni qanday? A)  $m_0 N_A / \rho$  B)  $\rho / m_0$  C)  $\rho m_0$  D)  $p N_A / m_0$  E)  $m_0 / \rho$

14. Agar 1-gaz molekulalarining massasi 2-gaz molekulalarining massasidan 4 marta katta bo'lsa, 1-gaz molekulalarining konsentratsiyasi va 2-gaznikidan 2 marta kichik bo'lsa, gaz zichliklarining nisbati  $\rho_1/\rho_2$  qanday?

- A) 2      B) 4      C) 1/8      D) 1/4      E) 1/2

15. Agar idishdagi kislород gazining zichligi  $0,32 \text{ kg/m}^3$  ga teng bo'lsa, molekulalar konsentratsiyasi qanday ( $\text{m}^{-3}$ )?

- A)  $6 \cdot 10^{24}$     B)  $6 \cdot 10^{23}$     C) 0    D)  $3,2 \cdot 10^{23}$     E)  $6 \cdot 10^{25}$

16. Zichligi  $4,4 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan karbonat angidrid gazining  $\text{m}^3$  hajmida nechta molekula bor?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A)  $6 \cdot 10^{25}$     B)  $4,4 \cdot 10^{22}$     C)  $2 \cdot 10^{23}$     D)  $3 \cdot 10^{23}$

17. 21 hajmli idishdagi  $0,32 \text{ kg}$  massali kislород molekulalarining konsentratsiyasini aniqlang ( $\text{m}^{-3}$ ).  $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A)  $3 \cdot 10^{27}$     B)  $1,6 \cdot 10^{22}$     C)  $6,4 \cdot 10^{28}$     D)  $3 \cdot 10^{19}$     E)  $3,2 \cdot 10^{29}$

18. Massasi  $320 \text{ g}$  bo'lgan kislород  $0,02 \text{ m}^3$  hajmni egallab turibdi. Molekulalar konsentratsiyasini toping ( $\text{m}^{-3}$ ).  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A)  $3,01 \cdot 10^{27}$     B)  $3,01 \cdot 10^{26}$     C)  $6,02 \cdot 10^{21}$   
D)  $6,02 \cdot 10^{27}$     E)  $3,2 \cdot 10^{27}$

19. Normal sharoitda havoning zichligi  $1,2 \text{ kg/m}^3$  ga teng. Havo molekulalarining konsentratsiyasini toping ( $\text{m}^{-3}$ ). Havoning molyar massasi  $30 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$  va  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  deb qabul qiling.

- A)  $1,2 \cdot 10^{25}$     B)  $6 \cdot 10^{25}$     C)  $2,4 \cdot 10^{25}$   
D)  $18 \cdot 10^{25}$     E)  $3 \cdot 10^{25}$

20. V hajmli idishdagi molekulalar konsentratsiyasi n bo'lsa, idishda necha mol ideal gaz bor? k – Bolsman doimiysi,  $N_A$  – Avogadro doimiysi.

- A)  $VN_A/n$     B)  $nV/k$     C)  $nV/N_A$     D)  $VN_A/R$     E)  $nV/R$

21. Me'yordagi (normal) sharoitda  $\text{CO}_2$  gazi molekulalari orasidagi o'rtacha masofa qanday bo'ladi (m)?

- A)  $10^{-8}$     B)  $3,3 \cdot 10^{-9}$     C)  $5 \cdot 10^{-9}$     D)  $7 \cdot 10^{-8}$     E)  $1,6 \cdot 10^{-9}$

22. Suv molekulasining chiziqli o'lchamini aniqlang (m)

- A)  $3 \cdot 10^{-8}$     B)  $3 \cdot 10^{-10}$     C)  $7 \cdot 10^{-8}$     D)  $5 \cdot 10^{-10}$

23. Temirda atomlar orasidagi o'rtacha masofa qanday (sm)? Temirning molyar massasi  $M = 56 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , zichligi  $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$

- A)  $10^{-8}$     B)  $2 \cdot 10^{-8}$     C)  $3,5 \cdot 10^{-8}$     D)  $5 \cdot 10^{-8}$

24. Gaz bosimini ifodalovchi quyidagi munosabatlarning qaysi biri to'g'ri emas?

- A)  $p = nkT$     B)  $p = \frac{2}{3}n\bar{E}_k$     C)  $p = \frac{1}{2}p\nu_{kv}$   
D)  $p = \frac{2U}{3V}$     E)  $p = p\frac{RT}{\mu}$

## 52 - §. ABSOLUT TEMPERATURA. MOLEKULALARNING O'RTACHA KINETIK ENERGIYASI

### Temperatura

Jismlarning issiqlik darajasini xarakterlash uchun tempertura tushunchasidan foydalaniladi.

“*Temperatura*” lotinchada “*holat*” degan ma’noni bildiradi.

Agar qizitilgan jism (temperaturasi yuqori jism) qizitilmagan jismga (temperaturasi past jismga) bu jismlar bir – biriga tekizilsa ular orasida issiqlik almashuvi ro`y beradi.

Moddalarda issiqlik almashinishi natijasida ularning temperaturalari tenglashishiga *issiqlik muvozanati* deyiladi.

Energiya harorati yuqorirok jismdan harorati pastroq jismga o`tadi. Bu jarayon jismlarning haroratlari tenglashguncha, ya’ni issiqlik muvozanati vujudga kelguncha davom etadi. Demak issiqlik muvozanatidagi jismlarning haroratlari bir xil bo`ladi. Shuning uchun ham haroratga sistemaning issiqlik muvozanatini xarakterlovchi kattalik deyiladi.

### Temperaturani o`lchash

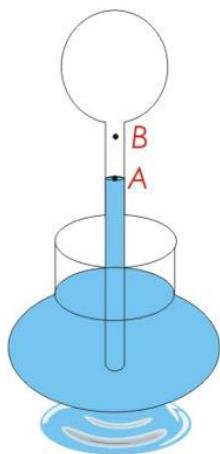
Temperaturani o`lchash uchun etalon sifatida gaz(vodorod) yoki suyuqliklarning (simob, spirt) issiqlikdan hajmining o`zgarishidan foydalaniladi. Temperaturni o`lchanadigan asbobga *termometr* deyiladi. Biz kundalik hayotda termometr bilan yaxshi tanishmiz. Masalan simoblik termometr yordamida  $-30^{\circ}$ dan  $+800^{\circ}$  gacha haroratni o`lchash mumkin. Haroratni o`lchashda aniqlik kiritish maqsadida harorat shkalasi kiritiladi.

### Harorat shkalasi

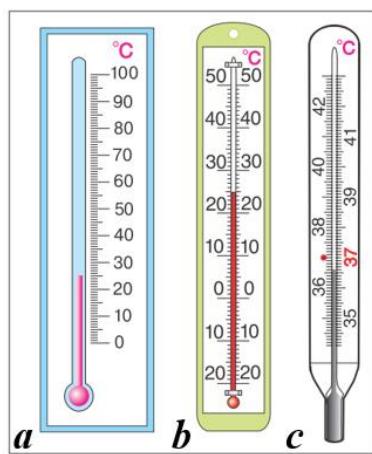
Tumperaturani o`lchashda ikkita shkaladan foydalaniladi. Termodinamik harorat shkalasi ( $T$ ) harorat gradus kelvinlarda ( ${}^{\circ}K$ ) va xalqaro amaliy harorat shkalasi ( $t$ ) harorat gradus selsiyalarida ( ${}^{\circ}C$ ) o`lchanadi.

### Temperaturaning Selsiy shkalasi

Moddalaming temperaturasi termometr yordamida o`lchanadi. Uning ixtirochisi *Galiley* hisoblanadi. Albatta, hozirgi termometr Galiley ixtiro qilgan termometr (termoskop)dan farq qiladi. Termometrlarda moddalarning issiqlikdan kengayishi xossasidan foydalaniladi. Galiley termometrida havoning kengayishidan foydalanilgan edi (316–rasm).



316 – rasm.



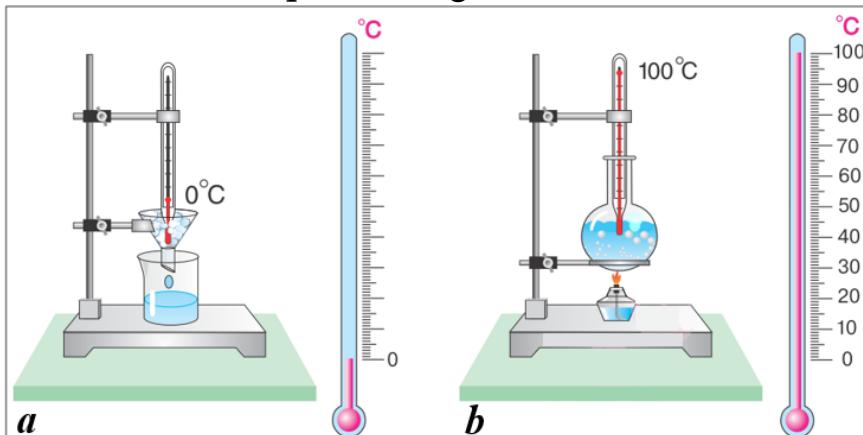
317 – rasm.



318 – rasm.

Keyinchalik fransiyalik olim Rey 1631-yilda suvli termometrni yasaydi. Hozirgi kunda ishlatiladigan termometrlarda, asosan, simob va spirt ishlatiladi. Ulardan ayrimlari 317–rasmida keltirilgan. Hattoki elektron termometrladan ham hozirgi kunda foydalaniladi (318–rasm). Odatda, ko‘p foydalaniladigan termometr – simobli termometr hisoblanadi. Uni ko‘rib chiqaylik. Bunday termometr rezervuarida simob bo‘ladi. Temperatura ortganda rezervuardagi simob hajmi kengayadi va u naycha orqali yuqoriga ko‘tariladi, sovuganda torayib, pastga tushadi.

Termometr shkalasi darajalangan bo‘lib. Simobning qancha ko‘tarilganligiga qarab temperaturani bilib olish mumkin. Temperaturaning o‘lchov birligi qilib **gradus** olingan. Normal atmosfera bosimida muzning erish temperaturasasi  $0$  gradus deb (319–*a* rasm), suvning qaynash temperurasasi  $100$  gradus deb olingan (319–*b* rasm). Bu oraliq  $100$  ta teng bo‘laklarga bo‘lingan va har bir bo‘lakni ***1 gradus*** deb qabul qilingan. “**Gradus**” lotinchada “**qadam**” degan ma’noni bildiradi.



319 – rasm.

Bunday shkala 1742- yilda shved olimi **A. Selsiy** tomonidan tavsiya etilgan va u temperaturaning **Selsiy shkalasi** deb ataladi.

Selsiy shkalasida o‘lchangan temperatura  $^{\circ}\text{C}$  shaklida belgilanadi va “**gradus Selsiy**” deb o‘qiladi.

Termometrlar turlicha darajalangan bo‘ladi. Masalan, suvning temperurasini o‘lchaydigan termometrlar  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  gacha (317–*a* rasm), havo temperurasini

o‘lchaydigan termometr esa, odatda,  $-20^{\circ}\text{C}$  dan  $50^{\circ}\text{C}$  gacha darajalangan boladi ( $317-b$  rasm), odam temperaturasini o‘lchaydigan tibbiyot termometri  $35^{\circ}\text{C}$  dan  $42^{\circ}\text{C}$  gacha ( $317-c$  rasm).

Idishdagи suvning temperaturasini termometrni suvdan chiqarmasdan ko'rish kerak. Aks holda, termometr suvdan olinishi bilanoq uning ko'rsatishi o'zgarib ketadi.

Bemorning temperaturasini o‘lchaydigan tibbiyot termometri bunday kamchilikdan xoli. Vrach termometrni bemordan olib, bemalol ko'rishi mumkin. Chunki undagi simob ustuni pastga tushib ketmaydi. Bunga erishish uchun termometr naychasining quyi qismi ingichka qilib yasaladi.

## Absolut nol temperatura

Selsiy shkalasida ifodalanadigan  $t$  temperatura muzning erish va suvning qaynash temperaturalariga nisbatan olingan edi. Turmushda asosan shu Selsiy shkalasidagi temperatura qo'llaniladi.

Lekin moddalardagi issiqlik hodisalarini o'rganishda ***absolut temperatura*** deb ataladigan va  **$T$**  harfi bilan belgilanadigan temperaturadan foydalaniladi.

***Absolut nol temperatura*** mumkin bo'lgan eng past temperatura bo'lib, bunday temperaturada modda molekulalarining harakati to'xtaydi.

Absolyut nol temperatura deb kelvin shkalasi bo'yich  $T=0$  bo'lgan temperaturaga aytildi.

## Kelvin shkalasi

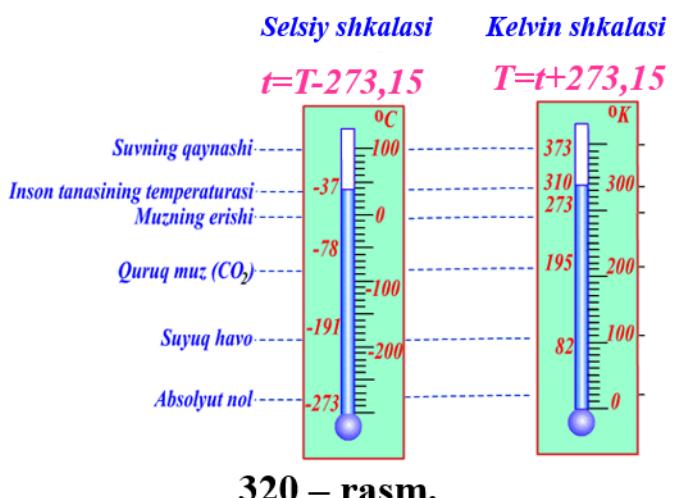
1848 – yilda ***Kelvin*** tomonidan taklif etilgan absolut temperatura shkalasi ***Kelvin shkalasi*** deb ataladi. Kelvin shkalasida  $T$  temperatura ***kelvin*** ( $1\text{K}$ ) hisobida o'lchanadi. Kelvin shkalasida olingan temperatura birligining qadamlari qiymati Selsiy shkalasidagi qiymatga teng.

Kelvin shkalasida o'lchanadigan temperatura  $T$  ga absolyut temperatura deyiladi. Temperaturaning Selsiy shkalasidan Kelvin shkalasiga o'tish formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$T = 273 + t, \text{ yoki } t = T - 273, \quad \Delta T = T_2 - T_1 = t_2 + 273 - (t_1 + 273) \\ \Delta T = t_2 + 273 - t_1 - 273 = t_2 - t_1$$

demak  $\Delta T = \Delta t$

Temperaturaning Selsiy va Kelvin shkalalari orasidagi bog'lanishi 320 – rasmda ko'rsatilgan.



## Molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi

Moddani tashkil etuvchi molekulalar uzliksiz va tartibsiz harakatda ekan, agar moddalarning molekulalari harakatda bo'lsa o'z – o'zidan ular kinetik energiyaga ega.

Bir idishga issiq, ikkinchi idishga sovuq suv olaylik. Issiq suv molekulalarining o'rtacha tezligi sovuq suv molekulalarining o'rtacha tezligidan katta bo'ladi. Idishlardagi issiq va sovuq suvni aralashtirsak, to'qnashishlar paytida tez harakatlanayotgan molekulalarning tezliklari nisbatan kamayadi, sekin harakatlanayotgan molekulalarning tezliklari esa nisbatan ortadi. Vaqt o'tishi bilan sovuq va issiq suv molekulalarining temperaturasi issiqlik almashinish natijasida tenglashadi. Agar bu issiq va sovuq suvlarning temperaturalari teng bo'lsa ularning o'rtacha tezliklari ham tenglashadi.

Issiqlik bu moddani taslikil etgan zarrachalarning kinetik energiyasidir.

Molekulalarning kinetik energiyasi ularning tezliklari kvadratiga proporsional. Shu sababli turli tezlikdagi molekulalar to'qnashganda o'zaro energiya almashadi. Issiqlik muvozanati qaror topganda molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi aniq bir qiymatga ega bo'ladi.

Makroskopik nuqtayi nazardan *temperatura* modda issiqlik holatining miqdoriy o'lchovidir. Shuningdek, molekular – kinetik nuqtayi nazardan modda issiqlik holatining miqdoriy o'lchovi **molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasidir**.

Temperatura va molekulalarning o'rtacha kinetik enetgiyasining mohiyati bitta – modda issiqlik holatining ikki xil ifodasıdir. Ular masshtablari va o'lchov birliklari bilangina farqlanuvchi fizik kattaliklardir.

Temperatura va molekulalaming o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:  $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$

bunda  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K — Bolsman doimiysi.

Molekulalaming o'rtacha kinetik energiyasi va konsentratsiyasi orasidagi bog'lanish:  $\bar{E}_k = \frac{3P}{2n}$

**Bolsman doimiysi** deb – gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi va gaz temperaturasi orasidagi o'tish koeffitsientini ifodalaydi.

Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi  $P = \frac{2}{3}n \cdot \bar{E}_k$  dagi

$\bar{E}_k$  o'rniiga  $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$  ifoda qo'yilsa, ideal gaz bosimining temperatura orqali ifodasi kelib chiqadi:

$$P = \frac{2}{3}n \cdot \bar{E}_k = \frac{2}{3}n \cdot \frac{3}{2}kT = nkT \text{ yoki } P = nkT$$

Absolyut temperatura, bosim, o'rtacha kinetik energiyava Bolsman doimiysi orasidagu munosabatlarin aniqlash formulalari:

$$T = \frac{P}{nk}, \quad T = \frac{2\bar{E}}{3k}, \quad T = \frac{m_0 \bar{g}^2}{3k}, \quad T = \frac{PV}{kN}.$$

Termodinamik muvozanatda turgan jismlarning temperaturasi bir xil bo'ladi.

### Dalton qonuni

Berilgan  $V$  hajmli idishda issiqlik muvozanatda bo'lgan bir – biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan va molekulalari  $N_1, N_2, N_3, \dots$  bo'lgan turli gazlar aralashmasi berilgan bo'lsin. Aralashmaning umumiyl molekulalar soni

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

bo'ladi.

Bunday aralashmaning idish devorlariga beradigan bosimi quyidagicha aniqlanadi:

$$P = nkT = \frac{N}{V} kT = \frac{kT}{V} (N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n)$$

yoki

$$P = \frac{N_1}{V} kT + \frac{N_2}{V} kT + \frac{N_3}{V} kT + \dots + \frac{N_n}{V} kT$$

Bu ifoda molekulalarning har bir guruhi boshqa guruh molekulalarining qanday bosim berishiga bog'liq bo'lмаган bosim berishini ko'rsatadi. Quyidagi ifodalar

$$n = \frac{N}{V} \text{ ga asosan}$$

$$P_1 = n_1 kT, \quad P_2 = n_2 kT, \quad P_3 = n_3 kT, \dots, P_n = n_n kT.$$

$V$  hajmni egallagan aralashmaning har bir komponentining (tarkibiy qismlar) bosimidir. Bu bosimlarni aralashmaning **partsial bosimi** deyiladi.

Shunday qilib,

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Bu dalton qonuni deb ataladi va quyidagicha ta'riflanadi: Gaz aralashmasining umumiyl bosimi bu aralashmani tashkil etuvchi gazlarning partsial bosimlari yig'indisiga teng bo'ladi.

### Mavzuda doir test

1. Bir necha jism issiqlik muvozanati holatida bo'lishi uchun ularning qaysi fizik parametri bir xil bo'lishi kerak?  
A) *bosim*   B) *massa*   C) *hajm*   D) *temperatura*
2. Issiqlik muvozanatida bo'lgan jismlarning qaysi parametri bir xil bo'lishi kerak?  
A) *konsentratsiya*   B) *bosim*   C) *hajm*   D) *harorat*   E) *massa*
3. Issiqlik muvozanatida turgan ikkita turli jismning qanday parametrlari bir xil?  
A) *bosimi*   B) *hajmi*   C) *harorati*  
D) *molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi*
4. Molekular fizika va termodinamikadagi BXS sistemasiga kirgan asosiy birliklarni ko'rsating.  
A)  ${}^0C$ ;  $m^3$    B) *mol*;  $J$    C) *mol*;  $K$    D)  $K$ ;  $Pa$    E) *mol*;  $Pa$
5. Mutlaq haroratning 150 K qiymatiga Selsiy shkalasida qanday qiymat mos keladi?  
A)  $-231 {}^0C$    B)  $-223 {}^0C$    C)  $273 {}^0C$    D)  $-273 {}^0C$    E)  $-123 {}^0C$

6. Haroratning Kelvin shkalasi bo'yicha olingan 100 K qiymatiga Selsiy shkalasidagi qanday qiymat mos keladi? A)  $-273^{\circ}\text{C}$  B)  $-173^{\circ}\text{C}$  C)  $173^{\circ}\text{C}$  D) 373
7. Temperaturaning absolut shkala bo'yicha pastki chegarasi nimaga teng (K)?  
A)  $-\infty$  B) 0 C) -100 D) -273
8. Temperaturaning Selsiy shkalasi bo'yicha pastki chegarasi nimaga teng ( $^{\circ}\text{C}$ )?  
A)  $-\infty$  B) 0 C) -100 D) -273
9. Gazning boshlang'ich temperaturasi 500 K. U 6% ortdi. Gazning oxirgi temperaturasi qanday (K)? A) 530 B) 500 C) 470 D) 560 E) 600
10. Temperaturaning fizik ma'nosi nima?  
A) gaz bajaradigan ishning o'lchovi  
B) molekulalarning vaqt birligidagi to'qnashishlar soni o'lchovi  
C) modda agregat holatining tavsifnomasi  
D) molekulalar o'rtacha kinetik energiyasi o'lchovi
11. Temperaturaning fizikaviy ma'nosi qaysi javobda to'g'ri berilgan?  
A) modda ichki energiyasining o'lchovi  
B) moddaning birlik massasiga to'g'ri keluvchi issiqlik harakatining o'lchovi  
C) molekulalarning ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovi  
D) modda issiqlik sig'imining o'lchovi.
12. Harorat (temperatura) nima?  
A) modda agregat holatining tavsifi  
B) molekulalar o'rtacha kinetik energiyasi o'lchovi  
C) molekulalar to'qnashuvlari sonining o'lchovi  
D) molekulalar potensial energiyasining o'lchovi
13. Temperaturani o'lhashda qaysi asboblardan foydalanish mumkin: 1) termometr; 2) termistor; 3) bolometr; 4) manometr?  
A) 1, 2 B) 3, 4 C) 1 D) 2 E) 1, 2 3
14. Suv molekulasining o'rtacha kinetik energiyasi  $100^{\circ}\text{C}$  haroratlari suvda kattami yoki shunday temperaturali bug'dami?  
A) bug'da B) ikkalasida teng C) suvda  
D) javob bug'ning to'yigan yoki to'yinmaganligiga bog'liq
15. Agar haroratlari bir xil bo'lsa, moddaning qaysi holatida molekulalar eng katta o'rtacha kinetik energiyaga ega bo'ladi?  
A) hammasida bir xil B) suyuq  
C) qattiq D) gaz va suyuq E) gaz
16. Quyida berilgan ifodalarning qaysilari molekulalar ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasini ifodalaydi:  
1)  $\frac{m_0\bar{v}_2}{2}$ ; 2)  $\frac{3kT}{2m}$ ; 3)  $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ ; 4)  $\frac{3m_0\bar{v}_2}{2}$  5)  $\frac{3kT}{2}$ ?  
A) 1, 6 B) 2, 5 C) 1, 3 D) 4, 5 E) 5
17. Agar  $\bar{E}$  – ideal gaz molekulalarining kinetik energiyasi,  $k$  – Bolsman doimiysi bo'lsa,  $x = \frac{2\bar{E}}{3k}$  formula orqali qaysi kattalik hisoblanadi?  
A) ichki energiya B) gaz bosimi  
C) gazning absolut temperaturasi D) molekulalarning o'rtacha tezligi

18. Ideal gazning qaysi parametri  $\rho/kT$  ifodadan aniqlanishi mumkin, bu yerda:  $\rho$  – gazning bosimi,  $k$  – Bolsman doimisi,  $T$  – absolut temperatura?

A) hajm      B) bosim      C) temperatura      D) molekulalar konsentratsiyasi

19. Gaz molekulalarining konsentratsiyasi 2 marta kamayib, harorati 2 marta ortsa, gaz bosimi qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B) 2 marta ortadi  
C) 2 marta kamayadi      D) 4 marta ortadi

20. Ideal gaz haroratining 2 marta ko‘tarilishi hajm birligidagi molekulalar sonining 2 marta kamayishiga olib kelgan bo‘lsa, uning bosimi qanday o‘zgargan?

- A) 2 marta kamaygan      B) 2 marta oshgan  
C) 4 marta kamaygan      D) o‘zgarmagan

21. Ideal gaz absolut temperaturasining 3 marta ko‘tarilishi bosimning 1,5 marta ortishiga olib kelgan bo‘lsa, hajm birligidagi molekulalar soni qanday o‘zgargan?

- A) 2 marta kamaygan      B) o‘zgarmagan  
C) 1,5 marta kamaygan      D) 3 marta kamaygan

22. Agar ochiq idishdagi ideal gazning absolut temperaturasi 30% orttirilsa, gaz molekulalarining konsentratsiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) 30% ortadi      B) 23% kamayadi      C) 60 % kamayadi  
D) o‘zgarmaydi      E) 20% kamayadi

23. Izometrik jarayonda gaz bosimi 3 marta kamaydi. Bunda gaz molekulalari konsentratsiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B) 3 marta kamayadi  
C) 3 marta ortadi      D) 9 marta kamayadi

24. Izobarik jarayonda ideal gazning absolut temperaturasi 2 marta oshsa, hajm birligidagi molekulalar soni qanday o‘zgaradi?

- A) 2 marta oshadi      B) 2 marta kamayadi  
C) 4 marta oshadi      D) 4 marta kamayadi

25. Izobarik jarayonda ideal gaz molekulalarining o‘rtacha kinetik energiyasi 2 marta oshsa, hajm birligidagi molekulalar soni qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B)  $\sqrt{2}$  marta oshadi      C)  $\sqrt{2}$  marta kamayadi  
D) 2 marta oshadi      E) 2 marta kamayadi

26. Uchta bir xil idishda haroratlari bir xil bo‘lgan 1 moldan  $N_2$ ,  $O_2$  va  $CO_2$  gazlar bor. qaysi gazning bosimi eng katta? A) bosimlar teng. B)  $CO_2$  C)  $O_2$  D)  $N_2$

27. Birinchi idishda kislorod, ikkinchi idishda esa geliy gazlari bor. agar bu gazlarning harorati va molekulalarining konsentratsiyasi bir xil bo‘lsa, kislorod bosimining geliy bosimiga nisbati qanday bo‘ladi? A) 4      B) 2      C) 1      D) 1/2

28. Normal sharoitdagи hajmi 1 l bo‘lgan havo molekulalarining sonini aniqlang.  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$  A)  $2,7 \cdot 10^{22}$  B)  $6 \cdot 10^{23}$  C)  $2 \cdot 10^{20}$  D)  $2,7 \cdot 10^{15}$

29. 400 K temperatura va 138 kPa bosimda gaz molekulalarining konsentratsiyasi qanday bo‘ladi ( $m^{-3}$ )?  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} J/K$

- A)  $5 \cdot 10^{25}$  B)  $2,76 \cdot 10^6$  C) 345 D)  $2,5 \cdot 10^{25}$

30. Temperaturasi  $127^\circ C$  va bosimi 1,38 MPa bo‘lgan gaz molekulalarining konsentratsiyasini hisoblang ( $m^{-3}$ ). Bolsman doimiyik =  $1,38 \cdot 10^{-23} J/K$

- A)  $10^{25}$  B)  $2 \cdot 10^{25}$  C)  $2,5 \cdot 10^{26}$  D)  $10^{26}$  E)  $5 \cdot 10^{26}$

31.  $27^{\circ}\text{C}$  haroratda simob bug‘larining bosimi  $0,75 \text{ Pa}$  ga teng bo‘lsa,  $1 \text{ sm}^3$  hajmdagi simob atomlarining soni qanday?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- A)  $1,38 \cdot 10^{23}$  B)  $3 \cdot 10^{27}$  C)  $6,023 \cdot 10^{23}$  D)  $1,5 \cdot 10^{15}$  E)  $1,8 \cdot 10^{14}$
32. Harorati  $300 \text{ K}$  bo‘lgan gaz molekulalarining ilgarilanma harakat kinetik energiyasi necha joul bo‘ladi? Bolsman doimiysi  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- A)  $10^{-21}$  B)  $0,621 \cdot 10^{-21}$  C)  $6,21 \cdot 10^{-21}$   
D)  $62,1 \cdot 10^{-21}$  E)  $6,21 \cdot 10^{-23}$
33. Molekulalari ilgarilanma harakatning o‘rtacha kinetik energiyasi  $8,28 \cdot 10^{-21} \text{ J}$  bo‘lgan gazning temperaturasi qanday ( $^{\circ}\text{C}$ )  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- A) 127 B) 137 C) 117 D) 130 E) 400
34. Hajm birligidagi molekulalar soni  $3 \cdot 10^{27} \text{ m}^{-2}$  va bosimi  $8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo‘lgan bir atomli gaz molekulalarining o‘rtacha kinetik energiyasini toping (J).
- A)  $4 \cdot 10^{-27}$  B)  $4 \cdot 10^{-22}$  C)  $2,66 \cdot 10^{-22}$  D)  $8 \cdot 10^{27}$  E)  $8 \cdot 10^{-22}$
35. Bir atomli gaz molekulalarining ilgarilanma harakat o‘rtacha kinetik energiyasi  $1 \cdot 10^{-12} \text{ J}$  va bosimi  $2 \text{ MPa}$  bo‘lsa, shu gaz molekulalarining konsentratsiyasi qanday bo‘ladi ( $\text{m}^{-3}$ )?
- A)  $10^{18}$  B)  $3 \cdot 10^{18}$  C)  $6 \cdot 10^{18}$  D)  $3 \cdot 10^{19}$
36. Bosimi  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo‘lgan  $1 \text{ m}^3$  bir atomli ideal gaz molekulalarining kinetik energiyasini toping (J). A)  $24 \cdot 10^5$  B)  $4 \cdot 10^5$  C)  $8 \cdot 10^5$  D)  $12 \cdot 10^5$  E)  $6 \cdot 10^5$
37. Bir atomli gaz molekulasining o‘rtacha kinetik energiyasi  $20 \text{ kPa}$  bosimda necha joulga teng? Gaz molekulalarining konsentratsiyasi  $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$
- A)  $10^{-24}$  B)  $10^{-18}$  C)  $10^{-12}$  D)  $10^{-21}$
38. O‘lchami  $2,5 \times 4 \times 3 \text{ m}^3$  bo‘lgan idishdagi gazning bosimi  $831 \text{ mm Hg}$ , temperaturasi  $27^{\circ}\text{C}$  bo‘lsa, undagi molekulalar soni nechta?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- A)  $1,8 \cdot 10^{25}$  B)  $6 \cdot 10^{26}$  C)  $2,5 \cdot 10^{27}$  D)  $2,4 \cdot 10^{23}$  E)  $8 \cdot 10^{26}$

### 53 - §. GAZ MOLEKULALARINING HARAKAT TEZLIGI

Gaz molekulalari juda xilma – xil tezliklar bilan harakatlanadi.

Idishdagi  $m_0$  massali gaz molekulalarining ilgarilanma harakatning o‘rtacha

kinetik energiyasi ifodalari:  $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{g}^2}{2}$

Idishdagi gazning temperaturasi  $T$  ga teng bo‘lsa, o‘rtacha kinelik energiya quyidagi ko‘rinishda ham ifodalanishini yuqorida ko‘rib ko’tdik:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

Bu ikkala ifodani o‘zaro tenglashtirib, molekulalar tezliklari kvadratlarining o‘rtacha qiymatini topish mumkin:  $\frac{m_0 \bar{g}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$  dan  $\bar{g}_{kv}^2 = \frac{3kT}{m_0}$

Demak ifodani ikkala tomonini ham kvadratik ildizga olsak quyidagi tenglamaga ega bo’lamiz:  $\sqrt{\bar{g}_{kv}^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$  dan  $\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$  bu yerda  $m_0 = \frac{M}{N_A}$  ga teng ekanligini

hisobga olsak  $\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{M}} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}}$  ga ega bo'lamiz. Bu yerda  $k$  –

Bolsman doimiysi va  $N_A$  – Avogadro sonlari o'zgarmas kattalik bu sonlarning ko'paytmasi qandaydir o'zgarmas songa teng yani  $R = kN_A$  ga teng. U holda molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi quyidagicha topiladi  $\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ .

**R** – o'zgarmas kattalik bo'lib, **gazlarning universal doimiysi** deyiladi. Uning qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

Demak, gazlarning universal doimiysining qiymati quyidagiga teng:  
 **$R = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$**

$\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  formula yordamida turli gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini topish mumkin. Masalan,  $0^\circ\text{C}$  da azot molekulalari ( $\text{N}_2$ ) uchun  $\bar{g}_{kv} = 493$  m/s, vodorod molekulalari ( $\text{H}_2$ ) uchun  $\bar{g}_{kv} = 1838$  m/s, kislorod molekulalari ( $\text{O}_2$ ) uchun  $\bar{g}_{kv} = 641$  m/s ekanligini hisoblab topish mumkin.

Vektor bo'yich gaz molekulalari harakat tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{g}_{kv} = \sqrt{\bar{g}_x^2 + \bar{g}_y^2 + \bar{g}_z^2}, \quad \bar{g}_x^2 = \bar{g}_y^2 = \bar{g}_z^2 = \bar{g}_{kv}/3.$$

Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi bilan gaz bosimi, gav hajmi, gaz zichligi, gaz massasi va molekulalar orasidagi munosobatlar:

$$\begin{aligned} \bar{g}_{kv} &= \sqrt{\frac{3RT}{M}}, \quad \bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3P}{nm_0}}, \quad \bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3PV}{Nm_0}}, \quad \bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3PV}{m}}, \\ \bar{g} &= \sqrt{\frac{3P}{\rho}}, \quad \bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}. \end{aligned}$$

Har xil gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezliklari teng ( $\bar{g}_1 = \bar{g}_2$ ) bo'lganda:  $\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  formulaga saosan quyidagiga teng bo'ladi  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{M_1}{M_2}$

Har xil gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezliklarining nisbatini topish:  $\bar{g}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  ga asosan  $\frac{\bar{g}_2}{\bar{g}_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{M_1}{M_2}}$  bo'ladi.

### Mavzuda doir test

1. Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi ifodalarini ko'rsating:

- |                           |                             |                              |                          |               |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|
| 1) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$ | 2) $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ | 3) $\sqrt{\frac{3p}{m_0 n}}$ | 4) $\sqrt{\frac{3p}{p}}$ |               |
| A) 1, 2                   | B) 1, 2, 3                  | C) 4                         | D) 2, 3                  | E) 1, 2, 3, 4 |

1a. Gaz molekulalari o‘rtacha kvadratik tezligi ifodasini ko‘rsating:

1)  $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$     2)  $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$     3)  $\sqrt{\frac{3p}{m_0 n}}$     4)  $\sqrt{\frac{3p}{p}}$

A) 4    B) 1, 2    C) 2, 3    D) 1, 2, 3    E) 1, 2, 3, 4

2. Agar azot gazining absolut temperaturasi 4 marta ortsa, molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday o‘zgaradi?

A) 4 marta ortadi    B) o‘zgarmaydi  
C) 2 marta kamayadi    D) 2 marta ortadi

3. Ideal gazning mutlaq harorati 4 marta ortganida molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi necha marta ortadi? A) o‘zgarmaydi    B) 2    C) 4    D) 8    E) 16

4. Ideal gazning mutlaq temperaturasi 3 marta ortganida, molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi necha marta ortadi:

A) 9    B)  $3\sqrt{3}$     C) 3    D)  $\sqrt{3}$     E) 1,5

5. Ideal gazning absolut harorati 2 marta kamayganida molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi necha marta kamayadi?

A)  $\sqrt{2}$     B) 2    C)  $2\sqrt{2}$     D) 4    E) o‘zgarmaydi

6. Atmosferadagi qaysi gaz molekulalari tezroq harakat qiladi?

A)  $N_2$     B)  $O_2$     C)  $H_2$     D)  $CO_2$

7. Atmosfera havosidagi qaysi gazning molekulalari eng tez harakatlanadi: kislородникими, vodorодникими, karbonat angidridникими?

A) kislородники    B) karbonat angidridники  
C) vodorодники    D) molekulalar o‘rtacha tezligi uchchala gazda bir xil

8. Normal sharoitda idish bir xil massadagi vodorod, azot va kislород bilan to‘ldirilgan va germetik berkitilgan. Qaysi gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi eng katta?

A) idishning hajmiga bog‘liq    B) kislород  
C) hammasiniki bir xil    D) vodorod    E) azot

9. Bir xil sharoitda vodorod molekulasining o‘rtacha kvadratik tezligi kattami yoki kislородникими? Necha marta katta?

A) kislородники, 2 marta    B) vodorодники, 2 marta  
C) ikkalasiniki teng    D) vodorодники, 4 marta

10. Kislород molekulasi issiqlik harakatining o‘rtacha kvadratik tezligi vodorod molekulasinikidan necha marta kichik?

A) 2    B) 3    C) 4    D) 8    E) 16

11. Agar kislород va vodorod gazlarining harorati bir xil bo‘lsa, vodorod molekulasining o‘rtacha kvadratik tezligi  $v_v$  va kislород molekulasining o‘rtacha kvadratik tezligi  $v_k$  orasidagi munosabat qanday bo‘ladi?

A)  $v_v = 4v_k$     B)  $v_v = 2v_k$     C)  $v_v = v_k$   
D)  $v_k = 2v_v$     E)  $v_k = 4v_v$

12. Bir xil haroratlari kislород ( $O_2$ ) va ozon ( $O_3$ ) gazlari molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezliklari nisbati ( $v_{1kv}/v_{2kv}$ ) qanday bo‘ladi?

A) 1,5    B)  $\sqrt{1,5}$     C) 0,67    D)  $\sqrt{0,67}$

13. Geliy atomlarining o‘rtacha kvadratik tezligi shu sharoitdagi kislorod molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligidan necha marta katta? Geliy atomining massasi kislorod molekulasining massasidan 8 marta kichik.

- A) 0,5    B)  $2\sqrt{2}$     C) 4    D) 6    E) 16

14. Havoda muallaq bo‘lgan chang zarrachasining o‘rtacha kvadratik tezligi havo molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligidan necha marta kichik. Chang zarrasining massasi  $4,8 \cdot 10^{-10} kg$ , havoning molyar massasi 29 g/mol,  $N_A = 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

- A)  $10^5$     B)  $10^8$     C)  $3 \cdot 10^6$     D)  $3 \cdot 10^{10}$

15.  $70^\circ C$  temperaturada azot molekulasining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday (m/C)? Azotning molyar massasi 28 g/mol ga teng.

- A) 280    B) 440    C) 500    D) 720    E) 840

16. Vodorod gazi molekulasining  $-193^\circ C$  temperaturadagi o‘rtacha kvadratik tezligi qanday (m/s)? A) 500    B) 800    C) 1600    D) 1200    E) 1000

17. Havo molekulasining  $27^\circ C$  temperaturadagi o‘rtacha kvadratik tezligini aniqlang (m/C).  $M = 29 \cdot 10^{-3} kg/mol$

- A) 100    B) 500    C) 800    D) 1000    E) 2000

18. Massasi 1 kg bo‘lgan toshning me’yordagi sharoitda ( $p = 101 kPa, T = 273 K$ ) tartibsiz issiqlik harakatining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday (m/C) bo‘ladi?

- A)  $3,8 \cdot 10^{-9}$     B)  $2 \cdot 10^{-9}$     C)  $5,1 \cdot 10^{-9}$     D)  $7 \cdot 10^{-9}$     E)  $1,06 \cdot 10^{-10}$

19. Ideal gazning absolut temperaturasini necha marta ko‘targanda, molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi 2 marta ortadi?

- A)  $\sqrt{2}$     B) 4    C) 2    D) 16    E) 32

20. Gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 4 marta ortishi uchun gazning absolut temperurasini qanday o‘zgartirish kerak?

- A) 16 marta orttirish    B) 4 marta kamaytirish  
C) 4 marta orttirish    D) 2 marta kamaytirish    E) 2 marta orttirish

21. Qanday temperaturadagi geliy molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 200 K temperaturadagi vodorod molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligiga teng bo‘ladi (K)? A) 800    B) 600    C) 50    D) 400    E) 100

22. Qanday temperaturadagi kislorod molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 100 K temperaturadagi vodorod molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligiga teng bo‘ladi (K)? A) 160    B) 320    C) 800    D) 1600    E) 3200

23. Qanday temperaturadagi (K) vodorod gazi molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 580 K temperaturadagi geliy gazi molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligiga teng bo‘ladi? A) 580    B) 290    C) 273    D) 200    E) 145

24. Qanday temperaturada (K) vodorod molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 3 km/s bo‘ladi? A) 300    B) 335    C) 1000    D) 520    E) 722

25. Necha kelvin temperaturada kislorod molekulalarining o‘rtacha tezligi 600 m/s bo‘ladi? A) 220    B) 275    C) 462    D) 530    E) 622

26. Ideal gaz temperurasini  $150^\circ C$  ga oshirilganda, molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi 250 dan 500 m/s gacha ortdi. Bu tezlikni 50 dan 750 m/s gacha oshirish uchun gaz temperurasini necha gradusga ko‘tarish kerak?

- A) 100    B) 150    C) 250    D) 350    E) 50

27. Ideal gazning bosimi 2 marta ortsa, molekulalarining konsentratsiyasi esa 2 marta kamaysa, gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta kamayadi      B) 4 marta ortadi  
 C) 2 marta kamayadi      D) 2 marta ortadi
28. Agar ideal gazning zichligi 9 marta ortsa, bosimi esa 9 marta kamaysa, gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday o‘zgaradi?
- A) 9 marta kamayadi      B) 9 marta ortadi  
 C) 81 marta kamayadi      D) 3 marta ortadi      E) o‘zgarmaydi
29. Idishdagi gaz molekulalarining konsentratsiyasi 2 marta kamaysa va o‘rtacha kvadratik tezligi 4 marta oshsa, gaz bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) 2 marta kamayadi      B) 2 marta oshadi  
 C) 8 marta kamayadi      D) 8 marta oshadi      E) o‘zgarmay qoladi
30. Agar gaz molekulalarining konsentratsiyasi va o‘rtacha kvadratik tezligi 2 martadan oshsa, bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) 2 marta oshadi      B) o‘zgarmaydi  
 C) 4 marta oshadi      D) 8 marta oshadi
31. Agar gaz molekulalarining konsentratsiyasi 4 marta ortib, o‘rtacha kvadratik tezligi 4 marta kamaysa, gaz bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta kamayadi      B) 4 marta ortadi      C) o‘zgarmaydi  
 D) 2 marta ortadi      E) 2 marta kamayadi
32. Molekulalari bir xil konsentratsiyada va bir xil o‘rtacha kvadratik tezlikda bo‘lgan kislород va vodorod gazlarining bosimlarini solishtiring:
- A) 1:1      B) 2:3      C) 16:1      D) 8:3
33. Molekulalar konsentratsiyasi va o‘rtacha kvadratik tezliklari teng bo‘lgan kislород va geliy gazlarining bosimlarini taqqoslang.
- A) bir xil      B) geliy niki 2 marta kam  
 C) kislорodniki 4 marta ko‘p      D) geliy niki 8 marta kam
34. Ideal gaz molekulalariing o‘rtacha kvadratik tezligi  $10^3$  m/s, zichligi  $0,9 \text{ kg/m}^3$  bo‘lsa, gaz boimi qanday (kPa)?
- A) 9      B) 30      C) 90      D) 300      E) 900
35. Ideal gazning zichligi  $3 \text{ kg/m}^3$  va bosimi 10 kPa bo‘lsa, gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday (m/s)?
- A) 30      B) 100      C) 300      D) 600      E) 900
36. Zichligi  $p=0,09 \text{ kg/m}^3$  bo‘lgan gaz bosimi  $0,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bo‘lsa, gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday (m/s) bo‘ladi?
- A) 200      B)  $3 \cdot 10^{13}$       C)  $10^3$       D) 171
37. Zichligi  $1,43 \text{ kg/m}^3$ , bosimi esa  $4,29 \text{ MPa}$  bo‘lgan gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligini toping (m/s).
- A) 300      B) 3000      C) 600      D) 1500      E) 1732
38. Zichligi  $1,17 \text{ kg/m}^3$ , bosimi esa  $31,59 \text{ MPa}$  bo‘lgan gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligini toping (m/s).
- A) 450      B) 900      C) 4500      D) 5196      E) 9000
39. Massasi 10 g, hajmi 1 l, molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 600 m/s bo‘lgan gazning idish devoriga beradigan bosimini hisoblang (kPa).

- A) 120      B) 300      C) 600      D) 900      E) 1200

## 54 - §. IDEAL GAZ HOLATINING TENGLAMASI. IZOJARAYONLAR

Biz yuqorida gaz parametrlaridan bittasi o`zgarmay, qolgan ikkitasi orasidagi bog'lanishlarni ko`rdik. Endi ularning har uchalasi ham o`zgaradigan hol bilan tanishaylik. Umumiy holda bunday tenglama

$$f(P, V, T) = 0$$

ko`rinishga ega bo`ladi va unga holat tenglamasi deyiladi. Ya`ni Ideal gazning holatini uning uchta makraskopik parametrlari aniqlaydi, bular: bosim- $P$  hajm- $V$  va temperatura- $T$ . Bu parametrlar orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi tenglamaga ideal gaz holat tenglamasi deyiladi.

### Ideal gazning holat tenglamasi

Idishdagi gaz xaotik harakatdagi molekulalar to‘plamidan iborat. Har bir molekula idish devoriga urilganda devorga biror kichik kuch bilan ta’sir qiladi. Bu molekulalar to‘plamining ta’sir kuchlari katta bo‘ladi va idish devoriga bosim beradi. Konsentratsiyasi  $n$  ga, temperaturasi  $T$  ga teng bo‘lgan molekulalarning bosimi quyidagi formula bilan aniqlanishini bilasiz:  $P = nkT$

Bu tenglamadagi  $k$  bolsman doimiysi  $k = \frac{R}{N_A}$  ga tengligini, gaz konsentratsiyasi

$n = \frac{N}{V}$  ga hamda  $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$  ga tengliklarini e’tiborga olsak yuqoridagi bosimni

aniqlash tenglamasi quyidagi ko`rinishga keladi.  $P = \frac{N}{V} \cdot \frac{R}{N_A} T$ ,  $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ , dan

$$N = \frac{mN_A}{M} \text{ ni o’rniga qo’ysak } P = \frac{\frac{mN_A}{M}}{V} \cdot \frac{R}{N_A} T$$

$$P = \frac{m}{VM} \cdot RT \quad \text{yoki} \quad PV = \frac{m}{M} \cdot RT$$

$$PV = \frac{N}{N_A} RT, \quad PV = \frac{m}{M} RT, \quad PV = \nu RT \text{ bu tenglamalarga **ideal gazning holat tenglamalari** deyiladi.}$$

### Klapeyron tenglamasi

Frantsuz fizigi B. Klapeyron (1799-1864). Boyl – Mariot va Gey – Lyussak qonunlarini birlashtirib ideal gazning holat tenglamasini topadi. Bu tenglamaga muvofiq berilgan gaz massasi uchun gaz bosimi va hajmi ko`paytmasining haroratga nisbati o`zgarmas kattalikdir. Klapeyron tenglamasi (o`zgarmas massali gaz uchun):

$$m = \text{const} \quad \frac{PV_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}, \quad \frac{PV}{T} = \text{const}.$$

Turli xil gazlar uchun

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{M_2}{M_1} \frac{\varrho_2^2}{\varrho_1^2}; \quad \frac{\varrho_2}{\varrho_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1} \frac{M_1}{M_2}}$$

Turli xil gazlar molekulalari tezliklari qiymatlarining teng bo'lishlik ( $\varrho_1 = \varrho_2$ ) sharti:

$$\frac{T_1}{M_1} = \frac{T_2}{M_2}$$

Turli idishlarda xar xil gazlar uchn  $T_1 = T_2 = T_3$  va  $V = V_1 + V_2 + V_3$  bajarilsa, gazlar aralashmasining natijaviy bosimi quyidagicha topiladi:

$$P = \frac{PV_1 + PV_2 + PV_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

Normal sharoitda gaz bosimi -  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ , temperaturasi -  $T_0 = 273 \text{ K}$  ga teng bo'ladi. Normal sharoitda har qanday 1 mol miqloridagi gaz bir xil  $V = 22,4l$  hajmga ega bo'ladi.

### **Klapeyron – Mendeleyev tenglamasi**

Rus olimi D.I.Mendeleyev (1834-1907) Klapeyron tenglamasini molyar hajm  $V_m$  dan foydalanib  $1\text{mol}$  gaz uchun yozdi. Avogadro qonuniga muvofik bir xil bosim va haroratda har qanday gazning bir moli bir xil  $V_m$  hajjni egallaydi. Demak  $R$ ,  $T$  bir xil bo`lganda istalgan gaz uchun  $V_m$  bir xil bo`lsa, unda  $\frac{PV_m}{T}$  nisbat ham istalgan gaz uchun bir xil bo`lishi kerak. Bu nisbatni

$$\frac{P \cdot V_m}{T} = R$$

deb belgilaylik.  $R$  ga molyar **gaz doimiysi** deyiladi.

$$PV = \frac{m}{M} RT, \quad PV = vRT.$$

bu tenglamaga esa **Klapeyron – Mendeleyev tenglamasi** deyiladi.

### **Universal gaz doimiysining qiymati**

Molyar gaz doimiysining qiymatini topish uchun gaz normal sharoitda turibdi deb hisoblaymiz. Demak

$$P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad T_0 = 273,15 \text{ K}, \quad V_m = 22,41 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}.$$

$\frac{PV}{T} = R$  formulaga asosan universal doimiysi aniqlaymiz:

$$R = \frac{(1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot 22,41 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}}{273,15 \text{ K}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

V hajmli ballondagi gazning dastlabki bosimi  $P_1$  va temperaturasi  $T_1$  bo'lsa, agar gazning  $\Delta m$  massali qismi chiqib ketgan bo'lsa gazning keyingi temperaturasi  $T_2$  va bosimi  $P_2$  ni topish. Agar gaz ballonga qamalgan bo'sa, gazning hajmi bo'garmas  $V=const$  bo'adi. Bu yerda  $\Delta m$  – ballondan chiqib ketgan gazning massasi,  $\frac{\Delta m}{m}$  – gazning ballondan chiqib ketgan qismini ifodalaydi,  $\frac{m - \Delta m}{m}$  – gazning ballon ichida qolgan qismini ifodalaydi.

Gazning ballondan chiqib ketmasdan oldingi va ballondan chiqib ketgan holatlari uchun ideal gaz holat tenglamasini yozamiz.

$P_1 V = \frac{m}{M} RT_1$  – gaz chiqmasdan oldingi holati uchun ideal gaz holat tenglamasi.

$P_2 V = \frac{m - \Delta m}{M} RT_2$  – gaz chiqib ketgandan keyingi holat uchun ideal gaz holat tenglamasi. Bu tenglamalardan  $P_2$  ni keltirib chiqaramaz.

$P_2 = \frac{m - \Delta m}{MV} RT_2$  ga teng agar  $P_1 V = \frac{m}{M} RT_1$  tenglamadan  $V = \frac{m}{MP_1} RT_1$  topib birinchi tengamadagi  $V$  ni orniga qo'yamiz u holda

$$P_2 = \frac{m - \Delta m}{m} \cdot \frac{P_1 T_2}{T_1}.$$

## Izojarayonlar

$\frac{PV}{T} = const$  tenglamada berilgan bu parametrlardan birini o'zgarmas deb hisoblab, qolgan ikkitasi orasidagi bog'lanishni birma-bir ko'rib chiqamiz.

Berilgan gazning birorta makroskopik parametri o'zgarmas bo'lganda qolganlari orasidagi bog'lanishni tavsiflaydigan jarayon **izojarayon** deb ataladi.

### 1. Izotermik jarayon ( $T=const$ ).

Temperatura o'zgarmas bo'lganda kechadigan fizik jarayonlar izotermik jarayon deyiladi. Yunonchada "termos" – "issiq" demakdir.

Izotermik jarayon uchun  $\frac{PV}{T} = const$  bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:  $pV = const$ .

Silindr ichiga qamalgan gazning dastlabki hajmi  $V_1$  bosimi  $P_1$  o'zgarmas temperaturada siqilgandan keyingisi  $V_2$ ,  $P_2$  bo'lsin. U holda quyidagi munosabat o'rinnlidir (321-a rasm):

$$P_1 V_1 = const, \quad P_2 V_2 = const \quad yoki \quad P_2 V_2 = P_1 V_1 \quad \text{dan} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Yuqoridagi formuladan ko'rindaniki o'zgarmas temperaturada berilgan

gazning bosimi hajmiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi.

Izotermik jarayon  $PV$  diagrammada ***izoterma*** bilan ifodalanadi (321–*b,c* rasm).

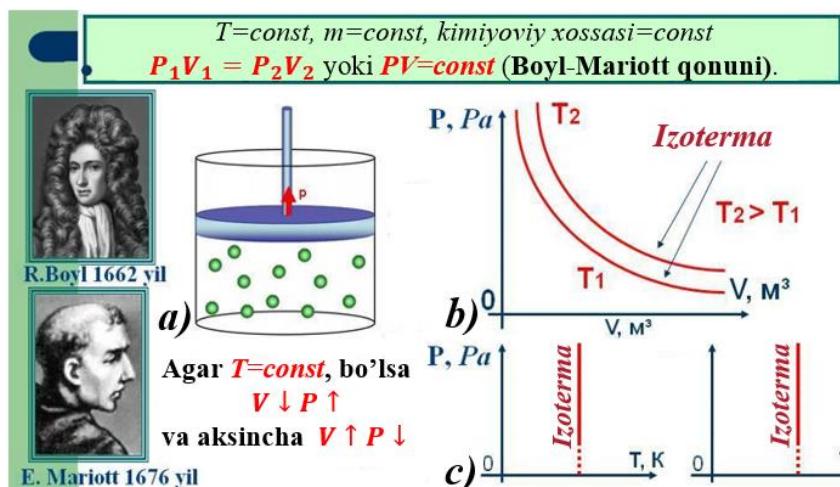
Izotermik jarayondagi qonuniyatni 1662-yilda ingliz olimi **R. Boyl** va 1676- yilda fransuz fizigi **E. Mariott** tajribalar asosida bir-biridan mustasno holda kashf etganlar. Shuning uchun bu qonuniyat **Boyl – Mariott qonuni** deyiladi.

Izotermik jarayonlar suyuqliklarning qaynashida va qattiq jismlaming erishida uchraydi.

$V$  hajmli idishga  $V_0$  hajmli nasos yordamida  $n$  marta dam berilgan yoki chiqarilgandan keyingi bosimi  $P_2$  ni topish. Bu yerda teperaturani o'zgarmas deb olamiz  $T=const$ .  $P_2V = P_1(V + nV_0)$  va  $P_2V = P_1(V - nV_0)$  tenlamalaridan

$$P_2 = \frac{P_1(V + nV_0)}{V} - \text{dam berilgandan keyingi bosim.}$$

$$P_2 = \frac{P_1(V - nV_0)}{V} - \text{dam chiqarilgandan keyingi bosim.}$$



321 – rasm.

## 2. Izobarik jarayon ( $P = const$ ).

Bosim o'zgarmas bo'lganda kechadigan fizik jarayonlar izobarik jarayon deyiladi.

Yunonchada “*baros*” – “*bosim*” demakdir.

Izobarik jarayon uchun  $\frac{PV}{T} = const$  tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{V}{T} = const$$

Silindr ichiga gaz qamalgan bo'lib, porshen faqat og'irlilik kuchi bilan turgan bo'lsin. Bu holatda gazning dastlabki temperaturasi  $T_1$  hajmi  $V_1$  ga teng deylik. Silindrda gaz temperaturasi  $T_2$  ga yetganda hajmi  $V_2$  ga yetadi (322–*a* rasm). Bu hol uchun quyidagi munosabat o'rini bo'ladi:

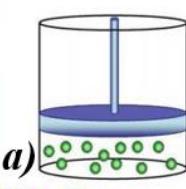
$$\frac{V_1}{T_1} = const \quad \frac{V_2}{T_2} = const \quad \text{dan} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad V \sim T$$

$P=const$ ,  $m=const$ , kimyoviy xossasi= $const$   $V_1/T_1 = V_2/T_2$   
yoki  $V/T=const$  (Gey – Lyussak qonuni).

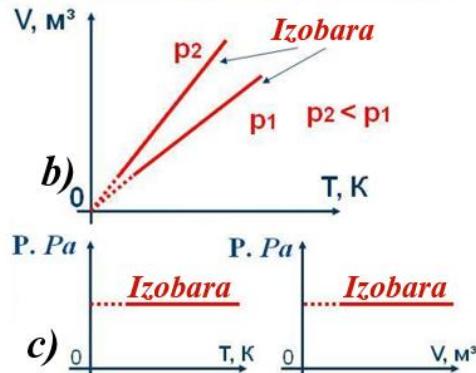


Gey - Lyussak 1802 yil

Agar  $P=const$ , bo'sha  
 $V \downarrow T \downarrow$   
va aksincha  $V \uparrow T \uparrow$



a)



322 – rasm.

O'zgarmas bosimda berilgan  $m$  massali gazning hajmi temperaturaga proporsional ravishda o'zgaradi.

Izobarik jarayon  $TV$  diagrammada *izobara* bilan ifodalanadi (322–b, c rasm). Bu qonunni 1802-yilda fransuz olimi **Gey-Lyussak** kashf etgani uchun **Gey-Lyussak qonuni** deyiladi.

Gaz hajmini Selsiy shkalasida o'lchanuvchi temperatura bo'yicha o'zgarishi quyidagi qonun bo'yicha topiladi:  $V = V_0(1 + \beta t)$  bu yerda  $V_0$  va  $V$  lar mos ravishda gazning  $0^\circ C$  va  $t^\circ C$  temperaturalaridagi hajmi,  $\beta$  – o'zgarmas bosimdagи hajmiy kengayish termik koeffitsienti bo'lib,  $V = V_0(1 + \beta t)$  formulaga ko'ra, bu koeffitsienti quyidagi  $\beta = \frac{V - V_0}{V_0 t}$  ifoda bilan aniqlanadi.

$V = V_0(1 + \beta t)$  formula **Gey-Lyussakning** birinchi qonuning analitik ifodasi bo'lib, bu qonun quyidagicha ta'riflanadi:

Berilgan massali gaz uchun o'zgarmas bosimda gazning hajmi temperaturaning o'zgarishi bilan chiziqli o'zgaradi.

Hajmiy kengayish termik koeffitsient  $\beta$  hamma ideal gazlar uchun bir xil bo'lib  $\beta = \frac{1}{273} K^{-1}$  ga teng, ya'ni o'zgarmas bosim ostida olingan gaz massasining temperaturasi bir kelvinga o'zgarganda uning hajmi o'zining dastlabki ( $273K$  dagi) qiymatining  $1/273$  qismiga o'zgarishini ko'rsatadi.

Temperaturaning Kelvin va Selsiy shkalalari orasidagi  $T = 273 + t$  bog'lanishdan va  $\beta$  ning son qiymatidan foydalanib,  $V = V_0(1 + \beta t)$  formulani o'zgartiramiz:

$$V = V_0(1 + \beta t) = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) = V_0 \frac{273 + t}{273} = V_0 \frac{T}{T_0} \quad \text{bu yerda } T_0 = 273 \text{ ga teng. U}$$

holda  $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$  tenglik kelib chiqadi.

Izobarik jarayonda temeratura  $\Delta T$  ga o'zgarganda gaz hajmi  $\Delta V$  ga

o'zgargan bo'lsa, gazning dastlabki  $T_0$  teperaturasini topish:

$$T_0 - ? \quad \Delta T = T - T_0, \quad \Delta V = V - V_0 \text{ dan } T = \Delta T + T_0, \quad V = \Delta V + V_0. \quad \text{Agar}$$

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{\Delta V + V_0}{\Delta T + T_0} \Rightarrow V_0 \Delta T + V_0 T_0 = T_0 \Delta V + T_0 V_0 \Rightarrow V_0 \Delta T = T_0 \Delta V \text{ tenglamadan}$$

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{\Delta V}{\Delta T} \Rightarrow T_0 = \frac{V_0 \Delta T}{\Delta V} \text{ agar dastlabki hajm topish talab qilinsa } V_0 = \frac{\Delta V T_0}{\Delta T}.$$

$$\text{Demak } T_0 = \frac{V_0 \Delta T}{\Delta V}, \quad V_0 = \frac{\Delta V T_0}{\Delta T}$$

$V_0$  – boshlang'ich hajm,  $T_0$  – boshlang'ich temperatura.

Izobarik jarayonda gazning hajmi  $n$  marta ortgan bo'lsa, boshlang'ich temeraturasini topish:  $V = nV_0$  bo'lsa, gazning teperaturasi  $\Delta T$  ga o'zgarishi  $\Delta T = T - T_0$  dan  $T = \Delta T + T_0$ ,

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{nV_0}{\Delta T + T_0} \Rightarrow nT_0 = \Delta T + T_0 \Rightarrow nT_0 - T_0 = \Delta T \Rightarrow T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}.$$

$$T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}.$$

Izobarik jarayonda gazning hajmi  $n$  marta kamaygan bo'lsa, boshlang'ich temeraturasini topish:  $V = \frac{V_0}{n}$  bo'lsa, gazning teperaturasi  $\Delta T$  ga o'zgarishi bunda  $\Delta T = T_0 - T$  dan  $T = T_0 - \Delta T$ ,

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{\frac{V_0}{n}}{T_0 - \Delta T} \Rightarrow nT_0 - \Delta T n = T_0 \Rightarrow nT_0 - T_0 = n\Delta T \Rightarrow T_0 = \frac{n\Delta T}{n-1}.$$

$$T_0 = \frac{n\Delta T}{n-1}.$$

Izobarik jarayonda temperaturaning ortishi bilan gaz hajmining necha foizga o'zgarishini topish: gazning teperaturasi  $\Delta T$  ga o'zgarishi  $\Delta T = T - T_0$  dan  $T = \Delta T + T_0$ ,

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{\Delta V + V_0}{\Delta T + T_0} \Rightarrow V_0 \Delta T + V_0 T_0 = \Delta V T_0 + V_0 T_0 \Rightarrow V_0 \Delta T = \Delta V T_0 \Rightarrow \frac{V_0}{\Delta V} = \frac{T_0}{\Delta T}.$$

$$\text{Yoki } \frac{V_0}{\Delta V} \cdot 100\% = \frac{T_0}{\Delta T} \cdot 100\% = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \cdot 100\%.$$

### 3. Izoxorik jarayon ( $V=const$ ).

Hajm o'zgarmas bolganda kechadigan fizik jarayonlar **izoxorik jarayon** deyiladi.

Yunonchada “*xoros*” – “*hajim*” degan ma'noni bildiradi.

Izoxorik jarayon uchun  $\frac{PV}{T} = const$  tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{P}{T} = const$$

Ichiga gaz qamalgan silindr porshenini qo‘zg‘almas qilib mahkamlaylik. Bu holatda gazning dastlabki temperaturasi  $T_1$ , bosimi  $P_1$  ga teng deylik. Silindr isitilib, gaz temperaturasi  $T_2$  ga o‘zgarganda bosimi  $P_2$  ga o‘zgaradi (323-a rasm). Bu hol uchun quyidagi munosabat o‘rinli bo‘ladi:

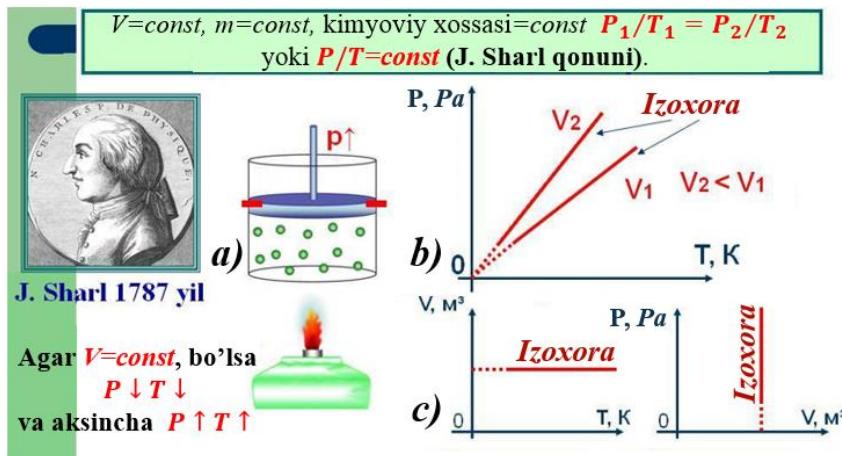
$$\frac{P_1}{T_1} = \text{const} \quad \frac{P_2}{T_2} = \text{const} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}; \quad P \sim T$$

Izoxorik jarayonda  $P = \text{const} \cdot T$  gaz bosim temperatura bo‘yicha chiziqli o‘zgaradi, bu o‘zgarish grafigiga izoxora grafigi deyiladi.

Izoxora grafigida temperatura o‘qiga yaqinroq joylashgan to’g’ri chiziqqa mos keluvchi gaz hajmi kattaroq qiymatga ega bo‘ladi:  $V_2 > V_1$  lekin  $\alpha_2 < \alpha_1$

Izoxorik jarayon  $V - T$  va  $P - V$  diagrammalari 323-b,c rasmida ko’rsatilgan.

O‘zgarmas hajmda berilgan massali gazning bosimi temperaturaga proporsional ravishda o‘zgaradi.



323 – rasm.

Bu qonunni 1787-yilda fransuz fizigi **J. Sharl** tajribalar asosida kashf etgani uchun u **Sharl qonuni** deyiladi.

Qattiq jismlardagi izotermik jarayonda hajm deyarli o‘zgarmagani uchun undagi jarayonni izoxorik jarayon deyish mumkin.

Izoxorik jarayonni ham **Gey-Lyussak** tajriba asosida o‘rganib, gazning bosimi bilan temperaturasi orasida quyidagicha bog’lanish mavjudligini aniqladi:  $P = P_0(1 + \gamma t)$ ; bunda  $\gamma$  – bosimning termik koeffitsienti deb ataladi.

$P = P_0(1 + \gamma t) \Rightarrow \gamma = \frac{P_t - P_0}{P_0 t}$  ekanligi kelib chiqadi. Demak, bosimning termik koeffitsienti berilgan gaz massasining hajmi o‘zgarmas bo‘lgan sharoitda temperurasini bir gradusga o‘zgartirilganda bosimning nisbiy o‘zgarishini ko’rsatadi.

Barcha ideal gazlar uchun  $\gamma$  ning son qiymati bir xil bo‘lib,  $\gamma = \frac{1}{273} K^{-1}$  ga teng.

Demak, o‘zgarmas hajim bolgan sharoitdagi olingan gaz massasining temperaturasi bir kelvinga o‘zgarganda uning bosimi o‘zining dastlabki (273 K dagi) bosimning  $1/273$  qismiga o‘zgarishini ko’rsatadi.

$P = P_0(1 + \gamma t)$ ; formula **Gey-Lyussakning ikkinchi qonunining** analitik ifodasi bo'lib, bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: berilgan massali gaz uchun hajim o'zgarmas bo'lgan sharoitda gazning bosimi temperaturaning o'zgarishi bilan chiziqli o'zgaradi.

Absolyut temperatura yordamida  $P = P_0(1 + \gamma t)$ ; formulani quyidagi sodda ko'rinishga keltirish mumkin:

$$P = P_0(1 + \gamma t) = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) = P_0 \frac{273 + t}{273} = P_0 \frac{T}{T_0} \quad \text{bu yerda } T_0 = 273 \text{ ga teng. U holda}$$

$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$  Gey-Lyussakning ikkinchi qonuni ham ideal gaz holat tenglamasining xususiy holi ekan degan hulosaga kelish mumkin.

Izoxorik jarayonda temperatura  $\Delta T$  ga o'zgarganda gaz bosimi  $\Delta P$  ga o'zgargan bo'lsa,  $T_0$  boshlang'ich va  $P_0$  bosimlani topish:

$$\Delta T = T - T_0, \quad \Delta P = P - P_0 \text{ dan } T = \Delta T + T_0, \quad P = \Delta P + P_0.$$

$$\text{Agar } \frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T} \Rightarrow \frac{P_0}{T_0} = \frac{\Delta P + P_0}{\Delta T + T_0} \Rightarrow P_0 \Delta T + P_0 T_0 = T_0 \Delta P + T_0 P_0 \Rightarrow P_0 \Delta T = T_0 \Delta P$$

tenglamadan  $\frac{P_0}{T_0} = \frac{\Delta P}{\Delta T} \Rightarrow T_0 = \frac{P_0 \Delta T}{\Delta P}$  agar dastlabki bosim topish talab qilinsa,

$$\text{dastlabki bosim quyidagicha topiladi } P_0 = \frac{\Delta P T_0}{\Delta T}.$$

$$\text{Demak, } T_0 = \frac{P_0 \Delta T}{\Delta P}, \quad P_0 = \frac{\Delta P T_0}{\Delta T}$$

Izoxorik jarayonda gazning bosimi  $n$  marta ortgan bo'lsa, boshlang'ich temeraturasini topish:  $V = nV_0$  bo'lsa, gazning teperaturasi  $\Delta T$  ga o'zgarishi  $\Delta T = T - T_0$  dan  $T = \Delta T + T_0$ ,

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T} \Rightarrow \frac{P_0}{T_0} = \frac{n P_0}{\Delta T + T_0} \Rightarrow n T_0 = \Delta T + T_0 \Rightarrow n T_0 - T_0 = \Delta T \Rightarrow T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}.$$

$$T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}.$$

Izoxorik jarayonda gazning bosimi  $n$  marta kamaygan bo'lsa, boshlang'ich temeraturasini topish:  $P = \frac{P_0}{n}$  bo'lsa, gazning teperaturasi  $\Delta T$  ga o'zgarishi bunda  $\Delta T = T_0 - T$  dan  $T = T_0 - \Delta T$ ,

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T} \Rightarrow \frac{P_0}{T_0} = \frac{\frac{P_0}{n}}{\frac{T_0 - \Delta T}{T_0}} \Rightarrow n T_0 - n \Delta T = T_0 \Rightarrow n T_0 - T_0 = n \Delta T \Rightarrow T_0 = \frac{n \Delta T}{n-1}.$$

$$T_0 = \frac{n \Delta T}{n-1}.$$

Gaz vintili bor gaz bollonda turgan bo'lsin ishlatilishi natijasida bollondagi gazni massai  $n$  marta kamaygan bo'lsa, ishlatilgan gazni  $\Delta m$  massaini topish:

$m_1$  va  $\frac{P_1}{P_2} = n$ . Bu yerga gaz temperaturasi va hajmi o'zgarmas. Har bir holat uchun Mendeleyev–Klapeyron tenglamasini yozamiz.  $P_1V = \frac{m_1}{M} RT$  va  $P_2V = \frac{m_2}{M} RT$  bu ikkila yozilgan tenglamalarini nisbatini topamiz.  $\frac{P_1V}{P_2V} = \frac{m_1RTM}{m_2MRT}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2}$      $\frac{P_1}{P_2} = n$  ga teng ekanligini e'tiborga olsak  $\frac{m_1}{m_2} = n$  ga teng bo'ladi

$\frac{m_1}{m_2} = n$  dan  $m_2 = \frac{m_1}{n}$      $m_1 = m_2 + \Delta m$  dan  $\Delta m = m_1 - m_2 = m_1 - \frac{m_1}{n}$  yoki

$$\Delta m = m_1 \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Og'zi ochiq idishda  $V$  hajimga ega bo'lган suyuqlik bor. Atmosfera bosimi  $P$  va temperaturasi  $T$  ga teng bo'lsa, idishdagi suyuqlikgan  $t_1$ , vartda  $N_1$  ta molekula parlanib chiqb kerayorgan bo'lsa idishdagi suyuqlik qancha vaqtda to'liq parlanib ketadi. Bu yerda  $N$  molekulalar soni  $n = \frac{N}{V}$  formula bo'yicha  $N = Vn$  Gaz bosimini gaz temperaturasi va konsentratsiyasiga bo'liq formulasi bo'yicha  $P = nkT$  dan  $n = \frac{P}{kT}$

$$\frac{N}{V} = \frac{P}{kT}, \quad N = \frac{PV}{kT}, \quad t_2 = \frac{N}{N_1} t_1 = \frac{\frac{PV}{kT}}{\frac{N_1}{V}} \cdot t_1 = \frac{PV}{kTN_1} \cdot t_1, \quad t_2 = \frac{PV}{kTN_1} \cdot t_1$$

### Mavzuda doir test (1)

1. Mendeleev-Klapeyron tenglamasini ko'rsating.  
 A)  $pV = mRT/\mu$    B)  $pV = RT$    C)  $pV = NkT$    D)  $pV = const$
2. Quyidagi formulalarning qaysi biri Klapeyron tenglamasi deyiladi: 1)  $pV = const$  2)  $V/T = const$  3)  $pV = const$  4)  $pV/T = const$   
 5)  $p/T = const$ ?   A) 1.   B) 2.   C) 3.   D) 4.   E) 5.
3. Berilgan tenglamalar ichidan Mendeleev-Klapeyron tenglamasini toping.  
 A)  $pV = const$    B)  $pV = \frac{m}{\mu} RT$    C)  $\frac{pV}{T} = const$   
 D)  $V/T = const$    E)  $p/T = const$
6. Hajmi va absolut harorati 2 martadan oshirilsa, ideal gazning bosimi qanday o'zgaradi?  
 A) 2 marta kamayadi   B) 2 marta ortadi   C) 4 marta kamayadi  
 D) 4 marta ortadi   E) o'zgarmaydi
- 7,8. Agar ideal gazning hajmi va harorati 4 marta oshirilsa, uning bosimi qanday o'zgaradi?  
 A) o'zgarmaydi   B) 4 marta ortadi   C) 4 marta kamayadi  
 D) 16 marta ortadi   E) 16 marta kamayadi

6. Ideal gazning harorati 4 marta ortganda uning hajmi 2 marta ortsa, bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta ortadi      B) 4 marta kamayadi      C) o‘zgarmaydi  
 D) 2 marta kamayadi      E) 2 marta ortadi
7. Agar ballondagi ideal gazning massasi 4 marta oshirilib, harorati 4 marta kamaytirilsa, uning bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) o‘zgarmaydi      B) 4 marta ortadi  
 C) 4 marta kamayadi      D) 16 marta ortadi
8. Agar ishlatalishi natijasida ballondagi gazning massasi 20% ga kamaysa, uning bosimi necha marta pasayadi? Temperaturani o‘zgarmas deb hisoblang.
- A) 1,2      B) 1,25      C) 1,5      D) 2      E) 5
9. Bir xil hajmli 3 ta idishda har biri 1 moldan bo‘lgan  $N_2$ ,  $O_2$  va  $CO_2$  gazlari bor. gazlarning temperaturalari bir xil bo‘lsa, idishdagi bosimlar qanday munosabatda bo‘ladi?
- A)  $p_{O_2} > p_{CO_2} > p_{N_2}$       B)  $p_{CO_2} > p_{O_2} > p_{N_2}$   
 C)  $p_{N_2} > p_{O_2} > p_{CO_2}$       D)  $p_{N_2} = p_{O_2} = p_{CO_2}$
10. Teng massali argon va neon gazlari bir xil idishga qamalgan. Qaysi bir gazning bosimi katta?  $M_a=40$  g/mol;  $M_n=20$  g/mol
- A) neonning      B) argonning      C) bir xil  
 D) javob idish hajmiga bog‘liq
11. Bir xil hajmli ikki idishda harorati va massalari bir xil bo‘lgan vodorod va kislorod bor. gazlarning qaysi biri idish devoriga kattaroq bosim ko‘rsatadi va necha marta?
- A) vodorod, 8 marta      B) kislorod 16 marta  
 C) kislorod 8 marta      D) vodorod 16 marta
12. Beshta bir xil idish quyidagi gazlar bilan to‘ldirilgan: 1) azot 2) havo 3) kislorod 4) geliy 5) vodorod. Gazlarning massalari va temperaturalari bir xil. Qaysi gazning bosimi eng katta? A) 5      B) 4      C) 3      D) 2      E) 1
13. 5 ta bir xil hajmli idishlar quyidagi gazlar bilan to‘ldirilgan: 1) azot 2) havo 3) kislorod 4) geliy 5) vodorod. Agar gazlarning massalari va temperaturalari bir xil bo‘lsa, qaysi idishda bosim eng kichik bo‘ladi?
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5
14. 1  $m^3$  hajmdagi  $70^\circ C$  temperaturali 1 kg azot qanday bosimga ega bo‘ladi (kPa)?
- A) 83      B) 16.6      C) 166      D) 830
15. Hajmi  $8.31 \text{ l}$  bo‘lgan 1 mol gazning  $270^\circ C$  temperaturadagi bosimi qanday (Pa)?
- A)  $2 \cdot 10^5$       B)  $3 \cdot 10^4$       C)  $4 \cdot 10^5$       D)  $3 \cdot 10^5$       E)  $2 \cdot 10^4$
16. Idishda 6 atm bosim ostida gaz bor. agar idishdagi gazning  $3/8$  qismi chiqarib yuborilsa, unda qanday bosim (atm) qaror topadi? Harorat o‘zgarmas.
- A) 1.8      B) 2      C) 3.8      D) 4.2      E) 3
17. Ballondagi gaz chiqishi natijasida gazning massasi 1.5 marta, temperaturasi 1.4 marta kamaysa, bosim necha marta pasayadi?
- A) 2.9      B) 2.1      C) 1.5      D) 1.4
18. Yopiq idishda temperaturasi  $87^\circ C$  bosimi 4.5 MPa bo‘lgan gaz bor. gazning  $1/5$  qismi chiqarib yuborilganda, temperatura  $27^\circ C$  gacha pasaygan bo‘lsa, qaror topgan bosim qanday (MPa)? A) 2.2      B) 1.2      C) 3      D) 1      E) 5

19. Ballondagi  $27^{\circ}\text{C}$  temperaturali gaz 40 atm bosimiga ega. Agar gazning yarmi chiqarib yuborilganda, temperatura  $12^{\circ}\text{C}$  gacha pasaysa, ballonda qanday bosim qaror topadi (atm)? A) 1.5 B) 1.8 C) 1.9 D) 2 E) 3

20.  $27^{\circ}\text{C}$  da  $6 \text{ m}^3$  gaz bosimi  $1 \text{ N/sm}^2$  bo'lsa, shu gazning hajmi  $2 \text{ m}^3$ , temperaturasi  $87^{\circ}\text{C}$  bo'lganda bosimi qanday (kPa) bo'ladi?

- A) 20 B) 22 C) 25 D) 32 E) 36

21. Bir atomli gazning hajmi 2 marta kamaytirilsa, va molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi 4 marta oshirilsa, uning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta ortadi B) 4 marta kamayadi C) 8 marta ortadi  
D) 8 marta kamayadi E) o'zgarmaydi

22. Bir atomli gazning hajmi ikki marta orttirilib, molekulalar o'rtacha kinetik energiyasi ham ikki marta orttirilsa, gazning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta ortadi B) 4 marta kamayadi C) 2 marta ortadi  
D) 2 marta kamayadi E) o'zgarmaydi

23. Agar gazning hajmi 2 marta ortsa va gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi shuncha marta kamaysa, uning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 8 marta kamayadi B) 4 marta ortadi  
C) 4 marta kamayadi D) 8 marta ortadi E) o'zgarmaydi

24. O'quvchi gazlarga oid masalani yechib  $0.11 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$  natijaga ega bo'ldi. U qanday kattalikni hisoblagan? A) hajm B) zichlik C) bosim D) massa

30. 1-holatdan 2-holatga o'tganda ideal gazning bosimi qanday o'zgaradi (rasmga q.)?

- A) ortadi B) o'zgarmaydi  
C) kamayadi D) bunday jarayon bo'lmaydi

31. Ideal gaz 1-holatdan 2-holatga o'tdi. Bunda gaz bosimi qanday o'zgaradi?

- A) ortadi B) kamayadi C) o'zgarmaydi  
D) bunday jarayon bo'lmaydi

32. Grafikda ideal gaz hajmining absolut haroratga bog'lanishi tasvirlangan. 1, 2 va 3-nuqtalardagi bosim haqida nima deyish mumkin?

- A)  $p_1 < p_2 > p_3$   
B)  $p_1 > p_2 > p_3$  C)  $p_1 < p_2 < p_3$  D)  $p_1 = p_2 = p_3$

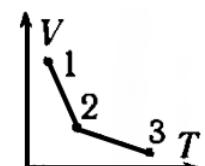
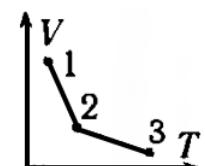
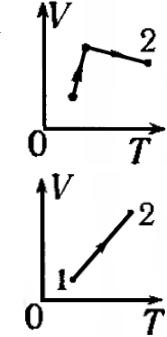
33. Bosimi  $p_1$  va hajmi  $V_1$  bo'lgan gazli idish bosimi  $p_2$  va hajmi  $V_2$  bo'lgan boshqa gazli idish bilan tutashtirildi. Gaz aralashmasining umumiyl bosimi qanday?

- A)  $p = p_1 + p_2$  B)  $p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$   
C)  $p = \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2}$  D)  $p = \frac{(p_1 + p_2)V_1}{V_1 + V_2}$

34. Qandaydir jarayonda ideal gazning holat tenglamasi  $V^2/T=\text{const}$  ko'rinishga ega. Gazning hajmi 2 marta ortganda, uning bosimi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi B) 2 marta kamayadi  
C) o'zgarmaydi D) 4 marta ortadi

35. Yopiq idishdan gazning yarmi chiqarib yuborildi. Idishdagi gaz bosimi avvalgicha qolishi uchun absolut temperaturani qanday o'zgartirish kerak?



- A) 4 marta orttirish      B) 3 marta orttirish      C) 2 marta orttirish  
 D) 2 marta pasaytirish    E) o'zgartirmaslik

### Mavzuga doir test (2). Gaz qonunlari

1. Izotermik jarayon deb qanday jarayonga aytildi?

- A) doimiy bosim ostida.....    B) doimiy haroratda...  
 C) issiqlik almashmasdan...    D) doimiy hajmda...

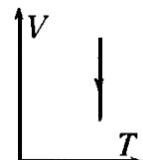
.....kechuvchi jarayon izotermik jarayon deb ataladi.

2. Izotermik jarayonda....

- A)  $p$ ,  $V$  va  $T$  o'zgaradi va tashqi muhit bilan issiqlik almashinish yuz bermaydi  
 B)  $V$  va  $T$  o'zgaradi,  $p$  o'zgarmaydi  
 C)  $p$  va  $T$  o'zgaradi,  $V$  o'zgarmaydi  
 D)  $p$  va  $M$  o'zgaradi,  $T$  o'zgarmaydi

3. Silindriddagi gazning siqilish jarayoni qanday jarayon deb ataladi? Gazning hajmi va haroratining o'zgarishi grafikda ko'rsatilgan.

- A) izoxorik    B) adiabatik    C) izobarik  
 D) izotermik    E) adiabatik+izoxorik

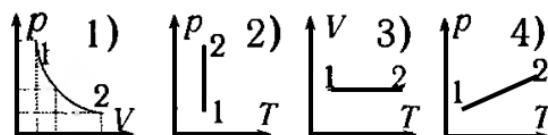


4. Ideal gaz bir holatdan ikkinchi holatga  $p_1V_1=p_2V_2$  qonun bo'yicha o'tdi. Bu jarayon qaysi rasmlarda to'g'ri ko'rsatilgan?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- A) 1 va 2    B) 2 va 4    C) 3 va 4    D) 2 va 3    E) 1 va 4

5. Quyida keltirilgan grafiklarning qaysilari izotermik jarayonni tasvirlaydi?

- A) 1    B) 1; 3    C) 2; 3    D) 3; 4    E) 1; 2

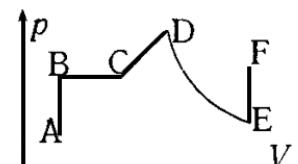


6. Boyl-Mariott ideal gaz uchun qanday bog'lanishni o'rgangan?

- A)  $p \sim V$     B)  $p \sim T$     C)  $V \sim T$     D)  $p \sim 1/V$

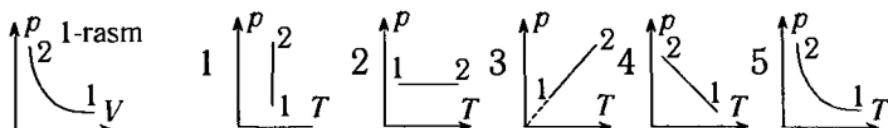
7. Ideal gaz A holatdan F holatga rasmida tasvirlangan oraliq holatlardan o'tadi. bu oraliq holatlarning qaysi qismi izotermik jarayonga to'g'ri keladi?

- A) AB    B) BC    C) DE    D) CD

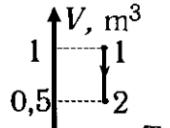
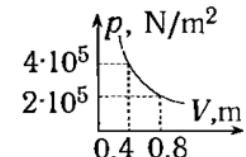
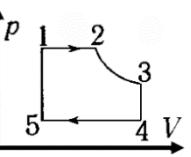
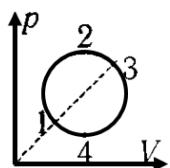


8. 1-rasmida pV koordinatalarda ideal gaz holatining o'zgarish jarayoni tasvirlangan. Shu jarayonning pT kordinatalarda tasvirlangan grafigini toping.

- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

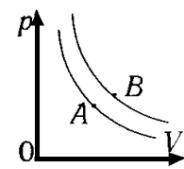


9. Normal atmosfera bosimi sharoitida gaz 10 l hajmni egallaydi. Agar bosim 5 marta ortsas, gaz necha litr hajmni egallaydi? Harorat o'zgarmas.

- A) 5      B) 4      C) 3      D) 2
10. Gaz  $10^5$  Pa bosimda  $1 \text{ m}^3$  hajmni egallaydi. Temperatura o‘zgarmaganda, shu gaz  $5 \text{ MPa}$  bosimda qanday hajmni egallaydi ( $\text{m}^3$ )?
- A) 0.02      B) 0.05      C) 0.2      D) 0.5
11. Qaysi jarayonda molekulalarning o‘rtacha kinetik energiyasi o‘zgarmaydi?
- A) izobarik      B) izoxorik      C) adiabatik      D) izotermik
12. O‘zgarmas temperaturada gazning bosimi  $400 \text{ mm Hg}$  dan  $1 \text{ atm}$  gacha o‘zgarsa, uning hajmi necha marta o‘zgaradi?
- A) 1, 2      B) 1, 4      C) 1, 6      D) 1, 9      E) 2, 1
13. Agar porshen silindr balandligining  $1/3$  qismiga tushirilsa, undagi gazning bosimi necha marta ortadi? Temperatura o‘zgarmas.
- A) 3      B) 2      C) 1.3      D) 1.5
14. Ideal gaz 1-holatdan 2-holatga rasmida tasvirlangandek o‘tganda, uning bosimi qanday o‘zgaradi?
- A) 4 marta kamayadi      B) 4 marta ortadi  
C) 2 marta kamayadi      D) 2 marta ortadi
15. Rasmida o‘zgarmas massali ideal gazning turli holatlari ko‘sratilgan. Shu holatlarning qaysi birida gaz hajmi eng katta?
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5
- 
16. 1-idishdagi gazning bosimi  $p$ , hajmi esa  $V$  ga teng. Agar kran ochilib (rasm) 1-idishga hajmi  $0.5 V$  bo‘lgan bo‘sh idish ulansa, 1-idishdagi gaz bosimi necha marta kamayadi?  $T=\text{const.}$
- A) 3.5      B) 3      C) 2.5      D) 2      E) 1.5
17. Chizmada ideal gazning izotermik kengayish jarayoni tasvirlangan. Bu jarayon uchun bosimning hajmga bog‘lanish tenglamasini toping.
- A)  $p = 2 \cdot 10^5 / V$       B)  $p = 1.6 \cdot 10^5 / V$   
C)  $p = 2 \cdot 10^5 V$       D)  $p = 1.6 \cdot 10^5 V$
- 
18. Uzunligi  $h$  bo‘lgan yopiq silindrik idishni ishqalanishsiz siljiydigan porshen teng ikkiga ajratib turibdi. Porshen shu vaziyatda mahkamlab qo‘yilgan holda, silindrnnig har ikkala yarmi ideal gaz bilan to‘ldirildi. Bunda bir tomondagisi bosim ikkinchi tomondagidan 2 marta katta bo‘ldi. Agar porshen bo‘shatilsa, u qanday masofaga siljiydi? Jarayonni izotermik deb hisoblang.
- A)  $h/6$       B)  $h/4$       C)  $h/5$       D)  $h/3$
19. Rasmdagi grafikning qaysi nuqtasi siklning minimal temperaturasiga mos keladi?
- A) 5      B) 4      C) 3      D) 2      E) 1
- 
20. Rasmda muayyan massali ideal gaz uchun qandaydir jarayon diagrammasi  $p$ - $V$  koordinatalarda keltirilgan. Diagrammaning qaysi nuqtasi gazning minimal temperaturali holatiga to‘g‘ri keladi?
- A) 1 va 3      B) 4      C) 3      D) 2      E) 1
- 

21. Rasmda muayyan massali ideal gaz uchun qandaydir jarayon diagrammasi p-V koordinatalarda keltirilgan. Diagrammaning qaysi nuqtasi gazning maksimal temperaturali holatiga to‘g‘ri keladi?

- A) 1 va 3      B) 1      C) 2      D) 3      E) 4

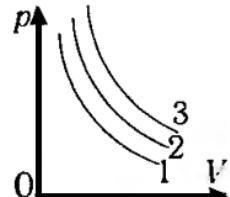


22. pV diagrammadagi A va B nuqtalar massasi o‘zgarmas bir gazning ikki holatiga mos keladi. Gazning bu holatlardagi temperaturalari va zichliklari orasidagi munosabatlarni toping.

- A)  $T_A < T_B, p_A > p_B$       B)  $T_A < T_B, p_A < p_B$   
C)  $T_A > T_B, p_A V p_B$       D)  $T_A > T_B, p_A > p_B$

23. Quyidagi rasmda uchta izotermal tasvirlangan. Ularning qaysi biri eng yuqori temperaturaga mos keladi?

- A) 1      B) 2      C) 3  
D) hammasi bir xil      E) aniqlab bo‘lmaydi



24. Izotermik jarayonda gaz bosimi 4 marta kamaydi. Bunda gaz molekulalarining konseentratsiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) 4 marta kamayadi      B) 16 marta ortadi  
C) 16 marta kamayadi      D) 4 marta ortadi

25. Izotermik jarayonda ideal gazning bosimi 2 marta ortdi. Bunda gaz molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi qanday o‘zgardi?

- A) o‘zgarmadi      B) 2 marta kamaydi      C) 2 marta ortdi  
D)  $\sqrt{2}$  marta kamaydi

26. Hajmi 5 l bo‘lgan idishda 135 kPa bosim ostida ideal gaz bor. shu idishga ikkinchi bo‘sh idish tutashtirilganda, idishlarda 90 kPa bosim qaror topdi. Ikkinci idishning hajmini aniqlang (d). Temperatura o‘zgarmas

- A) 2      B) 2.5      C) 4.5      D) 7.5      E) 10

27. Gazning hajmi 6 l dan 4 l gacha izotermik ravishda kamaytirildi. Gazning boshlang‘ich bosimi 10 kPa bo‘lsa, siqilish natijasida bosim necha kPa ortgan?

- A) 5      B) 0.5      C) 50      D) 500      E) 5 MPa

28. Gaz 6 l hajmdan 4 l hajmgacha izotermik siqildi. Bunda gazning bosimi 0.75 normal atmosferaga ortdi. Gazning dastlabki bosimini toping (Pa).  $p_n = 10^5$  Pa.

- A)  $1.9 \cdot 10^5$       B)  $1.8 \cdot 10^5$       C)  $1.6 \cdot 10^6$       D)  $1.5 \cdot 10^5$

29.  $V_1 = 20$  l hajmli ideal gaz  $V_2 = 15$  l ga kelguncha izotermik ravishda siqildi. Bu holda bosim 6 kPa ortdi. Boshlang‘ich bosim qanday (kPa) bo‘lgan?

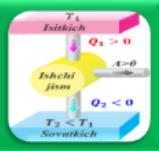
- A) 15      B) 16      C) 17      D) 18      E) 19

30. 3 m chiqurlikdagi suvda suzib yurgan havo pufakchasining hajmi  $5 \text{ mm}^3$  ga teng. Agar tashqi bosim normal atmosfera bosimiga teng bo‘lsa, suv betiga qalqib chiqqan havo pufakchasining hajmi qanday ( $\text{mm}^3$ ) bo‘ladi?

- A) 5.3      B) 6      C) 6.4      D) 7.1      E) 10



## VIII BOB. TERMODINAMIKA ASOSLARI



Termodinamikaning rivojlanishi ko`p jihatdan issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsientini o`rganish bilan bog`liqdir. Fransuz injeneri Sadi Karko 1824 yilda chop etilgan “Olovning harakatlantiruvchi kuchi haqida o`ylar” nomli ishida, issiqlik mashinasining unumdarligi ishchi moddaga emas, balki isituvchi va sovutuvchilar temperaturalarining farqiga bog`liq degan xulosani ilgari surdi. Termodinamika shundan so`ng Klapeyron, Joule, Klauzius, Mayer, Tomson va boshqalarning ishlarida rivojlantirildi.

Termodinamika o`ziga xos qo`yidagi xususiyatlarga ega:

- moddalarning atomlardan tashkil topganligi e'tiborga olinmaydi;
- makroskopik sistemaga xos bo`lgan kattaliklar bilangina ish ko`riladi;
- nazariya – tajriba natijalariga asoslanib yaratiladi;
- moddalarning xossalari xarakteristik parametrlari (zichlik, yopishqoqlik va hokazo) ko`rinishida ifodalanadi.

Termodinamikani o`rganishda qo`yidagilarni yodda tutmoq zarur:

### Termodinamik sistema

O`zaro va tashqi jismlar bilan ta'sirlashadigan va energiya almashadigan makroskopik jismlar majmuasiga termodinamik sistema deyiladi.

Termodinamik usulning asosi – sistemaning holatini belgilovchi parametrlarining qiymatlarini aniqlashdir.

Termodinamik parametrlar yoki holat parametrlari deb termodinamik sistema xossalari xarakterlovchi fizik kattaliklar majmuasiga aytiladi. Odatda holat parametrlari sifatida temperatura, bosim va solishtirma hajm tanlanadi.

### Termodinamik jarayonlar

Termodinamik sistemaning holati vaqt o`tishi bilan o`zgarmasa unda makroskopik sistema termodinamik muvozanat holatida bo`ladi. Termodinamikada faqat muvozanat holatlar qaraladi.

Termodinamik sistemaning hech bo`lmaganda birorta parametrining o`zgarishiga termodinamik jarayon deyiladi. Termodinamik jarayonda sistema boshlang`ich holatdan oraliq holatlar orqali oxirgi holatga o`tadi. Bu o`tish qaytar va qaytmas bo`lishi mumkin.

### Qaytar va qaytmas jarayonlar

Qaytar jarayon deb sistemaning oxirgi holatdan boshlang`ich holatga o`sha oraliq holatlar orqali, atrof muhitda hech qanday o`zgarish ro`y bermasdan o`tishiga aytiladi.

Uzun ilgakka osilgan og`ir mayatnikning tebranishi qaytar jarayonga yaqin bo`ladi. Bu holda kinetik energiya amalda to`la potentsial energiyaga aylanadi. Shuningdek teskarisi ham. Muhitning qarshiligi kichik bo`lganligi sababli tebranish amplitudasi sekin kamayadi va tebranish jarayoni uzoq davom etadi.

Ma'lum qarshilikka uchraydigan yoki issiq jismidan sovuq jismga issiqlik uzatish bilan ro`y beradigan har qanday jarayon qaytmas bo`ladi. Amalda barcha real jarayonlar qaytmas jarayonlardir.

## **55 - §. SISTEMANING ICHKI ENERGIYASI. ICHKI ENERGIYANING ERKINLIK DARAJASI**

### **Ichki energiya**

Termodinamik sistema ko`plab molekulalar va atomlardan tashkil topgan va ma'lum ichki energiyaga ega. Termodinamik sistemaning ichki energiyasi deb molekulalarning o`zaro ta'sir potensial energiyalari va ularning issiqlik harakat kinetik energiyalarining yig`indisiga aytildi.

Boshqacha aytganda: moddani tashkil qilgan barcha molekulalar va atomlar harakatining kinetik energiyasi va ularning o`zaro ta'sir potensial energiyasining yig`indisi jismning *ichki energiyasi* deyiladi.  $U = E_k + E_p$

Moddaning holatiga qarab, zarralarning potensial va kinistik energiyalari o`zaro turlichcha nisbatda bo'lishi mumkin.

➤ Modda gaz holatida bo`lganida molekulalar orasidagi o`zato ta'sir kuchi kichik bo`lib molekulalarning o`rtacha potensial energiyasi o`rtacha kinetik energiyasidan ancha kichi bo`ladi, ya'ni o`rtacha kinetik energiya ichki energiyani tashkil qiladi.  $E_k \gg E_p$  bo`lganida  $U = E_k$  ga teng bo`ladi.

➤ Modda suyuq holatda bo`lganida molekulalarning o`rtacha potensial va kinetik energiyalari o`zaro teng bo`ladi. Jismning ichki energiyasi bu energiyalarning yig`indisidan iborat bo`ladi:  $E_k = E_p$  bo`lsa  $U = E_k + E_p$  ga teng bo`ladi.

➤ Modda qattiq holatda bo`lganida molekulalarning orasidagi ta'sir kuchlari katta bo`lgani sababli o`rtacha potensiyal energiyasi o`rtacha kinetik energiyasidan juda katta bo`ladi. Bu holda maddening ichki energiyasi molekulalarning potensial energiyasiga teng bo`ladi:  $E_k \ll E_p$  bo`lganida  $U = E_p$  ga teng bo`ladi.

Termodinamik nuqtayi nazardan *ichki energiya* moddaning ichki holatiga bog'liq bo`lib, temperatura va hajm orqali aniqlanadi.

Temperatura  $T$  va hajm  $V$  termodinamik parametrларdir.

Modda ichki energiyasining o`zgarishiga olib keladigan ikki turli ta'sir mavjud.

1. Issiqlik uzatish.
2. Ish bajarish.

## Molekulalarning erkinlik darajalari

Molekulalarning barcha turdagи harakatlariga to'g'ri keladigan energiyani hisobga olish uchun ***erkinlik darajasi soni*** degan tushuncha kiritildi.

Molekulaning erkinlik darajasi deb uning fazodagi o`rnini to`la aniqlash uchun zarur bo`lgan, bir – biriga bog`liq bo`lmagan koordinatalarning umumiyligi soniga aytildi. Erkinlik darajalari soni *i* harfi bilan belgilanadi.

Gaz molekulalari mutlaqo ixtiyoriy harakatlangani uchun ularning oltitadan erkinlik darajasi bo`lish kerak edi. Biroq molaekulalarning erkinlik darajalari sonini aniqlashda molekula bie atomli, ikki atomli, uch atomli yoki ko'p atomli bo`lishi mumkinligini nazarda tutishi kerak bo`ladi.

Molekilalarning barcha turdagи harakatlari erkinlik darajalari soni quyidagi tenglama orqali topiladi:  $i = i_{il} + i_{ayl} + i_{tebr}$ .

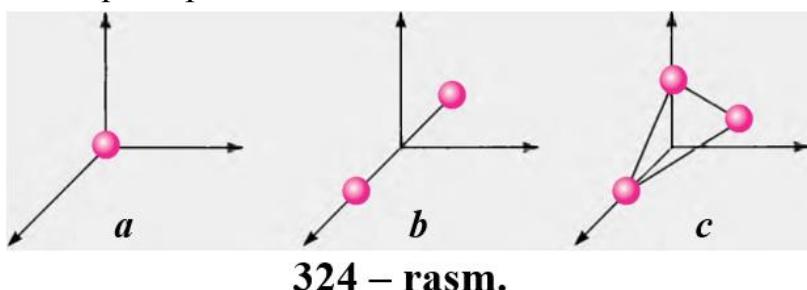
Bir atomli gazlar masalan geliy *He*, argon *Ar* molekulalarining o'z o'qi atrofida aylanishi uning fazodagi vaziyatini o'zgartirmaydigan moddiy nuqta deb qarash mumkin. Shuning uchun bir atomli molekulaning vaziyati uchta chiziqli koordinatalar (*x*, *y*, *z*) bilan aniqlanadi. Demak, bir atomli gazning molekulasi uchta ilgarilanma harakat erkinlik darajasiga ega:

$$i_{il} = 3, \quad i_{ayl} = 0, \quad i_{tebr} = 0, \quad i = i_{il} = 3.$$

Ikki atomli gazlar kislород *O<sub>2</sub>*, azot *N<sub>2</sub>*, vodorod *H<sub>2</sub>* kabi gazlar hisoblanadi. Bu gazlarning molekulalari bir – biridan ma'lum masofada joylashgan ikki atomdan tuzilgan sistema deb qarash mumkin. Agar atomlar orasidagi masofa o'zgarmas bo'lsa bunday molekula ***qattiq molekula*** deb ataladi. Bunday sistema umuman olganda oltita erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Bularning uchtasi molekula massa markazining koordinatalari, bu koordinatalar molekulani butinicha ilgarilanma harakatini aniqlaydi. Uchtasi molekulaning massa markazidan o'tivchi o'zaro perpendikulyar o'qlar atrofidagi aylanishlarini xatakerlovchi koordinatalar (324 – *b* rasm). Biroq molekulaning har ikkala atomning markazlari orqali o'tuvchi o'q atrofida aylanishi uning fazodagi vaziyatini o'zgartirmaydi. Shuning uchun ikki atomli gazlarining erkinlik darajalar soni beshta:

$$i_{il} = 3, \quad i_{ayl} = 2, \quad i_{tebr} = 0, \quad i = i_{il} + i_{ayl} = 3 + 2 = 5.$$

Uch atomli gazlar masalan suv bug'i *H<sub>2</sub>O*, karbanat angidrit *CO<sub>2</sub>* kabi gazlarning erkinlik darajalari soni oltita  $i_{il} = 3$ , va  $i_{ayl} = 3$  ekanligi 324 – *c* rasmdan ravshan ko'rinish turibdi. Boshqa ko'p atomli molekulalar ham oltita erkinlik darajasiga ega.



Biroq molekuladagi atomlar hamma vaqt ham bir – birlari bilan qattiq bog’lanishda bo’lavermaydi, ular bir – biriga nisbatan siljishi, xususan yaqinlashishi yoki uzoqlashishi ya’ni tebranma harakat qilishi mumkin (325–*b,c* rasm). Bunday holda molekulaning vaziyatini to’la aniqlash uchun yana bitta kootdinata kerak bo’ladi, bu – atomlar orasidagi  $r$  masofadir (325–*a* rasm).

Demak umumiy holda ikki atomli molekula oltita erkinlik erkinlik erkinlik darajasiga ega:

$$i_{il} = 3, \quad i_{ayl} = 2, \quad i_{tebr} = 1, \quad i = i_{il} + i_{ayl} + i_{tebr} = 3 + 2 + 1 = 6.$$

Ko’p hollarda xususan uy temperaturasi va undan past temperaturalar sharoitida molekulalarning tebranma harakatlari uyg’onmaydi. Yetarlicha yuqori temperaturalardagina molekulalarning tebranma harakatlari sodir bo’ladi. Shu sababli ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalari bilan cheklanamiz.

$$i_{il} = 3, \quad i_{ayl} = 2, \quad i = i_{il} + i_{ayl} = 3 + 2 = 5.$$

Molekulalarning erkinlik darajalari nechta bo’lishidan qat’iy nazar albatta ularning uchtasi ilgarilanma bo`ladi. Ilgarilanma harakat erkinlik darajasining hammasi teng kuchli bo`lib ularning har biriga bir xil energiya to’g’ri keladi, ya’ni

$$E = \frac{\bar{E}_k}{3} = \frac{1}{2} kT$$

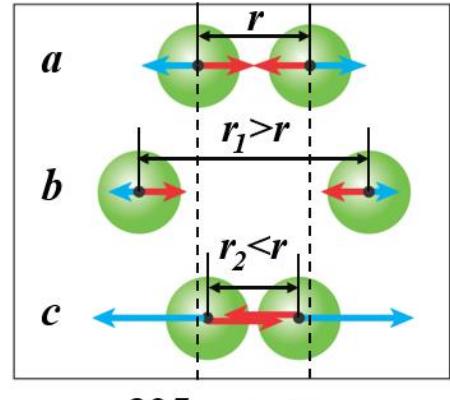
Klassik fizikada energiyaning erkinlik darajalari bo`yicha tekis taqsimoti haqida Boltzman teoremasi o`rinli. Bu qonunga muvofiq termodinamik muvozanatdagi statistik sistemaning har bir ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalariga  $\frac{1}{2} kT$  ga teng energiya to`g’ri keladi. Bu teorema shunday ta’riflanadi: agar molekulalar sistemasi  $T$  temperaturada issiqlik muvozanatda bo’lsa, u holda o’rtacha kinetik energiya barcha erkinlik darajalari bo’yicha tekis taqsimlanadi va molekulalarning har bir erkinlik darajasi uchun bu energiya  $\frac{1}{2} kT$  ga teng bo’ladi. Demak molekulaning issiqlik harakatining o’rtacha kinetik energiyasi

$$\bar{E}_k = \frac{i}{2} kT$$

bo’ladi, bu erda  $i$ - molekulaning to’la erkinlik darjasasi.  $i = i_{il} + i_{ayl} + i_{tebr}$ .

### Ideal gazning ichki energiyasi

Jismni tashkil etgan barcha molekulalarning tartibsiz harakatining kinetik energiyalari  $E_k$  va barcha molekulalarning o’zaro ta’siri potentsial enrgiyalari  $E_p$  ning yig’indisiga son jihatidan teng bo’lgan kattalikka jismning ichki energiyasi ( $U$ ) deyiladi:  $U = E_k + E_p$



**325 – rasm.**

Ideal gaz molekulalarining o'zaro ta'sir potentsial energiyasi e'tiborga olinmaydi, shu sababli ideal gaz uchun ichki energiya:

$$U = E_{k1} + E_{k2} + E_{k3} + \dots + E_{kN} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

$N$  – gaz molekulalarining soni.

Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi:

$$\bar{E}_{kin} = \frac{i}{2} kT$$

$i$  – gaz molekulasining erkinlik darajasi.

Gaz molekulasi bir atomli bo'lsa (inert gazlar – geliy, neon, argon, ksenon, krepon, radon)  $i=3$ .

Ikki atomli gaz bo'lsa ( $O_2, H_2, N_2, Cl_2$ ,)  $i=5$ .

Uch va undan ortiq ya'ni ko'p atomli gaz bo'lsa ( $SiH_4, CO_2$ )  $i=6$  ga teng bo'ladi.

$N$  ta molekuladan tashkil topgan ideal gazning ichki energiyasini hisoblash:

$$U = \frac{i}{2} NkT; \quad U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT; \quad U = \frac{i}{2} vRT; \quad U = \frac{i}{2} PV$$

Bir atomli ideal gazning ichki energiyasi, bir atomli ideal gazning molekulasining erkinlik darajasi  $i=3$  ga teng ekanligini e'tiborga olsak u holda yuqorida yozilgan formulalar quyidagi ko'rinishga keladi:

$$U = \frac{3}{2} vRT; \quad U = \frac{3}{2} RV; \quad U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

Ikki atomli gazlar uchun ichki energiya:  $i=5$ .

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT, \quad U = \frac{5}{2} vRT, \quad U = \frac{5}{2} PV.$$

Ko'p atomli gazlar uchun ichki energiya:  $i=6$ .

$$U = \frac{6}{2} \frac{m}{M} RT, \quad U = \frac{6}{2} vRT, \quad U = \frac{6}{2} PV.$$

$\bar{E}_{kin} = \frac{i}{2} kT$  ifodadan ko'rindiki, ideal gazning ichki energiyasi uning absolyut temperasiga to'g'ri proporsional.

Bu keltirilgan mulohazadan temperaturaga quyidagicha ta'rif berish mumkin.

**Temperatura** – moddani tashkil etgan zarralarning o'rtacha kinetik energiyasi o'lchovidir.

### Ichki energiyaning o'zgarishi

Ideal gazning ichki energiyasi gaz molekulalarining kenetik energiyalari yig'indisi bo'lib, kinetik energiya faqatgina temperaturaga bog'liq. **Ichki energiyaning o'zgarishi** ham temperaturaga bog'liq bo'ladi.

Ideal gazning ichki energiyasini o'zgartirish uchun uning temperaturasini o'zgartirish kerak.

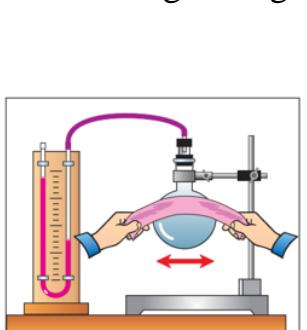
Barcha turdag'i moddalarga issiqlik (temperatura) berilsa issiqlikdan kengayadi. Gazlar issiqlikdan kengayishi uning ichki energiyasi o'zgarishini ifodalaydi.

Shundan muhim xulosa kelib chiqadi: molekulalar o'rtacha kinetik energiyasi o'lchami temperaturadir.

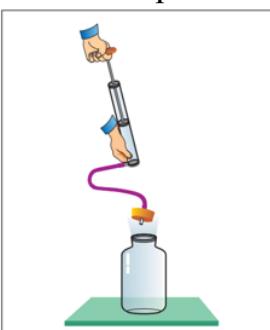
Jism zarralari kinetik energiyasini qanday o'zgartirish mumkin? Ikki xil usul mavjud. Ularni tajribada ko'rib chiqamiz.

Kolbani sukno bo'lagida havoda artamiz. Bir necha vaqtdan keyin manometrnig o'ng ustunida suyuqlik sathi pasayadi, ya'ni kolbada havo bosimi oshadi, bu esa uning qizishidan dalolat beradi. Demak, harakat tezligi va ular molekulalari kinetik energiyasi oshdi va albatta uning ichki energiyasi ham oshadi, biroq nimaning evaziga? Albatta suknoning kolbaga ishqalanishi va mexanik ishning bajarilishi evaziga. Kolba qizidi, undan gaz qiziydi (326 – rasm).

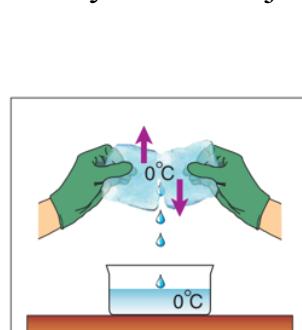
Yana bir tajribani o'tkazamiz. Qalin devorli shisha idishga unda havoning namlanishi uchun oz miqdorda suv (choy qoshiqda) quyamiz. Nasos orqali idishga havo damlaymiz (327 – rasm). Bir necha damlashdan keyin tiqin uchib ketadi, idishda esa tuman hosil bo'ladi, atrof muhitni kuzatishdan biz bilamizki, tuman issiq kundan keyingi sovuq tunda hosil bo'ladi. Demak, idishdagi tuman havoningsovushdan, ya'ni uning ichki energiyasining kamayishidan dalolat beradi. Biroq nima uchun energiya kamaydi? Chunki uning evaziga idishdan tiqinni itarish bo'yicha ish bajarildi.



**326 – rasm.**



**327 – rasm.**



**328 – rasm.**

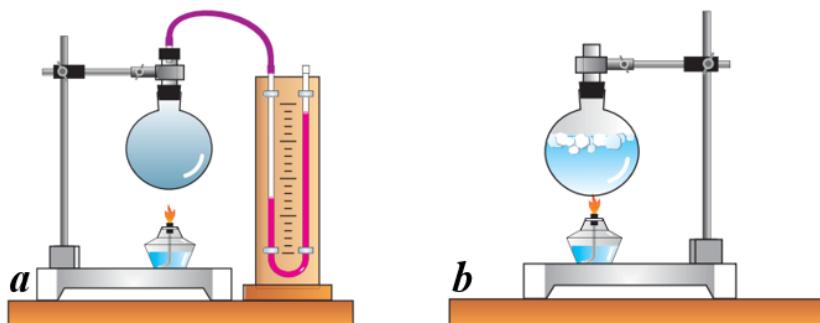
Tajribalar natijalarini taqqoslaymiz. Ikkala holda ham gazning ichki energiyasi o'zgardi, biroq birinchi tajribada ish tashqi kuchlar tomonidan bajarilganidan (gazli kolba ustidan) u oshgan, ikkinchi holda – kamaygan, ishni gazning o'zining bosim kuchi bajargan.

Ish bajarish molekulalar o'zaro ta'siri potensial energiyasini o'zgartirish mumkinmi?

Yana tajribaga murojaat qilamiz.  $0^{\circ}\text{C}$  da ikkita muz bo'lagini bir-biriga ishqalaymiz. Muz suvg'a aylanadi, bunda suv va muz temperaturasi  $0^{\circ}\text{C}$  ga teng bo'lib doimiy qoladi (328 – rasmiga qarang). Ishqalanish kuchi mexanik ishi nimaga sarflanadi?

Albatta, ichki energiyaning o'zgarishiga! Biroq temperatura o'zgarmaganligidan molekulalarning kinetik energiyasi o'zgarmadi. Bunda  $\text{H}_2\text{O}$  molekulalari o'zaro ta'sir kuchi o'zgardi (muz va suv bir xil molekulalardan tashkil topganini eslatib o'tamiz), va bunda albatta ularning potensial energiyasi ham o'zgardi.

Mexanik ishning bajarilishi – jism ichki energiyasi o‘zgarishlari usullaridan biridir.



**329 – rasm.**

Ish bajarmasdan turib jism ichki energiyasini o‘zgartirish imkoni mavjudmi? Ha, mavjud. Kolbadagi havoni qizdirish muzni eritish havo va muzga issiqlik berib spirtovka orqali amalga oshirilishi mumkin. Ikkala holda ham ichki energiya oshadi.

Jismlar sovutilishida (agar muz va xavoli kolbalar muzlatgichga joylashtirilsa) ularning ichki energiyasi kamayadi. Jismdan issiqlik atrof muxitga uzatiladi.

Jism ichki energiyasining turli temperaturali jismlar bilan kontaktlashganidagi ish bajarmasdan o‘zgarishi **issiqlik uzatish** (issiqlik almashinish) deyiladi.

Shunday qilib, mexanik ishning bajarilishi va issiqlik uzatish – jism ichki energiyasi o‘zgarishining ikki usulidir. Issiqlik uzatilishidagi ichki energiyaning o‘zgarishiga teng kattalikni issiqlik miqdori deb ataladi ( $Q$  bilan belgilanadi). SI sistemasida issiqlik miqdori birligi ish va energiya kabi **1 jouldir**.

Bundan keyin “**jismga issiqlik miqdorini berish**” munosabatida biz mexanik ish bajarmay turib, ya’ni issiqlik almashinish yo‘li bilan jism ichki energiyasini o‘zgartirish kabi tushunamiz. “**Jismni qizdirish**” deganda esa ixtiyoriy ikki usul bilan “**uning temperaturasini oshirish**” tushuniladi.

Ichki energiyaning o‘zgarishi  $\Delta U$  bilan belgilanadi. XBS birligi qilib *Joul* (*J*) qabul qilingan.

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T \quad \text{yoki} \quad \Delta U = \frac{i}{2} v R \Delta T$$

Moddaning temperaturasi o‘zgarmasa uning ichki energiyasi ham o‘zgarmaydi.

### Mavzuda doir test

1. Jismning (moddaning) ichki energiyasi deganda, nimani tushunamiz: 1) 1 kg massali moddaning temperaturasini 1 gradusga oshirish uchun sarflangan issiqlik miqdori; 2) issiqlik almashishda jism olgan yoki uzatgan issiqlik miqdori; 3) moddaning temperaturasini 1 gradusga oshirish uchun sarflangan issiqlik miqdori; 4) jismni tashkil etuvchi barcha molekulalarning kinetik va o‘zaro ta’sir potensial energiyalarining yig‘indisi. A) 4      B) 3      C) 2      D) 1      E) 1, 2, 3, 4

2. Gazning izotermik kengayishida uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) kamayadi      B) o‘zgarmaydi      C) ortadi  
D) ichki energiya ixtiyoriy bo‘lishi mumkin

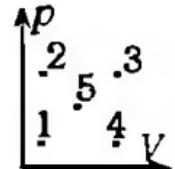
3. Metall silindrini gaz porshen bilan izotermik siqilganda, uning hajmi 5 marta kamayadi. Bunda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

A) 5 marta ortadi      B) o'zgarmaydi

C) 5 marta kamayadi      D) 2.5 marta ortadi      E) 10 marta kamayadi

4. Ideal gaz pV diagrammadagi qaysi nuqtaga mos keluvchi holatda eng katta ichki energiyaga ega bo'ladi?

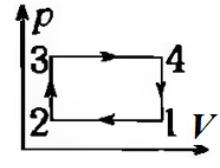
- A) 1      B) 2      C) 3  
D) 4      E) 5



5. Grafikda p-V koordinatalarda ideal gaz holatining o'zgarishi ifodalangan. Gazning ichki energiyasi grafikning qaysi nuqtasiga mos holatda eng katta qiymatga erishadi?

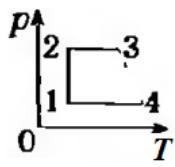
A) 1      B) 2      C) hamma holatlarda bir xil      D) 3      E)

4



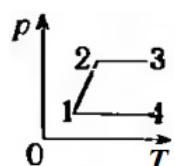
6. Ideal gaz holatining o'zgarish diagrammasidagi qaysi nuqtaga ichki energiyaning eng katta qiymati mos keladi?

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4



7. Ideal gaz holatining o'zgarish diagrammasidagi qaysi nuqtaga ichki energiyaning eng kichik qiymati mos keladi?

A) 1      B) 2      C) 3      D) 4

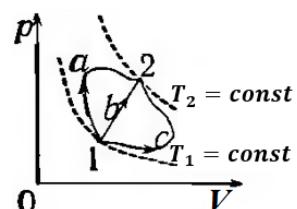


8. Ideal gaz bosimi va absolut temperaturasi 2 marta ortsa, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi      B) 4 marta kamayadi  
C) 2 marta ortadi      D) 4 marta ortadi

9. Ideal gaz bir holatdan ikkinchi holatga 3 xil usul bilan o'tkazildi: 1-a-2; 1-b-2; 1-c-2. Bu usullarda gazning ichki energiyasi o'zgarishlarini taqqoslang.

- A)  $\Delta U_a > \Delta U_b > \Delta U_c$       B)  $\Delta U_a < \Delta U_b < \Delta U_c$   
C)  $\Delta U_b > \Delta U_a = \Delta U_c$   
D)  $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c = 0$       E)  $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c$



10. Izobarik qizdirilgan bir atomli gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi      B) kamayadi      C) ortadi  
D) istalgancha o'zgarishi mumkin

11. Izobarik kengayganida ideal gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

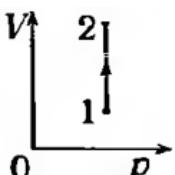
- A) o'zgarmaydi      B) kamayadi      C) ortadi  
D) javob bosimga bog'liq

12. Izobarik siqilganda ideal gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi      B) kamayadi      C) ortadi  
D) ortishi ham mumkin, kamayishi ham

13. Grafikda tasvirlangan jarayonda ideal gazning ichki energiyasi...

- A) oldin ortadi, keyin kamayadi      B) ortadi  
C) kamayadi      D) o'zgarmaydi



14. Gaz 1-holatdan 2-holatga o‘tganda, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) ortadi      B) o‘zgarmaydi      C) kamayadi  
D) avval kamayadi, so ‘ngra ortadi

15. Agar ideal gaz bosimi va hajmi 2 marta ortsa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) 2 marta ortadi      B) 2 marta kamayadi  
C) o‘zgarmaydi      D) 4 marta ortadi

16. Ideal gazning bosimi 2 marta ortsa va hajmi 2 marta kamaysa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B) 4 marta kamayadi  
C) 4 marta ortadi      D) 2 marta kamayadi

17. Ideal gazning bosimi 2 marta kamayib, hajmi 3 marta ortsa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) 6 marta ortadi      B) 1.5 marta kamayadi  
C) 1.5 marta ortadi      D) o‘zgarmaydi

18. Bir atomli ideal gazning bosimi 50% kamayib, hajmi 2 marta ortsa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi      B) 4 marta ortadi  
C) 2 marta kamayadi      D) 2 marta ortadi

19. Bosimlar  $p_1=2p_2$ , hajmlari  $V_2=2V_1$  bo‘lgan bir atomli ideal gazlarning ichki energiyalarini taqqoslang.

- A)  $U_1 = 4U_2$       B)  $U_1 = 2U_2$       C)  $U_1 = U_2$       D)  $U_2 = 2U_1$

20. Bir atomli gazning hajmi 3 marta kamayganda, bosimi 50% ga oshgan bo‘lsa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgargan?

- A) 2 marta oshgan      B) 3 marta kamaygan  
C) o‘zgarmagan      D) 2 marta kamaygan

21. Agar bir atomli ideal gazning bosimi 3 marta ortib, hajmi 2 marta kamaysa, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi? ( $m = \text{const}$ )

- A) 6 marta ortadi      B) 3 marta ortadi      C) 3 marta kamayadi  
D) 1.5 marta ortadi      E) 2 marta kamayadi

22. Og‘zi ochiq idish qizdirildi. Idish ichidagi havoning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) ortadi      B) o‘zgarmaydi      C) avval kamayadi, keyin ortadi  
D) kamayadi      E) avval ortadi, keyin kamayadi

23. Xonada pechka yoqilganda, xonadagi havoning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A) kamayadi      B) ortadi      C) o‘zgarmaydi  
D) tashqi muhit temperaturasiga bog‘liq

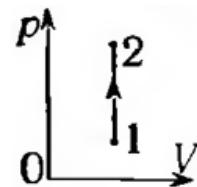
24. 1 mol bir atomli ideal gazning ichki energiyasini aniqlovchi ifodani toping:

- 1)  $3kT/2$     2)  $3RT/2$     3)  $3N_A kT/2$     4)  $kT/2$

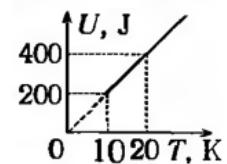
- A) 1      B) 1 va 2      C) 2 va 3      D) 4

25. 1 mol bir atomli ideal gaz molekulalarining o‘rtacha kinetik energiyalari yig‘indisi qaysi javobda to‘g‘ri ko‘rsatilgan?

- A)  $E_k = 3kT$       B)  $E_k = 3RT/2$       C)  $E_k = 3kT/2$       D)  $E_k = 3RT$



26. Temperaturasi –  $73^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan bir mol bir atomli ideal gazning ichki energiyasini toping (J)    A) 1246    B) 1662    C) 2077    D) 2493    E) 831
27. 2 mol geliy  $20^{\circ}\text{C}$  dan -  $80^{\circ}\text{C}$  gacha sovitilganda, uning ichki energiyasi qanchaga (kJ) kamayadi?    A) 8.31    B) 25    C) 2.5    D) 16.62    E) 5
28.  $4 \cdot 10^{23}$  ta molekulaga ega bo‘lgan bir atomli ideal gazning temperaturasi 100 K ga ortganda, ichki energiyasi necha joulga o‘zgaradi?  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- A) 8.31    B) 38.1    C) 415    D) 831    E) 1662
29. Temperaturasi  $-72^{\circ}\text{C}$  va ichki energiyasi 2493 J bo‘lgan geliy gazining massasini aniqlang (g)    A) 3    B) 4    C) 6    D) 17    E) 34
30. Ballondagi gazning temperaturasi 100 K ga ortganda, uning bosimi 2 marta oshgan bo‘lsa, ichki energiyasi necha marta ortgan?
- A) 1.5    B) 2    C) 4    D) 25    E) 50
31. Agar ballondagi gazning 25 foizi chiqib ketishi natijasida temperatura 1.2 marta pasaysa, ichki energiyasi necha marta kamayadi?
- A) 4.8    B) 3.2    C) 3    D) 2.4    E) 1.6
32. Ballondagi gazning yarmi chiqib ketganda, bosim 3 marta kamaygan bo‘lsa, gazning ichki energiyasi qanday o‘zgargan?
- A) 3 marta oshgan    B) 3 marta kamaygan  
C) o‘zgarmagan    D) 1.5 marta kamaygan
33. Ballondagi gazning yarmi chiqib ketishi natijasida uning temperaturasi  $57^{\circ}\text{C}$  dan  $2^{\circ}\text{C}$  gacha pasaygan bo‘lsa, ichki energiya necha marta kamayadi?
- A) 5.6    B) 1.2    C) 1.4    D) 2.4    E) 2.8
34. Bosimlari va hajmlari bir xil bo‘lgan kislород va vodorod gazlarining  $U_1$  va  $U_2$  ichki energiyalarini solishtiring.
- A)  $U_1 = 32U_2$     B)  $U_1 = 16U_2$     C)  $U_1 = U_2$     D)  $U_2 = 16U_1$
35. Argon va geliy gazlari bir xil massaga ega bo‘lib, bir xil sharoitda turibdi. Ularning ichki energiyalarini taqqoslang. ( $M_{Ar} = 40, M_{H_2} = 4 \text{ g/mol}$ )
- A) geliy niki 10 marta katta    B) argonniki 10 marta katta  
C) barobar    D) argonniki 4 marta kichik
36. Temperaturalari bir xil bo‘lgan teng massali geliy va argonning ichki energiyalari nisbati qanday bo‘ladi? Geliyning molyar massasi 4 g/mol, argonniki – 40 g/mol.
- A) 1    B) 2    C) 10    D) 1/4    E) 1/2
37. Bir xil miqdorda olingan  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  gazlarining temperaturasi bir xil orttirilsa, qaysi gazning ichki energiyasi ko‘proq o‘zgaradi?
- A)  $H_2$     B)  $O_2$     C)  $N_2$     D) barchasini bir xil o‘zgaradi    E) o‘zgarmaydi
38. Agar bir atomli ideal gazning hajmi  $2 \text{ m}^3$  va ichki energiyasi 1500 J bo‘lsa, uning bosimi qanday (Pa)? A) 2000    B) 1500    C) 1000    D) 300    E) 500
39. Rasmda bir atomli ideal gaz ichki energiyasining absolut temperaturaga bog‘lanish grafigi tasvirlangan. Grafikdan foydalanib, gazning modda miqdori (mol) ni aniqlang.  $R=8.31 \text{ J}/(\text{mol K})$
- A) 0.5    B) 1.6    C) 10    D) 16    E) 200
40. Bir atomli gaz molekulalarining konsentratsiyasi  $n$  bo‘lsa,  $T$  haroratda  $V$  hajmni egallagan gazning ichki energiyasi qanday bo‘ladi?
- A)  $\frac{3nVR}{2}T$     B)  $\frac{3m}{2V}RT$     C)  $\frac{2m}{3V}RT$     D)  $\frac{3}{2}nVkT$



41. Agar molekulalarining konsentratsiyasi n bo‘lgan bir atomli gaz T haroratda V hajmga ega bo‘lsa, uning ichki energiyasi qanday bo‘ladi?

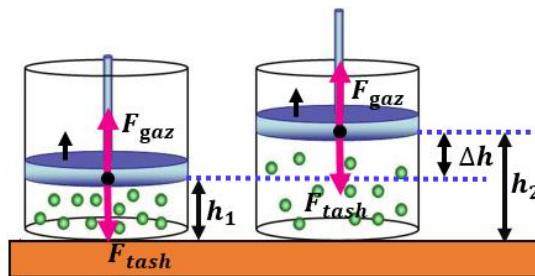
- A)  $3/2 nVkT$       B)  $3/2 nVRT$       C)  $2/3 nVkT$   
 D)  $1/2 nVRT$       E)  $3/2 Vkt/n$

42. Molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi 500 m/s bo‘lgan 20 g massali bir atomli gazning ichki energiyasi necha joul bo‘ladi?

- A) 20      B) 50      C) 250      D) 1000      E) 2500

## 56 - §. TERMODINAMIKA DA ISH

Gaz hajmining o‘zgarishida tashqi kuchlarga qarshi bajargan ishi bilan tanishaylik. Silindr shaklidagi idishda porshen ostida gaz turgan bo`lsin (330 – rasm).



330 – rasm.

Gaz kengayib, porshen qandaydir kichik  $\Delta h$  balandlik surilsin. Hajmning kengayishini juda kichik hisoblab bosim o‘zgarmay qoladi ( $P=const$ ) deb olamiz. Endi gazning kengayishda bajargan ishini hisoblaylik gazning dastlabki hajmi  $V_1$  bo’lsin, silindir porshiniga  $F = P \cdot S$  bosim ta’sir qilsa u yuqoriga ko’tariladi natijada hajmi ham ortadi va  $V_2$  ga teng bo’lib qoladi. Hajiminig o‘zgarishini  $\Delta V = V_2 - V_1$  ga teng yoki  $\Delta V = S_{yuz} \cdot \Delta h$  orqali topiladi. Bajarilgan ish  $A = F\Delta h \cos \alpha$  formulasi ko’ra gaz bajargan ishini formulasini keltirib chiqaramiz (330 – rasm):

$$\begin{cases} A = F_{gaz} \Delta h \cos \alpha \\ F = PS_{yuz} \\ \Delta h = h_2 - h_1 \\ \cos 0^\circ = 1 \end{cases} \Rightarrow A = PS_{yuz} \Delta h \cos \alpha = PS_{yuz} \Delta h = P \Delta V.$$

Gaz kengayishida tashqi kuchlarning bajargan ishi (330 – rasm):

$$\begin{cases} A = F_{gaz} \Delta h \cos \alpha \\ F = PS_{yuz} \\ \Delta h = h_2 - h_1 \\ \cos 180^\circ = -1 \end{cases} \Rightarrow A = PS_{yuz} \Delta h \cos 180^\circ = -PS_{yuz} \Delta h = -P \Delta V.$$

Agar gazni hajmi kengaysa uning ichki energiyasi kamayadi va musbat ish bajaradi:  $A = P\Delta V$ ,  $U_2 < U_1$

Gaz ustida tashqi kuchlar manfiy ish bajaradi:  $A = -P\Delta V$ .

Silindr porsheni tashqi kuch ta'sirida pastga siljishi ham mumkin (4-rasm). Bunda gaz siqiladi. Datlabki hajim  $V_1$  bo'lsin, silindir porshiniga  $F = PS_{yuz} \cdot \cos \alpha$  bosim kuchi ta'sir qilsa u pastga tushadi natijada hajmi kamayadi va  $V_2$  ga teng bo'lib qoladi. Hajiminig o'zgarishi  $\Delta V$  ga teng (331-rasm).

$$\begin{cases} A = F_{gaz} \Delta h \cos \alpha \\ F = PS_{yuz} \\ \Delta h = h_1 - h_2 \\ \cos 180^\circ = -1 \end{cases} \Rightarrow A = PS_{yuz} \Delta h \cos 180^\circ = -PS_{yuz} \Delta h = -P \Delta V.$$

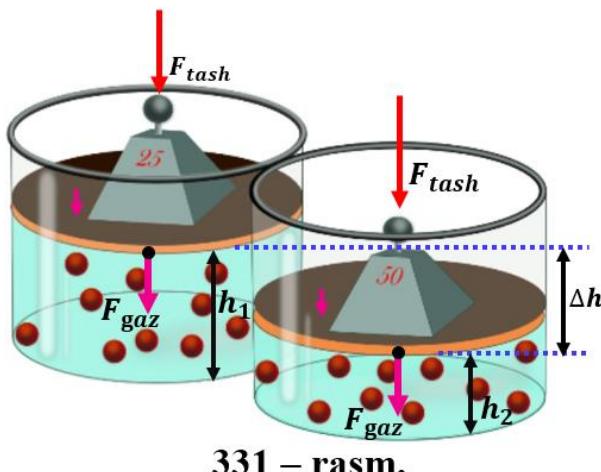
Gaz siqilganda tashqi kuchlarning bajargan ishi (331 – rasm):

$$\begin{cases} A = F_{gaz} \Delta h \cos \alpha \\ F = PS_{yuz} \\ \Delta h = h_1 - h_2 \\ \cos 0^\circ = 1 \end{cases} \Rightarrow A = PS_{yuz} \Delta h \cos \alpha = PS_{yuz} \Delta h = P \Delta V.$$

Agar gazni siqilsa uning ichki energiyasi ortadi va manfiy ish bajaradi:

$$A = -P \Delta V, \quad U_2 > U_1.$$

Gaz ustida tashqi kuchlar manfiy ish bajaradi:  $A = P \Delta V$ .

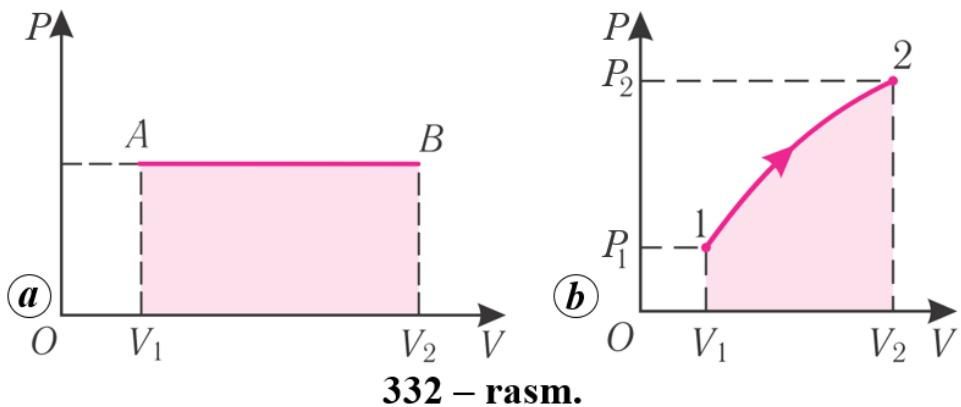


331 – rasm.

Bajarilgan ishni grafik ravishda tasvirlaymiz.

Ishni geometrik talqin etish. Gaz bosimining  $P=const$  dagi hajmiga bog'liqlik grafigini ko'rib chiqamiz. 332 – a rasmdan ko'rinish turibdiki, gaz izobarik kengayganida, gaz bosimi kuchi tomonidan bajarilgan ish son qiymati jihatidan  $V_1 AB V_2$  to'g'ri burchak yuzasiga tengdir.

Agar gazning boshlang'ich holatdan oxirgi holatiga o'tish jarayoni izobarik bo'lmasa, u holda uning hajmining  $V_1$  dan  $V_2$  ga o'zgarishda gaz bosimi kuchi bajargan ish son qiymat jihatidan jarayon grafigi (1-2 egri chiziq),  $OV$  o'q va  $V_1$  va  $V_2$  qiymatlarga mos keluvchi to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan figura yuzasiga teng (332 – b rasm).



**332 – rasm.**

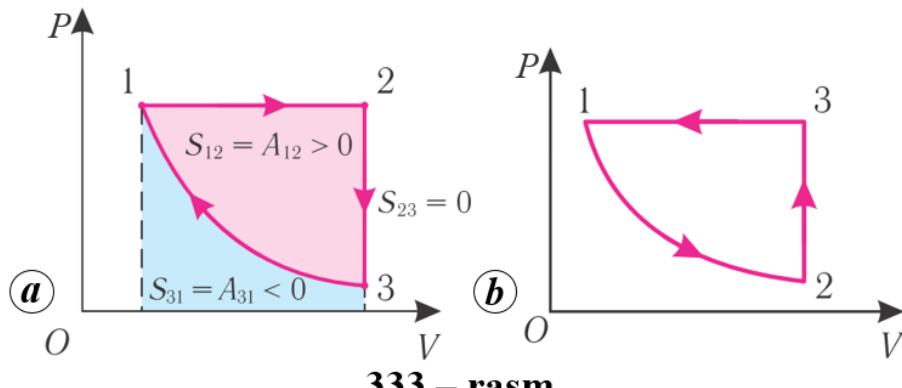
Termodinamik sistema bir qancha ketma-ket holatlardan keyin yana dastlabki xolatiga qaytuvchi jarayon **siklik jarayon** yoki **sikl** deb ataladi (333 – rasm).

Siklik jarayonda sistema bajargan ish, yoki sikl ishi siklni tasvirlovchi chiziqlar bilan chegaralangan shakl yuzasiga teng:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} = S_{12} + S_{23} + S_{34} = S_{12} + S_{31} = S_{1231},$$

Bu yerda 333 – a rasmida  $S_{23}=0$ ,  $S_{1231} > 0$  ga teng va 333 – b rasmida  $S_{1231} < 0$  bo‘ladi.

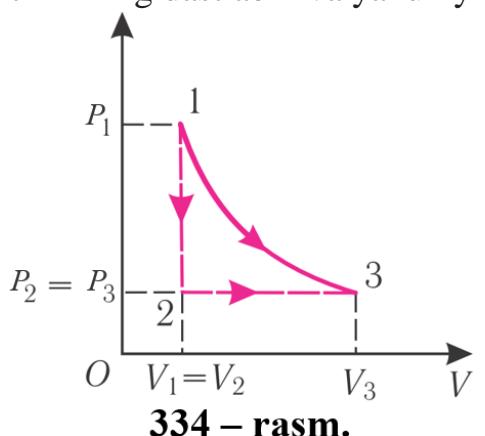
Agar “kengayish egri chizig’i” (izobara 1→2) (333 – a rasm) “siqilish egri chizig’i” (izoterma 3→1) tepada joylashgan bo’lsa, unda butun sikl jarayonida sistema tomonidan bajariladigan jami ish musbatdir. Shakl 333 – b rasmida ko’rsatilgandek, “siqish egri chizig’i” (izobar 3→1) “kengayish egri chizig’i” (izoterma 1→2) tepada bo’lsa, unda sikl bajargan ish manfiy.



**333 – rasm.**

334 – rasmida sikl bajargan ish soni qiymati faqat tizimning dastlabki va yakuniy holatlari bilan emas, balki jarayonning turiga qarab belgilanadi. Misol uchun, gaz 1 holatdan 3 holatga izotermik kengayish natijasida yoki birinchi navbatda  $P_2$  bosimga izoxorik tarzda pasaytirilishi va keyin hajmini  $V_1$  qiymatidan  $V_3$  qiymatiga izobarik ravishda oshirib olib kelishi mumkin.

334–rasmdan ko’rinib turibdiki, birinchi holatda, gaz ustida bosimi kuchlari bajargan ish ikkinchi holatdan ko’p. Natijada, termodinamik tizimni bir holatdan boshqasiga o’tkazish paytida amalga



**334 – rasm.**

oshirilgan ish nafaqat tizimning dastlabki va yakuniy holatiga, balki jarayonning turiga ham bog'liq.

Agar gazning qizitilmasdan avvalgi hajmi  $V_1$  (1-holat), qizdiri U 5 – rasmda ko'rsatilgan yuzaga son jihatidan teng. Gazning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishi natijasida uning ichki energiyasi kamayadi, ya'ni hajm ortib molekulalar orasidagi o`rtacha masofa ham ortadi, bu esa ular orasidagi o`zaro ta'sir energiyasining kamayishiga olib keladi.

Gaz kengayganda uning ichki energiyasi kamayadi, ichki energiya tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga, ya'ni porshenni siljitimishga sarflanadi.

Gaz siqliganda esa tashqi kuchlarning gaz ustida bajargan ishi hisobiga ichki energiyasi ortadi.

Gaz ish bajarganida gazning hajmi ortadi.

Tashqi kuchlar gaz ustidan ish bajarganida gazning hajmi kamayadi.

Izobarik jarayonda gazning bajargan ishi: bu jarayonda bizga ma'lumki  $P=const$  bo'ladi, demak

$$A = P\Delta V; \quad A = \frac{m}{M} R\Delta T; \quad A = vR\Delta T;$$

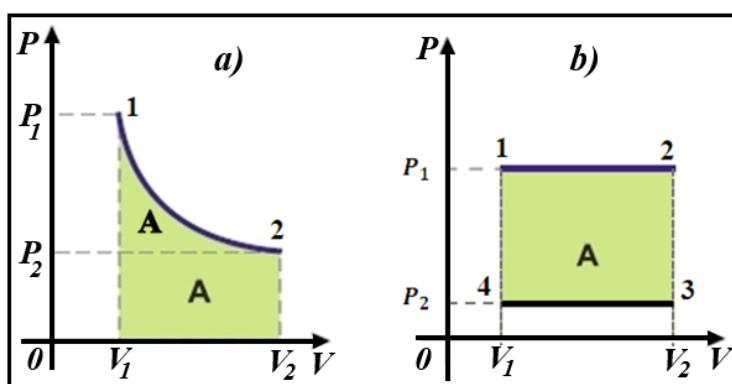
Porshen ostidagi gaz bosimi o'zgarmas bo'lib, uning hajmi  $\Delta V$  ga o'zgarganda bajarilgan ish:

$$A = P \cdot \Delta V; \quad A = P \cdot S \cdot \Delta h$$

$S$  – porshen asosining yuzi,  $\Delta h$  – porshen baladligining o'zgarishi.

Gazning 1-holatdan 2-holatga o'tishi  $P-V$  diagrammada ifodalangan bo'lsa, diagramma grafigi ostidagi yuza son jihatidan gazning bajargan ishiga teng bo'ladi. Ideal gaz hajminining bosimga bog'lanish grafigi 335 – a rasmda keltirilgan.

$$A = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$



335 – rasmd

Gaz jarayoni  $P-V$  diagrammada 1-2-3-4-1yopiq sikl bo'yicha amalga oshgan bo'lsa, sikl ichidagi yuza son jihatidan gazning bajargan ishiga teng bo'ladi. Ideal gaz hajminining bosimga bog'lanish grafigi 335 – b rasmda keltirilgan.

$$A = (P_1 - P_2) \cdot (V_2 - V_1)$$

Gaz kengayib ish bajarganida ishlarni taqqoslash.

$$A^{Izobarik} > A^{Izotermik} > A^{adiobatik}; \quad A^{Izoxorik} = 0$$

Gaz siqilib tashqi kuchlar ish bajarganida har xil jarayonlar bo'yicha bajarilgan ishlarni taqqoslash:  $A^{Izobarik} < A^{Izobarik} < A^{Adiobatik}$ ;  $A^{Izoxotik} = 0$

### Mavzuda doir test

1.  $p \cdot \Delta V$  ko'paytmaning birligini ko'rsating  
 A) joul      B) titr      C) paskal      D) vatt      E) mol
2. Silindrda gazning o'rtacha bosimi  $1 \text{ MN/m}^2$ . Porshenning yuzi  $200 \text{ sm}^2$ , yurish yo'li  $0.5 \text{ m}$ . porshenning bir marta yurishiga gaz qanday ish bajaradi (kJ)?  
 A) 20      B) 12      C) 10      D) 4      E) 2
3. O'rtacha bosimi  $760 \text{ mm Hg}$  bo'lgan gaz yuzi  $1000 \text{ sm}^2$  bo'lgan porshenni  $80 \text{ sm}$  ga surdi. Gaz bajargan ishni aniqlang (kJ)  
 A) 0.8      B) 6.08      C) 7.6      D) 8      E) 9
4. Yuzi  $100 \text{ sm}^2$  bo'lgan, erkin siljiy oladigan porshen ostidagi bosimi  $150 \text{ kPa}$  bo'lgan gazga issiqlik uzatilishi natijasida porshen  $2 \text{ sm}$  ga ko'tarildi. Gaz necha joul ish bajargan? A) 30      B) 150      C) 10      D) 15      E) 300
5.  $0.2 \text{ MPa}$  bosim ostidagi gaz  $1.5 \text{ l}$  hajmdan  $2.5 \text{ l}$  hajmgacha izobarik kengayganda qanday ish bajaradi (kJ)? A) 0.2      B) 0.35      C) 0.6      D) 0.8      E) 1
6.  $10^5 \text{ Pa}$  bosim ostida turgan ideal gazning hajmi izobarik ravishda  $300 \text{ sm}^3$  dan  $500 \text{ sm}^3$  gacha oshdi. Bunda gaz necha joul ish bajargan?  
 A) 100      B) 50      C) 30      D) 20
7. Bosimi  $1 \text{ MPa}$  bo'lgan gaz izobarik ravishda  $1 \text{ l}$  dan  $10 \text{ l}$  hajmgacha kengaytirildi. Bu jarayonda bajarilgan ishni aniqlang (J)  
 A)  $10^4$       B)  $10^3$       C)  $4.5 \cdot 10^3$       D)  $9 \cdot 10^3$
8. Quyidagi jarayonlarning qaysi birida bajarilgan ish nolga teng?  
 A) izoxorik      B) izotermik      C) adiabatik  
 D) izobarik      E) izobarik va adiabatik
9. Qaysi jarayonda gaz ish bajarmaydi?  
 A) adiabatik      B) izobarik      C) izotermik      D) izoxorik
10. 1 mol ideal gaz izobarik ravishda  $2 \text{ K}$  ga isitilganda bajarilgan ishni toping (J)  
 A) 16.62      B) 8.31      C) 2      D) 1
11. 2 mol ideal gaz o'zgarmas bosimda  $100^\circ\text{C}$  ga qizdirildi. Bunda gaz necha joul ish bajargan? R=8.3 J/(molK) A) 16.6      B) 830      C) 83      D) 1660      E) 415
12. 16 g geliy gazini izobar holda  $2 \text{ K}$  isitishda necha joul ish bajariladi? R=8.3 J/(molK)  
 A) 66.5      B) 33.2      C) 16.6      D) 16      E) 8.31
13. 320 g kislородни  $10 \text{ K}$  ga izobarik qizdirganda, u qanday ish bajaradi (J)?  
 A) 16.62      B) 83.1      C) 640      D) 831      E) 1662
14. 160 g kislородни  $5 \text{ K}$  ga izobarik qizdirganda u necha joul ish bajaradi?  
 A) 16.62      B) 104      C) 208      D) 416
15. 20 g massaga ega bo'lgan karbonat angidrid gazi o'zgarmas bosimda  $44^\circ\text{C}$  ga qizdirilsa, necha joul ish bajaradi? Uning molyar massasi  $44 \text{ g/mol}$ .  
 A) 166.2      B) 88.2      C) 83.1      D) 44      E) 880
16. Gaz isitilganda, uning p bosimi o'zgarmay, dastlabki hajmi V30% ga ortsa, u qanday ish bajaradi? A)  $30pV$       B)  $3pV$       C)  $0.3pV$       D)  $0.7pV$       E)  $1.3pV$

17. Bir xil massali vodorod va geliy gazlari doimiy bosimda 10 K ga isitildi. Bunda gazlarning qaysi biri ko‘proq ish bajaradi?

- A) bir xil ish bajariladi      B) geliy  
C) vodorod      D) ma’lumotlar yetarli emas

18. Teng massali arqon va neon gazlari 10 K ga izobarik isitildi. Qaysi gaz ko‘proq ish bajaradi?  $M_a=40 \text{ g/mol}$ ;  $M_n=20 \text{ g/mol}$

- A) ish bajarilmaydi      B) bir xil      C) argon  
D) javob dastlabki hajmga bog‘liq      E) neon

19. Bir xil massali kislorod va vodorod o‘zgarmas bosimga bir xil temperaturaga isitiladi. Bunda qaysi gaz ko‘proq ish bajaradi?

- A) vodorod      B) kislorod  
C) ishlar bir xil      D) ish bajarilmaydi

20. Massali va bosimi bir xil bo‘lgan vodorod va geliy gazlari 60 K ga izobarik qizdirildi. Vodorodni qizdirishda bajarilgan ish  $A_1$  va geliyni qizdirishda bajarilgan ish  $A_2$  lar qanday munosabatda bo‘ladi?

- A)  $A_2 = 2A_1$       B)  $A_1 = 2A_2$       C)  $A_1 = A_2$   
D)  $A_2 = 4A_1$       E)  $A_1 = 4A_2$

21. 0.2 MPa bosim ostida turgan gaz izobarik ravishda kengayib, 50 J ish bajardi. Bunda gazning hajmi necha litr ortgan?

- A) 0.25      B) 0.35      C) 0.5      D) 1      E) 2.5

22. Tashqi kuchlar  $10^6 \text{ Pa}$  o‘zgarmas bosimli gaz ustida 100 kJ ish bajardilar. Bu jarayonda gazning hajmi qanday o‘zgardi?

- A) 10 marta kamaydi      B) o‘zgarmadi  
C)  $0.1 \text{ m}^3$  kamaydi      D)  $0.1 \text{ m}^3$  ortdi

23. Kislorod 10 K ga izobarik isitilganda, 831 J ish bajarildi. Kislorodning massasini aniqlang (kg).      A) 0.16      B) 0.32      C) 0.64      D) 3.2      E) 32

24. Universal gaz doimiysining fizik ma’nosini qanday tushunasiz?

A) 1 mol ideal gaz temperaturasini 1 K ga o‘zgartirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdori  
B) 1 mol ideal gaz temperaturasini o‘zgarmas bosimda 1 K ga o‘zgartirilganda bajariladigan ish

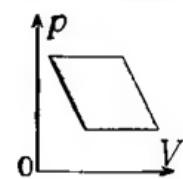
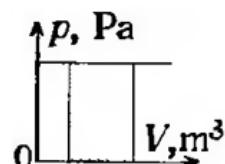
- C) 1 mol gazdagi molekulalar soni  
D) normal sharoitda gaz bosimi bilan hajmining ko‘paytmasi

25. Rasmda shtrixlab ko‘rsatilgan yuza son jihatdan qanday fizik kattalikni ifodalaydi?

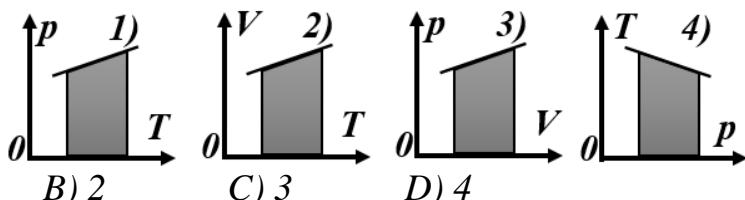
- A) ichki energiyani      B) issiqlik miqdorini  
C) bajarilgan ishni      D) Bolsman doimiysini

26. Rasmdagi shtrixlangan yuzaning fizik ma’nosi nimadan iborat?

- A) fizik ma’noga ega emas      B) temperatura o‘zgarishi  
C) bajarilgan ish      D) bosimning o‘zgarishi



27. Rasmda ko'rsatilgan grafiklarning qaysi birida shtrixlangan yuza bajarilgan ishni ifodalaydi?



A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

E) 1-2

28. Rasmda ko'rsatilgan siklning qaysi qismida gaz bajargan ish nolga teng?

A) 3-4

B) 2-3

C) 1-2 va 1-4

D) 1-4

E) 1-2

29. Rasmdagi ideal gaz siklining qaysi qismida ish bajarilmaydi?

A) 4-1

B) 2-3

C) 4-1 va 2-3

D) 1-2

E) 3-4

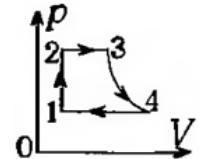
30. Rasmda ko'rsatilgan siklning qaysi qismida gaz manfiy ish bajaradi?

A) 2-3

B) 1-2

C) 3-1

D) 2-3, 3-1



31. Grafikda ideal gazning N holatdan M holatga o'tishining 3 xil jarayoni berilgan. Qaysi o'tishda gaz eng ko'p ish bajaradi?

A) hamma o'tishda bir xil    B) 1    C) 2    D) 3

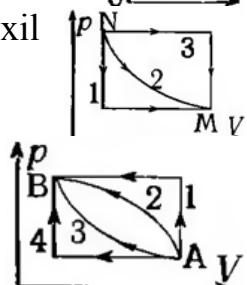
32. Gaz A holatdan B holatga har xil usulda (1, 2, 3, 4) o'tadi. Qaysi usulda gaz ustida bajarilgan ish minimal bo'ladi?

A) 1

B) 4

C) 3

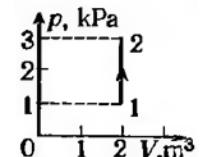
D) 2



33. Gaz 1-holatdan 2-holatga o'tganda, uning bajargan ishi qanday bo'ladi (kJ)?

A) 0    B) 2    C) 3

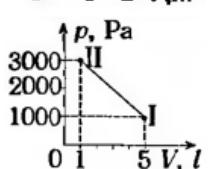
D) 4    E) 6



34. Gazning birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tganda bajargan ishini toping (J)

A) 12    B) 8    C) -4

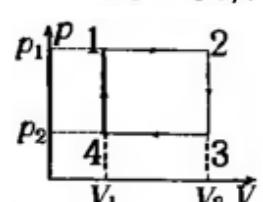
D) -8    E) 4



35. Gazning rasmda ko'rsatilgan siklini o'tishda bajargan ishini toping A)  $(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)$

B)  $p_2(V_2 - V_1)$     C)  $(p_1 - p_2)V_1$

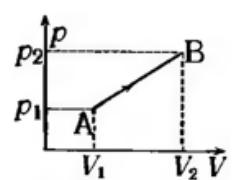
D)  $(p_1 - p_2)V_2$     E)  $p_1(V_2 - V_1)$



36. Rasmda tasvirlangan jarayonda ideal gaz bajargan ishni toping.

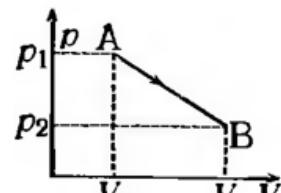
A)  $p_2V_2 - p_1V_1$     B)  $(p_2 - p_1)(V_2 + V_1)/2$

C)  $(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)/2$     D)  $(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)/2$



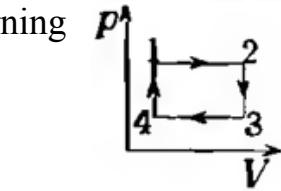
37. Rasmda tasvirlangan jarayonda ideal gazning bajargan ishini toping.

- A)  $p_2 V_2 - p_1 V_1$
- B)  $(p_2 - p_1)(V_2 + V_1)/2$
- C)  $(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)/2$
- D)  $p_2 V_1 - p_1 V_2$
- E)  $p_1 V_1 - p_2 V_2$



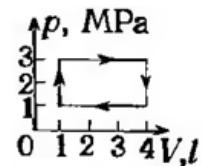
38. Rasmda ko'rsatilgan siklda bajarilgan ishni quyidagi ifodalarning qaysi biridan foydalanib topish mumkin?

- A)  $(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)$
- B)  $p_2(V_2 - V_1)$
- C)  $(p_1 - p_4)(V_2 - V_1)$
- D)  $p_1(V_2 - V_1)$
- E)  $p_4(V_4 - V_3)$



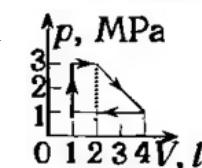
39. Diagrammada ko'rsatilgan sikl bo'yicha ishlovchi issiqlik mashinasi bir sikl davomida qanday (kJ) ish bajaradi?

- A) 3
- B) 6
- C) 8
- D) 9
- E) 12



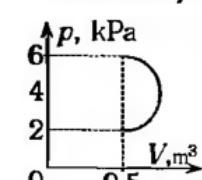
40. Diagrammada ko'rsatilgan sikl bo'yicha ishlovchi issiqlik mashinasi bir sikl davomida qanday (kJ) ish bajaradi?

- A) 3
- B) 4
- C) 6
- D) 7
- E) 10



41. Rasmda tasvirlangan jarayonda necha joul ish bajarilgan? (Rasmdagi shakl yarim aylana).

- A) 0
- B)  $6.28 \cdot 10^6$
- C)  $6.28 \cdot 10^3$
- D) aniqlab bo'lmaydi
- E)  $3.14 \cdot 10^6$



42. Quyida sanab o'tilgan jarayonlarning qaysi birida gaz hajmi  $V_1$  dan  $V_2$  gacha ortganda eng ko'p ish bajariladi?

- A) izobar jarayon
- B) izotermik jarayon
- C) adiabat jarayon
- D) bosim hajmga mutanosib bo'lgan  $p = \text{const} \cdot V$  jarayon

43. Gaz bir xil sharoitdan boshlab 1) izobarik 2) izotermik 3) adiabatik ravishda bir xil hajmgacha kengaytirildi. Qaysi jarayonda gaz eng ko'p ish bajaradi?

- A) izotermik
- B) izobarik
- C) adiabatik
- D) bajarilgan ishlar bir xil

44. Hajmnинг ortishi bir xil bo'lganda, quyidagi hollarning qaysi birida ideal gaz ko'proq ish bajaradi?

- A) izotermik jarayonda
- B) adiabatik jarayonda
- C) izobarik jarayonda
- D) izotermik va adiabatik jarayonlarda bir xil

45. Gazli suv hosil qilish uchun suv ichidan siqilgan karbonat angidrid gazi o'tkaziladi. Bunda suvning harorati qanday va nima sababli o'zgaradi?

- A) gaz hajmi kengayganligi uchun suvning harorati ortadi
- B) suvning harorati pasayadi, chunki gaz kengayganda ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi
- C) suvning harorati pasayadi, chunki kengayish jarayoni izobarikdir
- D) suvning harorati pasayadi, chunki kengayish jarayoni adiabatdir

## 57 - §. ISSIQLIK MIQDORI

### Issiqlik almashinuvi

Ikkita turli temperaturali jismlarni bir-biriga tegizaylik. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin ular temperaturalarining tenglashuvi ro'y beradi. Issiq jismning temperaturai pasayadi, sovuq jismning temperaturasi esa ko'tariladi. Bir jism molekulalarining betartib harakat kinetik energiyasi ikkinchi jism molekulalarining betartib harakat kinetik energiyasiga o'tadi.

Mexanik ish bajarmasdan ichki energiyaning uzatilish jarayoniga *issiqlik almashinuvi* deyiladi. Issiqlik miqdori, issiqlik almashinuvi jarayonida jismlar oladigan yoki beradigan energiya o'lchovidir.

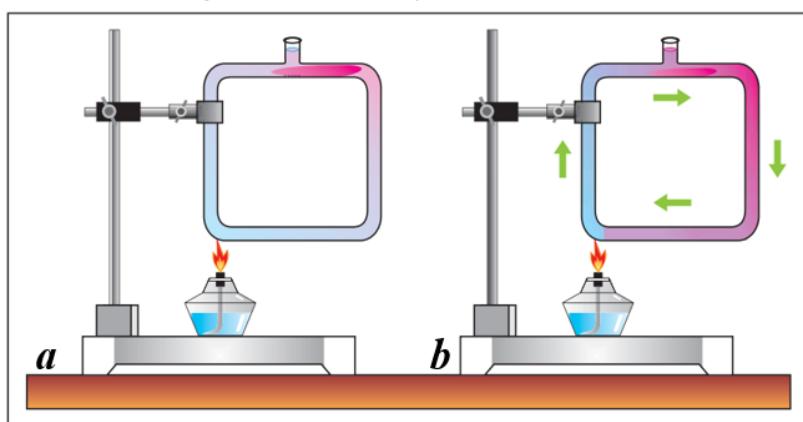
Jismlar yoki jism qismlari orasida temperatura tenglashganda issiqlik almashinuv to'xtaydi va bu holat *issiqlik muozanati* deyiladi.

Jism issiqlik uzatish jarayonida bergen yoki olgan energiyasi *issiqlik miqdori* deb ataladi va bu kattalik *Q* harifi bilan belgilanadi.

**Konveksiya.** Suyuqlik va gazlar isitilgan vaqtida avval issiqlik manbayiga yaqin bo'lgan qatlama tez isib kengayadi, uning zichligi kamayadi, natijada yuqoriga ko'tariladi. Uning o'rniqa sovuqroq temperaturasi pastroq, zichligi kattaroq bo'lgan qatlama egallaydi. Bu jarayonda issiqlik suyuq yoki gaz molekulalarining yuqoriroq temperaturali qatlamlaridan pastroq temperaturali qatlamlariga bordaniga siljishi bilan uzatiladi. Bu hodisa **konveksiya** deyiladi.

Konveksiyani quyidagi tajribada oson kuzatish mumkin (336 – rasm). Konveksiya faqat gazlarga emas, balki suyuqliklarda ham bo'ladi. Idish tagidan berilgan issiqlik suyuqlikdagi konveksion oqim tufayli yuqoriga ko'tariladi. Bunda konveksion oqimni suyuqlik ichiga tomizilgan siyoh molekulalarining ko'chish orqali kuzatamiz mumkin.

Bu holda issiqlik jismning qatlamidan qatlamiga uzatiladi. Bunday issiqlik uzatilishi *issiqlik o'tkazuvchanlik* deb ataladi. Demak issiqlik o'tkazuvchanlik hodisisi ham molekulalarning harakati tufayli sodir bo'ladi.



336 – rasm.

Turli moddalarning issiqlik o'tkazuvchanligi turlicha. Qattiq jismlarda zarralar bir joydan ikkinchisiga ko'chmaydi. Ular faqat turgan joylarida tebranib turadi. Qattiq

jismarda atomlar bir – biriga yaqin joylashganligidan issiqlikni shu tebranish orqali bir – biriga uzatadi.

Qizigan jismlarning o’zidan issiqlik energiyasini chiqarishiga ***nurlanish*** deyiladi. Kelayotgan issiqlik energiyasini jismlar tomonidan qabul qilib olish hodisasi ***nur yutish*** deyiladi. Nurlanish va nur yutish jarayoni elektromagnit to’lqinlarning tarqalish va yutilishi bilan tushuntiriladi.

Jismga issiqlik berilganda uning ichki energiyasi ortadi, ya’ni molekulalarining betartib harakat energiyasi ortadi.

SI da issiqlik miqdorining birligi sifatida ish va energiyaniki kabi *joul* (*J*) ishlataladi.

SI kiritilguncha issiqlik miqdorining birligi sifatida kaloriya ishlatilgan.

*1g* distillangan suvni  $1^{\circ}\text{C}$  ga, aniqrog`i  $19,5^{\circ}\text{C}$  dan  $20,5^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun kerak bo`ladigan issiqlik miqdoriga kaloriya deyiladi. ***1 kal=4,19 J.***

Massalari bir xil bo’lgan har turli moddani, masalan aluminiy, jez, g’isht, yog’och va hokazo kabilarning temperaturasini bir xil qiymatga ko’tarish uchun turli miqdorda issiqlik berish lozimligini tajribada ko’rish mumkin.

### **Issiqlik sig`imi**

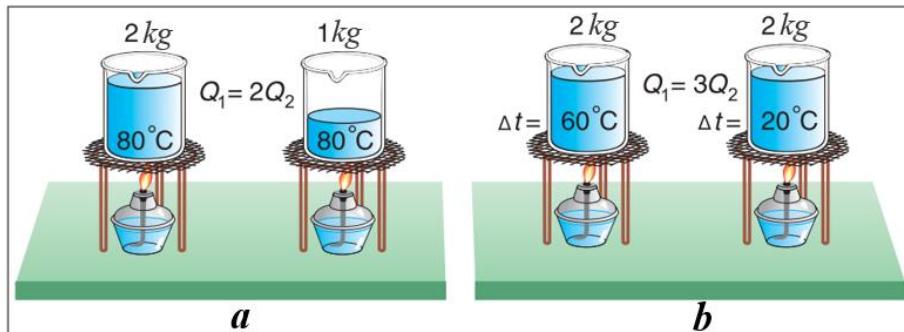
Jism temperaturasini bir kelvinga ( $1^{\circ}\text{K}$ ) ko’tarish uchun unga berilishi lozim bo’lgan issiqlik miqdoriga son jihatidan teng bo’lgan kattalikka shu jismning issiqlik sig’imi (*C*) deb ataladi. XBS(SI) da issiqlik sig’imi birligi qilib *J/K* qabul qilingan.

$$\text{Demak ta’rifga binoan } C = \frac{Q}{T_2 - T_1}, \quad C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ yoki } C = \frac{Q}{t_2 - t_1}, \quad C = \frac{Q}{\Delta t}$$

### **Solishtirma issiqlik sig`imi**

Jismning ichki energiyasi uning barcha zarralarining umumiy energiyasidir. Demak, agar jism massasi ikki yoki uch martaga ko’paytirilsa, unda bir xil miqdordagi isitish uchun zarur bo’lgan issiqlik miqdori ikki yoki uch marta ko’payadi (*337 – a rasm*). Masalan, ikki kilogramm suvni  $20^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{C}$  darajagacha isitish uchun 1 kilogramm suvni isitishga ketadigan issiqlikdan 2 barobar kop issiqlik ketadi.

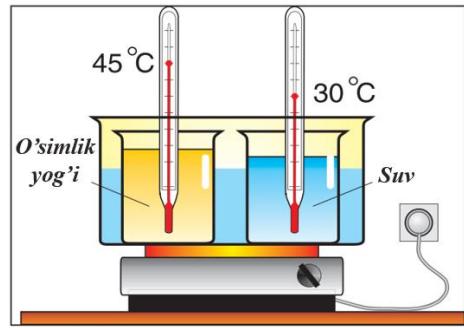
Bundan tashqari, suvni qaynatish uchun beriladigan issiqlik uni isitish uchun, kerak bo’ladigan issiqlikdan ko’p boladi (*337 – b rasm*).



**337 – rasm.**

Ushbu xulosalardan eksperimental tarzda tasdiqlangan xulosa keladi. Jismni isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori massa va harorat o'zgarishi bilan bevosita proporsionaldir. Issiqlik uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori isitadigan moddaga bog'liqmi?

Ikki bir xil metall stakanga 150 g o'simlik yog'i va suv quyamiz. Termometrlarni stakanga qo'yamiz va ularni isitgichga (elektr pechka yoki spirtli chiroq) joylashtirdik (338-rasm). Biz isitgichdan bir vaqtning o'zida teng miqdorda issiqliknı oldik, yog' suvdan ham ko'p qizidi. Shu bois, yog' temperaturasini bir xil miqdorda o'zgartirish uchun suvgaga nisbatan kamroq issiqlik miqdori kerak.



**338 – rasm.**

Solishtirma issig`lik sig`imi deb  $1\text{kg}$  massali jismning temperaturaini  $1\text{K}$  ga o'zgartirish uchun kerak bo`ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi. Agar  $m$  massali moddaga  $Q$  issiqlik miqdori berilganda uning temperaturasi

$\Delta T = T_2 - T_1$  ga o'zgarsa, u holda ta'rifga ko'ra  $c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} = \frac{Q}{m\Delta T}$  formulaga ega

bo'lamic ushbu ifodadan  $C=mc$

Issiqlik sig`imi – solishtirma issiqlik sig`imining jism massasiga ko`paytmasiga teng. Agar moddaning solishtirma issiqlik sig`imi ma'lum bo`lsa uning temperaturaini  $\Delta T = T_2 - T_1$  ga o'zgartirish uchun zarur bo`lgan issiqlik miqdorini aniqlash mumkin.

$Q = cm(T_2 - T_1) = cm\Delta T$  agar  $\Delta T = \Delta t$  ga tengligini e'tiborga olsak  $Q = cm\Delta t$  ga teng bo'ladi.

Turli moddalarning solishtirma issiqlik sig`imlarini o`lhash va solishtirish uchun kalorimetrik deyilguvchi asbobdan foydalaniladi. Kalorimetrdan jismlar orasidagi issiqlik almashuvi tashqi muhitdan ajratilgan holda ro`y beradi.

solishtirma issiqlik sig`imining SI dagi birligi.

$$[c] = \frac{[Q]}{[m][\Delta T]} = \frac{1\text{J}}{1\text{kg} \cdot 1\text{K}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Modda isiganda  $T_2 > T_1$  va  $Q > 0$  bo'ladi. Bunda jism tashqaridan issiqlik oladi. Soviganida esa  $T_2 < T_1$  va  $Q < 0$  bo'ladi. Bu holda modda tashqariga issiqlik beradi.

Quyida keltirilgan jadvalda ayrim moddalarning normal shoroitdagagi solishtirma issiqlik sig`imi keltirilgan.

Modda	$c, \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Modda	$c, \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
Qattiq jism			
Aluminiy	0,92	Qo'rg'oshin	0,13
Muz	2,1	Kumush	0,23
Mis	0,38	Po'lat	0,46
Qalay	0,23	Oltin	0,13

Rux	0,4	Jez(latun)	0,38
Temir	0,45	Cho'yan	0,54
Shisha	0,84	G'isht	0,75
Yog'och	1,3	Naftalin	1,3
Suyuqlik			
Suv	4,2	Simob	0,12
Spirit	2,4	Kerosin	2,14
Glitsirin	2,4	O'simlik yog'	1,7
Gaz (o'zgarmas bosimda)			
Azot	1,0	Vodorod	1,4
Havo	1,0	Kislorod	0,92
Ammiak	2,1	Suv bug'i	2,2
Geliy	5,2		

### Issiqlik balansi tenglamasi

Noma'lum jismning solishtirma issiqlik sig'imini topish usulini ko`raylik. Buning uchun qizitilgan jism ichida suv bo`lgan calorimetrga solinadi. Oddiy calorimetri qopqoqlik metall stakanchadan iborat bo`lib, u hajmi kattaroq idishga, idish devorlari orasida bo`shliq qoladigan qilib joylashtiriladi (339 – rasm). Natijada qizigan jismning issiqlik miqdori suvga va calorimetrga uzatiladi. Jarayon jismning, suvning va calorimetrnинг temperaturalari tenglashib  $\theta$  bo`lguncha davom etadi. Jismning  $T_J$ , suvning  $T_S$ , calorimetrnинг  $T_K$  boshlang`ich temperaturalari,  $C_s$ -suvning,  $C_K$  - calorimetrnинг solishtirma issiqlik sig`imlari,  $m_j$  –jismning,  $m_s$  – suvning,  $m_k$  – calorimetrnинг massalarini bilgan holda va aralashmaning temperatura  $\theta$  ni termometrdan aniqlab, jismning solishtirma issiqlik sig`imi  $C_J$  ni aniqlash mumkin.

Jism bergan issiqlik miqdori  $Q_j$  suv olgan issiqlik  $Q_s$  va calorimetri olgan issiqlik miqdori  $Q_k$  larning yig`indisiga teng bo`lishi kerak,ya`ni

$$Q_j = Q_s + Q_k$$

Bu tenglamaga issiqlik balansi tenglamasi deyiladi.  
O`z navbatida

$$Q_j = C_J \cdot m_J (T_J - \theta)$$

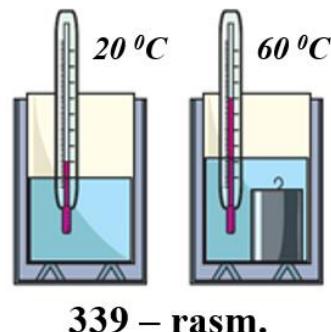
$$Q_s = C_s \cdot m_s (\theta - T_s)$$

$$Q_k = C_K \cdot m_K (\theta - T_K)$$

ifodalarni  $Q_j = Q_s + Q_k$  ifodaga keltirib qo`ysak

$$C_J \cdot m_J (T_J - \theta) = C_s \cdot m_s (\theta - T_s) + C_K \cdot m_K (\theta - T_K)$$

va undan  $C_J$  ni topamiz.



**339 – rasm.**

$$C_J = \frac{C_s \cdot m_s (\theta - T_s) + C_k \cdot m_k (\theta - T_k)}{m_J (T_J - \theta)}$$

Ushbu ifoda noma'lum jismning solishtirma issiqlik sig'imiini aniqlashga imkon beradi.

Issiqlik balans tenglamasi:  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3$

Ya'ni, issiqlik almashinish jaryonida jismlarning bergan issiqlik miqdorlarining yig'indisi, issiqlik olgan jismlarning olgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng.

Suyuqlik aralashmasining temperaturasini issiqlik balanis btnglamasidan foydalanib  $m_1$  massali,  $t_1$  temperaturali suyuqlik  $m_2$  massali va  $t_2$  temperaturali suyuqlik bilan aralashganda qaror topadigan temperatura  $\theta$  ni quyidagi formula orqali topiladi:

$$\theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}; \quad \theta = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2} \quad \text{suyuqlik bir jinsli bo'lganida } \theta \text{ ni hajm } V \text{ orqali}$$

topish mumkin.

$t_2$  - temperaturali ikkinchi suyuqlik massasi va hajmi

$$m_2 = \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} \cdot m_1 \quad V_2 = \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} \cdot V_1$$

### Solishtirma yonish issiqligi

Har bir yonadigan moddalar yonganida o'zidan issiqlik ajralib chiqadi. Masalan: O'tin, tosh ko'mir, tabiiy gaz, benzin kabi yoqilg'ilar yonganda issiqlik ajralib chiqadi.

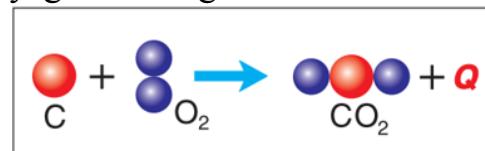
Ma'lumki, molekulalar atomlardan tashkil topgan. Masalan, vodorod molekulasi ( $H_2$ ) ikkita vodorod atomidan, suv molekulasi ( $H_2O$ ) esa ikkita vodorod va bitta kislород atomidan iborat. Molekulari atomlarga ajratish mumkin.

Molekulalarning atomlarga ajralishi **kimyoviy parchalanish reaksiyası** deb ataladi.

Kimyoviy parchalanish reaksiyasida molekuladagi atomlami bir-biridan ajratish, ya'ni ular orasida tortishish kuchini yengish uchim ish bajarish va energiya sarf qilidi. Aksincha, atomlar birikib molekula hosil bo'lishida energiya ajralib chiqadi. Yoqilg'ilarning yonishi aynan shunday jarayonga, ya'ni atomlarning birikib molekulalar hosil bo'lishida ajralib chiqadigan energiyaga asoslangan.

Odatdagi yoqilg'ilarda (ko'mir, tabiiy gaz, benzin va boshqalarda) uglerod bor. Yonish vaqtida uglerod atomlari havodagi kislород atomlari bilan birikadi. Uglerodning har bir atomi ( $C$ ) havodagi kislород molekulasi ( $O_2$ ) bilan birikadi va karbonat angidrid molekulasi ( $CO_2$ ) ni hosil qiladi (340 – rasm). Bunda karbonat angidrid molekulasi hosil bo'lishida energiya ajralib chiqadi.

Yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik turli yoqilg'ilar uchun turlichadir. Masalan, 1kg quruq o'tin batamom yonganda  $10^7$ J, xuddi shunday massali benzin yonganda esa  $4,6 \cdot 10^7$ J issiqlik ajralib chiqadi.



340 – rasm.

*1kg yoqilg'i batamom yonganda qanday miqdorda issiqlik ajralib chiqishini ko'rsatuvchi fizik kattalik **yoqilg'inining solishtirma yonish issiqligi** deb ataladi.*

Yoqilg'inining solishtirma yonish issiqligi  $q$  harfi bilan belgilanadi, uning asosiy o'lchov birligi  $1J$ .

Yoqilg'inining yonganida arjalib chiqayotgan issiqlik miqdori ( $Q$ ) formula yordamida topiladi:  $Q = q \cdot m$

Bu keltirilgan formuladan jisim massasi ya solishtirma yonish issiqligini topish formulalari:  $m = \frac{Q}{q}$  va  $q = \frac{Q}{m}$

$q = \frac{Q}{m}$  bu formuladan ko'rindiki yoqilg'inining solitirma yonish issiqligining XBS dagi birligi quyidagiga tengligi kelib chiqadi:  $[q] = [Q]/[m] = 1J/kg$

Yonilg'inining boshqa turlari (mazut, tabiiy gaz) ning yonishida inson va butun tiriklik sog'ligi uchun zararli bo'lgan modda ajrab chiqadi (341 – rasm).

$CO_2$  va ugarniy gaz, kul va tuproq, suv va havoni ifloslantiruvchi yonuvchi qoldiqlar. Aynan yonishning zararli mahsulotlari bilan atmosferaning ifloslanishi evaziga atrof muhitni muhofaza qilish ekologik toza yonilg'ini izlash bo'yicha sotsial tadbirlar muammosi ayniqsa dolzarbdir.



**341 – rasm.**

Quyidagi jadvalda turli yoqilg'ilaming solishtirma yonish issiqligi turlichadir.

Modda	$q, \frac{MJ}{kg}$	Modda	$q, \frac{MJ}{kg}$
<b>Qattiq jism</b>			
Quruq o'tin	10,0	Torf	15,0
Tosh ko'mir	29,7	Porox	3,8
<b>Suyuqlik</b>			
Benzin	46	Kerosin	43
Dizel yonilg'i	42	Mazut	40,0
Spirt	27	Neft	46
<b>Gaz (<math>1m^3</math>. Narmol sharoit )</b>			
Tabiiy gaz	35,5	Vodorod	120

$$\text{Yoqilg'i vositasida ishlovchi dvigatilning foydali ish koeffitsienti } \eta = \frac{A_{\text{foyda}}}{A_{\text{to'la}}} \cdot 100\%$$

forumlaga asosan topiladi, bu yerda foydali ish  $N$  quvvatga ega bo'lgan divigatilning harakatlanish vaqtiga  $t$  ga ko'paytmasiga teng ya'ni  $A_{\text{foyda}} = Nt$ . To'liq ish esa yoqilg'inining yonishidagi ajralib chiqayotgan issiqlik miqdoriga teng  $A_{\text{to'la}} = Q = mq$  demak:  $\eta = \frac{A_{\text{foyda}}}{A_{\text{to'la}}} \cdot 100\%$ ;  $\eta = \frac{N \cdot t}{q \cdot m_{\text{yoq}}} \cdot 100\%$

Agar avtomobil o'zgarmas tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa uninig quvvati quyidagiga teng  $N = F \cdot g$  ga asosan  $\eta = \frac{A_{\text{foyda}}}{A_{\text{to'la}}} \cdot 100\%$  formulaga ko'ra quyidagi munosabarlarga ega bo'lamic:

$$Fg = \eta qm_{\text{yoq}}; \quad FS = \eta qm_{\text{yoq}}; \quad \frac{N \cdot S}{g} = \eta qm_{\text{yoq}}; \quad S = \frac{\eta qm_{\text{yoq}} g}{N}$$

$g$  – avtomobil tezligi,  $N$  – avtomobil dvigatelining quvvati,  $m_{\text{yoq}}$  – yoqilg'i massasi,  $S$  – masofa,  $F$ -kuch,  $t$ -vaqt.

Yuqorida tashlangan jism yerga urilish natijasida potensial energiyasining ma'lum bir  $\eta$  qismi ichki energiyaga aylangan bo'lsa, jism temperaturasining o'zgarishi  $\Delta t$  ni quyidagicha topamiz:  $Q = \eta E_p$   $Q = mc(t_2 - t_1) = mc\Delta t$ ,  $mc\Delta t = \eta mgh \Rightarrow \Delta t = \frac{\eta gh}{c}$

Noelastik to'qnashishda jismlar temperaturasining o'zgarishini energiyaning aylanishi qonuni bo'yicha topiladi, bu yerda jismlarning kinerik energiyasining o'zgarishi ichki energiyaga teng ya'ni  $Q = \Delta E_k$   $\Delta E_k = E_2 - E_1$   $Q = mc(t_2 - t_1) = mc\Delta t$   $E_2$  – jismlarning to'qnashgandan keyingi energiyasi,  $E_1$  – jismlarning to'qnashgunga qadar kinetik energiyalari yig'indisi:

$$\Delta t = \frac{m_1 g^2 + m_2 g^2}{2(m_1 + m_2) \cdot c} - \frac{u^2}{2c}.$$

### Mavzuda doir test

1. Jismning ichki energiyasi .....o'zgarishi mumkin
  - A) *jismga issiqlik berilganda va uning ustida ish bajarilganda*
  - B) *faqat jism ish bajarganda*
  - C) *faqat jismga biror miqdor issiqlik berilganda*
  - D) *faqat jismning agregat holati o'zgarganda*
2. Ta'rifini to'g'ri mazmunda to'latuvchi javobni aniqlang. Issiqlik sig'imi deb, ...
  - A) *berilgan massali jismni 1 K ga*
  - B) *jism massa birligini 1 K ga*
  - C) *berilgan massali jism eriguncha*

D) birlik massali jismni  $t_1$  dan  $t_2$  haroratgacha .....isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga aytildi.

3. Quyidagi gazlarning qaysi biri normal sharoitda eng katta solishtirma issiqlik sig'imiga ega? A)  $O_2$  B) Ne C) He D)  $H_2$  E)  $J_2$

4. Issiqlik sig'imining birligini ko'rsating.

A)  $J/kg$  B)  $J$  C) gradus ( $K$ ) D)  $J/kg K$  E)  $J/K$

5. Solishtirma issiqlik sig'imining birligi nima?

A)  $J/K$  B)  $J/(kg K)$  C)  $\Omega/m$  D)  $N/m^2$  E)  $kg/m^3$

6. Berilganlar ichidan solishtirma issiqlik sig'imi ifodasini toping

$$A) L = \frac{Q}{m} \quad B) c = \frac{Q}{t_2 - t_1} \quad C) c = \frac{q}{U} \quad D) c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

7. Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi qaysi ifoda yordamida aniqlanadi?

A)  $Q/(\mu \cdot \Delta T)$  B)  $Q/\Delta T$  C)  $Q/(m \cdot \Delta T)$  D)  $Q/(v \cdot \Delta T)$

8. Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi parametrlarning qaysi biriga bog'liq?

A) hech biriga bog'liq emas B) modda massasi

C) boshlang'ich temperatura D) issiqlik miqdori

E) oxirgi temperatura

9. Temperaturasi  $15^0C$  bo'lgan  $50\text{ l}$  suv  $45^0C$  temperaturali  $25\text{ l}$  suv bilan aralashdirildi.

Aralashmaning temperaturasi qanday ( $^0C$ ) bo'ladi?

A) 20 B) 60 C) 30 D) 25

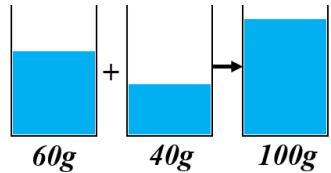
10. Stakanda  $20^0C$  haroratli  $100\text{ g}$  suv bor. agar stakanga yana  $50^0C$  haroratli  $50\text{ g}$  suv qo'shilsa, undagi suvning harorati qanday bo'ladi ( $^0C$ )? Stakanning issiqlik sig'isi hisobga olinmasin. A) 38 B) 35 C) 30 D) 25

11. Temperaturasi  $10^0C$  bo'lgan  $1\text{ kg}$  suvga  $200\text{ g}$  qaynoq suv qo'shib aralashdirildi. Aralashma temperaturasini toping ( $^0C$ )

A) 20 B) 25 C) 35 D) 40 E) 45

12. Rasmda ko'rsatilgan ma'lumotlarga ko'ra, suvning oxirgi haroratini aniqlang.

A)  $25^0C$  B)  $12^0C$  C)  $30^0C$   
D)  $18^0C$  E)  $16^0C$



13.  $80^0C$  haroratli  $10\text{ l}$  suvni  $60^0C$  gacha sovutish uchun unga  $10^0C$  haroratli qancha suv qo'shish kerak (l)?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 10

14.  $80^0C$  haroratda olingan  $2\text{ kg}$  suvni  $60^0C$  gacha sovutish uchun unga  $10^0C$  haroratli sovuq suv qo'shildi. qancha (kg) sovuq suv qo'shilgan?

A) 0.2 B) 0.8 C) 0.6 D) 1 E) 1.2

15. Harorati  $100^0C$  massasi  $2\text{ kg}$  bo'lgan suvni  $60^0C$  gacha sovutish uchun  $10^0C$  temperaturali qancha (kg) suv qo'shish kerak?

A) 2 B) 1.2 C) 1.6 D) 1.4 E) 0.9

16. Agar vodorod suvining harorati  $20^0C$  bo'lsa,  $40^0C$  haroratli  $100\text{ l}$  suv tayyorlash uchun necha litr qaynoq suv kerak bo'ladi?

A) 40 B) 35 C) 30 D) 25 E) 20

17. Vannaning yarmi harorati  $25^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan sovuq suv bilan to‘ldirilgan. Vannaga yana harorati  $70^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan suv quyildi va shundan so‘ng vanna hajmining 75% i iliq suvga to‘ldi. Iliq suvning harorati qanday ( $^{\circ}\text{C}$ )?

- A) 40      B) 36      C) 32      D) 28      E) 24

18. Idishga  $10^{\circ}\text{C}$  li 6 l,  $20^{\circ}\text{C}$  li 9 l va  $40^{\circ}\text{C}$  li 15 l suv quyildi. Natijaviy temperaturani toping ( $^{\circ}\text{C}$ )    A) 15    B) 20    C) 28    D) 32    E) 38

19. Solishtirma issiqlik sig‘imi  $3800 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  va massasi  $0.4 \text{ kg}$  bo‘lgan jism  $4^{\circ}\text{C}$  dan  $24^{\circ}\text{C}$  gacha isitilganda, qancha issiqlik miqdori oladi?

- A)  $3040 \text{ J}$     B)  $30.4 \text{ J}$     C)  $18240 \text{ J}$     D)  $30.4 \text{ kJ}$     E)  $15.2 \text{ kJ}$

20. Yozda dengiz suvining o‘rtacha harorati  $27^{\circ}\text{C}$ , qishda esa  $7^{\circ}\text{C}$ . Yozdan qishga o‘tishda dengiz necha joul issiqlik chiqaradi? Dengiz yuzasi  $250000 \text{ km}^2$ , chuqurligi esa  $1000 \text{ m}$ . Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

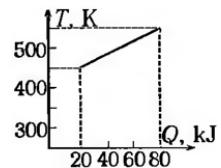
- A)  $4.2 \cdot 10^{21}$     B)  $2.1 \cdot 10^{21}$     C)  $4.2 \cdot 10^{22}$     D)  $2.1 \cdot 10^{22}$

21. Massasi  $4 \text{ kg}$  bo‘lgan qizdirilgan g‘isht suvda  $2^{\circ}\text{C}$  ga sovutilganda,  $7040 \text{ J}$  issiqlik miqdori ajraldi. G‘ishtning solishtirma issiqlik sig‘imini toping ( $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ).

- A) 56320    B) 3520    C) 1760    D) 880    E) 440

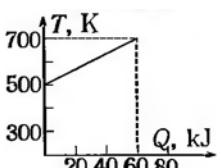
22. Rasmda jism haroratining unga berilgan issiqlik miqdoriga bog‘lanish grafigi keltirilgan. Jismning massasi  $4 \text{ kg}$ . Uning solishtirma issiqlik sig‘imi qanday ( $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ )?

- A) 150    B) 100    C) 200    D) 250    E) 300



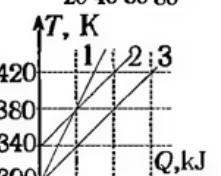
23. Massasi  $3 \text{ kg}$  bo‘lgan jism haroratining unga berilayotgan issiqlikka qarab o‘zgarishi rasmida keltirilgan. jism moddasining solishtirma issiqlik sig‘imi qanday ( $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ )?

- A) 500    B) 400    C) 300    D) 100    E) 200



24. Rasmda massalari  $m_1 > m_2 > m_3$  bo‘lgan uchta jism temperaturalarining ularga berilayotgan issiqlik miqdoriga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari tasvirlangan. Bu jismlarning issiqlik sig‘imlarini taqqoslang.

- A)  $C_1 < C_2 < C_3$     B)  $C_1 > C_2 = C_3$     C)  $C_1 > C_2 > C_3$   
D)  $C_1 = C_2 > C_3$     E)  $C_1 < C_2 = C_3$



25. FIK 50% bo‘lgan o‘choqda  $42 \text{ kg}$  toshko‘mir yoqilganda,  $2.9 \text{ m}^3$  suvning temperaturasi necha kelvinga o‘zgaradi?  $q = 29 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ ,  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

- A) 21    B) 29    C) 35    D) 40    E) 50

26. Quvvati  $200 \text{ W}$  bo‘lgan qaynatgich bir stakan suv ( $150 \text{ g}$ ) ni 5 minutda  $80^{\circ}\text{C}$  ga isitadi. Bu jarayonda qanday (kJ) issiqlik miqdori havoga ketadi?  $c=4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

- A) 4.8    B) 9.6    C) 12.8    D) 38.4    E) 60

27. Quvvati  $600 \text{ W}$  bo‘lgan qaynatgichda  $10^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi 1 l suv 12.5 minutda qaynaydi. Qaynatgichning FIK ni toping (%). Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  ga teng.    A) 92    B) 84    C) 81    D) 75

28. Quvvati  $600 \text{ W}$  bo‘lgan qaynatgich yordamida  $10^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi 1 l suv 15 minutda qaynaydi. Qaynatgichning FIK ni aniqlang (%). Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$     A) 63    B) 70    C) 78    D) 84    E) 90

29. Quvvati 600 W bo‘lgan va FIK 84% bo‘lgan qaynatgich yordamida  $10^0\text{C}$  temperaturadagi 1 l suv necha minutda qaynaydi? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4.2 \text{ kJ/(kgK)}$  A) 6 B) 8 C) 9.5 D) 10.5 E) 12.5
30. Agar FIK 80% bo‘lgan elektr choynak  $20^0\text{C}$  temperaturadagi 2 l suvni 10 minutda qaynatsa, uning quvvati necha kilovatga teng? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4200 \text{ J/(kgK)}$  A) 0.84 B) 0.7 C) 1.4 D) 2.8
31. FIK 42% bo‘lgan, minutiga 3 g kerosin sarflaydigan isitkichda temperaturasi  $31^0\text{C}$  bo‘lgan 2 l suvni necha minutda qaynatish mumkin?  $c=4200 \text{ J/(kgK)}$ ,  $q=46 \text{ MJ/kg}$   
A) 6 B) 9 C) 12 D) 10 E) 15
32. Foydali ish koeffitsienti 20% bo‘lgan pechkada 0.5 t aluminiyni  $282 \text{ K}$  dan  $932 \text{ K}$  gacha qizdirish uchun qancha toshko‘mir yoqish kerak (kg)? Aluminiyning solishtirma issiqlik sig‘imi  $880 \text{ J/(kgK)}$ , ko‘mirning solishtirma yonish issiqligi  $2 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ .  
A) 50 B) 60 C) 71 D) 80
33. Temirchi o‘chog‘ida 3 kg po‘latni  $1400 \text{ K}$  ga isitish uchun 4.6 kg shartli yoqilg‘i sarf bo‘ladi. agar po‘latning solishtirma issiqlik sig‘imi  $460 \text{ J/(kgK)}$ , shartli yoqilg‘ining yonish issiqligi 3 MJ/kg bo‘lsa, o‘choqning FIK necha foiz?  
A) 7 B) 85 C) 56 D) 28 E) 14
34. Qozonda 3000 l suvni isitish uchun 42 kg toshko‘mir yoqilgan. Agar suvning boshlang‘ich temperaturasi  $10^0\text{C}$  va o‘choqning issiqlik berish qobiliyati 60% bo‘lsa, suv necha  $^0\text{C}$  gacha isiydi? Suv uchun  $c=4200 \text{ J/(kgK)}$ , toshko‘mir uchun  $q=30 \text{ MJ/kg}$   
A) 50 B) 60 C) 70 D) 100
35. Agar 1 l suvni isitish uchun  $70 \Omega$  qarshilikni o‘tkazgichdan 5 A tok 2 minut davomida o‘tganda ajralgan issiqlikning hammasi sarflangan bo‘lsa, suvning temperaturasi necha gradusga ko‘tarilgan? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4.2 \text{ kJ/(kgK)}$  A) 50 B) 60 C) 70 D) 80
36. Massasi 1.2 kg bo‘lgan temir bolg‘a 1.5 minut ish davomida  $20 \text{ K}$  ga qizigan. Bolg‘a energiyasining 40% i issiqlikka aylangan deb hisoblab, bajarilgan to‘la ishni aniqlang (kJ). Temirning solishtirma issiqlik sig‘imi  $460 \text{ J/(kgK)}$   
A) 27.6 B) 13.8 C) 11.06 D) 8.6 E) 6.3
37. 420 m balandlikdan tushgan suv bajargan ishining 60 foizi uning temperaturasini qanchaga ko‘taradi (K)?  $c=4200 \text{ J/(kgK)}$   
A) 0.42 B) 0.6 C) 2.1 D) 4.2
38. Agar sharsharaning yuqori qismidagi suvning harorati pastdag‘i suvning haroratidan  $0.1 \text{ K}$  past bo‘lsa, sharsharaning balandligi necha metr? Suv uchun  $c=4200 \text{ J/(kgK)}$   
A) 10 B) 28 C) 42 D) 98 E) 125
39. Massalari bir xil bo‘lgan: 1) aluminiy 2) mis 3) qo‘rg‘oshin sharlar bir xil balandlikdan tushib, yerga urilgandan so‘ng ulardan qaysi birining harorati eng yuqori bo‘ladi? SHarlar yerga urilganda yo‘qoladigan mexanik energiyaning hammasi ularning isishiga ketadi deb hisoblang. Aluminiy uchun  $c_1=900 \text{ J/(kgK)}$ ; mis uchun  $c_2=380 \text{ J/(kgK)}$ ; qo‘rg‘oshin uchun  $c_3=130 \text{ J/(kgK)}$   
A)  $T_1 < T_2 < T_3$  B)  $T_1 > T_2 > T_3$  C)  $T_1 < T_2 > T_3$  D)  $T_1 < T_2 = T_3$
40. Massasi 21 kg bo‘lgan toshni necha metr balandlikka ko‘targanda, uning potensial energiyasi  $0^0\text{C}$  temperaturadagi 1 l suvni qaynatish uchun kerak bo‘lgan energiyaga teng bo‘ladi?  $c=4200 \text{ J/(kgK)}$

A) 2200      B) 2100      C) 2500      D) 4200      E) 2000

41. Hajmi 200 sm<sup>3</sup> bo‘lgan piyoladagi 100°C haroratli choy 20°C gacha soviganda ajraladigan energiyadan foydalanib, massasi 1 tonna bo‘lgan yukni ko‘pi bilan necha metr balandlikka ko‘tarish mumkin? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi 4.2 kJ/(kgK),  $g = 10m/s^2$     A) 9.6    B) 6.7    C) 4.5    D) 3.5    E) 1.7

42. Qandaydir balandlikdan tushayotgan po‘lat jismning yerga urilishidagi tezligi 50 m/s. Agar bunda kinetik energiya to‘liq ravishda jismning ichki energiyasiga aylansa, u necha gradusga isiydi? Po‘latning solishtirma issiqlik sig‘imi J/(kgK)

A) 50    B) 25    C) 10    D) 5    E) 2.5

43. Qo‘rg‘oshin o‘q 200 m/s tezlik bilan uchib kelib, qumga tiqilib qoldi. Agar o‘q energiyasi to‘la issiqlik energiyasiga aylansa, o‘qning harorati necha gradus ortadi?  $c = 130J/(kgK)$     A) 100    B) 120    C) 130    D) 135    E) 154

44. Tezligi 100 m/s bo‘lgan qo‘rg‘oshin o‘q to‘sinqqa urilib to‘xtadi. Agar bunda issiqlikka aylangan energiyaning 50% o‘qning qizishiga sarflangan bo‘lsa, uning harorati necha kelvinga ortgan? T<sub>erish</sub>=600 K,  $c=125 J/(kgK)$

A) 100    B) 50    C) 20    D) 10

45. Taxtani teshib o‘tgan qo‘rg‘oshin o‘q tezligi 500 m/s dan 300 m/s gacha kamaydi. Ajralib chiqqan issiqliknинг 50% i o‘qqa o‘tgan bo‘lsa, o‘qning harorati necha gradusga o‘zgargan?  $c=130 J/(kgK)$

A) 108    B) 127    C) 273    D) 308    E) 600

46. 72 km/h tezlik bilan borayotgan benzin tashuvchi mashina keskin to‘xtadi. Bunda sisternadagi benzin temperaturasi necha kelvinga oshdi? Benzin uchun  $c=2 \cdot 10^3 J/(kgK)$     A) 12    B) 7.2    C) 3.6    D) 0.2    E) 0.1

47. Kinetik energiyasi  $E_k$  bo‘lgan o‘q qum solingan qopga kirib to‘xtadi. Agar o‘q kinetik energiyasining yarmi uning ichki energiyasiga aylansa, u necha gradusga qiziydi? O‘qning issiqlik sig‘imi C ga teng.

A)  $\frac{E_k}{4C}$     B)  $\frac{E_k}{2C}$     C)  $\frac{E_k}{C}$     D)  $\frac{2E_k}{C}$     E)  $\frac{2E_k}{C}$

48. Qaynash temperaturasida 300 g ruxni bug‘ga aylantirishda qancha issiqlik miqdori (kJ) sarflanadi? Ruxning solishtirma bug‘lanish issiqligi  $1.8 \cdot 10^6$  J/kg.

A) 57000    B) 5700    C) 540    D) 60    E) 6

49. 20°C temperaturada suvning solishtirma bug‘lanish issiqligi 2260 kJ/kg. Shu temperaturadagi 1 kg bug‘ni suvgaga aylantirilsa qancha issiqlik ajralib chiqadi?

A)  $2.26 \cdot 10^6$  J    B) 1130 kJ    C) 226 J    D)  $4.32 \cdot 10^6$  J    E) 4320 kJ

50. Kristall qattiq jismlarning o‘zgarmas temperaturada erish jarayonida ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

A) ortadi    B) o‘zgarmaydi    C) kamayadi  
D) ba’zan ortadi, ba’zan kamayadi

51. 1 kg suv, bug‘, muzdan qaysi birining ichki energiyasi eng katta?

A) muzniki    B) hammasi bir xil    C) suvniki  
D) bug‘niki    E) suvniki va bug‘niki

52. Solishtirma qotish issiqligining birligi qaysi?

A) J/kg·K    B) J/K    C) J    D) gradus (K)    E) J/kg

53.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali 1 kg muzning ichki energiyasi shunday temperaturali 1 kg suvning ichki energiyasidan qancha kam? Muzning solishtirma erish issiqligi 330  $\text{kJ/kg}$ . A) 4200 J B) 2100 J C) 2.3 J D) 330 kJ
54. Yuzi  $1000 \text{ m}^2$  bo‘lgan hovuz suvi 2 mm qalinlikdagi muz bilan qoplandi. Bunda atrofga qancha issiqlik miqdori ajralgan (MJ)? Muzning zichligi  $900 \text{ kg/m}^3$ , solishtirma erish issiqligi 330  $\text{kJ/kg}$ . A) 0.594 B) 2.97 C) 29.7 D) 594 E) 59.4
55. Har qaysisining massasi 10 g bo‘lgan ikki bo‘lak muzni bir-biriga ishqalash yo‘li bilan eritib yuborish uchun necha kilojoul ish bajarish kerak? Muzning solishtirma erish issiqligi 330  $\text{kJ/kg}$ . A) 7.2 B) 3.3 C) 1.2 D) 6.6
56.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi teng massali ikkita muz parchasi bir-biriga qanday bir xil tezlik bilan urilganda, to‘liq erib ketadi? Muzning solishtirma erish issiqligi  $\lambda$  ga teng.
- A)  $2\sqrt{\lambda}$  B)  $3\lambda$  C)  $\sqrt{3\lambda}$  D)  $\sqrt{2\lambda}$  E)  $\lambda/2$
57. Erish temperaturasidagi 3 kg suyuq metallning qotishi uchun 60 s vaqt ketdi. Bu holda issiqlik miqdorining yo‘qolish tezligi  $1000 \text{ J/s}$  bo‘lsa, uning solishtirma erish issiqligi qanday ( $\text{kJ/kg}$ )? A) 10 B) 20 C) 60 D) 100
58. Qotishmani to‘la eritish uchun 100  $\text{kJ}$  energiya sarflanadi. Agar uning massasi 5 kg, isitkichning FIK 50% bo‘lsa, qotishmaning solishtirma erish issiqligi qanday ( $\text{kJ/kg}$ )? A) 5 B) 10 C) 20 D) 50 E) 100
59.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali 2 kg muzni  $40^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun qanday ( $\text{kJ}$ ) issiqlik miqdori kerak bo‘ladi? Muz uchun  $L=330 \text{ kJ/kg}$ , suv uchun  $c=4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$
- A) 990 B) 996 C) 997 D) 998 E) 1000
60.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali muzni eritib, so‘ng isitilganda, 50% energiya isitishga sarflangan. Bunda suvning harorati qanchaga yetgan ( $^{\circ}\text{C}$ )? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ), muzning solishtirma erish issiqligi 330  $\text{kJ/kg}$ .
- A) 60 B) 65.7 C) 70 D) 78.6 E) 90
61. Elektr plitada suvni  $20^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  gacha isitish uchun 7 minut ketdi.  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi shuncha muzni to‘liq eritib yuborish uchun necha minut kerak bo‘ladi? A) 7 B) 28 C) 25 D) 36 E) 56
62. Elektr plitada  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi muzni eritish uchun 33 minut vaqt ketdi. Hosil bo‘lgan suvni qaynatish uchun necha minut vaqt kerak bo‘ladi? Muz uchun  $L=330 \text{ kJ/kg}$ , suv uchun  $c=4.2 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ . A) 42 B) 21 C) 33 D) 66
63.  $0^{\circ}\text{C}$  haroratli 1 l suvni qaynatish uchun sarflanadigan energiya yordamida shunday haroratli qancha muzni eritish mumkin (kg)? Suv uchun  $c=4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ , muz uchun  $\lambda=33\cdot10^4 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ . A) 1.3 B) 2 C) 3 D) 10 E) 13
64. Massalari teng bo‘lgan  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturalari muz va  $100^{\circ}\text{C}$  temperaturali suv kalorimetrga solindi. Kalorimetrdan qanday harorat ( $^{\circ}\text{C}$ ) qaror topadi?  $\lambda=330 \text{ kJ/kg}$ ,  $c=4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{C)}$  A) 6 B) 50 C) 11 D) 24 E) 0
65. Temperaturasi  $-10^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan 1 kg muzni  $90^{\circ}\text{C}$  temperaturali suvga aylantirish uchun qancha issiqlik miqdori kerak bo‘ladi ( $\text{kJ}$ )?  $c_m = 2.1 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ,  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ ,  $c = 4.2 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$
- A) 729 B) 693 C) 660 D) 393
66. Temperaturasi  $20^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan 2 kg massali suvga  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali muz solindi. Muz butunlay erib ketishi uchun uning massasi ko‘pi bilan qanday (kg) bo‘lishi kerak?

Muzning solishtirma erish issiqligi  $336 \text{ kJ/kg}$ , suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $4200 \text{ J/(kg}^{\circ}\text{C)}$ . A) 2 B) 0.5 C) 1 D) 0.25

67. Idishdagi  $33^{\circ}\text{C}$  temperaturali  $2 \text{ kg}$  suvgaga ko‘pi bilan qancha ( $\text{kg}$ )  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali muz solinsa, u to‘liq eriydi? Muz uchun  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ , suv uchun  $c = 4200 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$  A) 1 B) 0.84 C) 0.8 D) 0.85 E) 0.9

68. Stakanda  $80^{\circ}\text{C}$  haroratli  $330 \text{ g}$  suv bor. haroratni  $50^{\circ}\text{C}$  gacha tushirish uchun unga harorati  $0^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan muzdan qancha solish kerak (g)? Muz uchun  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ , suv uchun  $c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Stakanning issiqlik sig‘imi hisobga olinmasin.

- A) 347 B) 205 C) 165 D) 128 E) 77

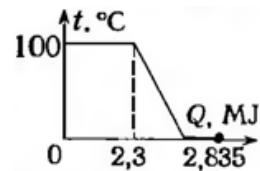
69. Harorati  $50^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan suvgaga  $-40^{\circ}\text{C}$  temperaturadagi muz solingan. Suv bilan muzning massasi teng bo‘lsa, aralashmaning oxirgi harorati qanday ( $^{\circ}\text{C}$ ) bo‘ladi? Muz va suvning solishtirma issiqlik sig‘imlari  $2.1 \cdot 10^3$  va  $4.2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , muzning solishtirma erish issiqligi  $330 \text{ kJ/kg}$ .

- A) 10 B) 4 C) 3 D) 1 E) 0

70. Rasmda keltirilgan grafikda suv bug‘ining muzga aylanish jarayoni keltirilgan. Grafikdan foydalanib, dastlabki suv bug‘ining massasi va uning qancha qismi muzga aylanganligini aniqlang. Suv uchun

$$r = 2.3 \text{ MJ/kg}, c = 4.2 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K}), \text{ muz uchun } \lambda = 330 \text{ kJ/kg}.$$

- A)  $m_1 = 1 \text{ kg}; m_2 \approx 0.35 \text{ kg}$   
 B)  $m_1 = 1 \text{ kg}; m_2 \approx 0.01 \text{ kg}$   
 C)  $m_1 = 1 \text{ kg}; m_2 \approx 0.02 \text{ kg}$   
 D)  $m_1 = 1 \text{ kg}; m_2 \approx 0.5 \text{ kg}$



71. Muz uchun  $c = 2.1 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ , kerosinning solishtirma yonish issiqligi  $q=46 \text{ MJ/kg}$ . Harorati  $-50^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan  $1 \text{ kg}$  muzni  $0^{\circ}\text{C}$  li suvgaga aylantirish uchun necha gramm kerosin sarflanadi? Eritish asbobining FIK 100%. A) 1200 B) 370 C) 37 D) 95 E) 9.5

72.  $5.4 \text{ MJ}$  issiqlik miqdorini hosil qilish uchun necha gramm spirt yoqish kerak? Spirtning solishtirma yonish issiqligi  $2.7 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ .

- A) 2 B) 20 C) 27 D) 54 E) 200

73. Quvvati  $42 \text{ kW}$  bo‘lgan dizel dvigatelining foydali ish koeffitsienti  $20\%$  bo‘lsa, u 3 soatda necha kg yoqilg‘i sarflaydi? Dizel yoqilg‘isi uchun  $q=42 \text{ MJ/kg}$ .

- A) 54 B) 21 C) 28 D) 36 E) 20

74. Bir soatda dvigatel  $20 \text{ kg}$  dizel yonilg‘isi sarflaydi. Dvigatelning mexanik quvvati  $75 \text{ kW}$  bo‘lsa, uning FIK necha foiz? Dizel yonilg‘isining solishtirma yonish issiqligi  $42 \text{ MJ/kg}$ . A) 20 B) 25 C) 32 D) 35 E) 40

75.  $126 \text{ kW}$  quvvatga erishadigan va 1 soatda  $36 \text{ kg}$  dizel yonilg‘isi sarflaydigan traktor dvigateli FIK ni toping (%). Dizel yonilg‘isining solishtirma yonish issiqligi  $42 \text{ MJ/kg}$ .

- A) 42 B) 38 C) 35 D) 30 E) 25

76. Gusentsali traktor  $60 \text{ kW}$  quvvat hosil qiladi va shu quvvatda soatiga o‘rtacha  $18 \text{ kg}$  dizel yonilg‘isi sarflaydi. Dvigatelning FIK ni toping (%). Dizel yonilg‘isi uchun  $q=42 \text{ MJ/kg}$ . A) 45 B) 42 C) 36 D) 33 E) 29

77. Agar avtomobil 4 soat ishlaganda,  $180 \text{ kg}$  benzin sarflagan bo‘lsa, bu avtomobil dvigatelning quvvati qanday (kW)? Dvigatelning FIK  $24\%$  benzin uchun  $q=46 \text{ MJ/kg}$ .

- A) 120 B) 138 C) 144 D) 180 E) 46

78. Avtomobil 100 km yo‘lni bosib o‘tishi uchun 100 l benzin sarfladi. Avtomobilning 90 km/h tezlik bilan ketayotgandagi mexanik quvvatini toping (kW). Motorning FIK 30%. Benzinning zichligi 0.7 g/sm<sup>3</sup>, q=46 MJ/kg.

- A) 12    B) 18    C) 24    D) 36    E) 48

79. Avtomobil dvigatelining harakat paytidagi o‘rtacha quvvati 20 kW, tezligi esa 90 km/h. Agar dvigatelning FIK 25% bo‘lsa, benzin bakining sig‘imi (40 l) necha km yo‘lga mo‘ljallangan? Benzinning zichligi 0.7 g/sm<sup>3</sup>, q=46 MJ/kg.

- A) 370    B) 402    C) 452    D) 492    E) 510

80. Motorollerning dvigateli 60 km/h tezlikda 3.5 kW quvvatga erishadi. Agar dvigatelning FIK 25% bo‘lsa, motoroller 3.6 l benzin sarflab, necha km yo‘l o‘tadi? Benzinning zichligi 0.7 g/sm<sup>3</sup>, q=46 MJ/kg.

- A) 160    B) 69    C) 96    D) 138    E) 158

81. Massasi 1200 kg bo‘lgan avtomobil gorizontal yo‘lda 72 km/h tezlikka erishdi. Bunda u bir kilometr yo‘lda 80 g benzin sarflaydi. Benzin uchun q=45·10<sup>6</sup> J/kg, dvigatelning FIK 28%. Shu avtomobil yo‘lning har 100 m da 3.5 m ko‘tariladigan qismida necha km/h tezlikka erishadi? Harakat tekis va qarshilik kuchlari ikki holda ham bir xil deb hisoblang.    A) 62    B) 59    C) 55    D) 51    E) 42

82. Avtomobil dvigatelining FIKi  $\eta$  bo‘lsa va u t vaqt ichida m massali benzin sarf qilsa, dvigatelning quvvati qanday (q – benzinning solishtirma yonish issiqligi)?

- A)  $\eta \frac{q}{mt}$     B)  $\eta \frac{m}{qt}$     C)  $\frac{qt}{\eta m}$     D)  $\frac{\eta qm}{t}$     E)  $\frac{mt}{\eta q}$

83. Issiq choyni tezroq sovitish uchun unga birdaniga qand tashlab 5 minut kutish kerakmi yoki 5 minutdan keyin qand tashlab aralashtirish kerakmi?

- A) *choyning sovishi una qand solinishiga bog‘liq emas*  
 B) *birdaniga qand tashlab, 5 minut kutish kerak*  
 C) *ikkala holda ham issiq choy bir xil soviydi*  
 D) *5 minut kutib, so‘ngra qand tashlash kerak*

## 58 - §. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

Termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik jarayonlariga joriy etilgan enegiyaning saqlanishi qonunidir. Ta’rifi: sistema bir holatdan boshqa holatga o’tganida uning ichki energiyasining o’zgarishi tashqi kuchlar sistema ustida bajargan ish bilan sistemaga uzatilgan issiqlik miqdorining yig’indisiga teng

$$\Delta U = Q + A$$

Sistema, ya’ni gaz tashqi kuchlar ustidan ish bajarsa bu ishni  $A'$  bilan belgilaylik ( $A'=-A$ ), termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko’rinishga ega bo’ladi:

$$Q = \Delta U + A'$$

Agar sistema bir holatdan ikkinchi holtga o’tib, yana davriy ravishda birinchi holatga o’zgarishsiz qaytsa, sistema ichi energiyasining o’zgarishi  $\Delta U = U_2 - U_1 \approx 0$  bo’ladi. U holda  $\Delta U = Q + A$  tenglama quyidagiga teng bo’ladi  $\Delta Q = \Delta A$

Bu tenglamalardan ko’rinadiki o’zi olgan energiyadan ortiq ish bajara oladigan diomiy harakatlanuvchi mexanizimlar yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi.

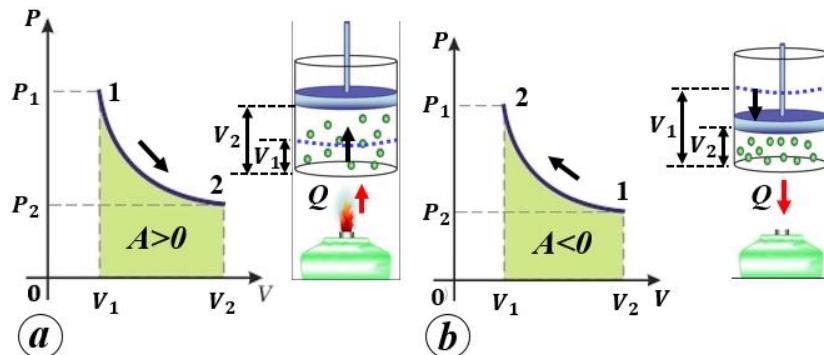
## Termodinamikaning birinchi qonunini izojarayonlarga tadbiqi

Termodinamikaning birinchi qonunini izojarayonlarga tadbiq qilib, bu jarayonlarning xarakteri haqida muhim xulosalarchiqarish mumkin.

$\Delta U = Q + A$  formulaga binoan, teromdinamikaning birinchi qonunini quyidagicha iyozish mumkin:  $Q = \Delta U + P\Delta V$

**1. Izotermik jarayon** ( $T=const$ ). Bu jarayonda gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi. Ichki enetgiya o'zgarishi formulasi  $\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$  ga asosan temperaturaning o'zgarishi  $T=const$  bo'lganda  $\Delta T = 0$  bo'ladi demak, ichki energiya ham  $\Delta U = 0$  bo'ladi. U holda termodimanikaning birinchi qonuni  $Q = 0 + A = A$  ko'rinishda ifodalanadi.

Shunday qilib izoternik jarayonda sistemaga berilgan issiqlik miqdorining hammasi gaz ustida ish bajarishga sarf bo'ladi.



**342 – rasm.**

Izoteremik jarayonda gaz issiqlik olayotgan bo'lsa, gaz kengayadi va misbat ish bajaradi (342–a rasm).  $Q > 0$ ,  $A > 0$ ,  $\Delta V = V_2 - V_1 > 0$

Agar gaz tashqi muhitga issiqlik berayorgan bo'lsa, gaz manfiy ish bajarayotgan bo'ladi. Gaz hajmi kamayadi. Sistema ish bajarayotgan bo'ladi (342–b rasm).

$$Q < 0, A < 0, \Delta V = V_2 - V_1 < 0$$

**2. Izobarik jarayon** ( $P=const$ ). Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartiradi, hamda sistema ish bajarishiga sarflanadi.  $Q = \Delta U + A$  yoki  $Q = \Delta U + P\Delta V$

$$A^1 = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R\Delta T; \quad \text{larni hisobga olasak u holda}$$

$$Q = \Delta U + P\Delta V \text{ formula quyidagiga teng bo'ladi}$$

$$Q = \frac{m}{M} R\Delta T + \frac{i}{2} \frac{m}{M} R\Delta T = \frac{(2+i)}{2} \frac{m}{M} R\Delta T; \quad Q = \frac{(2+i)}{2} \frac{m}{M} R\Delta T;$$

Izobarik jarayonda bir atomli gazga berilgan issiqlik miqdorining 0,4 qismi (40%) ish bajarishga va 0,6 qismi (60%) ichki energiyasining o'zgarishiga sarflanadi:

$$A = 0,4Q; \quad \Delta U = 0,6Q; \quad \Delta U = 1,5A$$

$$Q = 2,5A; \quad Q = 2,5P\Delta V; \quad Q = \frac{5}{3}\Delta U; \quad Q = \frac{5}{2}vR\Delta T; \quad Q = \frac{5}{2}\frac{m}{M}R\Delta T$$

$$v = \frac{2Q}{5R\Delta T}; \quad m = \frac{2MQ}{5R\Delta T}; \quad \Delta T = \frac{2Q}{5vR}; \quad \Delta T = \frac{2MQ}{5mR}$$

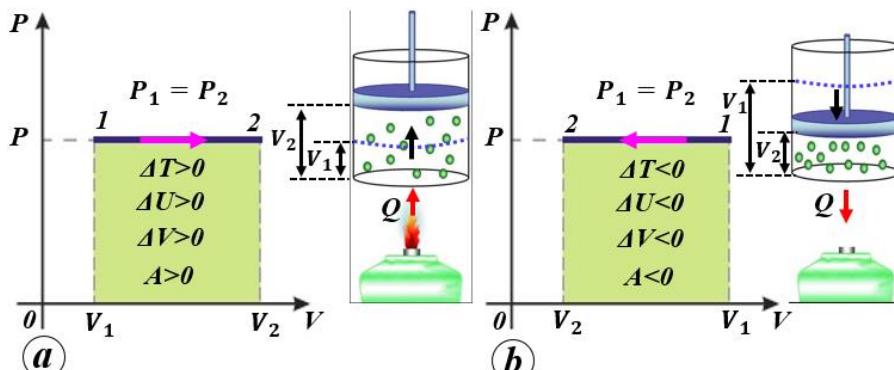
$Q = \frac{5}{2}\frac{m}{M}R\Delta T$  fourmulaga asosan  $m$ ,  $\Delta T$ , va modda miqdori  $v$  larni topish:

$$m = \frac{2MQ}{5R\Delta T}; \quad \Delta T = \frac{2Q}{5vR}; \quad v = \frac{2Q}{5R\Delta T};$$

Gaz o'zgarmas bosimda isitilayotganida gazning ichki energiyasi ortadi hamda gaz kengayib musbat ish bajaradi (343-a rasm).  $Q > 0$ ,  $A > 0$ ,  $\Delta U > 0$ ,

$$\Delta V = V_2 - V_1 > 0$$

Gaz bo'garmas bosimda sovitilayotganida gazning ichki energiyasi kamayadi, gazning hajmi kamayib manfiy ish bajaradi (343-b rasm).  $Q < 0$ ,  $A < 0$ ,  $\Delta U < 0$ ,  $\Delta V = V_2 - V_1 < 0$

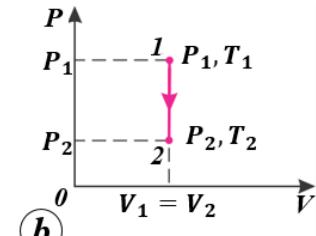
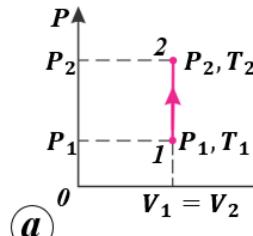
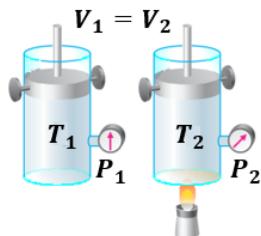


343 – rasm.

**3. Izoxorik jarayon ( $V=const$ ).** Izoxorik jarayonda hajm o'zgarmadi shuning uchun  $\Delta V = 0$ , bu o'znavbatida  $A = P\Delta V$  formulaga asosan  $A = 0$ , ga teng ya'ni ish bajarilmaydi (344 – rasm). Gazga berilgan issiqlik miqdori faqat ichki energiyaning o'zgarishiga sarflanadi:  $Q = \Delta U$   $\Delta U = \frac{i}{2}\frac{m}{M}R\Delta T$ ; ni e'tiborga olsak  $Q = \frac{i}{2}\frac{m}{M}R\Delta T$ ;

ga teng bo'ladi, yoki  $Q = \frac{i}{2}vR\Delta T$ ;  $Q = \frac{i}{2}\frac{m}{M}R\Delta T$ ; va  $Q = \frac{i}{2}vR\Delta T$ ; bu ikkala formuladan  $m$ ,  $\Delta T$ , va modda miqdori  $v$  larni topish:  $m = \frac{2MQ}{iR\Delta T}$ ;  $\Delta T = \frac{2Q}{ivR}$ ;

$$v = \frac{2Q}{iR\Delta T};$$



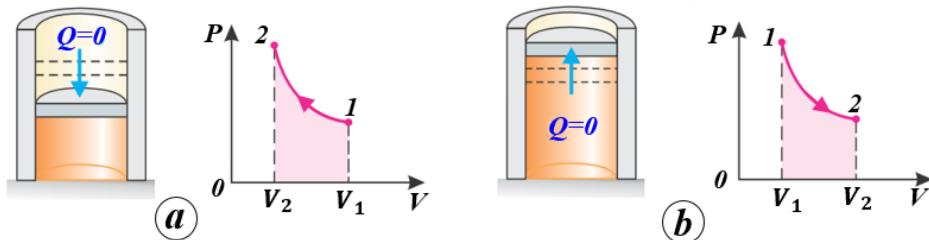
344 – rasm.

## Adiabatik jarayon

Sistema gaz holatining o'zgarishi mobaynida atrofidagi jismlar bilan sistema orasida issiqlik almashinishi ro'y bermasa, bunday jarayon ***adiabatik*** jarayon deb ataladi.

Adiabatik jaryonda  $Q=0$  bo'lgani uchun  $Q = \Delta U + A$  bu tenglamadan quyidagi munosabat kelib chiqadi:  $0 = \Delta U + A$  dan  $\Delta U = -A$ ,  $A = -\Delta U$  yoki  $U_1 = U_2 + A$

$A = -\Delta U$  tenglamadagi minus ishora adiabatik kengayishda sistemaning ichki energiyasining kamayishini  $\Delta U < 0$  ko'rsatadi (345 –a rasm). Sistema o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi  $A > 0$ . Adiabatik siqilishda esa sistemaning ichki energiyasi  $\Delta U > 0$  tashqi kuchlar bajargan ish  $A < 0$  hisobiga ortadi (345 –b rasm).

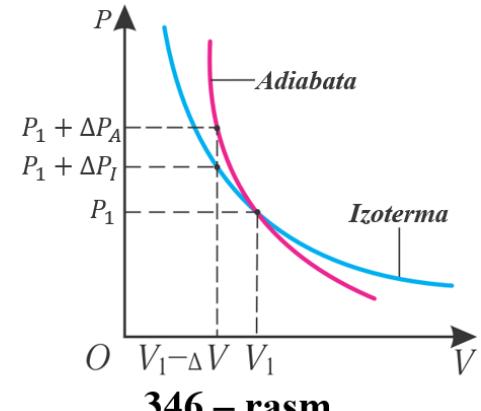


**345 – rasm.**

Adiabatik jarayonda gaz bosimi bilan hajim orasidagi bog'lanish quyidagiga teng:  $PV^\chi = const$  uy yerda  $\chi$  – doimiy kattalik bo'lib, u ***adiabatik ko'rsatkich*** deb ataladi va molekulasi turli atom birikmalaridan iborat bo'lgan gazlar uchun turlicha qiymatga ega bo'ladi, masalan bir atomli gazlar uchun  $\chi=1,67$ , ikki atomli gazlar uchun  $\chi=1,4$ , uch atomli va undan ortiq gazlar uchun  $\chi=1,33$  ga teng.

$PV^\chi = const$  bu ifoda fransuz fizigi Puasson tomonidan aniqlanganligi uchun uning nomi bilan ***Puasson tenglamasi*** deb ataladi.

$PV^\chi = const$  va  $PV = const$  tenglamalardan ko'rniib turibdiki izotermik jarayon bilan adiabatik jarayon uchun yozilgan tenglamalar bir – biri bilan darajasi bilan farq qiladi. Izotermik jarayonda  $\chi=1$  bo'lsa, adiabatik jarayonda  $\chi>1$  dan katta bo'ladi. Hajimga ixtiyoriy qiymatlar berib bosimning unga mos kelgan qiymatlarini topib, izotermik va adiabatik jarayonlar uchun chizilgan grafiklarini solishtirsak, har ikkala jarayonda hajimning bosimga bog'lanishi bir – biriga o'xshashligini ko'ramiz (346–rasm).



**346 – rasm.**

## Mavzuda doir test

- Termodinamikaning birinchi qonuni – issiqlik jarayonlarida ....ning qo'llanishidir.  
A) Boyl – Mariott qonuni      B) energiyannig saqlanish qonuni

C) Mendeleev – Klapeyron tenglamasi D) impulsning saqlanish qonuni

2. Termodinamika 1-qonuni nimani tavsiflaydi?

A) energiyaning saqlanish qonunini B) mexanik energiyannig saqlanishini C)  
issiqlik muvozanatini D) issiqlik uzatilish jarayonini

3. Berilgan tenglamalardan termodinamikaning birinchi qonuni formulasini toping.

- A)  $Q = \lambda m$     B)  $Q = A + \Delta U$     C)  $Q = Lm$   
D)  $Q = IUt$     E)  $Q = cm(t_2 - t_1)$

4. Agar gaz ustida tashqi kuchlar bajargan ish 600 J ga, unga berilan issiqlik miqdori 200 J ga teng bo'lsa, gaz ichki energiyasining o'zgarishi necha joul?

- A) 0    B) 200    C) 400    D) 600    E) 800

5. Gazga 200 J issiqlik berildi va tashqi kuchlar gaz ustida 300 J ish bajardilar. Gaz ichki energiyasining o'zgarishi necha joul bo'ladi?

- A) 100    B) 200    C) 300    D) 500

6. Jismga Q issiqlik miqdori berilgan bo'lsa va tashqi kuchlar uning ustida A ish bajargan bo'lsa, jismning ichki energiyasi qanchaga o'zgaradi?

- A)  $Q$     B)  $A$     C)  $A-Q$     D)  $Q-A$     E)  $Q+A$

7. Gazga 40 kJ issiqlik miqdori berilganda, u 60 kJ ish bajardi. Gaz ichki energiyasining o'zgarishini toping (kJ).

- A) +60    B) -60    C) +100    D) +20    E) -20

8. Gazga 200 J issiqlik miqdori berilganda, u kengayib, 50 J ish bajardi. Gaz ichki energiyasining o'zgarishi qanday (J)?

- A) 200    B) 150    C) 75    D) 50    E) 0

9. Gaz ustida 7.2 kJ ish bajarildi. Bu jarayonda atrof muhitga 6 kJ issiqlik miqdori uzatildi. Gazning ichki energiyasi qanchaga o'zgardi (kJ)?

- A) 7.2    B) 6    C) 1.2    D) 0.6

10. Agar gaz 1000 J issiqlik olib, ichki energiyasini 250 J ga orttirsa, gaz necha joul ish bajargan? A) 0    B) 250    C) 750    D) 1000    E) 1250

11. Gazga 150 J issiqlik miqdori berilganda ichki energiyasi 600 J ortgan bo'lsa, tashqi kuchlar gaz ustida necha joul ish bajargan?

- A) 150    B) 600    C) 450    D) 750

12. Tashqi kuchlar gaz ustida 300 J ish bajardilar. Bunda gazning ichki energiyasi 400 J ortdi. Gazda necha joul issiqlik miqdori berilgan?

- A) 700    B) 400    C) 300    D) 100

13. Birinchi gal silindriddagi gazga tashqaridan 200 J energiya beriladi va u 50 J ish bajardi. Ikkinci gal porshen gazni adiabatik ravishda siqib 50 J ish bajardi. Shu ikki holda gaz ichki energiyasining o'zgarishlari nisbati  $\Delta U_1/\Delta U_2$  qanday bo'ladi?

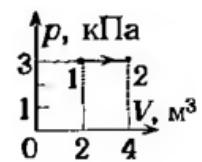
- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

14. Gaz 1-holatdan 2-holatga o'tishi uchun unga 15 kJ issiqlik miqdori berilsa, uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi    B) 6 kJ ga ortadi  
C) 9 kJ ga ortadi    D) 6 kJ ga kamayadi

15. Termodinamikaning 1-qonuni izoxorik jarayon uchun qanday ko'rinishda yoziladi?

- A)  $Q = \Delta U$     B)  $Q = \Delta U + A$     C)  $A = P(V_2 - V_1)$   
D)  $A = Q$     E)  $A = -\Delta U$



16. Keltirilgan tenglamalar ichidan izoxorik jarayon tenglamasini, shu jarayon uchun termodinamikaning 1-qonunini va shu jarayonda bajariladigan ish ifodasini toping.

1)  $PV = \text{const}$ ; 2)  $\frac{P}{T} = \text{const}$ ; 3)  $\frac{V}{T} = \text{const}$ ; 4)  $pV = \frac{m}{M}RT$ ;

5)  $Q = A + \Delta U$ ; 6)  $Q = \Delta U$ ; 7)  $Q_1 = A$ ; 8)  $Q = 0$ ;

9)  $A = p\Delta V$ ; 10)  $A = 0$ ; 11)  $A = Q$ ; 12)  $A = -\Delta U$

A) 3, 7, 10    B) 1, 6, 10    C) 1, 5, 9, 11    D) 4, 8, 12    E) 2, 6, 10

17. Qanday termodinamik yordamida ideal gazga berilgan issiqlik to‘laligicha uning ichki energiyasiga aylanadi?

A) izobarik    B) adiabatik    C) izotermik    D) izoxorik

18. Ideal gaz izoxorik isitilganda, uning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

A)  $\Delta U = 0$     B)  $\Delta U > 0$     C)  $\Delta U < 0$

D)  $\Delta U = A$     E)  $\Delta U = -A$

19. Massasi 4 kg bo‘lgan geliyni izoxorik ravishda 200 K ga qizdirish uchun necha megajoul issiqlik miqdori kerak?

A) 4    B) 2.5    C) 1.25    D) 4.25    E) 2.75

20. Ballondagi 1 mol bir atomli gazning temperaturasini 20 K ga ko‘tarish uchun unga necha joul issiqlik miqdori berish kerak?

A) 16.6    B) 24.9    C) 83.1    D) 166    E) 249

21. Ballondagi massasi 1 g bo‘lgan geliy gaziga 25 J issiqlik miqdori berilganda, uning temperaturasi qanchaga ortadi (K)?

A) 25    B) 16    C) 8    D) 12.5    E) 50

22. Ballondagi bir atomli gazga 498.6 J issiqlik miqdori berilganda, uning temperaturasi 40 K ga oshdi. Ballondagi gaz miqdorini aniqlang (mol).

A) 1    B) 2    C) 0.5    D) 1.5

23. Ballondagi geliy gaziga 25 J issiqlik miqdori berilganda, uning temperaturasi 2 K ga oshdi. Gaz massasini toping (g).

A) 10    B) 4    C) 2    D) 1    E) 0.5

24. Doimiy  $V_0$  hajmli ballonda  $T_0$  temperatura va  $p_0$  bosim ostida turgan bir atomli ideal gazga Q issiqlik miqdori berilganda gazning temperaturasi qanday bo‘ladi?

A)  $\frac{QT_0}{p_0V_0}$     B)  $T_0 \frac{p_0V_0}{2Q}$     C)  $T_0 \left(1 + \frac{Q}{p_0V_0}\right)$     D)  $T_0 \left(1 + \frac{2Q}{3p_0V_0}\right)$

25. Izotermik jarayon uchun termodinamikaning 1-qonuni formulasini aniqlang.

A)  $Q = cm(t_2 - t_1)$     B)  $Q = Lm$     C)  $\Delta U = Q$

D)  $\Delta U = -A$     E)  $Q = A$

26. Keltirilgan tenglamalar ichidan izotermik jarayon tenglamasini, shu jarayon uchun termodinamika 1 qonuni tenglamasini va shu jarayonda bajariladigan ish ifodasini toping.

1)  $V/T = \text{const}$     2)  $\frac{p}{T} = \text{const}$     3)  $pV = \text{const}$     4)  $pV = \frac{m}{M}RT$

5)  $Q = A + \Delta U$     6)  $Q = \Delta U$     7)  $Q = A$     8)  $Q = 0$     9)  $A = p\Delta V$

10)  $A = 0$     11)  $A = Q$     12)  $A = -\Delta U$

A) 3, 7, 11    B) 2, 6, 10    C) 1, 5, 9    D) 4, 8, 12    E) 1, 6, 10

27. Quyida keltirilgan munosabatlarning qaysi biri faqat izotermik jarayon uchun o‘rinli?    A)  $Q = \Delta U$     B)  $Q = \Delta U + A$     C)  $\Delta U = A$     D)  $Q = A$

28, 29. Qanday jarayonda gazning ichki energiyasi o‘zgarmaydi?

- A) adiabatik    B) izotermik    C) izobarik  
D) izoxorik    E) izotermik va adiabatik

30. Qaysi jarayonda ideal gazga berilgan issiqlik miqdorining hammasi ishga aylanadi?

- A) izoxorik    B) adiabatik    C) bunday jarayon yo‘q  
D) izobarik    E) izotermik

31. Kislorod izotermik kengayganda A ish bajardi. Gaz bunda qancha issiqlik miqdori olgan? A)  $Q = -A$     B)  $Q = A$     C)  $Q = A + \Delta U$     D)  $Q = A - \Delta U$

32. Gaz izotermik kengayganda 20 J ish bajardi. Gaz bunda qancha issiqlik miqdori olgan? A) 20    B) 30    C) 40    D) 50    E) 100

33. Ideal gaz izotermik kengayib, 14 kJ ish bajardi. Bunda gazga qanday (kJ) issiqlik miqdori berilgan? A) 14    B) 16.6    C) 28    D) 8.3

34. 28 J issiqlik miqdori berilganda, ideal gaz izotermik kengayib, necha joul ish bajaradi? A) 14    B) 8.3    C) bajarmaydi    D) 28    E) 16.6

35. Gaz bir xil haroratga izoxorik va izobarik qizdirildi. Qaysi holda kam issiqlik sarf bo‘ladi?

- A) izobarik    B) izoxorik    C) ikkala holda bir xil  
D) javob gaz turiga bog‘liq

36. Keltirilgan tenglamalar ichidan izobarik jarayon tenglamasini, shu jarayon uchun termodinamika I qonuni tenglamasini va shu jarayonda bajariladigan ish ifodasini toping:

- 1)  $V/T = \text{const}$ ; 2)  $p/T = \text{const}$     3)  $pV = \text{const}$   
4)  $pV = mRT/M$     5)  $Q = A + \Delta U$     6)  $Q = \Delta U$     7)  $Q = A$   
8)  $Q = 0$     9)  $A = p\Delta V$     10)  $A = 0$     11)  $A = Q$     12)  $A = -\Delta U$   
A) 3, 7, 10    B) 2, 6, 10    C) 1, 5, 9    D) 4, 8, 12    E) 1, 6, 10

37. Quyida keltirilgan tenglamalarning qaysi biri izobar jarayon uchun o‘rinli?

- A)  $Q = \Delta U + p\Delta V$     B)  $Q = p\Delta V$     C)  $pV = \text{const}$   
D)  $\Delta U = -p\Delta V$     E)  $Q = \Delta U$

38. Bir atomli ideal gazga 12.5 kJ issiqlik berilganda  $0.05 \text{ m}^3$  ga izobarik kengaydi. Agar gaz bosimi  $10^5 \text{ Pa}$  bo‘lsa gazning ichki energiyasi qanchaga ortdi (kJ)?

- A) 5.5    B) 7    C) 7.5    D) 9    E) 12

39. Bir atomli ideal gazni izobarik isitishda unga berilgan  $Q$  issiqlik miqdorining qanday qismi gazning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi? A)  $0.2 Q$     B)  $0.3 Q$   
C)  $0.6 Q$     D)  $0.5 Q$     E)  $0.4 Q$

40. Bir atomli gazga 150 J issiqlik berilganda, u o‘zgarmas bosimda qanday ish bajara oladi (J)? A) 60    B) 75    C) 100    D) 120    E) 150

41. Erkin siljiy oladigan porshenli tik turgan silindrik idishdagi bir atomli gazga 300 J issiqlik miqdori berilsa, gaz necha joul ish bajaradi?

- A) 300    B) 240    C) 200    D) 120    E) 150

42. Bir atomli gazga 60 kJ issiqlik miqdori berilganda, u izobar ravishda kengaydi. Gaz ichki energiyasining o‘zgarishini aniqlang (kJ)

- A) 24    B) 30    C) 36    D) 60    E) 0

43. Erkin siljiy oladigan porshenli tik turgan silindrik idishdagi bir atomli gazga 500 J issiqlik miqdori berilsa, gazning ichki energiyasi necha joulga ortadi?

A) 300    B) 450    C) 500    D) 250    E) 150

44. Erkin siljiydigan porshenli tik turgan silindrik idishda bir atomli gaz bor. gazga Q issiqlik miqdori berilishi natijasida porshen surilib, 60 J ish bajarildi. Q issiqlik miqdorini aniqlang (J)    A) 60    B) 100    C) 120    D) 150

45. Tik turgan silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida bir atomli gaz bor. Gazga Q issiqlik miqdori berilishi natijasida uning ichki energiyasi 60 J ga oshdi. Q issiqlik miqdorini toping (J)    A) 200    B) 180    C) 120    D) 100    E) 60

46. Yuzi  $100 \text{ sm}^2$  bo'lgan va erkin siljiy oladigan porshen ostidagi bosimi 150 kPa bo'lgan bir atomli gazga necha joul issiqlik miqdori berilsa, porshen 2 sm ko'tariladi?

A) 200    B) 75    C) 175    D) 50    E) 25

47. T temperaturadagi 1 mol bir atomli gazning absolut temperaturasini doimiy bosimda 2 marta oshirish uchun qancha issiqlik miqdori kerak bo'ladi?

A)  $RT$     B)  $1.5RT$     C)  $2.5RT$     D)  $2RT$     E)  $3RT$

48. Vertikal joylashgan silindrik idishdagi erkin siljiy oladigan porshen ostida 1 mol bir atomli gaz bor. unga qancha (J) issiqlik miqdori berilsa, temperatura 40 K ga o'zgaradi?    A) 8.31    B) 40    C) 80    D) 83.1    E) 831

49. Tik turgan silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida 2 mol bir atomli gaz bor. Gazga necha joul issiqlik miqdori berilsa, uning temperaturasi 40 K ga ortadi?

A) 8.31    B) 83.1    C) 831    D) 1662    E) 40

50. Bir atomli gazga 250 J issiqlik brilganda, u izobarik kengayib, qandaydir ish bajardi. gaz ichki energiyasining o'zgarishi qanday (J)?

A) 100    B) 125    C) 150    D) 250

51. Tik turgan silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida bir atomli gaz bor. Gaz bosimi  $1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ga teng. Unga necha joul issiqlik miqdori berilsa, hajmi 2 l ga ortadi?    A) 1662    B) 750    C) 500    D) 166.2    E) 150

52. Bir atomli gazga qancha issiqlik miqdori berilganda, u izobar ravishda kengayib, 8 kJ ish bajaradi (kJ)?    A) 80    B) 20    C) 16    D) 12    E) 8

53. Vertikal joylashgan silindrik idishdagi erkin siljiy oladigan porshen ostida 1 mol bir atomli gaz bor. gazga 831 J issiqlik miqdori berilsa, uning temperaturasi qanchaga ortadi (K)?    A) 831    B) 200    C) 133    D) 67    E) 40

54. Vertikal joylashgan silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida bir atomli gaz bor. Gaz bosimi  $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ga teng. Unga 500 J issiqlik berilsa, hajmi necha litrga ortadi?    A) 50    B) 25    C) 10    D) 5    E) 2

55. Bir atomli ideal gazga issiqlik berilganda, gaz izobar ravishda  $0.05 \text{ m}^3$  kengaydi. Agar gazning bosimi  $10^5 \text{ Pa}$  bo'lsa, gazning ichki energiyasi qancha (kJ) ortgan?

A) 5.5    B) 7    C) 7.5    D) 9    E) 12

56. 1 mol bir atomli ideal gaz hajmini doimiy bosim sharoitida 2 marta oshirish uchun qanday issiqlik miqdori kerak bo'ladi? Gazning boshlang'ich temperaturasi T. R – gazning universal doimiysi. A)  $3RT$     B)  $2.5RT$     C)  $2RT$     D)  $1.5RT$     E)  $RT$

57. 2 mol bir atomli ideal gazning boshlang'ich  $T_0$  temperurasini o'zgarmas bosimda 2 marta orttirish uchun unga qanday issiqlik miqdori berish kerak? (R – gazning universal doimiysi).    A)  $2RT_0$     B)  $4RT_0$     C)  $5RT_0$     D)  $6RT_0$

58. Massasi  $m$ , molyar massasi  $\mu$  bo‘lgan ideal gazni doimiy bosimda  $\Delta T$  ga isitish uchun  $Q_p$  miqdor issiqlik sarflandi. Shu gazni  $\Delta T$  ga o‘zgarmas hajm sharoitida isitish uchun qanday  $Q_v$  miqdor issiqlik kerak bo‘ladi?

- A)  $mR\Delta T/\mu$
- B)  $Q_p$
- C)  $Q_p + \frac{m}{\mu}R\Delta T$
- D)  $\frac{m}{\mu}R\Delta T - Q$
- E)  $Q_p - \frac{m}{\mu}R\Delta T$

59. Adiabatik jarayon deb qanday jarayonga aytildi?

- A) doimiy hajmda....
- B) doimiy bosim ostida...
- C) doimiy haroratda...
- D) issiqlik almashmasdan...

....kechuvchi jarayon adiabatik jarayon deb ataladi.

60. Gapni to‘g‘ri tugallang. Adiabatik jarayonda...

- A)  $p$  va  $V$  o‘zgaradi,  $T$  o‘zgarmaydi
- B)  $V$  va  $T$  o‘zgaradi,  $p$  o‘zgarmaydi
- C)  $p$  va  $T$  o‘zgaradi,  $V$  o‘zgarmaydi
- D)  $V$ ,  $T$  va  $p$  o‘zgaradi, tashqi muhit bilan issiqlik almashinish bo‘lmaydi

61. Termodinamikaning 1-qonuni adiabatik jarayon uchun qanday ko‘rinish yoziladi?

- A)  $Q = \Delta U + A$
- B)  $Q = \Delta U$
- C)  $A = Q$
- D)  $\Delta U = Q - A$
- E)  $\Delta U + A = 0$

62. Adiabatik kengayishda gazning ichki energiyasi qanday o‘zgaradi?

- A)  $\Delta U = 0$
- B)  $\Delta U > 0$
- C) o‘zgarmaydi
- D)  $\Delta U < 0$

63. Gazni siqishdagi ish uning ichki energiyasining o‘zgarishiga teng bo‘ldi. Bu qanday jarayon?

- A) adiabatik
- B) izobarik
- C) izoxorik
- D) izotermik

64. Gaz ichki energiyasining o‘zgarishi ideal gazni siqishda tashqi kuchlar bajargan ishga teng bo‘lishi uchun siqish jarayoni qanday bo‘lishi kerak?

- A) izobarik
- B) adiabatik
- C) izoxorik
- D) izotermik

65. Ideal gaz adiabatik kengayganda, harorati qanday o‘zgaradi?

- A) o‘zgarmaydi
- B) ko‘tariladi
- C) javob gazning turiga bog‘liq
- D) pasayadi

66. Ideal gaz adiabatik kengayganda, uning harorati qanday o‘zgaradi?

- A)  $\Delta T < 0$
- B)  $\Delta T = 0$
- C)  $\Delta T > 0$
- D)  $\Delta T \geq 0$

67. Gaz adiabat ravishda siqilmoqda. Bunda gazning  $T$  temperaturasi va  $p$  bosimi qanday o‘zgaradi?

- A)  $T$  va  $p$  kamayadi
- B)  $T$  kamayadi,  $p$  ortadi
- C)  $T$  va  $p$  ortadi
- D)  $T$  ortadi,  $p$  kamayadi

68. Gazni adiabatik siqishda 50 MJ ish bajarildi. Bunda gazning ichki energiyasi...

- A) 25 MJ ga ortadi
- B) 50 MJ ga ortishi ham, kamayishi ham mumkin
- C) 50 MJ ga ortadi
- D) 50 MJ ga kamayadi

69. Adiabatik jarayonda gazning ichki energiyasi 5 kJ kamaydi. Gaz necha kJ ish bajardi? A) 5      B) 2.5      C) 10      D) 0.5

70. Ideal gaz adiabatik kengayib, 5 kJ ish bajardi. Bunda gazning ichki energiyasi qancha (kJ) kamaygan? A) 2.5      B) 10      C) 5      D) 0.5      E) 0.25

71. Rasmda ideal gaz uchun tasvirlangan grafiklarning qaysi biri adiabatik jarayonga tegishli?

- A) AB      B) AC  
C) AE      D) AD

72. Rasmda keltirilgan grafiklar ichida izoxora, izobara, izoterma va adiabata chiziqlari bor. Adiabata chizig‘ini ko‘rsating.

- A) 5      B) 4      C) 3      D) 2      E) 1

73. Rasmda ideal gazning 1-holatdan 2-holatga o‘tish adiabatasi tasvirlangan. Bunda gaz temperaturasi qanday o‘zgaradi?

- A) bunday jarayon bo‘lmaydi      B) ortadi  
C) o‘zgarmaydi      D) pasayadi

74. Ideal gazni adiabat tarzda siqib, ish bajarildi. Bunda gaz molekulalarining kinetik va potensial energiyalari qanday o‘zgaradi?

- A) kinetik energiya ortadi, potensial energiya kamayadi  
B) energiyalar ortadi  
C) kinetik energiya o‘zgarmaydi, potensial energiya ortadi  
D) kinetik energiya ortadi, potensial energiya o‘zgarmaydi

75. Gaz hajmi izotermik va adiabatik siqish orqali bir xil kamaytirildi. Qaysi holda bosim kamroq o‘zgargan?

- A) izotermik      B) bir xil      C) gaz turiga bog‘liq      D) adiabatik

76. Gaz: 1) izobarik 2) izotermik 3) adiabatik ravishda bir xil hajmga kengayadi. Qaysi holda gazning bajargan ishi eng kichik bo‘ladi?

- A) 2 va 3      B) 1      C) 2      D) 3

77. 4 mol miqdordagi bir atomli ideal gazni adiabatik siqishda 249 J ish bajarilgan bo‘lsa, gazning temperaturasi necha gradusga o‘zgargan?  $R=8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

- A) 1      B) 2      C) 5      D) 4      E) 10

78. 5 mol miqdordagi bir atomli ideal gazni adiabatik siqishda 249 J ish bajarilgan bo‘lsa, gazning temperaturasi necha gradusga o‘zgargan?

- A) 10      B) 5      C) 4      D) 2

79. Gazning kengayishi izoterma va adiabatalar orasida yotuvchi 1-2 chiziq bo‘ylab sodir bo‘ldi. Bunda gazning harorati qanday o‘zgargan? Gazga issiqlik berilganmi?

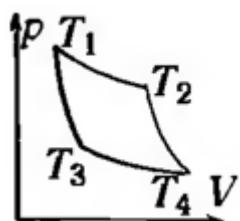
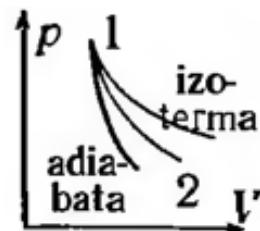
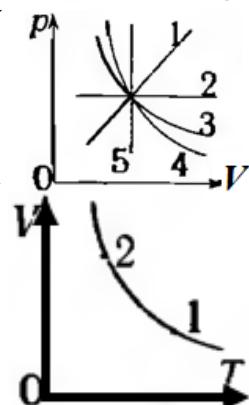
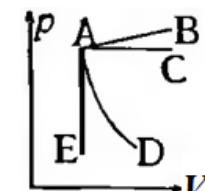
- A) ortgan, berilgan      B) ortgan, berilmagan  
C) pasaygan, berilmagan      D) pasaygan, berilgan

80. Karno sikli ikki izoterma va ikki adiabatadan iborat. Temperaturalar uchun yozilgan quyidagi munosabatlarning qaysi biri o‘rinli?

- A)  $T_1=T_2>T_3=T_4$       B)  $T_1>T_2=T_3>T_4$   
C)  $T_1=T_2=T_3=T_4$       D)  $T_1<T_2<T_3<T_4$

81. Issiqlik jihatdan izolyatsiyalangan sistemadagi gaz siqilsa, uning temperaturasi qanday o‘zgaradi?

- A) ortishi ham, pasayishi ham mumkin  
B) pasayadi      C) ortadi      D) o‘zgarmaydi



82. Adiabat sistema tashkil qiluvchi jismlar uchun quyidagi ifodalarning qaysi biri hamisha o'rini bo'ldi? (c – solishtirma issiqlik sig'imi).

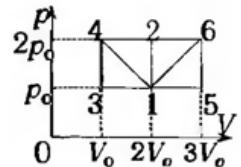
- A)  $Q = m_1 c_1 (t_1 - t) + m_2 c_2 (t_2 - t) + \dots + m_n c_n (t_n - t)$   
 B)  $pV^{C_p/C_v} = \text{const}$  C)  $\Delta U = -A$  D)  $Q = cm\Delta t$

83. Ideal gaz 1-holatdan 2-holatga qaysi jarayon orqali o'tganda eng ko'p issiqlik ortadi?

- A) 1-3-4-2 B) 1-4-2  
 C) 1-2 D) 1-5-6-2 E) 1-6-2

84. Qaysi qonun tabiatdagi jarayonlarning yo'nalishini ko'rsatadi?

- A) massanining saqlanish qonuni B) termodinamikaning I qonuni  
 C) termodinamikaning II qonuni D) energiyaning saqlanish qonuni



## 59 - §. ISSIQLIK MASHINALARINING FIK

### Karno sikli. Issiqlik mashinalari

Ichki energiyani mexanik energiyasiga aylantirib beruvchi mashinalar **issiqlik mashinalari** yoki **issiqlik divegatellari** deb ataladi.

Barcha ko'rinishidagi issiqlik divegatellarida yo'qilg'inining energiyasi avval gazning yoki bug'ning energiyasiga aylanadi. Gaz kengayib ish bajaradi va soviydar, uning ichki energiyasi harakatlanuvchi mexanizim ning mexanik energiyasiga aylanadi. Isiqlik mashinalarida **sikl** deb ataladigan jarayonlarda energiyaning mexanik energiyaga aylanishi amalga oshadi.

Sistema qator holatlarni oo'tish natijasida o'zining dastlabki holatiga qaytdigan jarayon **sikl** deyiladi.

Issiqlik mashinalarida bunday sikl davriy ravishda takrorlanib turadi va har bir siklda biror A ish bajariladi.

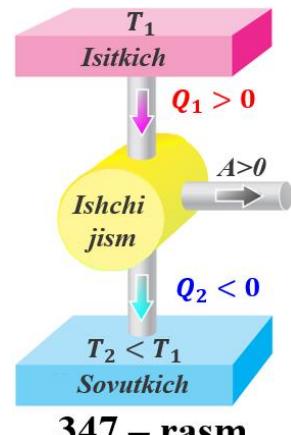
Farnsuz injeneri va olimi Sadi Karko 1824 – yilda issiqlik mashinasining ishlash prinsipini va samaradorligini nazariy o'rjanib, har qanday issiqlik mashinasining ishlashi uchun ishchi jism, isitkich va sovitkich bo'lishi zarurligini ko'rsatdi (347-rasm).

**Karko sikli** ikkita izotermik va ikkita adiabatik jarayonlardan tashkil topgan. Sistema holatining o'zgarishi quyidagi ketma – ketlikda amalga oshadi.

1. Kengayishning birinchi izotermik ( $T_1 = \text{const}$ ) bosqichda gaz isitkichdan  $Q_1$  issiqlik miqdorini olib, hajmi  $V_0$  dan  $V_1$  gacha kengayib ish bajaradi va kattaliklari  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $T_1$  dan  $P_1$ ,  $V_1$ ,  $T_1$  gacha o'zgaradi. Tempetatura esa o'zgarmaydi.

2. Kengayishning ikkinchi adiabatik bosqichda gaz hajmi  $V_1$  dan  $V_2$  gacha kengayadi. Ish gazning ichki energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi. Bunda gaz tashqaridan issiqlik olmaydi ham bermaydi ham. Gazning kattaliklari  $P_1$ ,  $V_1$ ,  $T_1$  dan  $P_2$ ,  $V_2$ ,  $T_2$  gacha o'zgaradi.

3. Gaz hajmi  $V_2$  dan  $V_3$  gacha izotermik ravishda siqiladi. Bunda tashqari kuch gaz ustida ish bajaradi. Jarayon izotermik bo'lganligi sababli bu ish batamom issiqlikka



347 – rasm.

aylanib, sovitgichga  $Q_2$  issiqlik uzatadi. Sistemaning kattaliklari  $P_2$ ,  $V_2$ ,  $T_2$  dan  $P_3$ ,  $V_3$ ,  $T_2$  gacha o'zgaradi.

4. Siklning oxirgi qismida gaz adiabatik siqilib, gaz hajmi  $V_3$  dan  $V_0$  gacha kamayadi. Bunda bajarilgan ish gaz temperaturasini boshlang'ich darajasiga ko'tarish uchun sarflanadi, sistemaning ichki energiyasi ortadi. Sistemaning kattaliklari  $P_3$ ,  $V_3$ ,  $T_2$  dan  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $T_1$  gacha o'zgaradi. Ya'ni boshlang'ich holatdagi qiymatlarga qaytadi (348–rasm).

Shunday qilib, sikl davomida gazning bajargan ishi isitgichdan olingan  $Q_1$  va sovitgichga berilgan  $Q_2$  issiqlik miqdorlarining ayirmasiga teng:  $A = Q_1 - Q_2$  bo'ladi va mashinaning bir siklda bajargan faydalishini ifodalandaydi.

Siklning foydali ish koeffitsienti (**FIK**) sikl davomida bajarilgan foydali ishning umuniy ishga nisbatiga yoki sikl davomida sistema olgan  $Q_1 - Q_2$  issiqlik miqdorining isitgich bergan  $Q_1$  issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatiga teng. Sistema olgan issiqlik miqdorining qancha qismini foydali ishga aylanganligini ko'rsatuvchi kattalik siklning **FIK** i deyiladi, ya'ni  $\eta = \frac{A_f}{A_t} 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} 100\%$   $\eta = \frac{A}{Q_1}$  yoki  $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$  bu yozilgan formulalardan gazning bajargan ishi va isitgich bergan  $Q_1$  issiqlik miqdorilari quyidagicha topiladi:

$$A = Q_1 - Q_2 \text{ dan } Q_1 = A + Q_2$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \text{ dan } A = \eta Q_1 \text{ va } Q_1 = \frac{1}{\eta} A$$

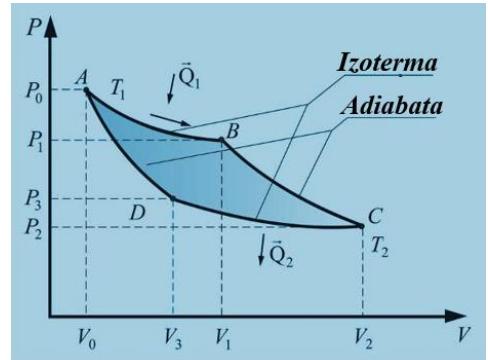
$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \text{ dan } A = \frac{\eta}{1-\eta} Q_2 \text{ va } Q_1 = \frac{1}{1-\eta} Q_2$$

Isitkichning temperaturasi  $T_1$ , sovitkichniki  $T_2$  desak, Karko sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasining nazariy mumkin bo'lgan eng katta **FIK** quyidagicha ifodalanishini Karko isbot qildi:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Demak ideal issiqlik dvigateli uchun:  $T_1/T_1 = Q_2/Q_1$   
 $(T_1 - T_2)/T_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1$  tengliklar o'rinni bo'ladi.

Ideal issiqlik mashinasining **FIK** ni oshirish uchun isitkichning temperaturasi yuqori, sovitkichniki esa past bo'lishi kerak.



348 – rasm.

## Sovutgichlar

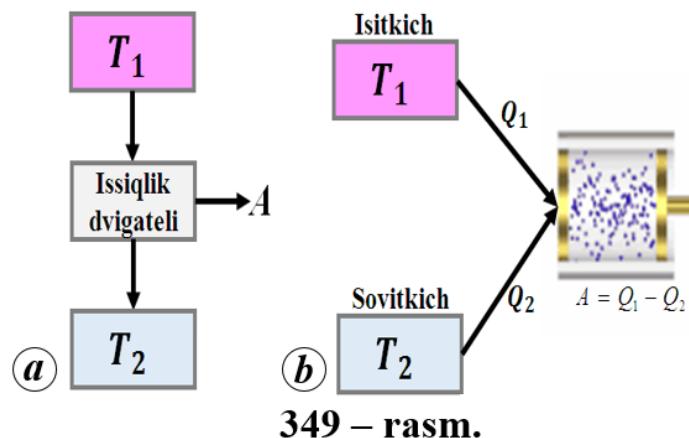
Yuqorida qayd etilganidek sovutgichlar teskari sikl printsipida ishlaydi. Ish bajarish hisobiga sistemadan malum miqdordagi issiqlik miqdori olinadi. Boshqacha aytganda issiqlik miqdori sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'tkaziladi va mashina sovutgichga aylanadi. Eng keng tarqalgan sovutish mashinasi, bu xujalik muzlatgichidir.

### Issiqlik dvigateli

XVIII asrning ikkinchi yarmida sanoatning rivojlanishi insoniyatni mehnat unumdarligini orttiruvchi qurilmalarni ixtiro qilishga undadi. Birinchi bug` dvigatelining loyihasi, Rossiyada 1765 yilda I.Polzunov tomonidan yaratildi. Ingliz ixtirochisi J. Watt 1784 yilda bug` dvigatelinini ixtiro qildi. Lekin, bu qurilmalar unumdarligining juda pastligi frantsuz injeneri Sadi Carnoni issiqlik mashinalarini takomillashtirish yo'llarini izlashga davat etdi.

Issiqlik dvigateli deb yoqilg`ining ichki energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradigan qurilmaga aytildi.

Issiqlik dvigatelining ish printsipi 349-a rasmida ko`rsatilgan. Bir siklda  $T_1$  temperaturali isitgichdan  $Q_1$  issiqlik miqdori olinib,  $T_2$  temperaturali sovutgichga  $Q_2$  issiqlik miqdori qaytariladi va  $A = Q_1 - Q_2$  miqdordagi ish bajariladi. 349-b rasmida issiqlik dvigatelining tuzilishi ko`rsatilgan. Har qanday dvigatel uchta qismdan iborat: ishchi modda (gaz yoki bug`), isitgich va sovutgich. Isitgichdan  $Q_1$  issiqlik miqdori olgan ishchi modda kengayib ish bajaradi. Yoqilg`ining yonishi natijasida isitgichning temperaturasi  $T_1$  o`zgarmas bo`lib qoladi. Siqilishda ishchi modda  $Q_1$  issiqlik miqdorini  $T_2 < T_1$  temperaturali sovutgichga uzatadi. Issiqlik dvigateli tsiklik ravishda ishlashi kerak.



Aylanma jarayon yoki sikl deb sistema bir qancha holatlardan o'tib dastlabki holatiga qaytadigan jarayonga aytildi. Soat strelkasi bo`ylab ro`y beradigan jarayonga (gaz oldin kengayib keyin siqiladi) to`g`ri sikl, soat strelkasiga teskari yo`nalishda (gaz oldin siqilib keyin kengayadi) ro`y beradigan jarayonga esa teskari sikl deyiladi. Issiqlik mashinalari to`g`ri sikl, sovutgichlar esa teskari sikl asosida ishlaydi. Sikl

tugaganda ishchi modda o`zining dastlabki holatiga qaytadi, yani uning ichki energiyasi boshlang`ich qiymatiga ega bo`ladi.

Issiqlik dvigatellariga: bug` mashinasi, bug` turbinasi, ichki yonish dvigateli, reaktiv dvigatellar kiradi.

## Bug` mashinasi

Bug` mashinalari va bug` trubinalarida isitgich vazifasini bug` qozoni, ishchi modda vazifasini bug`, sovutgich vazifasini esa atmosfera yoki ishlatilgan bug`ni sovutish qurilmasi kondensator bajaradi.

## Ichki yonish dvigateli

Ichki yonish dvigatelida isitgich va ishchi modda vazifasini yoqilg`i, sovutgich vazifasini esa atmosfera o`taydi.

Odatda yoqilg`i sifatida benzin, spirt, kerosin va dizel yoqilg`isi ishlatiladi. Maxsus qurilma (masalan benzinli dvigatellarda karbyurator) yordamida yoqilg`i va havo aralashma ko`rinishida tayyorlanib silindrga uzatiladi. Silindrda esa aralashma yonadi. Yonish mahsulotlari esa atmosferaga chiqarib tashlanadi.

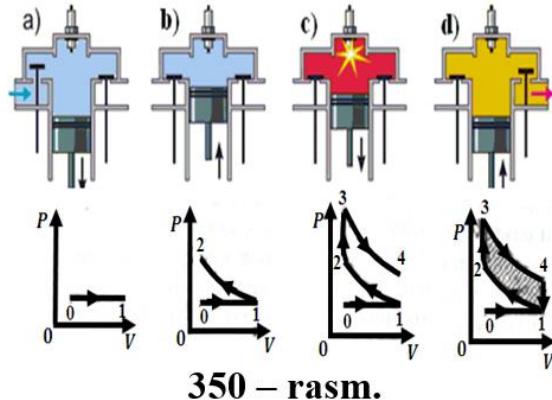
## Karbyuratorli dvigatel

To`rt taktli karbyuratorli dvigatelning ish printsipi va ishchi diagrammasini ko`raylik (350 – rasm). Tashqi kuchlar tasirida porshen pastga qarab harakatlanganda (350 – a rasm) kiritish klapini ochilib ishchi aralashma silindrga yani karbyuratorga tushadi.

Jarayon atmosfera bosimi ostida izobarik ravishda ro`y beradi. Porshen eng qo`yi holatga etganida kiritish klapini yopilib, birinchi takt (**surish takti**) tugaydi: grafikda jarayon 0-1 to`g`ri chiziq bilan ko`rsatilgan. Ikkinci (**qisish**) takti ham (350 – b rasm) tashqi kuch tasirida ro`y beradi.

Har ikkala klapan ham yopiq va gaz adiabatik ravishda qiziydi. Bu grafikda 1-2 chiziqa to`g`ri keladi. Uchinchi takt **ish jarayonida** chaqnab yonish (350 – c rasm). Porshen eng yuqori holatga etganida o`t oldiruvchi svecha uchquni aralashmani yoqadi va gazning bosimi keskin ortadi. Grafikda bu 2-3 izoxarik jarayonga mos keladi. Klapan yopiq turib porshen pastga qarab harakatlanadi, yani adiabatik ravishda kengayadi. 3-4 chiziq ishchi yurish deyiluvchi taktga to`g`ri keladi. 350 – c rasmdan ko`rinib turibdiki bu taktda gazning bosimi pasayadi, hajmi ortadi, temperaturasi pasayadi. Bu holda bajarilgan ish musbat bo`lib u gaz ichki energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi. To`rtinchi takt **chiqarib tashlash** (350 – d rasm). Porshen eng pastga etganida chiqarish klapani ochilib yonish mahsulotlari chiqarish moslamasi orqali atrof – muhitga chiqarib tashlanadi. Gazning bosimi pasayadi va takt oxirida atmosfera bosimiga teng bo`lib qoladi. Grafikda bu izoxarik jarayon 4-1 chiziq bilan ko`rsatilgan. Porshen maxovik energiyasi hisobiga yuqori holatiga qaytadi va takt tugaydi.

Ko`rilgan yopiq jarayonda bajarilgan ish, jarayonlar chiziqlari bilan ajratilgan shtrixlangan shakning yuzasiga teng bo`ladi. Grafikni tahlil qilish shuni ko`rsatadiki 3-4 qismdagi kengayish, 1-2 qismdagi qisilishga nisbatan kattaroq bosimda ro`y beradi. Aynan shuning natijasida dvigatel foydali ish bajaradi. 3-2 va 4-1 izoxorik jarayonlarda ( $V=const$ ) ish nolga teng va yuqorida qayd etilganidek foydali ish adiabatik kengayish va siqilishlarning farqlari bilan aniqlanadi.



Amalda ichki yonish dvigatellarining *FIK* 20-30% ni tashkil etadi. Ularning *FIK* ni orttirish uchun esa aralashmani ko`proq siqish kerak. Lekin ichki yonish dvigatellarida yoqilg`i aralashmasini qattiq siqish mumkin emas, chunki siqilgan yoqilg`i qizib o`z – o`zidan yonib ketishi mumkin. Bu esa dvigatelning ish printsipini buzadi.

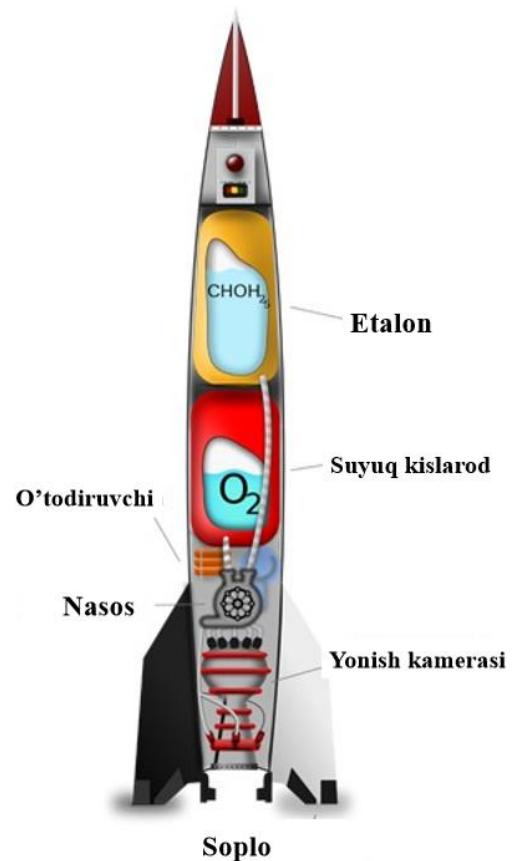
## Dizel

Nemis injeneri Dizel yuqoridagi qiyinchiliklardan holi va F.I.K. ancha yuqori bo`lgan dvigateli yaratdi. Dizellarda siqish darajasi ancha yuqori bo`lib uning oxirida havoning temperaturasi, yoqilg`i o`z-o`zidan o`t olishi uchun etarli darajada baland bo`ladi. Yoqilg`i esa, karbyuratorli dvigatellarnikidek birdaniga emas, balki asta-sekin, porshen harakatining biror qismi davomida yonadi. Yoqilg`ining yonish jarayoni ishchi bo`shliqning hajmi ortib borishi davomida ro`y beradi. Shuning uchun ham gazlarning bosimi ish davomida o`zgarmay qoladi. Shunday qilib dizelda aralashmaning yonish jarayoni o`zgarmas bosimda ro`y beradi. Karbyuratorli dvigatellarda esa bu jarayon o`zgarmas hajmda ro`y berardi. Dizel,karbyuratorli dvigatela qaraganda tejamkorroq bo`lib F.I.K. ham ancha yuqori, qariyb 40% ni tashkil qiladi. Uning quvvati ham ancha katta bo`lishi mumkin. Shu bilan birga ancha arzon yoqilg`ida ham ishlayveradi. Dizellar statsioner qurilmalarda, temir yo`l, havo va suv transportlarida keng qo`llaniladi. Hozirgi paytda kichik quvvatli dizellar avtomashina va traktorlarda ham ko`p ishlatilmoqda.

## Reaktiv dvigatel

351 – rasmda reaktiv dvigatelning sxemasi keltirilgan. Uning ish printsipi qo`yidagicha. Samolyot uchganda qarshidan kelayotgan havo oqimi bosim hosil qiladigan soplo orqali o`tib, forsunka sochayotgan yoqilg`ini qo`shib oladi. Hosil bo`lgan ishchi yoqilg`i so`ngra yonish kamerasiga tushadi va o`t oldiruvchi svecha yordamida yonadi. Ishchi aralashmaning yonishi natijasida hosil bo`lgan gazlar katta tezlik bilan chiqarish tirqishi-soplo orqali chiqarib tashlanadi. Aralashmaning yonishi bosimning keskin ortishiga olib keladi va natijada soplodan chiqadigan gazning tezligi dvigatelga kirayotgan gazning tezligidan juda katta bo`ladi. Aynan shu tezliklar farqi natijasida, harakat miqdorining saqlanish qonuniga muvofiq, reaktiv tortish kuchi vujudga keladi.

Hozirgi issiqlik mashinalarining F.I.K. 40% dan (ichki yonish dvigatellari) 60% gacha (reakтив dvigatellar) bo`lishi mumkin. Shuning uchun ham olimlar mavjud dvigatellarni takomillashtirish yo`lida tinimsiz izlanishlar olib borishmoqda. Shu bilan birga ichki yonish dvigatellarining tinimsiz ko`payib borayotganligini tabiatga va atrof muhitga katta havf tug`dirmoqda. Ekologik toza dvigatellarni yaratish bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biridir.



**351 – rasm.**

Shu bilan birga ichki yonish dvigatellarining tinimsiz ko`payib borayotganligini tabiatga va atrof muhitga katta havf tug`dirmoqda. Ekologik toza dvigatellarni yaratish bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biridir.

## Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Bu qonunning bir nechta shakllari mavjud bo`lib, ularning eng soddasasi **Klauzius ta'rifini** keltiramiz.

Issiqlik miqdori o`z – o`zidan past temperaturali jismdan yuqori temperaturali jismga o`tmaydi.

Amalda cheksiz katta bo`lgan okean suvlaridagi issiqlik miqdori, o`z – o`zidan temperaturasi suvnikidek pastroq bo`lgan jismagina o`tishi mumkin. Issiqlik miqdorini, temperaturasi past jismdan temperaturasi yuqori jismga o`tkazish uchun esa qo`shimcha ish bajarish kerak. Shu bilan birga issiqlik miqdori ishga to`la aylanmay uning bir qismi atrof – muhitni qizitishga sarflanadi. Shu nuqtai nazardan termadinamikaning ikkinchi qonunning qo`yidagi **Plank ta'rifi** ham takitlab o`tish mimkin: Tabiatda, issiqlik miqdori to`laligicha ishga aylanadigan jarayon bo`lishi mumkin emas.

Issiqlik ishga aylanishi uchun isitgich vasovutgich bo`lish kerak. Barcha issiqlik mashinalarida isitgichdan sovutgichga beriladigan energiyaning bir qismigina foydali

ishga aylanadi. Unda issiqlik mashinalarining unumdarligi qanday kattaliklarga bog`liq va uni oshirish uchun nima qilmoq kerak degan savol tug`iladi. Bu savolga termadinamikaning ikkinchi qonunning **Karno ta'rifi** javob beradi: ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti issiqlik beruvchi va issiqlik oluvchilarning temperaturalari bilangina aniqlanadi.

Termodinamika qonunlari amalda qanday mashinalar yasash mumkinligi va ularning unumdarligini orttirish uchun nimalarga e'tibor berish zarurligi haqida yo'llanma beradi.

### Mavzuda doir test

1. Issiqlik mashinalarida qanday energiya hisobiga ish bajariladi?

- A) potensial      B) elektromagnit      C) kinetik  
D) ichki            E) barcha energiyalar hisobiga

2. Quyida bayon etilgan fikrlarning qaysi biri noto`g`ri?

- A) issiqlik mashinalarida barcha ichki energiya mexanik ishga aylanadi  
B) bug` turbinalarida qizdirilgan bug`ning ichki energiyasidan foydalaniladi  
C) nurlanish – issiqlik uzatish usullaridan biridir  
D) suyuqliklar issiqlikniga gazlarga nisbatan yaxshiroq o`tkazadilar

3. Chizmada keltirilgan sikllarning qaysilari issiqlik mashinalarida amalga oshirilishi mumkin?

- A) barchasi      B) faqat 4  
C) 3 va 4      D) 1 va 4      E) 2 va 3

4. Issiqlik mashinasining ishchi jismi bo`lgan gaz ichki energiyasining bir sikl davomidagi o`zgarishini toping. Sikl davomida gaz isitkichdan  $Q_1$  issiqlik miqdori oladi, sovitkichga  $Q_2$  issiqlik miqdori beradi va A ish bajaradi.

- A)  $Q_1 - Q_2$       B)  $Q_1 - Q_2 + A$       C)  $A - Q_1 - Q_2$       D)  $Q_1 + Q_2 - A$       E) 0

5. Real issiqlik mashinasi FIK ifodasini ko`rsating.

- A)  $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2}$       B)  $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$       C)  $\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$       D)  $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$       E)  $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

6. Issiqlik mashinasi sikl davomida isitkichdan 100 J issiqlik oldi va sovitkichga 60 J issiqlik berdi. Mashinaning FIK ni toping (%)

- A) 67      B) 60      C) 40      D) 25      E) 15

7. FIK  $\eta$  bo`lgan issiqlik mashinasi isitkichdan Q issiqlik miqdori olganda qanday ish bajaradi? A)  $\eta Q$       B)  $(1 + \eta)Q$       C)  $(1 - \eta)Q$       D)  $Q/\eta$       E)  $Q$

8. Foydali ish koeffitsienti 40% bo`lgan issiqlik mashinasi bir siklda 100 kJ ish bajargan bo`lsa, u isitkichdan necha kilojoul issiqlik miqdori olgan?

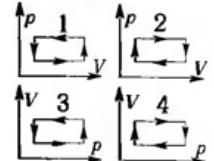
- A) 100      B) 250      C) 400      D) 25      E) 200

9. Issiqlik dvigateli isitkichdan olgan issiqlik miqdorining uchdan bir qismini sovitkichga beradi. Dvigatelning FIK ni toping (%)

- A) 33      B) 54      C) 58      D) 60      E) 67

10. Issiqlik dvigateli isitkichdan har sekundda 7200 kJ issiqlik oladi va sovitkichga 6400 kJ issiqlik beradi. Dvigatelning FIK qanday (%)?

- A) 62      B) 41      C) 24      D) 11



11. Issiqlik dvigateli isitkichdan 0.8 MJ issiqlik miqdori olib, sovitkichga 0.3 MJ issiqlik miqdorini beradi. Bu issiqlik dvigatelining FIK ni (%) toping.

- A) 30      B) 48      C) 50      D) 62.5      E) 83.5

12. Issiqlik dvigateli isitkichdan 0.4 MJ issiqlik miqdori olib, sovitkichga 0.26 MJ issiqlik miqdorini uzatadi. Dvigatelning FIK ni toping (%)

- A) 30      B) 35      C) 40      D) 45

13. Bitta siklda issiqlik mashinasi 28 kJ ish bajarib, sovitkichga 42 kJ issiqlik miqdorini beradi. Mashinaning FIKni aniqlang (%)

- A) 30      B) 42      C) 40      D) 50

14. FIK 25% bo‘lgan issiqlik mashinasi sovitkichga 600 J issiqlik beradi. U qanday foydali ish bajaradi (J)? A) 200    B) 300    C) 400    D) 500

15. FIK 40% bo‘lgan issiqlik mashinasi bitta siklda sovitkichga 42 kJ issiqlik beradi. Mashina bitta siklda qanday (kJ) ish bajaradi?

- A) 21      B) 28      C) 42      D) 56

16. Issiqlik mashinasining FIK 25%. Uning isitkichdan olgan issiqlik miqdori 800 J bo‘lsa, foydali ishi necha joul bo‘ladi?

- A) 100      B) 200      C) 300      D) 400      E) 600

17. Foydali ish koeffitsienti 30 % bo‘lgan ideal issiqlik mashinasi qizdirgichdan 10 kJ issiqlik oladi. Sovitkichga berilayotgan issiqlik miqdori qanday (kJ)?

- A) 6      B) 7      C) 3      D) 2.4      E) 1.5

18. FIK 40% bo‘lgan issiqlik mashinasi bitta siklda 42 kJ ish bajaradi. Mashina bitta siklda sovitkichga qanday (kJ) issiqlik miqdori beradi?

- A) 63      B) 42      C) 51      D) 28

19. Ideal issiqlik mashinasining FIKni kim hisoblagan?

- A) *Bolsman*      B) *Selsiy*      C) *Kelvin*      D) *Karno*

20. Ideal issiqlik dvigatelining FIK ifodasini toping.

- A)  $\frac{R}{R+r}$       B)  $\frac{T_1-T_2}{T_1}$       C)  $\frac{U}{\varepsilon}$       D)  $\frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$       E)  $\frac{A_{foy}}{A_{floy}}$

21. Isitkichning harorati  $150^{\circ}\text{C}$ , sovitkichniki  $20^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan ideal issiqlik mashinasining FIK necha foiz? A) 20      B) 23      C) 25      D) 30.7      E) 40

22. Ideal issiqlik mashina isitkichining harorati  $117^{\circ}\text{C}$ , sovitkichniki  $27^{\circ}\text{C}$ . Mashinaning FIK ni toping (%) A) 23      B) 33      C) 70      D) 30      E) 45

23. Ideal issiqlik mashinasida isitkichning mutlaq harorati sovitkichning mutlaq haroratidan 2 marta katta bo‘lsa, mashinaning foydali ish koeffitsienti necha foiz bo‘ladi? A) 30      B) 40      C) 50      D) 60      E) 70

24. Ideal issiqlik mashinasi isitkichning harorati sovitkichning haroratidan 4 marta katta bo‘lsa, uning FIK necha foizga teng?

- A) 80      B) 75      C) 70      D) 60      E) 50

25. Sovitkichning absolut harorati isitkich haroratining uchdan biriga teng bo‘lgan ideal issiqlik mashinasining FIK qanday bo‘ladi (%)

- A) 67      B) 54      C) 46      D) 30

26. Karno siklida ishlayotgan issiqlik mashinasiga temperaturasi  $480^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan bug‘ kirib, undan  $30^{\circ}\text{C}$  temperaturada chiqsa, mashinaning FIK qanday bo‘ladi (%)?

- A) 30      B) 40      C) 50      D) 60      E) 70

27. Bug‘ turbinasiga bug‘  $500^{\circ}\text{C}$  harorat bilan kirib, undan  $30^{\circ}\text{C}$  harorat bilan chiqib ketadi. Bug‘ turbinasini ideal issiqlik mashinasi deb hisoblab uning FIK ni toping (%)  
A) 30    B) 47    C) 61    D) 77    E) 94
28. Issiqlikning harorati  $227^{\circ}\text{C}$ , sovitkichniki  $27^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan issiqlik mashinasining maksimal FIK necha foiz?   A) 20    B) 30    C) 40    D) 45    E) 60
29. FIK ning maksimal qiymati 50% bo‘lishi uchun isitkichning harorati  $527^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan issiqlik mashinasi sovitkichning harorati qanday ( $^{\circ}\text{C}$ ) bo‘lishi kerak?  
A) 400    B) 351    C) 263.5    D) 260    E) 127
30. Isitkichning harorati 500 K bo‘lgan issiqlik mashinasining FIK 50%. Sovitkichning harorati qanday (K)?   A) 190    B) 200    C) 230    D) 240    E) 250



Tabiatda moddalar atom tuzulishiga ko‘ra 3 ta agrigat: gaz, suyuq va qattiq holatlarda uchraydi.

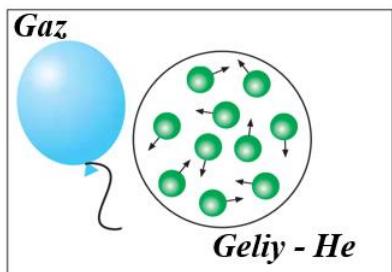
**Gaz** – xususiy shakl va hajmga ega emas. Gazlarning xususiy shaklga va hajmga emasligini quyidagi misollar yordamida bilib olishimiz mumkin.

Puflanadigan yupqa sharni biroz shishirib, og‘zini mahkam bog’laylik. Uni qo‘l bilan qissak kichrayganini ko‘ramiz. Demak, gazni siqish mumkin. Ikkita idishni olib, birmi ikkiinchisi bilan naycha bilan birlashtramiz. So‘ngra naychani mahkam qilib yopaylik va birinchi ishishni gaz bilan to’ldiraylik. So‘ngra nayni ochib yuborsak, havo naycha orqali ikkinchi idishga o‘tganini ko‘rishimiz mumkin (352 – rasm).

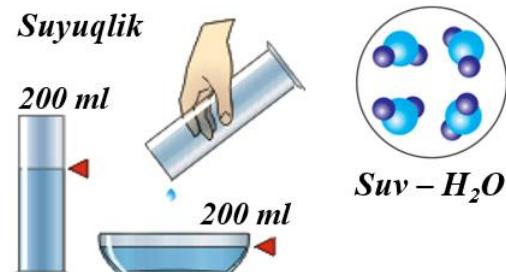
Demak, gaz bir idishdan ikkinchisiga o‘z – o‘zidan o‘ta oladi. Gazni qaysi idishga solmaylik, o‘sha idish shaklini va hajmini to‘la egallaydi. Gazlarning molekulalari orasidagi masofa molekulalarning o‘lchamidan o‘rtacha o‘n marta katta. Bunday masofada molekulalarning o‘zaro tortishish kuchi juda kichik bo‘ladi. Shu sababli gaz holatidagi moddalar xususiy shaklga va hajmga ega emas.

**Suyuqlik** – xususiy hajmga ega, lekin shaklga ega emas.

Suyuqlik molekulalari erkin harakat qila olmaydi. Gazlardan farqli ravishda suyuqliklar o‘z hajmini saqlaydi. Bug‘lanish jarayonidagina suyuqlikning sirtidan ayrim molekulalar uchib chiqadi.



352 – rasm.



353 – rasm.

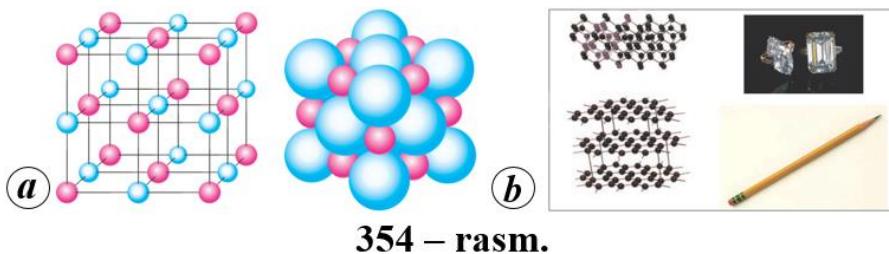
Suyuqlik biror idishga quyilsa, o'sha idish shaklini egallaydi. Suyuqliklarda molekulalar yaqin joylashganligi tufayli o'zaro tortishish kuchlari sezilarli bo'ladi. Shunga ko'ra o'z hajmini saqlaydi. Lekin og'irligi ta'sirida "yoilib" idish shaklini oladi (353 – rasm). Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchi suyuqlik shaklini saqlay oladigan darajada katta emas. Shunday bo'lsa-da, suyuqliknii siqish juda qiyin.

**Qattiq** – jismlar xususiy hajmga va shaklga ega.

Atrofimizdagi ko'pchilik narsalar qattiq jismlardan iborat. Shu jumladan biz o'quvchilar ko'p marotoba ishlaradigan ruchka, daftar, kitob, parta, uy, mashina va h.k. Ularning barchasi o'z shakliga ega. Ularning shaklini o'zgartirish uchun katta kuch sarflash kerak. Qattiq jismlarda molekulalar (atomlar) suyuqliklarga nisbatan ham yaqin joylashadi. Bundan tashqari, ular *tartib* bilan joylashadi. Joylashgan o'rniда tebranib turadi.

Masalan, osh tuzini olsak, uning molekulasi  $NaCl$ , ya'ni  $Na$  - natriy va  $Cl$  - xlor atomidan tashkil topgan. Atomlaming o'zaro joylashishi 354 – a rasmda keltirilgan, Ularni to'g'ri chiziq bilan birlashtirilsa, panjara ko'rinishida bo'ladi.

Atomlarning joylashish tartibi jismning qattiqlik darajasini o'zgartirishi mumkin. Masalan, Siz ishlatayotgan qalam, ko'mir va juda qattiq modda - olmos, brilliant bir xil uglerod (C) atomlaridan tashkil topgan. Lekin joylashish strukturasi turlichadir (354 – b rasm).



354 – rasm.

Modda tuzilishining molekulyar – kinetik nazariyasi faqat moddalraning gaz, suyuqlik va qattiq holatlarda bo'la olishini tushuntiribgina qolmasdan, balki ularning bir agrigat holatidan boshqa agrigat holatga o'tishini ham izohlab beradi.

## 60 - §. TO'YINGAN BUG'. QAYNASH. KRETIK TEMPERATURA

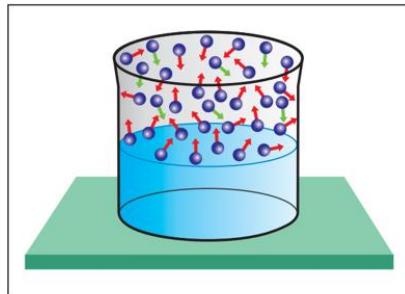
### Bug`lanish

Moddaning suyuq va qattiq holatidan gaz (bug`) holatiga o'tishiga **bug`lanish** deyiladi. Suyuqliklarning gaz holatga o'tishi bug`lanish deyilsa, qattik jismlarning bug`lanishiga **sublimatsiya** yoki **vazgonka** deyiladi.

Suyuqlikning bug`lanishini ko`raylik. Bug`lanish, suyuqlik molekulalarining betartib harakatining natijasidir. Har qanday molekula suyuklik sirtidan uzilib chiqishi uchun, molekulalar orasidagi tortishish kuchini yenga olishi kerak. Ya'ni molekulalarning kinetik energiyasi katta bo`lmog'i kerak. Suyuqlik molekulasi, sirt qatlamidan, suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlarining ta'sir masofasidan kattaroq masofaga uzoqlashsa bug` molekulasiga aylanadi. Suyuqlik molekulalarining tezliklari turlicha. Ularning orasida eng katta tezlikka ega bo`lganlarigina (eng katta

kinetik energiyaga ega bo`lganlarigina) suyuqlik sirtidan chiqqo oladi. Natijada suyuqlikda tezligi kichik molekulalar qolib, suyuqliknинг temperaturasi pasayadi. Suyuqliknинг temperaturasini o`zgarmas qilib saqlash yoki bug`lanish jarayonini tezlatish uchun esa qo`shimcha issiqlik miqdori beriladi. Agar suyuqlik qizdirilsa katta tezlikli molekulalarning soni ham ortadi va natijada suyuqlik sirtidan uzilib chiqadigan molekulalar soni ko`payadi.

Modda molekulalari uning ixtiyoriy holatida uzlusiz harakatda ekanligini eslaymiz. Ularning tezliklari eng ixtiyoriy tarzda o`zgaradi, katta tezlikka ega bo`lgan suyuqlik molekulasi katta kinetik energiyaga egadir. Bunday molekula boshqa molekulalarga nisbatan tortishish kuchiga ega bo`lishi va suyuqliknı tark etishi mumkin (355 – rasm).



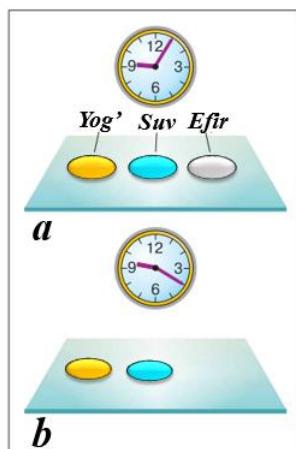
Bug`lanish tezligi nimalarga bog`liq?

Tajriba o`tkazamiz. Shishaga quyidagi ketma-ketlikda bir xil o`lchamlarda nam dog` surtamiz: kungaboqar yog`i, suv, aseton (efir) (356 – a va b rasmlar). Birinchi bo`lib, aseton dog`i, so`ngra suv dog`i yo`qoladi.

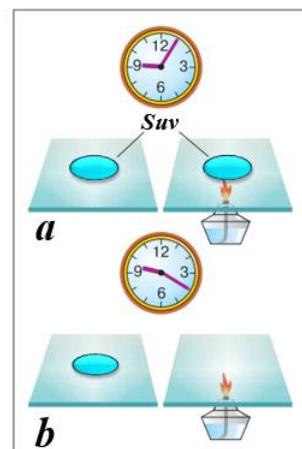
Mayli dog` uzoq saqlanadi. Bundan turli suyuqliklarning **bug`lanish tezligi bir xil emas** degan xulosa kelib chiqadi. Bu tushunarlidir: turli suyuqliklarda molekulalar o`zaro ta'sir kuchlari bir xil emas.

Tajribani davom ettiramiz. Bitta shisha plastinkani sovuq holda olamiz. Ikkinchisini esa qizdiramiz va ularga aseton yoki suvning bir xil tomchilarini tushiramiz (357 – a, b rasm). Qizdirilgan plastinkadan tomchi sovuq plastinkadagiga qaraganida tezroq yo`qoladi.

Suyuqlik temperaturasi qanchalik yuqori bo`lsa, bug`lanish tezligi shunchalik katta bo`ladi.



**356 – rasm.**



**357 – rasm.**

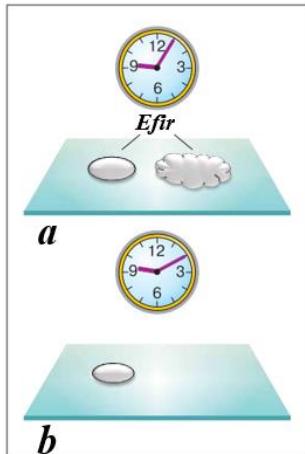
Endi shishaga ikki tomchi aseton tomizamiz. Bir tomchini shunday surkab tashlaymizki, bunda dog` hosil bo`lsin (358 – a, b rasmlar). Aseton tomchisi tezroq bug`lanadi. Demak, suyuqliknig erkin sirti yuzasi qanchalik katta bo`lsa, bug`lanish tezligi shunchalik katta bo`ladi.

Nihoyat, ikkita shishaga bittadan aseton tomchisi tomiziladi. Bitta shishani kartonli yelpig`ich bilan yelpiymiz. Bu shishadagi tomchi tezroq bug`lanadi. Nima uchun?

Bug`lanishda molekulalar suyuqlik sirtini tark etibgina qolmay, orqaga qaytadilar ham. Uchib chiqqan molekulalarni shamol uchirib ketadi. Bunga fen harakati asoslangan (359 – rasm).

Suyuqlik bug'langanida hamma vaqt soviydi. Bug'lanishda temperatura o'zgarmasligi uchun suyuqlikka tashqaridan issiqlik berish kerak. Ma'lum bir temperaturada suyuqlikning birlik massasini bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lган issiqlik miqdariiga shu temperaturadagi ***solishtirma bug'lanish issiqligi*** deyiladi.

$$r = \frac{Q_{\text{bug}'}}{m}$$



358 – rasm.



359 – rasm.

Bu yerga  $r$  – solishtirma bug'lanish issiqligi bo'lib, suyuqlikning tabiatiga va temperaturaga bo'g'liq.  $r = \frac{Q_{\text{bug}'}}{m}$  ifodanan ko'rindiki, solishtirma bug'lanish issiqlik XBS dagi birligi qilib  $[r] = \frac{[Q_{\text{bug}'}]}{[m]} = \frac{1J}{1kg} = 1 \frac{J}{kg}$  qabul qilingan.

Suyuqlik har qanday temperaturada ham bug'lanadi. Suyqlik temperaturasi ortishi bilan bug'lanish intensivligi ham ortadi.

### Kondensatsiya

Sovush yoki siqilish natijasida bug`ning suyuqlik yoki qattik jism holatiga o'tshiga ***kondensatsiya*** deyiladi.

Suyuqlikni bug`latish uchun qancha issiqlik miqdori sarflangan bo`lsa, kondensatsiyalanganda ham shuncha energiya ajralib chiqadi. Demak bug`lanishda moddaning ichki energiyasi ortsa (issiqlik miqdori olinadi), kondensatsiyada ichki energiyasi kamayadi (energiya ajraladi). Har ikkala jarayon ham modda va atrof muhit o`rtasida energiya almashuvining natijasidir.

$$Q_{\text{kondin}} = -Q_{\text{bug}'}$$

Kondensatsiya ikki xil usulda ro'y berish mumkin. Betartib harakat qilayotgan bug` molekulasi qaytadan suyuqlik molekulalarining ta'siri doirasiga tushib qolishi mumkin. Bunday molekulalarni suyuqlik o`ziga singdirib oladi.

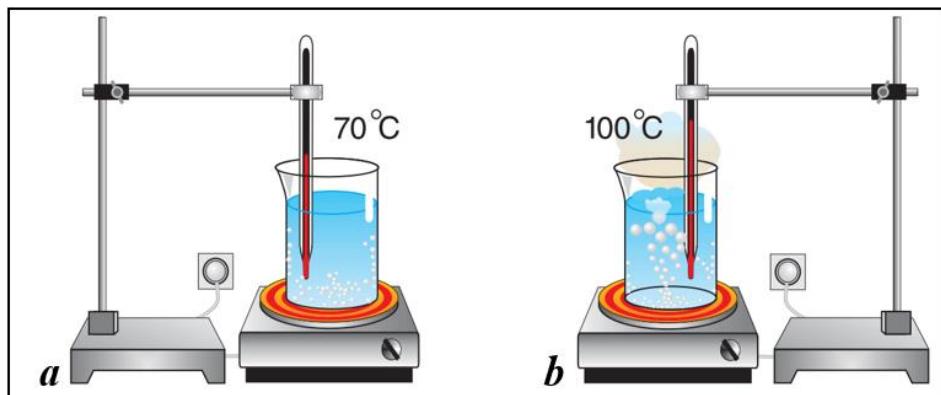
Sovush natijasida bug` molekulalarining energiyalari kamayadi va birikib tomchilar hosil qilib suyuqlikka qaytib tushishadi. Yomgir, qor, shudring va qirovlar suv bug`larining tabiatda kondensatsiyalanishining natijasidir.

### Qaynash

Qaynash deb, suyuklikning ham sirti, ham butun hajmi bo`ylab bug` pufakchalarining jadal hosil bo`lishi bilan bug`ga aylanish jarayoniga aytildi. Demak qaynash suyuklikning bug`ga aylanishining hususiy xolidir.

Endi ochiq idishdagi suyuklikni qizdiraylik. Har qanday suyuklikda ham ma'lum miqdorda erigan gaz mavjud bo'ladi. Temperatura ortishi bilan gaz suyuklikdan ajraladi va idishning ichki devorlariga kichik pufakchalar ko`rinishida yopishib qoladi. Temperatura ko`tarilgan sari pufakchalarning o'lchamlari orta boradi va suyuqlik sirtiga qalqib chiqa boshlaydi.

Suyuqlikning yuqori, kam qizdirilgan qatlamlariga ko`tarilgan pufakchalarning hajmi, suv bug`larining pufak ichidagi kodensatsiyasi tufayli kichraya boradi (360 – a rasm).



**360 – rasm.**

Suyuqlikning temperaturasi tenglashganda pufakcha hajmi ko`tarilish davomida kattalashadi. Bunga sabab, pufakcha ichidagi tuyingan bug`ning bosimi  $P_N=nkT$  o`zgarmay qolgan bir paytda gidrostatik bosim  $P_g=\rho gh$  kamayadi.

Kattalashib borayotgan pufakchaning ichi to`yintiruvchi bug`ga to`la bo'ladi, chunki temperatura o`zgarmas bo`lganda to`yintiruvchi bug`ning bosimi hajmga bog`lik bo`lmaydi.

Pufakcha suyuqlik sirtiga etganda undagi to`yintiruvchi bug`ining bosimi amalda suyuqlik sirtidagi atmosfera bosimiga teng bo`ladi.

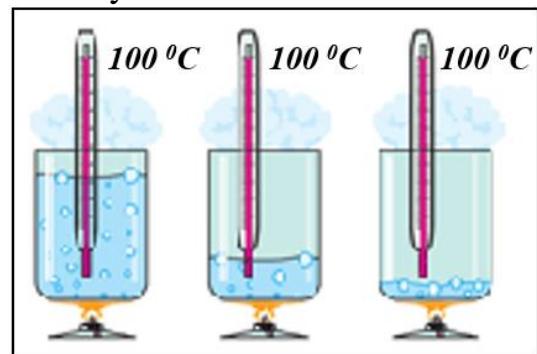
Pufakchani to`ldirib turgan to`yintiruvchi bug` atmosferaga chiqariladi. (360 – b rasm) Qaynash ro`y beradi.

Suyuqlik to`yintiruvchi bug`ining bosimi tashqi bosimga teng bo`lganda, qaynash jarayoni butun suyuqlik bo`ylab bir hil temperaturada ro`y beradi.

Normal sharoitda har bir suyuqlik to`yintiruvchi bug`ining bosimi uning sirtidagi tashqi bosimga teng bo`ladigan ma'lum bir temperaturada qaynaydi.

Bu temperaturaga qaynash temperaturasi deyiladi.

Qaynayotgan suv to'liq bug`ga aylanib ketgunicha uning temperaturasi o`zgarmaydi (361 – rasm).



**361 – rasm.**

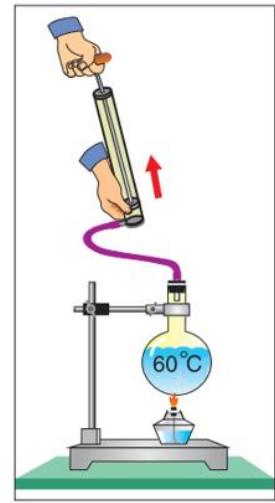
## Qaynash temperaturasining bosimga bog`liqligi

Agar suyuqlik sirtidagi bosim kichikroq bo`lsa, unda qaynash paytida unga teng bo`ladigan suyuqlik to`yintiruvchi bug`ining bosimi ham pastroq bo`ladi. Demak qaynash temperaturasi ham pastroq bo`ladi. Shunday qilib qaynash temperaturasi tashqi bosimga bog`lik bo`ladi degan hulosaga kelamiz. Tashqi bosim qancha past bo`lsa suyuqlikning qaynash temperaturasi ham shuncha past bo`ladi.

Buni tajribada isbotlaymiz. Kolbaga temperaturasi  $t=50-60^{\circ}\text{C}$  bo`lgan issiq suv solamiz. Kolbani dam berayotgan nasosga ulangan tiqin bilan yopamiz (362 – rasm).

Kolbadan gazni so`rib chiqaramiz. Suv temperaturasi  $100^{\circ}\text{C}$  dan kichik bo`lsada, qaynab ketadi. Bu esa bunday suvda tuxumni pishirsa bo`ladi, degani emas. Tuxum suv qaynayotgani uchun emas, u issiqligidan pishadi.

Atmosfera bosimi past bo`lgan tog` cho`qqilarida suvning dengiz satxidagidan ko`ra pastroq temperaturalarda qaynashi hulosamizning yaqqol isbotidir. Atmosfera bosimi ancha yuqori  $15\text{ atm.}$  ( $15 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ) bo`lgan bug` mashinalarining qozonlarida suvning qaynash temperaturasi  $200^{\circ}\text{C}$  ( $473\text{ K}$ ) ga yaqin bo`ladi.



362 – rasm.

## Tuyingan bug`

Suyuqlik havosi so`rib olingan yopiq idishga solingan bo`lsin. Dastlab suyuqlikdan bug`lanayotgan molekulalarning soni ortib boradi. Bug` molekulalarining soni ortishi bilan kondensatsiyalanadigan molekulalar soni ham ko`payadi. Ma'lum bir paytda bug`lanayotgan va kondensatsiyalanayotgan molekulalar soni tenglashadi. Bunday holatga bug` va suyuqliqning dinamik muvozanat holati deyiladi. Suyuqlik bilan dinamik muvozanatda bo`lgan bug`ga **to`yingan bug`** deyiladi. O`zgarmas temperaturada suyuqlik ustidagi bug` molekulalarining soni ortib borishi bilan bug` bosimi ham ortib boradi.

Bug` to`yinganda bosim ham o`zining eng katta qiymatiga erishadi.

O`z suyuqligi bilan termodinamik muvozanatda bo`lgan bug`ga **to`yingan bug`** deyiladi.

To`yingan bug` bosimi hajmga bog`liq emas, u temperaturaga bog`liq

$$P = nkT$$

## Kritik holat

Temperatura ortishi bilan to`yingan bug`ning zichligi ortib boradi, suyuqlikning zichligi esa kengayishi natijasida kamayib boradi. Temperatura ko`tarilgan sari bu zichliklarning qiymatlari bir – biriga yaqinlashadi va malum bir temperaturada tenglashishadi. Boshqacha aytganda suyuqlik va bug` orasidagi farq yo`qoladi. Suyuqlikning bunday holatiga kritik holat, temperaturaga esa **kritik temperatura**

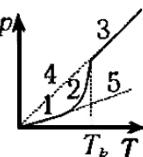
deyiladi. Yuqorida aytigandanidek kritik holat kritik parametrlar  $R_K$ ,  $V_K$ ,  $T_K$  bilan harakterlanadi. Har bir suyklik uchun kritik temperaturaning qiymatlari turlicha bo`ladi. Masalan geliy uchun  $T_K = 5K$ , suv uchun  $T_K=647K$ , karbanat angidrid uchun  $T_K=304K$ , suyuq vodorod uchun  $T_K=33K$ .

### Mavzuda doir test

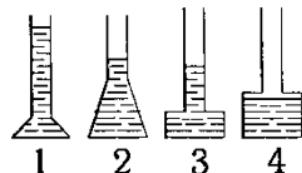
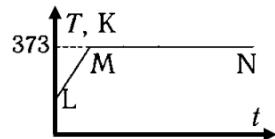
- Nima sababli efir bilan ho`llanganida qo`limiz suv bilan ho`llanganidan ko`ra qattiqroq soviydi?
  - qaynash nuqtasi inson badani haroratiga yaqin bo`lgani uchun efir suvganisbatan tez bug`lanadi*
  - suvning qaynash harorati efirnikidan ancha katta*
  - suvning qaynash harorati efirnikidan ancha kichik*
  - efirning solishtirma bug`lanish issiqligi suvnikidan ancha kichik*
- Germetik berk idishda faqat to`yingan suv bug`i bor (suv yo`q). Idish isitilganda bug` molekulalarining konsentratsiyasi qanday o`zgaradi?
  - o`zgarmaydi*
  - kamayadi*
  - ortadi*
  - ortishi ham, kamayishi ham mumkin*
- To`yingan bug` bosimining hajmga bog`lanishi qanday?
  - hajmga to`g`ri proporsional*
  - hajmga bog`liq emas*
  - hajmga teskari proporsional*
  - hajmning kvadratiga proporsional*
- O`zgarmas temperaturada to`yingan bug`ning hajmi 4 marta kamaytirilsa, bosim necha marta o`zgaradi?
  - 2 marta oshadi*
  - 2 marta kamayadi*
  - o`zgarmaydi*
  - 4 marta kamayadi*
- Bir xil idishdagisi, bir xil hajmli, bir xil temperaturadagi suyuqlik, muhit temperaturalari teng bo`lganda, qayerda tezroq bug`lanadi?
  - hamma joyda bir xil bug`lanadi*
  - tog`da*
  - tekislikda*
  - shaxtada*
- To`yingan bug` bosimi uning qaysi parametrlariga bog`liq?
  - temperaturasi va hajmiga bog`liq emas*
  - hajmiga*
  - temperaturasi va hajmiga*
  - temperaturasiga*
- 1-yopiq idishda suv va suv bug`i bor, 2-idishda esa faqat to`yingan suv bug`i bor. harorat ortganda bu idishlardagi bosim qanday o`zgaradi?
  - ikkalasida bir xil ortadi*
  - 1-sida ko`proq ortadi*
  - 2-sida ko`proq ortadi*
  - 1-sida o`zgarmaydi, 2-sida ortadi*
- Germetik yopilgan idishda suv va suv bug`i bor. Idish isitilganda suv bug`i molekulalarining konsentratsiyasi qanday o`zgaradi?
  - o`zgarmaydi*
  - kamayadi*
  - ortadi*
  - $4^0C$  dan yuqori haroratda kamayadi,  $4^0C$  dan past haroratda ortadi*
- Rasmida tasvirlangan bug` bosimining haroratga bog`lanish grafigidagi qaysi soha to`yingan bug` holatini ifodalaydi?

- 1*
- 2*
- 3*
- 4*

- Qanday holatdagisi jismning zinchligi harorat ortishi bilan ortadi?



- A) qattiq holatdagi      B) to 'yingan bug' holatidagi  
 C) suyuq holatdagi      D) to 'yinmagan bug' holatidagi
11. Rasmda suv temperaturasining vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Bu grafikning MN qismi qanday jarayonga mos keladi?
- A) kondensatsiya      B) sovish  
 C) isish      D) qaynash
12. Ochiq idishdagi suv  $95^{\circ}\text{C}$  da qaynadi. Buning sababi nima?
- A) suv tez isitilgan      B) suv sekin isitilgan  
 C) havo bosimi normal atmosfera bosimidan katta  
 D) havo bosimi normat atmosfera bosimidan kichik
13. Berk idishdagi suv  $105^{\circ}\text{C}$  da qaynadi. Buning sababi nima?
- A) idishdagi bosim normal atmosfera bosimidan yuqori  
 B) idishdagi bosim normal atmosfera bosimidan past  
 C) suv tez isitilgan      D) suv juda sekin isitilgan
14. Rasmagi asos yuzlari teng bo'lgan idishlarga bir xil miqdorda suyuqlik solingan. Bu idishlarni bir xil quvvatli elektr isitkichlar ustiga qo'yilsa, qaysi biridagi suv birinchi qaynaydi?
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4
15. Bug'lanishga teskari jarayon qaysi javobda berilgan?
- A) rekombinatsiya      B) dissosiatsiya  
 C) korroziya      D) sublimatsiya      E) kondensatsiya
16. Quyida bayon etilgan fikrlarning qaysi biri noto'g'ri?
- A) kondensatsiya – bug'lanishga teskari jarayondir  
 B) suyuqlik molekulalarining gaz holatiga o'tish jarayoni bug'lanish deb ataladi  
 C) qaynayotgan suv ichida paydo bo'luvchi to 'yingan bug' bosimi tashqi bosimga teng bo'ladi  
 D) qaynash – suyuqlikning to'la sirti bo'yicha bug'lanish jarayonidir
17. Sublimatsiya nima?
- A) moddaning suyuq holatdan gaz holatga o'tishi  
 B) moddaning qattiq holatdan gaz holatga o'tishi  
 C) moddaning gaz holatdan suyuq holatga o'tishi  
 D) moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi
18. Kritik temperatura nima? Bu...
- A) bug'lanish temperaturasi      B) qaynash temperaturasi  
 C) gazni (bug'ni) siqish yo'li bilan suyuqlikka aylantirib bo'lmaydigan eng past temperatura      D) normal bosimdagい erish temperaturasi
19. Berilgan jumlalarning qaysi biri noto'g'ri?
- A) to 'yingan bug' Mendeleev-Klapeyron qonuniga bo'ysunadi  
 B) kritik fizik xossalari farqi yo'qoladi  
 C) temperatura qancha yuqori bo'lsa, to 'yingan bug' ning elastikligi shuncha katta bo'ladi  
 D) to 'yingan bug' ning elastikligi o'zgarmas temperaturada bug' egallab turgan hajmga bog'liq
20. Qanday holda gazlarni suyuqlikka aylantirish mumkin?



- A) javob gazning miqdoriga bog'liq
- B) har qanday temperaturada
- C) faqat kritik temperaturada
- D) kritik temperaturadan past temperaturalarda

21. Moddaga tegishli bo'lgan kritik temperaturadan yuqori temperaturalarda u qanday agregat holatda bo'ladi?

- A) gaz va suyuq
- B) suyuq
- C) gaz
- D) to'yigan bug'

## 61 - §. HOVONING NAMLIGI. ABSALYUT VA NISBIY NAMLIKLER

### Namlik

Yer kurrasidagi barcha suv havzalarining sirtidan suvning tinimsiz bug`lanishi ro'y berib turadi. Shuning uchun ham atmosfera tarkibida suv bug`lari ham mavjud. Atmosferadagi suv bug`larining miqdorini harakterlash uchun ***namlik*** tushunchasi kiritiladi.

Atmosfera havosi turli xil gazlar bilan suv bug'inining aralashmasidir. Boshqa gazlarning hammasi bo'lмаган holda suv bug'i berish mumkin bo'lgan bosim suv bug'inining ***patsial bosimi*** deb ataladi. Suv bug'inining parsial bosimi havo namligining xarakteristikalaridan biridir.

### Absolyut va nisbiy namliklar

Absolyut namlik deb –  $1m^3$  havo tarkibida mavjud bo'lgan suv bug`larining miqdori bilan harakterlanuvchi kattalikka aytildi.

Amalda absolyut namlikdan tashqari havoning bug` bilan to`yinsh darajasini bilish ham muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Shu maqsadda nisbiy namlik tushunchasi kiritiladi. ***Havoning absolyut namligi*** ( $\rho_a$ ) deb havoda mavjud bo'lgan suv bug`larining zichligiga aytildi, havoda mavjud bo'lgan suv bug`larining partsial bosimi ( $P_a$ ) ga aytildi, o'znavbatida suv bug'inining zichligi birligi  $kg/m^3$  bo'lsa u

$$\text{holda absolyut namlik birligi } P_a \text{ da aniqlanadi. } \rho_a = \frac{P_a M}{RT}, \quad P_a = \frac{\rho_a RT}{M},$$

Demak suv bug'inining parsial bosimi havoning absalyut namligining xarakterlaydigan kattalikdir.

Ma'lum bir temperaturada havodagi suv bug'i parsial bosimining shu temperaturadagi to'yigan bu'ning elestikligiga nisbatining protsenlarda ifadalangan qiymati ***havoning nisbiy namligi*** deyiladi:

$$\varphi = \frac{P_a}{P_t} 100\%$$

bu yerda  $P_a$  - to'yinmaga bug'ning bosimi,  $P_t$  - to'yigan bug' bosimi,  $\varphi$  - nisbiy namlik.

Yoki havodagi mavjud suv bug'i zichligi  $\rho_\alpha$  shu temperaturadagi to'yintiruvchi suv bug'i zichligi  $\rho_t$  ga nisbati orqali ifodalash mumkin.

$$\varphi = \frac{\rho_\alpha}{\rho_t} \cdot 100\%$$

Nisbiy manlik havoning suv bug'iga qanchalik to'yinganini bildiradi.

$V_1$  hajmda namlik  $\varphi_1$ ,  $V_2$  da  $\varphi_2$  bo'lsa, aralashmaning nisbiy namligi aniqlash:  $\varphi_1 = \frac{P_{a_1}}{P_t} \cdot 100\%$  va  $\varphi_2 = \frac{P_{a_2}}{P_t} \cdot 100\%$  formulalardan  $P_{a_1}$  va  $P_{a_2}$  larni topib olamiz  $\varphi_1 = \frac{P_{a_1}}{P_t} \cdot 100\% \Rightarrow P_{a_1} = \frac{\varphi_1 P_t}{100\%}$   $\varphi_2 = \frac{P_{a_2}}{P_t} \cdot 100\% \Rightarrow P_{a_2} = \frac{\varphi_2 P_t}{100\%}$  Mendeleyev – Klapeyron tenglamasi bo'yich  $P_1 V_1 = \nu_1 RT$  va  $P_2 V_2 = \nu_2 RT$  aralashma uchun  $PV = (\nu_1 + \nu_2)RT$  bu yozilgan tenglamalardagi boimning o'rniga yuqorida aniqlangan bosimlarni olib kelib qo'ysak u holda quyidagiga ega bo'lamicz, ya'ni  $\frac{\varphi_1 P_t}{100\%} V_1 = \nu_1 RT$  va  $\frac{\varphi_2 P_t}{100\%} V_2 = \nu_2 RT$   $\frac{\varphi P_t}{100\%} V = (\nu_1 + \nu_2)RT$  dan  $\varphi = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT}{PV} \cdot 100\%$  ga ega bo'lamicz  $\frac{\varphi_1 P_t}{100\%} V_1 = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{\varphi_1 P_t V_1}{100\% RT}$ ,  $\frac{\varphi_2 P_t}{100\%} V_2 = \nu_2 RT \Rightarrow \nu_2 = \frac{\varphi_2 P_t V_2}{100\% RT}$  bu topilgan  $\nu_1$  va  $\nu_2$  larni hamda  $V = V_1 + V_2$  ni  $\varphi = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT}{PV} \cdot 100\%$  ga keltirib qo'ysak  $\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2}$  kelib chqadi.

Demak aralashmaning nisbiy namligi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

Agar havoning tarkibida suv bug'lari bo`lmasa uning absolyut va nisbiy namliklari nolga teng bo`ladi.

### To'yingan bug' bosimi $P_t$ va zichligi $\rho_t$ ning temperatura $t$ ga bog'liqligi

$t, {}^\circ C$	$P_t, kPa$	$\rho_t, g/m^3$	$t, {}^\circ C$	$P_t, kPa$	$\rho_t, g/m^3$
-20	0,103	0,85	6	0,934	7,3
-18	0,125	1,05	8	1,06	8,3
-16	0,151	1,27	10	1,228	9,4
-14	0,181	1,51	12	1,402	10,7
-12	0,217	1,80	14	1,598	12,1
-10	0,260	2,14	16	1,817	13,6
-8	0,337	2,54	18	2,063	15,4
-6	0,368	2,99	20	2,338	17,3
-4	0,437	3,51	22	2,643	19,3

-2	0,517	4,13	24	2,984	21,8
0	0,611	4,84	26	3,361	24,2
2	0,705	5,60	28	3,780	27,2
4	0,813	6,40	30	4,242	30,3

## Shudring nuqtasi

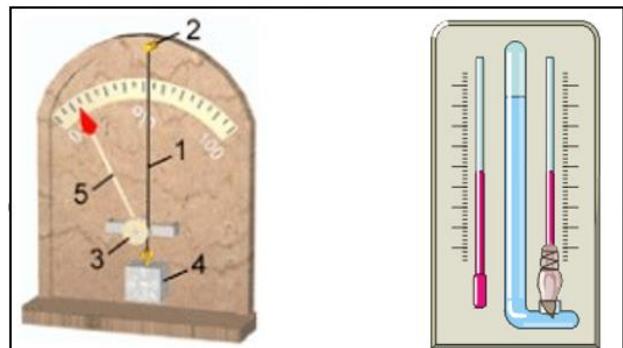
Havodagi suv bug`lari to`yingan holatda bo`ladigan temperaturaga shudring nuqtasi deyiladi.

Soviyotgan jismlarda shudringning paydo bo`lishi havoning suv bug`lari bilan to`yinganidan darak beradi.

Shudring nuqtasida havoning nisbiy namligi 100% ga bo`ladi. Shudring nuqtasi **gigrometr** yordamida aniqlanadi.

## Namlikni o'lchash. Gigrometr

Havoning namligini aniqlash uchun ishlatalidigan asbobga gigrometr deyiladi. Eng oddiy gigrometrning ish printsipi havoning namligi ortishi bilan inson sochining uzayishiga asoslangan. Soch gigometrining tuzilishi 363 – rasmida ko`rsatilgan. S – soch tolasining yuqori uchi maxkamlanib, engil blok orqali aylantirib o`tkazilgan ikkinchi uchiga R yuk osilgan. Blokka berkitilgan S – ko`rsatkich soch uzunligining o`zgarishini bildiradi. Asbobni oldindan mos oraliqlarga bo`lib chiqib nisbiy namlikni bevosita aniqlash mumkin.



363 – rasm.

364 – rasm.

## Psixrometr

Havoning namligini aniqroq hisoblash uchun psixrometr deyilguvchi asbobdan foydalaniladi (364 – rasm). U ikkita termometrdan iborat bo`lib, ularidan birining simobli shari suvli idishga tushirilgan doka bilan o`ralgan. Doka kapilyarlaridan ko`tarilgan suv termometr simobli sharini xo`llaydi. Agar havo suv bug`lari bilan to`yinmagan bo`lsa, dokadagi suv bug`lanib termometri sovutadi. Natijada xo`llangan termometrning ko`rsatishi quruk termometrning ko`rsatishidan pastroq bo`ladi.

Havo qanchalik quruq bo`lsa, xo`l va quruq termometrlar ko`rsatkichlari orasidagi farq ham shunchalik katta bo`ladi. Shu farqqa asosan psixrometr jadvalidan havoning nisbiy namligi aniqlanadi. Agar havo suv bug`lari bilan to`yingan bo`lsa, unda dokadagi suv bug`lanmaydi. Termometrlarning ko`rsatkichlari bir hil bo`lib nisbiy namlik 100 % ekanligini ko`rsatadi. Bunday hol yomg`ir yog`ayotgan va tuman tushgan paytda bo`lishi mumkin.

Quruq temperaturaning ko'tsatishi $^{\circ}\text{C}$	Quruq va nam termometrlar ko'rsatishlarining farqi $^{\circ}\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nisbiy namlik %											
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

### Mavzuga doir test

- Agar  $1 \text{ m}^3$  havoda  $15 \text{ g}$  suv bug'i bo'lsa, uzunligi  $70 \text{ m}$ , eni  $7 \text{ m}$  va balandligi  $4 \text{ m}$  bo'lgan maktab koridorida qancha (kg) suv bug'i bor?  
 A) 25      B) 28.6      C) 39.2      D) 29.4      E) 15
- Ta'rifini davom ettiring: "Havodagi suv bug'inining parsial bosimi bu ..."  
 A) *bug' kondensatsiyalanadigan bosim*  
 B) *suv bug'i to'yinganda hosil qiladigan bosim*  
 C) *boshqa gazlar bo'lmaganda suv bug'i hosil qiladigan bosim*  
 D) *havoning barometr ko'rsatadigan bosimi*
- Gapni davom ettiring. Absolut namlik deb: 1) berilgan temperaturadagi to'yingan bug' bosimiga aytildi. 2) berilgan temperaturada havodagi suv bug'inining parsial bosimiga aytildi. 3) havodagi to'yingan bug' massasiga aytildi. 4)  $1 \text{ m}^3$  havodagi suv bug'larining miqdoriga aytildi. 5) havoda bo'lgan suv bug'inining zichligi bilan o'lchanadigan kattalikka aytildi.  
 A) 1, 5      B) 2, 4, 5      C) 2, 3      D) 3, 4
- Birliklarning halqaro sistemasida havoning mutlaq (absolut) namligi qanday birlikda o'lchanadi?    A)  $\text{kg}/\text{m}^3$     B) o'lchamsiz    C) K    D) %    E) Pa
- Ichida namlikni yutuvchi modda bo'lgan naycha orqali  $10 \text{ l}$  havo o'tkazilganda, havoning absolut namligi  $30 \text{ g}/\text{m}^3$  ekanligi aniqlangan. Bunda naychaning massasi qanchaga ortgan?    A)  $3 \text{ mg}$     B)  $30 \text{ mg}$     C)  $3 \text{ g}$     D)  $0.3 \text{ g}$
- Ichida namlikni yutuvchi modda bo'lgan naycha orqali  $20 \text{ l}$  havo o'tkazilgan. Bunda naychaning massasi  $400 \text{ mg}$  ortdi. Havoning absolut namligi qanday ( $\text{g}/\text{m}^3$ )?  
 A) 40      B) 30      C) 20      D) 50

7. Harorat ortishi bilan havoning absolut va nisbiy namliklari qanday o‘zgaradi?

- A) ikkala namlik ham o‘zgarmaydi
- B) absolut namlik ortadi, nisbiy namlik kamayadi
- C) abs.namlik o‘zgarmaydi, nisbiy namlik kamayadi
- D) ikkala namlik ham kamayadi

8. Suv bug‘ining  $19^{\circ}\text{C}$  haroratdagi parsial bosimi 1,1 kPa bo‘lsa, havoning nisbiy namligi qanday (%)?  $19^{\circ}\text{C}$  da to‘yingan bug‘ bosimi 2,2 kPa.

- A) 30
- B) 40
- C) 50
- D) 60

9.  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada  $5 \text{ m}^3$  havoda 50 g suv bug‘i bo‘lsa, havoning nisbiy namligi necha foiz bo‘ladi?  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada to‘yingan suv bug‘ining zichligi  $17.3 \text{ g/m}^3$ .

- A) 50
- B) 58
- C) 62
- D) 65
- E) 70

10. Havoning nisbiy namligi 50%, temperaturasi  $16^{\circ}\text{C}$  bo‘lsa, absolut namlik qanday bo‘ladi ( $\text{kg/m}^3$ )?  $16^{\circ}\text{C}$  temperaturada to‘yingan bug‘ zichligi  $p_T = 13.6 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$

- A)  $4.8 \cdot 10^{-3}$
- B)  $6.8 \cdot 10^{-4}$
- C)  $6.8 \cdot 10^{-3}$
- D)  $1.8 \cdot 10^{-2}$

11. To‘yingan suv bug‘ining  $0^{\circ}$  dagi bosimi 4.6 mm Hp;  $35^{\circ}\text{C}$  dagi bosimi esa 42 mm Hp ga teng.  $0^{\circ}\text{C}$  da (noyabr oyida) havoning nisbiy namligi 95% va  $35^{\circ}\text{C}$  (iyul oy) dagi nisbiy namlik 40% bo‘lsa, shu ikki holda havodagi suv bug‘i parsial bosimlarining nisbati qanday bo‘ladi? A) 0.33      B) 0.5      C) 1      D) 2      E) 3.8

12. Shudring nuqtasi nima?

- A) suv bug‘i to‘yinishga erishadigan nisbiy namlik
- B) suv bug‘i to‘yinishga erishadigan bosim
- C) suv bug‘ining kritik temperaturasi
- D) suv bug‘i to‘yinishga erishadigan temperatura

13. Quyida keltirilgan fikrlarning qaysi biri noto‘g‘ri: 1) shudring nuqtasida havoning nisbiy namligi 100% oshadi; 2) suv bug‘i to‘yinadigan holdagi temperatura shudring nuqtasi deb ataladi; 3) havo shudring nuqtasigacha sovisa, bug‘ kondensatsiyalana boshlaydi, tuman hosil bo‘ladi, shudring tushadi 4) shudring nuqtasida suv bug‘larining elastikligi to‘yingan bug‘ elastikligiga teng.

- A) 4
- B) 1
- C) 2
- D) 3

14. Hajmi  $10 \text{ sm}^3$  bo‘lgan idishda parsial bosimi 100 kPa bo‘lgan suv bug‘i bor. agar to‘yingan suv bug‘ining  $100^{\circ}\text{C}$  haroratdagi bosimi  $10^5 \text{ Pa}$  bo‘lsa, idishdagi havo uchun shudring nuqtasi qanday bo‘ladi (K)?

- A) 10
- B) 100
- C) 273
- D) 373
- E) 455

15. Agar shudring nuqtasi  $9^{\circ}\text{C}$  bo‘lsa, harorati  $20^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan havoning nisbiy namligi necha % bo‘ladi? To‘yingan bug‘ bosimi  $20^{\circ}\text{C}$  da  $2.33 \text{ kPa}$  ga,  $9^{\circ}\text{C}$  da esa  $1.15 \text{ kPa}$  ga teng. A) 50      B) 90      C) 100      D) 45      E) 25

16. Temperaturasi  $15^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan berk idishdagi nisbiy namlik 80% ga teng. Agar temperatura  $29^{\circ}\text{C}$  gacha ko‘tarilsa, nisbiy namlik necha foiz bo‘ladi? To‘yingan suv bug‘ining elastikligi  $15^{\circ}\text{C}$  da  $9.2 \text{ mm Hp}$  ga,  $29^{\circ}\text{C}$  da esa  $23.8 \text{ mm Hp}$  ga teng.

- A) 40
- B) 35
- C) 15
- D) 29
- E) 32

17. Shudring nuqtasi quyida sanab o‘tilgan asboblarning qaysi biri yordamida aniqlanadi? A) areometr      B) manometr

- C) barometr
- D) gigrometr
- E) taxometr

18. Xona havosining nisbiy namligi 100%. Agar  $T_1$  – quruq termometrning,  $T_2$  – ho‘l termometrning ko‘rsatishi bo‘lsa, quyidagi munosabatlarning qaysi biri to‘g‘ri?

- A)  $T_1 > T_2$     B)  $T_1 < T_2$     C)  $T_1 = T_2$     D)  $T_1 > T_2 + 100 K$

## 62 - §. SUYUQLIK XOSSALARI. KAPILLARLIK

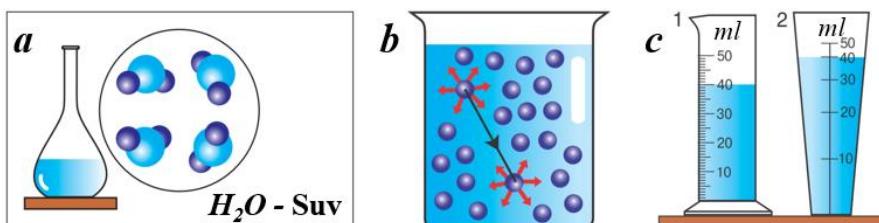
Suyuqlik – qattiq va gaz holatlardagi moddalar orasidagi agregat holatdir. Gazlardan farqli ravishda suyuqliklarda molekulalar bir-biriga juda yaqin turadi va o‘z hajmini saqlaydi. Molekulalar orasidagi tortishish kuchi ularning birbiridan uzoqlashishiga to‘sinqilik qiladi. Shu sababli:

Suyuqlik molekulalari erkin harakat qila olmaydi. Gazlardan farqli ravishda suyuqliklar o‘z hajmini saqlaydi. Bug‘lanish jarayonidagina suyuqlikning sirtidan ayrim molekulalar uchib chiqadi.

Qattiq jismlar o‘z shaklini saqlaydi. Chunki qattiq jism molekula (atom)lari bir joyda “o‘troq” holda bo‘ladi (365 – a rasm). Ular muvozanat holatda turgan joyida tinimsiz tebranib turadi (365 – b rasm). Qattiq jismdan farqli ravishda suyuqlik o‘z **shakliga ega bo‘lmaydi** (365 – c rasm). Idishga quyilgan suyuqlik shu idish shaklini oladi va gorizontal sirtga ega bo‘ladi.

Undan tashqari, qattiq jismdan farqli ravishda suyuqlik **oquvchan** bo‘ladi.

Molekulalar orasida kuchli o‘zaro ta’sir bo‘lgani sababli suyuqlik bilan boshqa muhit chegarasida **sirt taranglik** sodir bo‘ladi. Sirt taranglikning ta’siri tufayli suyuqlik bilan qattiq jism chegarasida **kapillar hodisalar** yuz beradi.



365 – rasm.

### Molekulyar bosim

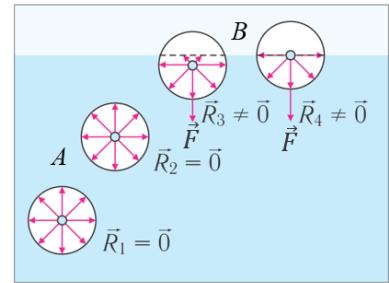
Suyuqlikning har bir molekulasiga uni o‘rab turgan molekulalar tomonidan tortishish kuchlari ta’sir ko‘rsatadi. (366 – rasm). Bu kuchlar juda tez kamayib ularni ma’lum masofadan boshlab hisobga olmaslik ham mumkin. Bu masofa molekulyar ta’sir radiusi ( $R$ ) deyiladi u  $10^{-9} m$ . atrofida bo`ladi.  $R$  radiusli doiraga esa **molekulyar ta’sir doirasi** deyiladi.

Suyuqlik ichidagi biror  $A$  molekulani ajratib olaylik (366 – rasm) va uning atrofida  $R$  radiusli molekulyar ta’sir doirasini chizaylik.  $A$  molekulaga molekulyar ta’sir doirasi ichidagi molekulalarnigina ta’sirini hisobga olish etarli. Bu molekulalarning  $A$  molekulaga ta’sir kuchlari turli tomonlarga yo`nalgan va bir-birlarini kompensatsiyalaydi.

Shunday qilib suyuqlik ichidagi molekulaga boshqa molekulalar tomonidan ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'ladi. Agar molekula  $B$  suyuqlik sirtidan  $R$  dan kichiqrok masofada joylashgan bo'lsa, unda kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lmaydi. 366 – rasmda ko'rinish turibdiki  $B$  molekulaning yuqorisida molekular bo'limganligi uchun teng ta'sir

etuvchi kuch  $\vec{F}$  suyuqlik ichiga yo'nalgan bo'ladi.

Shunday qilib suyuqlik sirtida joylashgan, yani sirt qatlami molekulalarning teng ta'sir etuvchi kuchlari suyuqlikka bosim ko'rsatadi yoki suyuqliknini siqadi. Bu bosimga **molekulyar** yoki **ichki bosim** deyiladi. Molekulyar bosim suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlarining natijasi bo'lganligi uchun suyuqlikka botirilgan jismga ta'sir etmaydi. Ichki bosim haroratga bog'lik bo'lib, harorat ortishi bilan ichki bosim kamayadi.



**366 – rasm.**

### Sirt taranglik

Suyuqlikning sirt qatlamini yupqa parda deb tasavvur qilish mumkin. Bu qatlamdagi molekulalarga suyuqlik ichiga yo'nalgan kuch ta'sir etadi.

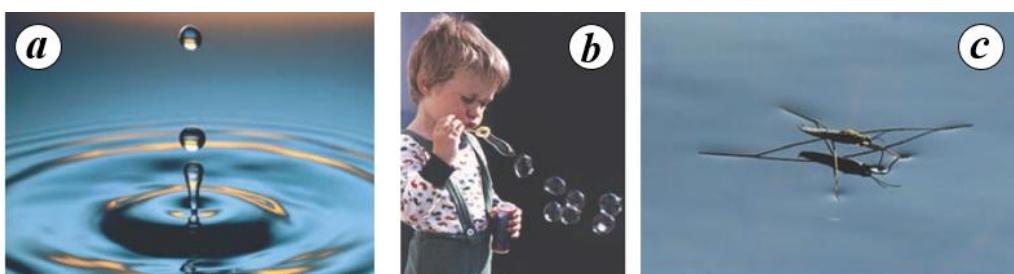
Jo'mrakda tomchining qanday hosil bo'lishini ko'raylik (367 – a rasm). Jo'mrak og'zida hosil bo'lgan tomchini elastik xaltacha ichida deb tasavvur qilish mumkin. Tomchi kattalashganda uni ko'tarib turish uchun xaltachaning mustahkamligi yetishmaydi va tomchi uziladi.

Haqiqatda esa, xaltacha yo'q. Tomchining sirt qatlamidagi har bir molekulaga tomchi ichiga yo'nalgan kuch ta'sir etadi. Bunday kuchlar natijasida tomchining sirt qatlamida uni ushlab turuvchi sirt taranglik vujudga keladi.

Sirt taranglik suyuqlikning sirt qatlamidagi molekulalarning suyuqlik ichiga yo'nalgan kuchlarning mavjudligi tufayli hosil bo'ladi.

Sirt taranglik natijasida yomg'ir va shudring tomchilari hosil bo'ladi. Sovun eritmasidan pufak hosil qilish ham sirt taranglik tufaylidir (367 – b rasm).

Suv sirtida ham sirt taranglik vujudga keladi. Quyidagi 367–c rasmdagi suv-chivinining suvdagi harakatini kuzatganimiz. Suvda uning cho'kmasdan harakat qilishiga sabab, suvning sirt tarangligi suv-chivinini ushlab turadi.



**367 – rasm.**

Suv zarrachalarini tomchi shaklida ushlab turadigan yoki suv-chivinini suv sirtida tutib turadigan sirt qatlami taranglik kuchiga ega. Jo'mrak og'zidagi tomchi uning

sirtida hosil bo‘lgan sirt taranglik kuchi dosh beradigan darajagacha kattalashadi. Bu kuch ta’sirida tomchi sfera shaklini oladi.

Shunday qilib suyuqlik sirtidagi qatlamda joylashgan molekulalarga, ya’ni sirt qatlamiga ta’sir etadigan kuchlar suyuqlik sirtini taranglashtiradi. Shuning uchun ham bu kuchlarga sirt taranglik kuchlari deyiladi.

Sirt taranglik kuchini aniqlash maqsadida quyidagi tajribani o’tkazaylik. 368 – rasmda tasvirlangandek, sim ramka olamiz. Bu ramkaning pastki tomoni qo‘zg‘aluvchan  $AB = l$  uzunlikdagi simdan iborat bo‘lsin. Bu sim ramkaning ikki yon cheti bo‘ylab siljiy oladi.

Ramkani sovun eritmasiga botirib olsak, unga sovun pardasi tortilib qoladi va ramkaning qo‘zg‘aluvchan simi  $AB$  holatdan pastga siljiydi. Bunga sabab, simga perpendikular ravishda yuqoriga yo‘nalgan kuch ta’sir etadi. Bu kuch **sirt taranglik kuchidir**. Bu kuch ta’sirida sim pastga tushib ketmasdan muvozanatda turadi.

Sim muvozanatda bo‘lishi uchun  $F_{og} = F_1 + F_2 = 2F$  bo‘lishi kerak. Bunda  $F$  – sirt taranglik kuchi. Simga pardanining ikki sirti ta’sir etadi. Shuning uchun  $2F$  olingan.

Tajriba ko‘rsatishicha, sirt taranglik kuchi  $F$  simning uzunligi  $l$  ga, ya’ni sirt qatlamining uzunligiga proporsional bo‘ladi, ya’ni:  $F = \delta \cdot l$  bunda proporsionallik koeffitsienti –  $\delta$  sirt taranglik koeffitsienti deb ataladi.

Bu formula gorizontal holatdagi suyuqlik sirti uchun sirt taranglik kuchini ifodalaydi.

Sirt taranglik koeffitsienti  $\delta = \frac{F}{l}$  va uning asosiy birligi:

$$[\delta] = \frac{[F]}{[l]} = \frac{1N}{1m} = 1N/m.$$

Vaznsizlik holatda, masalan, kosmik kemalarda sirt hodisasi tufayli, hattoki,  $1 l$  suvning sharsimon shaklda bo‘lishini ko‘rish mumkin.

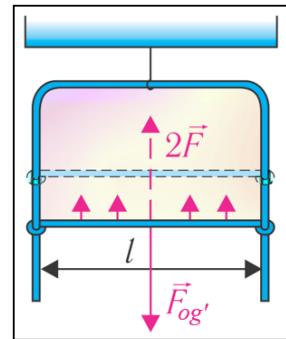
Sirt taranglik koeffitsienti turli suyuqliklar uchun turlichadir.

T/r	Modda	$\delta, mN/m$	T/r	Modda	$\delta, mN/m$
1	Suv	73	4	Neft	30
2	Kerosin	24	5	Simob	510
3	Sovun eritmasi	40	6	Spirt	22

Ichki diametri  $d$  ga teng bo‘lgan tomizgichdan tushuyotgan suv tomchisining massasini topish:

$$F_{og} = F_{st}; \quad m_0 g = \delta l = \delta \pi d; \quad m_0 = \frac{\delta \pi d}{g}; \quad m_0 = \frac{2\pi \cdot R \alpha}{g}; \quad d = 2R$$

Ichki diametri  $d$  ga teng bo‘lgan tomizgich orqali  $m_0$  massali tomchilardan  $N$  tasi birlashib  $m$  massali suyuqlik hosil qilgan bo’lsa, tomchilar soni  $N$  ni aniqlash:



368 – rasm.

$m = Nm_0$  dan  $N = \frac{m}{m_0}$  ga ega bo'lamiz agar  $m_0 = \frac{\delta\pi d}{g}$  ga,  $m = \rho V$  ga tengliklarini

e'tiborga olsak  $N = \frac{mg}{\delta\pi d}$ ;  $N = \frac{\rho V g}{\delta\pi d}$  larga ega bo'lamiz.

Juda ko`p suyuqliklarning sirt tarangligi  $300K$  da  $10^{-2} - 10^{-1} N/m$  atrofida bo`ladi. Sirt tarangligi haroratga bog`liqdir. Suyuqlikning harorati ko`tarilishi bilan molekulalari orasidagi o`rtacha masofa ortadi, o`zaro tortishish kuchlari kamayadi va demak sirt tarangligi ham kamayadi.

Sirt tarangligi suyuqlik tarkibidagi aralashmalarga juda ham bog`liq. Suyuqlikning sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalarga sirt-aktiv moddalar deyiladi. Suv uchun sirt-aktiv modda sovundir. U suvning sirt tarangligini  $7,5 \cdot 10^{-2} N/m$  dan  $4,5 \cdot 10^{-2} N/m$  gacha kamaytiradi. Shuningdek spirt, efir, neft ham suvning sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar hisoblanadi. Shunday moddalar mavjudki, ularning molekulalari suyuqlik molekulalari bilan, suyuqlik molekulalarining o`zaro tasiridan ko`ra kuchlirok tasirlashadi. Bunday moddalarga suyuqlikning sirt tarangligini orttiradi. Bunday moddalarga shakar, tuz va boshqalar kiradi. Masalan sovunli suvga tuz solinsa, unda sovun, toza suvnikidan ko`prok sirt qatlamiga siqib chiqariladi. Sovun ishlab chiqarishda sovun shu usul bilan sovun eritmasidan ajratib olinadi.

### Sirt qatlami energiyasi

Suyuqlik molekulasining to`la energiyasi uning betartib harakat issiqlik energiyasi va molekulalararo o`zaro tasir potentsial energiyalarining yig`indisidan iboratdir. Molekulani suyuqlik ichidan sirt qatlamiga kuchirish uchun malum ish bajarish kerak. Bu molekulalarning kinetik energiyalari hisobiga bajariladi va uning potentsial energiyasining ortishiga olib keladi. Shuning uchun ham sirt qatlamidagi molekulalar suyuqlik ichidagi molekulalarga nisbatan ko`prok potentsial energiyaga ega bo`ladi. Suyuqlikning sirt qatlamidagi molekulalar energiyasiga sirt qatlam energiyasi deyiladi. Sirt qatlami energiyasi shu qatlamni vujudga keltirish uchun sarflanadigan ish bilan aniqlanadi. Tabiiyki sirt qatlamining yuzasi qancha katta bo`lsa uni vujudga keltirish uchun ham shuncha ko`p ish bajariladi.

$$U_x = \delta \cdot S$$

Bundan

$$\delta = \frac{U_x}{S}$$

Demak sirt tarangligi  $\delta$  o`zgarmas haroratda suyuqlik sirtida qatlam hosil qilish uchun bajariladigan ish  $U_x$  ning shu sirt qatlami yuzasi  $S$  ga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikdir.

Agar sirt qatlamini vujudga keltirish uchun bajariladigan ish  $U_x$  sirt qatlami energiyasi  $\Delta E$  ga tengligini ( $U_x = \Delta E$ ) hisobga olsak  $\delta = \frac{\Delta E}{S}$  dan sirt tarangligi sirt energiyasining zichligi kabi aniqlanishi ko`rinib turibdi.

Bir qancha tomchi birlashsa katta tomchining sirt yuzi, tomchilar sirt yuzalari yig'indisidan kichik bo'ladi natijada sirt energiyasi kamayadi, katta tomchining harorati nisbatan ortadi.

Qattiq jism sirtida suyuqlik sirtining egrilanishiga sabab bo'ladigan *hodisaga ho'llash yoki ho'llamaslik hodisasi deb ataladi*.

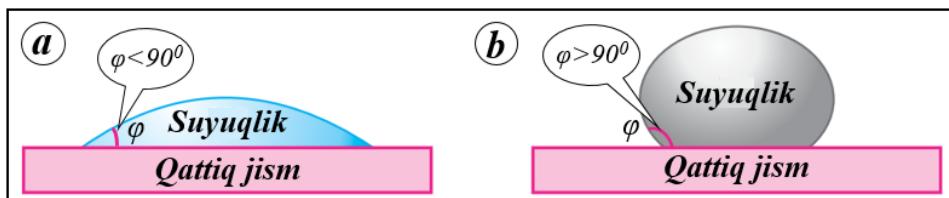
Ho'llash yoki ho'llamaslik suyuqlik va qattiq jism molekulalarining o'zaro ta'siriga bog'liqdir.

**Ho'llovchi suyuqlik.** Suyuqlik va qattiq jism molekulalari orasidagi tortish kuchi suyuqlik molekulalar orasidagi tortish kuchidan katta bo'lsa suyuqlik sirtni ho'llaydi. Bunda suyuqlik sirtining qattiq jism sirtiga tegib turgan joyi  $369 - a$  rasmda tasvirlangan shaklda bo'ladi.

Bunda  $\varphi = \text{ho'llash burchagi}$  o'tkir burchak bo'ladi:  $\varphi < 90^\circ$

**Ho'llanmaydigan suyuqlik.** Suyuqlik va qattiq jism molekulalari orasidagi tortish kuchi suyuqlik molekulalar orasidagi tortish kuchidan kichik bo'lsa suyuqlik sirtni ho'llamaydi. Bu holda suyuqlik sirtining qattiq jism sirtiga tegib turgan joyi  $369 - b$  rasmda ko'rsatilgan shaklni oladi.

$\varphi = \text{ho'llash burchagi}$  o'tmas burchak bo'ladi:  $\varphi > 90^\circ$



369 – rasm.

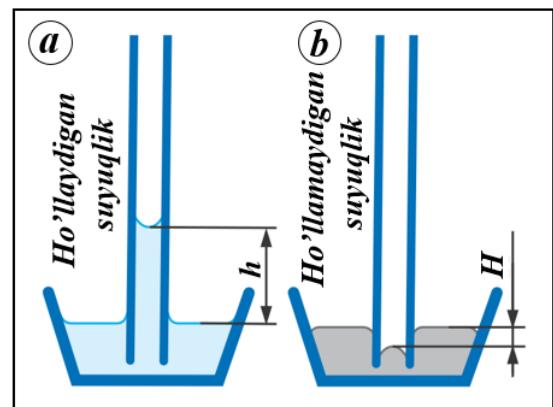
**Kapillyar naycha** ho'llaydigan suyuqlikka botirilsa kapillyar bo'ylab suyuqlik ko'tariladi, suyuqliknинг ko'tarilish balandligi qo'yidagicha topiladi:  $F = \delta \cdot l$  va  $F = mg$  bu yerda kuchlar Nyutonning 3 – qonuni bo'yicha teng demak:  $\delta \cdot l = mg$  teng bo'ladi agar  $m = \rho V$   $V = hS$   $S = \pi r^2$   $l = 2\pi r$  ga teng ekanliklarini e'tiborga olsak  $\delta \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 \cdot g$  dan

$$h = \frac{2\alpha}{\rho gr}$$

bu erda  $\rho$  -suyuqlik zichligi,  $r$  -kapillyar nayning ichki radiusi.

Agar ho'llamaydigan suyuqlik bo'lsa kapillyar bo'ylab suyuqlik huddi shunday  $h$  masofaga pastga tushadi (370 – rasm).

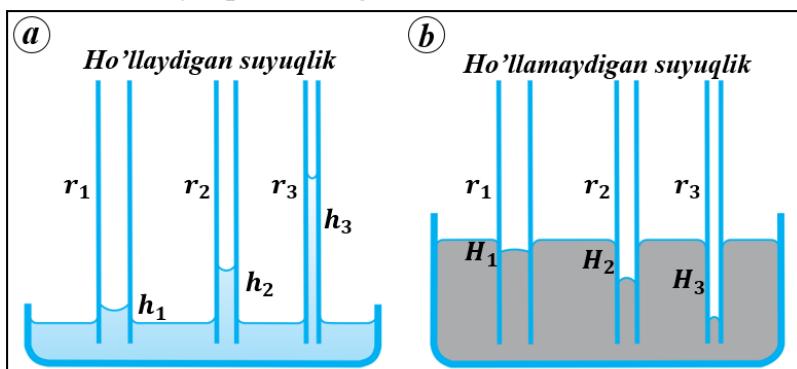
Bir-biridan  $d$  masofada bo'lgan ikki parallel tekislik bo'ylab suyuqliknинг ko'tarilish balandligini topish:  $h = \frac{2\alpha}{\rho gd}$



370 – rasm.

Ho'llaydigan suyuqliklarda  $h = \frac{2\alpha}{\rho gr}$  formuladan ko'rindikti kapillyar nayda suyuqlikning ko'tarilishi kapillyar nayning radiusiga teskari proporsional, ya'ni  $r_1 > r_2 > r_3$ , bo'lsa  $h_1 < h_2 < h_3$  bo'ladi (371 –a rasm).

Ho'llamaydigan suyuqliklarda:  $r_1 > r_2 > r_3$ , bo'lsa  $H_1 < H_2 < H_3$  bo'ladi. Naydagi suyuqlik ustuni, suyuqlik sathiga nisbatan o'lchanadi (371 –b rasm).

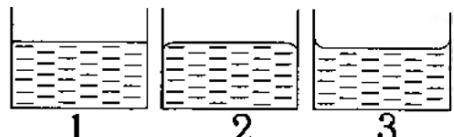


**371 – rasm.**

### Mavzuga doir test

1. Idishga suyuqlik quyildi. Agar suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchi suyuqlik molekulalari bilan qattiq jism (idish) molekulalari orasidagi tortishish kuchidan katta bo'lsa, suyuqlik sirtining shakli qanday bo'ladi?

- A) faqat 2    B) 1; 3    C) faqat 3    D) faqat 1    E) 2; 3



2. Quyidagilar ichidan sirt taranglik koeffitsienti ifodasini ko'rsating

- A)  $S/U_c$     B)  $U_c/S$     C)  $U_c S$     D)  $U_c - S$

3. Sovun pufagining radiusini 1 sm dan 6 sm gacha puflab shishirish uchun necha mJ ish bajarish kerak? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsienti 45 mN/m ga teng.

- A) 4,5    B) 4,0    C) 3,6    D) 1,89    E) 0

4. Sovun pufagining yuzasini 1  $\text{sm}^2$  dan 3  $\text{sm}^2$  gacha oshirish uchun necha joul bajarish keark? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsienti  $5 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$

- A)  $1 \cdot 10^{-6}$     B)  $5 \cdot 10^{-6}$     C)  $2 \cdot 10^{-5}$     D)  $5 \cdot 10^{-5}$     E)  $1 \cdot 10^{-4}$

5. Shar shaklidagi sakkizta bir xil haroratlari simob tomchilari birlashib yagona tomchi hosil qildi. Bunda harorat qanday va nima sababli o'zgaradi?

- A) ortadi, chunki sirt energiyasi ortadi  
 B) pasayadi, chunki sirt energiyasi kamayadi  
 C) pasayadi, chunki sirt energiyasi ortadi  
 D) ko'tariladi, chunki sirt energiyasi kamayadi

6. Sirt taranglik koeffitsientining birligini ko'rsating.

- 1)  $\text{N/m}$ ;    2)  $\text{N/m}^2$ ;    3)  $\text{J/m}$ ;    4)  $\text{J/m}^2$ ;    5)  $\text{Pa} \cdot \text{s}$   
 A) 1; 5    B) 1    C) 2; 3    D) 1; 3; 5    E) 1; 4

7. Sirt taranglik koeffitsienti qanday birlikda ifodalanadi?

- A)  $\text{J} \cdot \text{s}$     B)  $\text{J}/\text{m}$ ;    C)  $\text{J}/\text{m}^3$ ;    D)  $\text{N}/\text{m}^2$ ;    E)  $\text{N}/\text{m}$

8. Sirt taranglik koeffitsientining birligini ko'rsating.

- A) N      B) J      C)  $J/m$ ;    D)  $N/m^2$ ;    E)  $J/m^2$

9. Radiusi 5 sm bo'lgan sim halqasovun eritmasiga gorizontal botirildi. Halqaning massasi 7.5 g,sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsienti 40 mN/m bo'lsa, necha nyuton kuch yordamida halqani eritmada ajratib olish mumkin?

- A) 0.025    B) 0.075    C) 0.1    D) 0.05    E) 0.086

10. Diametri 5 mm bo'lgan vertikal shisha naychadan suv tomchilamoqda. Tomchining og'irligini toping ( $\mu N$ ). Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73 mN/m.

- A) 146    B) 565    C) 229    D) 287    E) 1146

11. Diametri 1 mm bo'lgan vertikal shisha naychadan suv tomchisi uzildi. Tomchining og'irligi qanday (mN)? Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73 mN/m.

- A) 0.11    B) 0.23    C) 0.32    D) 0.41    E) 0.50

12. Teshigining diametri 1 mm bo'lgan tomizg'ichdan tomadigan suv tomchisining massasini aniqlang (mg). Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73 mN/m,  $\pi = 3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang. A) 3.19    B) 10    C) 20    D) 21.9    E) 219

13. Diametri 1 mm bo'lgan tomizg'ichdan uzilayotgan spirt tomchisining massasini aniqlang (mg). Spirtning sirt taranglik koeffitsienti 22 mN/m ga teng.

- A) 6.9    B) 11    C) 13.8    D) 34.5    E) 69

14. Agar suv diametri 1.8 mm bo'lgan naychadan tomchilayotgan bo'lsa, 1  $\text{sm}^3$  suvda necha tomchi bo'ladi? Suvning sirt taranglik koeffitsienti 0.072 N/m.

- A) 49    B) 36    C) 30    D) 25    E) 12

15. Teshigining diametri 2 mm bo'lgan tomizg'ichda 219  $\text{sm}^3$  suv bor. Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73 mN/m. Tomizg'ichdan hammasi bo'lib nechta tomchi tomadi?  $\pi = 3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  deb hisoblang.

- A) 2180    B) 4000    C) 5000    D) 6000    E) 7300

16. Diametri 2 mm bo'lgan tomizg'ichdan uzilayotgan suyuqlik tomchisining massasi 15 mg ekanligini bilgan holda, shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini toping (mN/m). A) 24    B) 30    C) 40    D) 64    E) 73

17. Choynak tubida diametri 0.146 mm bo'lgan teshik bor. Suv teshikdan oqib ketmasligi uchun suvni choynakka qanday (sm) balandlikkacha quyish mumkin? Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73 mN/m, zichligi esa  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

- A) 73    B) 60    C) 40    D) 20    E) 10

18. 0.73 mm diametrli kapillar nayda suv necha sm balandlikka ko'tariladi? Suvning sirt taranglik koeffitsienti  $\sigma = 73 \text{ mN/m}$ .

- A) 1    B) 2    C) 4    D) 8    E) 12

19. Radiusi  $24 \mu\text{m}$  bo'lgan kapillar naychada kerosin necha sm balandlikka ko'tariladi? Kerosinning sirt taranglik koeffitsienti 24 mN/m, zichligi esa  $800 \text{ kg/m}^3$ .

- A) 25    B) 12.5    C) 50    D) 75    E) 100

20. Yer sirtida joylashgan kapillar naychada suv 24 mm ga ko'tariladi. Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik. Oyda shu naychadagi suv qanday (mm) balandlikka ko'tariladi? A) 134    B) 35    C) 144    D) 102

21. Ichki diametrlari 1 va 2 mm bo'lgan ikkita kapillardagi suv sathlarining farqini aniqlang (mm). Suvning sirt taranglik koeffitsienti 72 mN/m.

- A) 0    B) 14.4    C) 28.8    D) 43.2    E) 57.6

22. Ichki diametri 0.4 va 1 mm bo‘lgan kapillar naychalar zichligi  $800 \text{ kg/m}^3$  va sirt taranglik koeffitsienti  $22 \text{ mN/m}$  bo‘lgan suyuqlikka tushirildi. Naychalardagi suyuqlik sathlari farqini toping (mm). A) 3.3 B) 6.4 C) 10 D) 16.5

23. Ikkita kapillar nay ikkita suyuqlikka tushirilgan, 2-nayning radiusi 4 marta kichik va u sirt taranglik koeffitsienti 2 marta katta bo‘lgan suyuqlikka botirilgan. 2-nayda suyuqlik 1-naydagidan necha marta baland ko‘tariladi?

A) 8 B) 4 C) 16 D) 2 E) teng ko‘tariladi

24. Agar kapillar naylarning 1.5 mm diametrliги suvgaga, 0.5 mm diametrliги esa kerosinga tushirilsa, bu suyuqliklarning naylardagi ko‘tarilish balandliklarining nisbati ( $h_c/h_k$ ) qanday bo‘ladi? Suv va kerosinnig zichligi  $p_s = 1 \text{ g/cm}^3$ ;  $p_k = 0.8 \text{ g/cm}^3$  va sirt taranglik koeffitsienti  $\sigma_s = 72 \text{ mN/m}$ ;  $\sigma_k = 24 \text{ mN/m}$

A) 0.5 B) 0.8 C) 1.25 D) 1.5

25. Diametri 0.3 mm bo‘lgan kapillarda kerosin 20 mm ko‘tarildi. Kerosinning sirt taranglik koeffitsientini aniqlang (mN/m).  $p = 0.8 \text{ g/cm}^3$

A) 8 B) 10 C) 12 D) 13

26. Agar zichligi  $0.8 \text{ g/sm}^3$  bo‘lgan suyuqlikning 2 mm diametri kapillar nayda ko‘tarilish balandligi 7.5 mm bo‘lsa, shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti qanday (mN/m)? A) 73 B) 24 C) 40 D) 30 E) 64

27. Suv kapillar naychada 2.8 sm ga ko‘tarildi. Naychaning diametrini aniqlang (mm).

$\sigma_s = 7 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$  A) 0.2 B) 0.4 C) 0.7 D) 1 E) 2

28. Ikkita parallel plastina va kapillar nay ho‘llaydigan suyuqlikka tushirildi. Plastinalar orasidagi masofa kapillar nayning radiusiga teng bo‘lsa, ularda ko‘tarilgan suyuqlik ustunlarining balandliklari  $h_1$  va  $h_2$  qanday munosabatda bo‘ladi?

A)  $h_1 = 1.5h_2$  B)  $2h_1 = h_2$  C)  $h_1 = 2h_2$  D)  $h_1 = h_2$

29. Ikki parallel plastina va kapillar nay ularni ho‘llovchi suyuqlikka tushirildi. Plastinalar orasidagi masofa kapillar nayning ichki diametriga teng. Bu sistemalardagi suyuqlik ustunlari balandliklari  $h_1$  va  $h_2$  orasidagi munosabatni aniqlang.

A)  $1.5h_1 = h_2$  B)  $h_1 = 2h_2$  C)  $h_1 = h_2$  D)  $2h_1 = h_2$

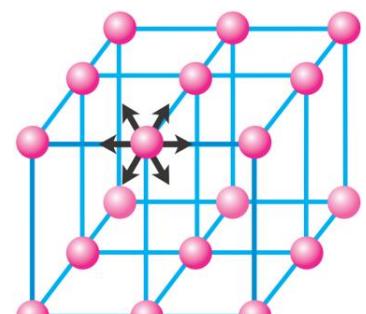
### 63 - §. QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

Atrofimizdagи ko‘pchilik narsalar qattiq jismlardan iborat. Ularning barchasi o‘z shakliga ega. Ularning shaklini o‘zgartirish uchun katta kuch sarflash kerak. Qattiq jismlarda molekulalar (atomlar) suyuqliklarga nisbatan ham yaqin jolashadi. Bundan tashqari, ular **tartib** bilan joylashadi. Joylashgan o‘rnida **tebranib** turadi (372 – rasm).

Qattiq jismlar xususiy hajmga va shaklga ega.

Qattiq jismlar tuzilishiga ko‘ra **kristall** va **amorf** jismlarga bo‘linadi.

Hozirgi zamon fizikasida qattiq jism deganda kristall jismlar nazarda tutiladi, amorf jismlar o‘ta qovushoq suyuqlik sifatida qaraladi.

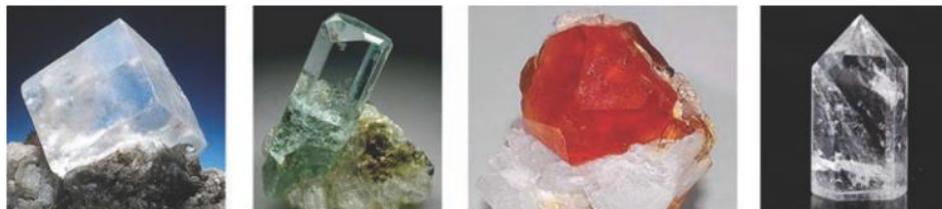


372 – rasm.

## Kristall jismlar

Atom yoki molekulalari fazoda muayyan tartibli davriy strukturani (tuzilmani) tashkil etgan qattiq jismlar ***kristall jismlar*** deb ataladi.

Kristall jismlar ma'lum bir tartibli vaziyat egallab joylashganligi uchun tasqi ko'rinishi ma'lum geometrik shakilga ega bo'ladi (373–rasm).



373 – rasm.

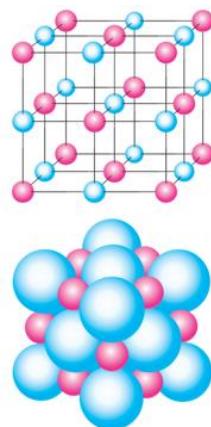
“***Kristall***” so‘zi yunonchadan olingan bo‘lib, “***muz***” degan ma’noni bildiradi.

Agar kristall tarkib topgan zarralarni bir – biriga to’g’ri to’g’ri chiziq bilan tutashtirsak, ***fazoviy*** yoki ***kristall panjara*** deb ataladigan panjara hosil bo'ladi.

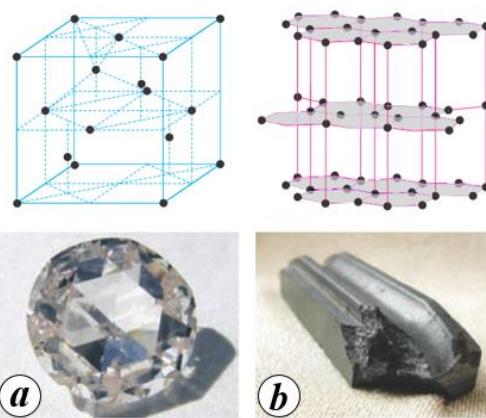
Kristallning ayrim zarralari panjarani hosil hosil qilgan chiziqlarning kesishgan nuqtalarida ***panjar tugunlarida*** joylashgan bo'ladi.

Masalan osh tuzi kristall panjaralarining tugunlarida musbat natriy ( $Na$ ) va manfiy xlor ( $Cl$ ) ionlar joylashgan bo'ladi (374 – rasm). Metall kristallar ( $Cu$ ,  $Fe$ ,  $Al$  va hokazo) ning panjara tugunlarida metall atomlarining musbat ionlari, olmos, germaniy, kremniy kabi kristallarning panjara tugunlarida neytral atomlar, muz, quruq muz (qattiq karbanat angidrid),  $N_2$ ,  $O_2$  kabi kristallarning panjara tugunlarida neytral molekulalar joylashgan bo'ladi.

Atomlarning joylashish tartibi jismning qattiqlik darajasini o‘zgartirishi mumkin. Masalan olmos (brilliant) – juda qattiq (375 – a rasm), garfit – yumshoq va mord (375 – b rasm). Bu moddalar bir xil uglerod ( $C$ ) atomlaridan tashkil topgan. Lekin joylashish strukturasи turlichadir.



374 – rasm.



375 – rasm.

Kristallning eng asosiy xossalardan biri shundan iboratki, uning fizik xossalari unda tanlab olingan yo‘nalishga bog’liq ya’ni kristallning xossalarni xarakterlovchi mexanik mutahkamlik, elektr o’tkazuvchanlik, nur sindrish ko’rsatkichlari kabi

kattaliklar kristall ichida olingan turli yo'nalishlarda turli yo'nalishlarda turlicha qiymatga ega bo'ladi.

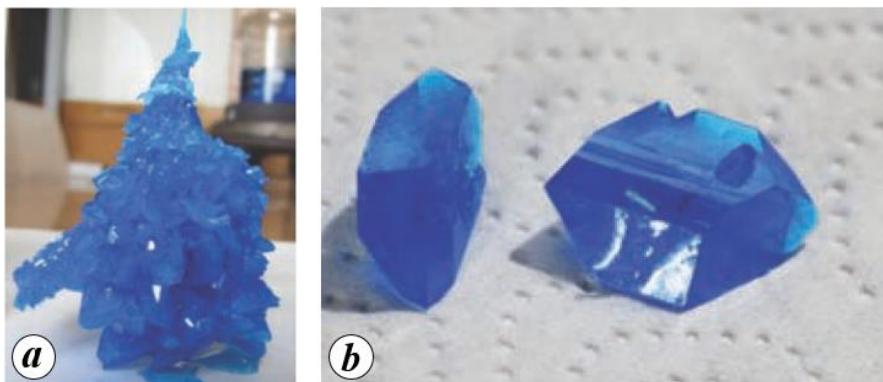
Jismning fizik xossalari uning ichki yo'nalishlariga bog'liqligi **anizotropiya** deb ataladi. Kristall jismlar anizotrop xossaga ega.

Yunonchada “*anisos*” - “bir xil emas”, “*tropos*” – “yo'nalish” degan ma'nolarni bildiradi.

Metall parchasi juda ko‘p mayda kristallchalardan tashkil topgan bo'ladi. Metall quyishda bunday kristallchalar bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashib qoladi. Shuning uchun bunday metallarning fizik xossalari barcha yo'nalishlarda bir xil bo'ladi.

Bir-biriga nisbatan tartibsiz holatdagi ko‘p kristallchalardan tuzilgan jism **polikristall** deb ataladi.

Lotinchada “*poli*” so‘zi “*ko‘p*” degan ma'noni bildiradi. Masalan, qotib qolgan tuz parchasi va chaqmoq qand polikristallardir. Ular mayda kristallchalardan tashkil topgan (376 – a rasm). Sanoat, qurilish, energetika, aloqa va boshqa sohalarda asosan polikristall holatdagi mahsulotlar ishlataladi.



**376 – rasm.**

Bu jismlardagi kristallar ko'pchilik hollarda bir – biriga nisbatan tartibsiz joylashganligi uchun polikristall jism barcha yo'nalishlarda bir xil fizik xossaga ega bo'ladi, ya'ni ular **izotrop** modda hisoblanadi.

Agar jism yaxlit kristalldan iborat bo'lsa, bunday jism monokristall deb ataladi.

Lotinchada “*mono*” so‘zi “*bir*” degan ma'noni bildiradi.

Masalan, alohida mayda osh tuzi, shakar zarrachalari monokristallardir (376 – b rasm). Ayrim maqsadlarda, masalan, elektronika sohalarida monokristallar keng qo'llaniladi. Buning uchun maxsus usullar yordamida monokristall o'stiriladi. Suyultirilgan shakarni o'stirish orqali tayyorlangan novvot ham monokristaldir.

Monokristall anizotrop xususiyatga ega bo'ladi.

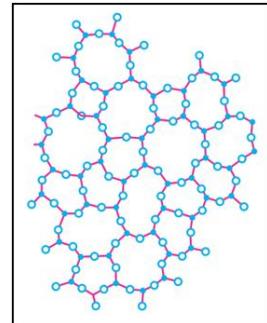
### **Amorf jismlar**

Kristallardan farqli ravishda amorf jismlarda atom (molekula)lar qat'iy tartibda joylashgan emas (377 – rasm). Shisha, smola, plastmassalarni amorf jismlarga misol qilib keltirish mumkin.

Amorf jismlarning fizik xossalari barcha yo‘nalishlarda bir xil bo‘ladi. Jismning fizik xossalari uning ichki yo‘nalishlariga bog‘liq bo‘lmasligi ***izotropiya*** deb ataladi. Amorf jismlar izotrop xossaga ega.

Yunonchada “***izos***” so‘zi “***bir xil***” degan ma’noni bildiradi.

Tashqi ta’sir ostida amorf jismlar ham qattiq jismlardek sinuvchan, ham suyuqliklardek oquvchan bo‘ladi. Amorf jismni zarb bilan urilsa, u parchalanadi. Lekin kuchlar uzoq ta’sir etsa, amorf jism sezilarli darajada oqadi. Masalan, smola parchasi qattiq sirt yuzida asta-sekin oqib yoyila boradi. Shisha ham ma’lum darajada oqadi. Masalan, uzoq vaqt vertikal holatda turgan deraza oynasining qalinligi o‘lchanganda, uning pastki qismi qalinlashib qolganligi aniqlangan.



377 – rasm.

Kristall jismlar aniq erish temperaturasiga ega. Lekin amorf jismlar aniq erish temperaturasiga ega emas. Ular qizdirilganda avval yumshab, keyin astagina suyuqlikka o‘ta boradi. Shularga asosan, amorf jismni ***o‘ta sovitilgan suyuqlik*** deb hisoblash ham mumkin.

### **Qattiq jismlarning mexanik xossalari. Deformatsiya**

Gaz va suyuqliklardan farqli ravishda qattiq jismlar shaklga ega. Faqat tashqi kuchlar ta’siridagina ular o‘z shaklini o‘zgartirishi mumkin.

Qattiq jismning tashqi kuch ta’sirida o‘z shaklini o‘zgartirishi ***deformatsiya*** deb ataladi.

Deformatsiya elastik yoki plastik bo‘lishi mumkin.

Tashqi kuch olingandan so‘ng jismning shakli dastlabki holatiga qaytsa, bunday deformatsiya ***elastik*** deformatsiya deb ataladi.

Rezina yoki prujinani cho‘zganda yoki siqqanda avvalgi holatiga qaytadi. Ular elastik deformatsiyalanadi.

Tashqi kuch olinganidan so‘ng jism shakli o‘zining avvalgi holatiga qaytmasa, bunday deformatsiya ***plastik*** deformatsiya deb ataladi.

Plastilin ezilsa, u avvalgi holatiga qaytmaydi. Mum, saqich, xamir, loy ham shunday xossaga ega. Bunday moddalar plastik deformatsiyalanadi.

### **Mexanik kuchlanish**

Qattiq jismlarni elastik va plastik materiallarga qat’iy ravishda ajratish qiyin. Ko‘plab materiallarda tashqi kuchning kattaligiga qarab elastik deformatsiya ham, plastik deformatsiya ham kuzatiladi. Masalan, po‘lat simning bir uchini mahkamlab, ikkinchi uchini ozgina egib, so‘ngra qo‘yib yuborilsa, u tebranadi va biroz vaqtadan keyin avvalgi o‘z shakliga qaytadi. Bunda po‘latning elastikligi namoyon bo‘ladi. Agar shu sim egilgan holatda bir necha soat ushlab turilsa, u avvalgi shakliga to‘liq qaytmaydi. Bu holda po‘latda plastiklik namoyon bo‘ladi.

Uzunligi  $l_0$ , ko‘ndalang kesim yuzasi S bo‘lgan rezina materialdan tayyorlangan sterjen olaylik. Sterjenning yuqori uchi shtativga mahkamlangan bo‘lsin. Uning pastki

uchiga pastga yo'nalgan  $F$  kuch bilan ta'sir etilsa, sterjen  $\Delta l$  ga uzayadi (378 – rasm). Bunda  $F$  kuch deformatsiyalovchi kuch,  **$\Delta l$  absolut uzayish** deb ataladi. Agar sterjen deformatsiyalanishi natijasida uzunligi  $l$  ga teng bo'lsa, uning absolut uzayishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta l = l - l_0$$

O'zgarmas kuch ta'sirida absolut uzayish sterjenning dastlabki zunligi  $l_0$  ga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun **nisbiy uzayish** degan tushuncha ham kiritilgan. Sterjenning nisbiy uzayishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Tajriba shuni ko'rsatadiki, sterjenning nisbiy uzayishi  $\varepsilon$  deformatsiyalovchi kuch  $F$  ga to'g'ri proporsional, sterjenning ko'ndalang kesimi  $S$  ga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$\varepsilon \sim \frac{F}{S}.$$

Deformatsiyalovchi kuchning jism ko'ndalang kesimi yuziga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik ***mexanik kuchlanish*** ( $\sigma$ ) deb ataladi.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \text{yoki} \quad \sigma = \frac{k\Delta l}{S}$$

Agar  $k = E \frac{S}{l_0}$  ni etoborga olsak u holda mexanik kuchlanish quqidagicha aniqlanadi:  $\sigma = E\varepsilon$

bunda  $E$  - ***elastiklik moduli*** yoki ***Yung moduli*** deb ataladi.  $\sigma$  va  $E$   $IN/m^2$  da yoki  $1Pa$  da o'lchanadi.

$\sigma = E\varepsilon$  formula ***Guk qonunini*** ifodalaydi. Bu formuladagi shart bajarilsa, unday deformatsiya ***elastik deformatsiya*** bo'ladi.

Yung moduli  $E$  kichik deformatsiyalar bo'lganda materialning elastiklik xossasini tavsiflaydi.  $E$  qanchalik katta bo'lsa, material shuncha kam deformatsiyalanadi.

T/r	Modda	$\sigma_m, MPa$	$E, GPa$
1	Aluminiy	100	70
2	Mis	400	120
3	Qalay	20	50
4	Qo'rg'oshin	15	15
5	Kumush	140	30
6	Po'lat	500	200

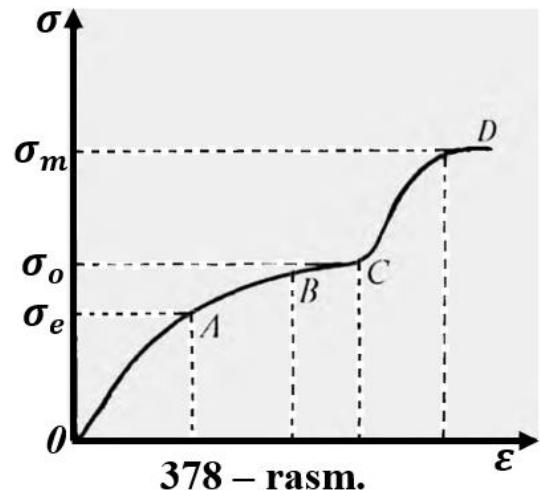
**Materialning mustahkamligi.** Turli xil qurilmalarni loyihalashda materiallarning mustahkamligini hisobga olish kerak. Materiallarning mustahkamligi deb, u buzilmasdan chidashi mumkin bo'lgan yukka (og'rlikka) aytiladi.

Mahkamlik chegarasi  $\sigma_m$  deb normal mexanik kuchlanishning yuk chidashi mumkin boigan eng katta qiymatiga aytildi.

Elastiklik chegarasi  $\sigma_e$ , deb  $\sigma$  ning deformatsiya va unga qo'yilgan kuch orasidagi proporsionallik saqlanadigan chegaradagi qiymatiga, ya'ni Guk qonuni bajariladigan chegaradagi qiymatiga aytildi.

**Cho'zilish diagrammasi.** Endi cho'zilish diagrammasi deb nom olgan kuchlanganlik  $\sigma$  va nisbiy deformatsiya  $\varepsilon$  orasidagi bog'lanishni ko'raylik (378-rasm).

Guk qonuni bajariladigan  $OA$  qismga elastik deformatsiya mos keladi,  $\sigma_e$  – elastiklik chegarasi. U materialarning turiga bogliq boiib, polat uchun  $5 \cdot 10^8$  Pa, mis uchun esa  $1,2 \cdot 10^8$  Pa ni tashkil etadi.  $ABCD$  qismga plastik deformatsiya mos keladi.  $AB$  qismda qattiq jismning oqishi vujudga keladi, ya'ni nisbiy deformatsiya mexanik kuchlanishga nisbatan tezroq o'sadi.  $BC$  qismda esa mexanik kuchlanish o'zgarmay qoladi, nisbiy deformatsiya esa ortadi. Oqish chegarasi  $\sigma_0$  –  $BC$  qismga mos keladi.  $D$  nuqta mahkamlik chegarasi  $\sigma_m$  ga mos keladi. Polat uchun u  $7,85 \cdot 10^8$  Pa ga, mis uchun esa  $2,45 \cdot 10^8$  Pa ga teng.



### Mavzuga doir test

- Har qanday monokristall quyidagi xossalardan qaysi biriga albatta ega bo'ladi?  
 A) anizotroplik    B) izotroplik    C) shaffoflik    D) qattiqlik
- Har qanday morf modda quyidagi xossalardan qaysi biriga albatta ega bo'ladi?  
 A) anizotroplik    B) izotroplik    C) shaffoflik    D) qattiqlik
- Qattiq jismning deformatsiyasi deb nimaga aytildi?  
 A) tashqi kuch ta'sirida qattiq jism tebranishining o'zgarishi  
 B) tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning harakatga kelishi  
 C) tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning harakatdan to'xtashi  
 D) tashqi kuch ta'sirida qattiq jism o'lchamlari va hajmining o'zgarishi
- Metall sterjenning absolut va nisbiy uzayishi mos holda 2 mm va 0.1% bo'lsa, deformatsiyalanmagan sterjenning uzunligi qanday (m)?  
 A) 0.2    B) 1    C) 2    D) 4
- Jismga ikki parallel tekislikda yotuvchi qarama-qarshi yo'nalgan juft kuch ta'sir qilsa, jism qanday deformatsiyaga uchraydi?  
 A) egilish    B) siljish    C) buralish    D) siqilish
- Mexanik kuchlanish ifodasini toping  
 A)  $U = IR$     B)  $M = fl$     C)  $N = Fv$   
 D)  $E = F/q$     E)  $\sigma = F/S$

7. Ko'ndalang kesimi  $2 \text{ sm}^2$  bo'lgan po'lat tayoqchaga og'irligi  $3 \cdot 10^4 \text{ N}$  bo'lgan yuk osilgan. Tayoqchaning mexanik kuchlanishini toping.

- A)  $3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$     B)  $6 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$   
C)  $1.5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$     D)  $0.75 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$     E)  $1.5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$

8. Diametri  $2 \text{ sm}$  bo'lgan simga  $10 \text{ kg}$  yuk osilgan bo'lsa, mexanik kuchlanish qanday ( $\text{kPa}$ ) bo'ladi?    A) 500    B) 320    C) 160    D) 80    E) 32

9. Diametri  $2 \text{ mm}$  bo'lgan po'lat simga  $9 \text{ kg}$  massali yuk osilgan. Simda hosil bo'lgan mexanik kuchlanishni toping ( $\text{MPa}$ ).  $\pi = 3$

- A) 15    B) 27    C) 30    D) 270    E) 300

10. Diametri  $2 \text{ sm}$  bo'lgan trosga og'irligi  $6000 \text{ N}$  bo'lgan yuk osilgan. Mexanik kuchlanish qanday ( $\text{Pa}$ )? ( $\pi \approx 3$ )

- A)  $2 \cdot 10^6$     B)  $0.5 \cdot 10^7$     C)  $2 \cdot 10^8$     D)  $2 \cdot 10^7$

11.  $30 \text{ kN}$  nagruzka berilganda  $6 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$  mexanik kuchlanish hosil bo'lishi uchun po'lat sterjenning ko'ndalang kesim yuzi qanday bo'lishi kerak?

- A)  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$     B)  $0.5 \text{ mm}^2$     C)  $5 \text{ cm}^2$   
D)  $0.5 \text{ cm}^2$     E)  $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

12. Yung moduli deb nimaga aytiladi? Moddaning Yung moduli deb, shu moddadan yasalgan jismning nisbiy uzayishi....

- A) birga teng...    B) ikkiga teng...  
C)  $0.1$  ga teng...    D) yarimga teng...

bo'lishi uchun zarur bo'lgan mexanik kuchlanishga teng bo'lган fizik kattalikka aytiladi.

13. Yung moduli qanday birliklarda ifodalanadi?

- A)  $\text{N/m}$     B)  $\text{N} \cdot \text{m}$     C)  $\text{Pa} \cdot \text{m}$     D)  $\text{Pa}$     E)  $\text{Pa} \cdot \text{m}^2$

14. Sterjen birligi k ni uning uzunligi  $l_0$ , ko'ndalang kesim yuzi S va Yung moduli E orqali ifodalang. A)  $El_0/S$     B)  $AS/L_0$     C)  $ASl_0$     D)  $l_0S/E$     E)  $E/(Sl_0)$

15. Yuk osilganda sim  $9 \text{ mm}$  cho'zildi. Xuddi shunday, lekin 2 marta uzun sim shu yuk osilganda necha mm cho'ziladi?    A) 9    B) 18    C) 27    D) 36    E) 81

16. Kuchni o'zgartirmasdan deformatsiyalanuvchi simni o'sha moddadan yasalgan o'shanday uzunlikdagi, lekin diametri 2 marta katta bo'lgan sim bilan almashtirilsa, uning mutlaq uzayishi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi    B) 2 marta ortadi    C) 2 marta kamayadi  
D) 4 marta ortadi    E) 4 marta kamayadi

17. Birining uzunligi ikkinchisindan 2 marta katta bo'lgan, bir xil materialdan tayyorlangan ikkita sim teng mexanik kuchlanish ta'sirida cho'zilsa, nisbiy uzayish ularning qaysi birida katta va necha marta katta bo'ladi?

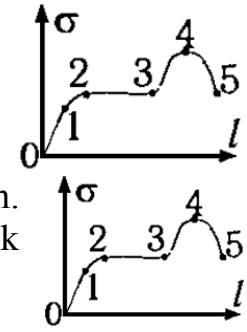
- A) ikkalasida bir xil    B) ikkinchisida 2 marta  
C) birinchisida 2 marta    D) ikkinchisida 4 marta

18. Yuk osilgan prujinani ikki buklab, yana shu yuk osilsa, uning absolut uzayish qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi    B) 4 marta kamayadi  
C) 2 marta ortadi    D) 2 marta kamayadi

19. Yuk osilgan simni ikki buklab, yana shu yuk osilsa, uning nisbiy uzayishi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta kamayadi      B) 2 marta ortadi  
 C) o‘zgarmaydi      D) 2 marta kamayadi
20. Uzunligi 4 m, kesimi  $1 \text{ mm}^2$  bo‘lgan po‘lat simni 2 mm ga cho‘zish uchun qanday kuch qo‘yish kerak? Po‘latning elastiklik moduli 200 GPa.
- A) 10 N      B) 1000 N      C) 100 kN      D) 100 N      E) 1000 kN
21. Mustahkamlik chegarasi 0.36 MPa va zichligi  $1.8 \text{ g/sm}^3$  bo‘lgan g‘isht devorning balandligi eng ko‘pi bilan necha metr bo‘lishi mumkin?
- A) 20      B) 25      C) 30      D) 50
22. Mustahkamlik chegarasi  $\sigma$  va zichligi  $\rho$  bo‘lgan sim bir uchidan osiltirib qo‘yilgan. Sim uzilmasligi uchun uning uzunligi ko‘pi bilan qanday bo‘lishi kerak?
- A)  $\sigma \rho g$       B)  $\sigma / (\rho g)$       C)  $\rho g / \sigma$       D)  $\sigma \rho / g$       E)  $\sigma g / \rho$
23. Vertolyotdan tushirilayotgan po‘lat arqon o‘z og‘irligi ta’sirida uzilishi uchun unnig uzunligi kamida qanday (km) bo‘lishi kerak? Po‘latning mustahkamlik chegarasi  $5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ , zichligi  $7.8 \text{ g/sm}^3$
- A) 7.2      B) 6.8      C) 7.8      D) 6.4
24. Bir uchidan osib qo‘yilgan po‘lat sim suvga tushirildi. O‘zining og‘irlik kuchi ta’sirida uzilib ketishi uchun simning uzunligi kamida qanday (km) bo‘lishi kerak? Po‘latning mustahkamlik chegarasi  $5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ , zichligi  $7.8 \text{ g/sm}^3$
- A) 7.35      B) 6.45      C) 8.2      D) 8.75      E) 7.65
25. Rasmda moddaning cho‘zilish diagrammasi berilgan. Diagrammaning qaysi qismida Guk qonuni bajariladi?
- A) 4-5      B) 1-2      C) 2-3  
 D) 3-4      E) 0-1
26. Rasmda moddaning cho‘zilish diagrammasi berilgan. Diagrammaning qaysi nuqtasi olingan materialning mustahkamlik chegarasiga mos keladi?
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5
27. Metall diskning sektor ko‘rinishidagi qismi qirqib olingan. Agar disk sovitilsa,  $\alpha$  burchak qanday o‘zgaradi?
- A) ortadi      B) o‘zgarmaydi      C) kamayadi  
 D) javob  $\alpha$  ning qiymatiga bog‘liq



## 64 - §. KRISTALL JISMLARNING ERISHI VA QOTISHI

Qattiq jismga issiqlik berish yo‘li bilan uni suyuq holatga o‘tkazish mumkin.

Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o‘tish jarayoni **erish** deb ataladi.

Kristall jismni erish uchun unga issiqlik berib, uning temperaturasi oshirib boriladi. Kristall jism temperaturasi ma’lum temperaturaga yetganda u eriy boshlaydi.

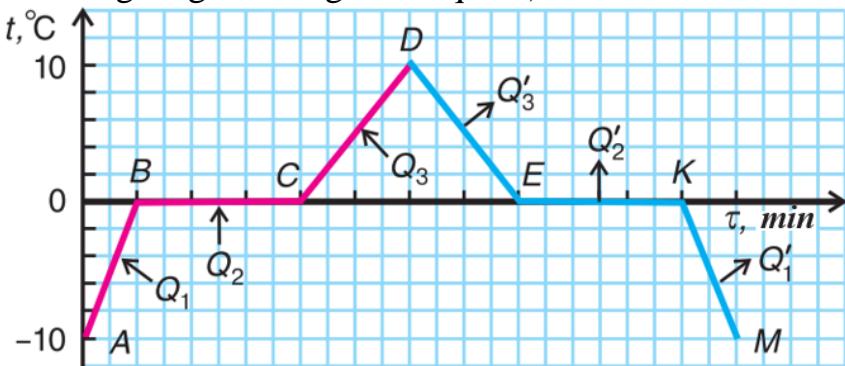
Kristall jismning erish jarayonidagi temperaturasi shu kristallning erish **temperaturasi** deb ataladi.

Kristall jismning erish va qotish jarayonini muz misolida ko‘rib chiqaylik. Stakanga  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $263\text{ K}$ ) temperaturali  $1\text{kg}$  massali muzni olib stakan ichiga termometrni joylashtirib unga issiqlik berib borilsin ( $379$  – rasm).

Bu issiqlik muzning temperaturasini oshirishga sarflana boradi. Bunda muzga berilgan issiqlik uning ichki energiyasini oshiradi. Muz temperaturasi  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273\text{ K}$ ) ga yetganda u eriy boshlaydi va erib bo‘lguncha uning temperurasasi o‘zgarmay qoladi. Bu temperatura muzning ***erish temperurasidi***.

Erish temperurasidagi kristall qattiq jismning batamom erishi uchun sarflangan issiqlik ***erish issiqligi*** deyiladi.

Berilgan  $1\text{kg}$  massali muz temperurasini  $-10^{\circ}\text{C}$  dan  $0^{\circ}\text{C}$  gacha oshirish uchun  $Q=cm(T_2-T_1)=2100\times 1\text{kg}\times(273-263)\text{K}=21000\text{J}=21\text{kJ}$  issiqlik miqdori sarflanadi ( $380$ –rasmda tasvirlangan grafikning  $A$  –  $B$  qismi).



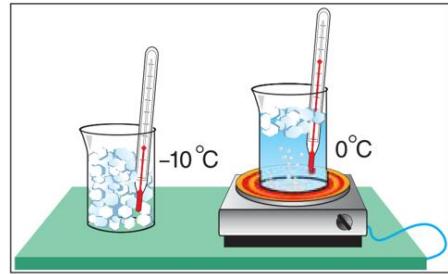
**380 – rasm.**

Muzning temperurasasi  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273\text{K}$ ) ga yetgandan keyingi berilgan issiqlik miqdori kristall panjarasini yemira boradi va kristall eriy boshlaydi. Muz batamom erib bo‘lgunga qadar uning temperurasasi o‘zgarmaydi ( $380$  – rasm grafikning  $B$  –  $C$  qismi).  $1\text{kg}$  massali muzning erishi boshlangandan batamom erib bo‘lguncha ( $351-21$ )  $\text{kJ}=333\text{ kJ}$  ga teng erish issiqlik miqdori sarflanadi ( $381$  – a rasm). Berilgan bu energiya kristall panjarasini yemirishga, uning atomlari orasidagi o‘zaro ta’sirni kamaytirishga, ya’ni muzning ***suyuq holatga o’tishiga*** ya’ni ***suvga aylanishiga*** sarflanadi.

Erish jarayonida kristall suyuqlikka to‘liq aylanib bo‘lmaguncha uning temperurasasi o‘zgarmaydi. Muz to‘liq suvgaga aylanib bo‘lgandan keyin uning temperurasasi yana orta boradi ( $380$  – rasm grafikning  $C$  –  $D$  qismi). Bunda berilgan issiqlik suv atomlarining harakat tezligini oshirishga, ya’ni ***kinetik energiyasini oshirishga*** sarflanadi.

Suvga issiqlik berilishi to’xtatilsa, ya’ni unga energiya berilishi to’xtatilsa, u soviy boshlaydi ( $380$  – rasm grafikning  $D$  –  $E$  qismi). Bunda suv atomlarining kinetik energiyasi, binobarin, moddaning ***ichki energiyasi kamaya boradi***. Suvdan issiqlik ajralib chiqadi.

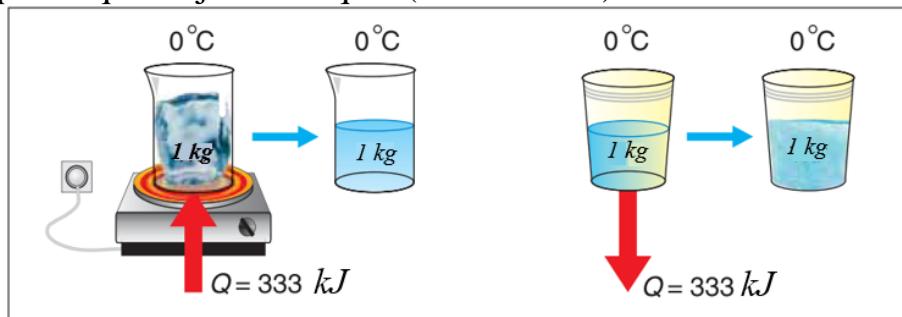
Suv soviy borib,  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273\text{K}$ ) ga yetganda uning temperurasasi o‘zgarmay qoladi ( $380$ –rasmda grafikning  $E$  –  $K$  qismi). Bu temperatura suvning muzlash temperurasidir.



**379 – rasm.**

Lekin suvdan issiqlik ajralib chiqishi davom etadi. Bunda suv atomlarining kinetik energiyasi kamaya boradi va atomlar tartibli joylasha boshlaydi. Bu jarayon moddaning qotishi yoki kristallanishi deyiladi.

Berilgan massali suvning batamom qattiq holatga o'tishi jaroyonida undan  $333 \text{ kJ}$  ga teng issiqlik miqdori ajralib chiqadi ( $381 - b$  rasm).



**381 – rasm.**

Suv muz holatga o'tib bo'lgandan keyin uning temperaturasi yana pasaya boshlaydi ( $380 - rasm$  grafikning  $K - Q$  qismi). Atomlarning kinetik energiyasi kamayishi hisobiga uning *ichki energiyasi kamaya boradi*. Bunda temperatura dastlabki  $-10^\circ\text{C}$  gacha pasayguncha muz atrof-muhitga issiqlik uzatadi. To'liq kristall holatga qaytib,  $0^\circ\text{C}$  dan  $-10^\circ\text{C}$  gacha soviguncha muzdan  $21 \text{ kJ}$  issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

Boshqa barcha kristall jismlarning erish va qotish jarayoni qo'rg'oshin kabi bo'ladi. Ko'rilgan erish va qotish jarayonidan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Kristall jismning erish va qotish temperaturalari bir xil bo'ladi.
2. Kristall jism erish jarayonida tashqaridan qancha issiqlik miqdori olsa, qotish jarayonida tashqariga shuncha issiqlik miqdori beradi.
3. Kristall jismning erish va qotish jarayonlarini ifodalovchi issiqlik grafiklari ustma-ust tushadi.

Qo'rg'oshin kabi boshqa kristall jismlar ham aniq erish (qotish) tempra turasiga ega. Quyidagi jadvalda ayrim moddalarning erish temperaturasi  $t_e$  keltirilgan.

T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$	T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$	T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$
1	Simob	-39	5	Rux	420	9	Cho'yan	1200
2	Muz	0	6	Aluminiy	660	10	Temir	1539
3	Qalay	232	7	Oltin	1064	11	Platina	1769
4	Qo'rg'oshin	327	8	Mis	1083	12	Volfram	3410

### Mavzuga doir test

1. Moddaning qanday agregat holatlarida molekulalararo o'rtacha masofa molekulalarning o'lchamlari bilan bir xil tartibda bo'ladi?

- A) gaz va suyuq holatlarda.      B) gaz holatda.  
 C) gaz, suyuq va kristall holatlarda.      D) suyuq, kristall va amorf holatlarda.

2. Suv o‘zgarmas  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturada muzga aylanadi. Bunda energiya yutiladimi yoki ajraladimi?
- A) ajraladi.      B) yutilmaydi ham, ajralmaydi ham.      C) yutiladi.  
 D) tashqi sharoitga bog ‘liq holda yutilishi ham mumkin, ajralishi ham.
3. Metallar eritilganda energiya yutiladimi yoki ajraladimi?
- A) asosan yutiladi.      B) asosan ajraladi.  
 C) erish uchun alohida energiya talab qilinmaydi.  
 D) javob erish temperaturasiga bog ‘liq.
4. Muz  $0^{\circ}\text{C}$  haroratda erimoqda. Bunda energiya yutiladimi yoki ajraladimi?
- A) yutilishi ham, ajralishi ham mumkin.      B) yutilmaydi ham, ajralmaydi ham.  
 C) ajraladi.      D) muzning massasiga bog ‘liq.      E) yutiladi.
5. Ruxning normal atmosfera bosimidagi erish temperaturasi  $420^{\circ}\text{C}$ , qaynash temperaturasi esa  $907^{\circ}\text{C}$ . Ruxning qotish temperaturasi qanday ( $^{\circ}\text{C}$ )?
- A) 1327      B) 420      C) 0      D) 907      E) 487
6. Qo‘rg‘oshining normal atmosfera bosimidagi erish temperaturasi  $327^{\circ}\text{C}$ , qaynash temperaturasi esa  $1750^{\circ}\text{C}$ . Qo‘rg‘oshining qotish temperaturasi qanday ( $^{\circ}\text{C}$ )?
- A) 1750      B) 1423      C) 0      D) 2077      E) 327
7. Kristall jism erishni boshlagandan, tugatguncha temperaturasi qanday o‘zgaradi?
- A) uzlusiz ortadi.      B) uzlusiz pasayadi.  
 C) avval ortadi, so ‘ng pasayadi.      D) o‘zgarmaydi.
8. Metallning erishi boshlanib, to‘la eriguncha, uning harorati qanday o‘zgaradi?
- A) o‘zgarmaydi.      B) kamayadi.      C) ortadi.  
 D) avval ortadi, so ‘ngra kamayadi.
9. Quyida bayon etilgan fikrlarning qaysi biri fizika qonunlariga zid?
- A) erish jarayonida moddaning harorati o‘zgarmaydi.  
 B) modda qattiq holatdan suyuq holatga o‘tishida uning ichki energiyasi kamayadi, chunki energyaning bir qismi zarralararo bog ‘lanishlarni uzishga sarflanadi.  
 C) suvning muzga aylanishida energiya ajraladi.  
 D) erishning solishtirma issiqligi  $\text{J/kg}$  larda o‘lchanadi.
10. Idishdagi  $0^{\circ}\text{C}$  haroratli suvgaga  $0^{\circ}\text{C}$  haroratli muz bo‘lagi solinsa, nima bo‘ladi?
- A) muz butunlay eriydi.      B) suv qisman muzlaydi.  
 C) muz qisman eriydi.      D) suv va muzning miqdori o‘zgarmaydi.
11. Ikkita bir xil polietilen idish  $0^{\circ}\text{C}$  haroratli suv bilan to‘ldirildi. Idishlardan biri shunday ( $0^{\circ}\text{C}$ ) haroratli suvgaga, ikkinchisi esa  $0^{\circ}\text{C}$  haroratli maydalangan muzga joylashtirildi. Bu idishlarning birortasidagi suv muzlaydimi?
- A) ikkala idishdagi suv muzlaydi.      B) 1-idishdagi suv muzlaydi.  
 C) 2-idishdagi suv muzlaydi.      D) muzlamaydi.
12. Ta’rifni to‘g‘ri mazmunda to‘latuvchi javobni aniqlang. Solishtirma erish issiqligi deb .....to‘la erishi uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdoriga teng fizik kattalikka aytildi.
- A) erish haroratida olingan moddaning birlik massasi .....  
 B) olingan moddaning bir birlik massasi .....  
 C) erish haroratidagi moddaning ..... D) moddaning.....
13.  $0^{\circ}\text{C}$  dagi 2 kg muzni eritish uchun qanday (kJ) energiya kerak bo‘ladi?  $\lambda=330 \text{ kJ/kg}$ .

- A) 700      B) 660      C) 640      D) 165      E) 1320

14. Harorati  $t_0$  bo‘lgan metall eritish uchun Q issiqlik miqdori sarflanadi. Shu metall massasini hisoblash formulasini ko‘rsating. ( $c$  – solishtirma issiqlik sig‘imi,  $\lambda$  – solishtirma erish issiqligi,  $t_0$  – erish harorati).

$$A) m = \frac{\lambda Q t_e}{c t_0} \quad B) m = \frac{\lambda Q t_0}{c t_e} \quad C) m = \frac{Q - c t_e}{\lambda t_e t_0} \quad D) m = \frac{Q}{c(t_e - t_0) + \lambda}$$

15. Solishtirma erish issiqligi  $\lambda_e$  bilan solishtirma qotish issiqligi  $\lambda_q$  qanday munosabatda bo‘ladi?

- A)  $\lambda_e >> \lambda_q$       B)  $\lambda_e > \lambda_q$       C)  $\lambda_e = \lambda_q$       D)  $\lambda_e < \lambda_q$

16. Massasi 20 kg, harorati  $-20^0\text{C}$  bo‘lgan muz  $70^0\text{C}$  haroratli 20 l suvga tashlandi. Muzning hammasi eriydimi? Muzning solishtirma erkin issiqligi 336 kJ/kg, solishtirma issiqlik sig‘imi 2.1 kJ/(kgK), suvniki esa 4.2 kJ/(kgK).

- A) *hammasi eriydi.*      B) *5 kg muz eriydi.*  
 C) *10 kg muz eriydi.*      D) *15 kg muz eriydi.*

17.  $0^0\text{C}$  temperaturadagi 9 kg suvga  $0^0\text{C}$  temperaturadagi 7 kg muz solinsa, muzning qanchasi (kg) qismi eriydi?

- A) 3      B) *umuman erimaydi*      C) 1      D) 2      E) *hammasi*

18. Idishdagi  $10^0\text{C}$  haroratli 1 l suvga  $0^0\text{C}$  haroratli 1 kg muz solinsa, nima bo‘ladi? Suvning solishtirma issiqlik sig‘imi  $c=4.2 \text{ kJ/(kgK)}$ , muzning erish solishtirma issiqligi =330 kJ/kg

- A) *muz qisman eriydi*      B) *muz butunlay eriydi*  
 C) *suv qisman muzlaydi*      D) *suv butunlay muzlaydi*

19. Massasi 1 kg bo‘lgan  $10^0\text{C}$  haroratli suvni  $0^0\text{C}$  gacha sovutish uchun  $0^0\text{C}$  haroratli muzdan unga kamida qancha (g) solish kerak? Muzning solishtirma erish issiqligi 330 kJ/kg, suvning solishtirma issiqlik sig‘imi 4200 J/(kgK)

- A) 127      B) 12.7      C) 1.27      D) 11      E) 1.1

# I L O V L A R

## Lotin alifbosi

<b>Harfi</b>	<b>O'qilishi</b>
Aa	a
Bb	be
Cc	si
Dd	di
Ee	e
Ff	ef
Gg	ji
Hh	ash
Jj	yot
Kk	ka
Ll	el
Mm	em
Nn	en
Oo	o
Pp	pi
Qq	kyu
Ss	es
Tt	te
Uu	u
Vv	vau
Ww	dablyu
Xx	iks
Yy	igrik
Zz	zet

## Yunon alifbosi

<b>Harfi</b>	<b>O'qilishi</b>
$\Alpha$	alfa
$\Beta$	betta
$\Gamma$	gamma
$\Delta$	delta
$\Epsilon$	epsilon
$\Zeta$	dzeta
$\Eta$	eta
$\Theta$	teta
$\Iota$	yota
$\Kappa$	kappa
$\Lambda$	lyambda
$\Mu$	myu
$\Nu$	nyu
$\Xi$	ksi
$\Omicron$	omikron
$\Pi$	pi
$\Rho$	ro
$\Sigma$	sigma
$\Tau$	tau
$\Upsilon$	epsilon
$\Phi$	fi
$\Chi$	iks
$\Psi$	psi
$\Omega$	omega

## Asosiy Xalqaro birliklar sistemasi.

<b>T/r</b>	<b>Kattalik nomi</b>	<b>Belgilanishi</b>	<b>Ta'rifi</b>
1	Uzunlik.	metr (m).	“ <i>Metr</i> — yorug'lik vakuumda 1/299792458 s vaqt intervalida o'tgan yo'l uzunligiga teng”.
2	Massa.	kilogramm (kg).	Kilogramm (kg) – kilogrammning xalqaro timsolining massasiga teng massa. Parij yaqinidagi Sevr shaxrida o'lchov va tarozilar xalqaro byurosida saqlanayotgan platina-iridiy qotishmasining massasi. Deametri va halandligi bir xil 39,17 mm. (90% platina, 10% iridiy)
3	Vaqt.	sekund (s).	1967-yilda <i>vaqtning atom etalonini</i> sifatida seziy 133 atomi nurlanishining 9192631770 ta tebranishlari davrining davomiyligi bir fizik sekund deb qabul qilindi.
4	Tok kuchi.	amper (A).	Amper (A) – bo'shlikda bir- biridan 1 m masofada, joylashgan, ko'ndalang kesim yuzasi juda kichik bo'lgan, ikkita parallel, to'g'ri cheksiz uzun o'tkazgichlardan o'tganida bu o'tkazgichlar orasida ular uzunligining har bir metriga $2 \cdot 10^{-7}$ N o'zaro ta'sir kuchi vujudga keltiradigan o'zgarmas tok kuchidir.
5	Temperatura.	kelvin (K).	Kelvin (K) - suv o'chlamchi nuqtasi termodinamik haroratining 273,15 dan bir qismiga teng harorat birligi.
6	Modda miqdori.	mol.	Mol (mol) – tarkibiy elementlari, 0,012 kg massali $^{12}\text{C}$ no'qlidda mavjud bo'lgan tarkibiy elementlarga teng, sistemaning modda miqdori.
7	Yorug'lik kuchi.	kandela (kd)	Kandela (kd) – $540 \cdot 10^{12}$ Hz chastotali monoxromatik nurlanish chikaradigan manbaning, enyergetik kuchi $1/683$ W/sr bo'lgan yo'nalishdagi yoruglik kuchi.

**SI tizimidagi birliklarning karrali va ulushli qiymatlarini ifodalanish uchun old qo'shimchalar**

	Nomi	Old qo'shimchaning belgisi		Ko'paytuvchi	
		O'zbekcha	Xalqaro		
Karralilar	Eksa	E	E	$10^{18}$	1000000000000000000000000
	Peta	P	P	$10^{15}$	100000000000000000000000
	Tera	T	T	$10^{12}$	1000000000000
	Giga	G	G	$10^9$	100000000
	Mega	M	M	$10^6$	100000
	Kilo	k	k	$10^3$	1000
	Gekto	g	h	$10^2$	100
	Deka	da	da	$10^1$	10
Ulushlilar	Detsi	d	d	$10^{-1}$	0.1
	Santi	s	s	$10^{-2}$	0.01
	Milli	m	m	$10^{-3}$	0.001
	Mikro	mk	$\mu$	$10^{-6}$	0.000001
	Nano	n	n	$10^{-9}$	0.00000001
	Piko	p	p	$10^{-12}$	0.000000000001
	Femto	f	f	$10^{-15}$	0.000000000000001
	Atto	a	a	$10^{-18}$	0.000000000000000000000001

**Asosiy birliklar bilan qoshimcha birliklar orasidagi bog'liliklari**

Nomlanishi	Asosiy birligi	Qo'shimcha birligi
Uzulnik	m	$1\text{mm}=10^{-3}\text{m}$ $1\text{sm}=10^{-2}\text{m}$ $1\text{dm}=10^{-1}\text{m}$ $1\text{km}=10^3\text{m}$
Yuza	$\text{m}^2$	$1\text{mm}^2=10^{-6}\text{m}^2$ $1\text{sm}^2=10^{-4}\text{m}^2$ $1\text{dm}^2=10^{-2}\text{m}^2$ $1\text{km}^2=10^6\text{m}^2$
Hajim	$\text{m}^3$	$1\text{mm}^3=10^{-9}\text{m}^3$ $1\text{sm}^3=10^{-6}\text{m}^3$ $1\text{dm}^3=10^{-3}\text{m}^3$ $1\text{km}^3=10^9\text{m}^3$
Vaqt	s	$1\text{min}=60\text{s}$ $1\text{soat}=60\text{min}=3600\text{s}$ $1\text{sutka}=24\text{soat}=86400\text{s}$ $1\text{yil}=365\text{sut}=31536000\text{s}$
Tezlik	m/s	$1\text{km/soat}=0,28\text{m/s}$ $1\text{sm/s}=10^{-2}\text{m/s}$ $1\text{mm/s}=10^{-3}\text{m/s}$ $1\text{km/s}=10^3\text{m/s}$

Tezlanish	$m/s^2$	$1mm/s^2=10^{-3}m/s^2$ $1sm/s^2=10^{-2}m/s^2$ $1dm/s^2=10^{-1}m/s^2$
Massa	kg	$1mg=10^{-6}kg$ $1g=10^{-3}kg$ $1t=10^3kg$ $1kg=10^3g$
Zichlik	$kg/m^3$	$(g/sm^3)\cdot 1000=kg/m^3$
Kuch	N	$1mN=10^{-3}N$ $1\mu=10^{-6}N$ $1kN=10^3N$ $1MN=10^6N$

### Moddalarining zichliklari

<b>№</b>	<b>Modda</b>	$\rho, 10^3 kg/m^3$	<b>№</b>	<b>Modda</b>	$\rho, 10^3 kg/m^3$
<b>Qattiq jism</b>					
1	Aluminy	2,7	5	Qo'rg'oshin	11,3
2	Muz	0,9	6	Kumush	10,5
3	Mis	8,9	7	Po'lat	7,8
4	Qalay	7,3	8	Xrom	7,2
<b>Suyuqlik</b>					
1	Benzin	0,70	4	Neft	0,80
2	Suv	1,0	5	Simob	13,6
3	Kerosin	0,80	6	Spirit	0,79
<b>Gazlar</b> (normal sharoitda)					
<b>№</b>	<b>Modda</b>	$\rho, kg/m^3$	<b>№</b>	<b>Modda</b>	$\rho, kg/m^3$
1	Azot	1,25		Havo	1,29
2	Vodorod	0,09		Kislorod	1,43

### Moddalarining mustahkamlik chegarasi $\sigma_m$ , va elastiklik moduli E

<b>№</b>	<b>Modda</b>	$\sigma_m, MPa$	<b>E, GPa</b>
1	Aluminiy	100	70
2	Mis	400	120
3	Qalay	20	50
4	Qo'rg'oshin	15	15
5	Kumush	140	30
6	Po'lat	500	200

## Juft materiallar uchun sirpanish ishqalanish koeffitsienti

<b>№</b>	<b>Materiallar</b>	$\mu$	<b>№</b>	<b>Materiallar</b>	$\mu$
1	Mis bilan muz	0,02	5	Bronza bilan cho'yan	0,2
2	Po'lat bilan muz	0,04	6	Yog'och bilan yog'och	0,4
3	Po'lat bilan po'lat	0,12	7	Charm bilan cho'yan	0,6
4	Po'lat bilan bronza	0,15	8	Rezina bilan beton	0,75

## Moddalarning normal shoroitdagи solishtirma issiqlik sig'imi

<b>Modda</b>	$c, \frac{kJ}{kg \cdot K}$	<b>Modda</b>	$c, \frac{kJ}{kg \cdot K}$
Qattiq jism			
Aluminiy	0,92	Qo'rg'oshin	0,13
Muz	2,1	Kumush	0,23
Mis	0,38	Po'lat	0,46
Qalay	0,23	Oltin	0,13
Rux	0,4	Jez(latun)	0,38
Temir	0,45	Cho'yan	0,54
Shisha	0,84	G'isht	0,75
Yog'och	1,3	Naftalin	1,3
Suyuqlik			
Suv	4,2	Simob	0,12
Spirt	2,4	Kerosin	2,14
Glitsirin	2,4	O'simlik yog'	1,7
Gaz (o'zgarmas bosimda)			
Azot	1,0	Vodorod	1,4
Havo	1,0	Kislorod	0,92
Ammiak	2,1	Suv bug'i	2,2
Geliy	5,2		

## Yoqilg'ilaming solishtirma yonish issiqligi

<b>Modda</b>	$q, \frac{MJ}{kg}$	<b>Modda</b>	$q, \frac{MJ}{kg}$
Qattiq jism			
Quruq o'tin	10,0	Torf	15,0
Tosh ko'mir	29,7	Porox	3,8

Suyuqlik			
Benzin	46	Kerosin	43
Dizel yonilg'i	42	Mazut	40,0
Spirit	27	Neft	46
<b>Gaz (1m<sup>3</sup>. Narmol sharoit )</b>			
Tabiiy gaz	35,5	Vodorod	120

To'yingan bug' bosimi  $P_t$  va zichligi  $\rho_t$  ning temperatura  $t$  ga bog'liqligi

$t, {}^\circ\text{C}$	$P_t, \text{kPa}$	$\rho_t, \text{g/m}^3$	$t, {}^\circ\text{C}$	$P_t, \text{kPa}$	$\rho_t, \text{g/m}^3$
-20	0,103	0,85	6	0,934	7,3
-18	0,125	1,05	8	1,06	8,3
-16	0,151	1,27	10	1,228	9,4
-14	0,181	1,51	12	1,402	10,7
-12	0,217	1,80	14	1,598	12,1
-10	0,260	2,14	16	1,817	13,6
-8	0,337	2,54	18	2,063	15,4
-6	0,368	2,99	20	2,338	17,3
-4	0,437	3,51	22	2,643	19,3
-2	0,517	4,13	24	2,984	21,8
0	0,611	4,84	26	3,361	24,2
2	0,705	5,60	28	3,780	27,2
4	0,813	6,40	30	4,242	30,3

### Psixrometrik jadval

Quruq temperaturaning ko'tsatishi ${}^\circ\text{C}$	Quruq van am termometrlar ko'rsatishlarining farqi ${}^\circ\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nisbiy namlik %										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31

26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

### Sirt taranglik koeffitsienti

T/r	Modda	$\delta, \text{mN/m}$	T/r	Modda	$\delta, \text{mN/m}$
1	Suv	73	4	Neft	30
2	Kerosin	24	5	Simob	510
3	Sovun eritmasi	40	6	Spirt	22

### Moddalarning erish temperaturasi $t_e$ keltirilgan

T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$	T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$	T/r	Modda	$t_e, {}^\circ\text{C}$
1	Simob	-39	5	Rux	420	9	Cho'yan	1200
2	Muz	0	6	Aluminiy	660	10	Temir	1539
3	Qalay	232	7	Oltin	1064	11	Platina	1769
4	Qo'rg'oshin	327	8	Mis	1083	12	Volfram	3410

## JAVOBALAR

1-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	B	B	D	A	E	A	E	C	
1	B	A	D	D	C	A	C	D	D	C

2-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	C	C	A	B	A	A	B	A	E	
1	C	D	D	E	A	C	D	C	E	A
2	D	E	A	D						

3-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	D	C	A	E	D	A	D	B	
1	D	C	C	E	D	A	D	A		

4-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	E	A	B	B	D	E	B	B	D	
1	C	E	B	A	A	E	D	D	B	
2	B	D	B	E	C	A	C	B	B	C
3	E	C	C	E	B	B	D	A	D	C
4	D	B	D	A	A	A	B	D	B	B
5	C	C	B	D	D	D	D	D	D	A
6	A									

5-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	C	B	D	E	A	D	A	D	
1	D	B	C	B	E	E	B	C	D	E
2	A	A	C	C	D	C				

6-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	C	B	E	D	B	D	B	A	
1	A	D	E	C	E	A	B	B	E	D
2	C	D	B	D	A	B	B	A	D	E
3	D	C	D	D	A	D	B	C	C	A
4	B	A	D	D	D	C	D	D	C	B
5	B	E	B	C	B	C	C	D	E	B
6	D	E	A	B	C					

7-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	E	A	B	E	D	E	D	C	
1	D	A	B	B	B	E	A	D	A	C
2	B	A	E	C	A	D	B	A	A	E
3	D	C	B	E	C	B	A	B	D	D
4	A	B	D	D	E	D	A	C	C	D
5	E	A	E	C	B	C	D	B	D	B
6	B	A	B	A	B	E	A	C	D	C
7	C	D	A	D	C	D	C	A	D	B
8	A	D	E	C	E	D	E	A	D	C
9	E	B	D	E	C	B	B	C	D	E
10	D	D	C	C	E	D	A	B	C	C
11	B	D	C	A	C	A	D	C	C	D
12	B	E	D							

8-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	A	B	B	B	B	B	A		

9-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	B	C	A	E	B	B	D	E	
1	C	A	C	C	A	D	D	B	D	A
3	A	B	B	A	C	C	C	D		

9-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	E	D	A	D	B	C	D	C	D	
1	A	A	B	B	E	B	C	A	E	E
2	D	A	B	B	C	B	B	D	E	A
3	B	D	E	D	C	D	D	C	A	E
4	A	C	A	D	E	E	A	A	A	B
5	D	E	C	B	A	B	A	E	B	D
6	E	C	E	A						

10-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	E	A	E	B	C	D	D	D	C	
1	C	C	D	B	C	D	A	E	E	A
2	A	C	D	D	B	B	E	C	B	E
3	D	D	E	C	A	B	A	A	A	A
4	C	E	E	B	D	B	D	C	C	D
5	C	C	D	A	D	D	A	D	E	E
6	E	B	C	E	B	E	C	B	D	C
7	E	A	E	D	A	C	E	A	B	B
8	A	B	B	C	A	D	B	B	D	B
9	A	E	C	D	A	E	D	C	B	A
10	C	B	B	E	C	B				

11-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	C	A	C	C	C	A	A	E	
1	D	A	B	C	D	D	D	A	D	C
2	B	C	C	E	B	E	D	A	D	B
3	B	A	E	D	D	D	A	D	A	D
4	B	E	D	E	D	C	D	D	A	D
5	B	A	C	D	A	E	B	A	C	E
6	D	D	A	B	D	C	B	C	C	A
7	A	D	B	C	B	E	C	D	D	D
8	E	E	D	C	B	C	C	D	B	C
9	C	E								

12-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	D	C	A	C	D	B	B	A	
1	C	E	A	C	A	E	B			

13-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										
2										
3										
4										

14-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	C	A	C	B	A	D	C	E	C	
1	A	E	E	D	C	B	A	C	A	E
2	D	A	D	C	C	A	B	B	D	D
3	E	D	E	B	E	B				

15-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	E	C	B	D	E	A	D	C	E	
1	A	D								

16-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	C	B	E	A	B	D	D	B	E	
1	D	E	C	C	B	A	C	D	E	B
2	B	B	C	B	A	A	A	B	D	

17-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	C	A	A	B	A	C	D	A	
1	B	A	A	C	D	A	D			

18-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	E	E	A	C	D	D	D	B	
1	B	D	E	C	A	E	D	E	D	A
2	C	C	D	B	A	B	C	D	B	C
3	C	E	B	B	E	A	D	E	D	B
4	D	B	B	A	D	A	C	D	B	B
5	D	D	E	A	B	E	A	A	C	D
6	A	A	A	D	D	A	B	B	D	D
7	D	B	C	D	C	C	E			

19-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										

20-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	D	C	A	A	D	E	D	B	
1	D	C	C	E	B	D	B	B	B	E
2	E	C	C	D						

21-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	B	C	D	D	C	B	C	C	
1	D	D	B	D	A	D	C	A	C	A
2	D	D	D	D	C	B	A	D	E	B
3	E	E	A	C	E	D	E	B	C	A
4	D	C	A	B	C	A	E	B	E	A
5	B	C	D	A	E	C	D	C	D	A
6	C	C	A	B	C	D	E	B	D	C
7	A	B	C	B	A					

22-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	B	A	A	B	D	B	A	D	
1	E	A	C	A	D	D				

23-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	A	C	A	D	B	B	D
1	A	D	C	D	E	C	C	E	A	C
2	C	E	E	D	D	E	C	D	A	A
3	C	C	B	B	E	C	D	E	A	

24-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	D	B	C	D	B	A	C
1	D	B	B	A	C					

24-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	D	C	C	C	D	C	C	D
1	A	A	D	C	D	D	D	D	D	A
2	A	B	B	B	A	B	C	C	D	C

25-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		B	B	A	A	C	C	A	A	A
1	C	C								

25-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	A	A	B	C	A	D	B
1	B	B	C	D	C	D	D	A	A	D
2	A	A	C	B						

26-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		B	B	B	A	A	A	C	C	D
1	D	C	A							

26-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	C	C	D	A	C	C	B	B
1	C	D	C	D	D	C	D	A	B	A
2	C	A	B	A	D					

30-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	D	B	D	D	C	B	E	D
1	A	B	E	A	E	D	D	E	E	C
2	C	B	A	E	D	C	B	D	C	B
3	E	D	A	A	C	D	C	B	D	B
4	C	B	D	C	B	D				

27-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	C	D	A	B	C	D	A
1	B									

27-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	B	D	D	C	C	D	D
1	C	C	A	C	C	A	B	D	D	D
2	C									

28-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		C	B	B	B	B	D	B	E	E
1	D	C	D	A	B	A	B	C	C	B
2	E	D	D	A	C	B	C	B	C	B
3	A	B	D	D	C	D	D	B	D	A
4	A	E	D	A	A	E	D	B	D	D

29-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	B	C	C	E	E	E	E
1	E	B	E	B	D	D	C	A	D	C
2	B	E	B	C	E	B	C	C	A	A
3	E	C	A	D						

31-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	D	C	E	A	D	B	B
1	A	B	E	A	B	E	A	D	A	B
2	A	A	A	B	E	C	D	A	E	B
3	D	D	B	A	C	B	D	D	D	B

32-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	D	A	B	C	D	C	C	C
1	A	D	A	E	D	C	A	C	A	E
2	D	E	A	D	D					

33-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	C	E	D	E	B	C	B	C
1	C	E	B	E	C	D	A	D	D	D
2	D	B	A	E	D	A	C	D	C	E
3	A	C	B	C	A	A	B	C	E	B
4	B	B	C	B	C	A	D	B	C	A
5	D	E	C	B	D	B	C	D	A	E
6	D	C	E	E	D	A	D	C	C	B
7	A	B	E	D	A	C	B	C	C	E
8	A	E	C	C	A	D	A	A	A	E
9	E	D	E	E	D	A	E	C		

34-§ (1)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	B	C	D	A	B	C	D		
1										

34-§ (2)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	B	C	D	B	A	C	C	D	
1	A	D	B	B	B	B				

35-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	A	D	D	E	C	D	D	C	
1	B	A	B							

36-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	D	B	D	A	A	D	D	D	
1	D	C	D	B						

37-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	C	B	A	D	D	B	C	B	
1	D	E	B	A	D	E	B	C	C	D
2	D	D	D	E	D	D	C	A	A	D
3	C	E	B	C	D	E	A	C	C	C
4	D	A	D	E	A	A	B	B	C	D
5	C	D	C	A	A	A				

38-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	B	C	D	C	B	C	B	A	
1	D	B								

39-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	B	C	D	A	B	C	D	A	
1	B	C	D	A	C	B				

40-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	D	B	D	A	B	D	C	A	
1	B	D	E	D	E	D	D	C	A	A
2	B	A	D	C	A	C	E	D	C	D
3	A	B	D	C	D	E	D	A	E	B
4	C	E	B	A	C	B	C	C	D	D
5	B	A	D	C	B	B	C	E	A	

41-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	C	D	C	E	A	E	B	C	B	
1	A	C	A	C	D	E	E	D		

42-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	B	C	D	A	A	D	A	C	
1	C	C	B							

43-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	C	A	C	D	B	B	D	C	
1	B	D	E	B	C	A	B	E	E	E
2	E	B	A	C	D	B	C	A	E	C
3	D	A	A	D	C	C	D	C	C	A
4	E	D								

44-§										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	E	B	B	E	B	B	B	E	A	
1	B	D	C	A	D	B	D	C	E	C
2	A	A	A	B	D	A	D	E	C	C
3	A	C	B	E	D	E	A	E	C	D
4	C	C	B	D	C	D	A	A	E	D
5	E	B	C	B	D	B	C	B	D	A
6	D	A	B	A	D	E	E	A	B	B
7	B	E	D	A	E	C	C	A	D	D
8	A	D	D	E	A	E	D	D	D	D
9	A	D								

## 45-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	C	B	C	B	B	D	D	B	D	
1	C	D	A	A	D	A	C	D	E	C
2	B	B	E	A	E	C	E	A	D	E
3	D	A	B	C	B	C	E	D	D	A
4	A	D	C	C	E	C	B	A	C	E
5	D	D	B	B	A	D	A	C	D	B

## 47-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	B	B	C	C	B	D	C	C	A	
1	B	A	C	D	B	B	C	E	B	B
2	E	E	E	D	B	D				

## 48-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	C	A	C	A	D	B	E	E	
1	A	D	C	D	A	D	C	C	E	A
2	A	C	D	E	B	C	A	E	B	A
3	C	D	D							

## 50-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	B	A	E	A	D	D	E	E	
1	B	B	B	D	A	C	C	E	A	A
2	B	D	E	D	B	C	B	D	B	C
3	A	D	E	C	B	B	A	C	C	C
4	E	D	A	D	A	C	D	B	B	D
5	A	D	D	B						

## 51-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	B	D	E	A	A	C	D	A	
1	C	D	D	B	A	A	A	B	C	
2	C	B	B	B	C					

## 52-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	D	C	C	E	B	B	D	A
1	D	C	B	A	B	A	A	C	D	A
2	D	A	B	B	B	E	A	C	A	D
3	C	E	C	A	B	B	E	D	E	

## 53-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		E	E	B	D	A	C	C	D	D
1	C	A	B	B	B	C	E	B	E	B
2	A	D	D	B	E	C	C	D	A	D
3	D	A	C	D	D	B	C	B	E	E

## 54-§ (1)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	D	B	E	A	E	A	B	D
1	A	D	A	C	A	D	C	B	C	D
2	E	C	E	A	C	A	B	C	B	A
3	C									

## 54-§ (2)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		B	D	D	B	E	D	C	A	D
1	A	D	D	D	D	A	E	B	A	A
2	E	D	A	C	A	A	B	A	D	D
3	C									

## 55-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	B	C	E	D	A	C	E
1	C	C	B	B	A	D	A	C	A	C
2	D	D	B	C	C	B	D	C	D	B
3	B	E	B	D	C	A	C	D	E	B
4	D	A	E							

## 56-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	C	D	A	A	D	D	A	D
1	A	D	A	D	C	A	C	C	E	A
2	B	A	C	B	B	C	C	C	E	A
3	B	D	B	A	D	A	D	C	C	B
4	B	D	D	B	C	B				

## 57-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	D	E	B	D	C	A	D
1	C	B	E	C	B	C	D	A	C	D
2	D	D	A	D	E	E	B	B	B	E
3	C	D	C	E	C	A	A	B	C	A
4	E	B	E	E	C	D	E	B	C	A
5	A	D	E	D	D	D	D	B	B	B
6	D	A	A	A	C	A	B	B	E	E
7	A	E	E	A	C	D	E	B	C	B
8	D	D	D	D						

## 58-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		B	A	B	E	D	E	E	B	C
1	C	C	D	C	C	A	E	D	B	B
2	E	C	A	B	D	E	A	D	B	B
3	E	B	A	A	D	B	C	A	C	C
4	A	D	C	A	D	D	B	C	E	D
5	C	B	B	E	E	C	B	C	E	D
6	D	E	D	A	B	D	A	C	C	A
7	C	D	B	D	D	A	D	C	C	D
8	A	C	C	A	C					

## 59-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	A	E	E	B	C	A	B	E
1	D	D	B	C	A	B	B	B	A	D
2	B	D	A	C	B	A	D	C	C	E
3	E									

## 60-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	A	B	C	A	D	B	C	B
1	B	D	D	A	E	E	D	B	C	D
2	D	C								

## 61-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	C	B	A	D	C	C	C	B
1	C	E	D	B	D	A	E	D	C	

## 62-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	B	C	D	E	E	E	C
1	E	B	D	E	D	C	A	D	C	A
2	C	B	D	A	B	C	D	D	D	D

## 63-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A	B	D	C	B	E	C	B	C
1	D	C	A	D	B	B	E	A	B	D
2	D	E	B	D	A	E	D	B		

## 64-§

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		D	A	A	E	B	E	D	A	B
1	D	D	A	B	D	C	D	B	A	A

## **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Исаченкова Лариса Артемовна. Слесарь Инесса Эдуардовна – “Физика 6 класса”. Минск “Народная асвета” 2010
2. Исаченкова, Л. А., Ю. Д. Лещинский — “Физика 7 класса” — Минск “Народная асвета” 2013. — 183 с
3. Исаченкова, Л. А. Ю. Д. Лещинский — “Физика 8 класса” — Минск “Народная асвета” 2015. — 183 с
4. Исаченкова Л. А., Пальчик Г. В., Сокольский А. А. — “Физика 9 класса” — Минск “Народная асвета” 2015. — 225 с.
5. Е. В. Громуко, В. И. Зенькович, А. А. Луцевич, И. Э. Слесарь — “Физика 10 класса” — Минск “Адукацыя і выхаванне” 2013. — 275 с.
6. В. В. Жилко, Л. Г. Маркович. — “Физика 11 класса” — Минск “Народная асвета” 2014. — 289 с.
7. Н. М. Шахмаев, А. В. Бунчук — “Физика 9 класса” — Москва “МНЭМОЗИНА” 2015. — 235 с.
8. N. Sh. Turdiyev – “6 – sinf fizika” – Cho’lpon nomidagi nashriyot – matbaa ijodiy uyi Toshkent – 2009. – 160 b.
9. P. Habibullayev, A. Boydadayev, A. Bahromov – “7 – sinf fizika” – “O’zbekiston milliy ensiklopediyasi” Davlat ilmiy nashriyoti. Cho’lpon nomidagi nashriyot – matbaa ijodiy uyi Toshkent – 2009. – 160 b.
10. P. Habibullayev, A. Boydadayev, A. Bahromov, M. Yo’ldosheva – “9 – sinf fizika” – G’afur G’ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi Toshkent – 2010. – 160 b.
11. M. X. O’lmasova – “Mexanika va molekulyar fizika” – Toshkent “O’qituvchi” – 2003. – 432 b.
12. A. G. G’aniyev, A. K. Avliyoqulov, G. A. Alimordonova – “Fizika I qism” – “O’qituvchi” Nashriyoti – matbaa ijodiy uyi. Toshkent – 2005. – 384 b.
13. N. M. Shaxmayev, D. Sh. Shodihev – “8 – fizika ” – Toshkent “Ijod Dunyosi” Nashriyoti uyi – 2001. – 272 b.
14. А. П. Рымкевича – “10 – класс” – “Сборник задача по физика” – “Дрофа” – 1996. – 370 с.
15. Е. Н. Изергина, Н. И. Питров – “Сборник задача по общему курсу физики” В. С. Волькенштейн. В 2 кн. Кн 1. – Олимп: ООО “Фирма Издательство АТС” – 1999. – 432 с.
16. Е. Н. Изергина, Н. И. Питров – “Сборник задача по общему курсу физики” В. С. Волькенштейн. В 2 кн. Кн 2. – Олимп: ООО “Фирма Издательство АТС” – 1999. – 592 с.
17. Xalillayev Mahkam – “Fizika fanidan ma’lumotnoma” – “Yangi kitob” Toshkent – 2016. – 448 b.
18. И. Л. Касаткина – “Репетитор по физике”. Том 1. – Ростов – на – Дону “Феникс” – 2006. – 848 с.
19. И. Л. Касаткина – “Репетитор по физике”. Том 2. – Ростов – на – Дону “Феникс” – 2006. – 848 с.
20. WWW. fizika. ru

## MUNDARIJA

1 - §. KINEMATIKA ASOSLARI.....	10
2 - §. TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKAT. TEZLIK.....	23
3 - §. TEZLIK VA YO'L GRAFIGI.....	30
4 - §. HARAKTNING NISBIYLLIGI.....	35
5 - §. NOTEKIS HARAKATDA TEZLIK.....	46
6 - §. TEZLANISH VA UNING TASHKIL ETUVCHILARI.....	52
7 - §. TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKATDA YO'L.....	56
8 - §. MODDIY NUQTANING AYLANMA TEKIS HARAKATI.....	80
9 - §. AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATDAGI TEZLANISH.....	87
10 - §. JISMLARNING ERKIN TUSHISHI.....	97
11-§. NYUTONNING BIRINCHI QONUNI. NYUTONNING IKKINCHI QONUNI.....	114
12-§ NYUTONNING UCHINCHI QONUNI.....	132
13 - §. HARAKAT QONUNLARINNG AYLANMA HARAKATGA TADBIQI.....	137
14 - §. ELASTIKLIK KUCHI.....	142
15 - §. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI.....	150
16 - §. OG'IRLIK KUCHI.....	154
17-§. JISMNING OG'RLIGI.....	160
18-§. YUKLAMA VA VAZNSIZLIK.....	163
19 - §. GORIZONTAL OTILGAN JISMNING HARAKATI.....	174
20 - §. YERNING SUN'IY YO'LDOSHLARI. KOSMIK TEZLIKLER.....	177
21-§. GORIZONTGA QIYA OTILGAN JISM HARAKATI.....	183
22-§. ISHQALANISH KUCHI. TINCHLIKDAGI ISHQALANISH.....	192
23-§. SIRPANISH ISHQALANISH. DUMALASH ISHQALANISH.....	196
24-§. QIYA TEKISLIK ISHQALANISH KUCHI.....	207
25 - §. JISMLARNING MUVOZANATDA BO'LISH SHARTI.....	214
26 - §. BIR NECHITA KUCH TA'SIRIDA JISMLARNING HARAKATLANISHI.....	226
27-§. IMPULS.....	235
28-§. IMPULSNING SAQLANISH QONUNI.....	241
29 - §. MEXANIK ISH.....	252
30 - §. MEXANIK ENERGIYA. KINETIK ENERGIYA.....	256
31 - §. POTENSIAL ENERGIYA.....	263
32 - §. ELESTIKLIK KUCHINING BAJARGAN ISHI. ELASTIK DEFORMATSIYALANGAN JISMNING POTENSIAL ENERGIYA.....	269
33 - §. MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNI.....	273
34 - §. QUVVAT.....	286
35 - §. BOSIM VA UNING BIRLIKHLARI.....	293

<b>36 - §. SUYUQLIK VA GAZLARDA PASKAL QONUNI. GIDRAVLIK PRESS.....</b>	<b>297</b>
<b>37 - §. SUYUQLIKNING IDISH TUBI VA DEVORLARIGA BOSIMI (GIDROSTATIK BISIM).....</b>	<b>301</b>
<b>38 - §. TUTASH IDISHLAR QONUNI.....</b>	<b>308</b>
<b>39 - §. ARXIMED QONUNI.....</b>	<b>311</b>
<b>40 - §. JISMNING SUZISH SHARTLARI.....</b>	<b>351</b>
<b>41 - §. ATMOSFERA BOSIMI. TORRICHELLI TAJRIBASI.....</b>	<b>323</b>
<b>42 - §. HARAKATLANUCHI SUYUQLIK VA GAZLAR.....</b>	<b>327</b>
<b>43 - §. PRUJINAGA MAHKAMLANGAN JISMNING TEBRANISHI.....</b>	<b>334</b>
<b>44 - §. MATEMATIK MAYATNIKNING TEBRANISHI.....</b>	<b>340</b>
<b>45 - §. GARMONIK TEBRANISHLAR.....</b>	<b>353</b>
<b>46 - §. MAJBURIY TEBRANISHLAR.....</b>	<b>360</b>
<b>47 - §. TO'LQIN. KO'NDALANG VA BO'YLAMA TO'LQINLAR.....</b>	<b>362</b>
<b>48 - §. TOVUSH XOSSALARI. TOVUSH HODISALARI.....</b>	<b>366</b>
<b>49 - §. MOLEKULYAR – KINETIK NAZARIYA ASOSALARI.....</b>	<b>373</b>
<b>50 - §. MOLEKULANING O'LCHAMLARI. MODDA MIQDORI.....</b>	<b>376</b>
<b>51 - §. IDEAL GAZ. IDEAL GAZ MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASINING ASOSIY TENGLAMASI.....</b>	<b>386</b>
<b>52 - §. ABSOLUT TEMPERATURA. MOLEKULALARNING O'RTACHA KINETIK ENERGIYASI.....</b>	<b>391</b>
<b>53 - §. GAZ MOLEKULALARINING HARAKAT TEZLIGI.....</b>	<b>398</b>
<b>54 - §. IDEAL GAZ HOLATINING TENGLAMASI. IZOJARAYONLAR ..</b>	<b>403</b>
<b>55 - §. SISTEMANING ICHKI ENERGIYASI. ICHKI ENERGIYANING ERKINLIK DARAJASI.....</b>	<b>418</b>
<b>56 - §. TERMODINAMIKA DA ISH.....</b>	<b>427</b>
<b>57 - §. ISSIQLIK MIQDORI.....</b>	<b>435</b>
<b>58 - §. TERMODINAMIKA NING BIRINCHI QONUNI.....</b>	<b>448</b>
<b>59 - §. ISSIQLIK MASHINALARINING FIK.....</b>	<b>458</b>
<b>60 - §. TO'YINGAN BUG'. QAYNASH. KRETIK TEMPERATURA.....</b>	<b>467</b>
<b>61 - §. HOVONING NAMLIGI. ABSALYUT VA NISBIY NAMLIKLAR....</b>	<b>474</b>
<b>62 - §. SUYUQLIK XOSSALARI. KAPILLARLIK.....</b>	<b>479</b>
<b>63 - §. QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI.....</b>	<b>486</b>
<b>64 - §. KRISTALL JISMLARNING ERISHI VA QOTISHI.....</b>	<b>493</b>
<b>ILOVALAR.....</b>	<b>498</b>
<b>JAVOBALAR.....</b>	<b>505</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....</b>	<b>512</b>



