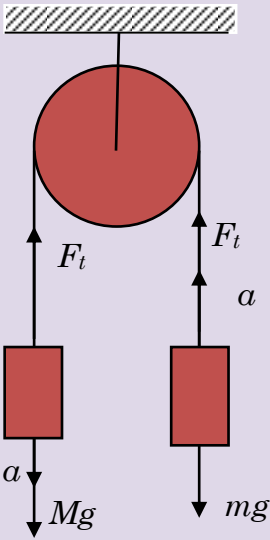


# Abiturientlar uchun fizika fanidan qo'llanma

H.I.G'



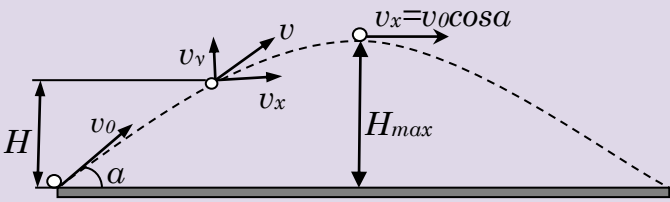
$$F_t = \frac{2mM}{M + m} g$$

$$a = \frac{M - m}{M + m} g$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$$

@FizUzbOlympiad

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$



Navoiy 2019

## 1-§. Fizikaviy kattaliklar

Fizikaviy kattaliklar ikki xil bo'ladi.

- 1) Ham son qiymati bilan ham yo'nalishi bilan xarakterlanadigan kattaliklar vektor kattaliklar deyiladi.
- 2) Faqat son qiymati bilan xarakterlanadigan kattaliklar Skalyar kattaliklar deyiladi. M-n: massa, energiya, vaqt

## 2-§. Moddaning zichligi

Hajm birligidagi massaga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka zichlik deyiladi.

$$\rho = \frac{m}{V} ; \quad m = \rho V ; \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Zichlikning o'lchov birligi **kg/m<sup>3</sup>, g/m<sup>3</sup>**

Massaning o'lchov birligi **kilogramm, gramm, tonna**

Hajmning o'lchov birligi **m<sup>3</sup>, dm<sup>3</sup>**

Suyuqlik zichligi *areometr* degan asbob bilan o'lchanadi. Areometrning ishlash prinsipi Arximed qonuniga asoslangan.

Suvning zichligi  **$\rho_{suv}=1000 \text{ kg/m}^3$**

**kg/m<sup>3</sup>** ni **g/sm<sup>3</sup>** ga aylantirish uchun berilgan zichlikni 1000 ga bo'lish kerak, **g/sm<sup>3</sup>** ni **kg/m<sup>3</sup>** ga aylantirish uchun berilgan zichlikni 1000 ga ko'paytirish kerak.

## 3-§. Kuch

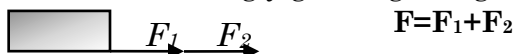
Kuch vector kattalikdir, kuch harakat tezligini o'zgartiruvchi sababdir. Kuch dinamometr bilan o'lchanadi. Kuch birligi 1 N (nyuton). 1kN=1000N, 1mN=0,001N=10<sup>-3</sup>N.

Jismlarni yerga tortuvchi kuchga *og'irlik kuchi* deyiladi.

$$F=mg \quad \text{Og'irlik kuchini hisoblash formulasi .}$$

Yerning tortishi tufayli jismning tayanch yoki osmaga ta'sir qiladigan kuchga jismning og'irligi deyiladi.

Yo'nalishi bo'yicha bir tomonga yo'nalgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisi uni tashkil etuvchi kuchlar modullarining yig'indisiga teng.


$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$$

Bir tog'ri chiziq bo'yicha qarama-qarshi yo'nalgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisi moduli bo'yicha katta kuch tomonga yo'nalgan bo'ladi. Uning natijaviy kuchi sistemani tashkil qilgan kuchlar ayirmasiga teng.


$$F = |F_1 - F_2|$$

Jismning biror nuqtasiga ikki kuch ma'lum burchak ostida qo'yilgan bo'lsa bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi quyidagicha topiladi.

Jismning og'irligi tayanchga yoki osmaga qo'yiladi. Og'irlik kuchi jismning o'ziga qo'yiladi.

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

## 4-§. Bosim

Sirtning sferik yuziga perpendikulyar ravishda ta'sir qiluvchi kuchga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka *bosim* deyiladi. Bosim skalyar kattalik.

Bosimni hisoblash uchun kuchni sirtning yuziga bo'lish kerak

Bosimning o'lchov birligi [**Paskal**] [Pa].

$$P = \frac{F}{S}$$

Bosim skalyar kattalik bo'lganligi uchun  $F$  kuchning bosimi uning vertical va gorizonta tashkil etuvchilari yig'indisiga teng:  $P = P_x + P_y$

Kuchning gorizonta tashkil etuvchisi sirtga parallel yo'nalganligi uchun u sirtga bosim bermaydi. Qattiq jismlarda bosim kuch yo'nalishida uzatiladi.

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ;  $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$ ;  $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$

$F = PS$  Kuchni bosim va yuza orqali ifodalash formulasi.

## 5-§. Paskal qonuni

*Suyuqlik yoki gazga uzatilgan tashqi bosim suyuqlik yoki gazning barcha nuqtalariga o'zgarishsiz uzatiladi.*

Paskal qonuniga asoslanib gidravlik mashinalar yaratilgan gidravlik mashinaning asosiy qismi o'zaro nay bilan tutashtirilgan har xil diametrli ikkita yupqa silindr idishdan iborat bo'lib ularning ichida suyuqlik bo'ladi.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \quad ; \quad F_1 S_2 = F_2 S_1 \quad ; \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Gidravlik mashinaning katta porshenining yuzi kichik porshenining yuzidan necha marta katta bo'lsa gidravlik mashina kuchdan shuncha marta yutuq beradi. Gidravlik mashina kuchdan yutuq beruvchi qurilma.

1) Ishqalanish bo'lgan holda kuchdan yutuqni hisoblash uchun katta kuchni kichik kuchga bo'lish kerak  $[F_1/F_2]$   $F_1 > F_2$

2) Ishqalanish bo'lmagan holda kuchdan yutuqni hisoblash uchun katta yuzani kichik yuzaga bo'lish kerak  $[S_1/S_2]$   $S_1 > S_2$

## 6-§. Suyuqlikning og'irlik kuchi ta'sirida idish tubi va devoriga bosimi.

Suyuqlik deb idish devoriga tegmay turgan sirtga aytiladi. Istalgan gorizonta sirtga sath deb aytiladi. Suyuqlikning og'irligi ta'sirida yerdan  $h$  chuqurlikdagi barcha nuqtalarda hosil qiladigan bosimi suyuqlik ustunining balandligiga va zichligiga to'g'ri proporsional. Suyuqlik va gaz ichida bosim bo'ladi. Suyuqlikning og'irligi tufayli idish tubiga ta'sir qiladigan bosimi *gidrostatik bosim* deyiladi.

$P = \rho gh$  Suyuqlikning idish tubiga bosimi formulasi (gidrostatik bosim)

$P = \frac{\rho gh}{2}$  Suyuqlikning idish devorlariga bosimi formulasi  
 $P$ -zichlik  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$   $h$ =sath balandligi

$P = \rho gh + P_0$  -Ko'l tubiga beriladigan to'liq bosim formulasi

$P = \frac{\rho gh}{2} + P_0$  -Usti ochiq idishning yon devorlariga beriladigan bosim formulasi

▲ Tezlanish bilan harakatda suyuqlikning idish tubiga bosimi:

▲ a tezlanish bilan ko'tarilayotganda va tezlanish yuqoriga yo'nalgan:

$$P = \rho(g+a)h$$

▲ a tezlanish bilan ko'tarilayotganda va tezlanish pastga yo'nalgan:

$$P = \rho(g-a)h$$

▲ a tezlanish bilan tushayotganda va tezlanish pastga yo'nalgan:

$$P = \rho(g-a)h$$

▲ a tezlanish bilan tushayotganda va tezlanish yuqoriga yo'nalgan:

$$P = \rho(g+a)h$$

Bir xil balandlik va tubining yuzasi bir xil bo'lgan turli shakldagi idishlarga bir xil suyuqlik quyilganda idish tubiga bosim kuchlari bir xil bo'lish hodisasiga gidrostatik paradoks deyiladi. Qandaydir jism yopiq idishda suyuqlik sirtida suzmoqda. Agar idishga havo damlansa jismning suyuqlikka botish chuqurligi qanday ozgaradi?

1. Agar jismning siqiluvchanligi suyuqliknikiday bo'lsa botish chuqurligi o'zgarmaydi.

2. Agar jismning siqiluvchanligi suyuqliknikidan katta bo'lsa botish chuqurligi ortadi.

3. Agar jismning siqiluvchanligi suyuqlikdan kichik bo'lsa botish chuqurligi kamayadi.

$$A = \frac{g S d^2 (\rho_s - \rho_m)^2}{2 \rho_s}$$

-Asosining yuzi  $S$  bo'lgan, qalinligi  $d$  bo'lgan muz bo'lagi suvda suzib yurganda uni suvga to'liq botirish uchun bajarilgan ish formulasi.

### 7-§. Tutash idishlar

Tublari tutashgan ixtiyoriy shakldagi idishlar *tutash idishlar* deyiladi.

Choynak bunga misol bo'la oladi. Har qanday shakldagi tutash idishlardagi suyuqliklar bir xil bo'lsa, tinch holatda bo'lganda suyuqliklarning erkin sirti bir xil balandlikka bo'ladi.

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Tutash idishlarda suyuqlikning muvozanat sharti

Tutash idishlarga zichligi har xil bo'lgan suyuqlik quyilsa, zichligi katta bo'lgan suyuqlikning sathi kichik bo'ladi, zichligi kichik bo'lgan suyuqlikning sathi katta bo'ladi.

### 8-§. Atmosfera bosimi

Yerni qurshab olgan havo qatlamiga atmosfera deyiladi. Og'irlik kuchi ta'sirida havoning yuqori qatlami okeandagi suv kabi pastki qatlamini siqadi. Yer sirtiga bevosita tegib turgan havo qatlami eng ko'p siqiladi va Paskal qonuniga asosan bu bosimni hamma yo'nalishda bir xil uzatiladi, natijada yer sirtida va undagi jismlarga butun havo qatlami bosimi yoki *Atmosfera bosimi* ta'sir qiladi. Atmosfera bosimini birinchi marta Italyan olimi **Torichelli** 1643-yilda tajribada aniqlagan. Havo zichligi  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$

Atmosfera bosimining birligi qilib *1mm simob ustuni* deb qabul qilingan.

1 mm.sim.ust.  $\approx 133 \text{ Pa}$

### 9-§. Normal atmosfera bosimi

**$P_0 = 760 \text{ mm.sim.ust}$  yoki  $P_0 = 1 \text{ atm}$ .  $P_0 = 101325 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$**

Fizik atmosfera (qisqacha atm.)- balandligi 760 mm bo'lgan vertikal naydagi simob ustunining bosimidir.

Metrologiyada:  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Atmosfera bosimini simobli *Barometr* va *Aneroid barometr* yoki *Metall Barometr* bilan o'lchanadi.

Yer sirtidan ko'tarilgani sari havo siyraklashib boradi va atmosfera bosimi kamayib boradi. Dengiz har 12 m yuqoriga ko'tarilsak atmosfera bosimi *1 mm.sim.ust* ga kamayadi.

Dengiz sathidan  $h$  balandlikdagi atmosfera bosimini topish formulasi

$$P = \left( 760 - \frac{h}{12} \right) \text{ mm.sim.ust}$$

Atmosfera bosimining o'zgarishiga qarab balandlikni o'lchaydigan asboblarga *altmetrlar* deyiladi.

Berk idishdagi gazlarning yoki suyuqliklarning bosimi *manometrlar* yordamida o'lchanadi.

### 10-§. Suyuqlik yoki gaz o'ziga botirilgan jismga ko'rsatadigan ta'siri. Arximed qonuni.

*Suyuqlik yoki gaz ichidagi jismga uni suyuqlik yoki gazdan itarib chiqaruvchi kuch ta'sir etadi. Suyuqlikka butunlay botirilgan jismni itarib chiqaruvchi kuch, jism hajmiga teng hajmli*

$$F_A = \rho_s \cdot V_j \cdot g$$

*suyuqlik og'irligiga teng.*

**Arximed kuchi formulasi**

$F_A$ -Arximed kuchi;  $\rho$ -zichlik;  $V_j$ -jism hajmi.

$$\frac{\rho_j}{\rho_s} = \frac{V_{botgan}}{V_{butun}}$$

### Arximed kuchining xususiy holi.

$\rho_j$ -jism zichligi  $V_{botgan}$ -botgan qism hajmi

$\rho_s$ -suyuqlik zichligi  $V_{butun}$ -to'liq hajm

Jismning suyuqlikdagi og'irligini topish uchun jismning vakuumdagi og'irligidan Arximed kuchini ayirish kerak

$$P_s = P_{vak} - F_A$$

**Jismning suyuqlikdagi og'irligi.**  $P_v$ - jismning vakuumdagi og'irligi

Jismning suzish shartlari.

1. Agar jism og'irligi Arximed kuchidan katta bo'lsa  $P > F_A$  jism suyuqlikda cho'kadi.

2. Agar jism og'irligi Arximed kuchidan kichik bo'lsa  $P < F_A$  jism suyuqlikdan ko'tarila boshlaydi va qalqib chiqadi.

$$F_k = F_A - mg$$

**Ko'tarish kuchi formulasi.**  $F_A$ -Arximed kuchi;  $mg$ -og'irlik kuchi

3. Agar jism og'irligi Arximed kuchiga teng bo'lsa, u holda jism suyuqlikning istalgan joyida muvozanatda turadi.  $P = F_A$

Zichligi suyuqlikdan katta bo'lgan jismni suvda ushlab turish uchun kerak bo'lgan kuch formulasi quyidagicha:  $F_t = mg - F_A$   $F_t$ -tutib turuvchi kuch  $\rho_j > \rho_s$

Suv ostidagi po'kak suv ustiga qalqib chiqadi. Bunda suv po'kak sistemasining potensial energiyasi kamayadi.

Jismning zichligi suyuqlikdan kichik bo'lsa uni suyuqlik ichida tutib turuvchi kuch formulasi:

$$F_t = F_A - mg$$

Vaznsizlik holatida Arximed qonuni o'z ma'nosini yo'qotadi, chunki jism ham, siqib chiqargan suyuqlik ham vaznsiz bo'ladi.

Kemaning suv sig'imi deb unga ta'sir etayotgan Arximed kuchiga aytiladi.

Kemaning suv ostidagi qismi siqib chiqarilgan suv og'irligi, kemaning yuki bilan havodagi og'irligiga teng.

Kemalarga yuk bosilganda kema korpusidagi qizil chiziqqacha botganda yukli kemaga ta'sir etuchi og'irlik kuchiga teng og'irlikda siqib chiqarilgan suv og'irligi kemaning suv sig'imi deyiladi.

$$F = 3\pi\eta r v$$

-Stoks qonuni. Suyuqliklarda qarshilik kuchi.  $\eta$ -yopishqoqlik koeffitsienti

## 11-§. Mexanik ish.

*Mexanik ish* deganda, jismga ta'sir etuvchi kuch moduli, ko'chish moduli va kuch bilan ko'chish yo'nalishlari orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalik tushuniladi. Mexanik ish bo'lishi uchun jismga kuch ta'sir qilishi kerak va bu kuch ta'sirida jism siljishi kerak. Agar bir jismga bir nechta kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ish bajaradi.

$$A = F \cdot S$$

$$A = F \cdot S \cos \alpha$$

Mexanik ish formulasi.  $A$ -ish;  $F$ -kuch;  $S$ -yo'l. Ishning o'lchov birligi **[Joul]**  
**1 J = 1 N·1m ; 1 kJ = 10<sup>3</sup> J ; 1 MJ = 10<sup>6</sup> J**

Ish terminini fanga 1826-yilda Fransuz olimi Franseli kiritgan.

## 12-§. Quvvat

Turli xil jism ish bajarish tezligini xarakterlash uchun quvvat degan kattalik kiritilgan. Quvvat deb vaqt birligida bajarilgan ishga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$N = \frac{A}{t}$$

$$N = F \cdot v$$

Quvvatni topish formulasi

$N$ -quvvat;  $F$ -kuch;  $v$ -tezlik ;  $A$ -ish;  $t$ -vaqt

Quvvat o'lchov birligi (Vatt)  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$  ;  $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$ ;  $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

Bir ot kuchi **735,5 W** ga teng.

## 13-§. Mexanik energiya

Energiya so'zi lotinchadan olingan bo'lib, faoliyat degan ma'noni anglatadi. Agar jism yoki jismlar sistemasi ish bajarish qobiliyatiga ega bo'lsa bunday jism energiyaga ega bo'ladi.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Mexanik energiya ikki xil bo'ladi.

1) *Kinetik energiya*- jism harakati tufayli olgan energiya

**Kinetik** so'zi lotinchadan olingan bo'lib harakat degan ma'noni bildiradi.

Kinetik energiya formulasi.

$v$ -tezlik,  $m$ -massa. Kinetik energiya birligi **J (Joul)**

$$kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m = N \cdot m = J$$

Harakat qiladigan har qanday jismda kinetik energiya mavjud bo'ladi.

2) *Potensial energiya* „*potensil*“ so'zidan olingan bo'lib imkoniyat degan ma'noni bildiradi.

O'zaro ta'sir qiluvchi jismlar yoki ayni bir jismlar bir-biriga nisbatan tutgan vaziyatiga qarab aniqlanadigan *energiya potensial energiya* deb ataladi.

$E_p = mgh$  Potensial energiya formulasi,  $h$ -balandlik,  $m$ -massa

Tabiatda kinetik energiya potensial energiyaga, potensial energiya kinetik energiyaga aylanib turadi. Jismni yuqoriga biror bir tezlik bilan otganimizda uning kinetik energiyasi kamayib potensial energiyasi oshib boradi.

Eng yuqori nuqtaga ko'tarilganda uning potensial energiyasi eng katta bo'lib, kinetik energiyasi nolga teng bo'ladi, chunki u bir to'xtab oladi. Pastga tushishda potensial energiya kamayib, kinetik energiya ortib boradi.

#### 14-§. Mashina va mexanizmlarning FIK i.

Foydali ish koeffitsienti - $\eta$

$A_f$ -foydali ish,  $A_{um}$ - umumiy ish,  $N_f$ -foydali quvvat;

$N_{um}$  -umumiy quvvat

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\% \quad \eta = \frac{N_f}{N_{um}} \cdot 100\%$$

Jismni yuqoriga pastga tushirganda har doim foydali ish  $A_f = mgh$  ga teng bo'ladi.

Jismning tinch turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan holatiga *muvozanat holat* deyiladi.

**Oddiy mexanizmlar.** Kuchni o'zgartirishga xizmat qiladigan moslamalar oddiy mexanizmlar deyiladi.

1. Richag va uning turlaridan blok, chig'iriq

2. Qiya tekislik va uning turlaridan pona, vint

Richag qo'zg'almas o'q atrofida aylana oladigan qattiq jismdir. Oddiy mexanizmlarda kuchdan yutib masofadan yutqazamiz, yoki aksincha.

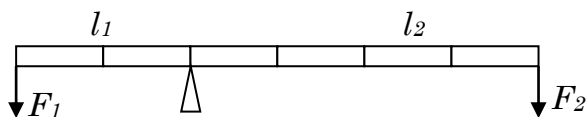
Richakka qo'yilgan kuchning ta'sir chizig'i va aylanish o'qi orasidagi eng qisqa masofaga *kuch yelkasi* deyiladi. Ta'sir etuvchi kuchning aylantirish xususiyatini ifodalash uchun kuch momenti tushunchasidan foydalaniladi.

Kuchning shu kuch yelkasiga ko'paytmasiga *kuch momenti* deyiladi.

$$M = F \cdot l$$

Kuch momenti vektor kattalik bo'lib, uning XBS dagi birligi sifatida

$N \cdot m$  qabul qilingan. Lekin kuch moentining birligini, ya'ni  $N \cdot m$  ni J (Joul) deb atash qabul qilinmagan.



$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

Richagning muvozanat sharti

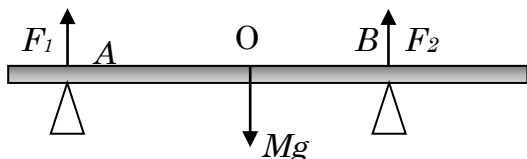
▲ **Qo'zg'almas o'q atrofida aylana oladigan jismning muvozanat sharti yoki momentlar qoidasi:** mahkamlangan o'q atrofida aylana oladigan jismga qo'yilgan kuchlarning bu o'qqa nisbatan olingan momentlarining algebraik yig'indisi nolga teng bo'lganda ushbu jism muvozanatda bo'ladi.

▲ **Momentlar qoidasi:** Aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanatda bo'lishi uchun unga ta'sir etuvchi kuchlar momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

Richakka ta'sir qiluvchi kuchlar shu kuchlar yelkalariga teskari proporsional bo'lganda richag muvozanatda bo'ladi.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

Sterjen tayanchlarga qo'yilganda tayanchlardagi  $F_1$  va  $F_2$  reaksiya kuchlarini aniqlash



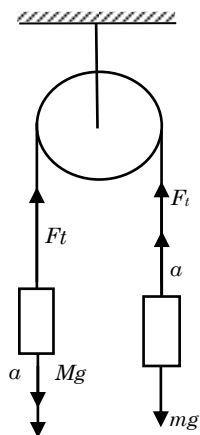
O- nuqta bir jinsli sterjen o'rtasi bo'ladi.

$$\begin{cases} F_1 \cdot AB = Mg \cdot OB \\ F_1 + F_2 = Mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_2 \cdot AB = Mg \cdot OA \\ F_1 + F_2 = Mg \end{cases}$$

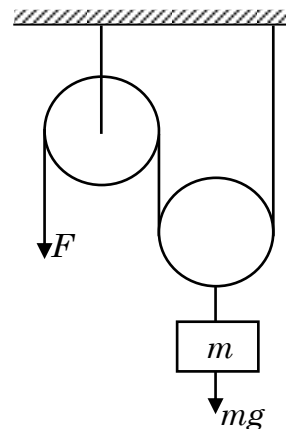
### 15-§. Blok.

Blok. Bloklar ikki xil bo'ladi: ko'char va ko'chmas. Agar ish paytida yuk va blok harakatlansa, bunday blok *ko'char blok* deyiladi. Agar ish paytida faqat yuk harakatlansa, bunday blok *ko'chmas blok* deyiladi. Ko'char blok kuchdan yutuq beradi, ko'chmas blok esa faqat kuch yo'nalishini o'zgartirib beradi.

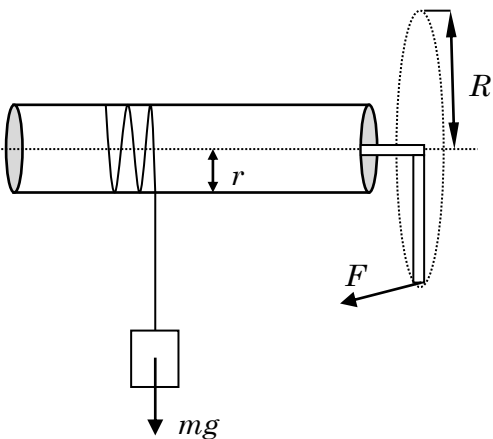


$$\begin{cases} F_t - \text{taranglik kuchi} \\ ma = F_t - mg \\ Ma = Mg - F_t \end{cases}$$

Ko'char blokkuchdan ikki marta yutuq beradi.  $F = mg/2$   
Ko'char blokda  $mg$  yuk  $h$  balandlikka ko'tarilsa  $F$  kuch qo'yilgannuqta  $2h$  balandlikka tushadi  
 $\eta = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%$  ko'char blokning foydali ish koeffitsienti



### 16-§. Chig'iriq



Chig'iriq kuchdan  $R/r$  marta yutuq beradi.  
Chig'iriqning muvozanat sharti.  
 $R$ -chig'iriq radiusi,  
 $r$ -ip o'ralgan aylana radiusi.

$$mg \cdot r = F \cdot R$$

**Mexanikaning oltin qoidasi-** Har bir mexanizm ishdan yutuq bermaydi. Kuchdan necha marta yutsak masofadan shuncha yutamiz va aksincha.

Bu holda mexanikaning oltin qoidasi :

$$F_1 \cdot S_1 = F_2 \cdot S_2$$

F-kuch , S- masofa

### 17-§.Muvozanat shartlari

- 1.Jismga qoyilgan kuchlarning tasir etuvchisi nolga teng bo'lsa jism muvozanatda bo'ladi.
- 2.Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlar muvozanatda bo'lishi uchun, jismni soat strelkasi bo'ylab burovchi momentlar yig'indisi, soat strelkasiga qarshi burovchi momentlar yig'indisiga teng bo'lsa muvozanatda bo'ladi.

### 18-§.Muvozanat turlari

- 1.Jismni muvozanat holatidan chiqarilganda uni muvozanat holatda qaytaruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanat turg'un muvozanat deyiladi. Botiq sirtida turgan va yengil ipga osilgan jismning muvozanati turg'un muvozanatga misoldir.
- 2.Agar jismni muvozanat xolatidan bir oz og'dirilganda uning og'ishini davom ettiruvchi kuch yuzaga kelsa bunday muvozanat turg'unmas muvozanat deyiladi. Qavariq sirtida turgan jismning muvozanati turg'unmas muvozanatga misol.
- 3.Muvozanat vaziyatidan chiqarilganda massa markazining vaziyati o'zgarmaydigan jismning muvozanati farqsiz muvozanat deyiladi. Gorizontaal sirtida turgan jismning muvozanati befarq muvozanatga misol.

### 19-§.Og'irlik markazi

Har bir jism uchun uni ilgari lanma harakatga keltiruvchi barcha kuchlarning tasir yo'nalishlari kesishadigan bitta nuqta mavjud. Bu nuqta jismning massa (yoki og'irlik) markazidir. Kuchning tasir chizig'i massa markazidan o'tmasa bu kuch jismni buradi. Jismning barcha zarralariga ta'sir etuvchi og'irlik kuchlarining markaziga shu jismning *og'irlik markazi* deyiladi.

*Jismning og'irlik markazi* – jismning barcha zarralariga ta'sir etuvchi og'irtlik kuchlarining maskur nuqtaga nisbatan momentlarining yig'indisi hamma vaqt nolga teng bo'lgan nuqta.

- Bir jinsli to'rtburchak va parallelogramni og'irlik markazi uning *diagonallari* kesishish nuqtasida bo'ladi.

- Bir jin sli uchburchakning og'irlik markazi uning *medianalari* kesishgan nuqtada bo'ladi.

- Piramida va konusning og'irlik markazi asoslari markazi bilan uchini tutashtiruvchi kesmaning asosidan boshlab hisoblaganda  $\frac{1}{4}d$  (to'rttdan bir) qismida bo'ladi.

- Yarimsharning og'irlik markazi asosining markazidan  $3R/8$  (sakkizdan uch radius) balandlikda bo'ladi.

- Yarim doiraning og'irlik markazi uning geometrik markazidan  $4R/3\pi$  masofada bo'ladi.

- Erkin osilgan arqonning (2 uchi mahkamlangan bo'lsa) o'rtasidan tortilganda og'irlik markazi yuqoriga siljiydi.

- Jismlar sistemasining massa markazi:  $x_0 = \frac{m_1x_1+m_2x_2}{m_1+m_2}$   $m_1(x_0 - x_1) = m_2(x_2 - x_0)$

$x_1, x_2$  - birnchi va ikkinchi jismlar massa markazlarining kordinatasi.

Bir jinsli sterjenning massa markazini  $x$  ga surish uchun uning bir uchidan  $2x$  uzunlikdagi qismi qirqib olinishi kerak.

## MEXANIKA

Mexanika so'zi mexanik so'zidan olingan bo'lib mashina degan ma'noni angalati.

Mexanika o'zi 3 ga bo'linadi.

1.Kinematika 2.Statika 3.Dinamika

Jism harakati maskur harkatga ta'sir ko'rsatuvchi sabablar bilan bog'lanmagan xolda o'rganuvchi qismi kinematika deb ataladi.

Jism harakati va unga ta'sir etuvchi kuchlar orasidagi munosabatlarni dinamika o'rganadi.

Kuchlar tasiridagi jismlar muvozanatini statika o'rganadi.

Kinematika harakat deganidir. Dinamika kuch deganidir. Statika siatos so'zida olingan bo'lib qo'zg'almas degan ma'noni anglatadi.



Vaqt o'tishi bilan jismning muvozanat vaziyati boshqa jisimga nisbatan o'zgarishi mexanik harakat deyiladi.

Biz mexanikada makroskopik jism harakatini o'rganamiz. Makroskopik katta degan ma'noni bildiradi. Muayyan sharoitda o'lchami va shakli hisobga olinmaydigan jismlarga moddiy nuqta deyiladi. Jism harakati davomida jizgan chiziqqa trayektoriya deyiladi. Jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqqa ko'chish deyiladi. Ko'chish vektor kattalik. Jismning harakat trayektoriyasi bo'ylab o'tgan masofa yo'l deyiladi. Yo'l skalyar kattalik. Sanoq jismi, unga bog'langan kardinatalar sistemasi va vaqni o'lchaydigan asbob birgalikda sanoq sistemasi deyiladi. Ruletka – uzunlikni o'lchaydigan asboblardan biri.

### 20-§.To'g'ri chiziqli tekis harakat

To'g'ri chiziqli trayektoriya bo'ylab ilgarilanma harakat qiladigan moddiy nuqta ixtiyoriy, lekin teng vaqt oraliqlarida bir xil masofaga ko'chsa, *to'g'ri chiziqli tekis harakat* sodir bo'ladi.

Vaqt birligi yoki bir sekuntda bosib o'tilgan yo'lga *tezlik* deyiladi. Tezlik vektor kattalik. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik vektorining yonalishi ko'chish vektorining yo'nalishi bilan aniqlanadi. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi. Tezlanish Oga teng.

Tekis harakatda tezlikni hisoblash formulasi. ; 
$$v = \frac{S}{t}$$
 t-vaqt ; s-yo'l.

Tezlikning o'lchov birligi : m/min ; m/s ; km/soat

km/soat ni m/sek ga aylantirish uchun berilgan tezlikni 3,6 ga bo'lish kerak. m/sek ni km/soat ga aylantirish uchun berilgan tezlikni 3,6 ga ko'paytirish kerak.

$$t = \frac{S}{v}$$
 vaqtni topish formulasi.

$$x = x_0 + vt$$

Koordinataning vaqtga bog'liqlik tenglamasi

$x_0$  –boshlang'ich koordinata

Yo'l formulasi

$$S = v \cdot t$$

### 21-§.Harakatning nisbiyligi va tezliklarni qo'shish

Agar jism bir vaqtda bir nechta harakatda ishtirok etsa natijaviy tezlik vektori, tashkil etuvchi harakatlar tezlik vektorlarining *geometrik yig'indisiga* teng.

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n$$

• Nisbiy tezlikni topish.

♦ Agar jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlansa:

$$v_{nis} = v_1 + v_2$$

♦ Agar jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa:

$$v_{nis} = v_1 - v_2$$

harakatlansa:

$$v_{nis} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

♦ Agar jismlar perpendikulyar yo'nalishda

♦ Agar jismlar o'zaro  $\alpha$  burchak ostida

harakatlansa:

$$v_{nis} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2\cos\alpha}$$

• Jismlar bir vaqtning o'zida ikkita

harakatda ishtirok etsa natijaviy tezlik quyidagicha aniqlanadi.

♦ Agar jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlansa:

$$v_{nat} = v_1 - v_2$$

♦ Agar jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa:

$$v_{nat} = v_1 + v_2$$

harakatlansa:

$$v_{nat} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

♦ Agar jismlar perpendikulyar yo'nalishda

♦ Agar jismlar o'zaro  $\alpha$  burchak ostida

harakatlansa:

$$v_{nat} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2\cos\alpha}$$

### 22-§.Notekis (o'zgaruvchan) harakat.

Tekis o'zgaruvchan harakat deb shunday harakatga aytiladiki uning tezligi har qanday teng vaqt oralig'ida teng kattalikka o'zgaradi. *Oniy tezlik* deb trayektoriyaning ma'lum bir nuqtasida yoki harakat vaqtining ma'lum bir momentidagi tezligiga aytiladi.

Moddiy nuqtaning vaqt oraliqlaridagi ko'chishlari teng bo'lmagan harakati *notekis (o'zgaruvchan) harakat* deyiladi.

Notekis harakatda o'rtacha tezlikni topish uchun butun bosib o'tilgan yo'lni butun ketgan vaqtga bo'lish kerak.

$$\boxed{v_{ort} = \frac{S_{um}}{t_{um}}} \quad \text{O'rtacha tezlikni hisoblash formulasi. } S_{um} \text{ -umumiy yo'l, } t_{um} \text{ - umumiy vaqt}$$

Agar harakatlanish vaqtlari teng bo'lsa o'rtacha tezlik har bir qismdagi tezliklarning o'rta arifmetigiga teng bo'ladi.

$$\boxed{v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2}{2}} \quad \boxed{v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n}{n}}$$

Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'lning boshida  $v_1$ , o'rtasida  $v_2$  va oxirida  $v_3$  bo'lsa ular orasidagi munosabat:

$$\boxed{v_3^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$$

Agar yo'l teng ikkiga bo'lingan bo'lsa o'rtacha tezlik bunday topiladi:

$$\boxed{v_{ort} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}}$$

### 23-§. Tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish

Tezlanish vektor kattalik. Tezlanish deb-harakat tezligi o'zgarishining shu o'zgarish yuz beradigan vaqt nisbatiga aytiladi.

$$\boxed{a = \frac{\Delta v}{\Delta t}} \quad \boxed{a = \frac{v_2 - v_1}{t}} \quad \text{Tezlanishni hisoblash formulasi. } \Delta v = v_2 - v_1 \text{ tezlikning o'zgarishi}$$

Fizik kattalikning o'zgarishi deganda uning keyingi qiymatidan oldingi qiymati ayriladi. Tezlanishning o'lchov birligi  $m/s^2$ ;  $sm/s^2$ ;  $km/s^2$

*Akselereometr*- tezlanishni o'lchovchi asbob.

### 24-§. Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik.

Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik moduli tekis oshib boradi, yo'nalishi esa o'zgarmaydi.

$$\boxed{v = v_0 + at} \quad \text{Tekis tezlanuvchan harakatda oniy tezlik formulasi}$$

Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik moduli tekis kamayib boradi, yo'nalishi esa o'zgarmaydi.

$$\boxed{v = v_0 - at} \quad \text{Tekis sekinlanuvchan harakatda oniy tezlik formulasi}$$

$v_0$  -boshlang'ich tezlik,  $a$ -tezlanish,  $t$ -vaqt

$$\boxed{v = at} \quad \text{Agar tekis tezlanuvchan harakatda } v_0 \text{ nolga teng bo'lsa oniy tezlik formulasi.}$$

Agar jism tekis sekinlanuvchan harakat qilib to'xtasa oxirgi tezlik nolga aylanadi.

$$\boxed{v_0 = at}$$

### 25-§. Tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l.

$$\boxed{S = v_0 t + \frac{at^2}{2}} \quad \text{Tekis tezlanuvchan harakatda yo'l formulasi}$$

$$\boxed{S = \frac{at^2}{2}} \quad v_0 \text{ boshlang'ich tezlik nol bo'lgandagi yo'l formulasi.}$$

$$\boxed{S = v_0 t - \frac{at^2}{2}} \quad \text{Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'l formulasi}$$

$v^2 - v_0^2 = 2aS$	Tekis tezlanuvchan harakatda vaqt noma'lum bo'lganda tezlik, tezlanish va yo'l orasidagi bog'lanish formulasi
$v_0^2 - v^2 = 2aS$	Tekis sekinlanuvchan harakatda vaqt noma'lum bo'lganda tezlik, tezlanish va yo'l orasidagi bog'lanish formulasi
$S = \frac{a}{2}(2n - 1)$	Jismning n-sekunddagi ko'chishini topish. $v_0=0$
$S = v_0 + \frac{a}{2}(2n - 1)$	Agar boshlang'ich tezlik bo'lsa.

Agar tekis tezlanuvchan harakatdagi  $v_0=0$  boshlang'ich tezlik nolga teng bo'lsa u holda formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$v^2 - v_0^2 = 2aS ; v_0=0 \quad v_0 = \sqrt{2aS}$$

## 26-§.Jismning erkin tushishi

Tinch holatdagi jismning og'irlik kuchi ta'sirida havosiz joyga yerga tushishi *erkin tushish* deyiladi. Jismlar erkin tushganda barchasi bir xil tezlanish bilan harakatlanadi.

Yer sharining barcha nuqtalarida g ning qiymati turlicha: qutbda  $g=9,83 \text{ m/s}^2$ , ekvatorida  $g=9,78 \text{ m/s}^2$ , Fransiyaning Sevar shahriga mos geografik kenglikda  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  ga teng.

$x = x_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	Tekis tezlanuvchan holatda harakat tenglamasi
$x = x_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$	Tekis sekinlanuvchan holatda harakat tenglamasi
$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	Pastga boshlang'ich tezlik bilan tushayotgan jismning tushish balandligi formulasi
$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$	Yuqoriga otilgan jismning t vaqtdan keyingi balandligini topish formulasi
$\Delta h = \frac{g}{2}(2n - 1)$	Erkin tushayotgan jismning n-sekunddan keyingi ko'chishini topish formulasi
$\Delta h = v_0 + \frac{g}{2}(2n - 1)$	Boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning n-sekunddagi ko'chishini topish formulasi
$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning tushish vaqtini topish formulasi
$v^2 - v_0^2 = 2gh$	Tekis tezlanuvchan harakatda vaqt noma'lum bo'lganda tezlik tezlanish va yo'l orasidagi bog'liqlik formulasi.
$v_0^2 - v^2 = 2gh$	Tekis sekinlanuvchan harakatda vaqt noma'lum bo'lganda tezlik tezlanish va yo'l orasidagi bog'liqlik formulasi.
$\Delta x = \frac{2\pi h}{gt} \sqrt{2gh}$	Erkin tushayotgan jismning sharqqa siljishi
$v = v_0 + gt$	Yuqoridan pastga tushayotgan jismning oniy tezligi formulasi
$v = v_0 - gt$	Pastdan yuqoriga otilgan jismning jism ko'tarilishidagi oniy tezligi formulasi
$v = gt$	Agar yuqoridan pastga tushishda $v_0=0$ bo'lsa oniy tezlikni topish formulasi
$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$	Vertikal yuqoriga otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligini topish formulasi

Vertikal yuqoriga  $v_0$  tezlik bilan  $\Delta t$  sekund vaqt oralatib otilgan jismning uchrashish vaqtlari quyidagicha topiladi:

$t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{\Delta t}{2}$	1-jismning uchish vaqtiga nisbatan
$t_2 = \frac{v_0}{g} - \frac{\Delta t}{2}$	2-jismning uchish vaqtiga nisbatan

## 27-§. Gorizont otilgan jism harakati.

Havoning qarshiligi hisobga olinmas darajada kichik bo'lganda jism gorizont yo'nalishda o'zgarmas  $v_0$  tezlik bilan tekis harakat qiladi.

Gorizont otilgan jism trayektoriyasining har qanday nuqtasida uning tezligi 2 ta tashkil etuvchidan iborat bo'ladi.

1-tashkil etuvchisi: Gorizont tashkil etuvchisi  $v_x$  u harakat davomida o'zgarmaydi va boshlang'ich tezlik  $v_0$  ga teng bo'ladi.  $v_x = v_0$

2-tashkil etuvchisi: Vertikal tashkil etuvchisi  $v_y = gt$  ga teng.

Gorizont otilgan jism gorizont yo'nalishda tekis, vertical yo'nalishda tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi.

Gorizont otilgan jism tezligi uning tushish vaqtini o'zgartirmaydi.

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

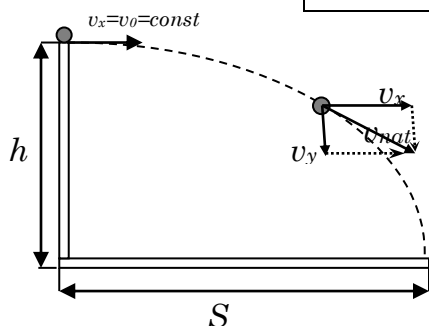
Gorizont otilgan jismning tushish vaqtini topish formulasi.

$$S = v_x \cdot t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Gorizont otilgan jismning uchish uzoqligi

$$\begin{aligned} v^2 &= v_x^2 + v_y^2 \\ v^2 &= v_0^2 + (gt)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} \\ v &= \sqrt{v_0^2 + 2gh} \end{aligned}$$



Gorizont otilgan jism trayektoriyasining har qanday nuqtasidagi natijaviy tezligi formulasi

Gorizont otilgan jismning 2 ta tezlanishi bo'ladi. Harakat boshlangan vaqtda markazga intilma tezlanish to'la tezlanishga teng bo'ladi. Jism pastga tushgan sari markazga intilma tezlanish kamayib (egrilik radius kattalashib, jism trayektoriyasining egriligi kamayib boradi), tangensial tezlanishi esa ortib boradi.

$$a_n = g \cdot \frac{v_x}{v} = g \cdot \frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}}$$

Normal tezlanish formulasi

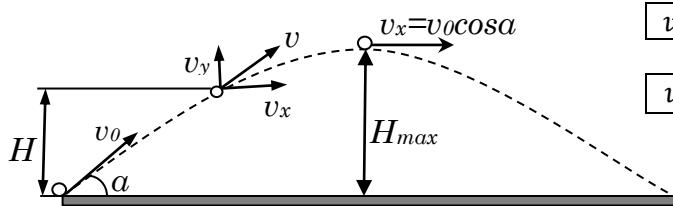
$$a_n = g \cdot \frac{v_y}{v} = g \cdot \frac{gt}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}}$$

Tangensial tezlanish formulasi

Gorizont otilgan jismning to'la tezlanishi vaqtning ixtiyoriy momentida, trayektoriyaning ixtiyoriy nuqtasida erkin tushish tezlanishi  $g$  ga teng bo'lib, vertikal pastga yo'nalgan bo'ladi.

## 28-§. Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati.

Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati trayektoriyasi paraboladan iborat bo'ladi.



$v_x = v_0 \cos \alpha$  Tezlikning OX o'qidagi proyeksiyasi

$v_y = v_0 \sin \alpha$  Tezlikning OY o'qidagi proyeksiyasi

$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$  Tezlikning t vaqtdan keyingi OY o'qiga proyeksiyasi

$h = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$  Gorizontga  $\alpha$  burchak ostida otilgan jismning t vaqtdan keyingi balandligini topish formulasi.

$y = h + v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$  Vertikal yo'nalishdagi koordinata tenglamasi

$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jismning h balandlikdagi tezligini topish formulasi. Tezlik burchakka bog'liq emas!

$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$  Uchish vaqtini topish formulasi

$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$  Ko'tarilish yoki tushish vaqtini topish formulasi

$H_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligini topish formulasi

$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligini topish formulasi

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning otilish burchagi uning tushish burchagiga teng bo'ladi.

$v_{min} = v_0 \cos \alpha$  Gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish davomidagi minimal tezligini topish formulasi

$t g \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha - gt}{v_0 \cos \alpha}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jismning t vaqtdan keyingi gorizont bilan hosil qilgan burchagini topish formulasi.

$t g \alpha = \frac{4h}{S}$  Otilish burchagini topish formulasi.  $\alpha = 45^\circ$  bo'lganda uchish uzoqligi maksimal bo'ladi.

$R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jism trayektoriyasining eng yuqorigi nuqtasidagi egrilik radiusini topish formulasi

$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jism trayektoriyasining eng oxirgi nuqtasidagi egrilik radiusini topish formulasi

$R = \frac{2h_{max}}{tg^2 \alpha}$  Gorizontga burchak ostida otilgan jism trayektoriyasining eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusini topish formulasi

## 29-§. Aylana bo'ylab tekis harakat.

Nuqta aylana davri bo'ylab bir marta aylanib chiqishiga ketgan vaqt aylanish davri deyiladi. **T** bilan belgilanadi. O'lchov birligi (**sekund**).

Bir sekunddagi aylanishlar soniga chastota deyiladi. (**v**)-(nyu) bilan belgilanadi. O'lchov birligi (**Hz**)=(Gerts)= $1/s=s^{-1}$

Burilish burchagining mazkur burilish uchun ketgan vaqtga nisbati aylanma harakatning *burchakli tezligi deyiladi*. Omega harfi bilan belgilanadi.  $[\omega]$  birligi  $\left[\frac{rad}{sek}\right]$

Aylana bo'ylab harakatda chiziqli tezlik moduli bo'yicha o'zgarmaydi, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgarib turadi va hamma vaqt aylanaga harakat yo'nalishiga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'naladi. Aylana bo'ylab tekis harakatda chiziqli tezlik va markazga intilma tezlanish orasidagi burchak  $90^\circ$  ga tengdir.

$\varphi$  burchakli ko'chish

$\omega$  burchakli tezlik

$v$  chiziqli tezlik

$\nu$  aylanish chastotasi

$T$  aylanish davri

$N$  aylanishlar soni

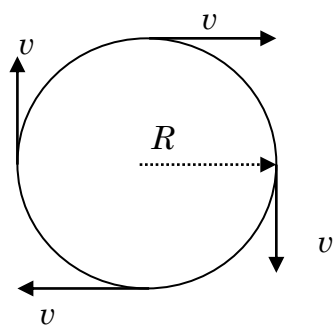
$$T = \frac{t}{N}; \quad T = \frac{1}{\nu} \quad \left\| \quad \nu = \frac{N}{t}; \quad \nu = \frac{1}{T}\right.$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = 2\pi \nu; \quad \omega = \frac{\varphi}{t}; \quad \omega = \frac{v}{R}$$

$$\varphi = \omega t; \quad \varphi = \frac{vt}{R}; \quad v = \frac{2\pi R}{T}; \quad v = 2\pi R \nu; \quad v = \omega R$$

Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jism chiziqli tezligi moduli bo'yicha o'zgarmaydi va trayektoriyaning har qanday nuqtasida unga urinma bo'ylab harakat qiladi.

Taxometr- mashina va mexanizmlarning aylanish chastotasini o'lchaydi.



$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Aylana bo'ylab tekis harakatda burchakli tezlikni hisoblash formulasi

$$v = \omega R$$

Chiziqli va burchakli tezlik orasidagi bog'lanish formulasi

Ixtiyoriy sayyoraning  $\alpha$  kengligidagi chiziqli tezlik formulasi

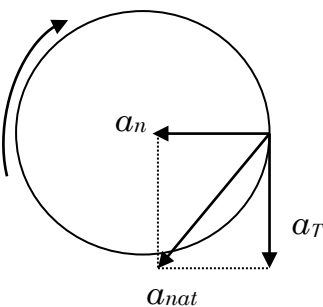
$$v = \frac{2\pi R}{T} \cos \alpha$$

### 30-§. Aylana bo'ylab notekis harakat.

Aylana bo'ylab tekis harakatda bitta tezlanish bo'ladi, ya'ni markazga intilma tezlanish yoki normal tezlanish bo'ladi. U aylana markazi tomon yo'naladi.

Aylana bo'ylab notekis harakatda ikkita tezlanish bo'ladi, birinchisi markazga intilma tezlanish, ikkinchisi tangensial tezlanish deyiladi.

Tezlik modulining o'zgarishini xarakterlovchi tezlanishga *tangensial tezlanish* deyiladi.



$$a_\tau = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a_\tau = \varepsilon R$$

Tangensial tezlanish aylananing berilgan nuqtasiga urinma yo'naladi.

$$a_{nat} = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Natijalovchi tezlanish formulasi

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Tekis tezlanuvchan aylanma harakatda burchakli ko'chish formulasi

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Tekis sekinlanuvchan aylanma harakatda burchakli ko'chish formulasi

$$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}; \quad \varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t}$$

Burchakli tezlanish formulasi.

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

Tekis tezlanuvchan harakatda burchakli tezlik formulasi

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t$$

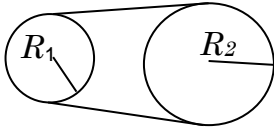
Tekis sekinlanuvchan harakatda burchakli tezlik formulasi

$$\varphi = 2\pi N$$

N marta aylanandagi burchakli ko'chish formulasi

$$l = \varphi \cdot R$$

Chiziqli va burchakli ko'chish orasidagi bog'lanish formulasi

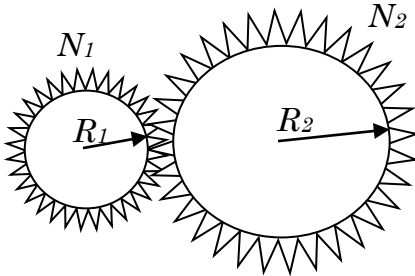


$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$$

Tasmali uzatma yoki zanjirli uzatma orqali

$$v_1 = v_2$$

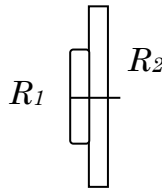
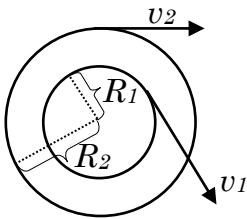
Aylanma harakatni shkiv yoki tishlar orqali uzatish



$\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}$	$\frac{N_1}{T_1} = \frac{N_2}{T_2}$
$R_1 v_1 = R_2 v_2$	$N_1 v_1 = N_2 v_2$

$N_1$  va  $N_2$  – tishlar soni  
 $T_1$  va  $T_2$  – aylanish davri  
 $R_1$  va  $R_2$  – radiuslar  
 $v_1$  va  $v_2$  – aylanish chastotasi

Bir-biriga qotirilgan jismlarning aylanma harakati.



$T_1 = T_2$	$v_1 = v_2$
$\frac{R_1}{v_1} = \frac{R_2}{v_2}$	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{v_1}{v_2}$

### 31-§. Inertsiya momenti.

Jismning aylanish o'qiga nisbatan inertsiya momenti bu massaning aylanish o'qigacha bo'lgan masofaning kvadratiga ko'paytmasiga teng bo'lgan kattalik. Inertsiya momenti vector kattalik.

$$J = \frac{2}{5} m R^2 \quad \text{-Sharniki (Markazi orqali)}$$

$$J = \frac{7}{5} m R^2 \quad \text{-Sharniki (Urinma o'qqa nisbatan)}$$

$$J = \frac{1}{12} m l^2 \quad \text{-Sterjenniki (O'q sterjenning o'rtasidan o'tadi)}$$

$$J = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2) \quad \text{-Kovak tsilindrnik}$$

$$J = \frac{1}{2} m R^2 \quad \text{-To'liq tsilindrnik}$$

$$J = m R^2 \quad \text{Bo'sh tsilindrnik}$$

Inertsiya momentining birligi:  $[kg \cdot m^2]$

Harakatsiz o'qqa nisbatan kuch momenti deb, aylanish o'qidan kuch qo'yilgan nuqtaga o'tkazilgan radius-vektor  $\vec{r}$  ning kuch  $\vec{F}$  ga vektorial ko'paytmasi bilan aniqlanadigan fizik kattalikka aytiladi.

$$M = [\vec{F} \cdot \vec{r}] \quad M = F \cdot r \cdot \sin \alpha \quad \text{Kuch momenti formulasi}$$

$$M = J \cdot \varepsilon$$

$$M = J \cdot \frac{\Delta \omega}{t}$$

Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi .  $\varepsilon$  burchakli tezlanish

$$L = P \cdot r = mvr$$

Impuls momenti formulasi.  $r$  aylana radiusi  $P$  jism impuls

Agar  $r$  va  $P$  bir-biriga nisbatan  $\alpha$  burchak ostida yo'nalgan bo'lsa formula quyidagicha bo'ladi

$$L = P \cdot r \sin \alpha$$

$$L = J \cdot \omega$$

Impuls momenti va aylanma harakat kinematikasi xarakteristikalar orasidagi bog'lanish formulalari

Agar jism sirpanishsiz dumalab ilgariylanma harakat qilayotgan bo'lsa uning to'liq energiyasi:

$$W = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

### 32-§. Markazga intilma tezlanish

Aylana bo'ylab tekis harakatlanganda tezlanish mavjud bo'lib bunda tezlik yo'nalishi uzluksiz o'zgarishi sabab bo'ladi. Bu tezlanish markazga intilma tezlanish deyilib, u trayektoriya ning istalgan nuqtasida harakatga tik bo'lib aylana markazi tomon yo'naladi.

$a = \frac{v^2}{R}$	$a = \omega^2 R$	$a = \frac{4\pi^2}{T^2} R$	$a = 4\pi^2 v^2 R$	$a = v \cdot \omega$
---------------------	------------------	----------------------------	--------------------	----------------------

Markazga intilma tezlanish formulalari

$$a = \frac{v^2}{R \cos \alpha}$$

Yer shari sirtining  $\alpha$  kengligidagi nuqtalarining markazga intilma tezlanishi

## DINAMIKA

### Nyutonning 1-qonuni ta'riflari:

- 1) Har qanday jism unga boshqa jism ta'sir qilib boshlang'ich vaziyatini o'zgartirmaguncha u o'zining boshlang'ich vaziyatini saqlab turadi.
  - 2) Shunday sanoq sistemalar mavjudki, bunday sanoq sistemalarida jismga boshqa jism ta'sir qilib uning boshlang'ich vaziyatini o'zgartirmaguncha o'zining nisbiy tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.
  - 3) Inersial sanoq sisemasida erkin jism o'z tezligini o'zgartirmaydi
- Nyutonning birinchi qonuni *inertsia* qonuni ham deyiladi.
- Jism o'z tezligini saqlashga intilish hodisasiga *inertsia* deyiladi.
- Boshqa jismlar ta'siridan holi bo'lgan jism *erkin jism*, uning harakati esa *erkin harakat* deyiladi.
- To'g'ri chiziqli tekis harakat qiladigan yoki tinch turadigan sanoq sistemalar *inersial sanoq sistemalar* deyiladi.
- Bir jismning ikkinchi jismga mexanik ta'sirini xarakterlovchi fizik kattalik *kuch* deyiladi.
- Kuch jismning tezligini o'zgartirishi uchun biror vaqt kerak.
- Inersial sanoq sistemalarida jismga boshqa jismlar ta'sir etmaguncha kuzatilayotgan jismning o'z tezligini saqlash xususiyati *inertlik* deyiladi.



O'zaro ta'sirlashuvchi ikki jism o'z tezligini sekinroq o'zgartirganining inerti katta bo'ladi va aksincha. Massa kichik bo'lsa inertlik kichik bo'ladi.

Jism massasi uning inertligini ifodalovchi bir kattalik.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad \text{O'zaro ta'sirlashuvchi ikki jism massasi kattasining tezlanishi kichik va massasi kichigining tezlanishi katta bo'ladi.}$$

Bu qonun uchta kattalik orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

$$a = \frac{F}{m} \quad F = m \cdot a \quad \text{Nyutonning ikkinchi qonunining formulasi}$$

Jismga qo'yilgan kuchlarning geometrik yig'indisi kuchlarning teng ta'sir etuvchi kuchi yoki natijalovchi kuchi deyiladi.

**Nyutonning 3-qonuni:** Jismlar bir-biriga ayni bir to'g'ri chiziqli bo'ylab yo'nalgan, absolyut qiymani jihatidan teng va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi kuchlar bilan ta'sir qiladi.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \text{Bu qonunga aks ta'sir qonuni ham deyiladi.}$$

### 33-§. Elastiklik kuchi. Guk qonuni.

Tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning shakli yoki hajmining o'zgarishiga *deformatsiya* deyiladi. Deformatsiya vujudga keltiradigan kuchning ta'siri yo'qolgach, qattiq jism o'zining avvalgi shakli va hajmini tiklasa *elastik deformatsiya* sodir bo'ladi. Aks holda, ya'ni tashqi kuchning ta'siri to'xtatilganda ham jism o'zining dastlabki shakli va hajmini tiklay olmasa *noelastik (plastik) deformatsiya* deyiladi.

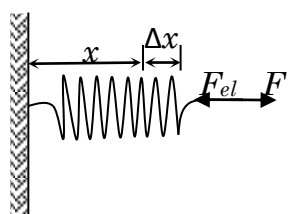
Elastik deformatsiyalanish jarayonida jismning dastlabki shaklini tiklashga intiladigan kuchga *elastiklik kuchi* deyiladi.

Jism deformatsiyalanganda hosil bo'ladigan kuchga *elastiklik kuchi* deyiladi.

$$F_{el} = -k\Delta x \quad \text{Guk qonunining formulasi. } \Delta x - \text{deformatsiya kattaligi, } k - \text{bikrlik}$$

Bikrlik formulasi

$E$  - Yung moduli,  $S$  - ko'ndalang kesim yuza,  $l_0$  - boshlang'ich uzunlik



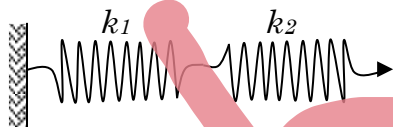
$$F = F_{el}; \quad F = k\Delta x$$

Bikrlik formulasi

$$k = \frac{ES}{l_0}$$

$E$  - Yung moduli,  $S$  - ko'ndalang kesim yuza,  $l_0$  - boshlang'ich uzunlik

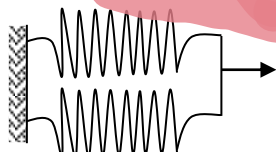
Agar  $k_1$  va  $k_2$  bikrlikli purjinalar ketma-ket ulansa umumiy bikrlik kamayadi.



Ketma-ket ulash

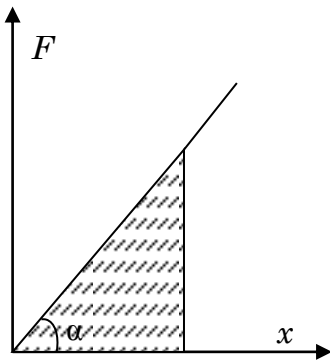
$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$$

$$\frac{1}{k_{um}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$



Parallel ulash

$$F = F_1 + F_2 \quad \Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2$$



$$F_{el}=k\Delta x, k=tg\alpha$$

Grafikdagi bo'yalgan uchburchakning yuzasi miqdor jihatidan elastiklik kuchining bajargan ishiga teng bo'ladi.

### 34-§.Markazga intilma kuch

$$F = \frac{mv^2}{R}; F = m\omega^2 R; F = m \frac{4\pi^2}{T^2} R; F = 4\pi^2 v^2 R m; F = mv \cdot \omega$$

Markazga intilma kuch yoki markazdan qochma kuch formulasi

### 35-§.Butun olam tortishish qonuni

Ikki jism bir-birini massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional kuch bilan tortishishiga *Butun olam tortishish* qonuni deyiladi.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$
 Butun olam tortishish qonuni formulasi

$$G = \frac{FR^2}{m_1 m_2}$$
 Gravitatsion doimiyni hisoblash formulasi

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$
 Gravitatsion doimiysining son qiymati.

Gravitatsion doimiysini Genri Kavendish aniqlagan.

Gravitatsiya doimiysi har birining massasi 1 kg dan bo'lgan bir-biridan 1 m masofada ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng.

Massa bir vaqtning o'zida jism inertligi o'lchovi sifatida ham jism Gravitatsion(tortishish) o'lchovi sifatida ham ishtirok etadi.

Gravitatsion maydon *potensial* maydondir.Gravitatsion maydon *markaziy* maydondir.Jismning solishtirma og'irligi deb hajm birligidagi og'irligiga aytiladi.

$$d = \frac{P}{V}$$

### 36-§. Og'irlik kuchi

Muayyan joyda jismni yerga tortadigan kuch og'irlik kuchi deyiladi.

$$F = G \frac{M_{yer} m}{R^2}$$
 Og'irlik kuchi formulasi M yerning massasi; m jism massasi; R yer radiusi  
Qutbda  $g=9,83 \text{ m/s}^2$ ; ekvatorida  $g=9,78 \text{ m/s}^2$ ; o'rta kenglikda  $g=9,81 \text{ m/s}^2$

$$g = G \frac{M_{yer}}{R^2}$$
 Erkin tushish tezlanishi

$$g = G \frac{M_{yer}}{(R+h)^2}$$
 Yer sirtidan h balandlikdagi erkin tushish tezlanishi

$$F = G \frac{M_{yer} m}{(R+h)^2}$$
 Yer sirtidan h balandlikdagi og'irlik kuchi formulasi

Jismning og'irligi tufayli tayanchga yoki osmaga ta'sir etadigan kuchi uning og'irligi deyiladi.

Faqat og'irlik kuchi yoki butun olam tortishish kuchi ta'sirida harakat qiladigan har qanday jism vaznsiz holatda bo'ladi.

$$P_{\varphi} = P_0 \left(1 - \frac{1}{291} \cos^2 \varphi\right) \quad \text{Jismning } \varphi \text{ kenglikdagi og'irligi formulasi}$$

$$F = G \frac{Mm}{R^2} - m\omega^2 R \cos \alpha \quad \text{Turli geogafik kengliklardagi og'irlik kuchi formulasi}$$

$$mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \quad \text{Aylanayotgan konusdagi sharning muvozanat sharti}$$

### 37-§. Yerning sun'iy yo'ldoshlari. Kosmik tezliklar

Jism Yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun u doiraviy orbitadagi tezligi orbitaga urinma bo'lishi kerak.

Birinci kosmik tezlik deb gorizont otilgan jism aylana bo'ylab yer sirti yonida atrofida harakatlana boshlaydigan tezlikka birinci kosmik tezlik deyiladi.

$$v = \sqrt{gR} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad \text{Birinci kosmik tezlik va h balandlikdagi kosmik tezlik formulasi}$$

Birinci kosmik tezlik  $v_1 = \sqrt{gR} = 7,9 \text{ km/s}$  ga teng.

Ikkinchi kosmik tezlik deb yerning tortishish kuchini yengib quyosh atrofida parabolic orbita bo'ylab harakat qiladigan jism tezligiga aytiladi.

$$v = \sqrt{2gR} \quad \text{Ikkinchi kosmik tezlik formulasi}$$

$$v_2 = 11,2 \text{ km/s} \quad \text{Ikkinchi kosmik tezlik qiymati}$$

Uchinchi kosmik tezlik Quyoshning tortishishini yengib quyosh sistemasidan chiqib ketish uchun yerdan turib jismga berish uchun kerak bo'lgan eng kichik tezlikka aytiladi.

$$v_3 = 16,7 \text{ km/s} \quad \text{Ikkinchi kosmik tezlik qiymati}$$

$$T = 2\pi G \frac{M}{v^3} \quad T = 2\pi R \sqrt{\frac{R}{GM}} \quad \text{Sun'iy yo'ldoshlarning aylanish davrini topish formulasi}$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \quad \text{Keplerning 3-qonuni}$$

$T_1$  va  $T_2$  – aylanish davrlari  
 $R_1$  va  $R_2$  - orbita radiuslari

$$c = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad \text{M massali planeta qora tuynukka aylanish sharti. } c \text{ yorug'lik tezligi.}$$

### 38-§. Tezlanish bilan harakat qilayotgan jism harakati

1. Jism yuqoriga a tezlanish bilan ko'tarilganda uning og'irligi uning tinch holatdagi og'irligidan katta bo'ladi.

$$P = mg + ma$$

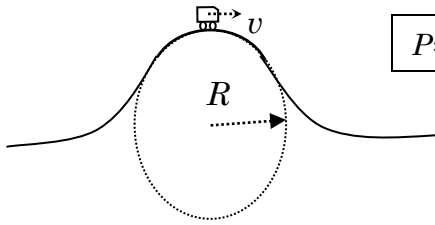
$$P = m(g + a)$$

2. Jism pastga a tezlanish bilan ko'tarilganda uning og'irligi uning tinch holatdagi og'irligidan kichik bo'ladi.

$$P = mg - ma$$

$$P = m(g - a)$$

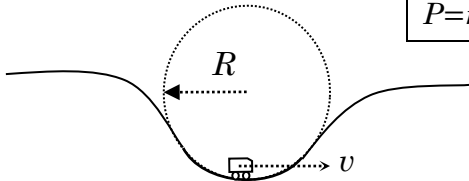
3. Qavariq ko'prik ustida harakatlanayotgan avtomobil o'sha ko'prik ustida tinch turgan holatidan yengil bo'ladi.



$$P = mg - \frac{mv^2}{R}$$

$$P = m(g - \frac{v^2}{R})$$

4. Botiq ko'prik ustida harakatlanayotgan avtomobil o'sha ko'prik ustida tinch turgan holatidan yengil bo'ladi.

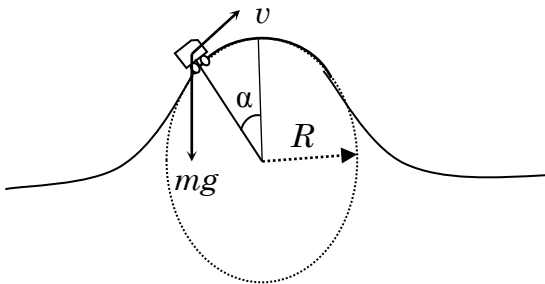


$$P = mg + \frac{mv^2}{R}$$

$$P = m(g + \frac{v^2}{R})$$

Botiq ko'prikda jism og'irligi  $n$  marta ortadigan tezlik formulasi

$$v = \sqrt{(n-1)gR}$$



$$P = mg \cos \alpha - \frac{mv^2}{R}$$

Avtomobilning qavariq ko'prikning istalgan nuqtasidagi og'irligini topish formulasi

Samolyotni sho'ng'itib olib chiqayotganda uchuvchiga yuklanish ta'sir etadi, bu yuklanish quyidagiga teng bo'ladi:

$$\eta = \frac{P}{mg} = \frac{mg + ma}{mg} = \frac{g + a}{g}$$

$$\eta = \frac{P}{mg} = \frac{mg + \frac{mv^2}{R}}{mg} = \frac{g + \frac{v^2}{R}}{g}$$

### 39-§ Ishqalanish kuchi.

Ishqalanish kuchi jismlarning bir-biriga bevosita urinishidan paydo bo'ladi va hamma vaqt urinish sirti bo'ylab yo'naladi. Ishqalanish kuchi ikki sababga ko'ra hosil bo'ladi.

1. Yuzalarning notekisligi bo'lsa

2. Bir-biriga tegib turgan jismlarning molekulalari tortishishidan

Amalda ishqalanish kuchi nolga teng bo'lmaydi. Bir xil moddali jismlar orasidagi ishqalanish koeffitsienti har xil moddalar orasidagi ishqalanish koeffitsientidan har doim katta bo'ladi. Jism sirti silliqdarsa ishqalanish kuchi avval kamayadi, so'ngra oshadi. Ishqalanuvchi sirtlar moylansa ishqalanish kuchi juda kamayib ketadi.

$F_{ishq} = \mu N$  Ishqalanish kuchi formulasi.  $N$  normal bosim kuchi,  $\mu$  ishqalanish koeffitsienti

$F_{ishq} = \mu_d \frac{N}{R}$  Dumalanish ishqalanish kuchi formulasi.  $N$  normal bosim kuchi,  $\mu_d$  dumalanish ishqalanish koeffitsienti  $\mu_d$  birligi: metr

$F_{ishq} = \mu mg$  Ishqalanish kuchi formulasi.  $N = mg$  bo'lgan hol uchun.

Ishqalanish koeffitsienti  $\mu$  ikkala jismning qanday materialdan tayyorlanganiga bog'liq va uning sirti qanday ishlanganligiga bog'liq. Ishqalanish kuchi hamma vaqt harakatga qarshi yo'nalgan bo'ladi.

### Umumiy holda:

1.  $F_t > mg\mu$  bo'lganda jism tekis tezlanuvchan harakat qiladi va ishqalanish kuchi  $F_{ishq} = \mu mg$  bo'ladi.
2.  $F_t = mg\mu$  bo'lganda jism yo tinch turadi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi.
3.  $F_t < mg\mu$  bo'lganda
  - a) Jism tinch turgan bo'lsa, tinch turadi hamda  $F_{ish} \neq \mu mg$
  - b) Jism harakatlanayotgan bo'lsa tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.
4. Tinch turgan jismni harakatga keltirish uchun unga kamida  $F_T = \mu mg$  kuch qo'yish lozim. Jism faqat ishqalanish kuchi ta'sirida tormozlanadi.

$$t = \frac{v_0}{\mu g} \quad \text{Ishqalanish ta'sirida tormozlanish vaqtini topish formulasi}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2\mu g} \quad \text{Tormozlanish yo'lini topish formulasi}$$

$$F_{tor} = \frac{mv_0^2}{2S_{tor}} \quad F_{tor} = \mu mg \quad \text{Jismni tormozlovchi kuch formulasi}$$

## 40-§ Jismlar suyuqliklar va gazlarda harakatlanganda uchraydigan qarshilik

Suyuqlik yoki gaz tomonidan jismning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuch *muhitning qarshilik kuchi* deyiladi.

$$F_q = kv \quad \text{Uncha katta bo'lmagan tezlikda harakatlangandagi qarshilik kuchi formulasi}$$

$$F_q = kv^2 \quad \text{Katta tezlikda harakatlangandagi qarshilik kuchi formulasi}$$

k- koeffitsient jism sirtining holatiga shakliga o'lchamiga va muhitning xossalariga bog'liq bo'lgan kattalik.

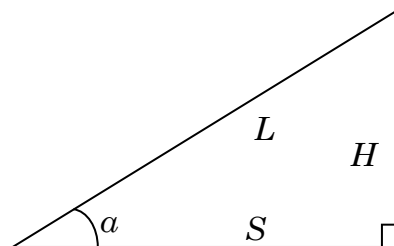
## 41-§ Jismning qiya tekislikdagi harakati.

H qiya tekislik balandligi

L qiya tekislik uzunligi

S qiya tekislik asosi

$\alpha$  qiyalik burchagi



$\sin \alpha = \frac{H}{L}$	$\cos \alpha = \frac{S}{L}$	$\tan \alpha = \frac{H}{S}$	$\cot \alpha = \frac{S}{H}$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

### 1) Jism qiya tekislikda tinch turibdi

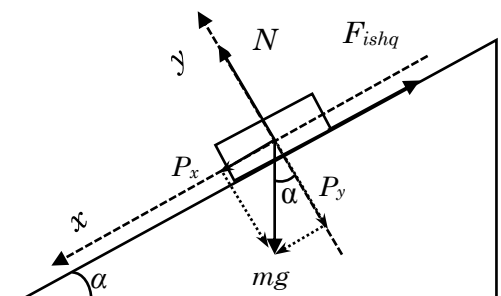
$F_{ishq} = mgsin\alpha$  ishqalanish kuchi ifodasi

N sirtning normal bosim kuchi

$P_x = mgsin\alpha$  og'irlik kuchining X o'qdagi proyeksiyasi

$P_y = mgcos\alpha$  og'irlik kuchining Y o'qdagi proyeksiyasi

$N = P_y = mgcos\alpha$



## 2) Jismning tinch turish shartlari.

$F_{ishq} \geq mgsina$  ;  $\mu mgcosa \geq mgsina$  ;  $\mu cosa \geq sina$   $\mu \geq tg\alpha$  ; tinch turish sharti

Agar jism boshlang'ich tezlikka ega bo'lsa

a)  $\mu > tg\alpha$  da u to'xtaydi.

a)  $\mu = tg\alpha$  da u tekis harakat qiladi.

Boshlang'ich tezlikka ega bo'lmasa  $\mu \geq tg\alpha$  da u tinch holatini saqlaydi.

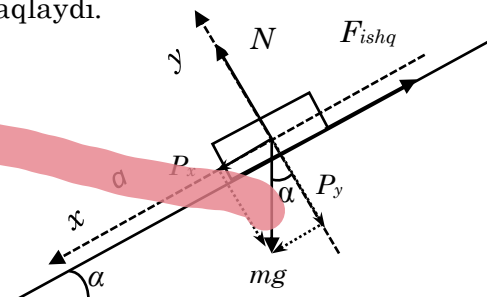
## 3) Jism qiya tekislikda tezlanish bilan tushmoqda.

$\mu < tg\alpha$  bo'lsa u tekislikdan tushadi.

$F_{ishq} = \mu N$  ;  $F_{ishq} = \mu mgcosa$

$ma = mgsina - \mu mgcosa$

$$a = gsina - \mu gcosa = g(sina - \mu cosa)$$



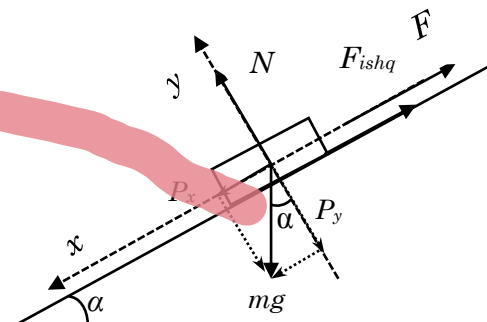
## 4) Jismni qiya tekislikda ushlab turish.

F jismni qiya tekislikda ushlab turuvchi kuch

$mgsina > \mu mgcosa$

$F + F_{ishq} = mgsina$

$$F = mgsina - F_{ishq} = mg(sina - \mu gcosa)$$



## 5) Qiya tekislikda turgan jismni pastga tortib harakatlantirish

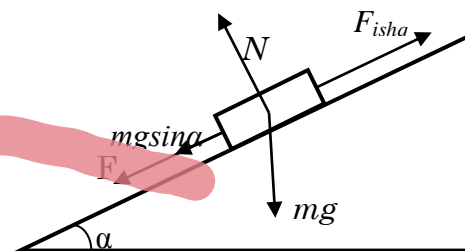
a) Tekis pastga tushirish ( $a=0$ )

F jismni pastga tortuvchi kuch

$F + mgsina = F_{ishq}$

$F + mgsina = \mu mgcosa$

$$F = mg(\mu cosa - sina)$$

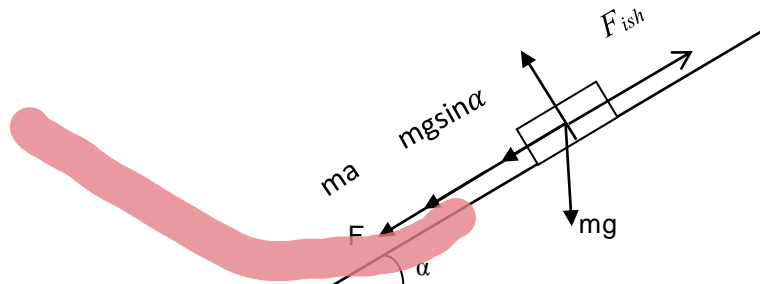


b) a tezlanish bilan tekis tezlanuvchan pastga tushirish

$ma = F + mgsina - F_{ishq}$

$ma = F + mgsina - \mu mgcosa$

$F = ma - mg(sina - \mu cosa)$



## 42-§ Qiya tekislikning FIK

$$\eta = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}; \eta = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha + \mu}; \eta = \frac{1}{1 + \mu\cot\alpha}; \quad \text{Qiya tekislikning foydali ish koeffitsienti}$$

## 43-§ Blok

Qo'zg'almas blokka ip o'tkazilgan uchiga  $m_1$  va  $m_2$  massali ( $m_1 > m_2$ ) yuklar osilgan bo'lib yuk tezlanishi quyidagiga teng.

$$a = \frac{F}{m}; F = (m_1 - m_2)g; m = m_1 + m_2$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$$

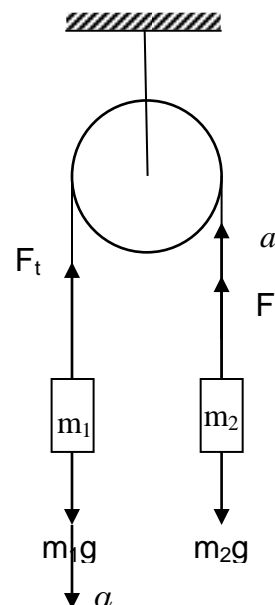
$$\begin{cases} m_1 g - F = m_1 a \\ F - m_2 g = m_2 a \end{cases} \quad \begin{cases} F = m_1 (g - a) \\ F = m_2 (g + a) \end{cases}$$

Taranglik kuchi formulasi

$$F_t = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

Blok o'qiga bo'lgan bosim kuchi formulasi

$$F = 2F_t = \frac{4m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$



## 44-§ Mexanikaning saqlanish qonunlari. Impuls.

*Kuch impuls* deb kuchning biror vaqt ichida ta'siri bo'lib hisoblanuvchi fizik kattalikka aytiladi.

$$I = Ft \quad \text{Kuch impuls formulasi}$$

*Jism impuls* deb mexanik harakat o'lchovi bo'lib hisoblanuvchi fizik kattalikka aytiladi. Jism impulse vektor kattalik.

$$P = mv \quad \text{Jism impuls formulasi}$$

Kuch impuls jism impulsining o'zgarishiga teng.

$$I = \Delta P; Ft = m(v_2 - v_1)$$

Impuls birligi:  $[N \cdot s = kg \cdot m/s]$

## 45-§ Impulsning saqlanish qonuni

Faqat bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashuvchi va bu sistemaga kirmaydigan boshqa jism bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan jismlar sistemasiga yopiq sistema deyiladi.

Yopiq sistemaga kiruvchi jismlar impulslarining vector yig'indisi bu sistemadagi jismlarning bir-biri bilan har qanday o'zaro ta'sirida o'zgarmay qoladi. Bu jumla impulsning saqlanish qonuni deyiladi.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots = m_1 u_1 + m_2 u_2 + \dots$$

Ikki jism bir-bir bilan ikki xilda to'qnashishi mumkin. Absolyut elastik yoki absolyut noelastik. Absolyut elastik to'qnashganda jism o'zaro ta'sirlashgandan so'ng o'z shaklini tiklaydi, jismning to'la energiyasi saqlanadi.

Absolyut noelastik to'qnashuvda jism o'zaro ta'sirlashganda jism o'zaro ta'sirlashishdan so'ng bir butundek harakatlanadi. Mexanik energiya bir qismni ichki energiyaga aylanadi.

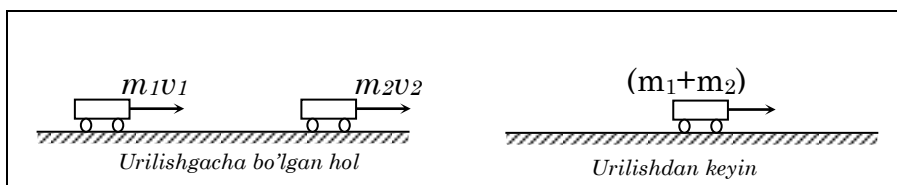
$m_1, m_2$  – To'qnashuvchi jismlarning massalari

$v_1, v_2$  – Urilishgacha bo'lgan tezliklar

$u_1, u_2$  – Urilishdan keyingi tezliklar

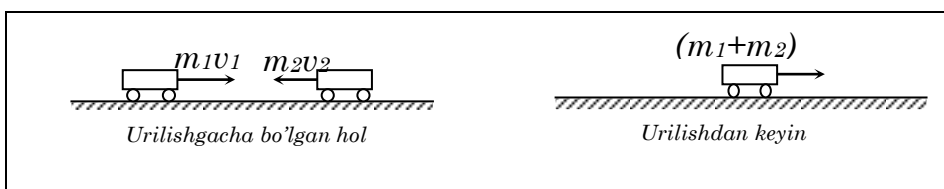
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

1. Bir tomonga harakatlanayotgan ikki jism absolyut noelastik to'qnashsa impulsning saqlanish qonuni quyidagicha:



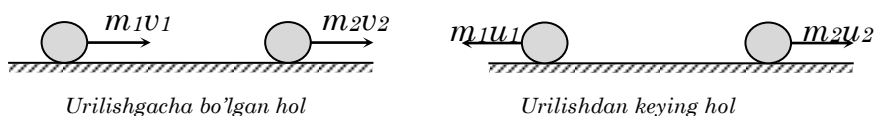
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

2. Bir-biriga qarab harakatlanayotgan ikki jism absolyut noelastik to'qnashsa impulsning saqlanish qonuni quyidagicha:



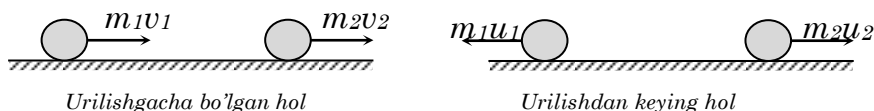
$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

3. Bir-biriga qarab harakatlanayotgan ikki jism absolyut elastik to'qnashsa impulsning saqlanish qonuni quyidagicha:



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = -m_1 u_1 + m_2 u_2$$

4. Bir tomonga qarab harakatlanayotgan ikki jism absolyut elastik to'qnashsa impulsning saqlanish qonuni quyidagicha:



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = -m_1 u_1 + m_2 u_2$$

Ikki jism absolyut elastik to'qnashuvidan keying kinetik energiyalari yig'indisi to'qnashuvigacha bo'lgan kinetik energiyalari yig'indisiga teng.



$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

.....  
 .....  
 .....

•  
 •  
 •

•  
 .....?