

У.Қ. Тоқбергенова, Б.А. Кронгарт

ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептің
7-сыныбына арналған оқулық

Қазақстан Республикасының Білім және
ғылым министрлігі бекіткен



Алматы "Мектеп" 2017

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3я72
T52

Токбергенова У. К., Кронгарт Б. А.
T52 **Физика.** Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. —
Алматы: Мектеп, 2017. — 200 б.

ISBN 978—601—07—0852—5

T 4306021200—024
404(05)—17

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3я72

ISBN 978—601—07—0852—5

© Токбергенова У. К., Кронгарт Б. А., 2017
© "Мектеп" баспасы,
көркем безендірілүү, 2017
Барлық көркемдіктер және суреттер
Басылымның мұлдықтық күйкілері
"Мектеп" баспасына тиесілі

1-тарау

Физика — табиғат туралы ғылым



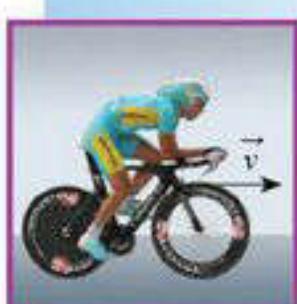
2-тарау

Механикалық қозғалыс



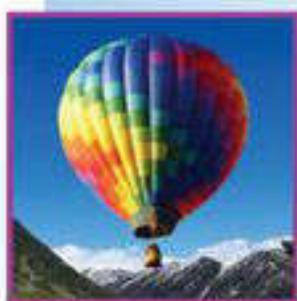
3-тарау

Денелердің өзара әрекеттесуі



4-тарау

Қысым



5-тарау

Жұмыс және қуат. Энергия



6-тарау

Фарыш және Жер



МАЗМУНЫ

Алғы сез.....	6
---------------	---

1-тарау. ФИЗИКА — ТАБІГАТ ТУРАЛЫ ФЫЛЫМ

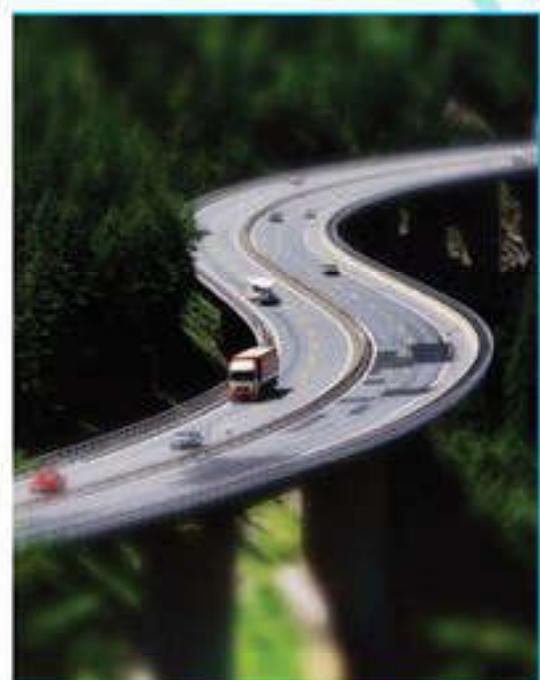
§ 1. Физика — табиғат туралы фылым	8
§ 2. Табиғатты зерттеудін фылымың әдістері	11
§ 3. Физикалық шамалар және оларды өлшеу. Бірліктердің халықаралық жүйесі	16
§ 4. Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі. Үлкен және кіші сандарды жазу	20
§ 5. Векторлық және скалярлық шамалар	25
1-зертханатық жұмыс. Физикалық шамаларды өлшеу	27
2-зертханатық жұмыс. Кішкентай деңелердің өлшемдерін анықтау	28

2-тарау. МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫС

§ 6. Механикалық қозғалыс және онын сипаттамалары	32
§ 7. Механикалық қозғалыстың салыстырмалылығы	36
§ 8. Бірқалыпты және бірқалыпсыз түзу сзықты қозғалыс	42
§ 9. Қозғалысты график түрінде сипаттау	47

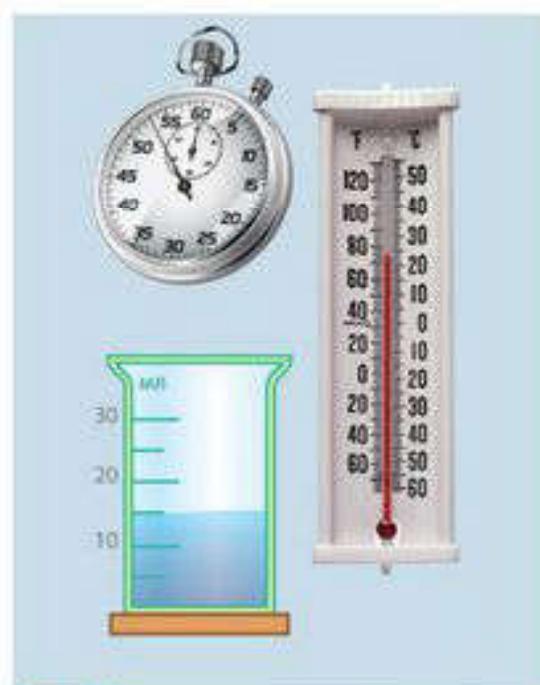
3-тарау. ДЕНЕЛЕРДІҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІ

§ 10. Инерция	58
§ 11. Масса және деңелердің массасын өлшеу	61
§ 12. Заттың тығыздығы және тығыздықтың өлшем бірліктері	65
3-зертханатық жұмыс. Сүйыктың және катты деңелердің тығыздығын анықтау	71
§ 13. Күш	72
§ 14. Деформация	74
§ 15. Серпімділік күші. Гук заны	77
4-зертханатық жұмыс. Серіппенің қатандығын анықтау	81
§ 16. Тартылыс күбылсы. Ауырлық күш	82
§ 17. Денениң салмагы	85
§ 18. Үйкеліс күші	89
5-зертханатық жұмыс. Сырганау үйкеліс күшін зерттеу	93
§ 19. Бір түзудің бойымен әрекет ететін күштерді косу	94

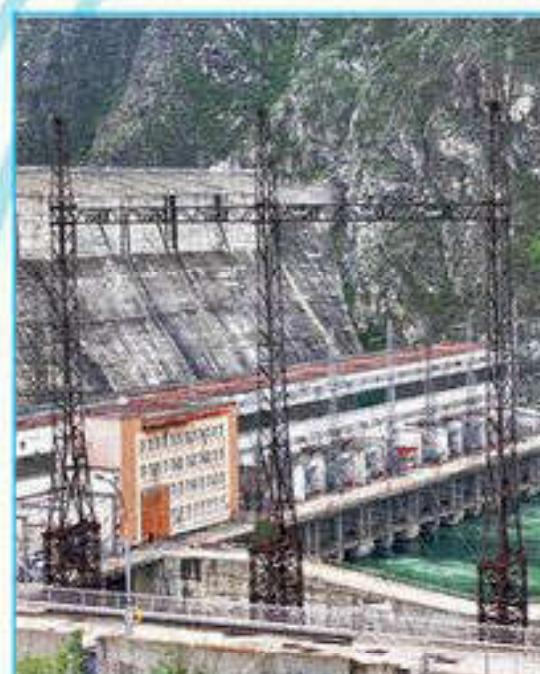


4-тарау. КЫСЫМ

§ 20. Катты денелердің сұйықтардың және газдардың молекулалық күрылымы	100
§ 21. Кысым. Катты денелердегі кысым	106
§ 22. Сұйыктар мен газдардағы кысым. Паскаль заны	110
§ 23. Гидростатикалық кысым	113
§ 24. Катынас ыңыстар	115
§ 25. Гидравликалық мәшине	118
§ 26. Атмосфералық кысым	126
§ 27. Атмосфералық кысымың ешкеу	129
§ 28. Манометрлер. Сорғылар	131
§ 29. Архимед күші	134
§ 30. Денелердің жүзу шарттары	137
6-зертханалық жұмыс. Архимед занын тексеру	145
7-зертханалық жұмыс. Денелердің жүзу шарттарын анықтау	146

**5-тарау. ЖҰМЫС ЖӘНЕ ҚУАТ. ЭНЕРГИЯ**

§ 31. Механикалық жұмыс. Қуат	150
§ 32. Энергия	155
§ 33. Кинетикалық және потенциалдық энергия ...	156
§ 34. Энергияның сакталу және айналу заны	161
§ 35. Жай механизмдер	163
§ 36. Денелердің массалар центрі	165
8-зертханалық жұмыс. Жазық фигуранын массалар центрін анықтау	167
§ 37. Пінтіректің тепе-тендік шарты	168
9-зертханалық жұмыс. Пінтіректің тепе-тендік шартын анықтау	175
§ 38. Жай механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті. Механиканың “алтын ережесі”	177
10-зертханалық жұмыс. Келбейу жазықтықтың ПӨК-ін анықтау	180

**6-тарау. ФАРЫШ ЖӘНЕ ЖЕР**

§ 39. Аспан денелері туралы ғылым	184
§ 40. Күн жүйесі	187
§ 41. Құнтізбе негізі (тәулік, ай, жыл)	192
Косымша	196
Пәнлік көрсеткіш	198
Жауаптары	200



Шартты белгілер:



Озін-өзі бакылаута арналған сұраптар



Практикалық тапсырмалар



Жаттыгу



Ой тузызатын сұраптар

Тапсырмалар

- Бастапкы деңгей
- Орта деңгей
- Жоғары деңгей

Қысқартулар:

- ағылш. — ағылышынша
грек. — грекше
итальян. — итальянша
лат. — латынша
франц. — французша

Алғы сөз

Кымбатты жетінші сыйнып окушылары!

Осы оку жылынан бастап "Физика" пәнін оқи-сындар. Сендер физиканың табигат туралы қызық ері пайдалы ғылым екенін белгін боласындар. Физика курсын бес жыл бойы зерделей отырып, онын таражайып және тамаша әлеміне жол ашасындар.

Биылғы оку жылында физикалық құбылыстарды сипаттайтын физикалық ұғымдар, шамалар және зандар туралы бастапкы мағлumat аласындар, механикалық қозғалыспен, деңелердің өзара әрекеттесуімен, сүйектардағы және катты деңелердегі қысыммен, статика элементтерімен, сондай-ақ оларды зерттеу әдістерімен танысадындар.

Окулықтан бізді коршаған орта мен техника туралы пайдалы ері қызықты материалдар табасындар. Окулықта негізгі ұғымдар, анықтамалар, формулалар арнағы қаріппен ерекшеленіп немесе қарайтылып көрсетілген, ал тарихи-тәнұмыздық сипаттағы материал жеке түспен және танбасымен беліп көрсетілген.

танбасымен ерекшеленген анықтамалық материалдарды есте сактаған жөн.

Окулықта әртүрлі табиги құбылыстарды, өлшешіш күралдарды, мәшинелерді және т.б. көрсететін көрнекі материалдар ете көп. Окулықты оқи отырып, баяндалатын материалды сипаттайтын суреттерге назар аударындар. Суретті және оның окулықтағы сипаттамасын салыстырындар, бұл материалдың мазмұнын жаксы түсінуге мүмкіндік береді.

Зерделенген материалдың мәнін түсінуге және альянгап білімді практикала қолданып үйренуге тырысындар. Белгілі бір тәжірибелі шергеннен кейін параграф сонында берілген сұраптарға жауап кайтара отырып, материалды бекітіндер.

Физикада табиги құбылыстарды зерттеудің негізгі әдісіне тәжірибе мен бакылаута негізделген эксперимент жатады.

Сендер тәжірибе жасап, өз беттерінше практикалық тапсырмаларды орындауды үйренесіндер. Бұл — білім көзінің бірі.

Әр параграф сонында есептер берілген.

Есеп шығара білу өтілген материалды шеру інтижесі көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Сендер зерделенген материалдар мен формулаларды пайдаланып есеп шығарып үйренуге тырысуларын кажет.

Оқуда жетістік тілейміз!

Авторлар

1 — ТАРАУ

Физика — табигат туралы ғылым

Айбынды, тілсіз тұнгі аспанға енжар қарайтын адамзат баласы жок шыгар.

Жүлдөздар, планеталар, кометалар қалай нақда болды? Оларды болашақта не күтіп тұр? Аспан деңгелерінің қозғалысы қандай заңдарға бағынады?

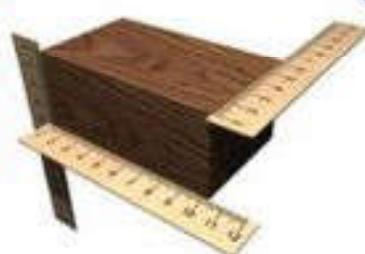
Бүтінгі таңда киялға калықтаган армандар шынайылыққа айналды. Түрлі түсті теледидар, ғарыштық байланыс, зымырандық техника және ғарыш кемелері, синтетикалық материалдар, атом энергиясы, лазерлер, акпараттық технологиялар, нанотехнология пайдаланылуда.

Адамзаттың үздік жетістіктерінің нақты жүзеге асуына не себепті болды? Қай ғылым саласының зерттеулері ғарының негізінде алынған?

Табигат заңдарын зерттеуде физика қандай әдістерді пайдаланады?

Табигат заңдарын зерттеу үшін болжамдар ұсынылады, олар эксперименттік жолмен тексеріледі.

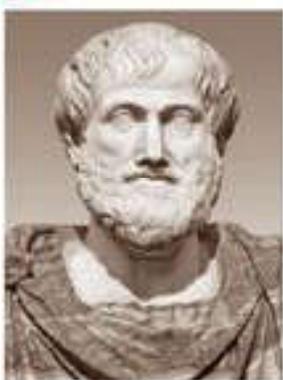
Дәніпердің ұзындығы, алманың массасы оңай өлшенеді. Ат атомның өлшемін, шаштың бір татының немесе дәніпер парагының қатыңдығын қалай өлшеуге болады? Өлшеуді қалай негұрзым дағырек жүзеге асыруға болады?



**Тірек сөздер:**

- ✓ табиғи құбылыс
- ✓ физикалық құбылыс
- ✓ материя
- ✓ зат
- ✓ физикалық дene

“Физика” сөзі грекше *φύσις* — табиғат дегенді білшіреді.



Аристотель
(б.з.д. 384—322)

Аристотель — ежелгі грек галымы, ол өзінің алдындағы ізашарларының физика саласындағы еңбектерін қорытындылат, “Физика” сөзін ғылымға алғаш рет енгізіп және бірыңғай ғылыми жүйе көрді.

§ 1. Физика — табиғат туралы ғылым



Сендер

- физика ғылымымен танысып, оның нені зерттейтін білетін боласындар;
- физикалық құбылыштарға мысал келтіруді үйренесіндер.



Темендегі иллюстрациядағы табиғат құбылыштарын атап, оны сипаттаң бере аласындар ма?

Бізді қоршаған ортада үнемі өзгерістер болып жатады.

Табиғатта туындайтын сан алуан өзгерістердің табиғат құбылыштары деп атайды.

Табиғат құбылыштарын зерттеп және олардың өту заңдылықтарын аныктай отырып, бұл заңдарды адамдар өздерінің тіршілік әрекетін женилдету үшін пайдалана бастады. Табиғат туралы заңдардың жинакталуымен және жана құбылыштардың ашылуымен жана ғылымдар пайда болды. Кейінірек олар бір-бірінен белініп, жеке ғылымдарға айналды.

Табиғат құбылыштарын зерттейтін ғылымдарды жаратылыстану ғылымдары деп атайды. Жаратылыстану ғылымдарына физикадан басқа астрономия, химия, биология және география енеді.





**Әбу Насыр ал-Фараби
(870—950)**

Рұлтама ойшыл Әбу Насыр ал-Фараби қазақтың ежелгі Фараб дег атаған қаласы Отыраарда дүниеге келген. Бүгінгі үрпаққа оның гылымының барлық салаларын қамтитын 50-ге жуық еңбегі жеткен. Оның философиялық және дүниетанымдық идеялары физика, астрономия, математика т.б. гылымдардың негізіне алынған.



Физика табигат туралы ғылым ретінде физикалық құбылыстар мен заттардың қасиеттерін зерттейді.

Физикалық құбылыстар сан алуан. Оларға механикалық, жылу, электр, магнит, жарық, дыбыс, сондай-ақ атомдар мен олардың ядроларында туындайтын құбылыстар жатады. Компьютермен жұмыс істеу, ғаламтор арқылы онлайн карым-қатынас жасау, GPS-ті (ағылш. *Global Positioning System* — ғаламдық бағыттандыру жүйесі), навигаторды, ұялы байланысты және т.б. пайдалану адамдардың әдеттегі ісіне айналды (1.1-сурет). Бұл құрылғылардың жұмысы физикалық құбылыстарға негізделген.

Адамзат баласы күнделікті өмірінде кітап оқиды, дәптеріне жазады, түрмисқа жайлы түрғын үйлерде тұрады, ұшактармен ұшады, мәшиннемен және пойызben журеді. Адамды



1.1-сурет



1.2-сурет

әртүрлі нәрселер коршап тұрады: кітап, тас, ағаш, автомобиль, су тамшысы, тұз кесегі, күм түйіршігі, көл және т.б. Әр денениң пішімі мен көлемі бар.

Озіне тән пішімі мен көлемі бар денелер **физикалық денелер** деп аталады.

Барлық физикалық денелер әртүрлі заттардан тұрады (1.2-сурет). Мысалы: ағаш — зат, үстел — физикалық дене; темір — зат, темір қасық — физикалық дене; шыны — зат, шыны стакан — физикалық дене; мыс — зат, сым — физикалық дене. Біздің айналамызда не бар болса, соның бәрі материя деп аталады, сондықтан бізді қоршаған әлем материялық болып табылады.

Сонымен, **материя** — бізді қоршаған алемдегінші **барлығы**.

Сендер енді ғана физиканы окуды бастадындар. Физика пәні бойынша білімді менгеру барысында бізді қоршаған материялық дүниеде туындалған жататын көптеген физикалық құбылыстар мен денелердің қасиеттерін түсініп, түсіндіре алатын боласындар.



1. Физика нені зерттейді?
2. Физикалық құбылыстарға мысал келтіріңдер.
3. Физикалық дене дегенді қалай түсінесіңдер?
4. Физикалық денелерге мысал келтіріңдер. Олар қандай заттардан жасалған?
5. Материя дегеніміз не?
6. Жаратылыштану ғылымдарына қай ғылым салалары жатады?



Дәптерлеріңе кесте сзып, әр бағанға сәйкес сөздерді жазындар: болат, шеге, соққы, доп, су, жаңбыр тамшысы, ауа, ауа көпіршігі, кемпірқосақ, көленке, жел, магнит, найзағай, шам, күн күркіреуі, өрмекшінің өрмегі, жұлдыз.

дене	зат	құбылыс

§ 2. Табиғатты зерттеудің ғылыми әдістері



Сендер

- табиғатты зерттеудің ғылыми әдістерін және физикалық құбылыстарды зерттеу ретін біletін боласындар.



Тірек сөздер:

- ✓ бақылау
- ✓ болжам
- ✓ эксперимент
- ✓ физикалық заңдар
- ✓ физикалық теория

Физикалық құбылысты зерттеу үшін физикада әртүрлі әдістер колданылады.

Бақылау. Кез келген құбылысты зерттеу бақылаудан басталады.

Бақылау деп құбылыстардың ету барысына адамдардың күлгігінсіз, оның табиги күйінде зерделенуін айтады.

Табиги құбылыстарды бақылау барысында олар туралы белгілі бір мәлімет алынады.

Мысалы, шықтың пайда болуын бақылай отырып шықтың ыстық күннен және салқын түннен кейін көп түсетіні аныкталды (1.3-сурет). Жапыракта немесе шөпте су тамшылары қайdan пайда болды?

Мұндай сұраптарға жауап беру үшін **болжам (гипотеза)** деп аталатын үйгарым ұсынылады. Болжамды тексеру үшін арнайы тәжірибелер — эксперименттер жасалады.

Егер жүргізілген эксперимент нәтижелері болжамға қайшы келсе жалған деп есептеледі де, қабылданбайды. Экспериментпен дәлелденген болжамдар қабылданып, ғылыми білімге айналады.



1.3-сурет



1.4-сурет



1.5-сурет



1.6-сурет



1.7-сурет

Эксперимент. Эксперимент деп зерттегетін күбылыстарды жасанды түрде кайта жанғыруды айтады. Эксперименттің көмегімен зерттеуші физикалық күбылыстарды модельдейді, күбылыстың өту шарттарын өзгерте алады, оларды зерттеу үшін арналы жағдайлар тузылады. Бұл оған күбылысты жан-жакты зерттеуге мүмкіндік береді.

Эксперимент барысында күбылыстың өту зандылықтары және күбылыстар арасындағы себеп-салдарлық байланыстар анықталады. Экспериментті жүргізу үшін физикалық құралдар пайдаланылады. Олардың кейбіреуі өте карапайым. Мысалы: сызғыш, қабырғалардың тіктігін тексеруге арналған тіктеуші (1.4-сурет), таразы және т.б.

Сендер бұлардан күрделірек құралдармен де жұмыс істейтін боласындар. Оларға ток көзі (1.5-сурет), электркозғалтқыш, электрмагнит (1.6-сурет) сиякты техникалық құрылғылар және т.б. жатады.

Карапайым тәжірибелі карастырып көрейік. Егер металдан жасалған денені тоназытқышта сұыпсы, содан кейін оны жылы бөлмеге шығарсак, бұл дененің бетінде шықтың пайда болғанын байқаймыз (1.7-сурет). Салқын бөлмеде шықтың аз мөлшерде, ал сұық бөлмеде шықтың тіпті де түспейтінін байқауга болады. Демек, тәжірибе шарты өзгергенде түскен шықтың мөлшері мен массасы өзгереді.

Бөлмеде шықтың пайда болуын түсіндіріп көрейік. Шық тамшысы — бұл аз мөлшердегі су. Металдан жасалған дененің немесе жапырак бетінде ол қайdan пайда болады?

Болжам ұсынамыз: ауада біз байқай алмайтын басқа күйдегі су бар. Оны қалай тексеруге болады?

Физикада ақиқатты тәжірибемен дәлелдейсің. Жылы бөлмеге тоназытқыш камераны қойып және оны ток көзіне қосайық та,

есігін ашық калдырайық. Камерага келетін ауа салқындан, камера сулана бастайды. Камера қабырғаларында шық тамшылары пайда болады және одан әрі қарай тоңазып, мұзға айналады. Тәжірибе ауда судың бар екенін, бірақ оның басқа күйде болатынын дәлелдейді. Бұл күйді су бұы деп атайды. Ал будың сұйыққа айналуын және сұйықтын катуын түсіндіру үшін олардың ету зандылықтарын анықтауымыз керек. Әзірге біз сендермен бірге мұны жасай алмаймыз, ейткені сендер физиканы оқуды енді ғана бастадындар. Алайда білімдерінді толықтыра келе заттың молекулалы-кинетикалық теориясының негізінде бұл құбылыстарды түсіндіре алатын боласындар.

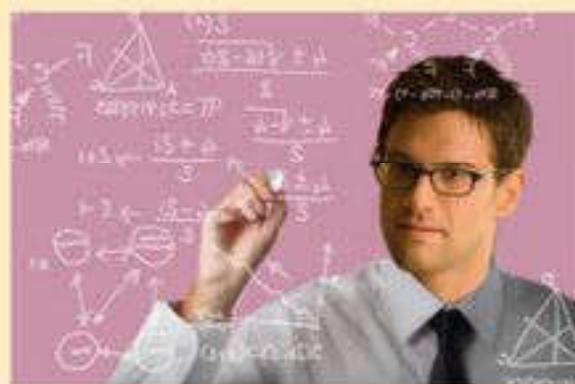
Физикалық құбылыстардың арасындағы өзара байланыстың кездейсок еместігі туралы корытынды жасау үшін оның дұрыстығын көптеген ұқсас тәжірибелермен тексереді. Егер құбылыстарды сипаттайтын шамалардың арасындағы байланыс тұрақты болса, онда оларды **физикалық зандар** деп атайды.

Физикалық занды оның **математикалық жазылуты** деп аталатын **формула** түрінде жазуға болады.

Сонымен, физикалық құбылыстарды зерттеудің реті мынадай болуы мүмкін: бакылау → болжам → эксперимент → теориялық корытынды.



Суретке зер салындар. Суреттерде физикалық құбылыстарды зерттеудің кандай тәсілдері көрсетілген?



Эксперимент барысында аныкталған зандар физикалық теорияның көмегімен түсіндіріледі. Физикалық теорияга белгілі бір физикалық құбылыстардың сипаттамасы, оларды сипаттайтын физикалық шамалар, занды айқындастырын эксперимент нәтижелері кіреді. Биыл сендер оқитын механикалық қозғалыстар **механика**

деп атсалатын теориямен түсіндіріледі. Көліктің, мәшине тетіктері мен бөлшектерінің, аспан денелерінің, жануарлардың және т.б. козғалыстары механикалық козғалыска жатады.

Физика және техника. Физика және техника бір-бірімен тығыз байланыскан. Мысалы, станоктардың, мәшинелердің, тетіктердің, компьютерлердің жұмысы физиканың жетістіктеріне негізделген. Олардың барлығы физика зандарының негізінде жұмыс істейді.

Физиканың жетістіктері негізінде адамның кілем-ұшак, сиқырлы жүрдек етік, басқа жерде не болып жататынын көрсететін ғажайып айна туралы киялы жүзеге асты. Ұшактар, тікүшактар, мәшинелер, кемелер, пойыздар адамдарды Жер шарының кез келген нүктесіне жеткізе алады. Радио мен теледидар арқылы Жер шарының түрлі нүктелерінен, тіпті гарыш кеңістігінен хабар алуға мүмкіндік туды. Бұлардың барлығы ғалым-физиктердің, конструкторлардың, техниктердің арқасында мүмкін болды.

Физикадағы жаңалыктар заманауи техникаларды жетілдіруге және жаңаларының пайда болуына мүмкіндік туғызады. Техниканың дамуы өз кезегінде ғылымның әрі қарай дамуына ықпал етеді. Мысалы, радиотолқындардың ашылуы және олардың қасиеттерін зерттеу радиобайланыста, радионавигацияда, радиолокацияда, теледидарда пайдаланылатын әртүрлі радиотехникалық құрылғыларды жасауға мүмкіндік туғызды.

Техниканың бұл салаларының дамуы электр құбылыстарын әрі қарай зерттеуге ықпал етті, ал бұл өз кезегінде калькуляторды, компьютерлерді ойлаپ табуға, ұялы байланысты орнатуға, сандық фотосуретті және т.б. жасауға алғы келді.

Физиканың дамуы роботтық техника және гарышкерлік сиякты салалардың пайда болуына әкелді. Енді адамзат баласы Күн жүйесінің кеңістігін шарлап, басқа планеталарды зерттей алады. Жерден басқарылатын гарыш кемелері басқа планеталарға жетіп, олардың



Робот



Гарыш кемесі

бетін суретке түсіреді. Бұл планеталарға жеткізілген зонд-роботтар олардың бетін және атмосферасын зерттейді.

Әркениет игілігі мен техника жетістіктері ғалымдардың, конструкторлардың, техниктердің, инженерлердің және қарапайым жұмысшылардың енбектері екенін есте сактауымыз керек. Есейгенде сендердің енбектерін де әркениет игілігіне айналатын болады. Ол үшін оку, оку және оку керек! Оку оңай емес, бірақ оку барысында алған білімдерің сендердің жаркын болашактарыңа іргетас болады.



- Бақылау деп нені айтамыз, эксперимент деп ше? Олардың бір-бірінен ерекшелігі неде, үқастығы ше?*
- Болжам (гипотеза) деп нені айтады?*
- Табиғат құбылыстарын зерттеу қандай ретпен жүргізіледі?*
- Физикалық заңдар қалай тағайындалады?*
- Физикалық заңдар мен құбылыстар қайда пайдаланылады?*
- Күнделікті өмірде жарық құбылыстарымен кездессіңдер. Жарықтың таралу заңдарын сендер қандай тәсілдермен анықтай аласыңдар? Бұл заңдарды анықтауға тырысып көріңдер.*



- 1** Күн сайын айналанда сан алуан қызықты құбылыстар болып жатады. Кез келген бір құбылысты сипаттандар.
- 2** Бір стақан суға аздаған лимон шырынын қосып араластырындар. Осыдан кейін бір шайқасық ас содасын қосындар. Қандай құбылыс байқалады? Сендер қандай құбылысты бақыладындар: физикалық па, әлде химиялық па?
- 3** Шырын ішуге арналған тұтікшенің көмегімен жылы суы бар стақанның түбіне бір тамшы сүйық майды үрлендер. Тұтікшеден шыққан мезеттен бастап май тамшысының пішіні қалай өзгеретінін сипаттандар. Май тамшысы жоғары қарай көтерілгенде және су бетіне қалқып шыққанда оның пішіні қалай өзгереді? Өлшемі әртүрлі тұтікшелерді пайдаланып осы процесті бақыландар және сипаттандар.

§ 3. Физикалық шамалар және оларды өлшеу. Бірліктердің халықаралық жүйесі



Тірек сөздер:

- ✓ физикалық шама
- ✓ өлшем бірліктер
- ✓ Халықаралық
бірліктер
жүйесі (ХБЖ)

Сендер



- бірліктердің халықаралық жүйесі қандай себептермен қабылданғанын билетін боласындар;
- физикалық шамалардың негізгі және туынды бірліктеріне мысал келтіріп үйренесіндер.

Өздерін билетіндей, физикалық күбылыстарды және процестерді зерттеу үшін тәжірибелер жүргізіледі, олардың барысында әртүрлі физикалық шамалар өлшенеді.

Физикалық шама деп **физикалық күбылыстың** немесе **дене қасиеттерінің** **сандық сипаттамасын** айтады.

Физикалық шаманы енгізгенде міндетті түрде оның **өлшем бірлігін** (кысқаша бірліктерін) атап көрсету қажет. Мысалы, қашыктық метрмен, километрмен, сантиметрмен, миллиметрмен және т.б. өлшеме алады. Физикалық шаманың сан мәні өлшем бірлігін тандап алуға байланысты. Мысалы, үстелдің ұзындығы 2 м немесе 200 см болсын. Физикалық шаманың сан мәндері әртүрлі, өйткені бул шаманың өлшем бірліктері түрліше.



Әртүрлі уақытта әр ел өздерінің өлшем бірліктерін қолданған. Шамалардың эталондары еркінше таңдал алынды. Мысалы, қазақтарда ұзындықты өлшеу үшін қарыс (бас бармақ пен шынашақтың арасын мөшірі), ел (сұқсаусақтың еніне тәң ұзындық), құлаш (мық деңгейіне сәйкес кере созылған екі қол ұшының арасына тәң ұзындық); орыстар ұзындықтың пядь, токоть, аришин, саженъ, верста; ағылышындар дюйм, фут, ярд, миля сияқты өлшемдерін пайдаланды. Масса, уақыт, көлем, аудан сияқты физикалық шамалар да осыған үксас тәсілдермен анықталды.

Салмақтың ең көне өлшем бірлігіне Накад (Мысыр) қаласында табылған Мысыр өркениетінің өлшем бірлігі бека жатады (шамамен б.з.д. 3800 ж.). Цилиндр пішінді етіп жасалып, шет жақтары жұмыртканған гірітердің масалары шамамен 188,7—211,2 г болған.

1793 жылы Францияда өткен конвенцияда “Өлшемдердің метрлік жүйесін енгізу” туралы аса манызды шешім қабылданды. Өйткені өлшемдердің жүйесіздігі халықтар арасындағы сауда-саттықты қындағыш, өнеркәсіптің дамуына кедергі жасады.

Бұл жүйенің негізіне ұзындықтың өлшем бірлігі — метр алынды. Кейінірек өлшемдердің метрлік жүйесін көптеген елдер қабылдауды және оның негізінде Халықаралық бірліктер жүйесі жасалды (1960 ж.). Оның қыскаша белгіленуі — ХБЖ (франц. *Système International*).

Халықаралық бірліктер жүйесі физикалық шамалардың негізге деп аталатын жеті өлшем бірлігі негізінде құрылған.

ХБЖ-інде ұзындықтың бірлігіне **метр** (1 м), массаның бірлігіне **килограмм** (1 кг), уакыттың бірлігіне **секунд** (1 с) алынған. ХБЖ-інің басқа негізгі өлшем бірліктерімен кейінірек танысадын боласындар.

Физикалық шамалардың басқа өлшем бірліктері (жеті негізгі бірліктен басқа) — *тұынды бірліктер*, яғни олар негізгі бірліктер арқылы көрсетіледі, мысалы: ауданның бірлігі — квадрат метр немесе метрдің квадраты (m^2), көлем бірлігі — куб метр немесе метрдің кубы (m^3) және т.б.

Негізгі бірліктерден басқа еселенетін және бөлінетін (косымша) бірліктер бар. **Еселенетін өлшем бірліктері** деп негізгі өлшем бірліктерден 1 000, 1 000 000, 1 000 000 000 есе үлкен, ал **бөлінді бірліктер** деп 10, 100, 1000 есе кіші т.с.с. бірліктерді айтады. Ұзындықтың еселенетін бірлігі — километр, ал бөлінетін бірліктері — дециметр, сантиметр, миллиметр. Массаның еселенетін бірлігі — тонна, центнер, бөлінетін бірліктері — грамм, миллиграмм және т.б.

Өлишеулердің женилдегу және жазуға ынғайлы болу үшін негізгі бірліктен үлкен де, кіші де болатын **ондық жүйедегі** косымша бірліктер енгізілген. Мысалы:

$1 \text{ м} = 10 \text{ дм} = 100 \text{ см} = 1000 \text{ мм}$,
 $1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$,
 $1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$,
 $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$.

Ұзындықтың еселік өлшем бірліктері:

1 декаметр (дкм) = 10 м
 1 гектометр (гм) = 100 м
 1 километр (км) = 1000 м
 1 мегаметр (Мм) = 1 000 000 м және т.б.

Ұзындықтың бөлінетін өлшем бірліктері:

1 м = 10 дециметр (дц)
 1 м = 100 сантиметр (см)
 1 м = 1000 миллиметр (мм)
 1 м = 1 000 000 микрометр (мкм)
 1 м = 1 000 000 000 нанометр (нм)

Алғашқы қосымша бірліктер 1793—1795 жылдары Францияда енгізілді. Еселенетін бірліктер үшін қосымша бірліктер атауларын грек тілінен, ал бөлінетін бірліктер үшін латын тілінен алу қабылданды. Мысалы: **кило**... (грек. *chilioi* — мың), **деци**... (лат. *decem* — он), **санти**... (лат. *centum* — жүз), **милли**... (лат. *mille* — мың), **мега**... (грек. *megas* — үлкен), **гига**... (грек. *gigas* — атып), **тера**... (грек. *teras* — орасан зор), **микро**... (грек. *micros* — болмаши), **нано**... (грек. *nanos* — ергежейлі), **пико**... (итальян. *piccolo* — кішірек, ұсақ).



1.8-сурет

Сендерге уақытты негізгі өлшем бірлігі минутпен де, сағатпен



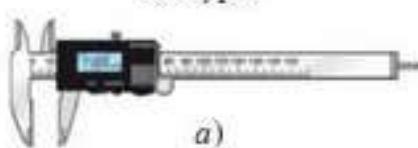
Сабак 45 мин-қа созылады. Мұнда кай физикалық шама түралы сөз болады? Ол қандай өлшем бірлікпен өрнектеледі?

жіпрем анықтауға тұра келеді. Уақыттың секунд екенін атап өткенбіз. Алайда уақыт де, тәулікпен де және т.с.с. өлшенеді. 1 с-қа қатысты 1 мин-та 60 с, 1 сағ-та 3600 с, 1 тәулік-те 86400 с бар.

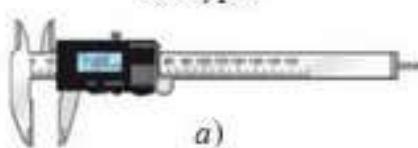
Физикалық шамаларды белгілі бір символмен белгілейді, мысалы: ұзындық — l , масса — m , уақыт — t . Айталық, үстелдің ұзындығы 2 м болсын. Бұл үстелдің ұзындығына ұзындықтары 1 м-ден екі кесінді келеді дегенді білдіреді. Мыны былай жазады: $l = 2 \text{ м}$. Бұл өрнектегі l — ұзындықтың шартты түрде белгіленуі, 2 — үстел ұзындығының сан мәні, м (метр) — ұзындық бірлігі, 2 м — үстел ұзындығының мәні.

Әртүрлі шамаларды өлшеу үшін әртүрлі құралдар пайдаланылады: таразы, сағат, термометр, сызығыш, транспортир және т.б. (1.8-сурет). Кішірек ұзындықтарды сызығышпен өлшей аламыз. Бірнеше метр болатын ұзындықтарды рулеткамен өлшеген ынгайлы (1.9-сурет).

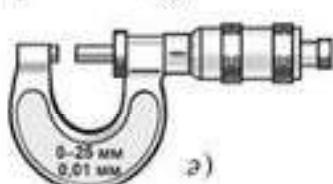
Денелердің өлшемдерін дәлірек анықтау үшін штангенциркуль (1.10, а-сурет) немесе микрометр (1.10, ә-сурет) пайдаланылады. Күшті өлшеу үшін динамометр деп аталатын өлшеуіш құрал колданылады (1.11-сурет).



1.9-сурет

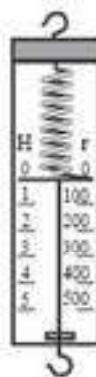


а)



ә)

1.10-сурет



1.11-сурет

Кейбір шамалардың ХБ жүйесіне аударылуы:

$$1 \text{ см}^3 = 1 \cdot (10^{-2} \text{ м})^3 = 1 \cdot 10^{-2 \cdot 3} \text{ м}^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot (10^{-3} \text{ м})^2 = 2 \cdot 10^{-3 \cdot 2} \text{ м}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$4 \text{ мг} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$$

$$3 \text{ л} = 3 \text{ дм}^3 = 3 \cdot (10^{-1} \text{ м})^3 = 3 \cdot 10^{-1 \cdot 3} \text{ м}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$7 \text{ мл} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ л} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Физикалық шамага толық сипаттама беру үшін мына әрекеттер орындалады:

- физикалық мәнін көрсету;
- әріппен берілген белгіленуін енгізу;
- қандай формуламен өрнектеуге болатынын көрсету;
- өлшем бірлігін енгізу;
- қандай куралдың көмегімен өлшенетінін атау.



1. Физикалық шама дегеніміз не?
2. Физикалық шаманы өлшеу дегеніміз не?
3. Физикалық шаманың эталоны дегенді қалай түсінесіңдер?
4. Қандай себептерге байланысты Халықаралық бірліктер жүйесі қабылданды?
5. Ұзындықтың өлшем бірлігіндегі кило, санти, милли, микро қосымшалары нені білдіреді?
6. Физикалық шамалардың негізгі және туынды бірліктеріне мысалдар келтіріңдер.



- 1 Аяқиімнің өлшемін табанның сантиметрмен өрнектелген ұзындығын 1,5 санына көбейтіп табады. Өздерінің аяқиімдерінің өлшемін анықтандар. Егер адам 40-өлшемді аяқиім кисе, онда оның табанының ұзындығы қандай?
- 2 Сабак арасындағы үзіліс қанша уақытқа созылады? Бұл уақытты секундпен, минутпен, сағатпен көрсетіңдер.
- 3 Кітаптың ұзындығын, енін және қалындығын өлшендер. Алынған нәтижени міллиметрмен (мм), сантиметрмен (см), дециметрмен (дм), метрмен (м) өрнектендер.
- 4 Оң қолдарыңың сұқ саусағымен сол білектерінді үстап, тамырдың соғуын санандар. Секундтық тілі бар сағаттың көмегімен тамырдың 70 рет соғуына қанша уақыт кеткенін жазындар. Тамыр соғулары арасындағы уақытты табындар.



- 1 Тозаң бөлшектерінің өлшемдері 0,005—0,05 мм арасында жатыр. Бұл өлшемдерді микрометрмен, нанометрмен, километрмен өрнектендер.
- 2 Оқушы үйінен мектепке дейінгі жолды 15 мин-та жүріп өтеді. Осы уақытты сағатпен, секундпен өрнектендер.
- 3 Оқушы тапсырманы 50 мин ішінде орындалды. Осы уақытты секундпен өрнектендер.

- 4 Анықтамалық материалдардан дюйм, фут, миля дегендерді табындар және оларды ХБ жүйесіне аударындар.
 - 5 Мына тапсырманы орындандар:
- 0,65 км = ... м = ... см = ... мм
 2,7 м = ... км = ... дм = ... мкм
 0,04 км = ... м = ... дм = ... мм
 $4 \text{ см}^3 = \dots \text{ м}^3 = \dots \text{ мм}^3$
 $8 \text{ мм}^2 = \dots \text{ м}^2 = \dots \text{ см}^2$
 $365 \text{ мм} = \dots \text{ м} = \dots \text{ км} = \dots \text{ см}$
 $21 \text{ л} = \dots \text{ м}^3 = \dots \text{ см}^3$

§ 4. Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі. Үлкен және кіші сандарды жазу



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ өлшеу дәлдігі
- ✓ өлшеу қателігі
- ✓ құрал шкаласы
- ✓ бөлік құны
- ✓ абсолют қателік

- өлшеудегі қателіктердің себебін билетін боласындар;
- өлшеулер нәтижесін қателіктерді ескере отырып жаза аласындар;
- үлкен және кіші сандарды жазған кезде еселік және үlestік қосымшаларды қолдануды үйрениндер.

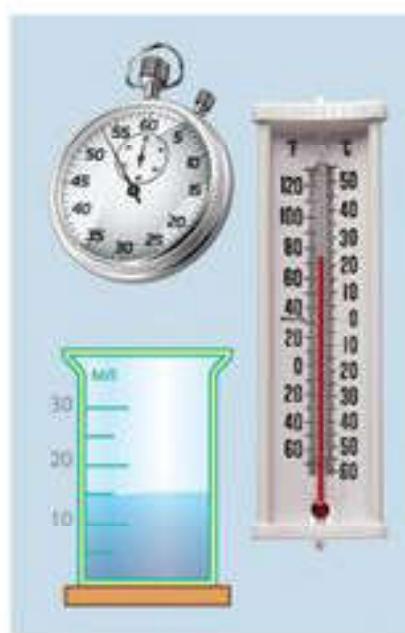
1. Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі. Практикалық іс-әрекетте, ғылыми зерттеу жұмысын орындағанда физикалық шамаларды өлшеудің дәлдігі аса маңызды орын алады. Физикалық шамаларды өлшегендег мүмкіндігінше дәлірек нәтиже алу талап етіледі. Алайда кандай өлшеулер жүргізсек те, өлшеудің катесі үнемі туындаған отырады. Әлденені абсолют дәл өлшеу мүмкін емес.

Өлшеулер жүргізгенде одан туындаған қателікті дұрыс бағалай алу қажет. Оны **өлшеу қателігі** деп атайды.

Өлшеу қателігі құралды дұрыс таңдаға алуға байланысты болады. Барлық өлшеу құралдарының шкаласы бар (1.12-сурет).

Шкала — құралдағы сандары бар белгілер. Олардың бойымен көрсеткіш құралдың тілі, сүйкі деңгейі, жарық сәулесі және т.б. жылжы алады. Құралдың шкаласы бойынша өлшенетін шаманың мәні анықталады. Шкаланың бөліктері болады және жіңішке сызыктармен (штрихтармен) сызылған. Бөлік — бұл екі жақын орналасқан жіңішке сызыктардың аракашыктығы.

Әр өлшеу құралы күрылышының да, шкаласының да, шкаласының беліктер құнының да өзіндік ерекшелігі бар.



1.12-сурет

Бөлік құны — өлшеуіш құрал шкаласының ең кіші бөлігінің мәні. Ол өлшенетін шаманың өлшем бірлігімен көрсетіледі.

Бөлік құнын табу үшін құрал шкаласындағы екі жакын орналаскан сандардың айрымын олардың арасындағы бөліктер санына бөлу керек.

Мысал ретінде өлшеуіш таспа мен окушы сыйғышын қарастырайык (1.13-сурет). Олар ұзындыкты өлшеудін карапайым құралдары болып табылады.

Сыйғыш пен өлшеуіш таспаның бөлік құнын анықтайык. Сыйғышка 1, 2, 3 және т.с.с. сандар жазылған. Сандардың арасындағы қашықтық 1 см. 1 және 2; 2 және 3 және т.с.с. сандардың арасында 10 бөлік бар. Сонда шкаланың бір бөлігінің құны $\frac{(2 - 1) \text{ см}}{10} = 0,1 \text{ см} = 1 \text{ мм}$ болады. Өлшеуіш таспада да 1, 2, 3 және т.с.с. сандар бар, бірақ көрші сандар арасында екі бөлік кана бар. Демек, өлшеуіш таспаның бір бөлігінің құны $\frac{(2 - 1) \text{ см}}{2} = 0,5 \text{ см} = 5 \text{ мм}$.

Құрал шкаласының бөлік құны өлшенетін шамаға сәйкес келетіндегі болуы тиіс. Мысалы, миллиметрлік сыйғышпен гимарат ұзындығын немесе бір парап кағаз қалындығын өлшеу колайсыз. Ал мұндай сыйғышпен кітаптын, үстелдің немесе басқа да кішірек нәрселердің өлшемін өлшеу ынғайлыш.

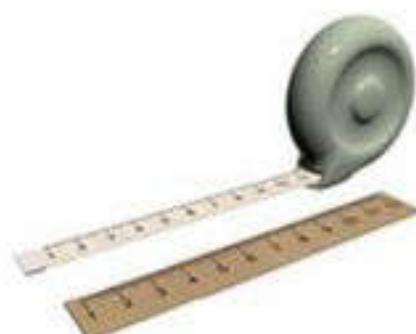
Құралдың бөлік құны негұрлым кіші болса, өлшеу согұрлым жоғары дәлдікпен алынады.

Сыйғыш және өлшеуіш таспамен білеушенің ұзындығын, енін және биіктігін өлшейік. Сыйғыштың көмегімен өлшегендегі білеушенің ұзындығы 10,2 см, ені 6,4 см және биіктігі 5 см болды (1.14, а-сурет). Ал таспамен өлшегендегі білеушенің ұзындығы 10 см, ені 6,5 см, ал биіктігі 5 см (1.14, ә-сурет).

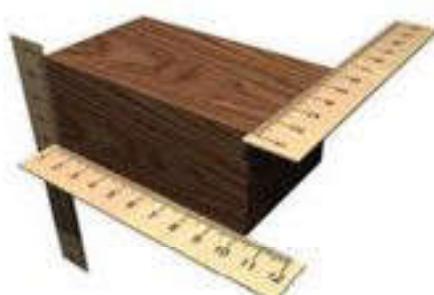
Өлшеулер екі түрлі нәтиже берді. Сонда білеушенің ұзындығы қандай?

Бұл сұракка жауап беру үшін өлшеу қателігі деп аталатын ұғым енгізіледі.

Өлшеу қателігіне құрал шкаласы бөлік құнының жартысына тең шама алынады.



1.13-сурет



a)



ә)

1.14-сурет

Бұл кателікті өлшеудің абсолют қателігі деп атайды. Демек, өлшеуіш таспаның абсолют қателігі 0,25 см, ал миллиметрлік сызығыштікі 0,05 см. Өлшеу қателігін ескеріп өлшеу нәтижелерін жазайық:

1. Сызығыш үшін шамалардың мәндері (ұзындығы, ені, биіктігі) сәйкесінше $l = (10,2 \pm 0,05)$ см, $b = (6,4 \pm 0,05)$ см және $h = (5 \pm 0,05)$ см.

2. Өлшеуіш таспа үшін өлшенген бұл мәндер $l = (10 \pm 0,25)$ см, $b = (6,5 \pm 0,25)$ см және $h = (5 \pm 0,25)$ см.

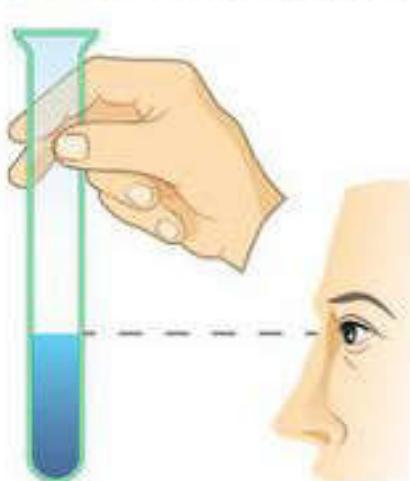
Екінші жағдайда шамалардың үлкенірек кателікпен өлшенгенін байқаймыз.

Шамаларды өлшеу қателігін көрсетіп жазғанда мына формууланы пайдалану керек:

$$A = a \pm \Delta a,$$

мұндағы A — өлшенетін шама, a — өлшеу нәтижесі, Δa — өлшеу қателігі (Δ — гректің “дельта” әрпі).

Кейбір өлшеу құралдары конструкцияларының жетілдірілмегендігінен және біздің сезім мүшелеріміз бәрін бірдей қабылдай алмайтындықтан, кез келген өлшеу кезінде өлшенетін шаманың накты мәнінен аздағарлықтау немесе кемдеу, яғни жуық мәндер алынады.



1.15-сурет

Өлшеулер жүргізгенде кез келген окушы өрескел кате жіберіп коюы мүмкін. Бұл катені есептеудерден алғы тастаған дұрыс. Зейін сала кайталап жүргізілген өлшеулер бұл ағаттыққа жол бермейді. Өрескел кате жібермеу үшін ұқыпты және мұқият болу керек, аспаптарды байқап ұстап, аспап шкалашының көрсетулерін дұрыс жазып алған жен.

Сонымен катар өлшеулер жүргізгенде аспап шкаласына көзімізді дұрыс бағытта мағандықтан да қателер пайда болуы мүмкін. Шкала бөліктеріне көзді әрқашан перпендикуляр бағыттау керек (1.15-сурет).

Өлшеу кезінде қателер туындағанда отырады. Белік күны негұрлым үлкен болса, өлшеу қателігі де соғұрлым көп болады. Сонымен, әрбір өлшеу құралының дәлсіздігі бар, ол оның дәлдік класын анықтайты.

Казіргі кезде көптеген өлшеу құралдары сандық (электрондық) болып табылады. Өлшенетін шаманың мәнін ешкандай есептеу-



Көзсагаттың немесе үйдегі басқа өлшеуіш құралдарының белгілі күнін анықтауды ұсынамыз.

лер жүргізбей-ак бірден таблодан жазып алуға болады. Сандық таблода өлшеулер нәтижелері өлшеу көтөлігі ескеріліп жазылады.

2. Үлкен және кіші сандарды жазу. Физикалық шамаларды өлшеу немесе есептеу кезінде өте үлкен немесе өте кіші сандар алыныу мүмкін. Мысалы, бір жылдың ұзактығы 365 тәулік-ке немесе 8760 сағ-ка, немесе 525 600 мин-қа, немесе 31 536 000 с-ка тең. Тәулікпен берілген жылдың ұзактығы секундпен берілгеніне караганда есептеуте ынғайлыш.

Есептеулерді жөнілдету үшін үлкен сандарды дәреже көрсеткіші бар 10 санын пайдаланып ыкшамдап жазу қабылданған.

Мысалы, 1000 санын алайық. Оны $10 \cdot 10 \cdot 10$ түрінде немесе 10^3 деп жазуга болады. Демек, 3000 санын $3 \cdot 1000 = 3 \cdot 10^3$, ал 0,00001 санын $\frac{1}{100\ 000} = \frac{1}{10^5} = 10^{-5}$ түрінде жаза аламыз. Сандарды осылай жазу өте ынғайлыш:

$$1. 2\ 000\ 000\ 000\ 000 = 2 \cdot 10^{12}.$$

$$2. 0,0\ 000\ 000\ 000\ 004 = 4 \cdot 10^{-16}.$$

Енді мұндай сандармен есептеулерді қалай жүргізуге болатынын көрсетейік:

$$100 \cdot 4000 = 400\ 000 = 4 \cdot 10^5 \text{ немесе } 100 \cdot 4000 = 10^2 \cdot 4 \cdot 10^3 = \\ = 4 \cdot 10^{3+2} = 4 \cdot 10^5.$$

$$4000 \cdot 0,01 = 40 \text{ немесе } 4000 \cdot 0,01 = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{3+(-2)} = \\ = 4 \cdot 10^1 = 40.$$

Кез келген санды екі көбейткіштің көбейтіндісі түрінде қарастыруға болады. Бірінші көбейткіш — бүтін немесе бөлшек сан, ал екіншісі — дәреже көрсеткіші бар 10 саны.

Мысалы, жылдың ұзактығының былай жазуға болады:

$$31\ 536\ 000 \text{ с} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ с}.$$

Жер экваторының ұзындығы 40 000 000 м = $4 \cdot 10^7$ м.

Масаның массасы 2 мг = 0,000 002 кг = $2 \cdot 10^{-6}$ кг.

10 санының дәрежесін пайдаланып жазуды *стандарт түрде* жазу деп атайды. Мұндай сандарға математикалық амалдар колдану онай. $x = a \cdot 10^n$ және $y = b \cdot 10^m$ сандары берілсін. Онда бұл сандардың көбейтіндісі $x \cdot y = ab \cdot 10^{n+m}$, ал бөліндісі $\frac{x}{y} = \frac{a}{b} \cdot 10^{n-m}$.

Мысалдар қарастырайық:

$$1. 5,2 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^7 = 5,2 \cdot 4 \cdot 10^{4+7} = 20,8 \cdot 10^{11}.$$

$$2. 8 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 8 \cdot 4 \cdot 10^{4-6} = 32 \cdot 10^{-2}.$$

$$3. \frac{16 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^6} = \frac{16}{5} \cdot 10^{5-6} = 3,2 \cdot 10^2.$$

$$4. \frac{36 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-5}} = \frac{36}{4} \cdot 10^{3 - (-5)} = 9 \cdot 10^{14}.$$

$10^0 = 1$ екенін естеріне саламыз.

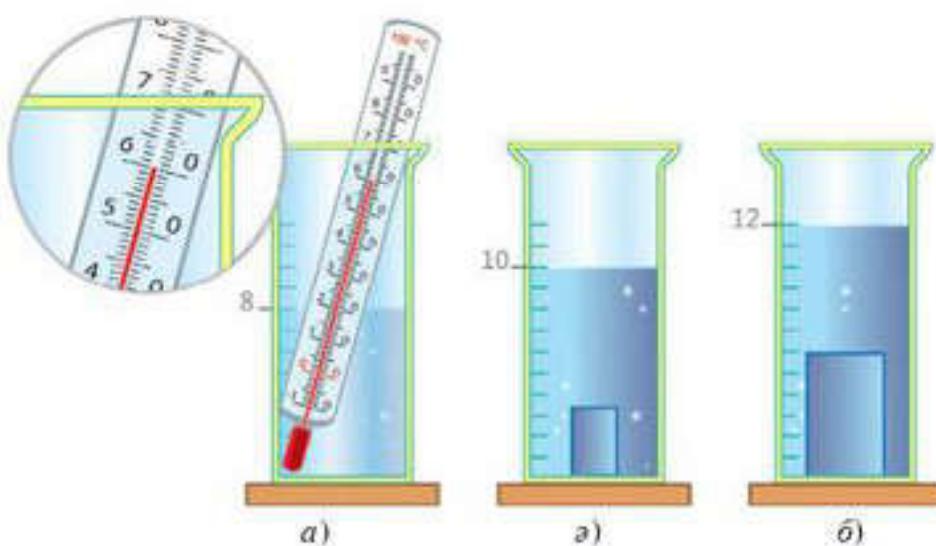


1. Өлшеуіш құралдың шкаласы деп нені айтады?
2. Құрал шкаласының бөлік құны дегеніміз не және оны қалай анықтауға болады?
3. Өлшеудің қателігі дегеніміз не?
4. Абсолют қателік дегеніміз не?
5. Шаманы қалай дағірек өлшеуге болатынын түсіндіріңдер.

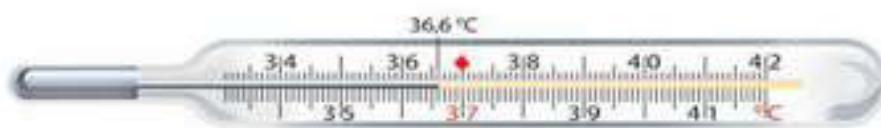


1

- 1 Окушы сыйзышының бөлік құнын анықтаңдар. Оның көмегімен қаламның ұзындығын өлшендер.
- 2 Өлшеуіш таспаның бөлік құнын анықтаңдар. Оның көмегімен үйдегі үстелдің ұзындығы мен енін өлшендер. Өлшеу қателігін есептөндер.
- 3 Мензурканың өлшеу шетін және бөлік құнын анықтаңдар. Мензурка-дағы судың көлемін, суға батырылған дененің көлемін, судың темпе-ратурасын анықтаңдар (1.16-сурет).
- 4 Медициналық термометрдің құрылышын қарастырыңдар (1.17-сурет). Термометр шкаласының бөлік құнын, жоғарғы және төменгі шектерін анықтаңдар.



1.16-сурет



1.17-сурет

§ 5. Векторлық және скалярлық шамалар



Сендер

- қандай шамалар векторлық, ал қайсылары скалярлық деп аталатынын білетін боласындар;
- скаляр және векторлық физикалық шамаларды ажыратып үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ скалярлық шама
- ✓ векторлық шама

Физиканы оку барысында сендер физикалық шамалардың екі түрін — скалярлық және векторлық шамаларды кездестіретін боласындар.

Скалярлық шама — бұл бір ғана сипаттамасы, яғни сан мәні болатын физикалық шама.

Скалярлық шама он да, теріс те бола алады. Скалярлық шамаларға масса, температура, жол, уакыт, көлем, ұзындық сияқты сендерге белгілі физикалық шамалар жатады. Мысалы, денениң массасы 3 кг-ға тең, ауаның температурасы -10°C , өзектің ұзындығы 1 м. Булардың барлығы тек санмен өрнектеледі. Демек, масса, температура және ұзындық скалярлық шамалар болып табылады.

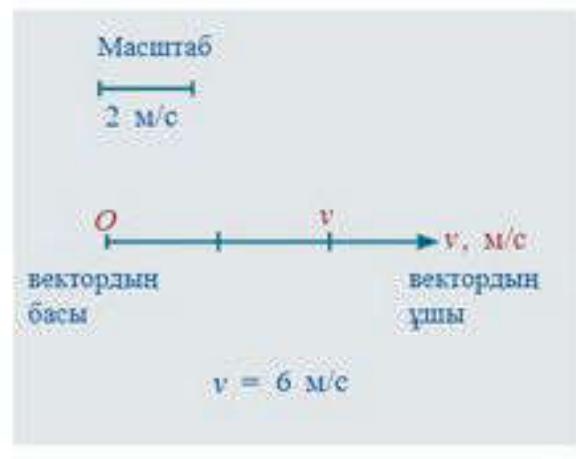
Кеп жағдайда сан мәндері және өлшем бірліктері физикалық ұтымдар мен шамалардың мағынасын түсінуге жеткілікті болмайды. Сондыктан физикада векторлық шамалар енгізіледі.

Векторлық шама — кеңістіктең бағыты және сан мәні (модулі) болатын физикалық шама.

Векторлық физикалық шамалардың үстіне нұсқама қойылады. Биылғы оку жылында сендер \vec{v} жылдамдық, \vec{s} орын ауыстыру, \vec{F} күш сияқты векторлық шамалармен танысадындар.

Нұсқамасы бар \vec{v} жазуы — жылдамдықтың бағыты бар векторлық шама, ал нұсқамасы жок v жазуы — бұл модуль, яғни жылдамдықтың сан мәні дегенді білдіреді.

Суретте вектордың бағыты бағытталған түзу кесінді ретінде бейнеленеді, масштабпен берілген ұзындығы — вектордың модулі. 1.18-суретте деңе жылдамдығының \vec{v} векторы көрсетілген, оның модулі 6 м/с.



1.18-сурет



1.19-сурет

Екі велосипедші велосипед жолымен бір-біріне қарама-қарсы $v_1 = 4 \text{ км/сағ}$ және $v_2 = 8 \text{ км/сағ}$ жылдамдықтармен козғалып келе жатыр делік (1.19-сурет). Онда велосипедшілердің \vec{v}_1 және \vec{v}_2 жылдамдықтары векторларының бағыты қарама-қарсы болады, оның үстінен \vec{v}_2 векторының ұзындығы екі есе ұзын.

Векторларға қосу және азайту амалдары қолданылады. Ол ережелерді кейін оқылатын бөлімдерде карастырамыз.



- 1. Қандай физикалық шамалар скалярлық шамалар деп аталады?**
Мысал келтіріңдер.
- 2. Қандай физикалық шамалар векторлық шамалар деп аталады?**
- 3. Скаляр шама векторлық шамадан қалай ерекшеленеді?**
- 4. Векторлық физикалық шама қалай белгіленеді?**
- 5. Суретте вектордың бағыты қалай көрсетіледі?**



1-зертханалық жұмыс

ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАРДЫ ӨЛШЕУ

1. Мензурка бөліктерінің құнын анықтау.

Судың және пішіндері әртүрлі денелердің көлемдерін өлшеу

Жұмыстың мақсаты: құрал беліктегінің құнын анықтауды; құралды дұрыс пайдалануды; өлшеуіш цилиндрдің (мензурканың) көмегімен денелердің көлемін анықтауды; өлшеу нәтижелерін қателіктерді ескеріп жазуды үйрену.

Құрал-жабдықтар: өлшеуіш цилиндр (мензурка); сұы бар стакан; жіп; жезден, болаттан, алюминийден жасалған цилиндрлер; ағаш білеуші; пішіндері әртүрлі денелер (уақ тастар, сомын, бұрандалы шеге); сазбалышық кесегі.

1-тапсырма. Мензурка бөліктерінің құнын анықтау және судың көлемін өлшеу.

Жұмыс барысы:

1. Қолдарындағы мензурка шкаласын мұқият қарап шығындар. Мензурка көмегімен көлемнің қандай бірлікпен өлшенетінін дәптерлеріне жазып алындар. Бұл мензуркамен қандай максимал көлемді өлшеуге болады? Оны метрдің кубына (m^3) айналдырындар.
2. § 4-ты зерделеу кезінде алған білімді пайдаланып, мензурка шкаласының бөлік құнын анықтандар.
3. Мензуркаға су құйындар және оның көлемін анықтандар. Қөздерінді мензуркадағы су бетінің жазықтығына параллель бағыттай отырып, өлшеулерді дұрыс жүргізіндер. Өлшеу қателігін анықтандар. Өлшеулер нәтижесін қателікті ескере отырып жазындар.
4. Кестені толтырындар.

V_{max} (л және m^3)	Шкаланың бөлік құны	Өлшеудің абсолют қателігі	Судың көлемі, V_1 (л және m^3)	Өлшеулер нәтижесі

Нұсқау: 1 мл = 1 см³ екеніне назарларынды аударамыз. Сұйық көлемін миллилитрмен (мл) де, сантиметрдің кубымен (см³) де өрнектейді, ал қатты денелердің көлемдерін миллилитрмен көрсетпейді.

2-тапсырма. Мензурканың көмегімен пішіндері әртүрлі денелердің көлемдерін өлшеу.

Жұмыс барысы:

1. Мензуркаға су құйып, ондағы судың бастапқы V_0 көлемін белгілендер.
2. Жезден, болаттан, алюминийден жасалған цилиндрлерге жіп байланындар. Оларды кезекпен суға батырындар және әр жолы мензуркадағы судың жаңа V , деңгейін өлшеп отырындар (1.16, а, а, б-суреттер).
3. Цилиндрлердің көлемін мензуркадағы судың соңғы және бастапқы көлемдерінің айрымы ретінде анықтандар.

Зертханалық жұмыс

4. Жілкесомынды, бұрандалы шегені байлаң, тәжірибелі қайталандар. Осы денелердің көлемін анықтаңдар.
5. Су бар мензуркаға ағаш білеушені салындар. Қарындаштың көмегімен оны толықтай суға батырындар. Судың жаңа V_1 көлемін өлшендер.
6. Ағаш білеушенің көлемін мензуркадағы судың соңғы және бастапқы көлемдерінің айырымы ретінде анықтаңдар.
7. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.

Зерттелетін деңе	Судың бастапқы көлемі, V_0 (см ³)	Су мен деңенің жалпы көлемі, V_1 (см ³)	Дененің көлемі, $V = V_1 - V_0$ (см ³)
Жез шилиндр			
Болат шилиндр			
Ағаш білеуше			
Бұрандалы шеге			
Сомын			

8. Жұмыс бойынша қорытынды жасаңдар.

2-зертханалық жұмыс

КІШКЕНТАЙ ДЕНЕЛЕРДІҢ ӨЛШЕМДЕРІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: қатарлап қою тәсілімен өлшеу жүргізуі үйрену.

Құрал-жабдықтар: өлшеуіш сызғыш; кішкентай денелер жиынтығы (бұршақ, бытыра, тары, жіп, жінішке сым).

1-тапсырма. Бұршақтың бытыраның, тарының, жіптің, жінішке сымның диаметрін өлшеу.

Жұмыс барысы:

1. Сызғыштың ене бойына бірнеше бұршақты бір-біріне түйістіріп, қатарластыра орналастырындар және бұл қатардың L ұзындығын анықтаңдар. Бұл ұзындықты N бұршақтар санына бөліп, бұршақтың орташа диаметрін табындар: $d = \frac{L}{N}$.
2. Бұршақтарды көбірек етіп алып тәжірибелі қайталандар.
3. Осы тәсілмен бытыраның, тарының диаметрін анықтаңдар.
4. Дөңгелек қарындашқа жіп орнадар. Орамдар бір-біріне тығыз орналасатын болсын. Сызғыштың көмегімен оралған бөліктің L ұзындығын табындар. Бұл ұзындықты N орам санына бөліп, жіптің орташа қалындығын (диаметрін) аламыз: $d = \frac{L}{N}$. Осылайша сымның диаметрін анықтаңдар.
5. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.



Тәжірибе реті	Дене	Сызғыш шкала-сының белгілік күны	Қатар ұзындығы, L (мм)	Қатардағы деңелердің немесе орам саны, N	Дененін диаметрі, d (мм)	Диаметрді өлшеудегі қателік, Δd (мм)

2-тапсырма. Нүктенің өлшемін анықтау.

Жұмыс барысы:

1. Қаламсаптың көмегімен даптерге бір-біріне түйістіріп, бір түзудің бойына 15—20 нүкте қойындар.
2. Олардың L жалпы ұзындығын өлшендер және бір нүктенің өлшемін табу үшін өлшенген ұзындықты N нүктелер санына бөліндөр: $d = \frac{L}{N}$.
3. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.

Тәжірибе реті	Қатардағы нүктелер саны, N	Қатардың ұзындығы, L (мм)	Нүктенін диаметрі, d (мм)	Диаметрді өлшеу көтөлігі, Δd (мм)

3-тапсырма. Бұранда қадамын өлшеу.

Бұранда қадамы деп бұрандадағы, бұрандалы шегедегі және сомындағы қатар жатқан екі орамның арасындағы қашықтықты айтады.

Жұмыс барысы:

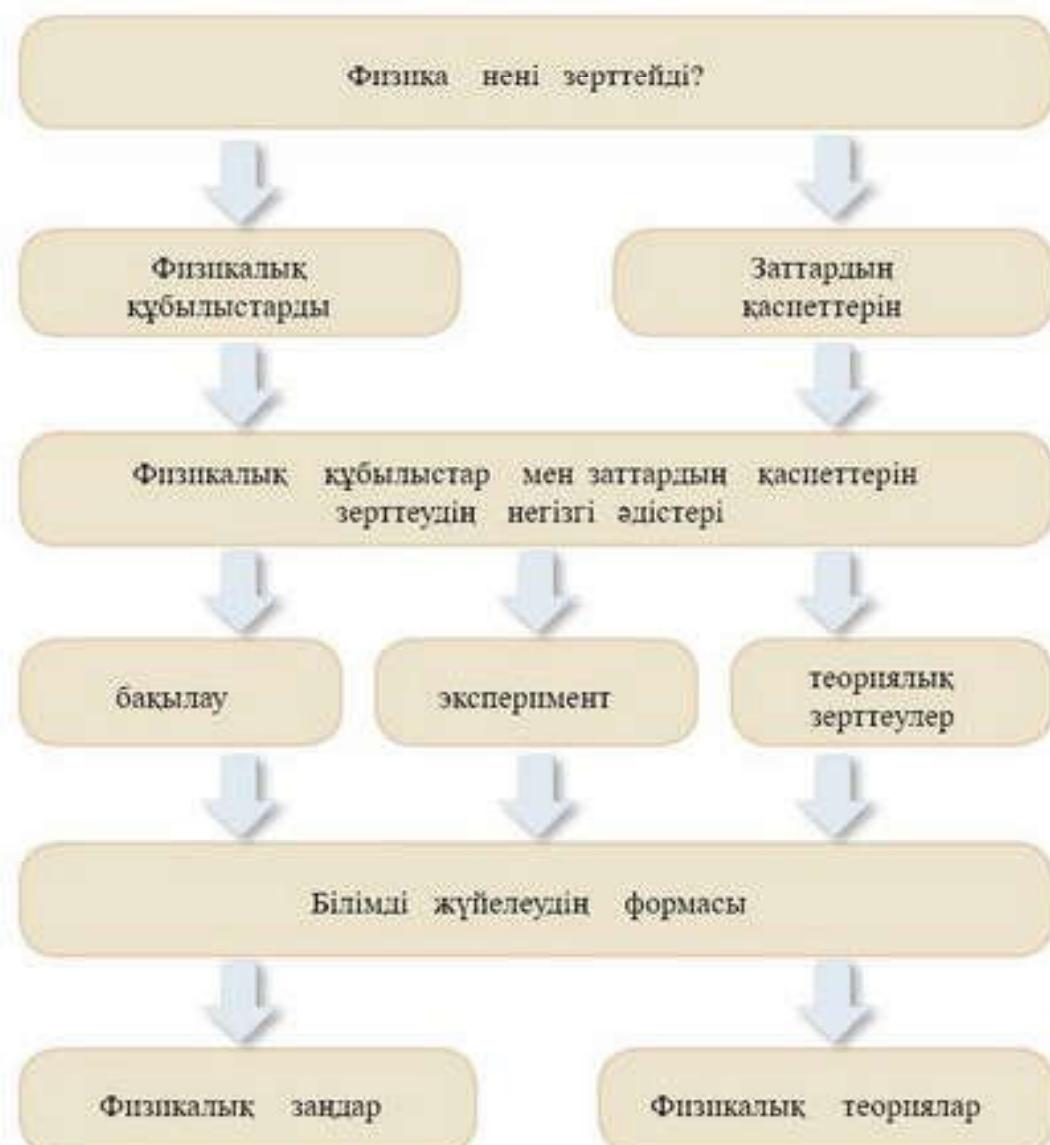
1. Бұранданың орамдары бар бөлігінің L ұзындығын сызғышпен өлшепдер. Осыдан кейін N орам санын есептөндөр. Бұранда қадамы $h = \frac{L}{N}$.
2. Өлшеулерді және есептеулерді басқа бұрандамен, бұрандалы шегеден және сомынмен қайталандар.
3. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.

Дене	Орам саны, N	Бұранданың орамдары бар бөлігінің ұзындығы, L (мм)	Бұранда қадамы, d (мм)	Бұранда қадамын өлшеу көтөлігі, Δd (мм)	Өлшеу нәтижелері
Бұранда					
Бұрандалы шеге					
Сомын					

4. Жұмыс бойынша қорытынды жасандар.

Тараудың ең маңыздылары

Физика — табигат туралы ғылым



Физикалық шама — физикалық құбылыштың немесе деңе қасиеттерінің сандық сипаттамасы

Скалярлық шама — бұл бір ғана сипаттамасы — сандық мәні болатын физикалық шама.

Векторлық шама — бұл екі сипаттамасы — көністіктегі бағыты және модулі болатын физикалық шама.

Белік құны — өлшенетін шаманың өлшем бірлігімен көрсетілген өлшеуіш құрал шкаласының ең кіші белігінің мәні.

Өлшеу кателігі — қурал шкаласындағы белік құнының жартысына тен шама.



2 - ТАРАУ

Механикалық қозғалыс

Көптеген кәсіпорындарда сан алуан күрделі операцияларды адамның катысуының дербес орындайтын автоматтар пайдаланады.

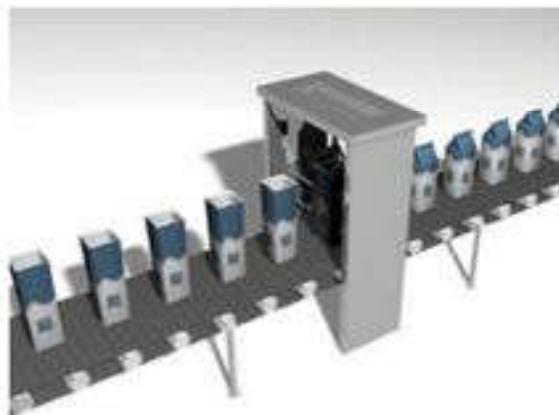
Ақсаусыз жұмыс жасайтын орау аппараты транспортер таснасымен қозғалатын сут пакеттерін жабу кезінде ешкашан мүнгі көттейтінін қалай туғындаруға болады?

Жер айналасындағы орбитада жүк кемесінің ғарыш бекетімен түйісуі жүзеге асады.

Жүк кемесі мен ғарыш бекеті жайлап түйісуі үшін олар қалай қозғалуы шіс?

Стендтік атудағы спорт жарыстарында арнайы аппарат мергенге қатысты әртүрлі траекториялар бойынша ұштын нысанат-тәрелкелерді лактырады.

Сонда мерген тәрелкені қалай дәз көзден атып туғыреді?





§ 6. Механикалық қозғалыс және оның сипаттамалары



Тірек сөздер:

- ✓ механикалық қозғалыс
- ✓ материалық нүкте
- ✓ қозғалыс траекториясы
- ✓ жол, орын ауыстыру



2.1-суретте кай деңе өзінің орнын ауыстырады, ал кайсысы ауыстырмайды? Оны қалай аныктадылдар?

Сендер

- материалық нүкте, траектория, жол, орын ауыстыру ұғымдарының физикалық мағынасын билетін боласындар.



2.1-сурет

Бізді коршаган Әлемдегінің барлығы үздіксіз қозғалыста болады. Қозғалыс — материалық дүниенің ажырамас қасиеті, яғни ол табиғаттағы барлық денелерге, барлық нәрселерге, яғни бүкіл материалық дүниеге тән.

Қозғалыстағы мәшинені, ұшып бара жатқан ұшакты, жүзіп жүрген балықтарды, аспанда қалықтаған бүлттарды көргенімізде денелер қозғалып бара жатыр дейміз. Бұл қозғалыстардың барлығы бір-біріне ұксамайды. Алайда оларға тән бір ортак қасиет бар: Жердегі де, ғарыштағы да денелер кеңістіктең өздерінің орындарын басқа денелерге қатысты өзгертереді.

Денелердің немесе олардың бөліктерінің уақыттың өтуіне қарай басқа денелермен салыстыргандағы орнының өзгеруі механикалық қозғалыс деп аталады.

Механикалық қозғалыс қозғалыстың ең қарапайым түріне жатады.

Материялық нүктө. Денениң қозғалысын қарастырганда кеп жағдайда оның бір нүктесінің ғана қозғалысын сипаттау жеткілікті. Мысалы, аспанда ұшып бара жаткан ұшактың өлшемі оның ұшып өткен жолымен салыстырганда тым аз, сондыктан ұшактың қозғалысын сипаттаған кезде оны нүктө ретінде қарастырады.

Материялық нүктө деп қарастырылып отырған жағдайда өлшемдерін ескермеуге болатын денені айтады.

Материялық нүктенің геометриялық нүктеден айырмашылығы сол, оның нақты массасы бар.



Назар аударамыз!

Жердің Күнді айналы қозғалуын қарастырган кезде оны материялық нүктө деп аламыз. Ал енді Жер бетіндегі қандай да бір денениң қозғалысы қарастырылатын жағдайда оны материялық нүктө деп есептеуге болмайды.

Траектория. Екі жолаушы Алматыдан Астанаға баратын болды. Олардың бірі ұшақпен ұшты да, екіншісі жолаушылар пойызына отырды. 2.2-суреттөн көрініп тұрғандай, ұшак тұзу сызық бойымен ұшкан болса, поғыз кисық сызық бойымен қозғалған. Ұшак пен поғыз қозғалған сызықтар бір-бірімен сәйкес келмейді.

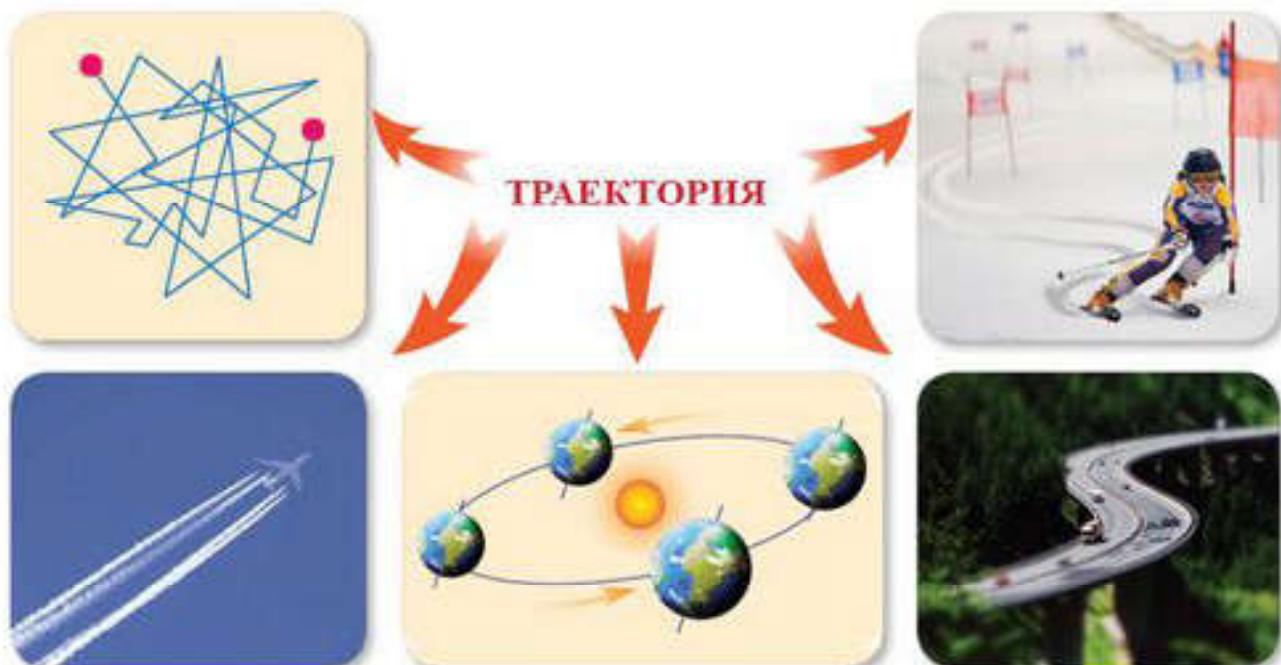
Козғалыс траекториясы деп материялық нүктенің өз қозғалысы барысында сывған сызығын айтады.

Механикалық қозғалысты траекторияның түріне қарай тұзу сызыкты және кисық сызықты деп бөледі.

Траекторияны қозғалыс кезіндегі денениң калдырган ізі деп айтуға болады. Реактивті ұшактың аспанда калдырган, автомобиль донғалактарының күмда калдырган ізін және т.б. нақты керуге болады (2.3-сурет). Ал араның, құстың немесе лактырылған доңпың калдырган ізін кейде ойша бейнелеуімізге тұра келеді.



2.2-сурет



2.3-сурет

Механикалық қозғалысты зерттеуді жөндейту үшін материалық нұктесің ұғымын колданады.

Жол және орын ауыстыру. Егер біз дененің қозғалысын зерделегіміз келсе, онда оның кай нүктеден қозғала бастағанын, қандай нүктеге орын ауыстырганын және қандай қашыктықты журіп еткенін білуіміз керек. Қозғалыс нәтижесін анықтау үшін қозғалыс бағытын да, дененің бастапқы және соңғы орындары нүктелерінің арасындағы қашыктықты да көрсетуіміз керек.

Дененің кай жерге орын ауыстырганын анықтау үшін бір мезгілде қозғалыс бағытын да, осы нүктелер арасындағы қашыктықты да көрсететін физикалық шама енгізіледі. Бұл шаманы орын ауыстыру деп атайды.

Орын ауыстыру — дененің бастапқы орынин соңғы орынмен қосатын бағытталған кесінді.

Орын ауыстыру векторлық шама болып табылады және \vec{s} әрпімен белгіленеді. Нұсқамасыз s символымен орын ауыстыру модулін белгілейді.

ХБ жүйесінде орын ауыстырудың өлшем бірлігі — метр: $[s] = \text{м}$.

Дене қандай да бір нүктеден басқа нүктеге әртүрлі траекториялармен қозғала отырып жетуі мүмкін. 2.2-суретте Алматыдан Астанаға келген пойыз бер үшак бірдей орын ауыстырган, ал жүрген жолдары әртүрлі. Демек, олардың орын ауыстырулары бірдей, ал траекторияларының ұзындықтары әртүрлі.

Дене қозғалып өткен траекторияның ұзындығы жүрілген жол деп аталады.

Жолдың орын ауыстырудан ерекшелігі сол, жол — скаляр шама. Оның сандық мәні гана болады.

Жүрілген жолды да орын ауыстыру модуліндегідей с әрпімен белгілейді. Жол да метрмен өлшенеді: [s] = м. Егер траектория түзусызық болса, жүрілген жол мен орын ауыстыру тен болады.



1. Механикалық қозғалыс дегеніміз не?
2. Механикалық қозғалыстың қандай түрлерін білесіңдер? Мысал келтіріңдер.
3. Физикада қандай денені материалық нүкте деп атайды? Материалық нүкте үғымын қолдану себебі неде?
4. Қандай жағдайларда қозғалыстагы денені материалық нүкте ретінде қарастырады?
5. Денені қайсыбір жағдайда материалық нүкте, ал екінші бір жағдайда олай деп қарастыруға болмайтын кездерге мысал келтіріңдер.
6. Қозғалыс траекториясы дегеніміз не?
7. Қандай физикалық шаманы жол деп атайды?
8. Жолдың және орын ауыстырудың ХБ жүйесіндегі өлшем бірліктері қандай?
9. Орын ауыстырудың сан мәні жолдың сан мәнінен а) үлкен; а) кіши; б) тең болуы мүмкін бе? Осындай қозғалыстарға мысал келтіріңдер.



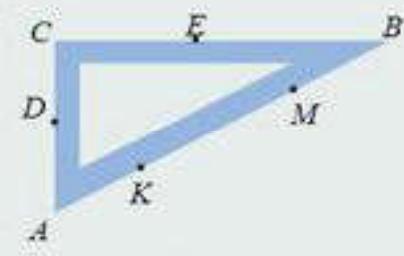
1

Сантиметрлік таспа көмегімен өздерінің қадамдарынды өлшендер. Мектепке дейін қанша қадам жасайтындарынды санандар. Паракқа өздерінің траекторияларын мен орын ауыстыруларынды көрсетіңдер.

2

Жүрілген жол мен орын ауыстыру модулін өлшеу.

1. Үшбұрышты сызғышты қағаз парагының үстіне қойындар. Қағаз бетіне сызғыштың А, В және С төбелерін, ал катеттерінде D және E нүктелерін белгілендер (2.4-сурет). Қарындаштың үшін D нүктесінен E нүктесіне алдымен үшбұрыштың қабырғасының бойымен DABE бағытында, содан кейін DCE бағытында жылжытып апарындар.
2. Екі жағдайдағы қарындаш үшінің қағаз парагына қатысты жүрілген жолын өлшеу нәтижесін даптерлеріне жазындар.
3. Қарындаш үшінің қағаз парагына қатысты орын ауыстыру векторын салындар. Оның ұзындығын өлшендер және өлшеу нәтижесін даптерлеріне жазындар.
4. Қарындаш үшінің жүріп өткен жолының ұзындығын орын ауыстыру модулімен салыстырындар.
5. Үшбұрыштың AB қабырғасынан еркінше таңдал алынған K және M нүктелерін белгілендер. Қарындаштың үшін K нүктесінен M нүктесіне қарай KACBM бағытында жылжытып апарындар.
6. Қарындаш үшінің жүріп өткен жолының ұзындығын және бұл жағдайдағы орын ауыстыру модулін өлшендер.
7. Екінші тәжірибедегі жүрілген жолды орын ауыстыру модулімен салыстырындар.
8. Жүргізілген тәжірибелер нәтижесі болынша қорытынды жасандар.



2.4-сурет

§ 7. Механикалық қозғалыстың салыстырмалылығы



Тірек сөздер:

- ✓ қозғалыстың салыстырмалылығы
- ✓ санақ денесі
- ✓ санақ жүйесі
- ✓ жылдамдық



Сендер

- кез келген қозғалыстың басты ерекшелігі — оның салыстырмалылығы туралы біletін боласындар;
- жылдамдықты есептеуге арналған формуланы пайдаланып есептер шығаруды үйренесіндер.



Айдан козғалып бара жатқанын немесе тыныштық калпын сактағанын қалай анықтауға болады?

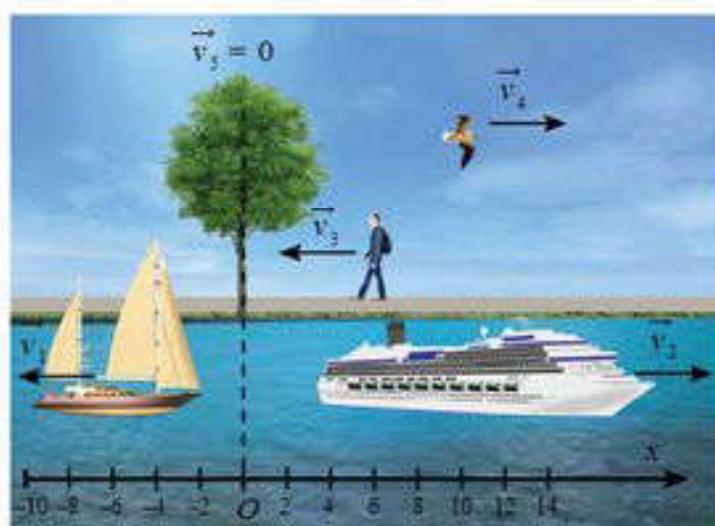
Кез келген қозғалыстың басты ерекшелігі оның салыстырмалылығы болып табылады. Мысалы, жүріп келе жаткан пойыздығы жолаушы үшін вагондағы жолаушылар да және вагонның өзі де тыныштық калпын сактайты, ал ағаштар мен гимараттар қозғалады. Ал перрондағы бакылаушы үшін гимараттар мен ағаштар қозғалмайды да, жолаушылары бар пойыз қозғалады.

Өзен ағысының бойымен қозғалып келе жаткан салдың үстіндегі саяхатшылар өздерін салға және өзенге қатысты қозғалмайды, ал өзеннің жағасында тұрғандар қозғалады деп есептейді. Бұл мысалдардан бір ғана денениң қозғалысы ертүрлі бакылаушының кезқарасы түрғысынан түрліше болатыны шығады. Демек, кез келген денениң қозғалысын сипаттау үшін осы қозғалыс салыстырылып қарастырылатын денені таңдап алуымыз керек.

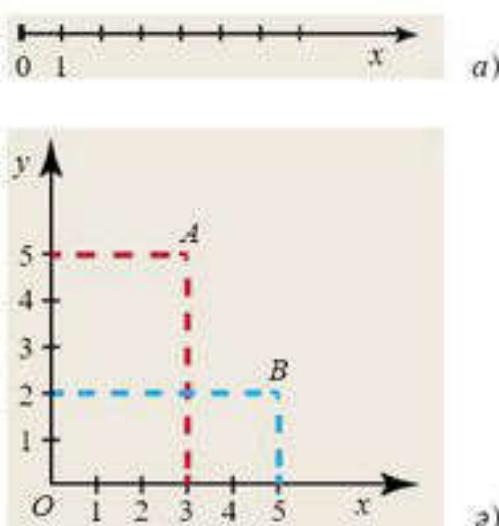
Санақ денесі деп денениң қозғалысы онымен салыстырылып қарастырылатын денені айтады. Санақ денесі шартты түрде қозғалмайды деп есептеледі де, ал қарастырылатын дene онымен салыстырғанда тыныштықта немесе қозғалыста болуы мүмкін. Санак денесі денениң қозғалысын зерделеу мүмкіндігінше карапайым болатында етіп таңдап алынуы тиіс. Мысалы, адам мәшиннемен келе жатқанда санақ денесі ретінде жер бетінде орналасқан денені алған ыңғайлышырак, ал мәшине қозғалыстағы дene болады.

Сонымен, кез келген механикалық қозғалыс салыстырмалы болып табылады.

Санақ жүйесі. Санақ денесімен, әдетте, координаталар жүйесін байланыстырады. Көлде жүзіп келе жатқан катердің кез келген уақыт мезетіндегі координаталарын қалай анықтауға болатынын қарастырайық. Катердің қозғалысы туралы оның, мысалы, кел жағасында есіп тұрған кайынға қатысты орнының өзгеруі бойынша айта ала-



2.5-сурет



2.6-сурет

мыз. Егер оның қайынға катысты орны өзгерсе, онда категер қайынға катысты қозгалады. Ал категдің белгілі бір уақыт өткеннен соң дәл сол қайынға катысты кай жерде болатынын қалай бітуге болады?

Бұл сұрақка жауап беру үшін тікбұрышты координаталар жүйесін пайдаланайық та, оны біз таңда алған қайынмен байланыстырайық (2.5-сурет). Бірак бұл әлі жеткілікті емес. Категдің қайынға катысты орын аудыстыруының уақыт өтуіне қарағанда өзгерісін белгілең отыру қажет. Бұдан санақ жүйесін енгізу қажеттігі туындаиды.

Санақ жүйесі — бір-бірімен өзара байланысқан санақ денесінің, координаталар жүйесінің және уақытты есептейтін құралдардың (сағат) жиынтығы.

Ынғайлы болу үшін санақ денесі, әдетте, санақ басы немесе координаталар басы деп аталатын координаталық түзулдердің күшінде нүктесіне орналастырылады.

Координаталық түзу деп бағыты, санақ нүктесі және бірлік кесіндісі бар сызықты түсінетінімізді естеріне саламыз (2.6, а-сурет).

Жазықтықтағы координаталар жүйесі 2.6, ә-суретте көрсетілгендей бейнеленеді. Горизонталь ось *абсцисса* осі, ал вертикаль ось *ордината* осі деп аталады. 2.6, ә-суреттегі А нүктесінің координаталары 3 және 5: $A(3; 5)$. Егер А нүктесі В нүктесіне орын аудыстрыса, онда оның координаталары өзгереді және координаталар жазықтығында осы $B(5; 2)$ нүктесінің координаталарына не болады.



Назар аударамыз!

Траекториянын пішіні санақ жүйесін таңда алуга байланысты. Мысалы, 2.7-суретте Айның Жерді деңгелек траектория бойымен қозгалатыны (2.7, а-сурет), ал оның Күнді айналғанда қозгалысы күрделі пішінді сызық болып табылатыны бейнеленген (2.7, ә-сурет).



а)

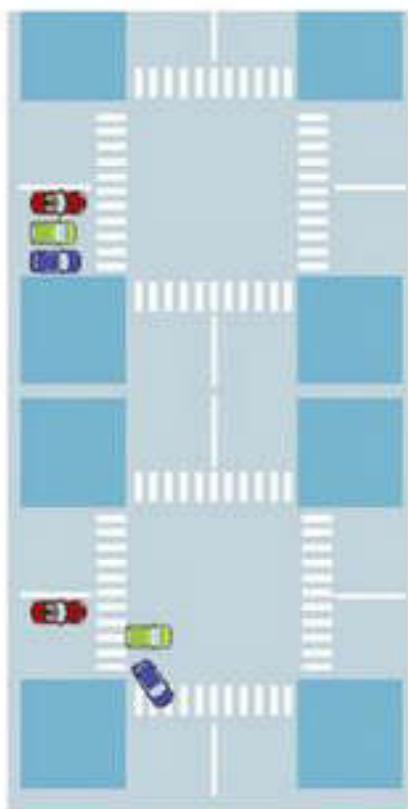
2.7-сурет



ә)



Өзеннің екінші жағасына қарай перпендикуляр бағытта жүзіп бара жатқан жүзгіштің а) жағаға қатысты; ә) езен ағысы бойымен жүзіп бара жатқан салға қатысты траекториясы кандай болады деп ойлайсыңдар? Егер өзеннің екінші жағасына қарай жүзіп бара жатқан жүзгіш шаршай бастаса, траекториясының түрі өзгере ме?



2.8- сурет



Вокзалдан енді ғана аттана бастаган пойыз вагонындағы жолаушы вагон сверлеріндең ізрекшелер қозғалмайды, ал перронда тұрган адамдар болса бұз нәрсегер жолаушылармен бірге қозғалып бара жатыр деп есептейді.

Кімдік дүрыс? Неге?

Жылдамдық. 2.8-суретке зер салсак, көрсетілген үш мәшиненің қозғалып келе жатқанын немесе тыныштықта тұрғанын анықтай алмаймыз. Егер дененің бір ғана уақыт мезетіндегі орны белгілі болса, бұл орналасу бойынша сол уақыттағы дененің қозғалыс күйін анықтай алмаймыз. Эрдайым дененің берілген уақыт мезетіндегі қозғалыс сипатын анықтау кажет болғанда оның кайсыбір уақыт өткендегі орнын білуіміз керек. Тек осы уақыт аралығы өткендегі мәшинелердің орындарын (2.8-сурет) салыстырып, бірінші мәшине тыныштықта қалғанын, ал екінші және үшінші мәшине әртүрлі қозғалғанын айта аламыз.

Дененің қозғалыс сипатын, яғни оның тыныштықта тұрғанын немесе қозғалып келе жатқанын, баюу немесе шашшанырақ қозғалатынын, тұзу бойымен қозғалатынын немесе қозғалыс бағытын өзгерткенін анықтау үшін дененің екі жақын уақыт мезетіндегі орындарын салыстыруымыз керек. Бұл салыстыру нәтижесінде орын ауыстырудың өзгеру шашшандығын біле аламыз. Каастрылып отырған уақыт аралығындағы орын ауыстырудың өзгеру шашшандығын бағалау үшін жылдамдық деп аталған жаңа физикалық шама енгізіледі.

Жылдамдық — уақыт бірлігі ішіндегі дененің орын ауыстыруымен анықталатын және оның қозғалу шашшандығын сипаттайтын физикалық шама.

2.8-суретте екінші және үшінші мәшинелердің жылдамдық шамалары бірдей болса

да, олардың қозғалыстары бір-бірінен ерекше ленеді, өйткені олардың бірі тұзусызықты қозғалады, ал екіншісі қозғалыс бағытын өзгертерді. Өздерін білетіндей, қозғалыс бағытын ескеру үшін физикада векторлық шамалар деп аталатын ерекше шамалар енгізілген.

Жылдамдық — бұл векторлық шама. Жылдамдық \vec{v} әрпімен белгіленеді:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t},$$

мұндағы \vec{s} орын аудыстыру да векторлық шама екенин естеріне саламыз.

7-сыныпта біз ең карапайым тұзу сызықты қозғалысты зерделейміз, ондағы қозғалыс траекториясы — тұзу сызық. Бұл жағдайда журілген жол мен орын аудыстыру шамасы тен және жылдамдық мына формула бойынша анықталады:

$$v = \frac{s}{t}.$$

Бірліктердің Халықаралық (ХБ) жүйесінде жылдамдық секундина метрмен өлшенеді:

$$v = \frac{m}{s}.$$

Тәжірибеде жылдамдықтың сағатына километр $[v] = \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$ сиякты өлшем бірлігі де жиі колданылады. Мысалы: автомобильдің жылдамдығы $80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$, жаяу жүргіншінің жылдамдығы $5 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$.



Казақстанның климаты шұғыт континентті болғандықтан, құшті жегсектің тұрады. Кейде оның жылдамдығы 200 км/сағ-қа жетеді. Жоңгар қақнасынан согатын жегтің жылдамдығы 360 км/сағ-қа дейін жетеді.

Практикалық сипаттағы есептерді шыгарғанда бір өлшем бірлігінен екіншісіне көшуге тұра келеді. Километр сағатпен берілген жылдамдықтың мәнін метр секундпен берілген жылдамдық мәніне көшіру үшін берілген мәнді 3,6-ға бөлу кажет. Мысалы:

$$54 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} = 54 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = \frac{54 \text{ м}}{3,6 \text{ с}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Метр секундпен берілген жылдамдық мәнін километр сағатпен берілген мәніне көшіру үшін осы мәнді 3,6-ға көбейтсе болады.

Мысалы:

$$12 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12 \frac{\frac{1}{1000} \text{ км}}{\frac{1}{3600} \text{ сағ}} = 12 \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} = 43,2 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}.$$



Адамға жылдамдық жақсы әсер тұдырады. "Тезірек" деген сөздің Отызиадатық ұранда да бірінші орында тұруы кездескөттүк емес.

Жылдамдықты арнағы аспап – спидометрдің көмегімен өлшейді. Егер спидометр 1 м/с-қа тең жылдамдықты көрсетіп тұрса, бұл деңенің 1 с ішіндегі орын ауыстыруы 1 м-ге тең дегенді белгіліреді. Егер бір деңе 1 с ішінде 100 м орын ауыстыраса, ал екіншісі 100 м-ді 10 с ішінде өтсе, онда екіншісінің жылдамдығы біріншініңнан аздау болады.

Ғылымда материалдың нысандардың қозгалыс жылдамдығының шектік мәні болатыны анықталған. Ол вакуумдегі жарық жылдамдығына тең:

$$c = 300000 \text{ км/с} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Бұл — табиғаттазы ең үлкен жылдамдық.



1. Қандай деңені санақ деңесі деп атайды? Санақ деңесі ретінде қандай деңелер таңдал алынады?
2. Санақ жүйесі дегеніміз не? Механикалық қозғалыс туралы айтқанда неліктен санақ жүйесін көрсету қажет?
3. Бір ғана деңенің қозғалысын арттарлі санақ жүйелерінде сипаттауға болады. Бір санақ жүйесінен екіншісіне өткенде деңенің қозғалыс сипаты өзгере ме?
4. a) Әткеншек теүіп жатқан балалардың; б) велосипед доңғалағының; б) үстел үстінен жерге домалап түскен қарындаштың қатысты қозғалыс траекторияларының пішіні қандай болады?
5. Жеңіл автомобиль жүргізуісі жүк машинесін қыып жетіп қалды. Оған жүк машинесі жақындағандай болып көрінеді. Мұны қалай түсіндіруге болады?
6. Ауа шары қалың тұман ішінен енді. Аспанкеz аспаптарды пайдаланбай ұшу бағытын анықтай ала ма?
7. Қайсыбір деңенің бір деңемен салыстырғанда қозғалмайтын, басқа деңелермен салыстырғанда қозғалатын жағдайларына мысалдар келтіріңдер.
8. Қандай физикалық шама жылдамдық деп аталауды?
9. Деңенің қай жерде екенін анықтау үшін жылдамдық модулін білу жеткілікті ме?
10. Жылдамдық қандай шама; векторлық па, алде скалярлық па? Жауаптарыңды негіздендер.



1

Кешеде 100 м-ге тең қашықтықты өлшеп алындар. Бұл қашықтықты қанша уақытта жүріп өтетіндерінді сағаттың көмегімен анықтап алындар. 1 км, 5 км қашықтықты қанша уақытта жүріп өтуге болатынын есептендер.

- 2** Қабырға сағатының минуттық және секундтық тілдерінің ұзындығын өлшемдер және шеңбердің ұзындығын (минуттық тілдің ұшы 1 сағ, ал секундтық тілдің ұшы 1 мин ішінде ететін жол) $\ell = \frac{s}{t}$ формуласы бойынша есептендер. Минуттық және секундтық тілдері ұштарының ХБ жүйесіндегі жылдамдығын табындар және оларды салыстырындар.
- 3** Қозғалыстың салыстырмалылығын бақылау және орын аудио-видео көсү.
1. Үстел бетіне бір-біріне параллель етіп сырғанап қойындар және олардың бас жақтарын дәлдестіріндер. Олардың біріне білеуші қойындар. Білеушенің бір жағы сырғыштың нөлдік бөлігімен дәл келетін болсын. Білеушесі бар сырғышты екінші сырғыштың бойымен жылжытындар. Осыдан кейін білеушенің өзін де осы екінші сырғыштың бойымен қозғалту бағытында қайсыбір қашықтыққа жылжытындар.
 2. а) Білеушенің қозғалысқа келтірілген сырғышқа қатысты s_1 ;
ә) қозғалысқа келтірілген сырғыштың қозғалмаған сырғышқа қатысты s_2 ;
б) білеушенің қозғалмаған сырғышқа қатысты s_3 орын аудио-видео модульдерін өлшемдер;
в) білеушенің қозғалмаған сырғышқа қатысты орын аудио-видео модулін $s = s_1 + s_2$. Формуласы бойынша есептендер және оны өлшеу кезінде алынған нәтижемен салыстырындар;
г) жұмыс бойынша қорытынды жасандар және мына сұраққа жауап беріндер: Орын аудио-видео салыстырмалы шама болып табыла ма?



1 Бала велосипедімен таудан сырғанап түседі. Баланың а) жермен; ә) велосипед рамасымен; б) велосипед доңғалағымен салыстырғандағы қозғалысы туралы не айтуда болады?

2 Тұзу жолмен жүріп келе жатқан поїзд бұрыла бастады. Пойыздың бірінші және соңғы вагондары бір-біріне қатысты қозғала ма?

3 Саяхатшы 10 км жолды 2 сағ-та жүріп етуі керек. Ол қандай жылдамдықпен журуі тиіс?

4 а) Метро эскалаторындағы адам; ә) трамплиннен секірген шаңышы; б) тігін мәшинесінің инесі; в) сағат тілдері; г) паркетігі айналмалы шолу дәңгелегі қалай қозғалады: тұзу сырғыты ма, әлде қисық сырғыты ма?

5 Велосипед қозғалысында (2.9-сурет) доңғалақ шеңберіндегі s нүктесінің велосипед рамасына, Жер бетіне қатысты траекториясын көрсетіндер.

6 Қоянның жылдамдығы 17 м/с, дельфиннің жылдамдығы 900 м/мин, тасбақаның жылдамдығы 830 см/мин, гепардтың жылдамдығы 112 км/сағ. Осылардың ішіндегі ең үлкен жылдамдық ең кіші жылдамдықтан неше есе артық?

7 Бір велосипедші 24 с бойы 10 м/с жылдамдықпен қозғалды, ал екінші велосипедші осы жол белгін 36 с-та етті. Екінші велосипедшінің осы жол белгінде жылдамдығы қандай?

8 Ертіс өзені белгінде жүк теплоходының ағыс бойымен жылдамдығы 600 км/тәул, ал ағысқа қарсы 336 км/тәул. Су ағысының осы белгітегі жылдамдығын анықтандар.



§ 8. Бірқалыпты және бірқалыпсыз түзу сзықты қозғалыс



Тірек сөздер:

- ✓ **бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс**
- ✓ **бірқалыпсыз түзу сзықты қозғалыс**
- ✓ **қозғалыс тендеуі**

Сендер

- түзу сзықты бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыспен танысып, оларды ажыратын боласындар;
- орташа жылдамдық ұғымын игересіндер, қозғалыс тендеуін жазып үйренесіндер.

Бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс. Денелер кеңістікте тұракты өзгеретін жылдамдықпен де, өзгермейтін жылдамдықпен де, қисық сзық бойымен де, түзу сзық бойымен де әртүрлі қозғала алады. Сан алуан механикалық қозғалыстардың ішінде бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс кездеседі.

Бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс деп дene кез келген бірдей уақыт аралығында қозғалыс бағытын өзгертпей, бірдей орын ауыстыратын қозғалысты айтады.

Мұндай қозғалыс кезінде дененің жылдамдығы шамасы бойынша да, бағыты бойынша да өзгермейді.

Бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс табигатта сирек кездеседі, алайда өте аз уақыт аралығында дene түзу сзықты траектория бойымен өзгермейтін жылдамдықпен қозғала алады.

Түзу сзықты теміржол төсемінің бойымен электровоздың орын ауыстыру процесін қарастырайық. Ол бірқалыпты қозғалсын делік. Онда орын ауыстыру шамасы мен жүрілген жол бірдей болады.

Оларды

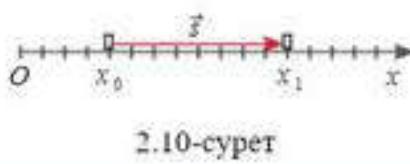
$$s = vt \quad (8.1)$$

формуласы бойынша таба аламыз. 2.10-суретте электровоздың x_0 бастапкы және x_1 соңғы орындары белгілентен.

Түзу сзықты орын ауыстыру мен жолдың шамасын былай табамыз:

$$s = x_1 - x_0.$$

Демек, электровоздың кез келген уақыт мезетіндегі x координатасын табу үшін оның x_0 бастапкы координатасына орын ауыстыру шамасын қосу кажет:



$$x = x_0 + s. \quad (8.2)$$

(8.2) формулаға (8.1) формуладағы орын ауыстыруды койып,

$$x = x_0 + vt \quad (8.3)$$

аламыз. Бұл өрнек бірқалыпты түзу сзықты қозғалатын материалдың нүктенің **козғалыс тендеуі** деп аталады.

(8.3) тендеуді колданып бірқалыпты және түзу сзықты қозғалатын кез келген деңгейден кез келген уақыт мезетіндегі координатасын табуга болады.

Бірқалыпсыз түзу сзықты қозғалыс.

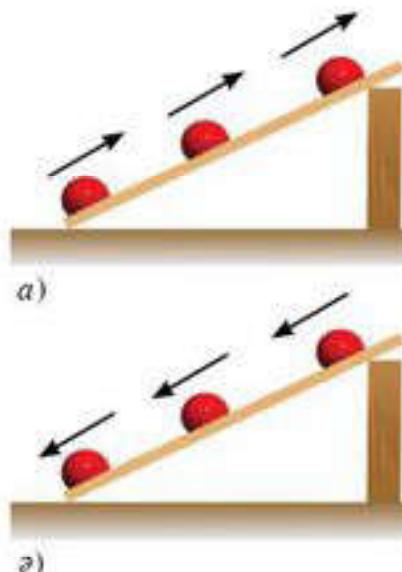
Орташа жылдамдық. Накты өмірде жүзеге асатын деңгелердің қозғалысы бірқалыпты болмайды. *Бірқалыпсыз түзу сзықты қозғалыс* деп деңе кез келген бірдей уақыт аралығында қозғалыс бағытын өзгертпей, әртүрлі орын ауыстыратын қозғалысты айтады. Мысалы, автобус аялдамадан жылжы бастағанда өзінің жылдамдығын біртіндеп арттырады, ал аялдамага жакындағанда керісінше азайтады. Демек, әртүрлі уақыт мезетінде оның жылдамдығы түрліше болады.

7-сыныптағы физика курсында біз тек түзу сзықты қозғалысты карастыратынымызды және онда жүрілген жолдың шамасы мен орын ауыстыру шамасы бірдей болатынин естерінде саламыз.

Егер шар көлбеу науа бойымен жоғары қарай қозғалса жылдамдығы азаяды да, төмен қарай домаласа жылдамдығы артады (2.11, а, ә-суреттер).

Горизонталь жазықтықка шығыр арқылы бекітілген жүктің әрекетінен арбаша жазықтық бойымен бірқалыпсыз қозғалады (2.12-сурет).

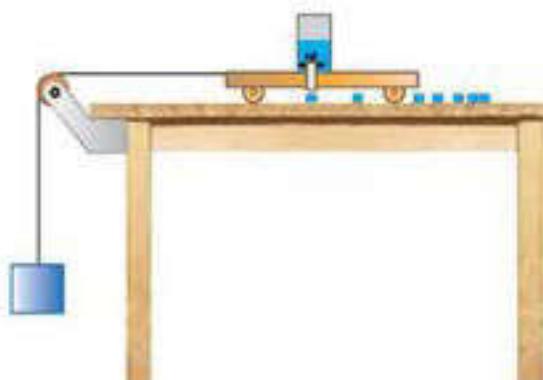
Бірқалыпсыз қозғалыстың жылдамдығы сөз болғанда, әдетте, деңе қозғалысының $v_{\text{орт}}$ орташа жылдамдығы туралы айтылады. Мысалы, Астанадан Алматыға катынайтын пойыз немесе осы қалалар арасында ұшатын ұшак жылдамдығының сан мәнін орташа жылдамдық деуге болады. Бірқалыпсыз



2.11-сурет



2.12- суретте көрсетілген арбашаның қозғалысын талдаңдар және осы қозғалысты сипаттаңдар. Оз ойларыңды негіздендер.



2.12-сурет

Козғалыстын v_{opt} жылдамдығын табу үшін дененің жүріп өткен барлық s жолын (орын ауыстыруын) осы жолға (орын ауыстыруға) жұмсалған барлық t уақытқа бөлу керек:

$$v_{\text{opt}} = \frac{s}{t}.$$



Назар аударамыз!

Орташа жылдамдықты арифметикалық орташа жылдамдықпен ша-
стасыруға болмайды. Өйткени арифметикалық орташа жылдамдық кез
келген орташа арифметикалық шама ретінде табылады:

$$v_{\text{орт. ариф.}} = \frac{(v_1 + v_2)}{2}.$$



1. Қандай қозғалыс бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс деп ата-
лады?
2. Бірқалыпты түзу сзықты қозғалыс кезіндегі жолды қалаң есеп-
тейді?
3. Бірқалыпты түзу сзықты қозғалатын дененің қозғалыс теңдеуі
қандай?
4. Бірқалыпсыз қозғалыс деп қандай қозғалысты айтады? Бірқалып-
сыз қозғалысқа мысалдар келтіріңдер.
5. Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы деп нені түсіне-
сіңдер? Ол не үшін енгізілген?
6. Сендер қалаң ойлайсыңдар, дененің орташа жылдамдығы арқылы кез
келген уақыт мезетіндегі орын анықтауға бола ма? Неліктен?
7. Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы қандай формула-
мен есептеледі?



- 1 Керші екі үйдің арасындағы жолды бірдей адыммен бір бағытта қозға-
ла отырып жүрген жолдарынды, орын ауыстыруларынды және орта-
ша жылдамдықтарынды анықтаңдар. Қозғалыс уақытын секундтық тілі
бар сағаттың көмегімен өлшендер.
- 2 Автомобиль спидометрі қандай мақсатпен орнатылады? Қозғалыс
кезіндегі спидометр тілінің тербелісі туралы не айтуда болады?

Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Пойыз бірқалыпты қозғала отырып 2 сағ ішінде 120 км жол жүреді. Пойыздың қозғалыс жылдамдығын табындар.

Берілгені:	ХБЖ
$s = 120 \text{ км}$	120 000 м
$t = 2 \text{ сағ}$	7200 с
$v = ?$	

Шешуі. Пойыздың бірқалыпты қозғалысының жылдамдығын
 $v = \frac{s}{t}$
 формуласынан табамыз, мұндағы
 s — пойыздың жүрген жолы.

ХБ жүйесінде есептеу жүргіземіз :

$$v = \frac{120 \text{ 000 м}}{7200 \text{ с}} \approx 16,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Жауабы : $v \approx 16,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2-есеп. Жолаушылар пойызы бастапкы 25 км-ді 45 мин-та, келесі 25 км-ді 30 мин ішінде, тағы да 25 км-ді 15 мин-та жүріп өтті. Пойыздың 60 км-ге тен болатын барлық жолдағы орташа жылдамдығы қандай?

Берілгені:

$s_1 = s_2 = s_3 = 25 \text{ км}$
$t_1 = 45 \text{ мин} = 0,75 \text{ сағ}$
$t_2 = 30 \text{ мин} = 0,5 \text{ сағ}$
$t_3 = 15 \text{ мин} = 0,25 \text{ сағ}$
$v_{opt} = ?$

Шешуі. Пойыздың орташа жылдамдығы

$$v_{opt} = \frac{s}{t},$$

мұндағы s — пойыздың барлық жүрген жолы: $s = s_1 + s_2 + s_3$; t — қозғалыс уақыты: $t = t_1 + t_2 + t_3$.

$$\text{Демек, } v_{opt} = \frac{25 \text{ км} + 25 \text{ км} + 25 \text{ км}}{0,75 + 0,5 + 0,25} = \frac{75 \text{ км}}{1,5 \text{ сағ}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}.$$

Жауабы : $v_{opt} = 50 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$.

3-есеп. Автомобиль тұзу сзықты қозғала отырып жолдың бірінші жартысын 80 км/сағ, екінші жартысын 20 км/сағ жылдамдықпен жүріп өтті. Барлық жолдағы орташа жылдамдықты табындар.

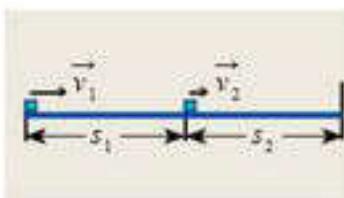
Берілгені:

$v_1 = 80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$
$v_2 = 20 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$
$s_1 = s_2 = \frac{s}{2}$
$v_{opt} = ?$

Шешуі. Есепте сипатталған жағдаятты 2.13-суретте бейнелейік және берілген өлшем бірліктерде шешсек ынғайлыш. Анықтама бойынша орташа жылдамдық

$$v_{opt} = \frac{s}{t}, \quad (1)$$

мұндағы t — қозғалысқа кеткен барлық уақыт.



2.13-сурет

Ол жолдың бірінші жартысындағы $t_1 = \frac{s}{2v_1}$ козғалыс уақыты мен жолдың екінші жартысындағы $t_2 = \frac{s}{2v_2}$ козғалыс уақытының қосындысына тен.

Бұл мәндерді (1) формулаға қоямыз:

$$v_{\text{opt}} = \frac{\frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}}{2} = \frac{s}{2} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}, \quad (2)$$

(2) формулаға шамалардың сан мәндерін қоямыз:

$$v_{\text{opt}} = \frac{2 \cdot 80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} \cdot 20 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}}{80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} + 20 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}} = 32 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}.$$

Жауабы : $v_{\text{opt}} = 32 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$.



Назар аударындар!

Егер бұл қозғалыстагы орташа арифметикалық жылдамдықты есептесек,

$$v_{\text{орт. ариф.}} = \frac{(v_1 + v_2)}{2} = \frac{80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} + 20 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}}{2} = 50 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}.$$

Бұл орташа жылдамдықтың орташа арифметикалық жылдамдыққа тен емес екенін көрсетеді.



1 Метро эскалаторы 80 см/с жылдамдықпен қозғалады. Жолаушы эскалатормен байланысқан санақ жүйесінде 0,2 м/с жылдамдықпен қозғалыс бағытында келе жатыр. Жолаушының жерге қатысты 64 м орын ауыстыруына кеткен уақытты табындар.

2 Женіл және жук көліктері бірдей 50 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келеді. Женіл көліктің а) Жермен; а) жук көлігімен байланысқан санақ жүйелеріндегі қозғалысын сипаттандар. Екі жағдайды қарастырындар: 1) көліктер бір бағытта; 2) бір-біріне қарама-қарсы қозғалып келеді.

3 Автомобиль жүрген жолының бірінші жартысын 10 м/с жылдамдықпен, ал екінші жартысын 72 км/сағ жылдамдықпен қозғалды. Автомобилдің барлық жолдағы орташа жылдамдығын табындар.

4 Адам жүрген жолының үш белігін велосипедпен 15 км/сағ, ал қалған белігін

жаяу 5 км/сағ-пен жүріп етті. Барлық жолдағы оның орташа жылдамдығы қандай?

5 Жаяу жүргінші жолдың бір белігін барлық қозғалыс уақытының $2/3$ белігін жүмсал 3 км/сағ-пен жүрді, ал жолдың қалған белігін 6 км/сағ-пен жүрді. Оның барлық жолдағы орташа жылдамдығы қандай?

6 Автомобиль жолының жартысын 60 км/сағ жылдамдықпен, қалған уақытының жартысын 15 км/сағ, ал соңғы белігін 45 км/сағ жылдамдықпен жүрді. Автомобилдің барлық жолдағы орташа жылдамдығы қандай?

7 Алматыдан екіншісі біріншісінен 12 мин кейінрек шыққан екі автомобиль бірдей жылдамдықпен қозғалып келеді. Олар жолда 14 мин интервалмен велосипедшіні басып озды. Автомобилдердің жылдамдығы велосипедшінің жылдамдығынан неше есе артық?

§ 9. Қозғалысты график түрінде сипаттау



Сендер

- әртүрлі қозғалыс үшін координаталар мен жылдамдықтың уақытқа тәуелділік графигін тұрғызып үйренесіндер;
- график бойынша дененің қозғалыс сипатын, жылдамдығын, координатасын анықтауды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ қозғалыс графикі
- ✓ жылдамдық графикі

Кез келген қозғалысты график түрінде сипаттауга болады. Бұл қозғалысты көрнекі турде көрсетуге мүмкіндік береді. Ол үшін абсцисса осінің бойына қозғалыс уақытын, ал ордината осінің бойына дene координаталарының мәндерін таңдаап алынған масштабпен саламыз. Эрі қарай бірқалыпты және түзу сызықты қозғалатын дene қозғалысының тендеуін колданамыз:

$$x = x_0 + vt.$$

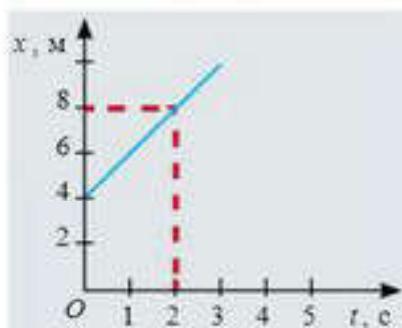
Осы тендеуді пайдаланып дeneнің x координатасының t қозғалыс уақытына тәуелділік графикін саламыз. Сонда алынған сызық дene координатасының уақыт бойынша калай өзгеретінін көрсетеді.

Қарапайымдылық үшін дeneнің $t = 0$ уақыт мезетіндегі координатасы $x_0 = 4$ м болатын нүктеден координаталар осінін он бағытында $v = 2$ м/с жылдамдықпен орнынан қозғалған жағдайын карастырайық. Бұл дeneнің қозғалыс тендеуі

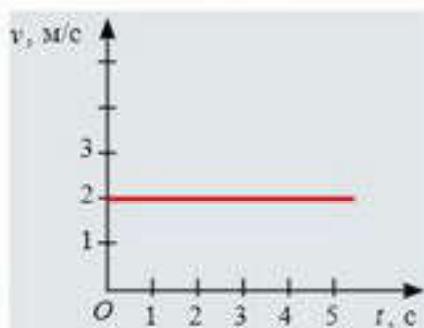
$$x = 4 + 2t. \quad (9.1)$$

Математика курсынан мұндай тәуелділік түзу сызық болып табылатыны белгілі. Ал түзу сызық сизу үшін екі нүктенің болуы жеткілікті, ейткені екі нүкте арқылы тек бір ғана түзу жүргізуге болады. (9.1) формулаға уақыттың еркінше таңдаап алынған екі мәнін, мысалы, 0 с және 2 с-ты койып, координатаның 4 м және 8 м болатын екі мәнін аламыз (төмендегі кестені қарандар):

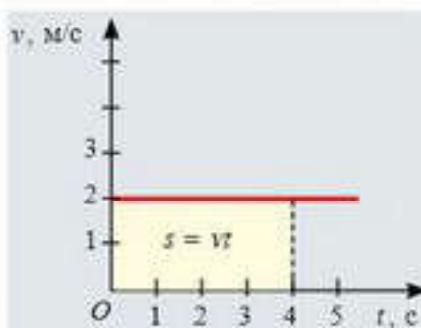
Уақыт, t , с	0	2
Нүктенің координатасы, x , м	4	8



2.14-сурет



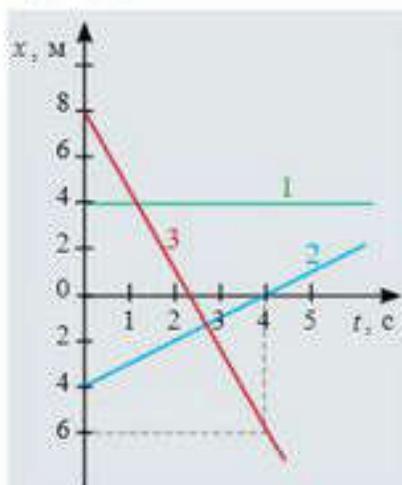
2.15-сурет



2.16-сурет



Денениң қозғалыс графигі бойынша қозғалысты оңай сипаттауга болады. Графиктерді 2.17-суретте берілген 1, 2 және 3-денегердің қозғалысының сипаттап көріндөр.



2.17-сурет

Сонымен, бірқалыпты және түзу сыйыктың козғалатын нүктенің координатасы уақыттың сыйыктық функциясы болып табылады деп тұжырымдауға болады, оны 2.14-суреттен айқын байқай аламыз.

2.14-суретте бейнеленген графикten бақылау басталған мезетте дene координатасы $x_0 = 4$ м нүктеде болғанын және он бағыт ретінде таңдаған координата осінін бағытымен козғалғанын біле аламыз.

Егер ордината осіне жылдамдықтың мәнін, ал абсцисса осіне уақытты салсақ, онда жылдамдық графигін аламыз. Біздің жағдайымызда ол 2.15-суреттегідей болады.

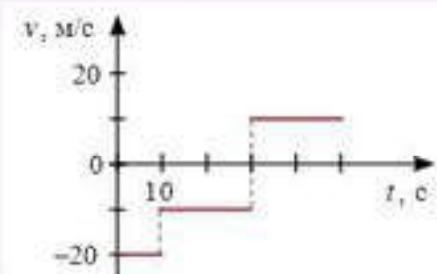
Жылдамдық графигі бойынша дene жүріп еткен жолды оңай анықтауга болады. Ол үшін жылдамдық графигі мен уақыттың берілген мәні арқылы уақыт осіне перпендикуляр бағытта түргышылған сыйыкпен шектелген фигураның ауданын есептеу кажет (2.16-сурет). Біздің жағдайымызда $s = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 8 \text{ м.}$



1. “Денениң қозғалысын график түрінде бейнелеңдер” деген сөз нені билдіреді?
2. “Денениң қозғалыс графигін оқыңдар” деген сөзді түсіндіріңдер.
3. Денениң қозғалыс графигін қалай салуға болады?
4. Жылдамдық графигін пайдаланып белгілі бір уақыт аралығындағы денениң жүріп еткен жолын қалай есептеуге болады?
5. 2.17-суретте үш дene қозғалыс графигі көрсетілген. Бұл графиктердің а) бір-бірімен; ә) координата осьтерімен қылышу нүктелері нені билдіреді?



- 1** 2.18-суретте түзу бойымен қозғалып келе жатқан нүкте жылдамдығының уақытқа тәуелділік графигі берілген. Нүктенің қозғалысын сипаттандар. Нүктенің бастапқы координатасын 400 м деп алып, координатаның уақытқа тәуелділік графигін салындар.



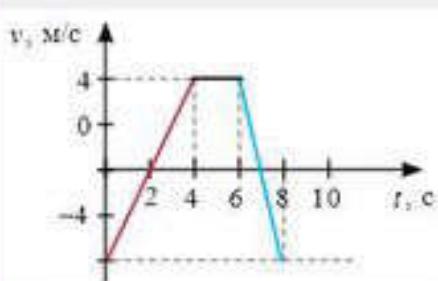
2.18-сурет

- 2** Комбайн 10 мин бойы бірқалыпты және түзу сзықты 24 км/сағ жылдамдықпен қозғалды да, 5 мин тоқтап тұрды. Осыдан кейін кері бағытта 8 мин бойы 36 км/сағ жылдамдықпен қозғалды. $x = f(t)$ графигінде комбайнның қозғалыс сипатын бейнелендер.

- 3** Ұзындығы 1,2 м көлбеу жазықтықтан шар 2 с ішінде домалап түсті. Осыдан кейін толық тоқтағанға дейін горизонталь жазықтық бойымен 3,6 м жүріп етті. Бұған 3 с кетті. Эрбір жол бөлігіндегі және барлық жолдағы шардың орташа жылдамдығы қандай?

- 4** 15 с бойы 4 м/с жылдамдықпен қозғалған, осыдан кейін 20 с тұрған, ал бұдан кейін қозғалыс бағыты бойынша тағы да 10 с бойы 10 м/с жылдамдықпен жүріп еткен дene жолының уақытқа тәуелділік графигі қандай?

- 5** 2.19-суретте нүкте координатасының уақытқа тәуелділігінің графигі берілген. Кез келген уақыт аралығындағы нүктенің жылдамдығын анықтандар. Бастапқы 4 с-та; келесі 2 с-та; 6 с-тан 8 с-қа дейінгі аралықта дененің қалай қозғалғанын сипаттандар. Жылдамдықтың уақытқа тәуелділік графиктерін салындар.

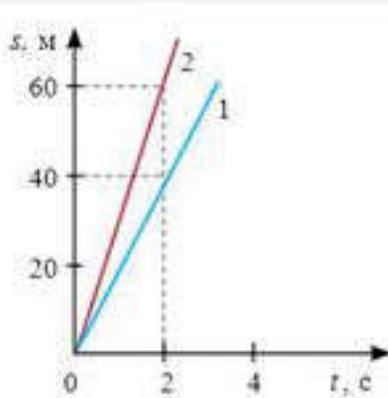


2.19 -сурет

- 6** Ох осінің бойымен екі дененің біріншісі $x_1 = -10 + 2t$, екіншісі $x_2 = 4 - 5t$ тендеуіне сәйкес қозғалып келеді. Олар қай уақыт мезетінде және қай нүктеде кездеседі? Есепті аналитикалық және графикалық жолмен шешіндер.

- 7** А және В қалаларының арақашықтығы 250 км. Екі қаладан да бір мезгілде екі автомобиль шығады. А қаласынан шыққан автомобилдің жылдамдығы 60 км/сағ, екіншісінің жылдамдығы 40 км/сағ. Эр автомобиль үшін жолдың уақытқа тәуелділік графигін салындар және автомобилдердің кездесу орны мен уақытын анықтандар. Есепті аналитикалық және графикалық жолмен шешіндер.

- 8** 2.20-суреттегі график бойынша денилердің қозғалыс жылдамдығын анықтандар.



2.20-сурет

Есеп шыгару үлгілері

Механикалық қозғалысқа есеп шыгару мысалдарын қарастырайық. Есепті шыгармас бұрын оның шартын мүкият оқып шығып, есепте сипатталған күбылысты көз алдарына елестетіндер. Осыдан кейін бұл күбылысты сипаттайтын заңдарды аныктаймыз. Одан әрі қысқаша есеп шартын жазамыз. Оны қысқаша жазу деп атайды. Есеп шыгарғанда суреттер, сұлбалар және графиқтермен катар физикалық шамалардың өлшем бірліктерін ХБ жүйесінде көрсету кажет.

1-есеп. Ұшақ 864 км/сағ жылдамдықпен ұшып келеді. Ұшақ 12 мин ішінде қандай қашықтыкты ұшып отеді?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі.
$v = 864 \text{ км/сағ}$	240 м/с	Алдымен жылдамдық пен уакытты ХБ жүйесінде қалай өрнектеуге болатынын естеріне саламыз:
$t = 12 \text{ мин}$	720 с	
$s = ?$		

$$v = 864 \frac{\text{км}}{\text{сағ}} = \frac{864 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = \frac{864 \text{ м}}{3,6 \text{ с}} = 240 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$t = 12 \text{ мин} = 12 \cdot 60 \text{ с} = 720 \text{ с}.$$

Есептің берілгенін қысқаша жазып, өлшем бірліктерін ХБЖ-іне айналдырғаннан кейін есептің шартын тікелей талдауга көшеміз. Есепте ұшактың тұракты жылдамдықпен ұшып келе жатканы айтылған, яғни қозғалыс бірқалыпты. Бірқалыпты қозғалыс кезіндеңі жолды $s = vt$ формуласы бойынша есептеуге болады. Енді бұл шаманың өлшем бірліктерін тексереміз: $[s] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м}$.

Есептеу жүргіземіз: $s = 240 \cdot 720 = 172800 \text{ м} = 172,8 \text{ км}$.

Жауабы: $s = 172,8 \text{ км}$.

2-есеп. Автомобилдің жылдамдығы 72 км/сағ, ал желдің жылдамдығы 5 м/с. Автомобильмен байланысқан санак жүйесіндегі желдің жылдамдығы қандай? Екі жағдайды қарастыру керек: а) карсы бағытта соккан жел; ә) арттан соккан ілеспе жел.

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі.
$v_1 = 72 \text{ км/сағ}$	20 м/с	Алдымен автомобиль жылдамдығын ХБ жүйесінде өрнектейік:
$v_2 = 5 \text{ м/с}$		$v_1 = \frac{72 \text{ м}}{3,6 \text{ с}} = 20 \text{ м/с.}$
$v_{\text{санак}} = ?$		Автомобильмен байланысқан санак жүйесіне көшейік.

Бұл жүйеде автомобиль тыныштықта болады да, Жер 72 км/сағ жылдамдықпен автомобильге қарсы бағытта қозгалады, демек, аяда жермен бірге бір бағытта а дәл сондай жылдамдықпен қозгалады.

Жылдамдықтарды қосу заңын пайдаланып $\vec{v}_{\text{сальстыр}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ аламыз.

а) Жел автомобильге қарсы бағытта соғып тұр, демек, жылдамдықтар косылады:

$$v_{\text{сальстыр}} = (20 + 5) \text{ м/с} = 25 \text{ м/с.}$$

ә) Арттан сокқан ілеспе жел жағдайында жылдамдықтар алынады, ейткені автомобильмен байланысан санак жүйесінде жел ауаның қозгалысына қарама-қарсы бағытта соғып тұр:

$$v_{\text{сальстыр}} = (20 - 5) \text{ м/с} = 15 \text{ м/с.}$$

Жауабы : а) $v_{\text{сальстыр}} = 25 \text{ м/с};$ ә) $v_{\text{сальстыр}} = 15 \text{ м/с.}$

3-есеп. Автобус пен автомобиль бір бағытта 50 км/сағ және 80 км/сағ жылдамдықтармен түзу сзықты және біркалыпты қозгалип келеді. Бастапқы уақыт мезетіндегі олардың аракашықтығы 24 км. Канша уақыттан кейін автомобиль автобусты күшп жетеді?

Берілгені:

$$v_1 = 50 \text{ км/сағ}$$

$$v_2 = 80 \text{ км/сағ}$$

$$s = 24 \text{ км}$$

$$t = ?$$

Шешуі. Санак жүйесін автобуспен байланыстырайык. Бұл жүйеде автомобильдің жылдамдығы $v_{\text{сальстыр}} = v_2 - v_1$. Нақтысында $v_{\text{сальстыр}}$ — мәшинелердің бір-біріне жакындау жылдамдығы. Онда кездескенге дейін автомобиль $s = v_{\text{сальстыр}} t$ кашықтықты журіп өтеді.

Бұдан $t = \frac{s}{v_{\text{сальстыр}}} = \frac{s}{v_2 - v_1}$. Бұл есепте есептеулерді ХБ жүйесінде жүргізбеген колай лырак. Өлшем бірлікті ерін тексереміз:

$$[t] = \frac{\text{км}}{\text{км/сағ}} = \text{сағ.}$$

$$\text{Есептеулер жүр гіз еміз: } t = \frac{24}{80 - 50} = \frac{24}{30} = 0,8 \text{ сағ} = 48 \text{ мин.}$$

Жауабы : $t = 48 \text{ мин.}$

4-есеп. Перронда демалып жүрген жолаушы ұзындығы бірдей шұвагонның тұсынан 2 мин журіп өтетінін байқады. Бір вагонның ұзындығы 25 м. Жолаушы 24 вагоннан тұратын пойыздың жанынан кандай жылдамдықпен, канша уақытта өтеді?

Берілгені:	ХБЖ
$t_1 = 2 \text{ мин}$	120 с
$s_0 = 25 \text{ м}$	
$n_1 = 3$	
$n = 24$	
$v = ?$	$t = ?$

Шешуі. Жолаушы перронмен бірқалышты келе жатыр деп есептеп, оның жылдамдығын табамыз:

$$v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s_0 n_1}{t_1}, \quad (1)$$

мұндағы s_1 — үш вагонның ұзындығы, s_0 — бір вагонның ұзындығы.

Есептеулер жүргіземіз: $v = \frac{25 \text{ м} \cdot 3}{120 \text{ с}} = 0,625 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Жолаушының жылдамдығын баска жолмен де есептеуге болады:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_0 n}{t},$$

мұндағы n — барлық вагондардың саны. Бұдан пойыз құрамының ұзындығы бойымен жолаушының етіп шығатын t уақытын табамыз:

$$t = \frac{s_0 n}{v}. \quad (2)$$

(2) тендеуге (1) тендеудегі жылдамдықтың мәнін қойсақ, $t = \frac{s_0 n t_1}{s_0 n_1} = \frac{n t_1}{n_1}$. Есептеулер жүргіземіз: $t = \frac{24 \cdot 120 \text{ с}}{3} = 960 \text{ с} = 16 \text{ мин.}$

Жауабы: $t = 16 \text{ мин.}$

5-есеп. Катер көлдің жағасында орналасқан кемежайдан шығып, 15 м жүзіп өткеннен кейін оның жылдамдығы 10 м/с болады. Оның әрі қарайғы жылдамдығы бірқалышты деп есептеп, осыдан 20 с өткеннен кейінгі координатасын анықтандар.

Берілгені:	Шешуі.
$v = 10 \text{ м/с}$	Катердің козғалысы бірқалышты, сондыктан оның козғалыс тендеуін былай жазамыз: $x = x_0 + vt$. Біздің жағдайымызда $x = 15 + 10t$.
$t_1 = 20 \text{ с}$	
$x_0 = 15 \text{ м}$	
$x_1 = ?$	Ал t_1 уақыт мезетіндегі катердің координатасы $x_1 = 15 + 10 t_1$.

$$x_1 = 15 \text{ м} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} = 215 \text{ м.}$$

Жауабы: $x_1 = 215 \text{ м.}$

6-есеп. *A* қаласынан *B* қаласына қарай 72 км/сағ жылдамдықпен рейстік автобус шықты. Онымен бір мезгілде *B* қаласынан *A* қаласына қарай 48 км/сағ жылдамдықпен мотоциклші шықты. Автобус пен мотоциклшінің кездесу уақыты мен орнын анықтандар. Қалалардың арақашыктығы 120 км.

Берілгені:
 $v_1 = 72 \text{ км/сағ}$
 $v_2 = 48 \text{ км/сағ}$
 $s = 120 \text{ км}$

$$x_1 = ? \quad t = ?$$

Шешуі. Есепте берілген жағдаятты 2.21-суретте бейнелейік. Санак жүйесін жермен байланыстырайық та, санак басын A қаласына орналастырайық. Таңдал алынған санак жүйесі мен екі деңе үшін қозғалыс тендеулерін жазамыз:

$$x_1 = v_1 t \quad (1)$$

және

$$x_2 = s - v_2 t. \quad (2)$$

Кездесу орнында деңелердің координаталары бірдей $x_1 = x_2$, сондыктan $v_1 t = s - v_2 t$.

Бұдан кездесу уақытын өрнек-теп жазамыз:



2.21-сурет

$$t = \frac{s}{v_1 + v_2}. \quad (3)$$

Олшем бірліктерін тексереміз: $[t] = \frac{\text{км}}{\text{км/сағ}} = \text{сағ}$. Есептеулер жургіземіз: $t = \frac{120}{72 + 48} = 1 \text{ сағ}$. (1) формуладан кездесу орнын табамыз:

$$x_1 = 72 \cdot \frac{\text{км}}{\text{сағ}} \cdot 1 \text{ сағ} = 72 \text{ км.}$$

Жауабы: $t_1 = 1 \text{ сағ}; x_1 = 72 \text{ км.}$

7-есеп. Суға катысты катердің жылдамдығы өзен ағысының жылдамдығынан n есе артық. Катермен екі айлактың арасын өзен ағысының бойымен жүзенге караганда өзен ағысына қарсы жүзу каша есе көп уақыт алады?

Берілгені:

$$v_k = n \cdot v_{\text{өзен}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = ?$$

Шешуі. Айлактар арасындағы аракашықтықты s деп белгілейік. t_1 және t_2 — сәйкесінше катердің ағыска қарсы және ағыстың бойымен қозғалысы кезіндегі уақыттар болсын. Онда жағаға катысты катердің ағыска қарсы және ағыстың бойымен жылдамдығы сәйкесінше катер мен өзен ағысы жылдамдықтарының айрымы және косындысы ретінде табылады:

$$v_1 = v_k - v_{\text{өзен}} \quad \text{және} \quad v_2 = v_k + v_{\text{өзен}}.$$

Айлактар арасындағы кашыктықты $s = v_1 t_1$ (ағыска қарсы жүземіз) және $s = v_2 t_2$ (ағыстың бойымен жүземіз) деп табуға болады.

Онда

$$s = (v_e - v_{\text{өзен}})t_1 = (nv_{\text{өзен}} - v_{\text{өзен}})t_1 = v_{\text{өзен}}(n-1)t_1;$$

$$s = (v_e + v_{\text{өзен}})t_2 = (nv_{\text{өзен}} + v_{\text{өзен}})t_2 = v_{\text{өзен}}(n+1)t_2.$$

Бұдан $t_1 = \frac{s}{v_{\text{өзен}}(n-1)}$ және $t_2 = \frac{s}{v_{\text{өзен}}(n+1)}$.

Демек, $\frac{t_1}{t_2} = \frac{n+1}{n-1}$.

Жауабы : $\frac{t_1}{t_2} = \frac{n+1}{n-1}$.

8-есеп. Қозғалмай тұрған эскалатормен жолаушы 4 мин ішінде көтеріледі, ал эскалатор онда қозғалмай тұрған адамды 2 мин-та көтереді. Қозғалып келе жатқан эскалатормен жоғары қарай жүріп келе жатқан жолаушы онымен канша уақытта көтеріледі?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Эскалатордың ұзындығын s деп белгілейік. Онда жолаушының жылдамдығы
$t_1 = 4$ мин	240 с	
$t_2 = 2$ мин	120 с	
$t_3 = ?$		$v_1 = \frac{s}{t_1}$.

Эскалатордың жылдамдығы $v_1 = \frac{s}{t_1}$. Қозғалыстағы эскалатор бойымен жүріп келе жатқан адамның жылдамдығы $v_2 = \frac{s}{t_2}$, ал $v_3 = v_2 + v_1$ болғандыктан, $\frac{s}{t_1} + \frac{s}{t_2} = \frac{s}{t_3}$.

Бұдан $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$.

Өлшем бірліктерін тексерейік: $[t] = \frac{\text{с} \cdot \text{с}}{\text{с}} = \text{с}$. Есептеулер жүргізміз:

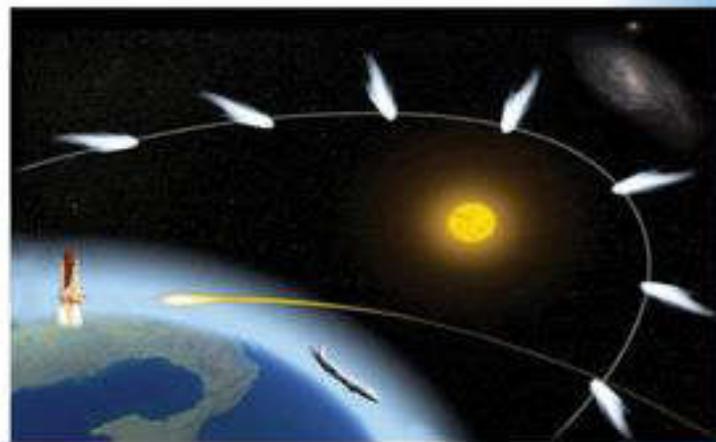
$$t_3 = \frac{240 \cdot 120}{(240 + 120)} = \frac{2800}{360} = 80 \text{ с.}$$

Жауабы : $t_3 = 80$ с.

Тараудың ең маңыздылары

Механикалық қозғалыс

Бізді коршаған әлемдегінің барлығы қозғалыста болады және олардың салыстырмалы сипаты бар.



Тұзусызықты қозғалатын деңенің кез келген уақыт мезетіндегі орнын деңенің $x = x_0 + vt$ қозғалыс тендеуін пайдаланып табуга болады.



Дененің қозғалысын сипаттау үшін оның қозғалыс занын (қозғалыс тендеуін) білу керек. Деңенің қозғалыс заны кез келген уақыт мезетіндегі деңенің қозғалыс траекториясын, оның координатасын және жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді.



Түзусызықты козғалыс

Бірқалыпты

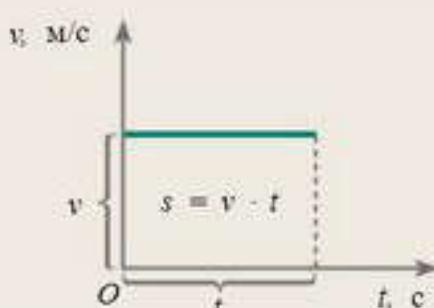
$$v = \text{const}$$

$$s = vt$$

Бірқалыпсыз

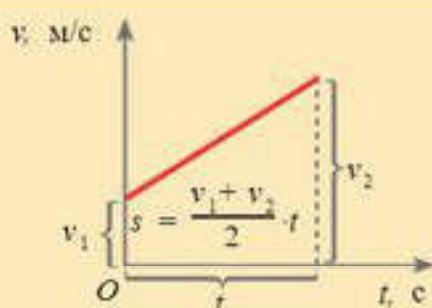
$$v_{\text{опт}} = \frac{s}{t}$$

Козғалыстың график түрінде берілуі



Бірқалыпты козғалыс

Жылдамдық тұрақты



Бірқалыпсыз козғалыс

Жылдамдық өзгереді (орташа жылдамдық)

3 - ТАРАУ

Денелердің өзара әрекеттесуі

Эр альпинистің бағындырығысы келетін шындары бар.

Альпинистер тепе-тендерігін сақтап қалу үшін тік жартастармен, биік құздармен қалай қотеріледі ?



Садактын жебесін нысананаға дәл тигізу үшін шеберлік қажет.

*Жебеге жылдамдық беретін қандай қүш ?
Бұл қүшті қайда қолданады ?*



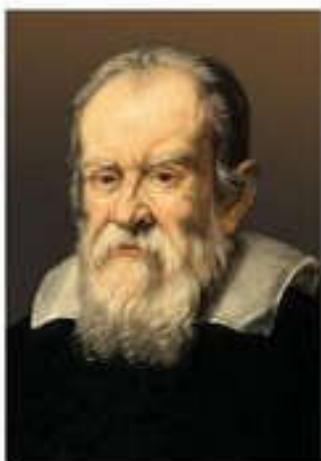
Үйкеліс пайдаты ма, алде зиянды құбылыс на ?





Тірек сөздер:

- ✓ инерция құбылышы
- ✓ инерция заңы



**Галилео Галилей
(1564—1642)**

Г. Галилей — ез кезеңінде ғылымның даңуына ықпал еткен итальяндық физик, механик, астроном, философ және математик. Ол аспан денелерін бақылау үшін атқаш рет телескопты пайдаланды және бірқатар көрнекті астрономиялық жаңалықтар ашты. Г. Галилей — эксперименттік физиканың негізін қалаушы.

§ 10. Инерция

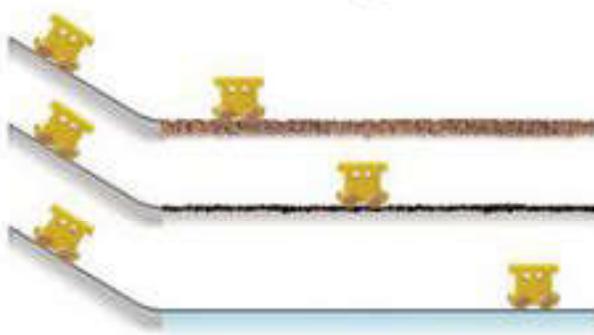


Сендер

- инерция құбылышының мән-мағынасы туралы білестін боласындар.

Біздін күнделікті тәжірибеліз бірде-бір дene өздігінен қозғалысқа келмейтінін және дененің жылдамдығы оған басқа дene әрекет еткенде өзгеретінін көрсетеді. Мысалы, бөлмеде тұрған үстел өздігінен қозғалмайды. Қозғалыстағы автомобильдің қозғалқышы өшірілгеннен кейін ол міндетті турде токтайды. Жерде жатқан допты аяқпен тепсе гана ол қозғалысқа келеді. Бұл мысалдардан дененің жылдамдығын өзгерту үшін оған басқа дененің әрекет ету қажеттігі шығады.

XVI ғасырдың аяғы мен XVII ғасырдың басында ұлы итальяндық ғалым Галилео Галилей көлбеу жазықтықтың бойымен сырғанап келе жатқан арбаңаның күм, киіз, шыны төсөлген горизонталь беттерге сырғанап түскеннен кейінгі қозғалысын зерттеу бойынша тәжірибелер жүргізді (3.1-сурет). Г. Галилей бұл тәжірибелерінен дene қозғалтын беттердің қозғалыстың ұзактығына әсер ететінін анықтады: күм төсөлген жолда



3.1-сурет

арбаша тез тоқтайды, киіз теселген жолда алдыңғыға қарағанда біршама көбірек жол жүреді, ал шыны бетінде ұзагырак қозгалады. Ол экспериментін ойша жалғастыра отырып, идеал тегіс бет жағдайында қозғалыс шексіз ұзак уақыт бойы жалғаскан болар еді деген қорытындыға келеді. Г. Галилей денелердің қозғалысын зерттеу үшін көптеген тәжірибелер жүргізеді. Ол инерция заны деп аталатын табиғаттың негізгі заңдарының бірін тұжырымдады: егер денеге басқа денелер әрекет етпесе, онда ол тыныштық күйін сақтайды немесе тұзусызықты және бірқалышты қозгалады.

Сонымен, денеге басқа денелер әрекет етпегенде оның тыныштық күйін немесе тұзусызықты және бірқалышты қозғалысын сақтау құбылысы инерция деп аталады (лат. *инерция* — қозғалмау, әрекетсіздік).

Г. Галилейдің инерция заны ашылғанға дейін 2000 жыл бойы ғылымда денеге күш әрекет еткенде ғана қозгалады деген түсінік қалыптасқан болатын.

Инерцияның аныктамасын басшылыққа алсак, бұл құбылыс жер бетінде тәжірибе жүзінде кездеспейтіні байқалады, ейткені әрқашан денеге сыртқы әрекет (Жердің тартаулысы, үйкеліс, ауаның кедергісі және т.б.) бар. Сондыктan жер жағдайында “дene инерциясы бойынша қозгалады” деген сөзді дene сыртқы күштердің әрекеті аз болғанда және қозғалыстың өзін ете аз уақыт аралығында қарастырганда ғана айта аламыз. Мысалы, қозғалтышы ешірілген автомобиль шамалы уақыт аралығында инерциясы бойынша қозгалады деп есептеуге болады. Уақыт аралығы көбірек болса, автомобиль донғалактарының жолмен үйкелісі есебінен оның жылдамдығы өзгеріп, бірқалышты қозғала алмайды. Жүйткіп келе жатқан велосипедші велосипедін бірден тоқтата алмай, өзінің қозғалысын едәуір аралықта сақтай алатынын (3.2-сурет), неліктен зымырап келе жатқан конькишінің (3.3-сурет) бұрылышқа келгенде абай болмаса жүгіру жолынан шығып кету қаупі болатынын енді түсінуге болады. Бұл мысалдардың барлығында да дene өзінің қозғалыс бағытын инерция есебінен сактап калуға тырысады.



Әдебиетте “Ол барлығын инерциясы бойынша жасады” деген көркемсөз түркес айтылады. Бұл сипаттаған мысалдардың адамның жағдайын түсіндіріп көріндер.



3.2-сурет



3.3-сурет

Инерция құбылысын бірқалыпты қозғалысты сақтап қалу үшін пайдаланады. Қөптеген құрылғыларда пайдаланылатын ауыр машиналар осытің бойымен айнала отырып, мәшинелердің үнеміді және ұзагырақ қозғалуына мүмкіндік береді, сонымен қатар олар валдардың бірқалыпты қозғалысын қамтамасыз етеді.



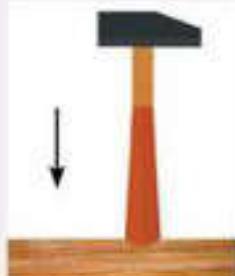
1. Неліктен дене өздігінен тоқтай алмайды немесе екпіндей қозғала алмайды?
2. Инерция деп қандай құбылысты айтады?
3. Ой эксперименті деп нені атайды?
4. Егер бір денеге басқа бір дене әрекет етпесе, онда ол қалай қозғалады?
5. Г. Галилей арбашалармен жүргізген тәжірибелерінен кейін қандай қорытындыға келді?
6. Автобус кенет тоқтағанда немесе жылдамдығын күрт арттығанда адамның құлап қалуы мүмкін екенін қалай түсіндіруге болады?



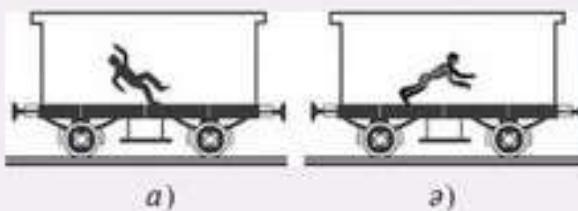
Стакан мен қатырма қағаз алындар. Стаканды қатырма қағаздың үстіне қойындар. Алдымен қатырма қағазды ақырында тартып алындар. Екінші жолы қатырма қағазды жылдам тартып алындар. Екі жағдайдағы стақанның қозғалысын сипаттаңдар. Қорытынды жасаңдар.



- 1 Денелердің инерциясы мен қозғалысына мысалдар келтіріндер.
- 2 3.4-суретте балғаны салтау тәсілі көрсетілген. Оны түсіндіріндер.
- 3 Сүрініп кеткен адам қай жақта қалай құлайды? Тайганап кеткен адам ше? Неліктен?
- 4 3.5, а, ә-суреттерде бейнеленген вагондардың қозғалысы жылдамдығы қалай өзгерген?
- 5 Галилей денелердің абсолют тегіс бет бойымен қозғалысын қарастыра отырып, мынадай қорытындыға келді: дене кез келген көлбеу жазықтықтың қандай биектігінен түссе, дәл сондай биектікке жоғары көтеріледі және бұл қозғалыс көлбеулік бұрышқа тәуелді емес. 3.6-суретті негізге алып бұл пайымдауды жалғастырсақ, қандай қорытындыға келе аламыз?



3.4-сурет



3.5-сурет



3.6-сурет

§ 11. Масса және денелердің массасын өлшеу



Сендер

- дененің массасы нені сипаттайтынын және дененің қандай қасиетін инерттілік деп атайдынын билетін боласындар;
- таразы көмегімен дененің массасын өлшеуді үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ **масса**
- ✓ **инерттілік**
- ✓ **өзара әрекет**



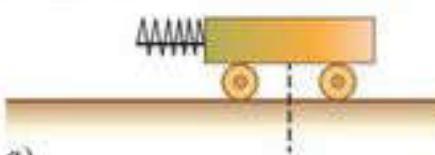
3.7-сурет

3.7-суретке зер салындар. Мұзайдынында коньки кілп тұрған экесі мен баласы бірінбірі колшарымен штерсе, бала экесіне қарғанда едәуір үлкен қашықтықта сырғанап кетеді. Неліктен?

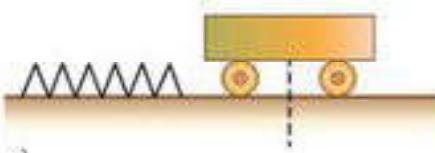
Денелердің бір-біrine әрекет етуі кезіндегі қозғалыс сипатын бақылай отырып, бір денелер қандай да бір уақыт аралығында жылдамдықтарын азырак, ал екінші біреулері дәл сондай уақыт аралығында көбірек өзгеретінін байкауга болады.

Тәжірибе жүргізейік. Кішкене арбаша алайық, оған серпімді серіппе бекітілген. Серіппе жіптің көмегімен қысып байланған. Арбаша үстелге қатысты тыныштық калпын сактаған. Жіпті үзіп жіберсек, ол қозғала ма? Жіпті үзіп жібергеннен кейін серіппе жазылады, бірақ арбаша өз орнында қалады (3.8, а, ә-суреттер).

Енді бірінші арбашаның жанына серіптенің екінші жағы түйісіп тұратындағы етіп дәл сондай арбашаны орналастырайык. Жіпті қайтадан үзейік. Сонда нені байқаймыз? Серіппе жазылғаннан кейін арбашалар

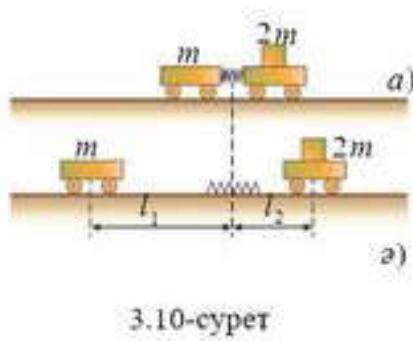
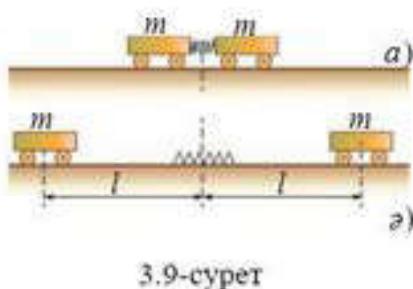


а)



ә)

3.8-сурет



қарама-карсы жакка қарай бірдей қашыктыққа жылжып кетеді (3.9, а, ә-суреттер).

Арбашалар бір-бірімен серіппе арқылы әрекеттескеннен кейін гана қарама-карсы жакка жылжыды. Серіппе мұнда екеуінін арасында дәнекер рөлін аткарды да, оның көмегімен бір арбаша екіншісіне әрекет етті.

Егер он арбашаға арбашаның массасынан екі есе артық болатын гіртасын қойып, жіпті кайтадан үзіп жіберсек те, арбашалар қарама-карсы жакка, бірақ әртүрлі қашыктықтарға жылжиды (3.10, а, ә-суреттер). Жүті бар арбаша аз жылдамдық алады және бірдей уақыт ішінде аз қашыктыққа жылжиды. Мұны біз арбашалардың массасы әртүрлі болғандығынан деп айта аламыз.

Енді біз 3.7-суреттегі ұлы әкесіне қарағанда неліктен көбірек қашыктыққа сырғанап кеткенін де түсіндіре аламыз.

Бұл тәжірибелерден маңызды бірнеше қорытынды жасауға болады:

1. Денелердің бір-біріне әрекет етуі олардың жылдамдықтарының өзгеру себебінен болды.
2. Денелердің бір-біріне әрекет етуін **өзара әрекеттесу** деп атайды.
3. Өзара әрекеттесу нәтижесінде денелердің жылдамдықтары өзгереді. Массалары бірдей денелердің жылдамдықтары бірдей өзгерсе, массалары әртүрлі денелердің турліше өзгереді: ауырлау дene жenілдеуіне қарағанда жылдамдығын баяу өзгертеуді.

Бұл тәжірибелерден *әр дененің оның қозғалысын немесе тыныштық күйін өзгертуге бағынталған әрекеттерге қарсыласу қасиеті бар* екенін көреміз.

Денелердің бұл қасиеті **инерттілік** деп аталауды. Сонымен, инерттілеу денелердің массасы көбірек болады, ал жеңілірек денелердің инерттілігі аздау болады, сондыктан олардың массалары да аздау болады. Енді бұдан қорытынды жасай аламыз:

масса — денелердің инерттілігінің өлшемі.

Масса кез келген физикалық шама сияқты өлшене алады. Масса — скаляр шама. Массаны m әрпімен белгілеу қабылданған. Массаның ХБ жүйесінде негізгі өлшем бірлігі — килограмм. 1 кг масса эталоны ретінде Халықаралық келісім бойынша қабылданған. Бұл этalon — ириций мен платинаның корытпасынан құйылып жасалған және диаметрі мен биіктігі 39 мм болатын цилиндр. Ол

Франциядагы эталондардың өлшемдер мен салмактар бюросында сактаулы (3.11-сурет). Кез келген дененің массасын осы эталонмен салыстырып анықтауға болады. 1 кг болатын масса эталонын пайдаланып массасы әртүрлі таразы тастары дайындалады, оларды *гірлер жыныстығы* деп атайды (3.12-сурет).

Гірлер жыныстығының массалары әртүрлі, мысалы: $1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$, $1 \text{ мг} = 10^{-6} \text{ кг}$. Массалары үлкен денелерді өлшеу үшін массалары $1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг}$ болатын жүктөр пайдаланылады.

Денелердің массасын әртүрлі жолмен анықтайды. Олардың біріне денелерді таразыға тартып өлшеу жатады. Таразылар әртүрлі болады: шінді, серіппелі және электрондық (3.13-сурет).

Денені шінді таразымен өлшеу процесін карастырайық. Таразының сол жақтағы табақшасына массасы анықталатын дене салынады, ал он жақтағы табақшасына таразы тастары (гірлер жыныстығы) салынады. Таразының тепе-тендік қалпы дене массасының өлшенгенін білдіреді және ол он табақшадағы гірлердің қосынды массасына тең.



3.11-сурет



3.12-сурет



Шінді



Серіппелі

Электрондық

3.13-сурет

Денелерді таразы көмегімен өлшеу — массаны анықтаудың ең көне тәсілдерінің бірі. Жасы терт мың жылдан асатын Мысыр пирамидаларынан да таразы бейнесі табылды.





3.14-сурет

Заманауи таразылардын құрылымдары түрліше болып келеді. Мектеп таразылары көмегімен массалары 10 мг-нан 500 г-ға дейінгі денелерді өлшеуге болады. Ал вагондар мен автокөлікттерді 200 т-ға дейінгі жүктемеге шыдайтын көлік таразыларында өлшейді (3.14-сурет).

Массалары 10 мг-нан кіші денелерді аналитикалық таразылар көмегімен өлшайды.

Алайда алып денелерді және кішкентай бөлшектерді өлшайтін таразылар жок. Физиканы әрі қарай оку барысында Күннің, Жердің массалары, электрон және протон сиякты өте кішкентай бөлшектердің массалары қалай анықталғанын билетін боласындар.

Масса ұғымы физикадағы ен күрделі ұғымдардың біріне жатады. Ол — көпжакты ұғым және физиканы оку барысында бұл ұғым анықтала түседі. Массаны біз дененің инерттілігінің өлшемі ретінде анықтадық, әрі қарай сендер гравитациялық масса және энергияның өлшемі ретіндегі ұғымдармен танысатын боласындар.

Жарық жылдамдығынан, яғни 300 000 км/с-тан көп кіші жылдамдықпен қозғалатын денелер үшін ғана инертті масса туралы айтуың мәні бар:



1. Денелердің өзара әрекеттесуі дегеніміз не?
2. Денелердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде не байқалады?
3. Денелердің қандай қасиеті инерттілік деп аталады?
4. Қандай шама денелердің инерттілігін сипаттайтын?
5. Неліктен лезде тоқтауға немесе лезде үлкен жылдамдық алып зымырап кетуге болмайды?
6. Неліктен масса физикалық шама болып табылады? Массаның ХБ жүйесіндегі өлшем бірліктерін атаңдар.
7. Иінді таразы көмегімен дененің массасын қалай анықтауга болады?



- 1 Мектеп таразысы көмегімен кез келген кішірек денелердің массасын анықтаңдар.
- 2 Арбашаның үстіне білеуше қойындар да, арбашаны оған байланған жіптің көмегімен тартындар. Арбашаны бірінші жолы жіпті шұғыл тартып жылдам қозғалысқа, ал екінші жолы баяу қозғалысқа келтіріндер. Эр жағдайда не болатынын түсіндіріндер.

§ 12. Заттың тығыздығы және тығыздықтың өлшем бірліктері



Сендер:

- заттың тығыздығы нені көрсететінін біletін боласындар;
- заттың тығыздығын анықтауды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

✓ **ЗАТ ТЫҒЫЗДЫҒЫ**

Біз кез келген денениң атомдар мен молекулалардан тұратынын білеміз. Әртүрлі заттардың атомдары мен молекулалары массалары және орналасуымен ерекшеленеді. Атомдар мен молекулалар көбірек ері тығызырақ орналасқан сайын дene массасы да артады.

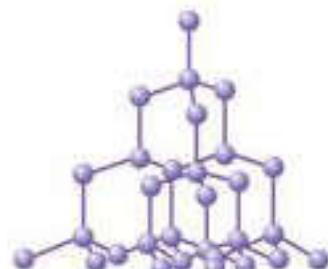
1 кг темір кесегі 1 кг ағаш кесегінен әлдеқайда аз көлем алғынын бәріне белгілі. Темір және ағаш — әртүрлі заттар. Бұл массалары бірдей, бірақ әртүрлі заттан жасалған денелер түрлі көлем алады дегенді білдіреді. Мұны қалай түсіндіруге болады?

Әртүрлі заттардың атомдары бір-бірінен әртүрлі қашыктықтарда орналасады. Олардың орналасу реті де әр алуан.

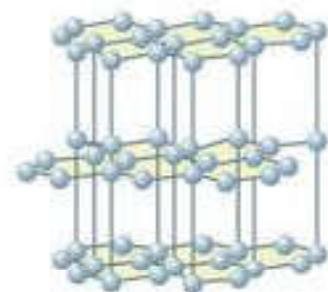
3.15, а-суретке назар аударайык. Мұнда алмаз бен графит атомдарының орналасу реті мен қашыктығы көрсетілген. Бұл екі зат көміртектің бірдей атомдарынан тұрады. Бірақ алмаз атомдары графиттікіне қарапанда ықшам, жақын ері тығызырақ орналасқан. Сондайктан массалары бірдей болса да, олардың көлемдері әртүрлі болады. Алмаздың көлемі графит көлемінен шамамен 1,6 есе кіші.

Осыдан мынадай қорытынды жасаймыз: егер заттың атомдарының бірлік көлемдегі саны көп болса, онда оның массасы да артық болады, демек, оның кеңістікте алатын көлемі аз.

Бір заттың, мысалы, темірден жасалған екі денениң көлемдерінің салынушылығын салынады. Олардың массасын таразы, ал көлемін сұы бар мензурка көмегімен анықтайык. 3.15, а-суреттен көріп отырганымыздай, бірінші денениң көлемі 2 мл, ал екіншінің 4 мл.

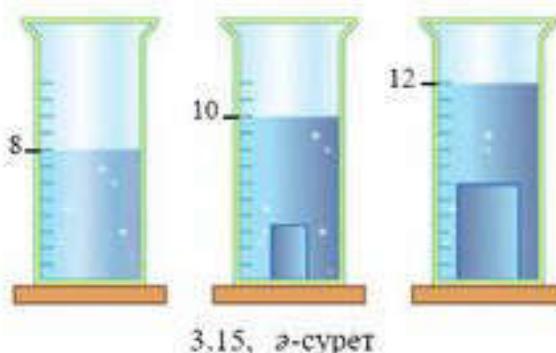


Алмаз атомдарының орналасуы



Графит атомдарының орналасуы

3.15, а-сурет



3.15, ә-сурет

Тара зымен өлшеу нәтижесінде екінші деңенін массасы бірінші деңенін кіне қарғанда екі есе артық екенін анықтаймыз.

Осы деңелердің массасының көлемге қатынастары тең шама:

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2}.$$

Зат массасының көлеміне қатынасы — түркітін шама. Сондыктан ол осы затты сипаттайды. Бұл шама заттың **тығыздығы** деп аталып, ρ (ро) әрпімен белгіленеді:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (12.1)$$

Тығыздық — бірлік көлемдегі заттың **массасын анықтайтын физикалық шама**. Заттың **тығыздығы** — скалярлық **шама**.

Халықаралық бірліктер жүйесінде тығыздықтың өлшем бірлігі $[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Практикада, зертханалық жағдайларда $[\rho] = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ өлшем бірлігін колданған ынғайлы.



Өзіміз дәлелдейміз!

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ катынасын дәлелдендер.}$$

Егер заттың тығыздығы $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ -мен берілсе, онда оны $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ -та оңай аударуға болады.

Мысал. Темірдің тығыздығы $7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Оны $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ -мен өрнектейік.

Ол үшін килограмды грамга, ал куб метрді куб сантиметрге аударамыз:

$7800 \text{ кг} = 7800 000 \text{ г}$ (немесе $7,8 \cdot 10^6 \text{ г}$), $1 \text{ м}^3 = 1 000 000 \text{ см}^3$ (немесе 10^6 см^3).

$$\text{Онда } \rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{7,8 \cdot 10^6}{10^6} \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Косымшада (1—3-кестелер) кейбір заттардың қатты, сұйық және газ тәрізді күйдегі тығыздықтары берілген.

Назар аударамыз!

Бір заттың қатты, сұйық және газ тәрізді күйдегі тығыздықтары артүрлі болады. Мысалы: мұздың тығыздығы $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, судың тығыздығы $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, ал су бұның тығыздығы $0,590 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



Заттың тығыздығы мен көлемі арқылы оның массасын оңай табамыз:

$$m = \rho V. \quad (12.2)$$

Заттың тығыздығы оның атомдарының орналасуы және массаларымен анықталады. Мысалы:

Зат	Атомдардың аракашықтығы	Тығыздығы	Тығыздыктардың катынасы
Сынап	$r_{\text{сн}} \approx 0,3 \text{ нм}$	$\rho_{\text{сн}} = 13,6 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\frac{\rho_{\text{сн}}}{\rho_{\text{ал}}} = \frac{13,6}{2,8} \approx 5$
Алюминий	$r_{\text{ал}} \approx 0,28 \text{ нм}$	$\rho_{\text{ал}} = 2,8 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho_{\text{сн}} = 5\rho_{\text{ал}}$
$\rho_{\text{сн}} = 5\rho_{\text{ал}}!$ Неге?			Себебі сынап атомының массасы алюминий атомының массасынан 5 есе артык! $m_{\text{сн}} = 5m_{\text{ал}}$

Тағы бір мысал.

Зат	Тығыздығы	Тығыздыктардың катынасы	Атом массаларының катынасы
Осмий	$\rho_{\text{осмий}} = 22,6 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\frac{\rho_{\circ}}{\rho_s} = \frac{22,6}{9,79} = 2,3$	$m_{\circ} < m_s$
Висмут	$\rho_{\text{висмут}} = 9,79 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho_{\circ} = 2,3 \rho_s$	
$\rho_{\circ} = 2,3 \rho_s!$ Неге?			Себебі осмий атомдары висмут атомдарына караганда бір-біріне жақын, яғни тығыз орналасқан.

$\frac{\Gamma}{\text{см}^3}$ -мен орнектелген кейбір заттардың тығыздығы

	1 см^3	1 см^3	1 см^3	1 см^3	1 см^3
су	сынап	темір	қалайы	күміс	алтын
$m = 1 \text{ г}$	$m = 13,6 \text{ г}$	$m = 7,8 \text{ г}$	$m = 7,3 \text{ г}$	$m = 10,5 \text{ г}$	$m = 19,3 \text{ г}$
$\rho = 1 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho = 13,6 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho = 7,8 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho = 7,3 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho = 10,5 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$	$\rho = 19,3 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$

Корытынды: заттың тығыздығы оның ішкі құрылымын анықтайды.



1. Көлемдері бірдей қорғасын және ағаш денелердің массалары артүрлі. Неге?
2. Қандай шама заттың тығыздығы деп аталады?
3. Таразының көмегінсіз денениң массасын анықтауға бола ма? Ол үшін нені білу керек?
4. Дене жасалған заттың тығыздығы және көлемі белгілі болса, денениң массасын қалай табуға болады?
5. Қолыңда суы бар мензуркаға болса, қорғасыннан жасалған кішкене шардың массасын қалай табуға болады?



1

Кішірек ағаштан жасалған куб алындар. Сызығыштың көмегімен оның бір қырының ұзындығын өлшендер және оның көлемін есептеп табындар. Тығыздықтар кестесінен ағаштың тығыздығын табындар. Тандап алынған кубтың массасын анықтаңдар.

2

Білеуше алындар. Сызығыштың көмегімен білеуше жақтарының биіктігін, ұзындығын және енін өлшендер, ал оның массасын таразы көмегімен анықтаңдар. Білеушенің көлемі мен тығыздығын есептөндөр. Білеушенің қандай заттан жасалғанын анықтаңдар.

3

Стақанның ернеуіне дейін құйылған судың сүттің массасын табындар. Өлшеуіш стақанның көлемі 200 см^3 .

Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Көлемі 250 см^3 болатын қорғасын бөлшектің массасы $2,26 \text{ кг}$. Бұл біртұтас бөлшек пе, әлде оның күйстары бар ма? Егер бөлшектің күйстары бар болса, онда оның көлемі неге тең?

Берілгені:

$$m = 2,26 \text{ кг} = 2260 \text{ г}$$

$$\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$$

$$V = 250 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{куис}} = ?$$

Шешуі. Алдымен шамаларды ХБ жүйесіне аудару кажет. Бірақ біздің жағдайлымызда өлшем бірліктерін ХБ жүйесіне аудармай шығарған ынгайлы. Денениң күйсы бар деп үйгараібык.

Демек, денениң көлемі қорғасын мен күйс көлемдерінің қосындысына тең:

$$V = V_{\text{куис}} + V_{\text{корг.}}$$

Корғасынның көлемі $V_{\text{корг.}} = \frac{m}{\rho}$. Онда $V_{\text{куис}} = V - \frac{m}{\rho}$.



Енді физикалық шамалардың сан мәндерін койып, есептеулер жүргіземіз. Егер күйс көлемі нөлге тең болса, онда денениң күйстары жок дегенді білдіреді:

$$V_{\text{куйс}} = 250 \text{ см}^3 - \frac{2260 \text{ г}}{11,3 \text{ г/см}^3} = 250 \text{ см}^3 - 200 \text{ см}^3 = 50 \text{ см}^3.$$

Жауабы : денениң күйстары бар. $V_{\text{куйс}} = 50 \text{ см}^3$.

2-есеп. Ернеуіне дейін су толтырылған шыны тұтіктің массасы 50 г. Оның ішіне массасы 12 г болатын металл кесегі салынды. Тұтікшеге салынған металымен бірге олардың жалпы массасы 60,47 г болды. Металл кесек қандай заттан жасалған?

Берілгені:

$$m_1 = 50 \text{ г}$$

$$m_0 = 12 \text{ г}$$

$$m_2 = 60,47 \text{ г}$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_0 = ?$$

Шешуі. Есепті шығармас бұрын шамаларды ХБ жүйесіне аудару кажет. Бірақ біздің жағдаймызда елшеу бірліктерін ХБ жүйесіне аудармай шығару ынғайлыш. Металдан жасалған денениң қандай заттан жасалғанын анықтау үшін оның тығыздығы н табу керек. Металдың тығыздығы

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}. \quad (1)$$

Металдың массасы бізге белгілі, енді оның көлемін табуымыз керек. Есепте тұтікшениң ернеуіне дейін сумен толтырылғаны айтылған. Тұтікшеге металл кесегі салынғаннан кейін олардың жалпы массасы 60,47 г болды. Неге 62 г емес: $50 \text{ г} + 12 \text{ г} = 62 \text{ г}?$? Себебі металл кесегін салғаннан кейін судың бір белігі төгіліп калды және төгілген судың массасы $\Delta m = m_1 + m_0 - m_2$ болады.

Ал металл кесегі суға толық батырылғандықтан, осы кесектің көлеміне тең су көлемі төгілді. Бұл көлемді төгілген су массасы мен тығыздығы арқылы табамыз:

$$V_0 = \frac{\Delta m}{\rho} = \frac{m_1 + m_0 - m_2}{\rho},$$

Енді көлемнің бұл мәнін (1) формулаға койып, металдың тығыздығын табамыз:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{\rho m_0}{\Delta m} = \frac{\rho m_0}{m_1 + m_0 - m_2}.$$

Шамалардың сан мәндерін койсак,

$$\rho_0 = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \frac{12 \text{ г}}{50 \text{ г} + 12 \text{ г} - 60,47 \text{ г}} = 7,843 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Тығыздықтар кестесін пайдаланып, бұл металдың темір екенін анықтаймыз.

Жауабы : темір.

3-есеп. Массасы 420 г болатын қалайы мен қорғасын күймасының тығыздығы 9,6 г/см³. Қүймадагы қалайы мен қорғасының массаларын анықтаңдар.

Берілгені:

$$m = 420 \text{ г}$$

$$\rho_{\text{кз}} = 7,3 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{к}} = 11,3 \text{ г/см}^3$$

$$\rho = 9,6 \text{ г/см}^3$$

$$m_{\text{кз}} = ? \quad m_{\text{к}} = ?$$

Шешуі. Бұл есепті былай пайымдайық: қалайы мен қорғасын күймасының бірге алғандағы көлемі қалайы мен қорғасының жеке көлемдерінің қосындысына тең:

$$V = V_{\text{кз}} + V_{\text{к}}, \quad (1)$$

ал қалайы мен қорғасын күймасының бірге алғандағы массасы қалайы мен қорғасының жеке массаларының қосындысына тең:

$$m = m_{\text{кз}} + m_{\text{к}}. \quad (2)$$

Анықтама бойынша заттың тығыздығы $\rho = \frac{m}{V}$. Бұдан деңенің көлемін табамыз: $V = \frac{m}{\rho}$. Қалайы мен қорғасының көлемдері сәйкесінше

$$V_{\text{кз}} = \frac{m_{\text{кз}}}{\rho_{\text{кз}}} \text{ және } V_{\text{к}} = \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}}. \quad (2) \text{ формуладан } m_{\text{кз}} = m - m_{\text{к}}.$$

Бұл мәндерді (1) формулаға кояйық: $\frac{m}{\rho} = \frac{m - m_{\text{к}}}{\rho_{\text{кз}}} + \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}}$. Бір $m_{\text{к}}$ белгісізі бар тендеу алдық.

$$\text{Бұл тендеуден } m_{\text{к}} = m \frac{\frac{1}{\rho_{\text{кз}}} - \frac{1}{\rho}}{\frac{1}{\rho_{\text{кз}}} - \frac{1}{\rho_{\text{к}}}} = m \frac{\rho_{\text{к}}(\rho - \rho_{\text{кз}})}{\rho(\rho_{\text{к}} - \rho_{\text{кз}})} \approx 284 \text{ г.}$$

$$m_{\text{кз}} = m - m_{\text{к}} = 420 \text{ г} - 284 \text{ г} = 136 \text{ г.}$$

Жауабы : $m_{\text{к}} = 284 \text{ г}; m_{\text{кз}} = 136 \text{ г.}$



- 1 312 г болат білеушенің көлемін анықтаңдар.
- 2 Көлемі 25 см³ қорғасын цилиндрдің массасы қандай?
- 3 125 л белгісіз сүйкітың массасы 100 кг. Бұл қандай сүйкі?
- 4 Сынап толтырылған ыдыстың массасы 34 кг. ыдыстың көлемі қандай?
- 5 Болат табақтың өлшемдері 1,5 · 0,54 · 0,75 м. Оның массасы қандай?

- 6 Шелектерді мырышпен өндеу кезінде олардың ішкі және сыртқы жақтарын қалындыты 100 мкм мырыш қабатымен жабады. Егер өндеуге 1278 г мырыш жұмсалса, қанша шелек өнделген? Шелектің барлық бетінің ауданы 600 см².
- 7 Кварц кесегінде кішкене саф алтын бар. Кесектің массасы 100 г, ал орташа тығыздығы 8 г/см³. Кварц кесегіндегі алтынның массасын анықтаңдар. Кварцтың тығыздығы 2,65 г/см³.



3-зертханалық жұмыс

СҮЙЫҚТЫҢ ЖӘНЕ ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: иінді таразы және өлшеуіш цилиндр (мензурка) көмегімен заттың тығыздығын анықтауды үйрену.

Құрал-жабдықтар:

1. Өлшеуіш цилиндр (мензурка).
2. Химиялық стақан.
3. Жіп.
4. Жез, болат, алюминий цилиндрлер.
5. Дұрыс пішінді ағаш білеуше.
6. Иінді таразы және гірлер жиынтығы.

1-тапсырма. Эртүрлі қатты денелердің тығыздығын анықтау.

Жұмыс барысы:

1. Тепе-тендік қалпына келтіріп, таразыны дайындаңдар.
2. Таразы көмегімен әртүрлі денелерді (жез, болат, алюминий цилиндрлер) өлшеп, олардың массасын табыңдар.
3. Мензурканың бөлік құнын анықтаңдар.
4. Мензуркаға су құйып, оның V_1 көлемін өлшендер.
5. Жіптің көмегімен денені суға батырып, V_2 сүйық көлемін өлшендер.
6. Дененің көлемін анықтаңдар: $V = V_2 - V_1$.
7. Қарастырылатын дененің тығыздығын $\rho = \frac{m}{V}$ формуласы бойынша анықтаңдар.
8. Қатты заттар тығыздығының кестесі бойынша дене жасалған заттың тығыздығын табыңдар.
9. Өлшеулер және есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.
10. Заттың тығыздықтары бойынша салыстырмалы талдау жасандар.

Дене массасы, m , г	Көлемдері, V , см ³			Қатты дененің тығыздығы, ρ , г/см ³	Зат атауы
	Су көлемі, V_1	Дене мен судың коса алғандағы көлемі, V_2	Дене көлемі, $V_2 - V_1$		

2-тапсырма. Сүйықтың тығыздығын анықтау.

Жұмыс барысы:

1. Таразы көмегімен бос химиялық стақанның m , массасын анықтаңдар.
2. Мензуркаға аздаған сүйық (шамамен 50—60 г) құйып, оның көлемін анықтаңдар.
3. Бұл сүйықты химиялық стақанға құйып, сүйіғы бар стақанды өлшеп, массасын анықтаңдар.
4. Цилиндрдегі судың массасын $m = m_2 - m_1$ формуласы бойынша табыңдар.
5. Сүйықтың тығыздығын $\rho = \frac{m}{V}$ формуласы бойынша анықтаңдар.
6. Сүйықтың тығыздығы туралы қорытынды жасандар.

Дене массасы, m , г	Бос стақан массасы, m_1	Сүйық көлемі, V	Сүйықтың бар стақан массасы, m_2	Сүйықтың тығыздығы, ρ , г/см ³	Сүйық атауы

§ 13. Күш



Сендер



Тірек сөздер:

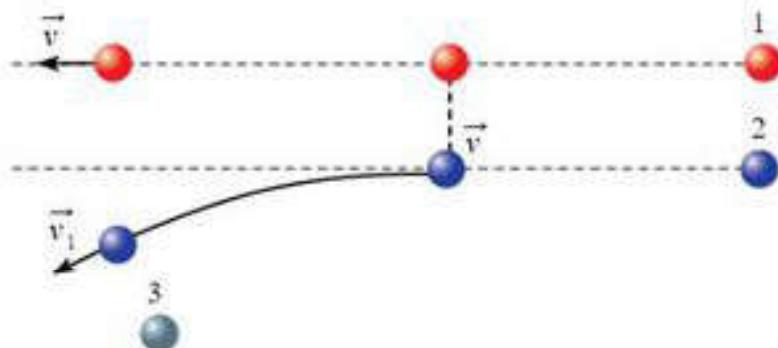
- ✓ **күш**
- ✓ **күш бірлігі — ньютон**

- күш денелердің өзара әрекеттесуінің өлшемі екенін;
- күш шамасымен, бағытымен және түсірілген нүктесімен сипатталатынын билетін боласындар.

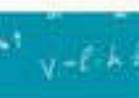
Инерция күбылсының карастыра отырып, дene өзінің жылдамдығын тек басқа денелердің әрекетінен өзгертетініне көз жеткіздік. Басқа дененің ықпалы артқан сайын бұл өзгеріс те көп болады. Сондыктан физикада денелердің бір-біріне әрекетінің шамасын сипаттайтын физикалық шаманы енгізу қажеттігі туындағы. Бұл шаманы **күш** деп атайды.

Тәжірибе жүргізейік. Массалары бірдей кішкене үш шар алайық. 1-шар мыстап, 2-шар болаттан жасалған, ал 3-шар магнитті болсын. Магнит шарды тегіс горизонталь үстел үстіне орналастырайық. Мыс шар мен болат шар бірқалышты және тузу сызықты \vec{v} жылдамдықпен козғалсын (3.16-сурет).

Егер магнитті шар болмаса, онда болат шар пунктірмен белгіленген траектория бойымен козғалар еді. Болат шар магнитті шарға жақындаған сайын траекториясын және қозғалыс жылдамдығын қандай да бір v_1 шамасына арттыратынын байқаймыз. Мұны оған магнитті шар тарарапынан күш әрекет етеді деп түсіндіре аламыз. Ал мыс шарға магнитті шар әрекет етпейтіндіктен, ол өзінің қозғалыс траекториясын өзгертпейді. Егер осы магнитті одан күштірек маг-



3.16-сурет



нитпен алмастырсак, онда ол болат шарды өзине күштірек тартып, оның жылдамдығы, мысалы, v_2 мәніне дейін (бірінші тәжірибедегі дәл сондай уақыт аралығында) артатын болады.

Демек, дененің баска денелермен өзара әрекеттесуі деңе жылдамдығының өзгеруіне әкеледі.

Сонымен, **күш — денелердің өзара әрекеттесуінің өлшемі**.

Оны F әрпімен белгілейді. Күш — векторлық шама, ейткені ол сандық мәнімен қатар өзінің әрекет ету бағытымен де сипатталады. Күшті *динамометр* деп аталатын құралмен өлшейді. Бұл құралдың құрылышы мен жұмыс істеу принципін § 15-та карастирамыз.

Өлшем бірліктердің Халықаралық жүйесінде күштің бірлігі ретінде **ньютон (Н)** қабылданған. Бұл өлшем бірлігі ағылшының ұлы физигі Исаак Ньютоның құрметіне ньютон деп аталған. Ньютоннан кіші және үлкен өлшем бірліктері де колданылады: **миллиニュトン (мН), килоニュトン (кН), мегаニュトン (МН)** және т.б.

Күштің нұскамамен көрсетеді, оның басы күштің түсірілу нүктесі, ал ұшы күштің әрекет ету бағытын сипаттайты (3.17-сурет). Кесіндінің ұзындығы шартты түрде қандай да бір масштабтағы күштің шамасын көрсетеді.

Күштің дененің қандай нүктесіне түсетінінің де мәні зор. Есікті топсасына жақын жерден итеріп ашу тұтқасын пайдалануға қараша киңінірақ екенін жақсы білесіндер. Сонымен қатар күштің әрекеті оның түскен нүктесіне, әрекет ету уақытына және ол әрекет ететін ауданға да байланысты болады.

Жоғарыда көлтірілген күштің аныктамасы бұл ұғымды жеткілікті түрде аша алмайды. Жоғары сыныптарда бұл ұғымды зерделеуге кайтадан оралатын боламыз.



1. Күш ұғымын енгізуіндің қажеттігі неліктен туындаады?
2. Күш дененің қозғалыс сипатына қалаң ықпал етеді?
3. Күштің қандай құралмен өлшейді?
4. Күштің өлшем бірлігі ретінде не қабылданған?
5. Денеге түсірілетін күш әрекетін сыйбада қалаң дұрыс көрсетуге болады?
6. Күштің векторлық шама екеніне мысал келтіріңдер.
7. Футбол добын соғу мезетінде және оны соққаннан кейінгі мезетте допқа не болады?



3.17-сурет

§ 14. Деформация



Тірек сөздер:

- ✓ деформация
- ✓ серпімді, пластикалық деформациялар



3.18-сурет



3.19-сурет

Сендер

- пластикалық және серпімді деформацияларды ажыратып, мысалдар келтіруді үйренесіңдер.



Егер денелердің өзара әрекеттесуі олардың жылдамдықтарының өзгерісіне әкелмесе, денелер деформацияланатын болады. Деформация — денелердің өзара әрекеттесуінің салдары. Өзара әрекеттесуші екі дененің жанасуы кезінде оларды құрайтын жеке бөліктері қозғалысқа келеді де, денелердің пішіні мен өлшемі өзгереді.

Күштің әрекетінен дененің өлшемдері мен пішінінің кез келген өзгерісі деформация деп аталады (лат. *деформация* — өзгеру).

Деформация денелердің өзара әрекеттесуі кезінде пайда болғандықтан, өзара әрекеттесетін екі дene де деформацияланады. Мысалы, екі допты бір-біріне түйістіріп қыссак, онда олардың біреуі ғана емес, екеуі де деформацияланады (3.18-сурет). Эспандерді созғанда эспандер ғана емес, адам қолының бұлышқеттері де деформацияланады (3.19-сурет).

Деформация серпімді және серпімсіз (пластикалық) болып бөлінеді (3.20-сурет).



Серпімді

Деформация



Серпімсіз

3.20-сурет

Күштің әрекеті тоқтағаннан кейін дененің бастапкы пішіні мен өлшемдері қайтадан қалпына келсе, мұндай деформация **серпімді** деп аталады.

Күштің әрекеті тоқтағаннан кейін дененің бастапкы пішіні мен өлшемдері қайтадан қалпына келмесе, мұндай деформация **пластикалық** деп аталады.

Көпірлерді, арқалықтарды, үйдің қабырғаларын, мәшине бөлшектерін жасайтын материалдардың серпімділік қасиеті жоғары болуы тиіс. Ал соғу, штамптау, жабыстыру, мүсіндеу процестеріне ұшырайтын материалдардың пластикалық қасиеттері болуы тиіс.

Кептеген материалдар өздерінің серпімділік қасиеттерін сыртқы жағдайға көзисті өзгертуіп отырады. Мысалы, қорғасын үй температурасында серпімді емес, ал -150°C -та серпімділік қасиет пайда болады.

Білесіңдер ме?

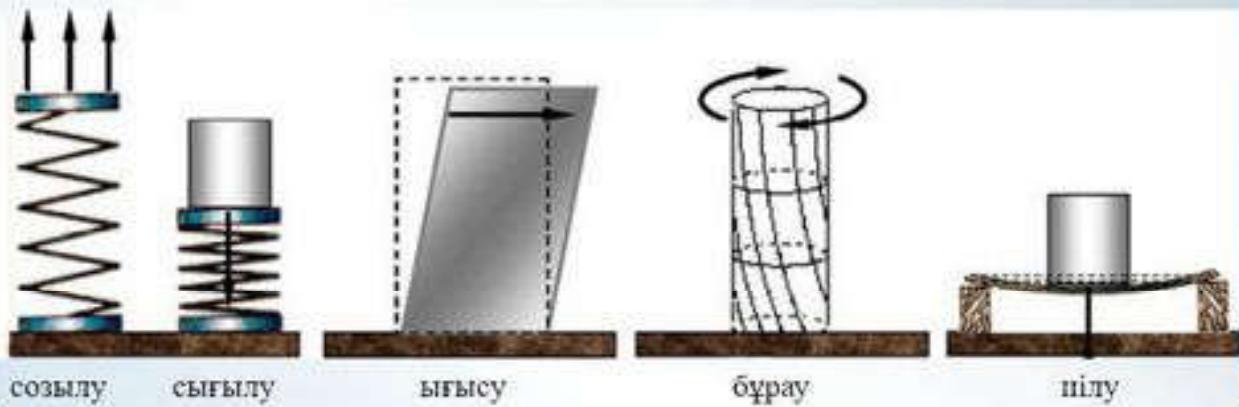
-196°C -ка дейін сұтылған ермексаз болады екен, ал үй температурасындағы балгамен ұсақ шегелерді қагуа ермексазбен, әрине, мұны істей алмаймыз.

Үй температурасында серпімділік қасиеті бар темірді 800°C -қа дейін қыздырғанда ол жұмсарып, пластикалық қасиетке не болады. Темірдің және басқа да металдардың бұл қасиетін металл бүйімдарын өндіу және өндіру кезінде пайдаланады.

Деформацияның сипаты күштің әрекет ету уақыты мен шамасына, зат материалының табигатына, оның температурасына және т.б. факторларға байланысты болады.

Мектептегі физика курсында, негізінен, серпімді деформацияны карастырамыз.

Серпімді деформацияның түрлері





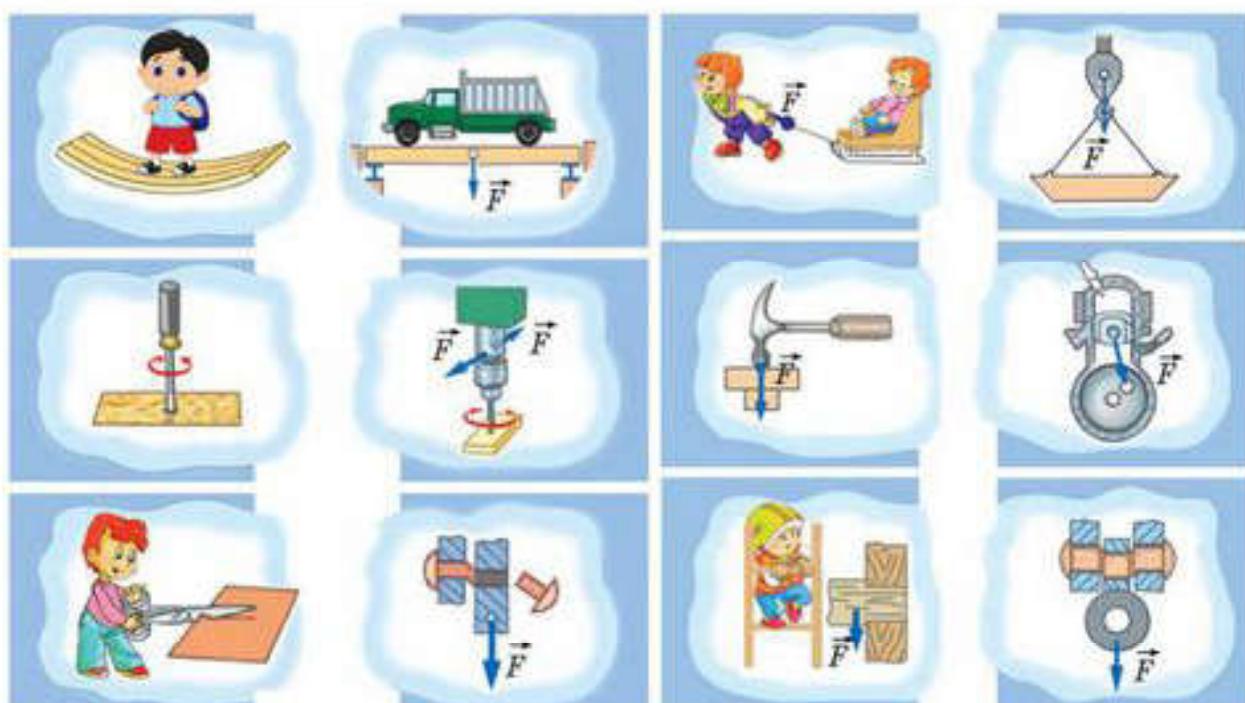
- ✓ Сыртқы күштердің әрекетінен резенке бағ, аға шары болат серінне, қорғасының жалтақ тілігі, сазбалишық кесегі қандай деформацияла ұшырайды?
- ✓ Деформацияның сипаты түсірілген күштің шамасына, оның әрекет ету уақытына, зат материалының табигатына байланыстырылығын дәлелдейтін мысалдар көлтіріңдер.
- ✓ Күнделікті өмірде созылу, сығыту, шілтү, ығысу деформацияларын қай жерден көргендерің туралы ойтанып көріңдер.



1. Денениң деформациясы деп нені айтады?
2. Денениң деформациясы қалай пайда болады?
3. Деформацияның қандай түрлерін білесіңдер?
4. Қандай деформация серпімді деп аталауды?
5. Қандай деформация пластикалық деп аталауды?
6. Серпімді денелерге және олардың техникада, құрылышта пайдаланылуына мысалдар көлтіріңдер.
7. Пластикалық денелерге және олардың техникада, құрылышта пайдаланылуына мысалдар көлтіріңдер.
8. Денелердің серпімділік қасиетін қалай өзгертуге болады? Мысал көлтіріңдер.



3.21-суретте деформацияның қандай түрлері көрсетілген?



3.21-сурет

§ 15. Серпімділік күші. Гук заңы



Сендер

- серпімділік күші деп қандай күшті айтатынын білестін боласындар;
- Гук заңының формуласы бойынша серпімділік күшін есептеуді үйренисіндер.

Сендер енді күштің әрекеті токтағаннан кейін дененің бастапқы пішіні мен өлшемдері қалпына келсе, онда серпімді деформация жүзеге асатынын білесіндер. Дененің деформациялануы нәтижесінде оны бастапқы күйіне қайтаруға бағытталған күш пайда болады. Бұл күшті $F_{\text{серп}}$ серпімділік күші деп атайды. Дене деформацияланған кездеңі барлық жағдайда серпімділік күші пайда болады. Сонымен, серпімділік күшінің ерекшелігіне оның әрқашан деформацияға қарама-қарсы жакқа бағытталуы жатады. Келесі тәжірибелі жасайык. Деформацияланған күйдегі ұзындығы l_0 серіппелі өзекке кайсыбір \vec{F} күшпен әрекет етсек, онда өзек Δl шамасына ұзарады ($\Delta l = l - l_0$ — дененің ұзаруы немесе ұзындығының өзгеруі). Өзекке бұл кезде $\vec{F}_{\text{серп}}$ күші әрекет етеді (3.22-сурет). Деформацияны екі есе арттырысак, өзек $2\Delta l$ шамасына ұзарады. Тәжірибелі жалғастыра отырып, серпімділік күші дененің деформациясына (ұзаруына) тұра пропорционал $\vec{F}_{\text{серп}} \sim \Delta l$ болатынына көз жеткіземіз.

Ағылшын ғалымы Роберт Гук серпімді денелердің қасиеттерін және $\vec{F}_{\text{серп}} \sim \Delta l$ байланысын эксперименттік жолмен тексерді. Ол дененің деформациялануы кезінде туындастырылған серпімділік күші дененің ұзаруына тұра пропорционал болатынын тағайындауды:



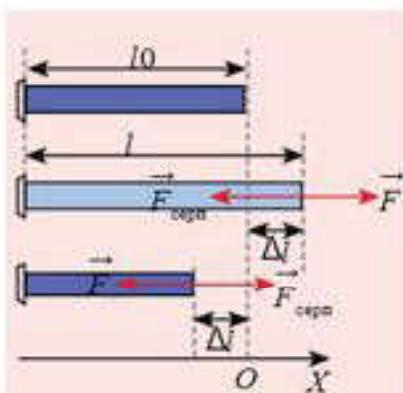
Тірек сөздер:

- ✓ серпімділік күші
- ✓ Гук заңы
- ✓ қатаңдық
- ✓ динамометр



Роберт Гук
(1635—1703)

Ағылшын физигі. Ол эксперименттік физиканың негізін қалаушылардың бірі болып табылады.



3.22-сурет

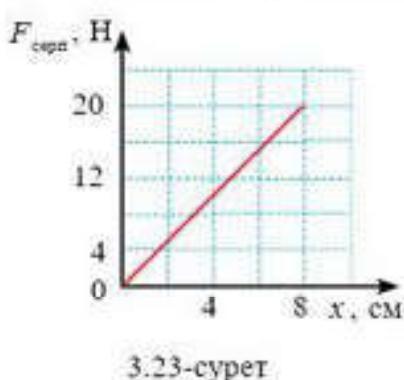
$$F_{\text{серп}} = -k \Delta l. \quad (15.1)$$

Бұл тендеу Гук заның өрнектейді.

Денениң Δ ұзаруын, әдетте, x әрпімен белгілейді, сондыктан серпімділік күшінің модулі былай жазылады:

$$F_{\text{серп}} = kx. \quad (15.2)$$

(15.1) және (15.2) формулалардағы k коэффициенті қатаңдық деп аталады. Ол денениң серпімділік касиетін сипаттайтын және деңесінде жасалған материалдың пішіні мен өлшемдеріне байланысты болады. Катаңдықтың өлшем бірлігі $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Эртүрлі материалдың серпімділігі түрліше болғандыктан, Гук заның барлық материалдарға қолдануға болмайды. Бұл зан серпімді деңелер үшін және деформация шамасы аз болғанда орындалады.



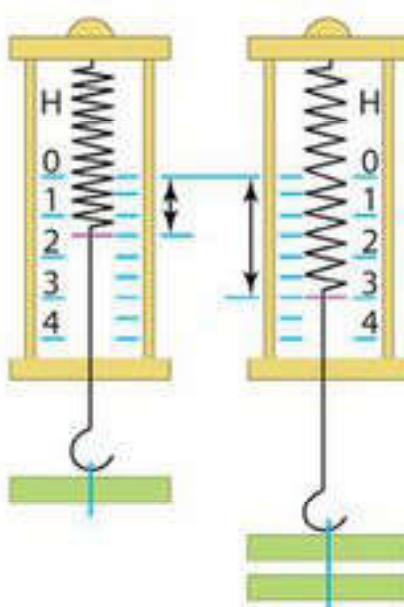
3.23-сурет

Роберт Гук эксперимент нәтижелерін ескеріп, серпімділік күшінің ұзару шамасына тәуелділігін күрді (3.23-сурет). Графиктен бұл тәуелділіктің сыйыкты екені байқалады. Серпімділік күшінің деформацияға сыйыктық тәуелділігін пайдаланып күшті өлшеуге арналған құрал жасауга болады.

Күшті өлшеуге арналған құралды динамометр деп атайды (грек. κυψωληευίσ), оның негізгі бөлігі — серіппе. Деформацияның нәтижесінде оның созылуы әрекет етуші күштің мәнін сипаттайтын.

Мектеп динамометрінің әрекет ету принципін карастырайық (3.24-сурет). Мектеп динамометрінің пластмассадан немесе ағаштан жасалған корпусына тілі және ілгіші бар болат серіппе бекітіледі. Серіппе — оның негізгі бөлігі.

Корпусына 0-ден 4 Н-ға дейінгі бөліктері бар шкала енгізілген. Төменгі бөлігіндегі динамометр тілі түсірілген күштің әрекетінен серіппенің ұзаруын көрсетеді. Көрсеткіш тілдің нөлдік белгісі созылмаған серіппе орына сәйкес келеді. Динамометрге 100 г, 200 г, 300 г және т.с.с. жүктерді іле отырып серіппенің ұзаруын өлшейміз. Серіппенің ұзаруы қанша есе артса, Гук занына сәйкес



3.24-сурет

серіппенің серпімділік күші де сонша есептесінде аталаады.

Динамометрде пайдаланылған серіппенің серпімділік қасиетіне байланысты түсірілген бір гана күштің әрекетінен серіппенің ұзаруы түрліше болады. Бұл өлшеуде шектері әртүрлі болатын динамометрлерді жасауда мүмкіндік тұтынады. Тарту күшін өлшеуде арналған тарту динамометрі сиякты бірнеше килонынан күштерді өлшеуде арналған динамометрлер бар (3.25-сурет). Мұнда қатандығы өте жоғары серіппелер пайдаланылады. 3.26-суретте өздерінің сыртқы түрі мен құрылымы жағынан ерекшеленетін қолдың бұлшық етінің күшін өлшеуде арналған динамометрлер (күшөлшеуіштер) көрсетілген. Олардың жұмыс істеу принципі серіппе деформациясының түсірілген күшке тәуелділігін пайдалануға арналған. Практикада синапты, гидравликалық, электр және т.б. динамометрлер қолданылады.



3.25-сурет



3.26 -сурет

1. Қандай күштер серпімділік күштері деп аталаады?
2. Серпімділік күштері қалай пайда болады?
3. Гүл заңын тұжырымдаңдар.
4. Қатаңдықтың физикалық мағынасы қандай?
5. Динамометр не үшін қолданылады?
6. Динамометрдің жұмыс істеу принципі қандай?
7. Мектеп динамометрінің құрылышы қандай?



Физика кабинетінде арқайсысының массасы 100 г болатын жүктер жиынтығы, ағаш тақтайшаға бекітілген серіппелер бар. Осы құралдарды градуирлендер. Ол үшін динамометр корпусына ақ қағаз жапсырып, оған серіппе созылмай түрғандағы серіппе тілінің көрсетуін белгілендер. Осыдан кейін серіппеге 1 Н күш түсіріп, көрсеткіштің жаңа орны белгіленеді және оның жанына 1 белгісі қойылады. Серіппеге 2 Н күш түсіріп, көрсеткіштің жаңа орнына 2 саны қойылады және т.с.с. 0 және 1; 1 және 2; 2 және 3; 3 және 4-белгілердің арасын бірдей он бөлікке бөліп, 0,1 Н-ға сәйкес келетін бөліктерді аламыз. Осылайша қолдан жасалған динамометрді мектеп динамометрімен салыстырындар.

Есеп шығару үлгісі



3.27-сурет

Есеп. Массасы 1,4 кг жүк серіппені 4 см-ге созады. Егер серіппеге тағы да массасы 2,45 кг жүк ілсек, серіппенің созылуы қандай болады?

Берілгені:

$$m_1 = 1,4 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2,45 \text{ кг}$$

$$x_1 = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$

$$x_2 = ?$$

Шешуі. Бұл жағдайды 3.27-суретте көрсетейік. Бірінші жүк серіппені соза отырып, серіпмілік күшін тудырады. Ал ол ауырлық күшін тенестіреді: $kx_1 = m_1 g$.

Екінші жүк ілінгеннен кейінгі тәп-тәндік $kx_2 = (m_1 + m_2)g$.

Екінші тәндеуді біріншіге бөлсек, $\frac{x_2}{x_1} = \frac{m_1 + m_2}{m_1}$.

$$\text{Бұдан } x_2 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} x_1.$$

Шамалардың сан мәндерін орнына қойсак, $x_2 = 11 \text{ см}$.

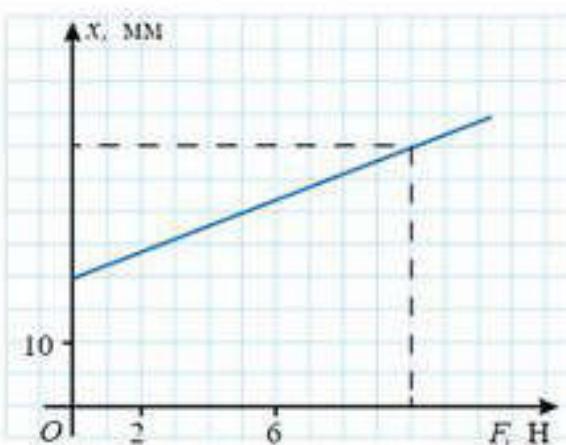
Жауабы : $x_2 = 11 \text{ см}$.



- 1 Графикті пайдаланып серіппенің қатандығын анықтаңдар (3.28-сурет).
- 2 Қатандығы 1 кН/м серіппе қандай күштің әрекетінен 4 см созылады?
- 3 3 Н күштің әрекетінен 6 см-ге созылған серіппенің қатандығын табыңдар.
- 4 Егер массасы 10 кг жүк серіппені 10 см-ге созса, онда серіппенің қатандығы қандай болғаны?
- 5 Қатандығы 1,2 кН/м серіппені 20 см-ге созу үшін оған қандай жүк ілу керек?
- 6 Массасы 3 кг жүк серіппені 4 см-ге созады. Серіппені тағы да 8 см-ге созатын жүктің массасы қандай болуы тиіс?
- 7 Серіппелі динамометр көмегімен массасы $m = 2 \text{ кг}$ жүкті бірқалыпты көтергендеңі динамометр серіппесінің үзару модулі неге тең? Серіппенің қатандығы $k = 1000 \text{ Н/м}$.
- 8 Қатандығы 300 Н/м серіппе 50 мм-ге үзарды. Бұл деформацияны тудыруға қабілетті жүктің массасы қандай?

- 9 Егер серіппеге массасы 3 кг жүк ілсек, ол 1,5 см-ге созылады. Егер оған тағы да массасы 4 кг жүк ілсек, серіппенің үзаруы қандай болады?

- 10 Серіппеге массасы 20 кг жүк ілгенде серіппенің үзындығы 12 см болды. Егер массасы 50 кг жүк ілсек, онда серіппенің үзаруы 15 см-ді көрсетеді. Серіппенің бастапқы үзындығы қандай?



3.28-сурет



4-зертханалық жұмыс

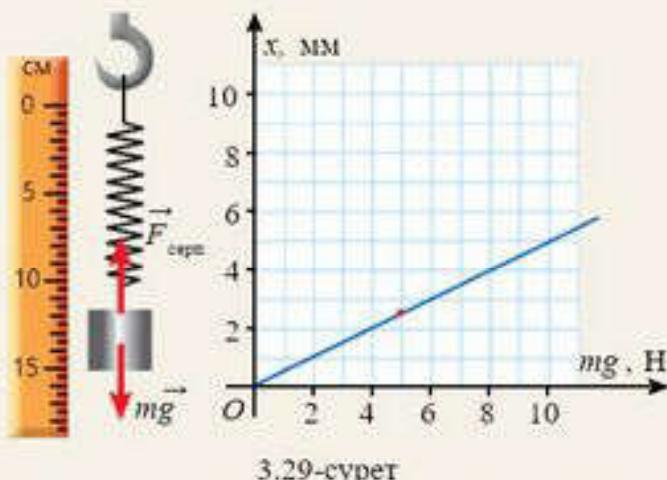
СЕРІППЕНІҢ ҚАТАНДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: берілген серіппе үшін Гук заңының дұрыстығын тексеру. Серіппе қатандығын анықтау.

- Құрал-жабдықтар:**
- 1) арқайсысы 100 г болатын жүктер жиынтығы;
 - 2) миллиметрлік бөліктөрі бар сыйзыш;
 - 3) мұфтасы және табаны бар штатив;
 - 4) серіппе.

Жұмыс барысы:

1. Штативке серіппенің бір жағын бекітіндер. Серіппенің екінші жағында тілі мен ілгегі бар (3.29-сурет).
2. Серіппемен қатарластырып немесе оның артына миллиметрлік бөліктөрі бар сыйзыш қойып бекітіндер.
3. Серіппенің тіліне тұстас келетін етіп сыйзышқа белгі қойындар және оған сәйкес мәнді жазып алындар.
4. Серіппеге массасы белгілі жүк іліндер және серіппенің ұзаруын елшендер.
5. Біріншіге екінші, үшінші және т.с.с. жүктерді қосып, әр жолы серіппенің x ұзаруын жазып отырындар. Өлшеудер нәтижесі бойынша кестені толтырындар.



3.29-сурет

Тәжірибе реті	m , кг	mg , Н	x , м
1	0,1		
2	0,2		
3	0,3		

6. x және F осытерін сыйзындар. Оған эксперимент нәтижесінде алынған нүктелерді салындар.
7. Берілген серіппе үшін Гук заңының дұрыстығын бағалаңдар: тәжірибе нәтижесінде алынған нүктелер бір түзудің бойында жата ма?
8. Өлшеудер нәтижесі бойынша серпімділік күшінің ұзаруға тауелділік графигін салындар және оны пайдаланып серіппе қатандығының $k_{\text{орт}}$ орташа мәнін анықтаңдар. **Ескерту:** тәжірибе нәтижелері бойынша графикті тұрғызғанда эксперименттік нүктелер $F_{\text{серп}} = kx$ формуласына сәйкес келетін түзудің бойында жатпауы мүмкін. Бұл өлшеуден туындастырылғанда қателікке байланысты болады. Бұл жағдайда графикті түзудің екі жағындағы нүктелердің саны шамамен бірдей болатындей етіп жүргізу керек. Графикті тұрғызғаннан кейін түзудің бойынан, графиктің ортағы бөлігінен нүкте алындар. Нүктеге сәйкес келетін серпімділік күшінің мәні мен ұзаруды анықтаңдар. k қатандықты есептөндөр. Ол серіппе қатандығының ізделіндегі $k_{\text{орт}}$ орташа мәні болады.
9. Өлшеудің ең үлкен абсолют қателігін $\Delta k = \frac{a - b}{2n}$ формуласы бойынша есептөндөр. Осы формуладағы $\frac{a - b}{n}$ шамасы — бөлік құны, мұндағы a және b — қатар жатқан екі сан, n — осы екі санның арасындағы бөлік саны.
10. Өлшеу нәтижесі, әдетте, $k = k_{\text{орт}} \pm \Delta k$ түрінде жазылады, мұндағы Δk — өлшеудің ең үлкен абсолют қателігі.
11. Жұмыс нәтижесі бойынша корытынды жасаңдар.

§ 16. Тартылыс күбылсы. Ауырлық күші



Тірек сөздер:

- ✓ гравитациялық өзара әрекеттесу
- ✓ Бүкіләлемдік тартылыс күші
- ✓ ауырлық күші



Исаак Ньютон
(1643—1727)

Ағылшын физигі, математигі, механигі, астрономы, классикалық физиканың негізін қалғаушы. Ньютон өзінің “Табиги философияның математикалық бастиналары” атты еңбегінде Бүкіләлемдік тартылыс заңын және механиканың үй заңын тұжырымдады, аспан денелері қозғалысының теориясын жасап, аспан механикасының негізін құрды.

Сендер

- қандай күшті ауырлық күші деп айтатынын билетін боласындар;
- Бүкіләлемдік тартылыс заңымен танысадындар.



Денелердің ерекше қасиеттерінің біріне олардың бірін-бірі тіпті алыс қашықтықтан да тартуы жатады. Жердегі, ғарыштық кеңістіктегі барлық денелер бір-біріне тартылады. Күн жүйесінің планеталары Күнге тартылады, сонымен қатар олар да Күнді тартады және бір-біріне тартылады. Мұнданың өзара әрекеттесу гравитациялық өзара әрекеттесу (лат. *gravitas* — ауырлық) деп аталады.

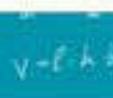
Ұлы ағылшын физигі Исаак Ньютон гравитациялық өзара әрекеттесуді зерттей отырып 1666 жылы Бүкіләлемдік тартылыс заңын ашты және ол былай тұжырымдалады:

Бүкіләлемдік тартылыс күші өзара әрекеттесетін денелердің массаларына тұра пропорционал және арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad (16.1)$$

Мұндағы m_1 , m_2 — әрекеттесетін денелердің массасы, R — олардың арақашықтығы, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ — гравитациялық тұракты. Оның мәнін алғаш рет 1798 жылы ағылшын физигі Генри Кавендиш өлшеген.

Бүкіләлемдік тартылыс заңына сәйкес өзара әрекеттесетін денелердің массалары неғұрлым үлкен болса, олардың арасындағы тартылыс күші де соғұрлым көп және көрісінше болады. Массалары кішірек дене-

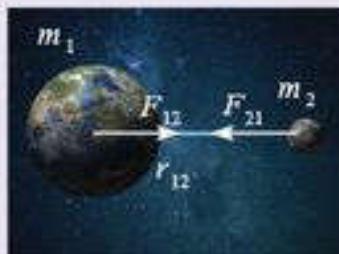


лер өзіне басқа денелерді әлсіз тартқандықтан, ол күш байқалмайды. Денелердің арасындағы тартылыс күші олардың арақашыктығы арткан сайын азая бастайды.

Астрономиялық масштабтағы денелердің арасындағы тартылыс күші орасан зор. Өйткені олар бізден де, біздің көршаган денелерден де миллиондаған және миллиардтаған есес артық. Мысалы: Жердің массасы $6 \cdot 10^{24}$ кг, Айдың массасы $7 \cdot 10^{22}$ кг, ал Жерден Айга дейінгі кашыктық шамамен 384 000 км. Массалары орасан зор болғандықтан, олардың арасындағы тартылыс күші $2 \cdot 10^{20}$ Н-ды құрайды.

Білесіңдер ме?

Жер мен Айның өзара тартылысы судың тасуы мен қайтуын тудырады. Мұхиттар мен теніздерде тәулігіне екі рет судың орасан зор массалары бірнеше метрге дейін көтеріледі. Ашық мұхитта су 1 м-ге дейін, ал Атлант мұхитындағы Фанди шығанағының жағалауында 18 м-ге дейін көтеріледі.



Ауырлық күші. Жердің денелерді өзіне тарту күшін ауырлық күші (F_g) деп атайды. Ол әрқашан Жер центріне карай вертикаль тәмен бағытталған.

Көптеген тәжірибелер ауырлық күшінің діне массасына тұра пропорционалдығын анықтады. Мысалы, егер динамометр ілгегіне кезекпен m , $2m$, $3m$ денелерді ілпіп, оның көрсетуін белгілең отыrsa, онда $F_g \sim m$ болатынына көз жеткізуге болады.

Бұл қатынасты теңдік түрінде жазайық. Ол үшін пропорционалдық коэффициент енгізейік, оны g әрпімен белгілейік. Онда ауырлық күшін анықтауда арналған формуланы

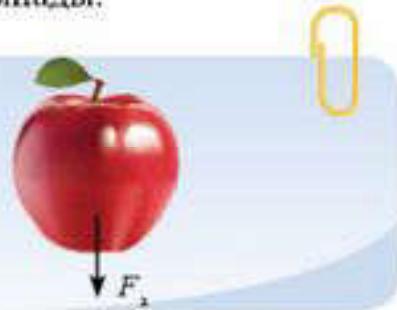
$$F_g = mg$$

түрінде жазуға болады. Жер бетінде g коэффициентінің мәні шамамен **9,8 Н/кг**. Мұндай коэффициент, расында да, бар және оны **еркін тұсу үдеуі** деп атайды. 9,8 Н/кг шамасы Жердің 1 кг денені өзіне 9,8 Н күшпен тартатынын көрсетеді. Еркін тұсу үдеуі де векторлық шама болып табылады, ол да ауырлық күші сияқты Жер центріне карай бағытталған.

Еркін тұсу үдеуі білктікке қатысты азяды және тұрган орынның географиялық ендігіне тәуелді. Практикалық есептеулер жүргізгенде бұл шаманың орташа 9,8 Н/кг-та тен мәні алынады.

Жердегі еркін тұсу үдеуінің кейбір мәндері:

1. Солтүстік полюсте $g = 9,832$ Н/кг.
2. Экваторда $g = 9,780$ Н/кг.
3. 45° ендікте $g = 9,806$ Н/кг.
4. Теніз деңгейінде $g = 9,8066$ Н/кг.
5. Хан Тәңірі шынында $g = 9,78$ Н/кг.



Ауырлық күші, демек, еркін тұсу үдеуі де аспан денелерінде түрліше болады. Мысалы, Жер өзіне массасы 1 кг денені 9,8 Н, Ай 1,62 Н күшпен тартады. Айдағы $g_{\text{Ай}} = 1,6 \text{ Н/кг}$, Айдағы тартылыс Жердегіден 6 есе аз.

Күн жүйесі планеталарындағы еркін тұсу үдеуінің мәндері:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Меркурийде $g = 3,7 \text{ Н/кг}$. | 5. Сатурнда $g = 11,3 \text{ Н/кг}$. |
| 2. Шолпанда $g = 8,9 \text{ Н/кг}$. | 6. Уранда $g = 9 \text{ Н/кг}$. |
| 3. Марста $g = 3,7 \text{ Н/кг}$. | 7. Нептунда $g = 11,6 \text{ Н/кг}$. |
| 4. Юпитерде $g = 25,8 \text{ Н/кг}$. | |



1. Гравитациялық деп қандай күшті айтады? Бұл күштің пайдасы болуының себебі неде?
2. Сендер өздеріңді қоршаған денелердің арасындағы тартылысты байқайсыңдар ма? Неліктен?
3. Бүкілалемдік тартылыс заңы нені тұжырымдайды?
4. Ауырлық күші деп қандай күшті айтады?
5. Ауырлық күшінің пайдасы болу себебі неде?
6. Басқа планеталарда ауырлық күші бар ма? Жауаптарыңды негіздеңдер.



Кішкене шар алып, оны жілке іліндер. Жілтің көмегімен шарды көтеріндер. Шар тербелісін тоқтатқаннан кейін оны бос қоя беріндер. Шардың құлауын бақыландар. Мына сұрақтарға жауап беріндер:

- Неліктен шар жілті созып тартады?
- Шар қай бағытта құлайды?



1. Ай бетінде өздігінен жүретін аппараттың массасы 840 кг. Осы аппаратқа Жерде және Айда қандай ауырлық күші әрекет етеді?
2. Автоматтық стансы Жерді айнала қозғалады. Автоматтық стансыға сөре алаңында және орбитада әрекет ететін ауырлық күштері бірдей ме?
3. Ғарышкерлер қайсыбір планетада болып, онда дененің массасы мен оған әрекет ететін ауырлық күшін өлшеді. Өлшеу нәтижелері 1,5 кг және 16,95 Н.

Ғарышкерлер қандай планетада болып қайтқан?

4. Суы бар ыдысқа әрекет ететін ауырлық күші 24,5 Н. Бос ыдыстың массасы 500 г. Ыдыстағы судың көлемі қандай?
5. Массасы 800 г шайнекке 3 л су құйылды. Шайнектегі су қайнап, оның бір белігі булаңып кетті. Егер қалған суымен шайнекке әрекет ететін ауырлық күші 34,3 Н болса, онда булаңып кеткен судың массасы қандай?

§ 17. Денениң салмағы



Сендер

- салмақ пен ауырлық күші ұғымдары арасындағы айырмашылықты билетін боласындар;
- денениң қандай күйі салмақсыздық деп атала-тынын түсіндіре алатын боласындар.

Күнделікті өмірде “денениң салмағы” ұғымы жиі пайдаланылады. Физикада бұл ұғым нені білдіреді?

Горизонталь тіректе орналасқан дene тірекпен өзара әрекеттеседі. Бұл әрекеттесуден модулі бойынша тең және қарама-карсы бағытталған жұп күш пайда болады (3.30-сурет). Бұл күштер бір түзудің бойымен әрекет етеді және олардың бірі денеге, ал екіншісі тірекке түсіріледі. Бұл күштер ауырлық күшінің әрекетінен пайда болады. Жіпке ілінген денеге әрекет ететін ауырлық күші де күштер жұбын туғызады. Бұл күштердің бірі дene тарапынан жіпке, ал екіншісі жіп тарапынан денеге әрекет етеді (3.31-сурет).

Жердің озіне тартуы салдарынан денениң горизонталь тірекке немесе вертикаль аспана түсіретін күшін денениң салмағы деп атайды. Денениң салмағын \vec{P} әрпімен белгілеу кабылданған. Кез келген басқа күш сияқты салмақта ньютономен (N) өлшенеді.

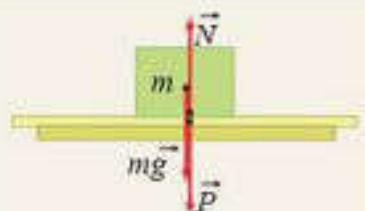
Тіректің денеге әрекет ететін серпімділік күшін тіректің реакция күші деп атайды. Тіректің реакция күшін \vec{N} әрпімен белгілеу кабылданған. Тіректің реакция күші де ньютономен (N) өлшенеді.

Денеге өзі ілінген жіп тарапынан әрекет ететін серпімділік күшті жіптің керілу күші

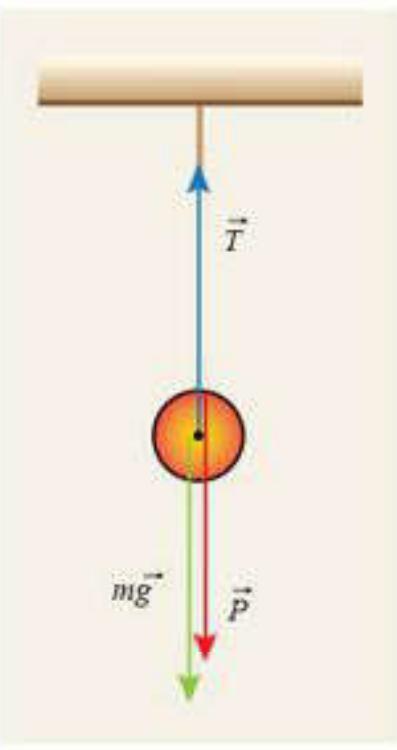


Тірек сөздер:

- ✓ **денениң салмағы**
- ✓ **тіректің реакция күші**
- ✓ **салмақсыздық**



3.30-сурет



3.31-сурет

деп атайды. Жілтін керілу күшін \vec{F} әрпімен белгілейді. Ол да ньютонымен (Н) өлшеменде.

Мұндай өзара әрекеттесу кезінде денелерде не байқалуы мүмкін?

Тіректе орналаскан дене Жерге тартылуы салдарынан өзі орналаскан тіректі деформациялады. Деформациялану кезінде дененің төмен қарай қозғалуына мүмкіндік бермейтін серпімділік күші пайда болады, яғни тірек тарапынан қарастырылып отырған денеге тік жоғары қарай бағытталған күш әрекет етеді. Бұл тіректің реакция күші болып табылады. Тіректің реакция күші мен керілу күші деформациялану кезінде туындастырылған, олардың табиғатын электромагниттік деп айта аламыз.

Дене горизонталь тірек үстінде тыныштық қалпын сактаған жағдайда тіректің реакция күші сан мәні жағынан денеге әрекет ететін ауырлық күшіне тең (3.31-сурет):

$$mg = N.$$

Сонымен қатар дененің тірекпен өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын тіректің реакция күші дененің салмағына тең:

$$P = N = mg.$$



Назар аударамыз!

Дененің салмағы мен ауырлық күшін шатастыруға болмайды. Ауырлық күші дененің Жермен өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады, яғни \vec{F}_g ауырлық күші әркашан денеге әрекет етеді. Салмақ тірекке немесе аспана түсіріледі, яғни дененің \vec{P} салмағы тірекке немесе аспана әрекет етеді.

Дене салмағының тұрақты мәні жоқ. Ол дененің қандай жағдайда болуына байланысты өзгерे алады.

Егер дене ауырлық күшінің әрекет ету бағытында тірекпен қоса біркальысыз қозғалса, салмақ пен ауырлық күшінің арасындағы аракатынас өзгереді. Бұл жағдайда дененің салмағы ауырлық күшінен кеп те, аз да болуы мүмкін. Мысалы, ғарыш кемесін орбитаға шығаратын зымырандардың жер бетінен көтерілуі кезінде ғарышкерлер асқын салмаққа ұшырайды, яғни олардың салмақтары артады.

Білесіңдер ме?

Ғарышкерлер центрофута деп аталатын арнайы жаттықтырғыштарда дайындалады. Оның көметімен ғарыш кемесінің Жер бетінен көтерілуі кезінде пайда болатын және одан да артық асқын салмақ тұгызылады. Жаттықкан адам өз салмағының 5—7 есе артуына дейін шыдай алады.



Жерге конуға бет алған ғарыш кемесінің тәжелуі кезінде ғарышкерлердің салмағы азаяды. Адамдар, мысалы, лифтімен көтеріле бастаған сәтте асқын салмақты сезінсе, ал лифтімен төмен түсे бастаған сәтте немесе автомобильмен дөнес көпірдің ортаңғы бөлігінен еткенде салмақ азаяды.

Денелердің еркін түсінін ерекше манызы бар. Денениң салмағы нөлге тең болған күйі **салмақсыздық** деп аталады. Салмақсыздық жағдайында дене тіреуді қысып баспайды және оған тіректің реакция күші әрекет етпейді. Денеге тек ауырлық күші әрекет етеді.

Жерді айнала ұшқан ғарыш кемесіндегі ғарышкерлер салмақсыздық күйін кешеді. Салмақсыздық күйін қыска уақыт аралығында болса да суга секіру мұнарасынан секірген жүзгіш, ұшактан секіргеннен кейінгі мезетте парашютші, трамплиннен секірген спортшы салмақсыздық күйін сезіне алады.



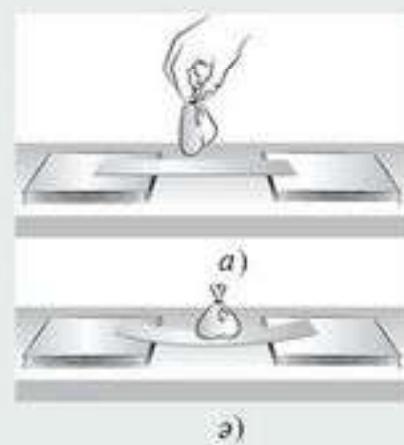
1. Денениң салмағы дегеніміз не?
2. "Денениң салмағы" және "ауырлық күші" ұғымдарының арасындағы айырмашылық неде?
3. Ауырлық күші денениң салмағына тең болуы мүмкін бе?
4. Тіректің реакция күші деп қандай күшті айтады?
5. Тіректің реакция күші, жіптің керілу күші және денениң салмағы қалай пайда болады? Түсіндіріңдер.
6. Салмақсыздық деп қандай күйді айтады? Мысал келтіріңдер.



Қатырма қағаз және сусыналы заты (күм, тұз, жарма және т.б.) бар кішкене дорбаша алындар.

Қатырма қағазды, 3.32, а-суретте көрсетілгендей, екі тіреуіштің үстіне қойындар. Қатырма қағаздың ортасына дорбашаны орналастырындар. Қатырма қағаз бен дорбаша пішінінің өзгеруіне назар аударындар (3.32, ә-сурет). Мына сұрақтарға жауап беріндер:

- Қатырма қағаз бен дорбашаның әрекеттесуі нәтижесінде қандай құбылыс байқалады?
- Олардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде қандай күштер пайда болды және ол күштер қандай денелерге түсірілген?



3.32-сурет

Есеп шығару үлгісі

Есеп. Массасы 500 г, көлемі 12 л, ернеуіне дейін сұға толтырылған болат шелектің тірекке түсіретін қысым күшін анықтандар.

Берілгені:	ХБЖ
$m_1 = 500$ г	0,5 кг
$V_2 = 12$ л	$12 \cdot 10^{-3}$ м ³
$\rho_1 = 7800$ кг/м ³	
$\rho_2 = 1000$ кг/м ³	
$g = 10$ Н/кг	
$P = ?$	

Шешуі. Су толы шелектің тірекке түсіретін қысып басатын күші оған әрекет ететін ауырлық күшіне тең, өйткені шелек ернеуіне дейін сұға толтырылған. Ол тегіс жерге орналаскан деп есептейміз. Ауырлық күші шелектің өзіне $F_{a1} = m_1 g$ және шелекке құйылған сұға әрекет ететін $F_{a2} = m_2 g = \rho_2 V_2 g$ ауырлық күштерінің косындысына тең: $F_a = m_1 g + \rho_2 V_2 g$.

Сан мәндерін қояйық:

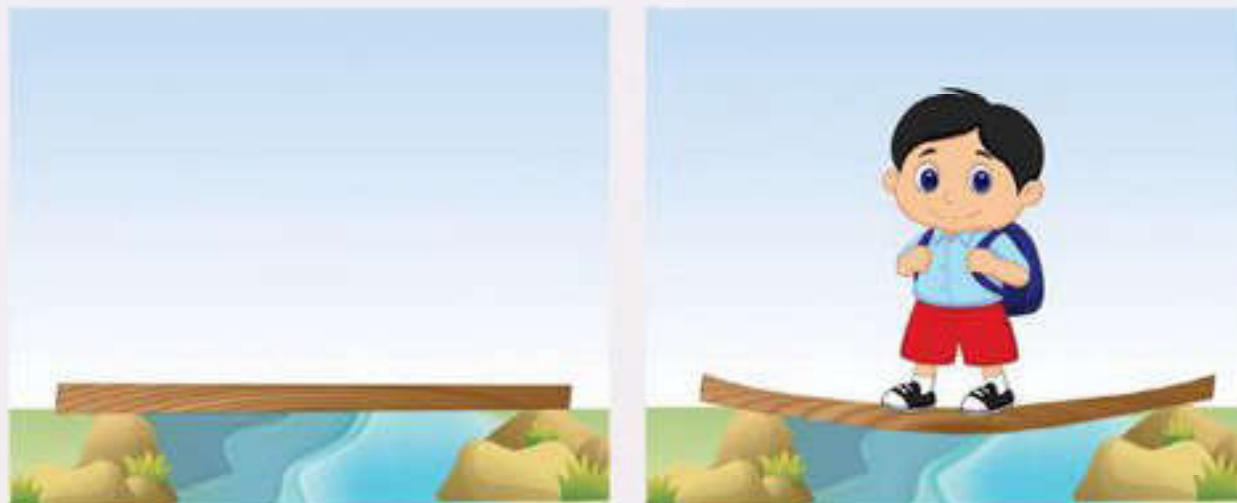
$$F_a = 0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} + 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 122,5 \text{ Н},$$

ал $F_a = P$, $P = 122,5$ Н.

Жауабы : $P = 122,5$ Н.



■ Бұлақ арқылы өту үшін женіл әрі берік тақтай тасталған (3.33-сурет). Егер оның устіне бала шығып тұрса, тақтайда қандай өзгеріс болады? Қандай күштер пайда болады?



3.33-сурет



§ 18. Үйкеліс күші



Сендер

- тыныштық, домалау және сырғанау үйкелістері туралы білетін боласындар;
- үйкеліс күшінің пайдасы мен зиянына мысалдар көлтіруді үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ үйкеліс күші
- ✓ тыныштық, домалау, сырғанау үйкелістері
- ✓ үйкеліс коэффициенті
- ✓ Кулон — Амонтон заңы

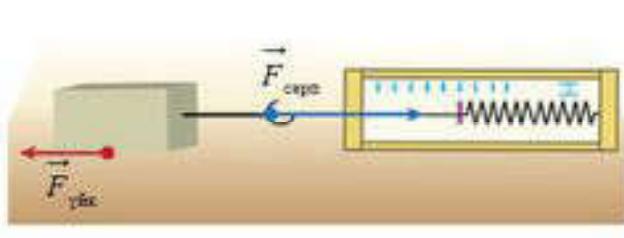
Үйкеліс күші дегеніміз не екенін түсіну үшін бірнеше тәжірибе карастырып керейік.

1-тәжірибе. Горизонталь орналаскан ағаш үстел үстіне ағаш білеуші қойып, оған динамометр бекітеміз. Динамометрге күш түсіріп тартайық. Динамометр көрсеткіші білеушеге \vec{F} күш түсірілгенін көрсетеді және бұл көрсеткіш те түсірілген күш арқан сайын арта бастайды. \vec{F} күшінің артуына қарамастан, білеуше кайсыбір уақыт бойы тыныштықта қалады. Демек, білеуше мен үстел арасында динамометр тарапынан әрекет ететін \vec{F} күшке қарама-қарсы бағытталған қандай да бір күш пайда болады деп үйгіруға болады. Бұл күшті **тыныштық үйкеліс күші** деп атаған (3.34-сурет).

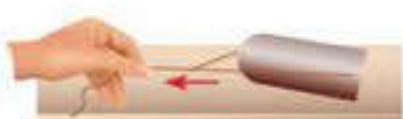
2-тәжірибе. Енді динамометр тарапынан әрекет ететін күшті әрі қарай арттырайық. Бір мезетте білеуше орнынан қозғалып, қайсыбір \vec{F} тұракты күштің әрекетінен бірқалыпты қозғала бастайды. Білеуше қозғалысының бірқалыптылығы оның қозғалысына кедергі жасайтын күштің бар болуын білдіреді. Ол модулі бойынша \vec{F} күшіне тең және оған қарама-қарсы бағытталған (3.34-сурет), ейткені бірқалыпты қозғалыс теңәрекетті күш нөлге тең жағдайында мүмкін болады.

Бұл күшті **сырғанау үйкеліс күші** деп атайды және $\vec{F}_{\text{ык}}$ әрпімен белгілейді.

Бір деңе екінші деңенің бетімен қозғалған кезде пайда болатын және деңенің қозғалыс бағытына қарама-қарсы бағытталған күшті **сырғанау үйкеліс күші деп атайды.**



3.34-сурет



a)

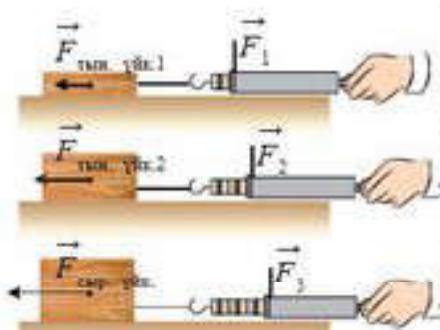


b)

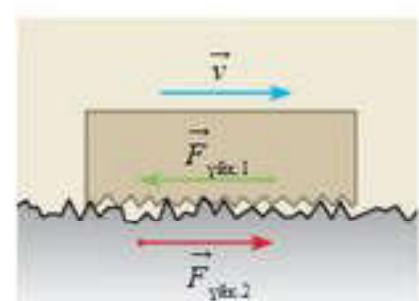
3.35-сурет



3.36-сурет



3.37-сурет



3.38-сурет

3-тәжірибе. Горизонталь үстел үстіндегі екі ағаш цилиндрді бірдей жылдамдықпен, бірақ бірін сырғанатып (3.35, а-сурет), екіншісін домалатайық (3.35, ә-сурет).

Эксперимент цилиндрді сырғанатуға карағанда домалатуға азырак күш түсірілетінін көрсетеді. Себебі жанасатын беттер арасындағы кедір-бұдыр азаяды. Денелердің домалауы кезінде пайда болатын үйкеліс күшін домалау **үйкеліс күші** деп атайды.

Бұл тәжірибелерден үйкелістің үш түрі бар екенин аныктадық: **тыныштық үйкелісі, сырғанау үйкелісі, домалау үйкелісі**.

4-тәжірибе. Тәжірибемізді жалғастырайық және үйкеліс күшінің қандай шамаларға тәуелді екенин аныктайық. Ағаш білеушені үстел үстіне аудандары әртүрлі жактарымен койып (3.36-сурет), динамометрдің көмегімен бірқалышты және түзусызықты қозғалтайық (3.37-сурет). Бұл кезде біз үйкеліс күшінің өзгермей калатынын, яғни үйкеліс күші жанасатын беттердің аудандарына тәуелсіз екенин байқаймыз.

Егер жанасатын беттер жаксы өндөлген болса, онда үйкеліс күші кеміді, өйткені бұл кезде беттердегі кедір-бұдырлардың өлшемдері кішірейеді (3.38-сурет).

Сырғанау үйкеліс күші жанасатын беттердің сапасына ғана емес, олардың материалына да байланысты. Тәжірибелер білеушенің шыны беттің үстімен сырғанағандагы үйкеліс күші ағаш бетімен сырғанауы кезіндеғі караганда аз болатынын көрсетеді.

5-тәжірибе. Егер денені бетке көбірек күшпен қыссак, онда жанасатын беттердің кедір-бұдырлары арасындағы ілінісу артады, ал бұл үйкеліс күшінің артуына әкеледі. Мұны тәжірибе жолымен оңай дәлелдеуге болады: білеушенің массасын арттырысак, динамометрдің көрсетуі, яғни үйкеліс күші артады (3.37-сурет).



Денениң өзі жанасатын бетке перпендикуляр бағытта әрекет ететін күшін *нормаль қысым* күші деп атайды. Оны \vec{N} әрпімен белгілейді. Дене горизонталь беттен қозгалғанда, біздің тәжірибедегі білеуші сияқты, нормаль қысым күшінің мәні денениң P салмағына тең болады.

Майланаған қатты денелер беттері арасында **құрғак үйкеліс** пайда болады.

Құрғак үйкеліс күшін зерттеумен француз физиктері Шарль Огюстен Кулон және Гийом Амонтон айналысқан болатын. Олар эксперименттік жолмен құрғак үйкеліс заңдарын тұжырымдады.

Құрғак үйкеліс заңдары

1. Максиматтық үйкеліс күші сырғанау үйкеліс күшіне тең.
2. Үйкеліс күші жанасатын беттердің ауданына тәуелді емес.
3. Сырганау үйкеліс күші нормаль қысым күшіне тұра пропорционал:

$$F_e = \mu N, \quad (18.1)$$

мұндагы μ — сырғанау үйкеліс **коэффициенті** деп атаптаптын пропорционалдық коэффициент. Сырганау үйкеліс коэффициенті жанасатын беттер материалының тегіне, олардың өздегу сапасына және т.б. байланысты болады. (18.1) формула **Кулон—Амонтон** заңы деп аталаады.

Кез келген физикалық құбылыс сияқты үйкеліс пайдалы да, зиянды да болуы мүмкін. Үйкеліс зиянды болғанда оны азайтуға тырысады. Мысалы, үйкеліс есебінен тетіктердің қозгалатын бөліктегі кызды әрі тозады. Ол үшін жанасатын беттердің арасы майланаады, магнит және ауа жастықтарын қолданады, сырғанау үйкелісін домалау үйкелісіне алмастырады, ол үшін роликті және шарикті подшипниктерді, донгалактарды пайдаланады.

Үйкеліс пайдалы болғанда оны арттыруға тырысады. Үйкеліс болмаса, адамдар да, мәшинелер да жер бетімен қозғала алмаган болар еді. Жалтыр мұз бетіне қарағанда асфальтпен жүру әлдеқайда женил екенін өздерін де білесіндер. Сондыктан көктайғанда жолдарға күм төсөледі; адамдар бұдырлы аяккімдер киеді; мәшинелерде бұртабанды донгалактар қолданылады; үйкеліс коэффициенті жоғары, мысалы, резинкеден жасалған материалдар пайдаланылады.

 Табигатта сұйық пен газдың жанасатын қабаттары арасына тұндаштың сұйық үйкеліс те бар. Қатты денелердің сұйықтарда және газдардагы қозгатысы кезінде тұндаштың көдергі күші де сұйық үйкеліс күшіне жетады. Сұйық үйкеліс құрғак үйкеліске қараганда едзур аз болады. И. Ньютоң тұжырымдаган сұйық үйкеліс заңдары күрделірек, физиканы әрі қарай оқу барысында от тұраты да білетін боласындар.



1. Қандай күшті үйкеліс күші деп атайды?
2. Үйкеліс күші қалай пайда болады?
3. Тыныштық үйкеліс күші мен сырғанау үйкеліс күшінің арасында қандай айырмашылық бар?
4. Кулон мен Амонтон үйкелісті зерттеу бойынша қандай қорытындылар жасады?
5. Домалау үйкеліс күші қай кезде пайда болады?
6. Үйкеліс коэффициенті қандай факторларға тәуелді?
7. Егер а) жанасатын беттердің ауданын арттырса; ә) денелердің қыздырса; б) жанасатын беттердің өндесе, үйкеліс күші қалай взгереңді?
8. Үйкеліс күшінің пайдалы және зиянды жақтарына мысал келтіріңдер.
9. Неліктен үйкелісетін беттерді майлайды?



Жұғі бар ағаш білеушенің а) үстел бетімен; ә) тегіс қағаз бетімен; б) егу-күм қағазының бетімен сырғанау үйкеліс күшін өлшендер. Ол үшін жұғі бар білеушені динамометрдің көмегімен бірқалыпты жылжытындар. Сырғанау үйкеліс күшін өлшеу нәтижелерін дәптерлеріне жазындар. Мына сұрақтарға жауап беріңдер:

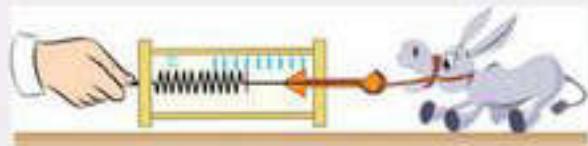
- Сырғанау үйкеліс күші үйкелісетін беттердің материалына және кедір-бұдыр болуына тәуелді ме?
- Сырғанау үйкеліс күшін қандай тәсілдермен арттыруға және азайтуға болады?



- 1 Жұғі бар арбаша горизонталь орналасқан үстел бетімен қозғалып келеді. а) Үстел мен доңғалақтар; ә) жүк пен арбашаның үстіңгі беті арасында үйкелістің қандай түрі пайда болады?
- 2 Жәшікті еденмен бірқалыпты қозғалтқанда 4Н күш түсірілді. Жәшіктің қозғалысына кедергі болатын кедергі күш неге тең?
- 3 Неліктен шананы жермен сүйрекенге қарағанда қар бетімен сүйреу жеңілірек?
- 4 Егер дене мен горизонталь жазықтың арасындағы үйкеліс коэффициенті 0,2 болса, массасы 3 кг денеге горизонталь бағытта 5 Н күш әрекет еткен кездегі үйкеліс күші қандай?
- 5 Егер массасы 800 г білеушені тыныштық күйінен шығару үшін 2 Н күш түсіру

қажет болса, білеуше мен жазықтың арасындағы үйкеліс коэффициенті неге тең?

- 6 Егер динамометр 200 Н күшті көрсетсе, есектің түяқтары мен жолдың арасындағы үйкеліс коэффициенті неге тең? Есектің массасы 32 кг.



- 7 Массасы 300 г білеушені горизонталь жазықтың бойымен бірқалыпты қозғалтқанда оған бекітілген динамометр серілпесі 2 см-ге ұзарса, динамометр серілпесінің қатаңдығы қандай? Білеуше мен бет арасындағы үйкеліс коэффициенті 0,3.



5-зертханалық жұмыс

СЫРҒАНАУ ҮЙКЕЛІС КУШІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыстың мақсаты: сырғанау үйкеліс күшін анықтау, бірқалыпты қозғалып келе жатқан денеге әрекет ететін үйкеліс күші мен оның нормаль қысым күшінің арасындағы тәуелділікті табу.

Құрал-жабдықтар: білеушені, жүктер жынтығы, динамометр, ағаш сызығыш.

Жүгі бар білеушені горизонталь жазықтың бойымен бірқалыпты тарту үшін қажет күшті динамометр көмегімен өлшайді. Бұл күш модулі бойынша білеушеге әрекет ететін $F_{\text{ык}}$ күшіне тең. Осы динамометр көмегімен жүгі бар білеушенің салмағын табуға болады. Бұл салмақ модулі бойынша білеушенің өзі сырғанап келе жатқан бетке түсіретін N нормаль қысым күшіне, яғни тіреудің реакция күшіне тең. Осылай нормаль қысым күшінің әртүрлі мәндеріндегі үйкеліс күшінің мәнін анықтап, $F_{\text{ык}}/P$ -тің P -ға тәуелділігінің графигін түрғызу және үйкеліс коэффициентінің орташа мәнін анықтау керек: $\alpha = F_{\text{ык}} / P$.

Бұл жұмыстағы негізгі өлшеуіш құрал — динамометр. Динамометрдің қателігі $\Delta F = 0,05 \text{ Н}$. Егер шкаланың тілі штрихпен сәйкес келсе, онда ол өлшеу қателігіне тең болады. Егер өлшеу кезінде шкаланың тілі штрихпен сәйкес келмесе (немесе тербелсе), онда күштің өлшеу қателігі $\Delta F = 0,1 \text{ Н}$.

Жұмыс барысы:

1. Білеушені горизонталь орналасқан ағаш сзығыштың үстіне орналастырындар. Білеушенің үстіне жук қойындар.
2. Білеушеге динамометрді бекітіп, оны сзығыш бойымен мүмкіндігінше бірқалыпты болатындағы етіл тартындар. Бұл кездегі динамометр көрсетуін өлшендер.
3. Білеуше мен жүкті өлшендер.
4. Бірінші жүкке екінші, үшінші жүктерді қосындар. Эр жолы білеуше мен жүктерді және үйкеліс күшін өлшендер.
5. Өлшеулер нәтижесі бойынша кестені толтырындар.

Тәжірибе реті	Нормаль қысым күші, Н	Үйкеліс күші, Н	Үйкеліс коэффициенті, %
1			
2			
3			

6. Үйкеліс күшінің нормаль қысым күшіне тәуелділік графигін түрғызу (2 топ көз — 0,5 Н).
7. График бойынша үйкеліс коэффициентін анықтау.
8. Үйкеліс коэффициентінің $\mu_{\text{ор}}$ орташа мәнін анықтау.
9. Өлшеудің абсолют қателігін есептеу.
10. Үйкеліс күші нормаль қысым күшіне қалай тәуелді болатыны туралы қорытынды жасандар.
11. Үйкеліс күшінің жанасу ауданына тәуелділігін зерттеу (қосымша тапсырма).



§ 19. Бір тұзудің бойымен әрекет ететін күштерді қосу



Тірек сөздер:

- ✓ теңәрекет күші
- ✓ теңәрекетті күштің модулі

Сендер

- бір тұзудің бойымен денеге әрекет ететін бірнеше күштің теңәрекетті күшін анықтауды үйренесіңдер.

Күнделікті өмірде кез келген денеге бір күш емес, адette, бірнеше күш түсіріледі. Бұл жағдайда денеде не байқалуы мүмкін? Ол үшін денеге әрекет ететін барлық күштердің корытқы нәтижесін, яғни денеге түсірілетін барлық күштердің әрекеттіндегі әрекет жасайтын күшті табуымыз қажет. Бұл күшті олардың теңәрекет күші деп атайды.

Денеге бір мезгілде түсірілетін бірнеше күштің әрекеттіндегі әрекет жасайтын күшті сол күштердің теңәрекет күші деп атайды.

Теңәрекет күшін табу үшін денеге түсірілетін барлық күштерді косуымыз керек. Күштерді қосу кезінде күштің векторлық шама екені және олардың корытқы әрекеттінің нәтижесі күштердің сан мәнімен ғана емес, олардың бағытына да байланысты болатынын есте сактаған жөн.



a)



б)

3.39-сурет

Күштерді қосудың карапайым жағдайларын қарастырайық. Мұндай жағдайға денеге түсірілетін күштердің бір тұзудің бойымен бағытталуы жатады.

1-бакылау. Теміржолда тауар таситын вагондары бар поїзды бір электровоз \vec{F}_1 күш түсіріп, орынан жылжыта алмады дейік (3.39, а-сурет). Оны орынан жылжыту үшін оған қосылған екінші электровоз дәл сол бағытта \vec{F}_2 күш түсірсін (3.39, б-сурет).

Бұл жағдайда \vec{F} теңәрекет күшінің модульін есептеу үшін екі электровоз түсіретін \vec{F}_1 және \vec{F}_2 күштерінің модульдерін қосу қажет:

$$F = F_1 + F_2. \quad (19.1)$$

Егер денеге түсірілген күштер бір бағытта бір түзудің бойымен әрекет етсе, онда олардың тендерекет күшінің модулі барлық әрекет етуші күштер модульдерінің қосындысына тең болады. Тендерекет күшінің бағыты әрекет етуші күштердің бағытымен сәйкес келеді.

2-бақылау. Автомобиль горизонталь жолда бірқалыпты және түзусызықты қозғалып келеді (3.40-сурет).

Горизонталь түзудің бойында оған үш күш әрекет етеді: \vec{F}_t қозғалтқыштың тарту күші,

$\vec{F}_{y_{\text{ж}}}$ донгалактардың жолмен үйкеліс күші және $\vec{F}_{\text{кед}}$ ауаның кедергі күші. Егер автомобиль бірқалыпты қозғалса, онда \vec{F} тендерекет күшінің модулі нөлге тең:

$$F = F_t - F_{y_{\text{ж}}} - F_{\text{кед}} = 0.$$

Демек, егер денеге әрекет ететін күштердің тендерекет күші нөлге тең болса, ол бірқалыпты және түзусызықты, яғни инерция бойынша қозғалады.

Жоғарыдағы мысалда қозғалтқыштың тарту күші \vec{F}_t донгалактардың жолмен үйкеліс күші $\vec{F}_{y_{\text{ж}}}$ пен ауаның $\vec{F}_{\text{кед}}$ кедергі күшінен артық болса, онда F тендерекет күшінің модулі осы күштердің модульдерінің айырымына тең:

$$F = F_t - F_{y_{\text{ж}}} - F_{\text{кед}}.$$

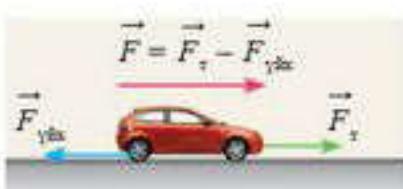
Егер денеге түсірілген күштер бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытта әрекет етсе, онда олардың тендерекет күшінің модулі әрекет етуші күштер модульдерінің айырымына тең болады. Тендерекет күшінің бағыты модулі үлкенірек күш бағытымен бағытталады (3.41-сурет).



1. Тендерекет күші деп қандай күшті айтады?
2. Бір түзудің бойымен бір бағытта әрекет ететін күштерді қалай қосуға болады?
3. Бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытта әрекет ететін күштерді қалай қосуға болады?
4. Денеге бір бағытта әрекет ететін 5 Н және 8 Н күштері түсірілген. Олардың тендерекетті күші неге тең?
5. Массасы 500 г денеге бір бағытта 15 Н және 25 Н күштер әрекет етсе, деге қозғалысында не байқалады?



3.40-сурет



3.41-сурет

Есеп шыгару үлгілері



3.42-сурет

1-есеп. 3.42-суретте динамометрге ілінген жүкке $F_1 = 8,5$ Н күш әрекет етеді. Егер жүкке вертикаль төмен карай бағытталған, бірақ одан екі есе кіші жүк ілсек, динамометр көрсеткіші қалаі өзгереді?

Шешуі. Суретте жүкке әрекет ететін күш $F_1 = 8,5$ Н. Екінші күштің шамасы $F_2 = \frac{F_1}{2} = 4,25$ Н. Екі күш те бір бағытта әрекет ететіндіктен, тендерекет күші олардың модульдерінің қосындысына тең:

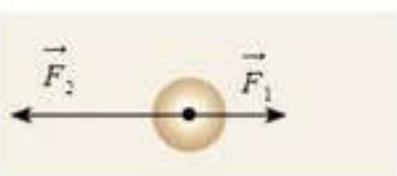
$$F_R = F_1 + F_2 = (8,5 + 4,25) \text{ Н} = 12,75 \text{ Н.}$$

2-есеп. Бір бала шананы 40 Н күшпен артынан тартады, ал екінші бала жіппен оны 15 Н күш түсіріп тартады. Бұл күштер горизонталь бағытталған деп есептеп, олардың тендерекет күшін табындар және бұл күштердің сызба түрінде кескіндедер.

Шешуі. Модулі бойынша $F_1 > F_2$, сондыктан сызбадағы бұл күштің иүскамасы екіншісінікінен ұзынырақ. Балалардың түсірген күштері бір бағытта әрекет ететіндіктен, тендерекет күші былай анықтаймыз:

$$F_R = F_1 + F_2; \quad F_R = 40 \text{ Н} + 15 \text{ Н} = 55 \text{ Н.}$$

Сызбада бұл күштің \vec{F}_1 және \vec{F}_2 күштері ұзындықтарының қосындысына тең бағытталған кесінді түрінде көрсетеміз:



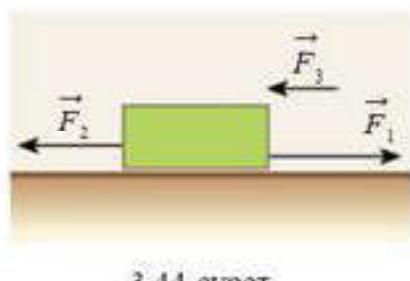
3.43-сурет

Жауабы : $F_R = 55$ Н.

3-есеп. 3.43-суретте допка түсірілген $F_1 = 2$ Н және $F_2 = 6$ Н күштерінің тендерекет күші неге тең және ол қай жакқа бағытталған?

Шешуі. $F_R = F_2 - F_1; \quad F_R = 6 \text{ Н} - 2 \text{ Н} = 4 \text{ Н.}$

Жауабы : $F_R = 4$ Н, солға.



3.44-сурет

4-есеп. 3.44-суретте козғалып келе жаткан автомобильге горизонталь бағытта козғалтқыштың $F_1 = 1,25$ кН тарту күші,

$F_2 = 600 \text{ Н}$ үйкеліс күші және $F_3 = 350 \text{ Н}$ ауаның кедергі күші әрекет етеді. Бұл күштердің тендерекет күші неге тең?

Шешуі. $F_R = F_1 - (F_2 + F_3)$; $F_R = F_1 - F_2 - F_3$.

$$F_R = 1250 \text{ Н} - 600 \text{ Н} - 350 \text{ Н} = 300 \text{ Н}.$$

Жауабы : $F_R = 300 \text{ Н}$, онға.



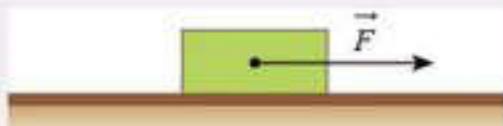
1 Электровоз вагондарды 320 кН күшпен тартып келеді. Кедергі күш 180 кН. Бұл күштердің тендерекет күші неге тең?

2 Денеге 9 Н күш әрекет етеді (3.45-сурет). Тендерекет күші осы күштің бағытымен бағыттас және 7 Н-ға тең болуы үшін қандай күшті, қай бағытта түсіруіміз қажет?

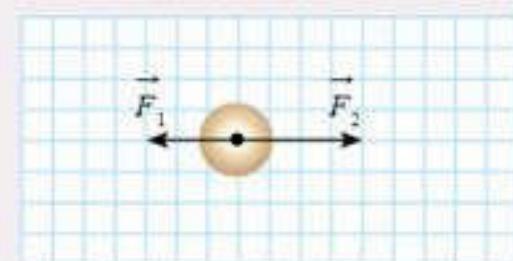
3 Денеге $F_1 = 3 \text{ кН}$, $F_2 = 4 \text{ кН}$ күш түсірілген (3.46-сурет). Денеге түсірілген екі күштің тендерекет күші неге тең және қай жаққа бағытталған?

4 А нүктесіне түсірілген үш күштің тендерекет күшін табындар және бағытын көрсетіңдер (3.47-сурет).

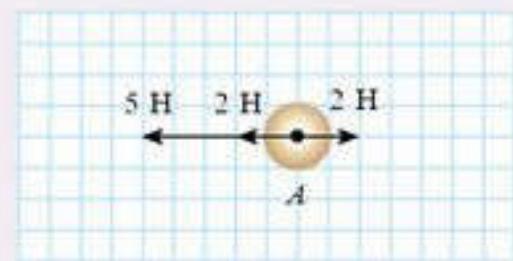
5 Денеге бір түзудің бойымен 3 Н; 4 Н; 5 Н күш әрекет етеді. Бұл күштердің тендерекет күші қандай мәндерге ие болуы мүмкін?



3.45-сурет



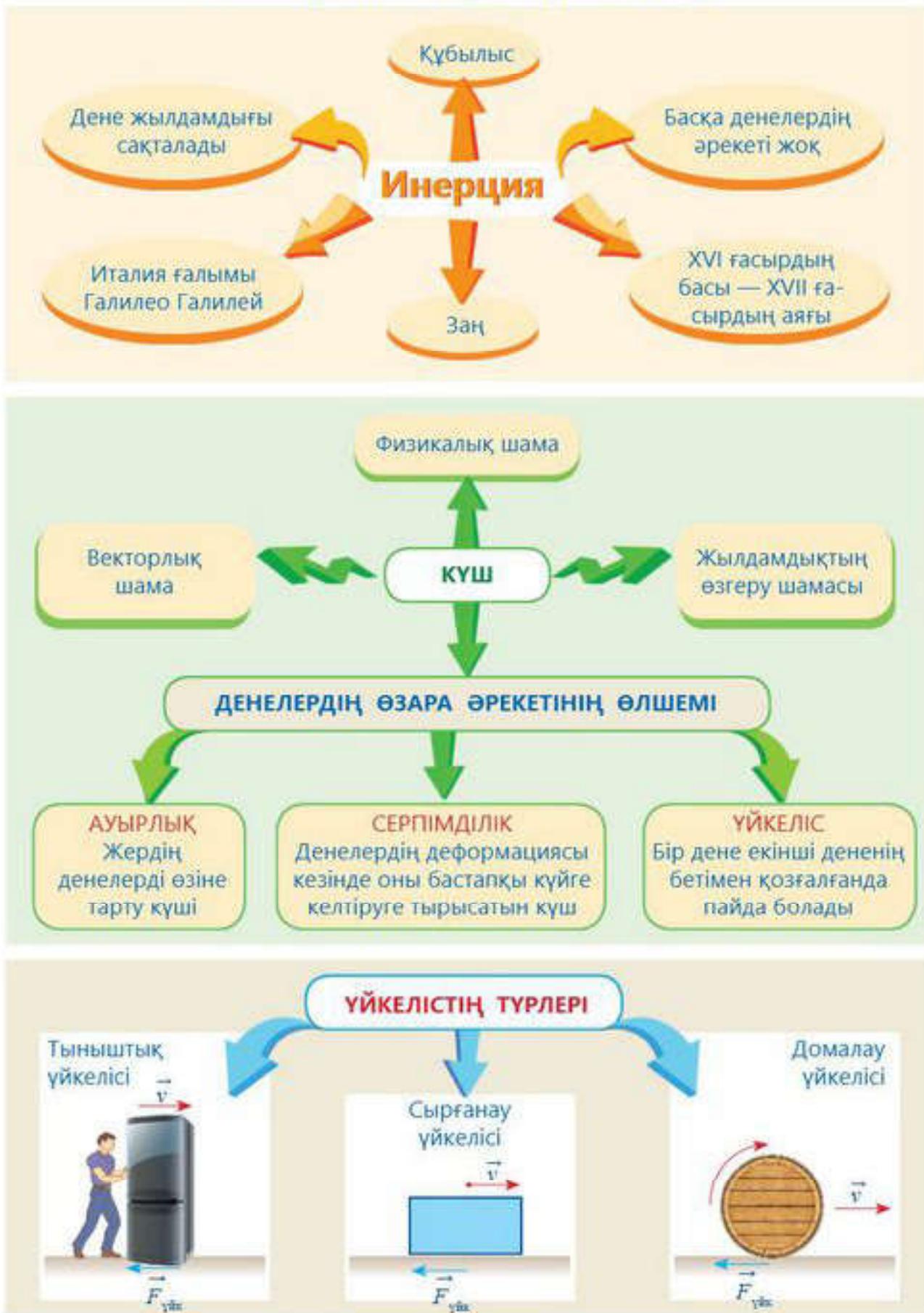
3.46-сурет



3.47-сурет

Тараудың ең маңыздылары

Денелердің өзара әрекеттесуі



4 - ТАРАУ

Қысым

Теніздер мен мұхиттарда кемелер жүзеді. Кемелердің корпустарын және басқа да белшектерін тығыздықтары судың тығыздығынан әлдекайда артық болаттан және басқа да материалдардан жасайды.

Онда қалайша кеме суда жүзеді?



Субұрқактары 2000 жыл бұрын ежелгі Рим мен Грекияда пайда болған. Олар адам жанына тыныштық, салқын ауа, самал жел сыйлайды.

Бул тағамда субұрқактарының жұмыс істеу принципі қандай?

Адамның аспанға ұшу арманы әуе шарын ойлап тапқаннан кейін жүзеге асты.

Ауа шарлары — аэростаттармен, спринтостаттармен ұшу қалай жүзеге асырылады?

Сорғылар сұйықты немесе газды айдау үшін қажет. Сорғы көмегімен автомобильдің немесе велосипедтің донғалағына ауа айдауга болады.

Мундай сорғылар қалай жұмыс істейді?



4

**Тірек сөздер:**

- ✓ атом
- ✓ молекула
- ✓ қатты дене
- ✓ кристалдық топ
- ✓ кристалл денелер
- ✓ аморф денелер
- ✓ сұйық
- ✓ газ

**Демокрит**

Б.з.д. 460—370 жылдары Ежелгі Грекияда өмір сурған. Демокрит — атомдар туралы болжам үсінганса алғашқы ғалым. Ол материяның емес нысандардың бар болуын мойындағады.

§ 20. Қатты денелердің, сұйықтардың және газдардың молекулалық құрылымы

**Сендер**

- заттың неден тұратынын біletін боласындар;
- заттардың ұсақ бөлшектері — молекула мен атом туралы біletін боласындар;
- заттардың молекулалық құрылымы негізінде қатты денелердің, сұйықтар мен газдардың құрылымын сипаттап үйренесіндер.

Зат құрылымының құпия сыры адам — зат баласын ежелден-ак қызықтыраған. Зат құрылымы туралы мәселені шешу адамның тек әуесқойлығынан ғана емес, көптеген практикалық міндеттерді шешуге катасты туындаған болатын. Ежелгі грек ойшылы Демокрит заттың өте ұсақ бөлшектерден тұратыны туралы жорамал ұсынған еді. Ол затты шексіздікке дейін емес, осы заттың қасиеттері байқалатын өте кішкентай бөлшектеріне дейін бөлуге болады деп есептеді. Оларды Демокрит **атом** деп атады. Грекше атом “бөлінбейтін” деген мағына білдіреді. Осылайша заттың атомдық құрылымы туралы болжам пайда болды: барлық заттар **көзге көрінбейтін өте кіші бөлшек атомдардан тұрады**.

Демокрит заттың атомдары қозғалыста болады және барлық заттар бір-бірінен атомдар санымен, олардың пішіндері және елшемдерімен ерекшеленеді деп есептеді. Атомдар туралы Демокрит болжамы ол кезде тәжірибе жүзінде дәлелденбеді. Сондыктan ол болжам күйінде қалды.

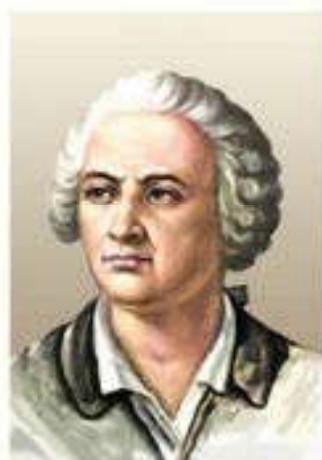
Тек XVIII ғасырда ғана француз физигі Пьер Гассенди (1592—1655) атомистиканы

қайтадан жандандырыды. Алғаш рет онын еңбектерінде **молекула** сөзі пайда болды (*молес* — кішкентай масса). Алайда зат күрілымы туралы ұйғарымның дұрыстығы эксперименттік түрде тек XX ғасырдың басында ғана дәлелденген.

Зат күрілымы теориясының дамуына орыс ғалымы М. В. Ломоносов үлкен үлес косты. Ол тәжірибелік жолмен кез келген дene микробелшектерден тұратынын, олардың үздіксіз әрі бейберекет (хаосты) қозғалысының және бір-бірімен әрекеттесетінін дәлелдеді. Осы уақыттан бастап заттың ең ұсақ бөлшектері молекула деп атала бастады.

Молекула деп заттың химиялық қасиеттерін сипаттайтын ең ұсақ бөлшегін айтады.

Кептеген тәжірибелер молекулалардың ете ұсақ екенін көрсетті. Мысалы, азот, сутек, оттек сияқты заттар молекулаларының диаметрі шамамен 10^{-7} мм. Молекула массасы да ете аз. Мысалы: сутектің бір молекуласының массасы $3,3 \cdot 10^{-27}$ кг, судікі $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Бір заттың молекулаларының массасы мен өлшемдері бірдей болады.



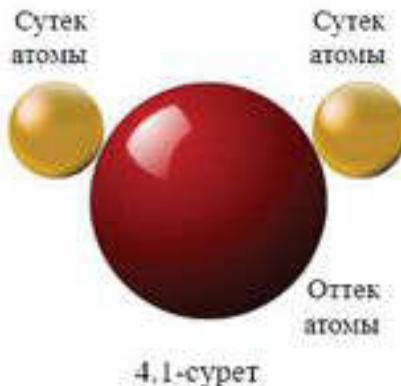
Ломоносов
Михаил Васильевич
(1711—1765)

Аса көрнекті орыс ғалымы. Оның еңбектері физикага, химияга, астрономияга, тау-кен ісіне, металургияга және т.б. арналған. Ол — зат күрілымының молекулалық-кинетикалық теориясының негізін қатаушы.

Молекуланың өлшемін көз алдымызға елестету үшін салыстырулар көттірейік: молекула орташа өлшемінде алғадан қанша есе кіші болса, алға Жер шарынан сонша есе кіші екен. Егер су молекуласын милион есе (10^6) үлкейтse, онда оның өлшемі осы оқылыштагы баспа нүктесінің жартысына (≈ 0.3 мм) тен болар еді. Осындай үлкейтпүү кезінде шаштың бір татының (0.1 мм) қатыңдығы 100 м. ишениң диаметрі (1 см) 10 км болады.

Су киімдердің кебуі молекулалардың бар екенін дәлелдейді. Киімдегі су молекуласын желді күні жел молекуласы өзімен ілестіріп алғып кетеді, ал желсіз күні буланып құрғайды. Су молекулалары қағаз, матага өтіп, оны ылғалданырады. Заманауи технологиялар ерекше аспаптардың (электрондық микроскоп, иондық проектор, туннельдік микроскоп) көмегімен зат молекулаларын үлкейтілген күйінде қарауға мүмкіндік береді.

Зат молекулаларын құрайтын бөлшектерді **атомдар** деп атайды. Су молекуласы сутектің екі атомынан және оттектің бір атомынан тұрады (4.1-сурет).





Атом — химиялық реакциялар кезінде заттың бөлінбейтін ен ұсак бөлшегі.

Белгілі бір түрдегі атомдардың жиынтығы химиялық элемент деп аталады.

ХХ ғасырдың басында атомның да күрделі бөлшек екені, оның өзінен де кіші бірнеше бөлшектерден тұратыны белгілі болды. Олардың электрон, протон, нейтрон деп атайды, олармен жоғары сыныптарда танысатын боласындар.

Заттың табиғатта үш агрегаттық — газ тәрізді, сұйық және катты күйі бар. Айталауык, су температурасына қарай сұйық (су), катты (мұз) және газ тәрізді (бу) күйде бола алады. Заттың осы күйлері тән болатын деңелердің қасиеттерін қарастырайық.

Катты дене көлемін сақтайтын және оның белгілі бір шишиңі болады. Олардың көбісінің, мысалы, қар үшкіндарының немесе тұз түйіршігінің табиғи, күрделі әрі дұрыс және әдемі пішіні бар (4.2-сурет).

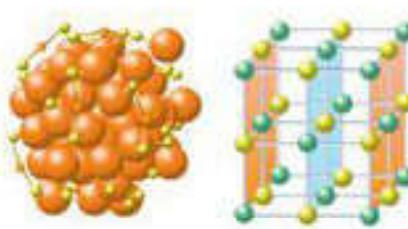
Катты денені қысу немесе созу өте киын. Мысалы, болат өзекті қысу немесе созу үшін көп күш жұмсау керек. Бұл олардың молекулаларының бір-біріне өте жақын орналасуына байланысты. Мұндай кашықтықта олардың өзара әрекеті өте аз. Көптеген катты денелер молекулалары белгілі бір ретпен орналасады және олар **кристалдық тор** (4.3-сурет) түзеді. Ондай денелерді **кристалл денелер** (4.4-сурет) деп атайды. Катты денелердің молекулалары мен атомдары кристалдық тордың түйіндерінде тербелмелі козғалыс жасайды. Катты денелердің дұрыс пішінді болуы және ағып кетпеуі осымен түсіндіріледі.

Молекулалары ретсіз орналасатын катты денелер болады. Оларды **аморф денелер** деп атайды. Мысалы, шыны, ермексаз, балауыз аморф денелерге жатады.

Сұйық күйдегі денелер де бізге жиі кездеседі. Мұхит, теңіз, өзен суларын, сұтті, сұйық майды, бензинді, мұнайды еске түсірсек те



4.2-сурет



4.3-сурет



4.4-сурет

жеткілікті. Сұйықтың күрілымын анықтау үшін оның қасиеттерін карастырайық.

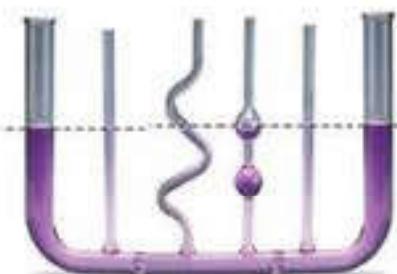
Сұйық акқыш, оның меншікті көлемі бар, бірақ меншікті пішіні жок. Сұйық оңай ағады, сондыктан оны бір ыдыстан екінші ыдыска күю оңай. Сұйық құйылған ыдыстың пішінін қабылдайды (4.5-сурет). Тек сұйықтың кішкене тамшысының ғана шар тәріздес меншікті пішіні бар. Жапырак бетіндегі шық тамшыларының, үстел бетіне тамып кеткен сынап тамшыларының пішіні шар тәріздес болады (4.6-сурет).

Сұйықтың көлемін өзгерту ете күн. Сұйықты қысып көлемін өзгертуге қандай да бір әрекет жасасақ та, мұннымыз тек босқа әурелену болады. Бұл дегеніміз сұйықтың меншікті көлемі болатынын білдіреді. Өйткені сұйық молекулалары да бір-біріне жакын орналаскан. Алайда сұйықтар өзінін пішінін сактамайтындықтан, сұйық молекулалары арасындағы тартылыс катты денелер молекулалары арасындағы тартылыстан азырақ деп үйғаруға болады.

Сұйық молекулаларының қозғалыс сипаты ете күрделі. Олар катты денелердің молекулалары сияқты катан ретпен орналаспағанымен, газ молекулаларына қарағанда қандай да бір реттілігі сакталады. Сұйық молекулалары тепе-тендік қалпына катысты тербелмелі қозғалыс жасайды. Алайда уақыт өтуімен сұйық молекулалары тепе-тендік қалпынан ығысады, яғни бір орыннан екінші бір орынға секіреді. Сондыктан сұйықтың барлық көлемі бойынша молекулалардың орналасуында реттілік болмайды.

Сұйықтардың еркін беті болады. Мысалы, ыдыска құйылған сұйықтың немесе өзен, көл және т.б. ауамен шектесетін беттік қабаты пайда болады (4.7-сурет).

Газдардың меншікті көлемі де, меншікті пішіні де болмайды.



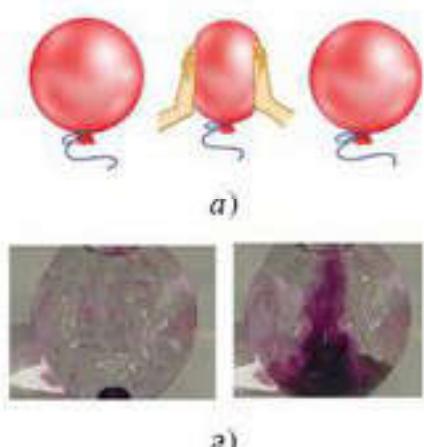
4.5-сурет



4.6-сурет



4.7-сурет



4.8-сурет



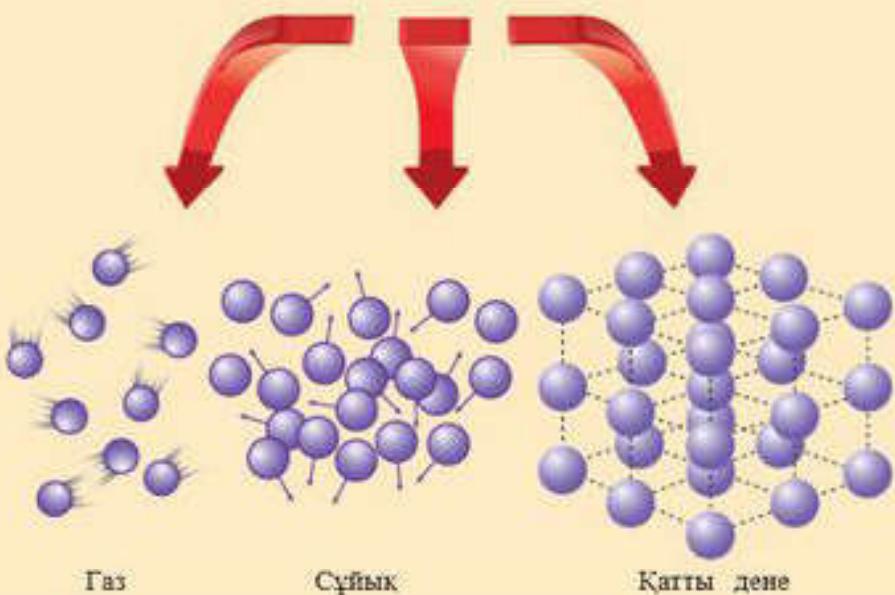
4.9-сурет

Газдардың онай сығып көлемін өзгертуге болады. Мысалы, ауа шарын аздап қыскан соң әрекет етуді тоқтатсак, шар пішіні бұрынғы калпына келеді (4.8, а-сурет). Газ өзіне берілген көлемді толық толтырады. Егер бос күмыра алғып оған бір тамшы бром (коныр түсті сұйық) тамызсак, күмыраның біртіндеп ашық коныр түсті газбен, яғни бром бұымен толғанын байқайм ыз (4.8, ә-сурет). Газ пішінін онай өзертіп, ыдыс көлемінін пішінін алады. Өйткені газ молекулалары бір-бірінен алшак орналасады. Сондыктan газ молекулаларының арасындағы тартылыс күші аз деп айтуга болады. Сонымен катар газдағы молекулалар үздіксіз және хаосты (бейберекет) қозгалады (4.9-сурет).

Бір заттың әртүрлі агрегаттық күйдегі молекулалары бірдей болады. Олар тек орналасуы және қозгалысымен ерекшеленеді.

4.10-суретте судың газ, сұйық және қатты күйіндегі молекулаларының орналасуы көрсетілген.

Әртүрлі агрегаттық күйдегі су молекулаларының орналасуы



4.10-сурет



- 1.** Молекула деп нені түсінеміз?
- 2.** Атомдар мен молекулалардың бар екенине біз неліктен сенімдіміз, біз оларды көрмейміз ғой?
- 3.** Молекулалардың бар болуының қандай дағелдемелерін білесіңдер?
- 4.** Атомның молекуладан ерекшелігі неде?
- 5.** Демокриттің, Ломоносовтың зат құрылымын зерттеудегі рөлдері қандай?
- 6.** Зат құрылымы туралы молекулалық ілімге сүйеніп, неліктен газдың меншікті көлемі және пішіні болмайтынын түсіндіріңдер.
- 7.** Зат құрылымы туралы молекулалық ілімге сүйеніп, неліктен сұйықтың меншікті пішінін сақтай алмайтынын, ал қатты дененің меншікті пішіні болатынын түсіндіріңдер.
- 8.** Сұйықтар мен газдар қасиеттерінің айырмашылығы неде?
- 9.** Қатты денелер сұйықтардан қандай қасиеттерімен ерекшеледі?
- 10.** Су, су буы және мұз сияқты заттардың молекулалары бірдей. Онда заттардың агрегаттық күйін қалай түсіндіреміз?



0—100°С температуралар аралығында әртүрлі агрегаттық күйлерде болатын заттарға мысал келтіріңдер. Кестені толтырыңдар.

Қатты	Сұйық	Газ тәрізді



Өзіміз жасаймыз!

Кристалл өсіру. Өздерін де кристалл өсіре аласыңдар. Ол үшін жілкө ас тұзы кристалын байландар. Кристалды қанықкан ас тұзының ерітіндісіне салыңдар және үш-төрт күн дойы кристалдың өсуін бақыландар.

§ 21. Қысым. Қатты денелердегі қысым



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ қысым
- ✓ қысым күші
- ✓ Паскаль

- Қысым деп нені айтатынын біletін боласындар;
- қатты денелер түсіретін қысымды есептеуді үйренесіндер.



Бір деңеге түсірілетін бір гана күштің әрекеті әркашан бірдей нәтижеге әкеле ме?



Ойша тәжірибе жасандар!

Ойша ағаш тақтайшага қағылған көлденен қымалары бірдей екі шеге, массасы 100 г болатын гіртасын және күмы бар ыдыс алындар. Күмы бар ыдыстың үстіне тақтайшаны алдымен шегелерінін бас жағын темен караташ, одан кейін жоғары караташ орналастырындар (4.11., 4.12-суреттер). Тақтайша үстіне гіртасын қойындар. Не байқауларын мүмкін?



4.11-сурет



4.12-сурет

Тәжірибе нәтижесінен бір гана күштің (бұл жағдайда гіртасының салмағы) әртүрлі әрекет ететінін байқаймыз. Бату терендігі шегелердің қай жағымен қойылғанына, яғни олардың беттік ауданына тәуелді. Шегенің беттік ауданы негұрлым кіші болса (шегенің үшкір жағының ауданы), оның бату терендігі соғұрлым көп болады.

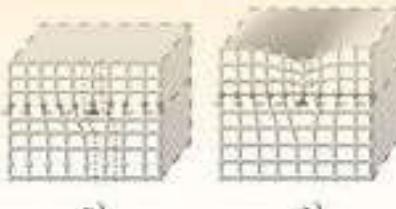
Жоғарыда көрсетілген мысалдан күш әрекет ететін аудан негұрлым үлкен болса, әрекет етуші күштің нәтижесі соғұрлым азырақ болатыны шығады. Оның үстіне карастырылған мысалда күш бетке перпендикуляр бағытта әрекет етті, ейткені қатты денелер қысым күшін оның бағытын сақтай отырып жеткізеді. Бұл қасиет қатты дененің молекулалары мен атомдарының серпімділік күшімен байланысканын білдіреді. Қатты дененің қысылу немесе созылу

деформациясы кезінде қысым күшінің әрекет ету бағытында оның бөлшектерінің арасында өзара әрекеттесу серпімділік күштері пайдаланады.



Ойша тәжірибе жасандар!

Қатты денелердің қысымды жеткізу процесін түсіну үшін атомдар арасындағы өзара әрекеттесу күштерін ойша ете катты серіппелермен алмастырындар (4.13-сурет). Егер серіппелердің үстінгі бетіне аздаған күш түсірсек, онда вертикаль “серіппелер” ғана қысылатын болады. Серіппелердің көмегімен бұл деформация үстел бетіне беріледі. Нәтижесінде бұл күш үстелге қысым түсіреді.



4.13-сурет

Корытынды: катты денелер қысымды күштің әрекет ету бағытында жеткізеді.

Күштің әрекет ету нәтижесі оның мәніне байланысты. Денеге әрекет етуші күш неғұрлым көп болса, соғұрлым түсірілетін қысым да көбірек.

Егер гіртасының массасын арттырысак, күмға түсірілетін күш те артады және шегелер де теренірек батады. Демек, күштің әрекеті оның мәніне байланысты. Күмға әрекет етуші күш неғұрлым көп болса, түсірілетін қысым да көбірек. Осыған ұксас тәжірибелерден күштің әрекет ету нәтижесі оның модуліне және ол перпендикуляр бағытта әрекет ететін беттің ауданына байланысты болатыны шығады.

Бетке перпендикуляр әрекет ететін күштің осы беттің ауданына қатынасымен анықталатын физикалық шаманы қысым деп атайды.

Қысымды p әрпімен белгілейді, сонда

$$p = \frac{F}{S}. \quad (21.1)$$



Бала мен шанғышының орын ауыстыру нәтижесін түсіндіріңдер.



Бетке перпендикуляр түсірілген күшті қысым күші деп атайды.



**Блез Паскаль
(1623—1662)**

Француз физигі, математигі, әдебиетшісі және философы. Ол — математикалық анализдің, ықтималдық теорияның негізін қалаушылардың бірі. Б. Паскаль есептеу техникасының алғашқы үлгісін жасаушы, гидростатиканың негізін заңын ашқан.



Інені шамамен сұгу кезінде шамамен 100 МПа қысым түсіреміз.

Сендерге аз қысым немесе керісінше улken қысым түсіру туралы үсінис түсті. Оны қалай жүзеге асырасыңдар?

Қысым мен ауданның белгілі мәндері бойынша қысым күшін анықтауға болады:

$$F = pS.$$

Бірліктердің ХБ жүйесінде қысымның өлшем бірлігі **пascalь** болып табылады. Сүйкітар мен газдардың қысымын зерттеу саласындағы енбектері үшін француз физигі Блез Паскальдың құрметіне аталған.

1 Па — ауданы 1 м² бетке перпендикуляр бағытта әрекет ететін 1 Н күштің қысымы, яғни 1 Па = $\frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}$.

Тәжірибеде өте үлкен және өте аз қысымдар жиі кездеседі. Бұл қысымдардың мәндерін жазу үшін өздеріне белгілі ондық қосымшалар пайдаланылады. Мысалы: 1кПа, 4нПа, 8 МПа және т.б.

Назар аударамыз!

Қысым мен қысым күшін шатастыруға болмайды! Қысым паскальмен, ал қысым күші ньютонмен өлшенеді!

Білесіндер ме?

1 Па салыстырмалы түрде аз қысым. Егер шамамен 100 г күм алып және оны ауданы 1 м² үстел бетіне шашып тастасақ, онда күмның үстелге түсіретін қысымы шамамен 1 Па болады.



1. Қысым күші дегеніміз не?
2. Қысым дегенді қалай түсінесіңдер?
3. Қысымды қалай азайтуға немесе арттыруға болады?
4. 1 Па дегеніміз не?
5. Қысымның денеге әрекет ететін күш шамасына тәуелділігін көрсететін мысал келтіріңдер.

6. Бетке перпендикуляр әрекет ететін күш түсіретін қысымның беттің ауданына тәуелділігі қандай?
7. Қатты денелер қысымды қалай жеткізеді?
8. Неліктен шөп асфальт арқылы өсіп шыға алады?
9. Қысымның табигатта, тұрмыста көрініс табуына мысал келтіріңдер.



- 1 Ағаш білеушенің әр қырының үстел бетіне қандай қысым түсіретінін есептendir.
- 2 Өлшемдері ағаш білеушенің болат білеушенің әр қырының үстел бетіне түсіретін қысымын есептendir.
- 3 Ағаш қыық пирамиданың әр қырының үстел бетіне түсіретін қысымын есептendir.



Қыық пирамида



- 1 Егер ара бізгегі ұшының ауданы $3 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2$, ал оның бізгекті батыратын күші 9 мН болса, ара өзінің бізгегімен адам терісіне қандай қысым түсіруі мүмкін?
- 2 Массасы 45 кг бала шаңғы үстінде түр. Эр шаңғының ұзындығы 1,5 м, ені 10 см. Бала қарға қандай қысым түсіреді? Оны

шаңғысыз түрган баланың түсіретін қысымымен салыстырындар. Бала бәтенекісі табанының ауданы 214 см^2 .

- 3 Ауданы $0,5 \text{ мм}^2$ шегенің ұшы 10^9 Па қысым түсіру үшін оны қандай күшпен үру қажет?
- 4 Неліктен рельстерді шпал үстіне салады?

§ 22. Сұйықтар мен газдардағы қысым. Паскаль заңы



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ **газ қысымы**
- ✓ **Паскаль заңы**

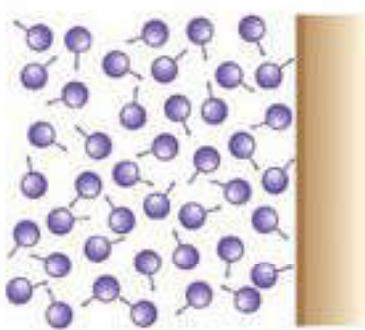
- Паскаль заңы нені тұжырымдайтынын білетін боласындар;
- заттың молекулалық құрылымы негізінде газ қысымын түсіндіре аласындар.



Сұйықтар мен газдар қысым түсіре ме?

Газ молекулаларының қалай орналасатынын және козғалатынын есімізге түсірейік.

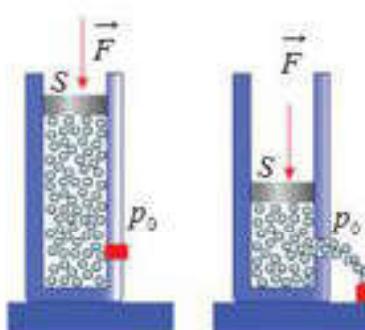
Газ молекулалары үздіксіз және хаосты козғалады, олар бір-бірімен және газ толтырылған ыдыс қабыргаларымен үнемі соктығысады. Үстел бетінін, үй қабыргасының, еденинін, дәптердің әр квадрат сантиметріне 1 с ішінде шамамен 10^{23} молекула соктығысады екен. Әр молекуланың соккысы өте әлсіз, бірақ саны 10^{23} болатын молекуланың әрекеті едәуір үлкен. Дәл осы соккылар ыдыс түбіне, үйдің төбесіне, ыдыс қабыргаларына газ қысымын түсіреді (4.14-сурет).



4.14-сурет

Енді газдың өзі толтырып тұрған ыдыстың түбіне және қабыргаларына түсіретін қысымы қандай шамаға байланысты болатынын аныктайык. Ол үшін бірнеше тәжірибе жасайык.

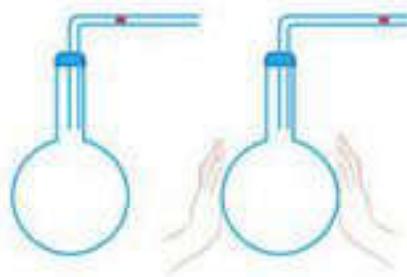
1-тәжірибе. Бүйір жағы қалың цилиндр алайық. Оның бір жағындағы санылауды бекітейік те, поршеньді төмен қарай жылжытайық (4.15-сурет). Қайсыбір уақыттан кейін тығын цилиндрден үшым кетеді. Бұл цилиндрдегі ауа қысымының артуынан бірлік ауданға келетін молекулалардың соккы санының артқанын білдіреді. Ауа сығылғанға дейін молекулалар үлкен көлем алса, сығылғаннан кейін кіші көлемге шоғырланатын болады. Сондыктan молекулалардың ыдыс қабыргасын соккылау саны артып, ал мұның өзі қысымның артуына әкеледі.



4.15-сурет

2-тәжірибе. Егер газдың температурасын арттырсақ, молекулалар шашшанырақ қозғала бастайды. Ал бұдан олардың ыдыс қабыргасына түсіретін соккы күші артады, демек, газ қысымы артады. Мұны қарапайым тәжірибенің көмегімен дәлелдеуге болады. Егер шыны колбаны (4.16, а-сурет) кыздырысақ (алақанмен үйкелеуге де болады), боялған сұйық (су) көпіршігі горизонталь түтікше бойымен онға қарай жылжи бастайды (4.16, ә-сурет). Бұл газ қысымының көпіршікке түсіретін күшінің артуын көрсетеді.

Сонымен, массасы тұракты газдың температурасы негұрлым жоғары болғанда алатын көлемі аз болса, оның қысымы соғұрлым жоғары болады.



a) a)

4.16-сурет

Газдың тұрақты көлемдегі мысалы, шыны ыдыстагы қысымын өлшең температурасын білуге болады еken. Мұндай газ термометрлері бар және олардың өлшеу дәлдігі ете жоғары.

Енді сұйықтар мен газдарда қысымының қалай тарайтынын анықтаң көрейік. Ол үшін 3-тәжірибелі жасайық.

3-тәжірибе. Паскаль шарын пайдаланып тәжірибе жасап көрейік. Паскаль шары тесіктері бар шардан және оған қосылған поршени бар түтіктен тұрады (4.17, а-сурет). Түтікті сумен толтырып, поршеньді басайық. Су шардың барлық тесіктерінен аға бастайды. Бұл түтіктегі су бетіне түсіретін қысымының су ішінде барлық бағытта бірдей берілетінін көрсетеді. Түтікті түтінмен толтырып, түтіннің де барлық тесіктерден будактан шыкканын байқаған болар едік (4.17, ә-сурет). Бұл тәжірибе газдың және сұйықтың қысымы барлық бағыттарға бірдей берілетінін дәлелдейді.

Сұйықтар мен газдардың қысымының таралуын олардың молекулаларының қозғалыштығымен түсіндіруге болады. Поршеньнің өзіне жакын жатқан қабатқа түсіретін қысымы молекулалардың қозғалыштығынан келесі қабаттарға беріледі. Сұйықтар



a)

ә)

4.17-сурет

мен газдардың молекулаларының хаосты козғалысынан олардың әрекеті шардың барлық алып жатқан көлеміне тарайды. Жоғарыда келтірілген тәжірибеден мынадай тұжырым жасауға болады:

сұйықтар мен газдар өздеріне түсірілген қысымды өзгеріссіз барлық бағытта бірдей жеткізеді.

Бұл тұжырым Паскаль заңы деп аталады. Заң атакты француз физигі Блез Паскальдың (1623—1662) құрметіне аталған. Ол сұйықтар мен газдарда қысымның таралуын зерттеген.



1. Газдың немесе сұйықтың өзі толтырып тұрған ыдыс қабырғасына түсіретін қысымы неден туындаиды?
2. Газды сыққанда оның қысымы қалай және неліктен взгереді?
3. Газды қызыдыштанда оның қысымы қалай, неліктен өзгереді?
4. Неліктен сұйықтар мен газдар өзіне түсірілген қысымды барлық жақта бірдей таратады? Жауаптарыңды негіздеңдер.
5. Паскаль заңын тұжырымдаңдар.
6. Кран ашиқ тұрғанда суды қолымызбен басып тоқтата алмаймыз, ал бақшаны суарғанда шлангідегі кішірек саңылауды жабу қын емес. Неліктен?



Өзіміз жасаймыз!

Паскаль ыдысы. Пластик күмыра алып, оның әртүрлі біліктігінен бірдей уш тесік жасандар және оларды ермексазбен бітеп койындар. Күмыраны сумен толтырындар, содан кейін оны ваннага немесе раковинаға койындар. Тесіктерді алып, күмырадан судың ағып шығуын бақыландар. Бақылаған күбылдысты сипаттандар және оны түсіндіріңдер.



1 Үйдістарғы газ оның сол жақтағы қабырғасына 300 Па қысым түсіреді. Газ үйдістың төменгі, үстіңгі және он қабырғаларына қандай қысым түсіреді?

2 Егер мылтықпен піскен жұмыртқаны атса, онда жұмыртқада тесік пайда болады. Егер шикі жұмыртқаны атса, ол шашырап кетеді. Неліктен?

3 Паскаль заңын пайдаланып әртүрлі пішіндегі шыны және пластикалық құмыралар жасауға болады. 4.18-суретте көрсетілген шыны құмғанды қалай жасауға болатынын түсіндіріп көріндер.



4.18-сурет

§ 23. Гидростатикалық қысым



Сендер

- сүйкі және газ ішіндегі қысым неге тәуелді болатынын билетін боласындар;
- ыдыстың түбіне және бүйір бетіне түсірілетін қысымды есептеуді үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ сүйкітағы қысым
- ✓ газдағы қысым
- ✓ гидростатикалық қысым

Жер бетіндегі кез келген деңгеле ауырлық күші әрекет етеді, сондыктан ыдыстағы кез келген сүйкі та ыдыстың түбіне және бүйір бетіне қысым түсіреді.

1-тәжірибе. Манометрді (қысым өлшейтін күрал) пайдалана отырып, терендік артқан сайын сүйкі қысымы қалай өзгеретінін карастырайық. Ол үшін манометрді сүйкі ішіне аздаған терендікке батырайық (4.19, а-сурет). Осыдан кейін оны горизонталь және вертикаль жазықтық бойымен жылжыттайық.

Манометрді горизонталь жазықтық бойымен жылжытқанда оның көрсеткіштерінің өзгермейтінін байкауға болады. Бұл Паскаль заңына сәйкес келеді. Ал манометрді вертикаль жазықтық бойымен жылжытқанда манометрдің сүйкікка батырылу терендігіне байланысты оның артатыны байқалады. Ал бұл терендік артқан сайын сүйкітың ыдис түбіне және қабыргаларына түсіретін қысымының артатынын көрсетеді.

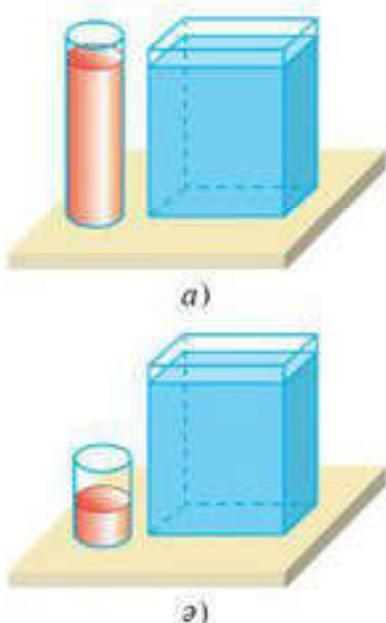
Енді осы қысымның шамасын есептейік. Есептеуді жөнілдету үшін табанының ауданы S болатын цилиндр пішінді ыдис алайық. Үйдистің h биіктігіне дейін тығыздығы ρ , массасы m сүйкі күйінкі (4.19, а-сурет).

Сүйкітың ыдис түбіне түсіретін қысымын осының алдында қарастырылған $p = \frac{F}{S}$ формуласы бойынша есептейміз. Біздің жағдайымызда $F = mg$. Ендеше, сүйкітың ыдис түбіне түсіретін қысымы $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$. Сүйкітың массасын оның тығыздығы мен көлемі арқылы өрнектейік: $m = \rho V$. Цилиндр пішінді ыдис ішіндегі сүйкі көлемі $V = Sh$, ал ыдыстағы сүйкітың массасы $m = \rho Sh$. Онда сүйкітың ыдис түбіне түсіретін қысымы

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh, \text{ яғни}$$



4.19-сурет



4.20-сурет

$$p = \rho gh. \quad (23.1)$$

(23.1) формуласы бойынша есептелетін ауырлық күші әрекетінен туындайтын сұйық қысымы **гидростатикалық қысым** деп аталады.

(23.1) формуладан ауырлық күші әрекетінен туындайтын сұйық қысымы ыдыс түбінің ауданына тәуелді болмайтыны, тек сұйық бағанының биіктігі мен оның тығыздығына тәуелді болатыны шығады.

Мысалы, сынап бағанының ыдыс түбіне түсіретін қысымы дәл сондай биіктікте су бағанының қысымынан 13,6 есе артық (4.20, а-сурет).

Егер екі ыдыс алыш оның біріне сынап, ал екіншісіне су құйсақ және су бағанының

биіктігі сынап бағанының биіктігінен 13,6 есе артық болса, онда ыдыстардың өлшемдеріне тәуелсіз, екі ыдыстың да табанына түсетін қысым бірдей болады (4.20, а-сурет).

Көптеген күрылғылар гидростатикалық қысым тудыру негізінде жұмыс істейді. Мысалы: суқұбыры, канал, шлюздер, судиірмендері, катынас ыдыстар және т.б. Суландыру және суару жүйесі де гидростатикалық қысымға негізделген. Субұрқактар да ертеде гидростатикалық қысым тудыру арқылы жұмыс істеген.



1. Қандай қысым гидростатикалық деп аталады?
2. Гидростатикалық қысымның шамасын қалаң есептеуге болады?
3. Ыдыс түбіне түсіретін гидростатикалық қысымның ыдыс табандының ауданына тәуелділігі қандай?
4. Гидростатикалық қысымның тұрмыста пайдаланылуына мысал келтіріңдер.
5. Судиірменің әрекет ету принципін түсіндіріңдер.
6. Өзен арналарын бөгейтін биік бөгеттерді қандай мақсатпен салатынын түсіндіріп көріңдер.



1 ыдысқа су құйылды. Су қабатының биіктігі 10 см болса, судың ыдыс түбіне түсіретін қысымы неге тең?

2 Көлемі 20 м^3 және биіктігі 3,6 м бактың $\frac{3}{4}$ бөлігі суаруға арналған сүмен толтырылды. Бактың түбінде орналасқан ауданы 18 см^2 тығынға судың түсіретін қысым күшін анықтандар.

3 5 м терендікте жүзіп жүрген балыққа түсірілетін қысымды анықтандар.

4 Куб пішінді ыдыс ернеуіне дейін масалары бірдей сүмен және керосинмен толтырылды. Сүйіктардың ыдыс түбіне түсіретін қысымдары қандай? Куб қырының ұзындығы 36 см.

§ 24. Қатынас ыдыстар



Сендер

- қандай ыдыстар қатынас ыдыстар деп атала-
- тынын білетін боласындар;
- қатынас ыдыс тармақтарындағы сұйықтың ор-
- наласуын түсіндіре аласындар.



Тірек сөздер:

- ✓ қатынас ыдыстар
- ✓ гидростатикалық парадокс

Өзара косылған және түбі ортак ыдыстарды қатынас ыдыстар деп атайды. Қатынас ыдыстарға шәйнек, су құйғыш, кофекайнатқыш жатады (4.21-сурет). Сұйыктардың қысымды барлық бағытта жеткізе алу касиеті бізге қатынас ыдыстардың жұмыс істеу принципін түсіндіруге мүмкіндік береді.

1-тәжірибе. Екі шыны түтікше алып, оларды ашық түсті резенке түтікшемен жалғастырайық, сонда біз қатынас ыдыс аламыз (4.22-сурет). Қысқыш көмегімен резенке түтікшени ортасынан қысайық та, сол жақтағы түтікшеге су құяйық.

Енді қысқышты алайық. Су сол жақтағы түтікшеден он жақтағы түтікшеге қарай түтікшелердегі су деңгейлері бірдей болғанға дейін аға бастайды. Неліктен судың деңгейі бірдей болады?

Бұл сұрапқа жауап қайтару үшін резенке түтікшениң он және сол жағындағы су түсіретін қысымының есептейік.

Он және сол жақтағы сұйық (су) қысымының шамасы

$$p_1 = \rho g h_1, \quad p_2 = \rho g h_2. \quad (24.1)$$

Сұйық біртекті, сондыктан оның тығыздығы бірдей. Тәжірибе көрсеткендегі, сұйық бағандарының биіктіктері бірдей, демек, он және сол жақтағы қысым бірдей болуы тиіс.

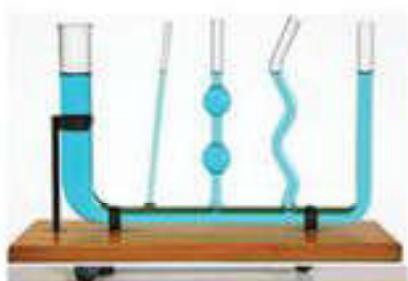
Қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың деңгейі бірдей болады.



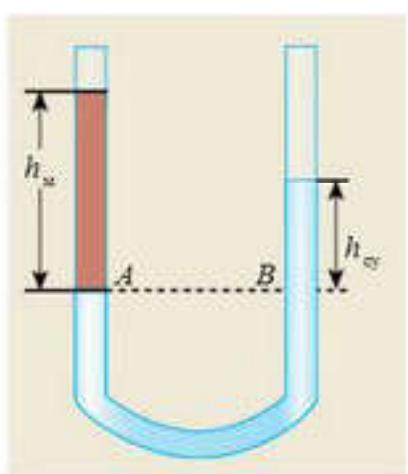
4.21-сурет



4.22-сурет



4.23-сурет



4.24-сурет

2-тәжірибе. Сол жактағы түтікшениң диаметрі үлкендеу түтікшемен аудыстырып, 1-тәжірибені қайталайық. Соңда біз сұйықтардың дengейлері терең-төндік қалпына келгенде түтікшелердің косылған жеріндегі резенке түтікшениң деформацияланбағанын байқаймыз. Бұл жағдайда он жақтан да, сол жақтан да түсетін қысым бірдей. Қатынас ыдыстардың он жақ тармағындағы судың массасы сол жақ тармактағыға қараганда кеп болғанмен, екеуінің де резенке түтікшеге түсіретін қысымдары бірдей болуы бір қараганда түсініксіз болыш көрінуі мүмкін.

3-тәжірибе. Пішіндері әртүрлі қатынас ыдыстар алайық (4.23-сурет) және оларға су күйінік. Тәжірибе пішіндері әртүрлі қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың дengейлері бірдей болатынын көрсетеді. Бұл құбылысты гидростатикалық парадокс деп атап кеткен.

4-тәжірибе. Қатынас ыдыстарға құйылған әртекті сұйықтарда не болатынын анықтайык. Ол үшін 1-тәжірибені қайталайық және У тәрізді түтікшениң он жақ тармағына су, ал сол жақ тармағына сұйық май күйінік. Резенке түтікшениң дәл ортасындағы қыскышты алсақ, су майды ығыстырып, У тәрізді түтікшениң сол жағына қараң ага бастайды (4.24-сурет).

Енді ыдыстың сол жактағы тармағына сұйықтардың шегарасы AB дengейінде болғанға дейін май күйінік. Бұл $h_u = h_1$ май бағанының қысымы $h_w = h_2$ су бағанының қысымымен теңесетінін білдіреді:

$$p_1 = \rho_1 gh_1, \quad p_2 = \rho_2 gh_2,$$

$p_1 = p_2$, болғандықтан, $\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$. Ендеше,

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}. \quad (24.2)$$

(24.2) формуладан қатынас ыдыстардағы әртекті сұйық бағандарының биіктігі олардың тығыздықтарына кері пропорционал болатыны шығады.

Қатынас ыдыстардың практикалық тұрғыдан маңызы зор. Қатынас ыдыстар принципі негізінде мәлдір ыдыстардағы сұйық дengейлерін көрсететін суөлшеуіш түтіктер, өзендер мен каналдардағы бөгеттерді кемелердің айналып өтуіне мүмкіндік беретін шлюздер, биік үйлерді сумен қамтамасыз ететін суқұбырлары жұмыс істейді және мундай мысалдарды көптең келтіруге болады.



1. Қатынас ыдыстар деп қандай ыдыстарды айтады?
2. Қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың биіктіктері өзара қандай қатынаста болады?
3. Қатынас ыдыстардағы ертекті сұйықтардың биіктіктері өзара қандай қатынаста болады?
4. Қатынас ыдыстардың тұрмыста, техникада, бізді қоршаған ортада пайдаланылуына мысалдар келтіріңдер.



Өзіміз жасаймыз!

Субұрқақ. Пластикалық бөтелке алыш, онын түбін обындар. Оның басын тығызымен жауып, ысытылған шегемен тесіндер. Бұл тесікке “П” түрінде пілген пластикалық тұтікшениң бір басын тығыз енгізу керек. Саусакпен тұтікшениң екінші басын жауып тұрып бөтелкені төнкеріндер де, оны сумен толтырындар. Саусакты алыш, тұтікшені ашқанда су атқылайды. Субұрқағы бөтелкедегі су деңгейі тұтікшениң ашық жағындағы су деңгейімен теңескенге дейін жалғасады. Неліктен бұлай болатынын түсініріндер. Өздерің бұдан да курделірек, мысалы, гүлдерді ылғалданырып, жуатын субұрқағынын жобасын жасандар.

Гидростатикалық қысымның колданылуты



Егестік жерлердің колмен суару жүйесі — кәріз. **Сауран қ. X—XVIII ғғ.** Казіргі Оңтүстік Казахстан. Кәріз — жерасты су арналары бар құбындар жүйесі. Сауранға су Караптау тауының озендерінен тартылған арналар арқылы жеткізілген.



Моншадагы сукұбырлары мен кәріздер. **Тарас қ. XI—XII ғғ.** Сукұбырна су Талас бөлгөнінен су айдағыш бассейн арқылы жіберілген.



Судиірмені. Сарай Бату қала-қамалы. Алтын Орда. 1250—1480 жж. Казіргі Карағайлы ауданы, Астрахань облысы.



Ним қаласын римдіктердің сумен камтамасыз ету жүйесі. **Б.з.д. I ғ.** Казіргі Франция.

§ 25. Гидравликалық мәшине

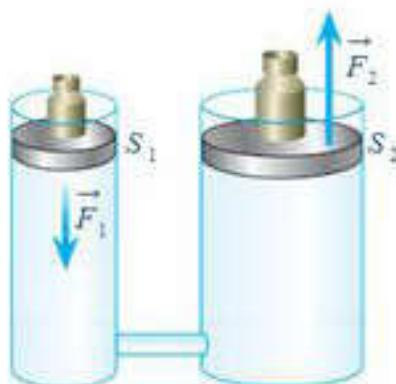


Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ гидравликалық мәшине
- ✓ гидравликалық пресс
- ✓ күштен ұту



4.25-сурет

- гидравликалық мәшинелердің жұмыс істеу принципін білетін боласындар;
- гидравликалық мәшинелерді қолдану кезіндегі күштен ұтысты есептеуді үйренесіндер.

Гидравликалық мәшинелердің (грек. *гидравликос* — су) құрылышы мен жұмыс істеу принципі Паскаль заңына негізделген.

Гидравликалық мәшинелер — іс-әрекеті қозғалыс заңдары мен сұйықтардың тепе-тәндігіне негізделген мәшинелер.

Гидравликалық мәшинелердің негізгі бөлігі өзара жалғастырылған арқылы қосылған, диаметрлері әртүрлі екі цилиндр болып табылады. Оларға сұйық құйылады (4.25-сурет).

Үйдистардың ішіне жылжымалы поршеньдер орнатылған. Егер ауданы S_1 кіші поршеньге F_1 күшпен әрекет етсек, оның астынғы жағында $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ кысым пайда болады. Паскаль заңына сәйкес p_1 кысым барлық бағытқа өзгеріссіз беріледі. Онда ауданы S_2 он жак

поршеньге жоғары қарай бағыталған $F_2 = p_1 \cdot S_2$ күші әрекет етеді, будан $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$. Ал $p_1 = p_2$, болғандықтан, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$. $\frac{F_2}{F_1}$ катынасы F_2 күші F_1 күшінен неше есе артық екенін көрсетеді. Мұны күштен ұту деп атайды.

Кез келген гидравликалық мәшинениң үлкен поршенинің ауданы кіші поршенинің ауданынан неше есе артық болса, гидравликалық мәшине күштен соңша есе ұтыс береді.

Гидравликалық престін жұмыс істеу принципін қарастырайық.

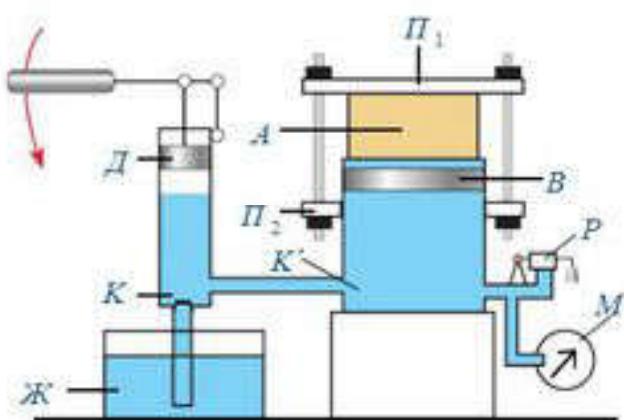
Гидравликалық пресс. Материалдарды кысыммен өндеуге арналған бұл мәшине сығылатын сұйық арқылы әрекет етеді. Гидрав-

ликалық престін күрілісі
4.26-суретте көрсетілген.

А — престелетін дене; В — престеу цилиндрі бар үлкен поршень; Д — престеу цилиндрі бар кіші поршень; К және К' — қакпашалар; П₁ — жоғары платформа; П₂ — төменгі платформа; М — манометр; Ж — сұйығы бар резервуар; Р — сақтандыргыш қакпак.

Кіші Д поршеньге түсірілген күш сұйыктың кіші цилиндрден үлкен цилиндрге карай ағызатын қысым тузызады. Бұл кезде П₂ платформа кетеріліп, престелетін А денені жоғары П₁ платформаға қысады. Кіші поршень бастапқы күйіне қайта бастаған мезетте К' қакпакша жабылып, сұйықтың үлкен цилиндрден кіші цилиндрге карай ағып кетуіне мүмкіндік бермейді. Бұл кезде К қакпакша ашылып, сұйықты Ж резервуардан кіші цилиндрге жібереді. Кіші поршеньнің төмен карай бағытталған келесі журісінде К қакпакша жабылады да, сұйық қысыммен К' қакпакшаны ашып, үлкен цилиндрге енеді. Манометр қысымды бақылап отыру үшін қажет.

Сонымен, гидравликалық престер күштен үлкен поршеньнің ауданы мен кіші поршень ауданының катынасына тен ұтыс береді. Оларды өсімдіктен май, шырын сыйканда қолданады.



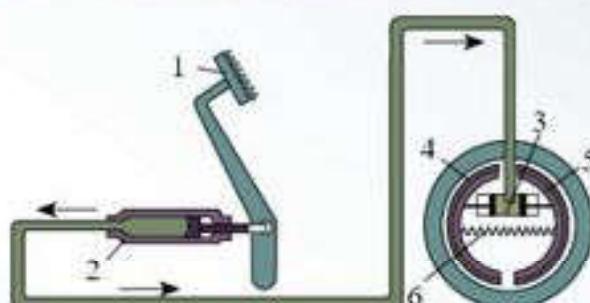
4.26-сурет

Гидравликалық домкрат та гидравликалық пресс сияқты зекеет етеді (4.27-сурет). Ол ауыр нәрселерді, автомобилдерді, дайын металл оболашктері бар жәшіктерді көтеру үшін пайдаланылады, сондай-ақ тиесу жұмыстарын жүзеге асырады.

Гидравликалық тәжеуиштердің көмегімен (4.28-сурет) автомобилдерді тәжеу жүзеге асырылады. Жүргізуши 1 педальга басқан кезде 2 цилиндрдегі поршень осы цилиндрдегі 3 түтіктегі және 4 тәжеуіш цилиндрдегі сұйықта қысым тусіреді. Қысым күшінің зекеетінен 4 тәжеуіш цилиндрдегі 5 поршень ығысып, б негізгі тәжеуішті тәжеуіш барабанга қарай итеріп қысады.



4.27-сурет



4.28-сурет

Гидравликалық престер металлургиялық зауыттарда металл бүйімдарды соғу, штамптау және престеу, табақ беттерді және күбырларды жасау үшін колданылады. Гидравликалық престердің көмегімен шеге, қалың қағаз алады, металл қалдықтарын брикеттейді.



1. Гидравликалық мәшинелер деп қандай мәшинелерді айтады?
2. Гидравликалық мәшинелердің жұмыс істеу принципі қандай заңға негізделген?
3. Гидравликалық мәшине күштен қандай ұтыс береді?
4. Гидравликалық престің құрылышы қандай және ол қалай жұмыс істейді?

Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Горизонталь еденге 41 кПа қысым түсіретін мәрмәр кубтың массасы қандай?

Берілгені:

$p = 41 \text{ кПа}$	$\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$	$m = ?$
----------------------	------------------------------	---------

$$\begin{array}{|c|c|} \hline & \text{ХБЖ} \\ \hline & 4,1 \cdot 10^4 \text{ Па} \\ \hline \end{array}$$

Шешуі. Анықтама бойынша еденге түсірілетін қысым күштің ол әрекет ететін беттін ауданына катынасына тең.

Біздің жағдайымызда кубка әрекет ететін ауырлық күші кубтың табанына түседі (4.29-сурет), яғни $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$. Кубтың массасы $m = \rho V = \rho Sh$. Ал кубтың еден табанына түсіретін қысымы

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho hg, \quad (1)$$

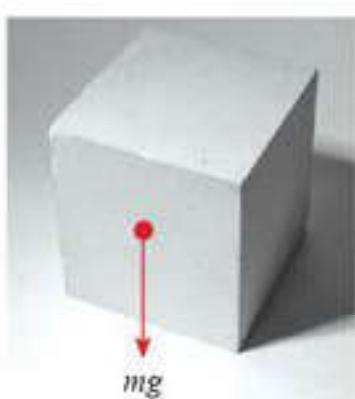
мұндағы h — куб жақтарының ұзындығы. (1) формуладан

$$h = \frac{p}{\rho g}.$$

Кубтың көлемі $V = h^3$, ал массасы $m = \rho h^3 = \rho \frac{p^3}{\rho^3 g^3} = \frac{p^3}{\rho^2 g^3}$.

Өлшем бірліктерін тексерейік:

$$[m] = \frac{\text{Па}^3}{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}^6} \cdot \frac{\text{Н}^3}{\text{кг}^3}} = \frac{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6}}{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6 \cdot \text{кг}}} = \text{кг.}$$



Есептеулер жүргіземіз:

$$m = \frac{68,92 \cdot 10^{12}}{7,29 \cdot 10^6 \cdot 10^5} \text{ кг} = 9454 \text{ кг.}$$

4.29-сурет

Жауабы : $m = 9454 \text{ кг.}$

2-есеп. Суқұбырындағы кысым 0,3 МПа. Құбырдың тесігін жабатын тығынды су кандай күшпен кысады? Тесік ауданы 4 см².

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі.
$p = 0,3 \text{ МПа}$	$0,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$	Кысым күші су кысымының ауданға көбейтіндісіне тең: $F = pS = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 120 \text{ Н.}$
$S = 4 \text{ см}^2$	$4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$	
$F = ?$		

Жауабы : $F = 120 \text{ Н.}$

3-есеп. Сынап көлінің түбіндегі кысымды ең терен Мардан тенізі ойпатының түбіндегі кысымға теңестіру үшін оның терендігі кандай болу керек? Ойпаттың терендігі 11 км 22 м.

Берілгені:	Шешуі.
$h_1 = 11022 \text{ м}$	Шарт бойынша $p_1 = p_2$, ал гидростатикалық кысым $p = \rho gh$. Ендеше,
$\rho_1 = 1030 \text{ кг/м}^3$	$\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$. Бұдан $h_2 = h_1 \frac{\rho_1}{\rho_2}$.
$\rho_2 = 13600 \text{ кг/м}^3$	
$h_2 = ?$	

Есептеу жүргіземіз: $h_2 = 11022 \text{ м} \cdot \frac{1030 \text{ кг/м}^3}{13600 \text{ кг/м}^3} = 834,75 \text{ м.}$

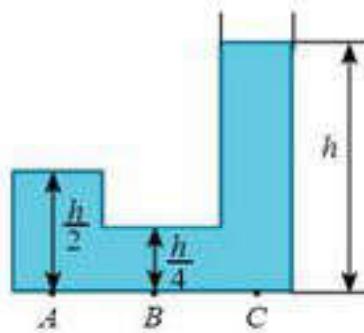
Жауабы : $h_2 = 834,75 \text{ м.}$

4-есеп. Егер саусағымызды стакан түбіне жеткізбей су ішіне батырсақ, судың стакан түбіне түсіретін кысымы өзгере ме?

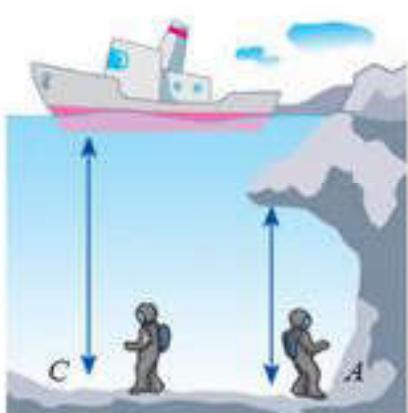
Шешуі. Сұйықтың ыдыс түбіне түсіретін кысым күші ыдыстағы сұйық деңгейіне тәуелді болатыны $F_{\text{түб}} = pS = \rho ghS$ формуласынан шығады. Егер стакан бастапқыда ернеуіне дейін сумен толтырылmasa, онда саусакты батырганнан кейін су деңгейі көтеріледі де (дene өзінің көлеміне тен суды ығыстырады), ыдыс түбіне түсірілетін кысым артады. Егер су ернеуіне дейін толтырылса, саусакты батырганнан кейін судың кайсыбір көлемі ыдыстан төгіліп қалады да, ыдыс түбіне түсірілетін кысым күші өзгермейді.

5-есеп. Бірдей деңгейде жаткан A , B , C нүктелеріндегі судың кысымы қандай (4.30-сурет)?

Шешуі. Мұндай есептерді шешуде көбінесе $p_A < p_C$ деп қателік жібереді, ейткені A нүктесінің үстіндегі су деңгейінің биіктігі C нүктесіндегіге караганда кіші. Ал дұрысында $p_A = p_B = p_C$. Неліктен бұлай екенін қарастырайық.



4.30-сурет



4.31-сурет

Үңдистағы су тыныштық калыптаған, демек, бір деңгейде жатқан нүктелердегі кысым бірдей. Ондай болмаған жағдайда су кысымы аз жаққа қарай аккан болар еді. Бірақ дұрысында $p_A = p_B = p_C$.

Ал С нүктесіндегі кысым $p_C = \rho gh$ болғандықтан,

$$p_A = p_B = p_C = \rho gh.$$

Корытынды жасаймыз: сұйықтың тереңдіктері кысымын есептегендегі деңгейді осы сұйықтың еркін бетінен бастап есептеу керек.

Егер аквалангист судың терең қабатына сұнгіп, су үнгіріне (4.31-суреттегі А нүктесі) тап болса, оған С нүктесіндегі кысым түсіреді: су кысымынан "жасырына алмайсың".

6-есеп. Жактары a болатын куб пішінді ыдыска күйілған судың ыдыс түбіне түсіретін кысым күші а) бүйір қабыргаларына түсірілетін кысым күшінен 5 есе артық болуы; ә) бүйір қабыргаларына түсірілетін кысым күшіне тен болуы үшін ыдыска суды қандай биіктікке дейін кую керек?

Берілгені:

$$\frac{F_{\text{түб}}}{h} = ?$$

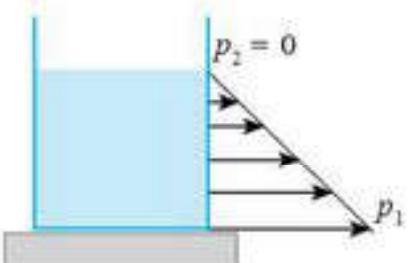
Шешуі. Паскаль занына сәйкес кысым барлық бағыттар бойынша өзгеріссіз беріледі (түбіне де, бүйір қабыргаларына да). 4.32-суретте кысымының биіктік бойынша өзгеруі көрсетілген.

Үңдис түбіне түсірілетін судың кысым күшін $p = \frac{F_{\text{түб}}}{S_1}$ формуласын пайдаланып табамыз. Бұдан $F_{\text{түб}} = pS_1$, мұндағы $p = \rho gh$ — ыдыс түбіне түсіріле тін кысым, $S_1 = a^2$ — ыдыс түбінің ауданы. Ендеше,

$$F_{\text{түб}} = \rho gha^2. \quad (1)$$

Бүйір қабыргаларына түсірілетін кысым күшін анықтау үшін $F_2 = p_{\text{опт}}S_2$ формуласын пайдаланамыз, $S_2 = ah$ — су деңгейінен төмен жатқан бүйір қабыргасының ауданы.

Су кысымы судың тереңдігі артқан сайын сызықтық заң бойынша өзгереді. Бұл гидростатикалық кысымның $p = \rho gh$ формуласынан шығады, мұндағы ρ — судың тығыздығы және $g = 9,8$ Н/кг — бұл тұрақты шамалар. Оnda кысымның орташа шамасын екі кысымның орташа арифметикалық шамасы



4.32-сурет

ретінде табуға болады: біріншісі су бетінде (ол нөлге тең) және екіншісі түбінде — $p = \rho gh$: $p_{opt} = \frac{0 + \rho gh}{2} = \frac{\rho gh}{2}$. Бүйір қабырғасына түсірілетін қысым

$$F_2 = p_{opt} S_2 = \frac{\rho gh}{2} ah.$$

Ал бүйір қабырғалары төртеу болғандыктан, судың ыдыс қабырға ларына түсіретін толық қысым күші $F_{\delta x} = 4 F_2$ немесе

$$F_{\delta x} = 4 \frac{\rho gh^2 a}{2} = 2 \rho gh^2 a. \quad (2)$$

а) Есептің шарты бойынша бірінші жағдайда

$$F_{\text{ты}} = 5 \cdot F_{\delta x}. \quad (3)$$

(1) және (2) тендеулерді (3) тендеуге койсақ,

$$\rho gha^2 = 5 \cdot 2 \rho gh^2 a.$$

Ал бұдан $a = 10 h$, яғни $h = \frac{a}{10}$.

ә) Екінші жағдайда шарт бойынша $F_{\text{ты}} = F_{\delta x}$. Түбіне және бүйір қабырғасына түсірілетін су қысымын төңестіріп, $\rho gha^2 = 2 \rho gh^2 a$ аламыз. Бұдан ыдыстағы судың жана білктігі табылады: $h = \frac{a}{2}$.

Неліктен бір қарағанда ақылға конбайтын сияқты жауап алғанымыз туралы ойлап көріндөр. Су деңгейі білк болған сайын сүйкітын ыдыс түбіне түсіретін қысымы, демек, қысым күші де көп болады.

Жауабы : а) $h = \frac{a}{10}$; ә) $h = \frac{a}{2}$.

7-есеп. Гидравликалық прессің ауданы 2 см^2 кіші поршени 200 Н күштің әрекетінен 16 см төмен түсті. Үлкен поршеньнің ауданы 8 см^2 . а) Поршень көтерген жүктің салмағын; ә) жүктің қандай білктікке көтерілгенін аныктандар.

Берілгені:

$$S_1 = 2 \text{ см}^2$$

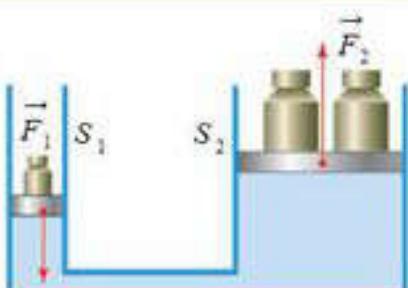
$$S_2 = 8 \text{ см}^2$$

$$h_1 = 16 \text{ см}$$

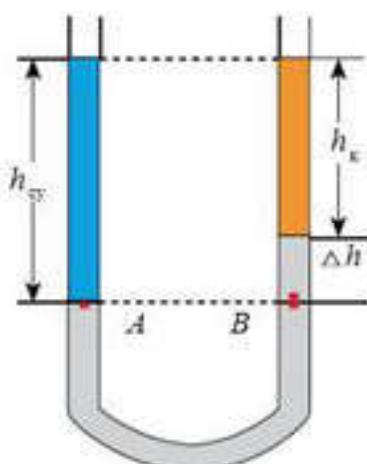
$$F_1 = 200 \text{ Н}$$

$$P = ? \quad h_2 = ?$$

Шешуі. Бұл есепті ХБЖ-іне аудармай шешкен ынғайлыш. Гидравликалық пресс екі катынас ыдыстан тұратын жүйені құрайды. Эдетте, ол техникалық маймен немесе сумен толтырылады және үстінгі жағынан жылжымалы поршеньмен жабылады (4.33-сурет).



4.33-сурет



4.34-сурет

Кіші поршеньге F_1 күшпен әрекет ете отырып, біз сүйккә қысым түсіреміз. Паскаль заңына сәйкес бұл қысымды сүйк үлкен поршеньге жеткізеді. Онда $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ деп жазуга болады.

Ал бұдан $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$. Бұл қатынас гидрав-

ликалық престін ауданнан қаша есе ұтылса, күштен сонша есе ұтатынын көрсетеді. Есептеуде біз поршень мен цилиндр қабыргалары арасында үйкеліс жок деп есептедік. Біздін есебімізде осы пресспен көтеру мүмкін болатын жүктің салмағы дәл осы F_2 күшіне тең: $P = F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1} = 200 \text{ Н} \cdot \frac{8 \text{ см}^2}{2 \text{ см}^2} = 800 \text{ Н}$.

Кіші поршень h_1 қашықтықка орын ауыстырығанда үлкен поршень қайсыбір h_2 биіктікке көтеріледі. Сүйкітар сығылмайтын болғандықтан, $V_1 = h_1 S_1$ сүйк төмен ығыса отырып $V_2 = h_2 S_2$ көлемдегі сүйкіты жоғары көтереді. Бұл көлемдер өзара тең: $V_1 = V_2$ немесе $h_1 S_1 = h_2 S_2$. Осыдан

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} = 16 \text{ см} \cdot \frac{2 \text{ см}^2}{8 \text{ см}^2} = 4 \text{ см.}$$

Жауабы : $P = 800 \text{ Н}, h_2 = 4 \text{ см.}$

8-есеп. У тәрізді түтікшеде сынап, су және керосин бар (4.34-сурет). Түтіктің он тармағындағы сынаптың деңгейі сол тармағындағы караганда 1 см білк. Су мен керосин бағандарының биіктігін табындар.

Берілгені:

$$\Delta h = 1 \text{ см}$$

$$\rho_{\text{снн}} = 13,6 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{су}} = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_k = 0,8 \text{ г/см}^3$$

$$h_k - ? \quad h_{\text{су}} - ?$$

Шешуі. Бұл есепті ХБЖ-іне аудармай шешкен ынғайлы. Керосин бағандының биіктігі h_k болсын. Онда су бағандының биіктігі $h_{\text{су}} = h_k + \Delta h$. А және В нүктелеріндегі (4.34-сурет) гидростатикалық қысым бірдей (өйткені сүйк бір деңгейде тұр): $p_{\text{су}} = p_k + p_{\text{снн}}$ немесе $\rho_{\text{су}} g (h_k + \Delta h) = \rho_k g h_k + \rho_{\text{снн}} g \Delta h$.

$$\text{Осыдан керосин бағандының биіктігін табамыз: } h_k = \frac{\rho_{\text{снн}} - \rho_{\text{су}}}{\rho_{\text{су}} - \rho_k} \Delta h.$$

$$\text{Есептеулер жүргіземіз: } h_k = \frac{13,6 \text{ г/см}^3 - 1 \text{ г/см}^3}{1 \text{ г/см}^3 - 0,8 \text{ г/см}^3} \cdot 1 \text{ см} = 63 \text{ см.}$$

Жауабы : $h_k = 63 \text{ см.}$



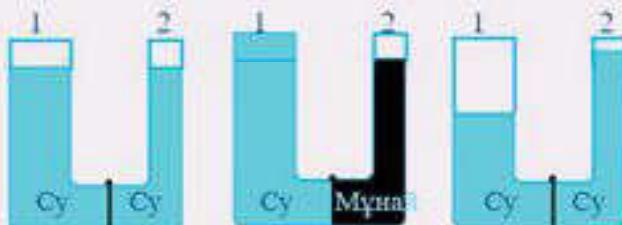
1 4.35-суретте көрсетілген үш жағдай үшін сұйық қысымының сол жақтан және он жақтан кранға түсірілетін қысымдарын салыстырындар. Сұйық бір ыдыстан екінші ыдыска ауысып ете ала ма?

2 4.36-сурет бойынша гидравликалық тежеуіштің жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.

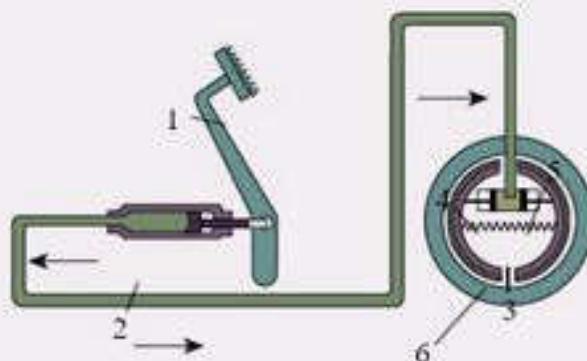
3 Гидравликалық мәшинемен салмағы 1,5 кН контейнерді көтеру үшін кіші поршеньге 100 Н күш түсіріледі. Егер үлкен поршеньнің ауданы 450 см² болса, кіші поршеньнің ауданы қандай?

4 Мензуркаға сынап, су және керосин құйылды. Сұйықтардың жалпы биіктігі 64 см. Мензурканың табанына түсірілетін қысым қандай? Сұйықтардың массалары мен биіктіктері бірдей болатын жағдайды қарастырындар.

5 Үйдістың түбінде үш бөлігі суға батқан шар жатыр және ол өзіне түсірілген ауырлық күшінің жартысына тең күшпен ыдыс табанын қысып басады. Шардың тығыздығын табыңдар. Судың тығыздығы $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.



4.35-сурет



4.36-сурет

6 Массасы 100 г біртекті шар ыдыс түбінде жатыр. Үйдісқа сұйық құйылды және оның көлемі шардың сұйыққа батқан бөлігінен 4 есе артық. Сұйықтың тығыздығы шардың тығыздығынан екі есе артық. Кішкене шар ыдыс түбін қандай күшпен қысып басады?

§ 26. Атмосфералық қысым



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ атмосфералық қысым
- ✓ қалыпты атмосфера-лық қысым



Жерде күрлүк, су және ауа кеңістігі бар екенін белесіндер. Адамдар мен жануарлар күрлүкта қозгалады, оның бетіндегі гимараттар мен күрүлістар Жер бетіне қысым түсіреді. Оның үстіне бұл қысым ауырлық күшінің бағытында, яғни Жер центрі бағытында беріледі.

Жер атмосфера деп аталатын ауа қабығымен қоршалған. Ауа Жер бетіне қысым түсіре ме?

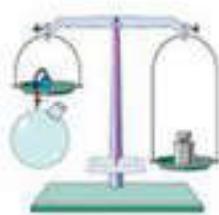
Бұл сұраққа жауап беру үшін тәжірибе жасайық.

1-тәжірибе. Қысқышы мен резенке түтікшесі бар сыйымдылығы 1 л шыны колба алайық. Колбаны тығынмен тығыз жабайық. Колбаға ауа айдан енгізіп, оны өлшейік (4.37-сурет). Осыдан кейін резенке түтікшедегі қысқышты алғыш тастап, колбадағы ауаны шығарайп жіберейік. Біз таразының тепе-тендігі бұзылғанын байқаймыз және гіртас жағы айдан ауырлайды. 1 л ауаның массасы шамамен 1,3 г. Демек, ол Жер бетіне, атап айтқанда, колба түбіне қысым түсіреді. Біздің тәжірибеміз ауа қысым түсіреді деп тұжырымдауға мүмкіндік береді.

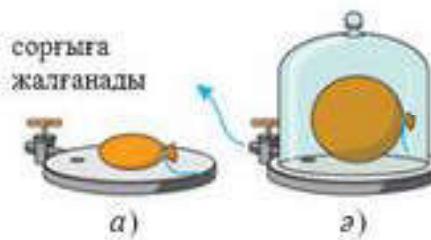
Паскаль занына сәйкес ауа бағанының қысымы қатты денелер туғызатын қысымға қарағанда барлық бағытқа бірдей тарайды.

Атмосфералық қысымның бар болуын 2-тәжірибе арқылы да көз жеткізуге болады.

2-тәжірибе. Ауа сорғысының тәрелкесіне байланған ауа шарын орналастырайық та, оны шыны қалпақпен жауып (4.38-сурет), қалпақ астындағы ауаны сорайық. Қалпақ астындағы қысым азайған



4.37-сурет



4.38-сурет

сайын ауа шары үрленгендей бола бастайды. Демек, шар ішіндегі ауаның атмосфералық қысымы қалпақ астындағы ауадан артық бола бастайды да, шар компиляды.

Атмосфералық қысым деп Жердің ауа қабығының Жер бетіне және ондагы денелерге түсіретін қысымын айтады.

1654 жылы неміс физигі Otto фон Герике Магдебург қаласында өзінің замандастарын таңғалдырган тәжірибе жасаган. Ол екі болат жартышарды бір-біrine нығыздай жасыстырып, одан кейін олардың шілінен ауасын сорып алған. Атмосфералық қысым ықпалының зор екені соншатық, тіпті қос-қостан жегілген бірнеше ат та бұт біріктірілген жартышарларды екі жаққа қарай тартақанмен, оларды ажыратта алмаган. Физикада бұт деректі "магдебург жартышарларымен тәжірибе" деп айтады.



Атмосфералық қысымның сандық мәнін 1643 жылы алғаш рет итальяндық физик Эванджелиста Торричелли (1608—1647) өлшеғен болатын. Ол өзінің ұстазы Г. Галилейдің тапсырмасы бойынша мынадай тәжірибе жасады.

Э. Торричелли ұзындығы 1 м бір жағы бітеу шыны түтік алғыны сынаппен толтырды да, ашық жағын жауып, сынап құйылған ыдыска батырды (4.39-сурет). Түтіктің сынап ішіне салған жағының аузын ашқанда сынаптың аздаған бөлігі ыдыска төгіліп, түтікте білктігі 760 мм сынап бағаны қалды. Бұл білктігі 760 мм болатын сынап бағанының қысымы ыдыстағы сынап бетіне түсетең атмосфералық қысыммен теңесетінімен түсіндіріледі.

Егер түтікті енкейтсек, сынап бағанының білктігі өзгермей қалады (4.40-сурет).

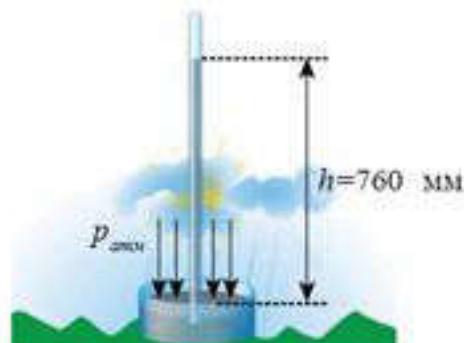
Торричелли тәжіриbesі арқасында физикаға қысымды өлшеудің жүйеден тыс өлшем бірлігі мм.см.бағ. енгізілді:

$$1 \text{ мм.см.бағ.} = 133 \text{ Па.}$$

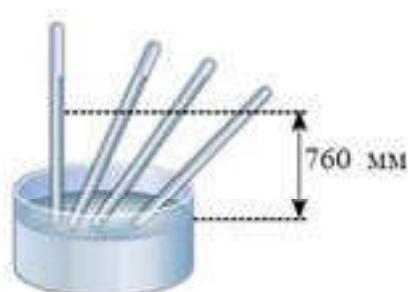


Өзіміз дәлелдейміз!

Гидростатикалық қысымның формуласын пайдаланып, білктігі 1 мм түтіктегі сынап бетіне түсетең атмосфералық қысымның 133 Па болатынның дәлелдеңдер. Сынаптың тығыздығы $P = 13600 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$.



4.39-сурет



4.40-сурет

Жер атмосферасында үнемі әртүрлі процестер өтіп жатады: ауа массаларының қозғалысы, жауын-шашын, Күн энергиясы есебінен ауаның қызуы және салқындауы. Бұл процестер жергілікті жерде атмосфералық қысымның үнемі өзгеріп отыруына әкеледі.

760 мм сынап бағанына тең атмосфералық қысымды қалыпты атмосфералық қысым деп атайды.

Атмосфералық қысым ауа температурасының өзгеруіне ғана емес, жергілікті жердің биіктігіне де тәуелді. Мұны 1647 жылы Б. Паскаль тұжырымдаған болатын. Ол сынапты барометрді пайдаланып таудың етегіндегі және басындағы атмосфералық қысымды өлшейді және жер біл болған сайын атмосфералық қысымның азаятынын аныктайды.



Назар аударамыз!

Атмосфералық қысым әр 12 м биіктікте 1 мм. сын. бағ.-на азаяды. Бұл жергілікті жердің үстіндегі атмосфералық ауа бағаны салмағының кемітінімен түсінілріледі, яғни ауа сирейді.



1. Қандай қысымды атмосфералық қысым деп атайды және ол неліктен пайда болады?
2. Атмосфералық қысымның бар болуын қалай дәлелдеуге болады?
3. 1 мм. сын. бағ. дегеніміз не?
4. Қандай қысымды қалыпты атмосфералық қысым деп атайды?
5. Атмосфералық қысым қандай шамаларға тауелді?
6. Көп қабатты зәулім үйдің бірінші қабаты мен үстіңгі қабатындағы атмосфералық қысым бірдей бола ма?



- 1 Неліктен аударылып қалған құмырадан су бүлкілдеп төгіледі, ал резенке медициналық жылытықштан бірқалыпты ағып шығады?
- 2 Қарапайым тәжірибе жүргізейік. Суы бар стақан алайық және оны дәлтер парагынан жабайық. Осыдан кейін дәлтер парагын қолымызбен ұстап тұрып стақанды төңкерейік (4.41-сурет). Су стақаннан төгілмейді. Неге?
- 3 Мына тәжірибе нәтижесін түсіндіріңдер: тының су ішінен стақан ішіне сірінке жағып шығарып алды (4.42-сурет).
- 4 Торричелли тұтігінің әртүрлі биіктіктерінде диаметрлері кішкентай тесіктер болса, нені байқаймыз?



4.41-сурет



4.42-сурет

§ 27. Атмосфералық қысымды өлшеу



Сендер

- атмосфералық қысымды қандай құралдармен өлшейтінін білесіндер;
- барометрлердің жұмыс істеу принципін түсін-діре аласындар.



Тірек сөздер:

- ✓ **сынапты барометр**
- ✓ **барометр-анероид**

 Біз ауа мұхитының астында өмір суреміз және біздің ағзасыз атмосфералық қысымды өздігінен теңгеріп отырады. Алайда көп адамдардың ағзасына атмосфералық қысымының ауытқуы елеулі әсер етеді. Адам өзін жайсыз сезінеді, басы ауырып, жіңі дем алады. Тіпті мұрнынан, құлагынан қан кетуі де мүмкін. Ондайда қан қысымы көтерілді дейді. Альгинистер аудағы оттектің қалыпты мөлшерін қамтамасыз етептің арнайы оттек қалтасын жіңі пайдаланады.

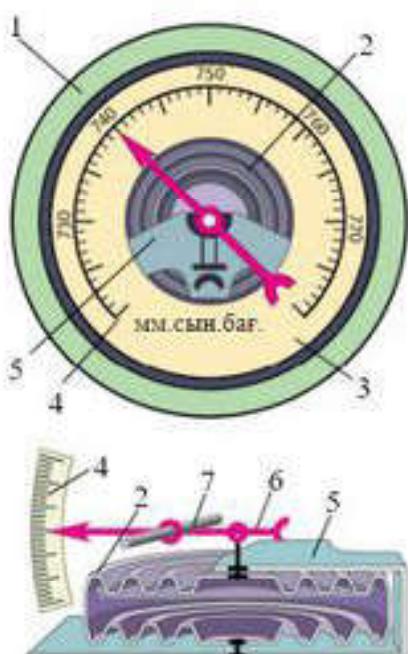
Атмосфералық қысым үнемі өзгеріп тұрса, оны өлшеу үшін барометрлер деп аталатын құралдар пайдаланылады.

Сынапты барометр. Торричелли тұтігі негізінде жасалған сынапты барометр ен қаралайым барометр болып табылады (4.43-сурет).

Үйдистағы сынаптың еркін бетіне 1 түсірілетін атмосфералық қысым 2 түтікшедегі сынап бағаны қысымымен теңеседі. Түтікшедегі сынап бағанының биіктігі бойынша шкаланың 3 көрсетуі арқылы атмосфералық қысым туралы пайымдайды. Атмосфералық қысымының өзгеруімен 2 түтікшедегі сынап бағанының биіктігі өзгереді. Сынапты барометр дәл сол уақыт мезетіндегі атмосфералық қысымды өлшайді. Сынапты барометрді қалыпты жағдайда пайдаланған тиімді, ал өзінмен алып жүретін болсан, барометр-анероид пайдаланған жән.



4.43-сурет



4.44-сурет

Барометр-анероид. Барометр-анероидтің құрылышы 4.44-суретте көрсетілген.

1 — барометр корпусы; 2 — ішінен ауасы сорылған беті иректелген (гофрленген) металл қорап; 3 — шыны; 4 — синапты барометр көмегімен градиурленген қысымдар шкаласы; 5 — қорапшаны кабыстыруға мүмкіндік бермейтін металл пластина; 6 — барометрдің тілі; 7 — ось.

Атмосфералық қысым гофрленген қорапшага күшпен әрекет етеді. Толқынды бет беттік ауданды, яғни корапша бетіне түсірілетін қысым күшін арттырады. Атмосфералық қысымның азаюымен корапша бетіне түсірілетін қысым күші азаяды. Сондыктан пластина корапша бетін (5) түзетеді, ол құралдың тілі (6) мен осыті (7) бүрады. Барометр көрсеткіші шкаладан (4) алынады. Атмосфералық қысымның артуы кезінде тетік кері бағытта қозғалады.

Барометрдің көмегімен атмосферадагы ғыу аппаратының көтерілу біліктігін өлшеуге болады. Шкаласы мм. сын. бағ.-мен емес, көтерілу біліктігінің өлшем бірлігімен градиурленген барометрлер альтиметрлер деп аталады.



1. Қысымды өлшеуге арналған аспаптар қалай аталады?
2. Сынапты барометрдің жұмыс істеу принципі қандай?
3. Барометр-анероидтің құрылышы қандай және ол қалай жұмыс жасайды?
4. Фарыш кемесінің ішіндегі ауа қысымын сынап барометрімен өлшеуге бола ма? Барометр-анероидпен ше?

§ 28. Манометрлер. Сорғылар



Сендер

- манометр мен сорғылардың жұмыс істеу принципін түсінетін боласындар;
- манометрмен қандай физикалық шаманы өлшейтінін білетін боласындар.



Тірек сөздер:

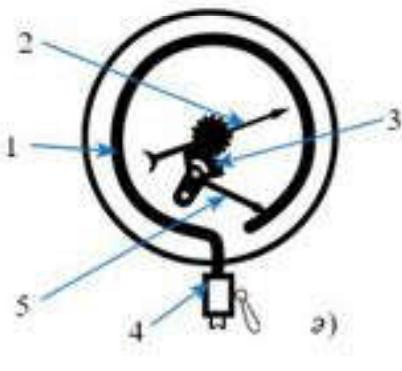
- ✓ манометр
- ✓ сорғы



4.45-сурет



a)



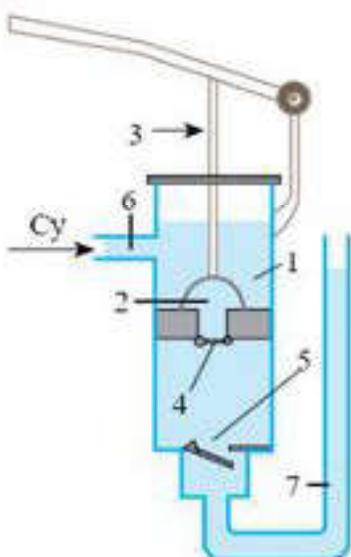
4.46-сурет

Адамзат кызметінің барлық саласында атмосфералық қысымнан жоғары немесе төмен жағдайда жүзеге асатын процестер жүйе кездеседі. Сондыктan тәжірибеде қысым айырымын бақылап отыру қажеттігі туындаиды. Бұл максат үшін манометрлер деп аталағын аспаптар пайдаланылады. **Манометр** сөзі гректің *манос* — тығыз емес, *метрео* — өлшемін деген сөздерінен алынған. Манометрлердің түрі көп, біз олардың екеуіне толығырақ тоқталайык.

Сұйық манометр. Алғашкы сұйық манометрді 1643 жылы итальяндық ғалым Торричелли жасаған. Оның құрылышы 4.45-суретте көрсетілген.

Вертикаль жазық панельге сұйық (су немесе сынап) толтырылған У пішінді түтік бекітіледі. Сұйықтың екі тармағы да ашық, сондыктан сұйық оларда бірдей деңгейде орналасады. Түтіктің бір тармагын резенке түтікше көмегімен қысымы өлшенетін ыдыспен жалғастырып, екіншісін ашық калдырады. Сұйық манометр берілген ыдыстағы қысым атмосфералық қысымнан қашшалықты жоғары немесе төмен екенін көрсетеді.

Түтікті металл манометр. Оны 1848 жылы француз ғалымы Э. Бурдон ойладап тапқан (4.46, а, ә-суреттер). Оның негізгі бөліктері:



4.47-сурет

дога тәрізді ілтеп күйс тұтікше (1), тіл (2), тісті тегершіктер (3), кран (4) және піндік (5).

Тұтіктің бір жағы бітеу, екінші жағы кранның көмегімен қысымы өлшенетін ыдыспен жалғастырылады. Қысым артқан кезде тұтік тузулене бастайды да, оның бітеу үшінін қозғалысы піндікке беріледі. Піндік тісті тегершіктер арқылы аспаптың тілімен байланысады, сондыктан қысым артқан кезде аспап тілі ауытқып, қысымның артканын көрсететін болады. Егер қысым төмендесе тұтікше иле бастайды да, аспап тілі кері бағытта қозғалады.

Сорғылар. Елді мекендерде гимараттарға суды жеткізу үшін арнаїы су айдағыш мұнара салады. Ал мұнараны сумен толтыру үшін оған

суды айдайтын құрылғы қажет. Ондай құрылғы **айдау сорғысы** деп аталады. Айдау сорғысының қарапайым сұлбасы 4.47-суретте көрсетілген: 1 — цилиндр; 2 — цилиндрдің органды бөлігінде санылауды бар поршень; 3 — қозғалтқыш білігін поршеньмен қосатын сояуыш; 4 және 5 — суды тек бір бағытта жіберетін Герон қакпакшалары; 6 — сорғыға су берілетін тұтік; 7 — сорғы көмегімен суды резервуарға жеткізетін тұтікше.

Сояуыш (3) төмен қарай қозғалғанда қакпакша (4) жабылады, ал қакпакша (5) ашылады, бұл поршеньге тұтік (7) арқылы суды үстінгі резервуарға айдауга мүмкіндік береді. Поршеньмен төмен қарай бір мезгілде тұтік (6) арқылы су поршеньнің үстінгі жағындағы цилиндрдің (1) жоғарғы бөлігіне құйылады. Поршень жоғары қарай қозғалғанда жоғарғы қакпакша (5) жабылып, төменгі қакпакша (4) ашылады, ал бұл судың цилиндрдің (1) үстінгі бөлігінен төменгі бөлігіне өтуіне мүмкіндік береді және т.с.с.

Білесіңдер ме?

Калада сұқыбыры жүйесіндегі сұық су қысымы бірінші қабат деңгейінде атмосфералық қысымнан 5 есе, ал ыстық су қысымы 10 есе артық болуы мүмкін.

 **Шприц көмегімен дәрі жіберу өздеріңе жақсы таңыс.** Шприц поршенин кері тартқан кезде цилиндр шіндегі қысым азаяды да, атмосфералық қысымның әсерінен дәрі оның ішіне енеді. Поршеньді басқан кезде поршень астындағы сұйық қысылып, улken қысыммен тар санылау арқылы ығысып шыгады (4.48-сурет).



4.48-сурет



1. Сұйық манометрдің құрылышы мен жұмыс істеу принципі қандай?
2. Металл манометр қалай жұмыс істейді?
3. Айдау сорғысының құрылышы қандай және ол қалай жұмыс істейді?
4. Неліктен айдау сорғысы суды 10 м биіктікten артық көтере алмайды?



Жерасты сүннік көтеруге арналған қол сорғысының жобасын жасандар. Осындай сорғы көмегімен суды қандай максимал терендіктен көтеруге болатынын есептендер.



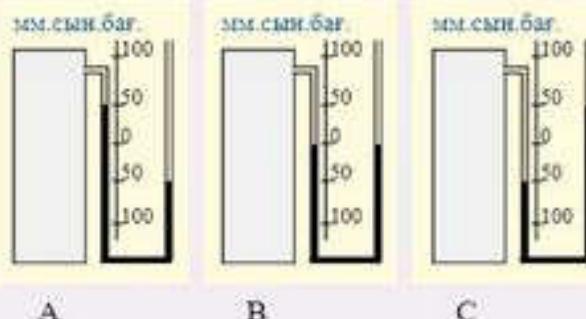
1 Ашық сұйық манометрлер A, B және С ыдыстарымен жалғастырылған (4.49-сурет). Қай ыдыстағы қысым атмосфералық қысымға тең, қайсысында атмосфералық қысымнан артық, қайсысында кем?

2 Қалыпты атмосфералық қысымды биіктігі 8 м керосин бағанының қысымымен теңестіруге бола ма?

3 4.50, а, ә-суреттерде газдалған суға арналған сифон және велосипед камераларына аяу айдауга арналған сорғы көрсетілген. Олардың сұлбаларын өз беттеріңмен салып, жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.

4 Атмосфералық қысым сынапты 760 мм биіктікке көтереді, ал су сынаптан 13,6 есе жеңіл. Су сорғысының көмегімен суаттан алынатын суды қандай биіктікке көтеруге болады?

5 Сорғының көмегімен спиртті қандай биіктікке көтеруге болады? Ал мунайды ше?



4.49-сурет



a)



ә)

4.50-сурет

§ 29. Архимед күші



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ кері итеруші күш
- ✓ Архимед заңы



Сұйыктар мен газдар ездеріне батырылған деңеге әрекет еті ме?



Архимед

(б.з.д. 287—212)

Аса көрнекті грек галымы.

Кері итеруші күштің және деңелердің жүзуін сипаттайтын заңды анықтаған. Алқаптың сұлан-дыруға арналған мәши-нелердің ауыр жүктерді көтеруге арналған шіндердің шығырларды, әскери атқыш мәши-нелерді ойлан тапқан. Ол құрастырган әскери машиналар тұган қаласы Сиракуздың римдіктерден құтқарған.

- кері итеруші күштің пайда болу себебін билетін боласындар;
- Архимед заңын есептер шығару кезінде пайдалана аласындар.

Тәжірибе жасайык. Уш ыдысқа әртүрлі сұйық — керосин, су және глицерин күйін. Массасы 200 г болат цилиндр алып, оның аудағы салмағын динамометр көмегімен елшейік. Динамометр 2 Н шаманы көрсетеді. Осыдан кейін динамометрге ілінген цилиндрді керосинге, суға және глицеринге батырып, динамометр көрсеткіші азаятынын, бірақ нәтижесінің бірдей болмайтынын байқаймыз. Динамометр көрсеткіші глицеринде аз, суда көбірек, ал керосинде одан көп болады. Егер бұл тәжірибелі мыс немесе алюминий цилиндрлерді алып кайталасақ, онда кайтадан бұл сұйыктарға салынған цилиндрлер салмағының азаюын байқаймыз. Демек, сұйықка батырылған кез келген деңеге ауырлық күшіне қарама-карсы, яғни жоғары қарай бағытталған күш әрекет етеді. Бұл күш кері итеруші деп аталады.

Тәжірибелер нәтижесі бойынша қорытынды жасауға болады: **сұйық негұрлым тығыз болса, соғұрлым кері итеруші күш көп болады.**

Кері итеруші күштің табигатын түсіну үшін сұйыққа батырылған кубпен тәжірибе жасайык.

Кубтың барлық жағына сұйықтың қысым күші әрекет етеді (4.51-сурет).

Кубтың бүйір жактарына әрекет ететін күштер тен және олар бірін-бірі тенгеріп тұрады. Ал оның үстіндегі және төменгі жактарына әрекет ететін күштер әртүрлі, өйткені үстіндегі және төменгі беттердегі сұйық бағанының биіктіктері әртүрлі.

Кері итеруші күшті есептеуге арналған формуланы қорытып шыгарайық. Кері итеруші күшті екі қысым күшінің айырымы ретінде анықтайық: бірінші — сұйық тарарапынан кубтың үстіндегі жағына әрекет ететін F_1 (ол төмен қарай бағытталған) қысым күші және екінші — сұйық тарарапынан кубтың төменгі жағына әрекет ететін F_2 (ол жоғары қарай бағытталған) қысым күші. Біз қысым күшін $F = pS$, ал қысымды $p = \rho_e gh$ формуласы бойынша анықтаймыз, мұндағы ρ_e — сұйық тығыздығы, g — еркін тұсу үдеуі, h — сұйық бағанының биіктігі. Онда сұйық бағанының қысым күші

$$F = pS = \rho_e gh S.$$

Кубтың үстіндегі бетіне түсірілетін қысым күші $F_1 = p_1 S = \rho_e g h_1 S$, мұндағы h_1 — кубтың үстіндегі жағындағы сұйық бағанының биіктігі, ал кубтың төменгі бетіне түсірілетін қысым күші

$$F_2 = p_2 S = \rho_e g h_2 S,$$

мұндағы h_2 — сұйық бетінен кубтың төменгі жағына дейінгі сұйық бағанының биіктігі.

Кері итеруші күш олардың айырымына тен: $F_A = F_2 - F_1$.

Бұл формулаға F_2 және F_1 күштерінің мәндерін қойып, $F_A = \rho_e g S (h_2 - h_1)$ аламыз. Ал $h_2 - h_1 = h$ болғандықтан, $F_A = \rho_e g Sh$, мұндағы h — цилиндр биіктігі. $Sh = V$ цилиндр көлемі болғандықтан, кері итеруші (ығыстыруышы) күш

$$F_A = \rho_e g V. \quad (29.1)$$

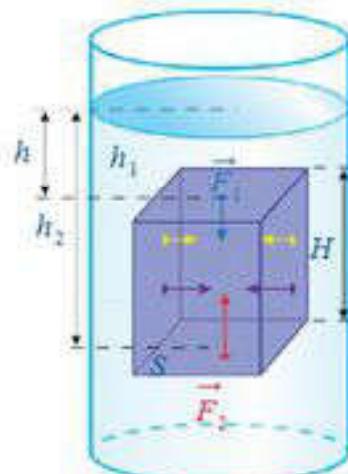
Біз кері итеруші күшті табуға арналған формуланы қорытып шыгардық.

Сонымен, сұйыққа батырылған денеге оның сұйыққа батқан белігі колеміндегі сұйықтың салмағына тен кері итеруші күш әрекет етеді.

Бұл занды оны ашкан ежелгі грек ғалымы Архимедтің күрметіне Архимед заны немесе архимед күші деп атайды, белгіленуі F_A .

Егер сұйыққа денениң бір белігі ғана батырылса, онда ығыстыруышы күш формуласындағы V_{66} — денениң сұйыққа батқан белігінің колемі.

Ауда және кез келген газда да денеге кері итеруші күш әрекет етеді. Алайда газдардағы кері итеруші күш денениң салмағынан әлдекайда аз, сондықтан оны көбінесе ескермейді. Ал сұйықтарда пайда болатын кері итеруші күш үлкен болатындықтан, оны ескермеуге болмайды.



4.51-сурет



Оқындар, қызық!

Айсбергтер — “жүзетін өте үлкен мұзтаулар”. Айсбергтің судың үстінгі жағындағы бөлігі 50—70 м-ге, кейде 400 м-ге дейін де жетеді. Судың астында айсбергтің барлық көлемінің 9/10 бөлігі болады, яғни су астындағы бөлігі 3,6 км-ге дейін жетеді. Айсберг жылы суга карай ығысканда ол төменгі жағынан ери бастайды. Тепе-тендік бұзылып, айсберг аударылып туседі. Дәл осы себептен кезінде аса ірі кеме — “Титаник” апатка ұшыраған болатын.



Тропикалық теңіздердегі наутилус ұлты шырышқыты кабыршақта өмір сүреді. Өзінің ішкі ағзаларының көлемін тез арада өзгерту арқылы ол су бетіне көтеріледі немесе түбіне туседі.



1. Неліктен ауаға қарағанда сұйыққа батырылған дене жөнілірек?
2. Қандай күш кері итеруші күш деп аталады?
3. Кері итеруші (архимед) күшінің бар болуын қалай дәлелдеуге болады?
4. Кері итеруші күш қандай шамаларға тауелді?
5. Кері итеруші күштің шамасын қалай есептеуге болады? Архимед күшін есептегендеге формулаға дене көлемінің қандай мәнін қою керек?
6. Кері итеруші күштің шамасын қалай есептеуге болады?
7. Неліктен кері итеруші күшті архимед күші деп атайды?



- 1 Архимед күшін дәлелдейтін тәжірибелі ойластырындар және жасап көріндер.
- 2 Архимед күшін өлшеуге болатын тәжірибе ойластырындар және жасандар.



- 1 Егер денені Айға көшірсек, онда оған әрекет ететін архимед күші өзгерे ме?
- 2 Вакуумде архимед күші әрекет ете ме? Салмақсыздық жағдайында ше?
- 3 Мыс шардың аудағы салмағы 36,9 Н, ал оны суға толықтай батырғанда оның салмағы 26,7 Н болды. Шар тұтас па, алде қуысы бар ма? Егер шардың қуысы бар болса, онда оның қуысының көлемі қандай?

- 4 Айсберг мұхитта жүзіп жүр. Біз айсбергтің 1/10 бөлігін ғана көреміз, ал оның көлемінің 9/10 бөлігі су астына батып жатыр. Егер суда қайың бөрене жүзетін болса, онда оның шамамен жартысы ғана су ішінде болады. Неліктен су астына бөрененің жартысы ғана, ал айсбергтің тіпті тұтастай дерлігі батып жатыр?

§ 30. Денелердің жүзу шарттары



Сендер

- денениң сұйықта жүзу шарттарын түсініп, білестін боласындар;
- кемелердің жүзуі, ауада ұшу неге негізделгенін түсінесіндер;
- есептер шығарғанда архимед күшін анықтауды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ шегім
- ✓ ватерсызық
- ✓ көтеруші күш

Сендер енді сұйыққа батырылған кез келген денеге архимед күші және ауырлық күші әрекет ететінін білесіндер. Архимед күші жогары қарай бағытталған. Ол сұйықтыңыздығына және де сұйыққа баткан дene белігінің көлеміне байланысты болады. Ауырлық күші денениң салмағына тен және темен қарай бағытталған.



Неліктен сұйыққа батырылған кейбір денелер оның бетіне қалқып шығады, ал екінші біреулері батып кетеді, ал үшіншілері сұнгуір қайық сияқты оның ішінде жүзіп жүреді?

Денелердің жүзуі немесе батып кетуі ауырлық күші мен архимед күшінің арақатынасына байланысты болады.

4.52-суретте су бетінде жүзіп жүрген доп көрсетілген. Доп судын кайсыбір белігін ығыстырады. Сондыктан доп ығыстырып шығарған судын салмағы архимед күшіне тен болатыны ақырат. Біздің жағдайымызда доп тыныштық қалпын сактаған, өйткені допқа түсірілген ауырлық күші архимед күшімен тенескен:

$$F_A = mg. \quad (30.1)$$

4.53-суретте сұйық ішіндегі дene (мысалы, сұнгуір қайық) көрсетілген. Мұндай денелер туралы олар тепе-тендік күйде деп айтады. Бұл жағдайда да ауырлық күші архимед күшіне тен, яғни $F_A = mg$.



4.52-сурет



4.53-сурет

(30.1) формуланы толығырак карастырайык. Архимед күші $F_A = \rho_c g V_c$, ал дene массасын оның тығыздығы арқылы $m = \rho V$ формуласынан табуға болатындықтан, (30.1) формуланы былай жазамыз:

$$\rho_c g V_c = \rho g V,$$

мұндағы V_c — дene ығыстырып шығаратын сұйыктын көлемі, V — дeneнің көлемі. Бұдан

$$\frac{\rho}{\rho_c} = \frac{V_c}{V}. \quad (30.2)$$

Денеңің жүзуі кезінде ол ығыстырып шығаратын V_c сұйыктын көлемі әрқашан дeneнің өзінің V көлемінен кіші немесе тең болады, онда жүзіп жүретін дeneңің тығыздығы сұйықтығынан аз немесе оған тең болуы тиіс, яғни $\rho < \rho_c$. Бұдан дeneлердің жүзу шарттарын тұжырымдауға болады.

Денеңің жүзу шарттары

1	$\rho < \rho_c$	$F_A > mg$	Дене сұйыктын бетіне көтеріліп жүзіп жүреді
2	$\rho = \rho_c$	$F_A = mg$	Дене сұйық ішінде жүзеді
3	$\rho > \rho_c$	$F_A < mg$	Дене сұйық түбіне туседі, яғни батады

ρ — дeneңің тығыздығы; ρ_c — сұйыктың тығыздығы; F_A — архимед күші; mg — ауырлық күші



Корпусы болаттан жасалған кемелер мұхиттарда, теңіздерде қалай жүзеді?

Кемелердің ішкі бөліктерінде көтеген ашық аралыктар болады. Сондыктan кемелерді олардың орташа тығыздығы судың тығыздығынан аз болатында етіп құрастырады.

Егер кеменің жалпы массасын жалпы көлеміне белсек, кеменің орташа тығыздығын аламыз. Ол судың тығыздығынан едәуір аз болады. Осыған сәйкес кемеге әрекет етуші ауырлық күші (немесе кеменің жүгімен қосқандағы ауадағы салмағы) кеменің суга батқан белігі ығыстырып шығаратын судың салмағына тең болғанда кеме суда жүзеді (4.54-сурет).

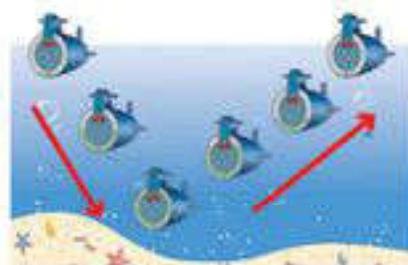


4.54-сурет

Кеменің суга бататын белігі **шөгім** деп аталады. Рұксат етілетін шөгім **ватерсызық** деп аталатын сзызыкпен белгіленеді. Ол жүк тиелген кеменің суга бата алатын шекті деңгейін көрсетеді. Кеме шанағында ватерсызық кызыл түспен белгіленеді.

Теңіз қайыктарының ішінде **сұңғуір қайықтардың түрі** ерекше болады (4.53-сурет). Қайықтың орташа тығыздығын ондағы арнайы белінген орындарды сумен

толтыру аркылы реттеп отыруға болады. Бұл жағдайда оның орташа тығыздығы артады да, қайық сұға батады. Қайық жоғары көтерілген кезде қуатты сорғылар ауаның көмегімен олардан суды айдан шығарады да, қайықтың орташа тығыздығы кемиді (4.55-сурет).



4.55-сурет

Ауада үшу. Ауада үшу да Архимед және Паскаль зандарына негізделген. Ауа шарларының көмегімен жүктөрді, адамдарды, құрал-жабдықтарды көтереді. Шар қандай жүкті көтере алатынын білу үшін оның көтеруші күшін білу керек.

Ауа шары көтере алатын жүктің салмағы көтеруші күш деп аталады.

Көтеруші күштің шамасы шарға әрекет етуші архимед күші мен шар қабығы және қабық ішіндегі газға түсірілетін ауырлық күшінің айырымы ретінде табылады:

$$F_x = F_A - (m_{\text{жабык}} + m_{\text{газ}})g. \quad (30.3)$$

Аса үлкен биіктіктерге үшірылмайтын шарлар **аэростаттар**, 11 км-ден жоғары биіктіктерге көтерілетін шарлар **стратостаттар** деп аталады (4.56-сурет). Аэростаттар мен стратостаттар атмосфераны зерттеу үшін колданылады. XX ғасырдың басында ойлап табылған козгалтқыштар мен пропеллерлер көмегімен басқарылатын үшу аппараттары **дирижабльдер** деп аталады. Үшу кезінде ауаның кедергісін азайту үшін олар созылынды, акқыш пішінді етіп жасалады. Оларды байланыс техникасында, әскери қызметте радиолокация үшін, ал метеорологтер ауа райы мәліметтерін жинау үшін пайдаланады.

АЭРОСТАТТАР

Аз биіктікке
көтерілетін
ауа шарлары

ДИРИЖАБЛЬДЕР

Басқарылатын
ауа
шарлары

СТРАТОСТАТТАР

11 км-ден
жоғары көтерілетін
ауа шарлары



4.56-сурет



Оқындар, қызық!

Бірінші ауа шары 1783 жылдың жазында Францияда ұшырылды. Қағаз фабрикасынын шелері ағайынды Жозеф және Этьен Монгольфьелер қағаздан үлкен шар жасап, оны жылы ауамен толтырды. Жылы ауаның тығыздығы коршаган сұық ауаның тығыздығынан аз, сондыктан шар көтерілген болатын. Бұл шар 500 м биіктікке көтеріліп, 10 мин ішінде 2 км ұшып етті (4.57-сурет). Сол кезде ауа шарлары монгольфьелер деп атала бастады.



4.57-сурет

1783 жылдың 1 желтоқсанында езінін "шарльерімен" ауаға француз профессоры Жак Александр Сезар Шарль көтерілді. Ол жылтырылған ауаны орнына одан тығыздығы шамамен 14 есе аз сутекті колданған. Кейінірек ауа шарлары жарық беретін газдармен толтырылды.

1887 жылы Күннің тұтылуын бақылау үшін Д. И. Менделеев гелий толтырылған шармен ауаға көтерілген болатын.

Заманауи ауа шарлары гелиймен толтырылады.



Сұйықтардың тығыздығын өлшеу үшін ареометр деп аталатын құрал қолданылады. Ареометр тубі кішкене металл бытырағармен толтырылған шыны түтікшеден тұрады. Күтының үстіндегі жағы градуирленген шкаласы бар жіңішке түтікшеге жалғасады.

Ареометр сұйық ішінде вертикаль қатында жүзе алады. Ареометрдің сұйыққа батырганда оның шыны құттысы архимед күши ауырзық күшине теңескенге дейін белгілі бір тереңдікке батады.



1. Денелердің жүзу шарттарын тұжырымдаңдар.
2. Сұйық ішінде жүзіп жүрген денеге әрекет ететін архимед күшінің шамасы неге тең?
3. Үйдің жайлап су құйса, оның тегіс түбінде жатқан ағаш куб су бетінен көтеріле ме?
4. Кемелердің жүзуі неге негізделген?
5. Көтеруші күш деп қандай күшті айтады?
6. Ватерсызық дегеніміз қандай сыйық?



Озіміз жасаймыз!

Ареометр. Күм және сынауық алыш, ездерін ареометр жасандар. Оны таза су алыш градуирлендер. Осы ареометрді пайдаланып, тұз және кант ерітіндісінің тығыздығын анықтандар.



- 1** Шыны құты, сұы бар стақан, шикі жұмыртқа және 2-3 асқасық тұз алындар. Құтыға 0,5 л су құйып, 2 асқасық түзды ерітіндер. Жұмыртқаны суға салындар. Ол судың бетінде жүзіп журуі туіс. Енді жайлап жай су құйындар. Жұмыртқа бата бастайды және тепе-тендік қалпын сактайды. Эрі қарай су құйғанымызда жұмыртқа құты түбіне батып кетеді. Байқаған құбылыстарынды түсіндіріндер.
- 2** Қатты пісірілген жұмыртқа а) жай суда; ә) түзды суда жүзе ала ма? Тәжірибеде тексеріндер. Тәжірибе нәтижесін түсіндіріндер.
- 3** Стаканға газдалған су құйындар да, оған бір жүзім салындар. Ол аз-дап судан ауырлау, сондықтан ол батып кетеді. Енді оның үстінен газ көпіршіктері қона бастайды, олар өте көп болған кезде жүзім су бетіне қалқып шығады. Су бетінде көпіршіктер жарылады да, газ ұшып кетеді, ал ауырлаған жүзім қайтадан стакан түбіне түседі. Газ толық ұшып кеткенге дейін бул процесс жалғаса береді. Тәжірибелі түсіндіріндер.



Өзіміз жасаймыз!

Картезиан сұнгүірі. Пластикалық бөтелек мен тамшуыр алындар. Бөтелкенің мойнына 2-3 мм жеткізбей су құйындар. Тамшуырга су сорып алып бөтелкеге салындар да, оның аузын тығынмен жабындар. Енді бөтелкенің екі бүйірінен қыссандар, тамшуыр темен түседі. Тамшуырдың суға батуын түсіндіріндер. Бұл тамаша ойыншық — картезиан “сұнгүірін” француз математигі, физигі және философи Рене Декарт ойлап шыгарған.



Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Ағаш білеуше сынап, су, керосин құйылған ыдыстардың ішінде кезегімен жүзді. Осы үш жағдайдағы білеушеге әрекет ететін архимед күшін салыстырындар.

Шешуі. Білеуше жүзіп жүр, демек, ол тепе-тендік қалпын сактаған. Бұл архимед күші ауырлық күшіне тең болғанда мүмкін болады. Білеуше біреу ғана болғандыктан, оған бірдей ауырлық күші түсіріледі. Онда барлық жағдайдағы архимед күші де бірдей: $F_{A1} = F_{A2} = F_{A3} = mg$.

Мұндағы жалғыз айырмашылық — білеушенің әртүрлі сүйкітардағы бату терендігі. Қай сүйкікка теренірек бататынын өздерін анықтап көріндер.

2-есеп. Ішіне тығын катырылған мұздың кішкентай кесегі 0°C температурадағы суы бар стаканда жүзіп жүр. Егер температураны өзгертпесек, бірақ мұз еріп кетсе, онда стакандағы су деңгейі қалай өзгереді? Егер мұздың ішінде тығынның орнында бытыра болса, жауап өзгере ме?

Шешуі. m — мұз массасы, m_0 мұзға катырылған деңе мас сасы болсын. Онда олар ығыстырылған судың көлемі

$$V = \frac{m + m_0}{\rho},$$

мұндағы ρ — су тығыздығы. Мұз еріген кезде $V_{\text{мұз}} = \frac{m}{\rho}$ көлем алады.

Егер мұзға катырылған деңе тығыздығы судың тығыздығынан аз немесе оған тен болса, онда деңе суда жүзіп жүреді және ол ығыстыратын судың көлемі $V_0 = \frac{m_0}{\rho}$. Бұл жағдайда

$$V = V_{\text{мұз}} + V_0 = \frac{m}{\rho} + \frac{m_0}{\rho} = \frac{m + m_0}{\rho},$$

яғни стакандағы су деңгейі өзгермейді. Өйткені катырылған деңемен коса алғандағы мұздың ығыстырып шығарған көлемі өзгермейді.

Демек, егер мұз кесегі тұтас немесе оған тығыздығы су тығыздығынан аз болатын деңе катырылса немесе мұзда ауа көпіршігі болса, онда мұз ерігеннен кейін стакандағы судың деңгейі өзгермейді.

Егер ρ_0 деңе тығыздығы судың тығыздығынан артық болса, онда мұз ерігеннен кейін ол суға батып, өзінің көлеміне тен суды ығыстырып шығарады: $V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}$. Бұл жағдайда $V_{\text{мұз}} + V_0 < V$, өйткені $\frac{m}{\rho} + \frac{m_0}{\rho_0} < \frac{m + m_0}{\rho}$.

Демек, екінші жағдайда бытыра катырылған мұзы бар стакандағы су деңгейі төмендейді.

Жауабы: егер мұзға тығын катырылса, мұз ерігеннен кейін стакандағы судың деңгейі өзгермейді, ал бытыра катырылған жағдайда су деңгейі төмендейді.

3-есеп. Биіктігі H мұз келде жүзіп жүр. Мұздың су бетіндегі және су астындағы

Берілгені:

$$\rho_{\text{мұз}} = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_c = 1 \text{ г/см}^3$$

$$H$$

$$h_1 = ?$$

$$h_2 = ?$$

Шешуі. Мұз жүзіп жургендеңітен, архимед күші мұзға әрекет етуші ауырлық күшіне тен:

$$\rho_c g V_2 = mg. \quad (1)$$

h_1 және h_2 , V_1 және V_2 — мұздың сәйкесінше су бетіндегі және су астындағы биіктіктері және көлемдері. Мұзға әрекет етуші күштерді 4.55-суrette көрсетейік және $\rho_c g V_2 = mg$.

4.58-суреттөн

$$h_1 + h_2 = H \quad (2)$$

және

$$V_1 + V_2 = V. \quad (3)$$

Мұз массасын мұз тығыздығы және оның көлемі арқылы өрнектейік:

$$m = \rho V. \quad (4)$$

(4)-ті (1)-ге койсак,

$$\rho_e g V_2 = \rho_{\text{шп}} g V. \quad (5)$$

$V_2 = h_2 S$, ал $V = HS$ болғандықтан, (5) тендеу $\rho_e g h_2 S = \rho_{\text{шп}} g HS$ түріне енеді.

Бұдан мұздың су астындағы белігі

$$h_2 = \frac{\rho_{\text{шп}}}{\rho_e} \cdot H. \quad (6)$$

(2)-ден $h_1 = H - h_2$, яғни

$$h_1 = H - \frac{\rho_{\text{шп}}}{\rho_e} \cdot H = \frac{\rho_e - \rho_{\text{шп}}}{\rho_e} \cdot H. \quad (7)$$

(6) және (7) формулаларға мұздың және судың тығыздықтарының мәнін койсак,

$$h_2 = \frac{9}{10} H \text{ және } h_1 = \frac{1}{10} H. \quad (8)$$

Бұл есепте біз жазық мұзды қарастырдық. Алайда (8) формула-нын кез келген пішіндегі тұтас мұз кесегі үшін дұрыс екенине көз жеткізуге болады.

4-есеп. Көлемі 120 м^3 гелий толтырылған шар көтере алатын жүктің массасын есептендер. Шар қабығының массасы 12 кг.

Берілгені:

$$V = 120 \text{ м}^3$$

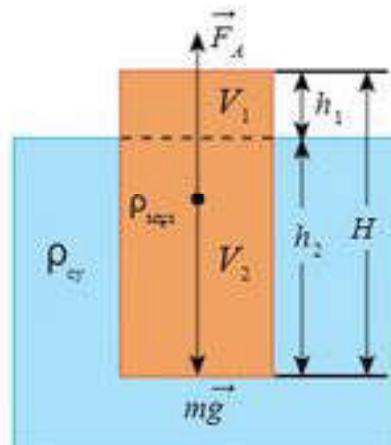
$$m_0 = 12 \text{ кг}$$

$$m = ?$$

Шешуі. Көтеруші күш шарға әрекет етуші архимед күші мен шар қабығы және шарды толтырып тұрған газдың түсіретін ауырлық күшінің айырымына тең: $F_e = F_A - (m_0 + m_r)g$. Шардағы гелий массасы $m_r = \rho_r V$.

Онда шар қабығы мен шарды толтырып тұрған газ түсіретін ауырлық күші $F = (\rho_r V + m_0)g$. Архимед күші $F_A = \rho_{\text{шп}} g V$.

Онда $F_e = \rho_{\text{шп}} g V - (\rho_r V + m_0)g$. Ауаның тығыздығы $\rho_{\text{шп}} = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, гелийдікі $\rho_r = 0,19 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



4.58-сурет

Шардың көтеруші күшін есептейік:

$$F_k = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 120 \text{ м}^3 - (0,19 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 120 \text{ м}^3 + 12 \text{ кг}) \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \\ = 1517 \text{ Н} - 341,04 \text{ Н} = 1176 \text{ Н.}$$

Шар көтере алғын жүктің массасы

$$m = \frac{F_k}{g} = \frac{1176 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 120 \text{ кг.}$$

5-есеп. Сутек толтырылған ауа шарының көлемі 4 дм³, ал оның салмағы 0,04 Н. Шардың көтеруші күшін анықтаңдар.

Берілгені:

$$V = 4 \text{ дм}^3 = 0,004 \text{ м}^3$$

$$P = 0,04 \text{ Н}$$

$$F_k = ?$$

Шешуі. Көтеруші күш мына формула бойынша табылады:

$$F_k = F_A - P = \rho_{\text{ауа}} g V - P.$$

$$F_k = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,004 \text{ м}^3 - 0,04 \text{ Н} = 10 \text{ мН.}$$

Жауабы : $F_k = 10 \text{ мН.}$



1 Көлемі 3 л ауа шары сутекпен толтырылған. Шар мен сутектің массасы 3,4 г. Шардың көтеруші күші қандай?

2 Тұщы суда ватерсызығына дейін батқан кеме 15000 м³ суды ығыстырады. Кеменің мәшинелермен қоса алғандағы салмағы 50 МН. Жүктің салмағы қандай?

3 Адам суда жүзіп жүр. Адам терең дем алған кезде оған әрекет ететін архимед күші қалай өзгереді?

4 Көлемі 1000 м³ аэростат 40 км биіктікке массасы қандай жүкті көтере алады?

Аэростаттың тығыздығы 0,18 кг/м³ гелиймен толтырылған, биіктікте ауа тығыздығы 0,85 кг/м³.

5 Болат арқан арқылы байланған аэростаттың салмағы 550 Н және онда тығыздығы 0,6 кг/м³ болатын 350 м³ газ бар. Егер арқаның салмағы 750 Н болса, онда аэростатты шынжырдың төмөнгі жағынан ұстап тұруға жеткілікті күш неге тең болады?



6-зертханалық жұмыс

АРХИМЕД ЗАҢЫН ТЕКСЕРУ

Жұмыстың мақсаты: суға батырылған пішіндері әртурлі денелерге әрекет ететін архимед күшін өлшеу.

Құрал-жабдықтар: жіп байланған цилиндр, куб және бұрыс пішінді денелер, өлшемдер (мензурка), динамометр, сұы бар стақан, сызыш.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Сұы бар мензурканы пайдаланып, цилиндр пішінді дененің көлемін өлшендер (4.59-сурет).
2. Денеге әрекет ететін F_A архимед күшінің мәнін есептөндер (судың тығыздығы 1000 кг/м³). Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.

Тәжірибе реті	Дене	Дененің көлемі, $V, \text{м}^3$	Архимед күші, $F_A, \text{Н}$	Ауырлық күші, $F_z, \text{Н}$	Серпімділік күші, $F_{\text{серп}}, \text{Н}$	Архимед күші, $F'_A, \text{Н}$
1	Цилиндр					
2	Куб					
3	Бұрыс пішінді					

3. Динамометрге жіп байланған денені іліндер. Оған әрекет ететін ауырлық күшін өлшендер (дененің аудадағы салмағы).
4. Денені сұы бар стақанға салындар да, серіппенің серпімділік күшін өлшендер (дененің судағы салмағы).
5. Архимед күшінің мәнін есептөндер: $F'_A = F_z - F_{\text{серп}}$. Нәтижелерді жоғарыдағы кестеге жазындар.
6. Куб және бұрыс пішінді денеге әрекет ететін архимед күшін анықтаңдар. Нәтижелерді жоғарыдағы кестеге жазындар.
7. Эр дене үшін екі тасілмен алынған архимед күшінің мәндерін салыстырындар.
8. Қорытынды жасандар.



4.59-сурет

7-зертханалық жұмыс**ДЕНЕЛЕРДІҢ ЖҰЗУ ШАРТТАРЫН АНЫҚТАУ**

Жұмыстың мақсаты: эксперимент жүзінде дененің қандай жағдайда суға батып кететінін, су бетіне көтерілетінін, жүзіп жүретінін анықтау.

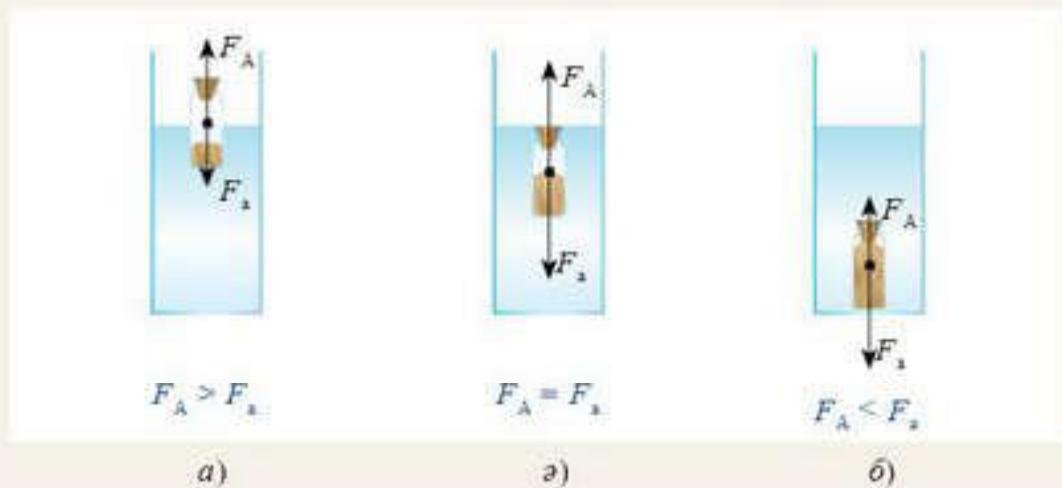
Сендердің міндеттерін мына тұжырымдарды тексеру:

- егер ауырлық күші (mg) архимед күшінен аз болса, онда дене су бетіне көтеріліп қалып жүреді немесе суға аздал батып жүзеді (4.60, а-сурет);
- егер ауырлық күші архимед күшіне тең болса, онда дене сұйық ішінде жүзіп жүреді (4.60, ә-сурет);
- егер ауырлық күші архимед күшінен артық болса, онда дене сұйық түбіне батып кетеді (4.60, б-сурет).

Құрал-жабдықтар: мензурка, таразы, гіртастар жиынтығы, тығыны бар сынауық, құм, шыны немесе ағаш таяқша.

Жұмыстың орындалу реті:

- Тығынмен нығыздалып бекітілген сынауықтың көлемін өлшендер. Ол үшін сынауықты таяқшаның көмегімен мензуркаға батырындар.
- Сынауыққа әрекет етуші архимед күшін есептendir: $F_A = \rho_c g V$ (су-дың тығыздығы 1000 кг/м³). Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.
- Сынауыққа аздал құм салындар. Оны суға салғанда суға батпай, жүзіп жүретін болсын. Құмы бар сынауықтың массасын өлшендер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептendir: $F_g = mg$. Архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырындар. Қорытынды жасандар.
- Суға салғанда сынауықтың бір бөлігі суға батып, бір бөлігі су бетінде болатындей етіп оған құм салындар. Сынауықтың суға батқан бөлігінің көлемін өлшендер. Оған әрекет етуші архимед күшін есептendir: $F_A = mg$. Құмы бар сынауықтың массасын өлшендер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептendir. Бұл жағдайдағы архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырындар. Қорытынды жасандар.



4.60-сурет



5. Сынауықты суға салғанда ол суға толық батып, ішінде жүзіп жүретіндей етіп оған құм салындар (4.60, ә-сурет).
Бұл жағдайдағы құмы бар сынауықтың массасын өлшендер. Оған әрекет етуші ауырлық күшін есептөндер және оны архимед күшімен салыстырындар. Қорытынды жасандар.
6. Сынауыққа құмды толтыра салындар. Құмы бар сынауықтың массасын өлшендер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептөндер. Темендең кестені толтырындар. Сынауықты мензуркаға батырындар. Ол батып кетеді (4.60, б-сурет). Бұл жағдайдағы архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырындар. Қорытынды жасандар.
7. Денелердің жүзу шарттары бойынша жалпы қорытынды жасандар.

Тәжірибелі реті	Сынауықтың көлемі, V , m^3	Архимед күші, F_A , Н	Сынауықтың массасы, m , кг	Ауырлық күші, F_g , Н	F_A және F_g арақа-тынасы	Сынауық калкып шығады, жүзеді, батады
1						Су бетіне калкып шығып жүзіп жүреді
2						Сута бір белігі батып жүзіп жүреді
3						Сүйкі ішінде жүзеді
4						Батады

Тараудың ең маңыздылары

Қысым

Заттың агрегаттық күйлері

Қатты	Сұйык	Газ тәрізді
меншікті көлемі, меншікті пішіні болады	меншікті көлемі болады, ыдыстың пішінін алады	ыдыстың көлемін толтырады, ыдыстың пішінін алады
Молекулалардың қозғалысы: кристалдық тордың түйіндеріне қатысты тербелмелі қозғалыс жасайды	Молекулалардың қозғалысы: тербелмелі, тепе-тендік калпын өзгертерді	Молекулалардың қозғалысы: бейберекет және үзіліссіз

Паскаль залы: сұйықтар мен газдар өздеріне түсірілген қысымды өзгеріссіз барлық бағыттарға бірдей жеткізеді.

Катынас ыдыстар залы: катынас ыдыстардағы біртекті сұйыктың деңгейі бірдей болады.

Катынас ыдыстардағы әртекті сұйык бағандарының білктігі олардың тығыздықтарына көрі пропорционал болады.

Архимед залы: сұйыкка батырылған деңеге оның сұйыкка баткан белілі көлеміндегі сұйыктың салмағына тең көрі итеруші күш әрекет етеді: $F_A = \rho_e g V_c$.

Денелердің жүзу шарттары

Ауырлық күші мен архимед күшінін арақатынасы	Сұйык пен дene тығыздықтарының арақатынасы	Дененің жағдайы
Ауырлық күші архимед күшінен аз	$\rho < \rho_e$	Дене сұйық бетінде жүзеді
Ауырлық күші архимед күшінен тең	$\rho = \rho_e$	Дене сұйық ішінде жүзеді
Ауырлық күші архимед күшінен артық	$\rho > \rho_e$	Дене сұйық түбіне батады

5 - ТАРАУ

Жұмыс және қуат. Энергия

Адамдар сарқыраманың энергиясын пайдалану үшін тогандар мен бөгеттер салады. Судың энергиясын пайдалану арқылы электростансыларының турбиналары козғалысқа келтіріледі.

Бөгет білктігі судың энергиясының шамасына қатай ықпал етеді?

Казіргі кезде жел козғалтқыштары спектрі баламалы энергия көздері пайдаланылады. Жел энергиясы қозғалтқыш қалақтарын козғалысқа келтіреді.

Үлкен энергия алу үшін жел қозғалтқыштарын қандай жерде салған қолайлы?

Кез келген құрылым аланында әртүрлі құрылғылар мен аспаптар пайдаланылады.

Құрылышылар жұмыстың ыңғайына байланысты жолдан немесе күштен ұтыс алу үшін әртүрлі механизмдерді пайдаланаады. Мұндаи механизмдердің жұмысы неге негізделген?

Ағашты арамен кесу кезінде ара қызады.

Бұл механикалық энергияның сақталу заңына қайши келмей ме? Бұл механикалық энергия қайда жұмсалады?





§ 31. Механикалық жұмыс. Куат



Тірек сөздер:

- ✓ механикалық жұмыс
- ✓ жұмыстың өлшем бірлігі — джоуль
- ✓ қуат, қуаттың өлшем бірлігі — ватт

Сендер



- механикалық жұмыс және қуат үғымдарының физикалық мағынасын билетін боласындар;
- механикалық жұмыс пен қуатты есептеуге арналған формулаларды есептер шығарғанда пайдаланып үйренесіндер.

Механикалық жұмыс. Адам өзінің өмірінде үнемі артүрлі іс-әрекет жасайды: ойланады, қозгалады, артүрлі нәрселерді көтереді, жылжытады және т.б. Мұндай іс-әрекеттердің барлығында ол жұмыс жасайды деп түсініледі.

Физикада жұмыс үғымын дene қандай да бір оған түсірілген күштің (ауырлық күші, серпімділік күші, үйкеліс күші және т.б.) әрекетінен қозгалуы кезінде колданады. Мысалы, автомобиль тарту күшінің әрекетінен қозгалады, бұл кезде жұмыс атқарылады. Адам жүкті қандай да бір бишкікке көтергенде, доп кайсыбір бишкіктен жерге құлап түскенде жұмыс жасалады және т.б.

Тұракты күштің әрекетінен дene орын ауыстырғанда механикалық жұмыс жасалады.

Жасалған механикалық жұмыстың шамасын қалай есептеуге болады?

Адам 200 Н күш жұмсал, бір жәшікті 5 м қашықтыққа жылжытсын деп үйгаратык. Егер ол дәл сондай екі жәшікті бірге, дәл сондай қашықтыққа жылжытса, оған екі есе көбірек, яғни 400 Н күш жұмсауға тура келеді. Екінші жағдайда оның жасайтын жұмысы да екі есе көп.

Демек, қозғалыстағы денеге негұрлым көбірек күш әрекет етсе, соғұрлым көбірек жұмыс атқарылады.

Жұмыс дененің орын ауыстыруы кезіндегі қашықтыққа да байланысты болады деп үйгарту да орынды. Жүкті негұрлым алысырақ қашықтыққа жылжытсақ, соғұрлым көбірек жұмыс атқарылады.

Бұл пайымдаулардан шығатын қорытынды:
механикалық жұмыс — денеге әрекет етуші күшке және оның
күштің әрекет етуі бағытындағы жүрілген жолына тура пропор-
ционал.

Механикалық жұмысты A әрпімен белгілейді. Мұнда біз дененің қозғалыс бағытында әрекет ететін күш жұмысын аныктаймыз. Ал дene қозғалысының бағытына бүрыш жасай әрекет ететін күштің жұмысы жоғары сыныптарда карастырылады.

Егер қозғалыс бағыты мен денеге әрекет етуші күштің бағыты сәйкес келсе, онда жұмыс

$$A = Fs \quad (31.1)$$

формуласы бойынша есептеледі, мұндағы F — күш, s — жүрілген жол.

Сонымен, механикалық жұмыс жасалуы үшін мына шарттар орындалуы тиіс:

- 1) денеге тұракты күш түсіру;
- 2) тұракты күш әрекетінен дененің орын ауыстыруы.

Осы шарттардың біреуі орындалмаған жағдайда жұмыс жасалмаған болады.

Мысалдар: 1) ауыр тасты орнынан жылжытпақ болып әурелендіндер, бірақ бұл әрекеттен түк шыкпады делік (5.1-сурет). Шаршадындар, бірақ физикалық кезқарас тұрғысынан сендердің жұмыстарың нөлге тең, ейткені тас бір орнында калды. Орын ауыстыру болмадындан ($s = 0$) жұмыс та жасалмады ($A = 0$);

2) дene инерциямен қозғалған кезде жұмыс жасалмайды, ейткені дененің қозғалыс бағытында күш әрекет етпейді ($F = 0$). Демек, $A = 0$.

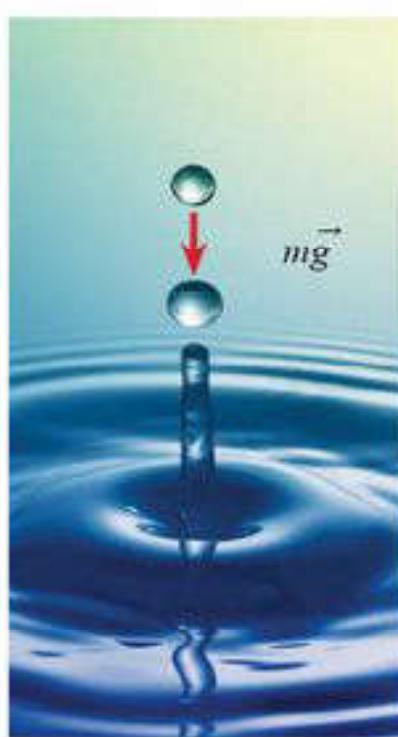
Күштің әрекет ету бағытына байланысты жұмыс он да, теріс те болуы мүмкін.

Егер дененің қозғалыс бағыты мен оған әрекет етуші күштің бағыты сәйкес келсе, онда жұмыс он деп есептеледі. Егер дененің қозғалыс бағыты мен оған әрекет етуші күштің бағыты қарама-карсы болса, онда жұмыс теріс деп есептеледі.

Мысалы, 1) құлап келе жаткан су тамшысына ауырлық күші әрекет ете отырып, он жұмыс аткарады (5.2-сурет).



5.1-сурет



5.2-сурет



5.3-сурет

2) Жоғары көтеріліп бара жаткан ауа шарына әрекет етуші ауырлық күші теріс жұмыс атқарады (5.3-сурет). Сондай-ақ теріс жұмыс атқаратын күшке үйкеліс күші де жатады.

Жұмыстың өлшем бірлігіне **1 джоуль** (1 Дж) қабылданған. Дене 1 Н күштің әрекетінен 1 м қашықтыққа жылжыса, атқарылған жұмыстың шамасы 1 Дж болады: $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$.

Жұмыстың өлшем бірлігі ағылшын талымы Джеймс Джоульдің күрметіне аталған.

Жұмыстың джоульден үлкен де, кіші де бірліктері бар: килоджоуль (1 кДж), мегаджоуль (1 МДж), миллиджоуль (мДж), микроджоуль (мкДж).



Оқындар, қызық!

Адам қолының бас бармағынан шынашагына дейін үшқанды маса 10—27 Дж жұмыс атқарады екен.



5.4-сурет

Куат. Белгілі бір жұмысты әртүрлі механизмдер әртүрлі уақытта орындауды мүмкін. Мысалы, соғылыш жаткан гимараттың үшінші қабатына 100 кірпішті көтеру үшін адамға 10 сағ-тан артық уақыт кажет болады. Ал көтергіш кранға 10 мин жеткілікті (5.4-сурет).

Әртүрлі механизмдердің жұмыстың орындалу шапшандығын сипаттау үшін ерекше физикалық шама — **куат** енгізілген.

Куат — уақыт бірлігі ішінде атқарылатын жұмыспен анықталатын **физикалық шама**. Куатты N әрпімен белгілейді және мына формула бойынша есептейді:

$$N = \frac{A}{t}, \quad (31.2)$$

мұндағы A — жұмыс, t — жұмыстың орындалу уақыты.

Куаттың өлшем бірлігі ретінде **ватт (1 Вт)** қабылданған. Куаттың өлшем бірлігі бу мәшинесін ойлап тапкан ағылшын ғалымы Джеймс Уаттың (1736—1819) күрметіне аталған.

Егер механизм 1 с-та 1 Дж жұмыс атқарса, мұндай механизмнің қуаты 1 Вт болады:

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}. \quad (31.2)$$

(31.2) формуладан механизмнің аткаратын жұмысын $A = Nt$ формуласы бойынша есептеп табуга болатыны шығады.

Егер (31.2) формулаға (31.1) формуладағы жұмыстың мәнін койсак,

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv, \quad (31.3)$$

мұндагы v — дененің бірқалыпты козгалысының жылдамдығы. Бұл формула денеге тұрақты күш әрекет еткенде ғана орынды.

Техникада куаттың үлкен бірліктері де, кіші бірліктері де колданылады: киловатт (1 кВт), мегаватт (1 МВт), милливатт (мВт), микроватт (мкВт).



Оқындар, қызық!

Адамның жүргегі жырылғанда шамамен 1 Дж жұмыс жасайды, бұл масасы 10 кг жүкті 1 см бінкіткікке кетеру кезіндегі жасалған жұмыска тең.

Джеймс Уатт куаттың өлшем бірлігі ретінде ат күшін (а.к.) пайдаланған. Ол бұл бірлікті бу мәшинесі мен аттың жұмыс жасау кабілеттіліктерін салыстыру үшін енгізген: 1 а.к. = 735 Вт.

Адамның баяу жүргендегі оргаша қуаты шамамен 0,1 а.к., яғни 70—90 Вт.

Ересек адамның калыпты жылдамдықпен тегіс жолда жүргендегі қуаты шамамен 60—65 Вт. Ал шашшан жүргенде 200 Вт қуат қажет болады.

Зенбіректен массасы 900 кг ож 500 м/с жылдамдықпен атылғанда 0,01 с ішінде 110 000 000 Дж жұмыс жасалды. Бұл жұмыс 75 т жүкті Хеопс пирамидасының басына (бінкіткі 150 м) шыгарғанда жасалатын жұмыска тең. Осы кездегі зенбіректің ату қуаты 11 109 Вт = 15 000 000 а.к.

Жұмыстың өлшем бірліктері

1 кДж = 1000 Дж = 10^3 Дж

1 МДж = 1 000 000 Дж = 10^6 Дж

1 мДж = 0,001 Дж = 10^{-3} Дж

1 мкДж = 0,000 001 Дж = 10^{-6} Дж

Куаттың өлшем бірліктері

1 кВт = 1000 Вт = 10^3 Вт

1 МВт = 1 000 000 Вт = 10^6 Вт

1 мВт = 0,001 Вт = 10^{-3} Вт

1 мкВт = 0,000 001 Вт = 10^{-6} Вт



1. Жұмыстың физикалық мағынасы қандай?
2. Жұмыстың өлшем бірлігін атаңдар.
3. Жұмысты қандай формула бойынша есептеуге болады?
4. Қай жағдайда жұмыс оң, ал қай жағдайда теріс деп есептеледі?
5. Куат дегеніміз не?
6. Куаттың қандай формула бойынша есептеуге болады?
7. Куаттың өлшем бірлігін атаңдар.
8. Қозғалтқыштың куатын және жұмыс істеу уақыты бойынша атқарған жұмысты қалай есептеуге болады?



- 1** Егер басқан әрбір қадамдарың орташа есеппен алғанда 20 Дж жұмыс атқарса, онда үйден мектепке жаяу барып қайтатын жолдарындағы атқаратын жұмыстарынды есептendir.
- 2** Баспалдақпен үйдің көршілес қабатына көтерілгендерінде атқарылатын жұмысты анықтандар. Үй қабатының арақашықтығын метрлік тіктеуішпен немесе рулеткамен, ал массаларынды еден таразысы көмегімен анықтандар.
- 3** Сырықпен немесе арқан бойымен тік жоғары қарай көтерілгендерінде жасайтын жұмыстарынды және өндіретін қуаттарынды анықтандар. Жұмысты және куатты анықтау үшін миллиметрлік бөліктері бар сзысты, секундтық тілі бар сағатты пайдаланындар.



- 1** Трактордың тарту күші 25 кН. Ол платформаны 7,2 км/сағ жылдамдықпен сүйреп келеді. Трактор 10 мин-та қандай жұмыс атқарады (5.5-сурет)?
- 2** Терендігі 4 м өзен түбінен көлемі 0,6 м³ тасты су бетіне көтергенде жұмысты табындар. Тастың тығыздығы 2500 кг/м³, судың тығыздығы 1000 кг/м³.

3 Қозғалтқыш поршени 800 кПа қысымынан әрекеттінен 20 см-ге ығысады. Поршеньнің бір жүрісінде қозғалтқыш атқаратын жұмысты анықтандар. Поршень ауданы 150 см².



5.5-сурет

§ 32. Энергия



Сендер

- денениң жұмыс істеуге қабілеттілігінің өлшемі ретіндегі энергиямен танысадындар.

Егер дene жұмыс жасауға кабілетті болса, онда оның энергиясы бар дейді.

“Энергия” ұғымының нені сипаттайтынын анықтайык.

Энергия күрделі ұғым болып табылады. Ол “жұмыс” және “қозғалыс” ұғымдарымен тікелей байланысқан. Мысалы, қозғалып келе жатқан денениң энергиясы бар. Ол тыныштықтағы денеге осы жылдамдықты беру үшін жасалатын жұмысқа тең; сарқырамының энергиясы болғандыктан, ол электростансысындағы турбинаны қозғалысқа келтіреді. Демек,

энергия — денениң жұмыс істеуге қабілеттілігінің өлшемі.

Мәшине (механизм, қозғалтқыш) жұмыс жасауды үшін оның белгілі бір энергиясы болуы тиіс. Мысалы, автомобильдің қозғалтқышы жұмыс жасауды үшін автомобилге бензин күйілады. Бензин жанғанда энергиясын қозғалтқышқа береді де, автомобиль қозғалысқа келеді (5.6-сурет). Жел қозғалтқышы жұмыс жасауды үшін жел кажет (5.7-сурет).

Дене неғұрлым көбірек жұмыс жасай алса, соғұрлым оның энергиясы да көп болады.

Энергияның жұмыстың өлшем бірлігі джоульмен өрнектейді.

Физикалық шама ретінде энергияны Е әртімен белгілейді.

Механикада энергияның екі түрі бар: кинетикалық және потенциалдық энергиялар. Әрі карай осы энергия түрлерін қарастырамыз.

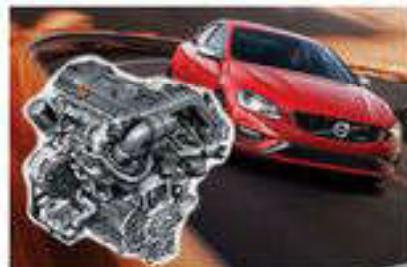


1. Энергиясы бар деп қандай денелер туралы айтады?
2. “Энергия — бұл физикалық шама” дегенді қалай түсінесіңдер?
3. Энергияның ХБ жүйесіндегі өлшем бірлігін атаңдар. Неліктен энергияның және жұмыстың өлшем бірліктері бірдей екенін түсіндіріңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ энергия
- ✓ энергияның өлшем бірлігі — джоуль



5.6-сурет



5.7-сурет

§ 33. Кинетикалық және потенциалдық энергия



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ кинетикалық энергия
- ✓ потенциалдық энергия

- механикалық энергияның екі түрі — кинетикалық және потенциалдық энергиялар туралы билетін боласындар;
- кинетикалық және потенциалдық энергияларды есептеуге арналған формулаларды пайдаланып, есептер шығарып үйрениңдер.

Денелердің қозгалысы салдарынан туындайтын энергияны кинетикалық энергия (E_k) деп атайды.

Белгілі бір күштің әрекетінен қозгалысқа келген барлық денелердің кинетикалық энергиясы бар және неғұрлым дененің массасы үлкен және жылдамдығы жоғары болса, соғұрлым оның кинетикалық энергиясы көбірек болады (5.8-сурет).

Кинетикалық энергияны

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (33.1)$$

формуласымен аныктайды.

Егер горизонталь жазықтың бойымен қозгалған дene жылдамдығын күштің әрекетінен өзгертсе, онда бұл күштің жұмысы дененің кинетикалық энергиясының өзгеруіне әкеледі. Бұл жағдайда кинетикалық энергия туралы теорема орынды.

Тендерекетті күштің жұмысы дененің кинетикалық энергиясының өзгерісіне тең:

$$A = E_{k2} - E_{k1}. \quad (33.2)$$

Кинетикалық энергия салыстырмалы шама болып табылады, өйткені жылдамдық — салыстырмалы шама, әртүрлі санак жүйелерінде ол түрліше болады.

Енді өзара әрекеттесуші денелердің энергиясы деп аталатын потенциалдық энергияға тоқталайық.

Потенциалдық энергия (E_p) деп өзара әрекеттесуші денелердің (немесе бір гана дene бөліктерінің) өзара орналасуы бойынша анықталатын энергияны айтады.



5.8-сурет

Ауырлық күшінің біртекті өрісіндегі потенциалдық энергия. Жердегі кез келген деңеге ауырлық күші әрекет етеді. Жер бетінен көтерілген деңенің потенциалдық энергиясы болады. Жер мен деңе өзара тартылады. Деңе жерге құлағанда ауырлық күші аткаратын жұмысты есептейік.

Дене h_1 биіктікten h_2 биіктікке құласын делік (5.9-сурет). Деңеге әрекет етуші ауырлық күші жасайтын жұмыс бұл жағдайда

$$A = mgH = mg(h_1 - h_2) \text{ немесе}$$

$$A = -(mgh_2 - mgh_1) \quad (33.3)$$

формуласы бойынша есептеледі. $E_{p1} = mgh_1$ және $E_{p2} = mgh_2$ өрнектері деңенің бастапқы және сонғы қүйлерін сипаттайтыны.

Онда

$$E_p = mgh \quad (33.4)$$

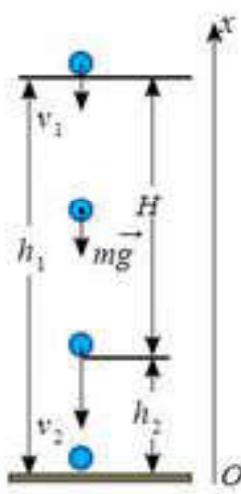
формуласы бойынша анықталатын шама энергия болып табылады. Бұл энергияны **ауырлық күшінің біртекті өрісіндегі потенциалдық энергия** деп атаған.

(33.3) формуладан ауырлық күші аткаратын жұмыс деңенің потенциалдық энергиясының азаюына тен екенін көрсетеді:

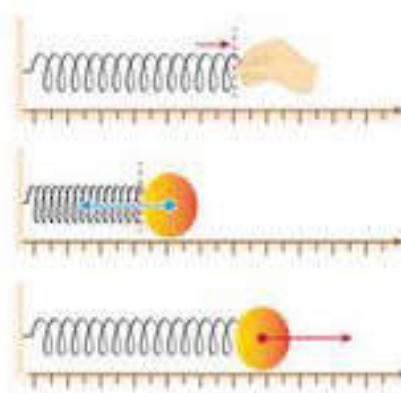
$$A = -(E_{p2} - E_{p1}). \quad (33.5)$$

Потенциалдық энергияны есептеу кезінде энергияның “нөлдік деңгейін” дұрыс таңдау алу манызды. Әдетте, Жердің ауырлық күші өрісінде нөлдік деңгей ретінде теңіз деңгейі алынады. Сондықтан Жерден көтерілген кез келген деңенің он потенциалдық энергиясы болады. Деңе құлағанда оның потенциалдық энергиясы азайып, ал кинетикалық энергиясы артады. Себебі бұл кезде деңе жылдамдығы артады.

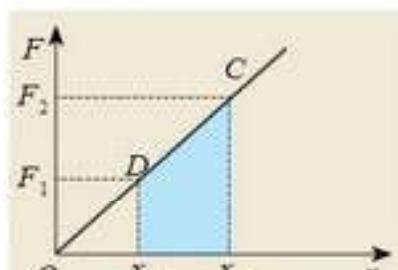
Серімді деформацияланған деңенің энергиясы. Серіппені созып, одан кейін босатып жіберейік. Серіппе созылғанда серімділік күші пайда болады. Оны Гук заны бойынша аныктайды. Серіппені созатын сыртқы күш негұрлым көп болса, серімділік күші де көп: $F_1 = kx_1$, және $F_2 = kx_2$. Созылған серіппеге кішкене шар бекітсек, серіппе оған жылдамдық береді (5.10-сурет). Демек, деформацияланған деңенің де энергиясы



5.9-сурет



5.10-сурет



5.11-сурет

бар. Осы энергияны есептейік. Ол үшін серпімділік күшінің серіппенің деформациясына тәуелділік графигін пайдаланайық (5.11-сурет). Серпімділік күшінің жұмысын $F = (f)x$ графигімен шектелген фигураның ауданы ретінде табамыз. Ол OCx , және ODx , үшбұрыштары аудандарының айырымы ре-тінде табылады:

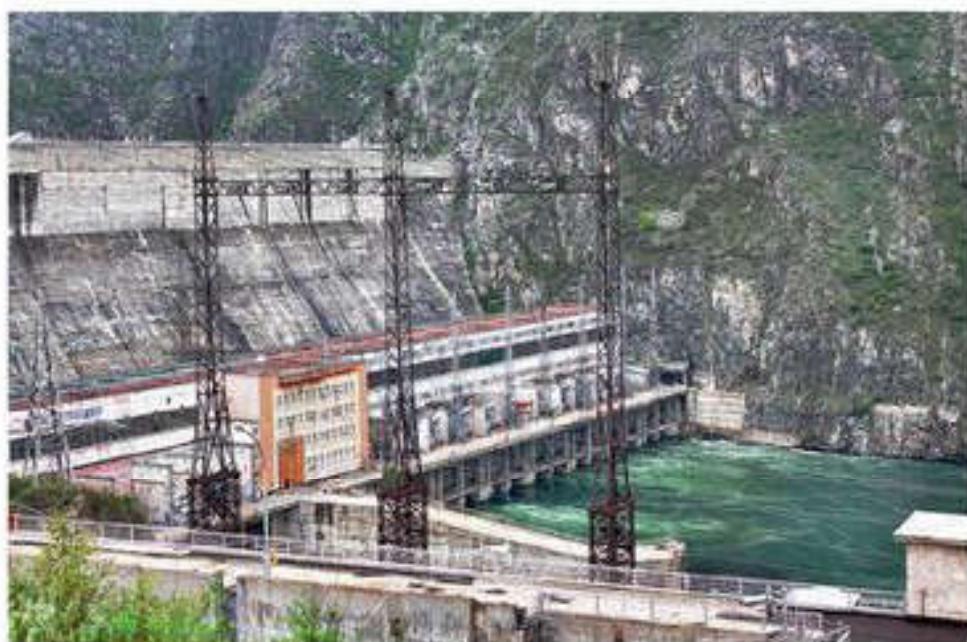
$$A_1 = \frac{F_1 x_1}{2} = -\frac{kx_1^2}{2}, \quad A_2 = \frac{F_2 x_2}{2} = -\frac{kx_2^2}{2}, \quad \text{яғни} \quad A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right). \quad (33.6)$$

Серпімділік күшінің жұмысы энергияның өзгерісіне тең болғандықтан, $A = W_2 - W_1$. Сонда деформацияланған серіппенің энергиясы

$$W = \frac{kx^2}{2}. \quad (33.7)$$

(33.3) және (33.6) формулаларынан ауырлық күші мен серпімділік күшінің жұмысы барапты және сонғы координаталармен анықталатынын көріп отырмыз. Екі жағдайда да бұл күштердің жұмысы денениң потенциалдық знергиясының азаюына тең. Бұл формулалардан күштердің жұмысы траекторияның пішініне тәуелді болмайтыны, ал түйік траектория бойымен жасалған жұмыстың мәні нөлге тең екені шығады.

Біз жүйеде энергия коры болғандаған жұмыс атқарылатынын байқадық. Адамзатка энергияға кажеттілік күн сайын арта түсуде. Жинакталған энергия корын пайдалану өзекті мәселе. Мысалы, өзен суларының кинетикалық энергиясы бар. Адамдар оны пайдалануды үйренді. Су электростансыларын (СЭС) салып, судың кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыруды үйренді (5.12-сурет).

5.12-сурет.
Бұктырма су электростансысы

Денелердің энергиясын пайдалануға басқа да мысалдар келтірүте болады. Дене төмен құлағанда, серіппе жазылғанда жұмыс атқарылады және т.б.



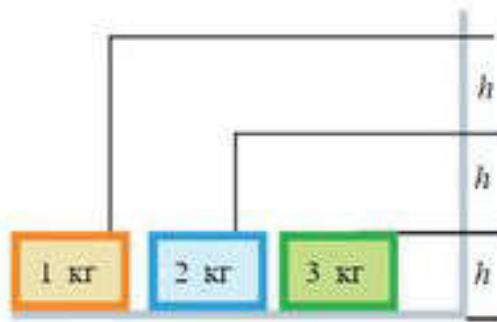
- Механикалық энергияның қандай түрлері бар?
- Потенциалдық, кинетикалық энергиялары бар денелерге мысал келтіріңдер.
- Энергияның мәні санақ денесін таңдалуға байланысты бола ма? Мысал келтіріңдер.
- Кинетикалық энергияның дene массасына тәуелді болатынына мысал келтіріңдер.
- Кинетикалық энергияның дene жылдамдығына тәуелді болатынын дәлелдеңдер.
- Жер бетінен көтерілген денениң энергиясы болатынын дәлелдейтін мысал келтіріңдер.



- Биiktігі 7 м үйдің төбесінен массасы 500 г сұнғы мұз үзіліп тұсті. Мұз құлағанда ауырлық күші қандай жұмыс атқарды?
- Биiktігі 4 м сынып бөлмесінде биiktігі 70 см үстел орналасқан. Үстел үстінде жатқан массасы 300 г кітапты 120 см-ге жылжытқанда жасаған ауырлық күшінің жұмысы неге тең?
- Биік таудан парашютін кідіре ашып секірумен айналысатын спортшы-экстремал еркін тұсу кезінде 45 м ұшып өтті (5.13-сурет). Ол қандай жылдамдық алған?
- 5.14-суретте келтірілген маліметтерді пайдаланып, қай денениң көтергенде ең көп жұмыс істелгенін анықтаңдар.

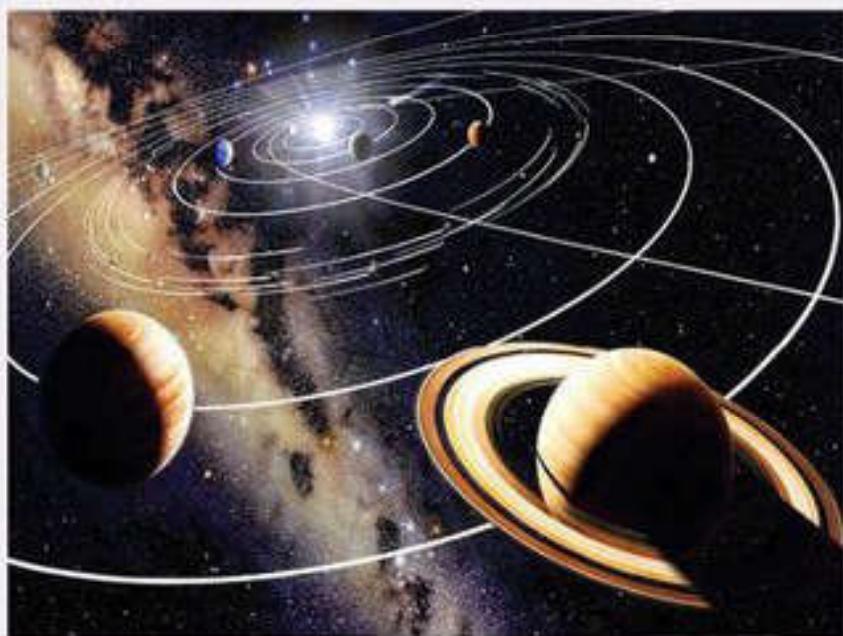


5.13-сурет



5.14-сурет

- 5** 90 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келе жатқан массасы 1,2 т автомобиль тәжеліп, жылдамдығын 36 км/сағ-қа дейін азайтты. Үйкеліс күші қандай жұмыс атқарды?



5.15-сурет

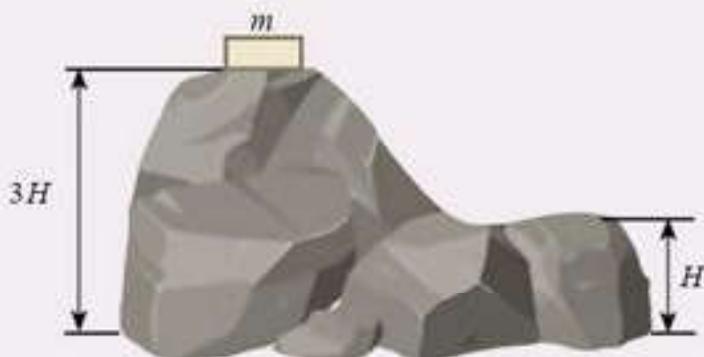
6 Сатурн Күнді бір айналып өтті (5.15-сурет). Егер Сатурның Күнге тартылу күші $38 \cdot 10^{20}$ Н болса, ол қандай жұмыс жасаған? Сатурн орбитасының ұзындығы $9 \cdot 10^9$ км.

7 З Н биіктікте орналасқан массасы m жүк Н биіктіктері төбеге сырғанап түсіп, тоқтады (5.16-сурет). Ауырлық күші мен үйкеліс күші қандай жұмыс атқарған?

8 Дене 10 м биіктікten еркін құлап түседі. Оның Жер бетінен 6 м биіктіктері жылдамдығы қандай?

4 Бала серіппелі тапаншадан вертикаль жоғары массасы 5 г снарядты атқанда ол 40 м биіктікке көтерілді. Егер серіппенің қатаңдығы 200 Н/м болса, атқанға дейінгі серіппенің деформациясы қандай болған?

10 Қалындығы 5 см тақтайды тесіп өткенде массасы 9 г оқтың жылдамдығы 600 м/с-тан 200 м/с-қа дейін азайды. Қозғалысқа кедергі күшті анықтандар және оны тұрақты деп есептендер.



5.16-сурет

§ 34. Энергияның сақталу және айналу заңы



Сендер

- механикалық энергияның сақталу және түрлену заңын түсіндіріп, мысалдар келтіре алатын боласындар;
- механикалық энергияның сақталу заңын есептер шығарғанда қолданып үйренесіндер.



Тірек сөздер:

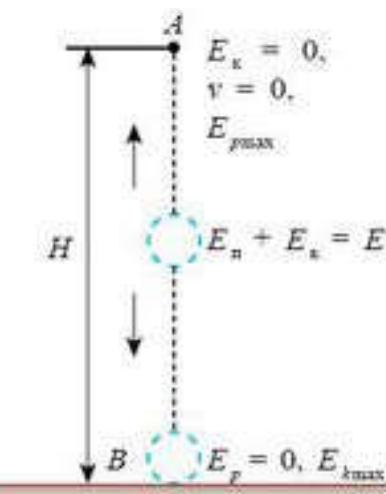
- толық механикалық энергия
- энергияның сақталу заңы

Табиғатта да, техникада да механикалық энергияның бір түрі екінші бір түріне айналып жатады. Маятниктің қозғалысы потенциалдық және кинетикалық энергиялардың бір-біріне өзара айналуының мысалы болып табылады. Маятник жүті төменгі тепе-тендік нүктеде арқылы өткенде оның потенциалдық энергиясы толығымен кинетикалық энергияға, ал қайтадан жүк көтерілген кезде кинетикалық энергия потенциалдық энергияға айналады.

Доп белгілі бір H биіктікten құлаған кезде оның потенциалдық энергиясы кинетикалық энергияға айналады. A нүктесінде доптың жерге қатысты белгілі бір потенциалдық энергиясы бар (5.17-сурет) және осы нүктеде оның жылдамдығы нөлге тең. Доп төмен қарай құлағанда оның жылдамдығы артады да, қулау биіктігі азаяды. Демек, доптың кинетикалық энергиясы артып, потенциалдық энергиясы азаяды. Жерге соғылған мезетте (B нүктесі) потенциалдық энергия нөлге айналып, ал кинетикалық энергия ең үлкен мәнге не болады. Жерге соғылғаннан кейін доп кері серпіліп, қайтадан жоғары қарай көтерілгенде оның кинетикалық энергиясы бірте-бірте азайып, потенциалдық энергияға айнала бастайды. Осылайша энергияның бір түрі екінші бір түріне кезектесіп айналып отырады. Үйкеліс және кедергі аз болғанда мұндай қозғалыс ұзак уақытка созылады.

Кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қосындысын **толық механикалық энергия** деп атайды:

$$E = E_k + E_p = \text{const.}$$



5.17-сурет

Тәжірибелердің нәтижесінде мынадай корытынды жасалған: **егер денелерге тек ауырлық күші мен серпімділік күші әрекет етсе, онда толық механикалық энергия сақталады.**

Денелер өзара әрекеттескенде және қозғалғанда кинетикалық және потенциалдық энергиялардың бірінің артуы екіншісінің кемуіне тәң болатында өзгереді:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}. \quad (34.1)$$

Бұл тендеу үйкеліс күші әрекет етпейтін денелердің жүйесіне қолданылатын механикалық энергияның сақталу занын өрнектейді. Үйкеліс күші болғанда механикалық энергия сақталмайды. Ерте мекеш пе энергияның басқа түріне айналады. Онда біз заттың ішкі құрылымымен байланысты механикалық емес энергияны (мысалы, жылу энергиясын) анықтайтын боламыз. Оның салдарынан дененің және оны коршаған ортаның температурасы өзгереді. Сонымен, механикалық энергия із-түссіз жоғалып кетпейді, ол механикалық емес энергия түріне айналып, басқа денелерге беріледі. Механикалық емес энергия түрлерімен (жылу, ядролық, электромагниттік және т.б.) сендер кейінірек танысатын боласындар.



Есте сақтаймыз!

Энергияның сақталуы мен айналуының жалпы заны: *дене энергиясы еш уақытта жоғалмайды және жоқтан пайда болмайды, ол тек бір түрден екінші бір түрге айналады.*

Механикалық энергияның сақталу заны осы жалпы сақталу занының дербес жағдайы болып табылады.



1. Механикалық энергияның сақталу занының мәні неде?
2. Бір дененің кинетикалық және потенциалдық энергияларының взгерісі арасында қандай байланыс бар?
3. Дененің механикалық энергиясы деп нені айтады?
4. Механикалық энергияның сақталу заны әрқашан орындала ма?
5. Вертикаль жоғары лақтырылған дене қозғалысы кезіндегі кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қалай өзгеретінін туспіндіріңдер.

§ 35. Жай механизмдер



Сендер

- жай механизмдер деп нені айтатынын білетін боласындар;
- жай механизмдердің пайдаланылуына мысал келтіріп үйренесіндер.

Адамзат қоғамының заманауи дамуы кезеңінде адамның күнделікті өміріне қажет болатын курделі механизмдер мен құрылғылар жасап шығарылған. Көтергіш крандар, экскаваторлар, тракторлар, бульдозерлер, мәшинер және басқа да құрылғыс механизмдері болмаса, құрылғышылардың жұмысы қандай күн болатынын көз алдымызға келтірудің өзі күн-ак. Сондай-ак біз заманауи тұрмыстық техникасыз өмірді елестете де алмаймыз.

Адамзат көпғасырлық еңбектенудің нәтижесінде тіршілік қарекетін женилдететін құрылғыларды жасап шығарды және оны жетілдіріп отырады. Бұл саладағы үлкен жетістіктерге карамастан, адамдар пышак, кайши, күрек, шинтірек, көлбеу жазықтық, балға және басқа да құрылғыларды пайдалануды жалғастыруда (5.18-сурет). Бұл механизмдерді пайдалану кезінде адамдар олардың пайда болу тарихы туралы ойдана да бермейді.



Тірек сөздер:

- ✓ жай механизмдер



5.18-сурет



Оқындар, қызық!

Механизмдердің пайда болу тарихы көне заманнан бастау алады. Мысалы, Тағы Шығыста 4500 жыл бұрын көтергіш құрылғы — шадуф колданылған. Бұл құрылғы бір жақ басына жүк, ал екінші жағына шелек ілінетін пінагаш болып табылады.



Көне заманнан бізге белгілі бір әрекеттің жүзеге асыру үшін бұлшық еттердің күші жеткіліксіз болғанда (мысалы, ауыр тасты көтеру үшін) адамдардың енбегін женілдететін құралдар мен құрылғылар пайдаланылған. Бұл құрылғыларды **жай механизмдер** деп атайды.

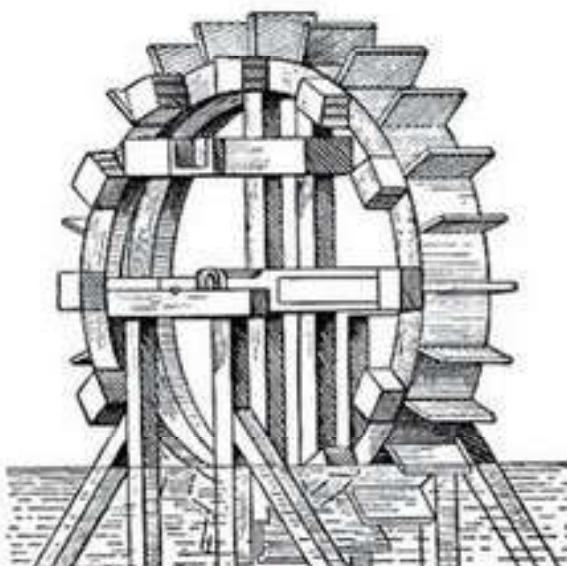
Демек, кез келген жай механизмдің күштен ұтыс алу үшін пайдаланады.

Адамның алғашкы пайдаланған жай механизмдеріне шін, көлбеу жазықтық, шығыр, сына, бұранда жатады.

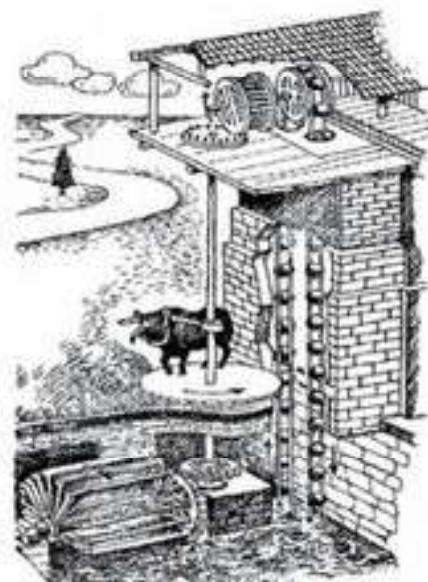
Адам өзінің әрі қарайғы іс-әрекетінде жай механизмдердің түрлі үйлесімін пайдалана бастады, нәтижесінде алғашкы қарапайым мәшинелер (бұрандалы пресс, арба, арбалет (садак), дірмен және т.б.) пайда болды.

Сонымен, **жай механизмдер** *деп түсірілген қүшті түрлендіру үшін қолданылатын құралдарды* айтады.

Біз адамның енбегін едәуір женілдететін күрделі механизмдердің колданамызы (экскаваторлар, бульдозерлер, сорғылар, крандар, гидравликалық престер, домкраттар). Бұл күрделі механизмдер жай механизмдерден тұрады.



Судың әрекетінен айналатын үлкен доңғалақ — норияның көмегімен суды үлкен бишкіктеге көтерген.



Таяу Шығыстагы көнінен тараған су көтергіш мәшинеге сакиғ жатады. Қауғалары бір-бірімен шынжырмен және доңғалақтармен байланысқан вертикаль осынан айналатын сакиен бұқаның көмегімен айналдырган.



1. Адамзат үшін механизмдер қандай рөл атқарады?
2. Жай механизмдер дегенді қалай түсінесіңдер?
3. Күнделікті өмірлерінде қандай жай механизмдер қажет болады?

§ 36. Денелердің массалар центрі

Сендер

- массалар центрі және ауырлық центрі ұғымдарын ажыратып үйренесіндер;
- жазық фигураның массалар центрін эксперимент жүзінде қалай табуға болатынын біletін боласындар.

Кез келген дененің ерекше бір нүктесі массалар центрі болады.

Массалар центрі — геометриялық нүкте, оның орналасу орны денедегі массалардың таралуын сипаттайты.

Біртекті симметриялық денелердің массалар центрі дененің геометриялық центрінде орналасады, мысалы, шардың массалар центрі оның геометриялық центрінде, цилиндрде оның табандарының центрін қосатын сызықтың ортасында, параллелепипедте — диагональдардың киылсыу нүктесінде жатады (5.19-сурет). Кейде массалар центрі денеден тыскары жатуы мүмкін. 5.20-суреттөн сакинаның массалар центрі диаметрлердің киылсыу нүктесінде жататынын байқауға болады. Егер сакинаны массалар центрі арқылы ілсек, ол тыныштық қалпын сактап қалады.

Дененің козғалысы кезінде оның массалар центрі дененің жалпы массасына тен материалылық нүкте ретінде қозғалады.

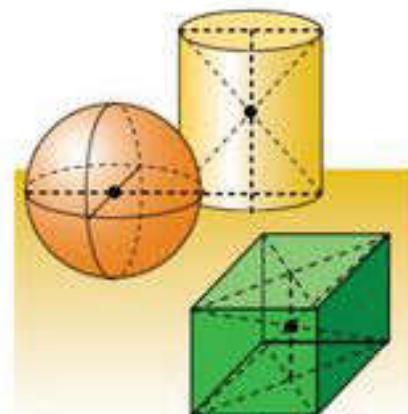
Қатты дененің массалар центрі дененің ауырлық центрімен сәйкес келеді. Сондыктан массалар центрін көбінесе дененің ауырлық центрі деп атайды.

Ауырлық центрі дегеніміз не? Ойша денені бірнеше бөлікке белейік. Эрбір бөлікке әркашан темен қарай бағытталған ауырлық күші әрекет етеді.

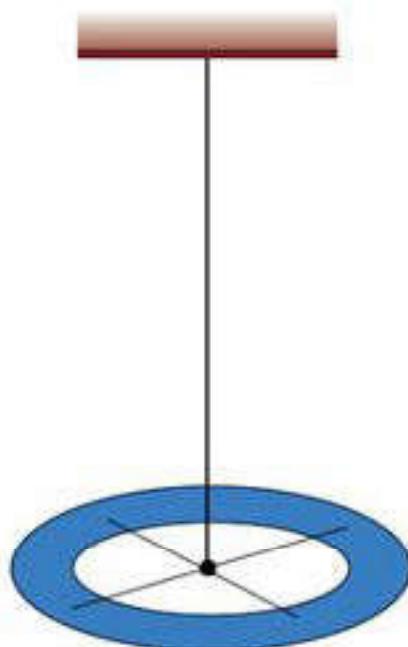


Тірек сөздер:

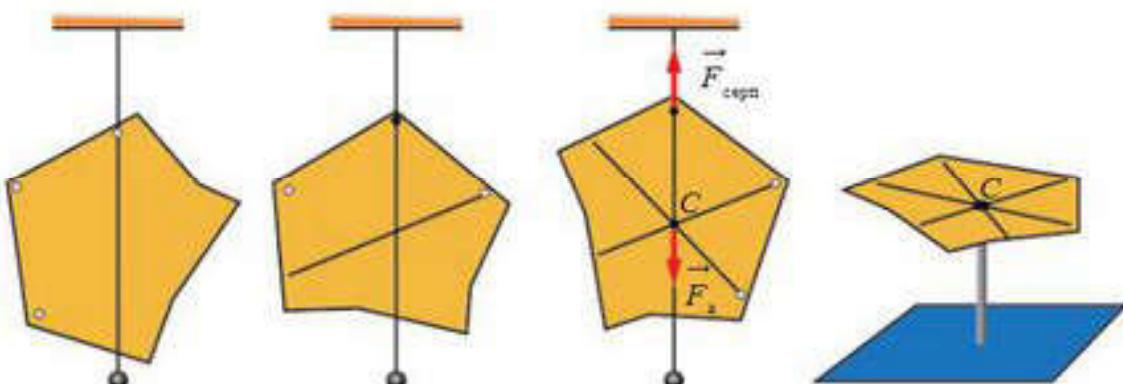
- ✓ **массалар центрі**
- ✓ **ауырлық центрі**
- ✓ **орнықты, орнықсыз тәп-тәндіктер**



5.19-сурет



5.20-сурет



5.21-сурет

Денениң жеке бөліктеріне әрекет ететін тендеректті ауырлық күшінің түсірілу нүктесін денениң *ауырлық центрі* деп атайды.

Денениң ауырлық центрін эксперимент жүзінде анықтауга болады. Ол үшін дene бетінен екі нүкте алып, сол нүктелердің алдымен бірі, сосын екіншісі арқылы ілгішке ілеміз, ауырлық күші ететін нүктелерден вертикаль сызыктар жүргізсек, олардың кылышу нүктесі ауырлық күшінің әрекет ету сызығы, яғни денениң ауырлық центрінің орнын анықтайады (5.21-сурет).

Денениң ауырлық центрінің, яғни массалар центрінің орнына байланысты денениң тепе-тендігі анықталады.

Тепе-тендік қалпынан шығарылған дene бастапкы орнына қайтып келсе, ондай **тепе-тендік орнықты** деп аталады.

Тепе-тендік қалпынан шығарылған дene бастапкы орнына қайтып келмесе, ондай **тепе-тендік орнықсыз** деп аталады.

Мәшинелерді, механизмдерді жасау кезінде олардың кай жағдайда орнықты болатынын білген ете манызды. Келесі параграфта нінді механизмдердің тепе-тендік шартын қарастырамыз.



1. Денениң массалар центрі дегеніміз не?
2. Денениң массалар центрін қалаң анықтауга болады?
3. Денениң массалар центрін білу не үшін қажет?
4. Денениң массалар центрі мен ауырлық центрі қай жағдайда сәйкес келеді?
5. Қандай тепе-тендік орнықты деп аталады?
6. Қандай тепе-тендік орнықсыз деп аталады?



8-зертханалық жұмыс

ЖАЗЫҚ ФИГУРАНЫҢ МАССАЛАР ЦЕНТРІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: ұсынылған құралдарды пайдаланып, тәжірибе жүзінде қалың қатырма қағаздан жасалған фигураның және үшбұрышты сызғыштың массалар центрінің орнын анықтау.

Құрал-жабдықтар: штатив, қалың қатырма қағаз, үшбұрыш сызғыш, сызғыш, скотч, жіп, қарындаш.

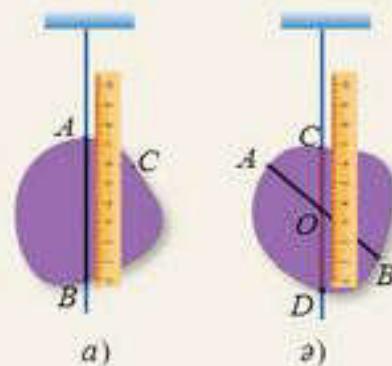
Жұмыс барысы: массасы және шекті өлшемі бар кез келген нақты денені бірнеше бөліктердің жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Бұл бөліктердің әрқайсынына же-ке-жеке ауырлық күші әрекет етеді. Тұтас денеге әрекет ететін ауырлық күші бұл күштердің теңәрекет күші деп аталады. Бұл **теңәрекетті күштің түсірілу нүктесін массалар центрі** деп атау қабылданған.

1-тапсырма. Еркінше таңдап алынған пішіні бар жазық фигураның массалар центрінің орнын анықтау.

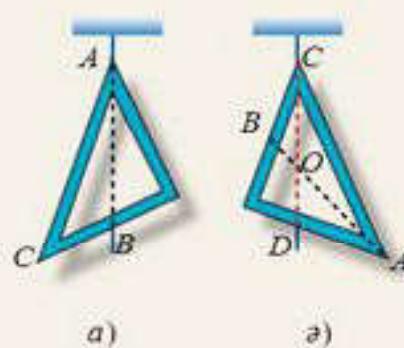
1. Қайшының көмегімен қалың қатырма қағаздан кез келген пішіндегі фигураны қып алындар. Оның A нүктесіне жілті скотчпен бекітіндер. Жіп арқылы фигураны штатив қысқышына іліндер. Сызғыш және қарындаш көмегімен қатырма қағазда AB вертикаль сызықты белгілендер (5.22, а-сурет).
2. Жоғарыда сипатталған әрекетті басқа C нүктесімен қайталап орындандар. Сызғыш және қарындаш көмегімен қатырма қағазда CD вертикаль сызығын сызындар (5.22, ә-сурет).
3. AB және CD сызықтарының қылышу нүктесі фигураның массалар центрінің орнын береді.

2-тапсырма. Үшбұрышты сызғыштың массалар центрінің орнын анықтандар.

1. Жілтің бір ұшын скоттің көмегімен үшбұрыштың A төбесіне бекітіндер және оны штатив қысқышына іліндер.
2. Сызғыштың көмегімен ауырлық күшінің әрекет ету AB бағытында үшбұрыштың A төбесінің қарама-қарсы жағына B нүктесін белгілендер (5.23, а-сурет).
3. Штативке үшбұрышты С төбесі арқылы бекітіндер және жоғарыда сипатталған әрекетті қайталап орындандар. Үшбұрыштың С төбесінің қарама-қарсы жағына D белгісін қойындар (5.23, ә-сурет).
4. Скоттің көмегімен үшбұрышқа AB және CD жіп кесінділерін бекітіндер. Олардың қылышатын O нүктесі үшбұрышты сызғыштың массалар центрінің орнын береді. Бұл жағдайда фигураның массалар центрі дененің өзінен тысқары жататын болады.
5. Корытынды жасандар.



5.22-сурет



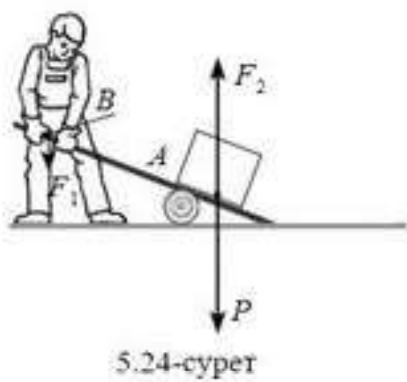
5.23-сурет

§ 37. Иінтіректің тепе-тендік шарты



Тірек сөздер:

- ✓ иінтірек
- ✓ күш моменті
- ✓ жылжымалы шығыр
- ✓ жылжымайтын шығыр
- ✓ күш іні



Сендер

- күш моменті ұғымын біletін боласындар;
- иінтіректің тепе-тендік шарты неде екенін түсінетін боласындар;
- иінтіректің тепе-тендік шартын есеп шығарғанда қолданып үйренесіндер.



Жай механизмдердің біріне иінтірек жатады.

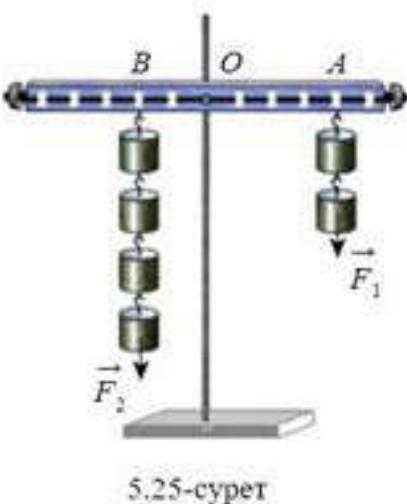
Иінтірек деп тіректің қозғалмайтын нүктесінен немесе осінен айнала алатын қатты деңгейлі айтады.

Іінтірек ретінде таякты, тақтайшаны, сүйменді алуға болады. 5.24-суретте көрсетілген сүймен А нүктесінен айнала алатын иінтірек болып табылады.

Сүймениң ұзын жағындағы ұшына \vec{F}_1 күшпен әрекет еткенде оның қыска жағы оған түсірілген \vec{F}_2 күштің әрекетінен жүкті көтереді. Екі күштің түсірілу нүктелері иінтіректің А нүктесіне қатысты қарама-қарсы жактарда орналаскан.

Бойымен күш әрекет ететін түзу сыйык күштің әрекет ету сыйығы деп аталады.

Кез келген иінтірек күштен ұтыс алуға мүмкіндік береді. Иінтіректің көмегімен күш ұтысын есептеу үшін тәжірибе жүргізейік.



Штативке иінтірек бекітіп, айналу осіне қатысты иінтіректің екі жағына жүктөр ілейік (5.25-сурет). Жүктөр тарапынан иінтірекке төмен карай бағытталған \vec{F}_1 және \vec{F}_2 күштері әрекет етеді. Үлкен жүкті В нүктесіне бекітейік. Кіші жүктің бекітілу орнына қатысты иінтірек сағат тілінің бағытымен немесе оған қарама-қарсы бағытта айнала алады.

Тірек нүктесінен иінтірекке әрекет ететін күшке дейінгі ең қыска кашықтық күш шіні деп аталады.

5.25-суретте \vec{F}_1 күшінің шіні d_1 (AO) — O нүктесінің бойымен \vec{F}_1 күші әрекет етептін түзуге жүргеілген перпендикуляр. \vec{F}_2 күшінің шіні сәйкесінше d_2 (OB) қашықтығы болады.

Әр күш моменті (лат. *momentum* — қозғаушы күш, тұрткі) M_1 және M_2 айналдыруши моментаңтерін тұтызады.

Күш моменті деп түсірілген күш пен оның иініне қобейтіндісіне тән физикалық шаманы айтады:

$$M = F \cdot d, \quad (37.1)$$

мұндағы M — күш моменті, F — күш модули, d — күш шіні. Күш моментінің өлшем бірлігі: $[M] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Тәжірибе мынаны көрсетеді: егер шінніректің сағат тілі багыттымен айналдыратын күштің моменті шінніректің сағат тілі багыттына қарсы багытта айналдыратын күштің моментіне тең болса, онда шіннірек тепе-тендік қалтын сақтайды:

$$M_1 = M_2 \text{ немесе } F_1 d_1 = F_2 d_2.$$

Бұдан күштен ұту шінніректің қатынасына байланысты болатын көреміз. Біздін тәжірибемізде $d_2 = 2d_1$ болсын. Онда күштен 2 есе ұтамыз.

Бұдан екі мың жылдан астам уақыт бұрын ежелгі грек ғалымы Архимед осындағы тәжірибелердің негізінде шінніректің ережесін (шартын) тұжырымдаган болатын:

егер шіннірекке әрекет етуші күштер осы күштердің иіндеріне кері пропорционал болса, онда шіннірек тепе-тендік қалпын сақтайды:

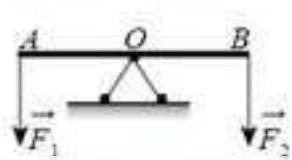
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}. \quad (37.2)$$

Шінніректің тепе-тендік шартын пайдаланып, карапайым механизмдердің көмегімен күштен қалай ұтуға болатынын түсіндірейік.

Егер шінніректің ұзын жактағы ұшына аздаған күш түсірсек, онда шінніректің қыска жағының ұшына түсірілген көбірек күшпен оны тенестіруге болады. Шінніректің екі түрі бар (5.26-сурет).

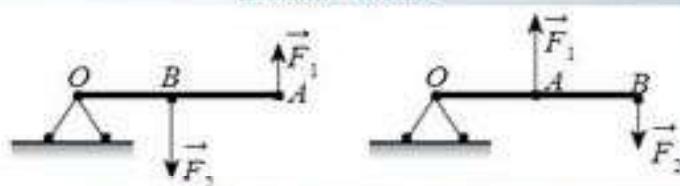
Шінніректің түрлері

Бірінші текті



О тірек нүктесі түсірілген күштердің арасында жатады

Екінші текті

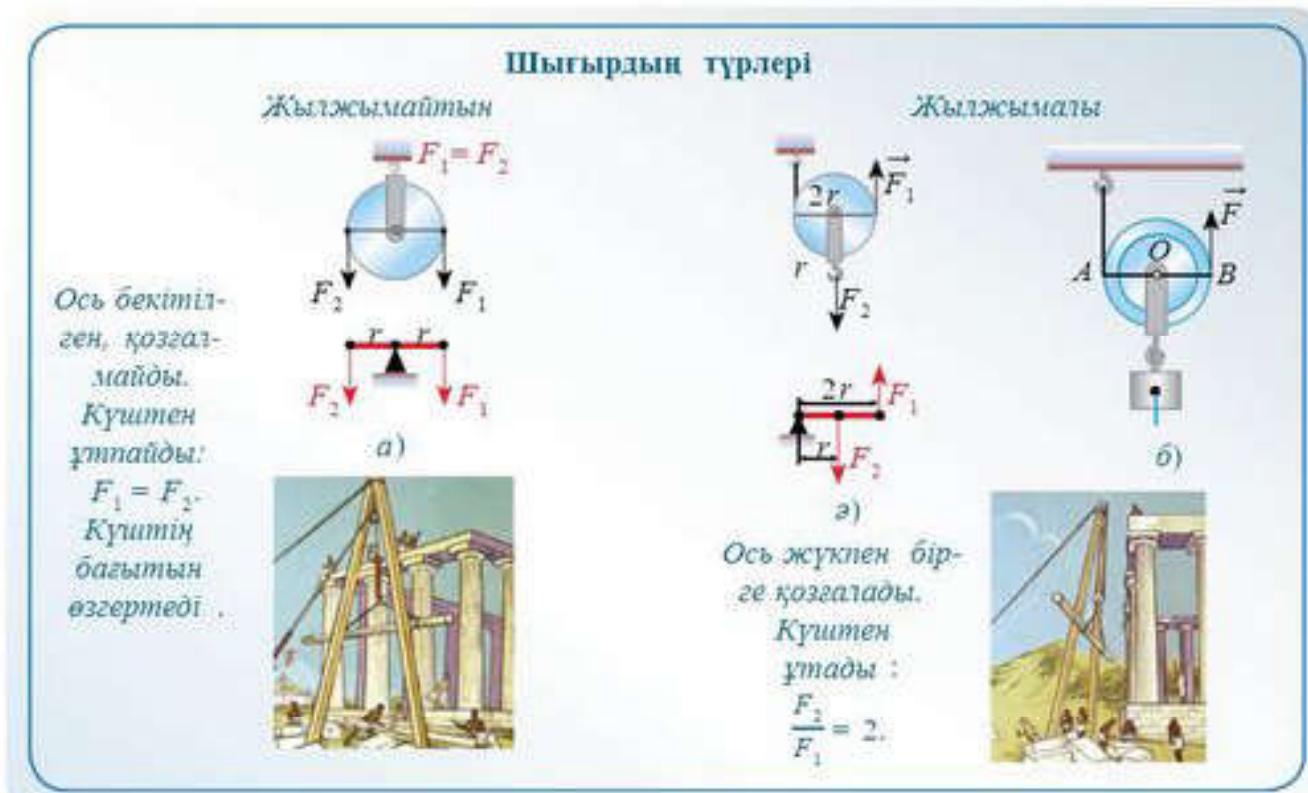


Күш О тірек нүктесінің бір жағында жатады

5.26-сурет

Шығырлар — іштіректің тепе-тендік шартын пайдаланып, тағы да бір жай механизм — шығырдың жұмыс істеу әрекетін түсіндіруге болады.

Шығыр (блок) — айналу осіне қатысты айналатын науасы бар донгалак. Науа арқылы жіп, аркан немесе троос тасталады. Шығырдың жылжымалы және жылжымайтын екі түрі бар.



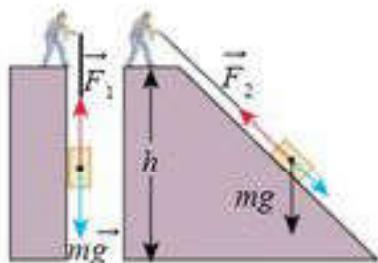
5.27-сурет

Жылжымайтын шығырды індері донгалак радиусына тең болатын тенінді шығырлар деп карастыруға болады (5.27, а-сурет). Жылжымалы шығырдың індері тең болғандыктан, ол күштен ұтыс бермейді. Жылжымайтын шығырды әрекет етуші күштің бағытын өзгерту үшін колданады. Оны басқа жай механизмдермен үйлестіре отырып колдану ынгайлыш.

Күштен ұту үшін жылжымалы шығырды пайдаланады. Жылжымалы шығырдың осі жүкпен бірге көтеріледі немесе төмен түседі. Жылжымалы шығырды да індері r және $2r$ болатын шығырлар ретінде карастыра аламыз (5.27, б-сурет). Караптырылып отырған жағдайда айналу осі A нүктесінен етеді, мұндағы күштердің індері $AO = r$ және $AB = 2r$ (5.27, б-сурет).

Онда жылжымалы блокка (37.2) катына сын колданып $\frac{F_2}{F_1} = \frac{2r}{r} = 2$ аламыз. Демек, кез келген жылжымалы шығыр күштен екі есе ұтыс береді.

Көлбеу жазықтық та күштен ұтыс береді. Мысалы, массасы m жүкті h биіктікке көтеру қажет болсын (5.28-сурет). Мұны екі тәсілмен жүзеге асыруға болады. *Бірінші тәсіл*: жүкті h биіктікке F_1 күш жұмсап, вертикаль жоғары көтеру. Бұл кезде $A_1 = F_1 h$ жұмыс аткарылады. *Екінші тәсіл*: жүкті ұзындығы ℓ көлбеу жазықтық бойымен бағытталған F_2 күш жұмсап тарту. Көлбеу жазықтық тегіс (үйкеліс жок) болсын. Сонда жұмыс $A_2 = F_2 \ell$. Екі жағдайда да атқарылған жұмыс бірдей: $A_1 = A_2$ немесе $F_1 h = F_2 \ell$. Бұдан $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\ell}{h}$.



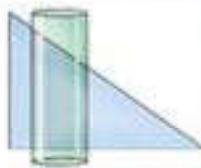
5.28-сурет

Бұл тепе-тендіктен денені көлбеу жазықтық бойымен көтерген кезде түсірілетін күш денені вертикаль жоғары көтерген кездегі күштен неше есе кем болса, көлбеу жазықтықтың ұзындығы оның биіктігінен сонша есе артық болатыны шығады.

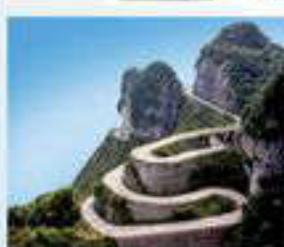
Көлбеу жазықтықтар



Сына



Бұранда



Серпантин



Баспадзак



Конвейер



1. Иінтірек дегеніміз не?
2. Күштің әрекет ету сызығы деп нені айтамыз?
3. Күш інің дегеніміз не? Оны қалай анықтауға болады?
4. Күш моменті деп нені айтады?
5. Күштен ұту дегеніміз не және оны қалай анықтайды?
6. Иінтірек қандай жағдайда тепе-тендікте болады?



Миллиметрлік сывыш көмегімен қайши, есік кілті, сомын кілті және т.б. иіндерін өлшендер. Бұл қарапайым механизмдер күштен қалай ұтады?



1 Тепе-тендік қалпын сақтаған інтіректің індірі сәйкесінше 15 см және 60 см. Интірекке әрекет етуші күш 1,5 Н. Үлкен інгеге түсетең күштің шамасын анықтаңдар. Интірек күштен және жұмыстан қандай ұтыс береді?

2 Интіректің ұштарына 2 Н және 18 Н күштер әрекет етеді. Интіректің ұзындығы 1 м. Интірек тепе-тендік қалпын сақтаса, онда тірек нүктесі қай жерде орналасқан?

3 Интіректің кіші інінің ұзындығы 5 см, ал үлкендікі 1,5 м. Үлкен інгеге 12 Н күш әрекет етеді. Интірек тепе-тендік қалпын сақтау үшін кіші інгеге қандай күш түсіруі қажет? Осы интірек күштен қанша ұтатынын анықтаңдар. Бұл жағдайда жұмыстан ұтыс неге тең?

4 Тірек нүктесінен 10 см қашықтықта әрқайсысы 100 г болатын 4 жүк ілінген. Интірек тепе-тендік қалпын сақтау үшін 20 см қашықтықта қандай күш түсіру қажет?

Есеп шығару үлгілері

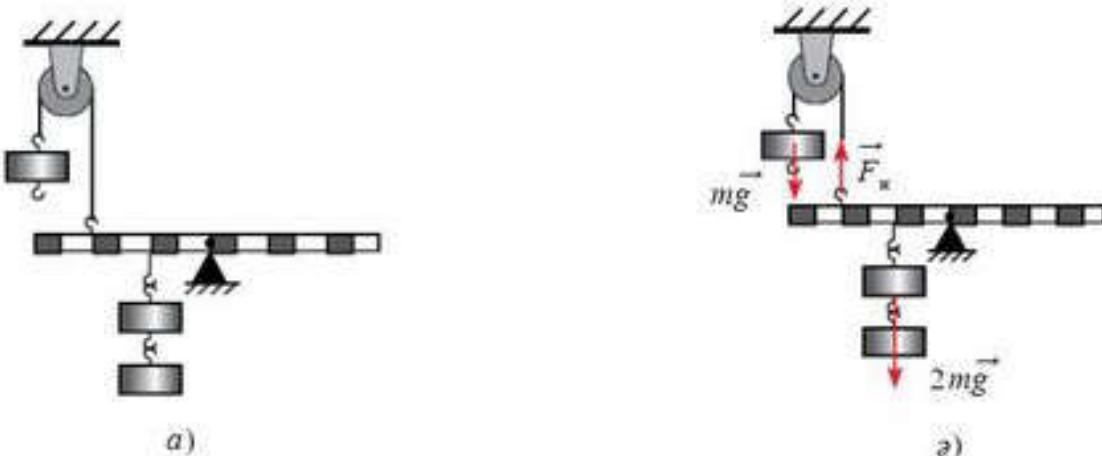
1-есеп. Шығыр—інтірек—жүктер жүйесі (5.29, а-сурет) тепе-тендікте бола ма?

Шешуі. Интірекке әрекет етуші күштерді көрсетейік (5.29, а-сурет). Жылжымайтын шығырдың күштен ұтпайтынын, тек онын бағытын өзгертетінін ескерейік. Сондыктан жіптің F_x керілу күші сол жактағы жүкке әрекет ететін mg ауырлық күшіне тең:

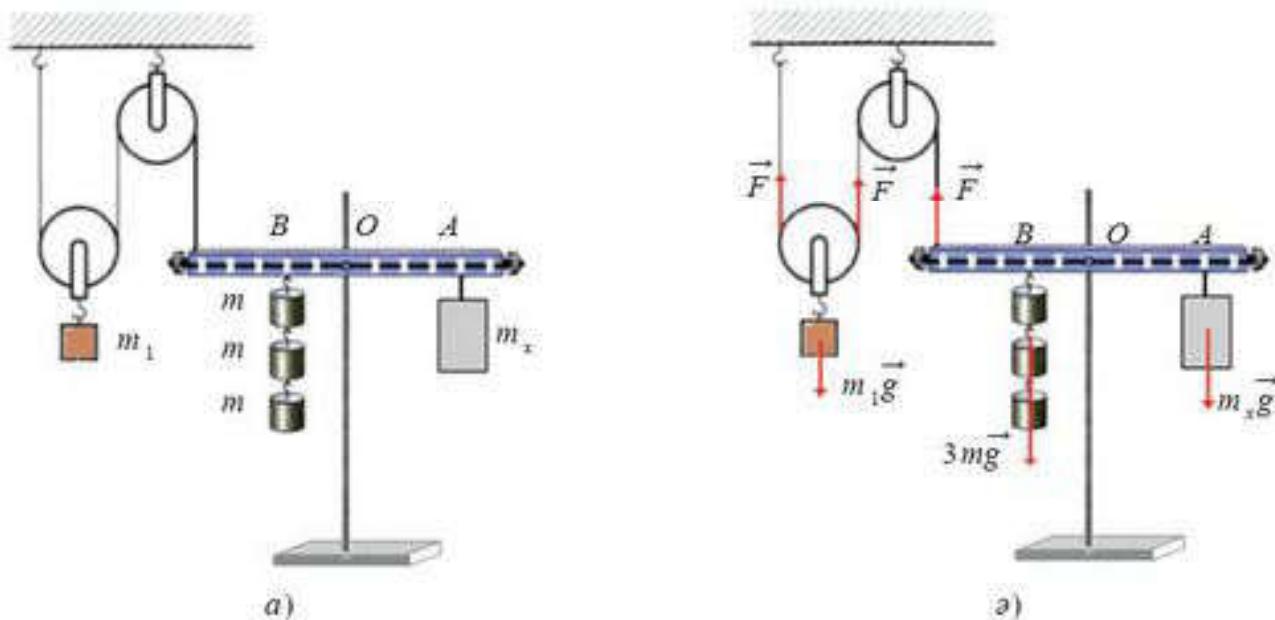
$$F_x = mg. \quad (1)$$

Егер інтіректің бір бөлігінің ұзындығын d деп алсақ, онда F_x күшінің іні $4d$, ал $2mg$ күшінің іні $2d$ болады. Тепе-тендік шарт $M_1 = M_2$ болғанда орындалады.

Тексерейік: $F_x \cdot 4d = 2mg \cdot 2d$. (1) формуланы ескерсек, $4mgd = 4mgd$. Тепе-тендік дұрыс, яғни інтірек тепе-тендікте болады.



5.29-сурет



5.30-сурет

2-есеп. Нінтірек тепе-тендікте қалу үшін шінтіректің A нүктесіне (5.30, а-сурет) массасы қандай жүк ілу керек? Шінтіректің B нүктесіне ілінген әр жүктің массасы 100 г, ал m_1 жүктің массасы 200 г. Жылжымалы шығырдың массасы және үйкеліс ескерілмейді.

Берілгені:

$$m = 100 \text{ г}$$

$$m_1 = 200 \text{ г}$$

$$m_x = ?$$

Шешуі. Нінтірекке және шығырларға әрекет етуші күштерді көрсетейік (5.30, а-сурет).

Егер нінтірекке әрекет етуші күш моменттерінің қосындысы нөлге тең болса, онда нінтірек тепе-тендікте болады.

O нүктесіне катысты

$$5Fd + 4m_x gd - 3mg \cdot 2d = 0. \quad (1)$$

5.30, а-суреттен $2F = m_1 g$ болғанда жылжымалы шығыр тепе-тендікте тұрады. Бұдан $F = \frac{m_1 g}{2} = 0,5 m_1 g$. Осылын ескерсек, (1) формуласы былай жаза аламыз:

$$m_x g 4d = 3mg 2d - 0,5 m_1 g 5d.$$

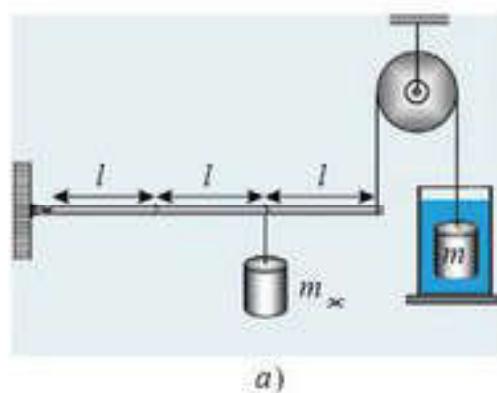
$$\text{Ал бұдан } m_x = \frac{(6m - 2,5 m_1)}{4} = 25 \text{ г.}$$

Жауабы : 25 г.

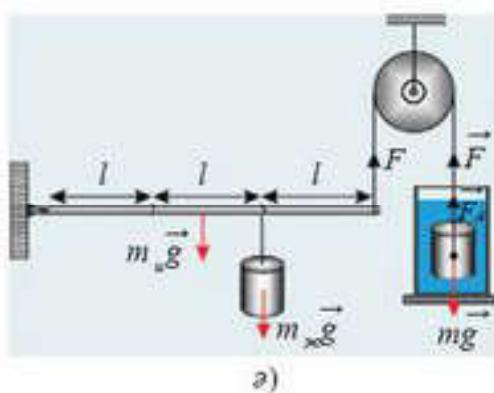
3-есеп. Массасы 200 г шінтірек тепе-тендікте қалуы үшін оған ілінген жүктің массасы қандай болуы тиіс? Сұға салынған жүк болаттан жасалған және көлемі 50 см^3 . Болаттың тығыздығы $7,8 \text{ г/см}^3$, ал судікі 1 г/см^3 .

Шешуі. Нінтірекке әрекет етуші күштерді қарастырайық (5.31, а-сурет) және шінтіректің тепе-тендік шартын жазайық:

$$1,5 \ell m_x g + 2lm_x g - 3lF = 0. \quad (1)$$



a)



б)

5.31-сурет

Жілтін керілу күшін жүктін тәп-тәндігін жазып таба аламыз (5.31, ə-сурет):

$$F + F_A = mg.$$

Жүктің массасы мен архимед күшін ескерсек,

$$m = \rho V \text{ және } F_A = \rho_0 g V.$$

Осыдан $F = (\rho - \rho_0)gV$.

Осыны ескеріп (1) формуланы байлай жазамыз:

$$1,5lm_n g + 2lm_n g - 3(\rho - \rho_0)gVl = 0.$$

Бұдан

$$m_n = \frac{3(\rho - \rho_0)V - 1,5m_n}{2} = 360 \text{ г.}$$

Жауабы : 360 г.



1 Ұзындығы 80 см інтірекке 5 Н күш әрекет етеді. Егер оның әрекет ету іні 20 см болса, онда осы күштің күш моменті неге тең?

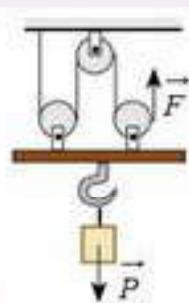
2 Жүкті жылжымалы шығыр көмегімен көтереді (5.32-сурет). A нүктесіне қатысты жүкке және жіпке әрекет етуші күш моменттері қалай бағытталған?

3 Жіпке $F = 120$ Н күш түсіре отырып, салмағы 420 Н жүкті механизмнің көмегімен көтереді (5.33-сурет). Арқалықтың массасы қандай? Көтеру кезінде арқалық горизонталь қалпында қалады.

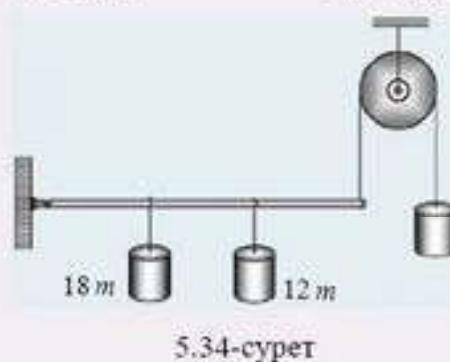
4 Салмақсыз інтіректің тәп-тәндік қалпын сақтау үшін жылжымайтын шығырдан асыра тасталған жіпке ілінген жүктің массасы қандай болуы тиіс (5.34-сурет)?



5.32-сурет



5.33-сурет



5.34-сурет



9-зертханалық жұмыс

ИНТІРЕКТІҢ ТЕПЕ-ТЕҢДІК ШАРТЫН АНЫҚТАУ

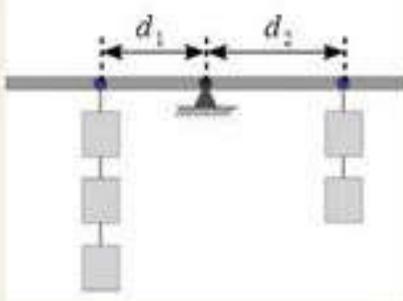
Жұмыстың мақсаты: денелердің тепе-тендік шартын эксперимент жүзінде тексеру.

Құрал-жабдықтар: штатив, интірек, жүктөр жиынтығы, сызығыш, динамометр.

1-тапсырма.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Эксперименттік құрылғыны жинаңдар (1-ретті интірек, 5.35-сурет).
2. Интіректің екі ұшындағы бұрандаларды бұрап, оны горизонталь орналасатындей етіп тенгеріндер.
3. Интіректің сол жағына айналу осінен шамамен 10—15 см қашықтықта екі жүк іліндер.
4. Тәжірибе жүзінде интіректің он жағына айналу осінен қандай қашықтықта оны тепе-тендікке келтіретін екі, үш жүк ілуге болатынын анықтаңдар.
5. Өлшеулер нәтижесін кестеге жазыңдар.

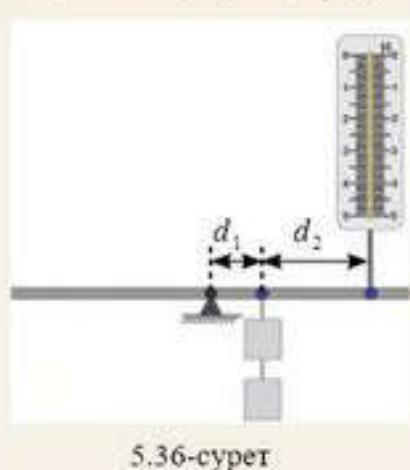


5.35-сурет

Тәжірибелі	Осьтін сол жағы				Осьтін он жағы			
	Масса, m_1 , кг	Күш, F_1 , Н	Интірек шілі, d_1 , м	Күш моменті, M_1 , Н · м	Масса, m_2 , кг	Күш, F_2 , Н	Интірек шілі, d_2 , м	Күш моменті, M_2 , Н · м
1								
2								
3								

6. $M_1 = M_2$ моменттер ережесінің ақыраттығын тексеріндер.
7. Моменттер ережесі қандай дәлдікпен орындалатынын бағаландар, ол үшін моменттер айырымын және бұл айырымының моменттің орташа мәніне қатынасын табындар.
8. График түрінде кескіндендер және моменттер ережесін тексеріндер.
9. Корытынды жасаңдар.

Зертханалық жұмыс

2-тапсырма.**Жұмыстың орындалу реті:**

1. Эксперименттік құрылғыны жинаңдар (2-ретті іннірек, 5.36-сурет).
2. Иінтіректің он жағына айналу осінен шамамен 5—10 см қашықтықта екі немесе үш жүк іліндер.
3. Иінтірекке динамометрді бекітіп, тепе-тендік қалыпқа келтіріндер.
4. Иінтірекке әрекет етуші күшті анықтаңдар. Нәтижені кестеге жазыңдар.
5. Жүктің орналасу орнын (жүк массасын) өзгерте отырып, тәжірибелі бірнеше рет қайталандар.
6. Өлшеулер нәтижесін кестеге жазыңдар.

Тәжірибелі реті	Масса, m_1 , кг	Күш, F_1 , Н	Иіннірек піні, d_1 , м	Күш моменті, M_1 , Н · м	Күш, F_2 , Н	Иіннірек піні, d_2 , м	Күш моменті, M_2 , Н · м
1							
2							
3							

7. $M_1 = M_2$ моменттер ережесінің ақыраттығын тексеріндер.
8. Моменттер ережесі қандай дәлдікпен орындалатынын бағаландар, ол үшін моменттер айырымын және бұл айырымның моменттің орташа мәніне қатынасын табындар.
9. Қорытынды жасандар.

§ 38. Жай механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті. Механиканың “алтын ережесі”



Сендер

- механиканың “алтын ережесінің” мәні неде екенін білетін боласындар;
- жай механизмдердің ПЭК-ін анықтауды үйренисіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ **Пайдалы әрекет коэффициенті (ПЭК)**

Жай механизмдердің көмегімен деңені көтеру және орын ауыстыру арқылы механикалық жұмыс атқарылады. Алайда механизмдердің қандай түрін алсақ та, олардың әрқайсысы әртүрлі кедергі күштерді, үйкеліс күшін жену үшін жұмыс жасайды. Сондыктан тәжірибеде нақты механизмдердің пайдалы жұмысы толық (жұмсалған) жұмыстан аз ($A_p < A$) болады.

Механизмдердің тиімділігін сипаттау үшін механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті (ПЭК) деп аталатын ерекше физикалық шама енгізілген. ПЭК грек әрпі Η (“этак”) арқылы белгіленеді.

ПЭК атқарылған жұмыстың қандай бөлігі пайдалы жұмыска жұмсалатынын көрсетеді.

Әдетте, ПЭК-ті пайызбен көрсетеді:

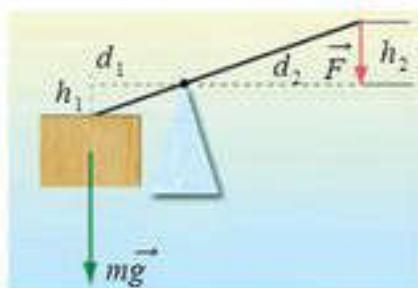
$$\eta = \frac{A_p}{A_s} \cdot 100\%. \quad (38.1)$$

Пайдалы жұмыс деп оны атқаруга минимал энергия жұмсалатын жұмыс түсініледі.

Толық (немесе жұмсалған) жұмыс деп процесс барысында атқарылған барлық жұмысты айтады.

Кез келген механизминде ПЭК-і әркашан 100%-дан кем болады, сондыктан алынған энергияның барлығын пайдалы жұмыска айналдыратын механизм жасау мүмкін емес. Механизмде энергия шығыны әркашан туындап отырады.

Интіректің ПЭК-ін есептейік. Біз шінтіректі пайдалана отырып, оның d_1 қысқа пініндегі массасы m жүкті h_1 биіктікке көтерейік. d_2 ұзын пініне F күш түсіреміз. Жүкті көтергенде ұзын піні h_2 биіктікке төмен түседі, ал жүгі бар қысқа піні h_1 биіктікке көтеріледі (5.37-сурет).



5.37-сурет

Пайдалы жұмыс — бұл жүкті көтеретін жұмыс: $A_n = mgh_1$.

Жұмсалған, яғни толық жұмыс — бұл F күштің атқарған жұмысы: $A_t = Fh_2$.

Онда шілтіректің ПЭК-і

$$\eta = \frac{mgh_1}{Fh_2} \cdot 100\%. \quad (38.2)$$

Жылжымалы шығырдың ПЭК-ін есептейік. 5.38-суретке назар аударайық. Массасы m жүкті h биіктікке көтергенде жіптің бойымен әрекет ететін F күші жұмыс атқаралы. Алайда массасы m шығырды да көтеру, үйкеліс күшін жену де кажет.

Пайдалы жұмыс — бұл жүкті көтергенде жасалатын жұмыс: $A_n = mgh$.

Ал F күшінің атқаратын жұмысы $A_t = Fl$.

Эксперимент жіптің бос үші $l = 2h$ қашыктыкты жүріп өтетінін көрсетеді, мұндағы h — жүктің көтерілу биіктігі:

$$A_t = F \cdot 2h.$$

Ендеше, жылжымалы шығырдың ПЭК-і

$$\eta = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%. \quad (38.3)$$

Жылжымайтын (козғалмайтын) шығырдың ПЭК-і $\eta = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\%$ болады. Бұл жағдайда жүктің h биіктікке көтерілу биіктігі жіптің үші еркін жүріп өтетін l қашыктығына тең, яғни $l = h$. Онда козғалмайтын шығырдың ПЭК-і

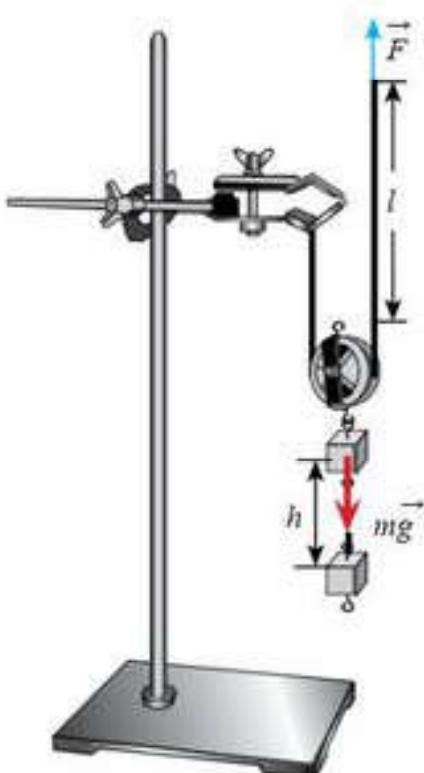
$$\eta = \frac{mgh}{Fh} \cdot 100\% = \frac{mg}{F} \cdot 100\%. \quad (38.4)$$

Көлбек жазықтыктың ПЭК-ін есептейік.

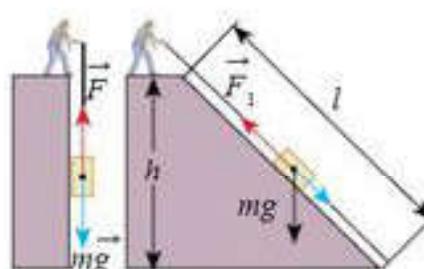
5.39-суретке назар аударайық. Пайдалы жұмыс $A_n = mgh$, ал толық жұмыс $A_t = F_1 l$. Онда көлбек жазықтыктың ПЭК-і

$$\eta = \frac{mgh}{F_1 l} \cdot 100\%. \quad (38.5)$$

Біздің пайымдауларымыз берілгенде бен есептеудерімізден бірде-бір жай механизм жұмыстарын ұтыс бермейтінін көрсетеді. Егер үйкеліс



5.38-сурет



5.39-сурет

кушіне қарсы атқарылатын жұмысты ескерсек, онда жұмыстан ұтыламыз (өйткені үйкелістен құтыла алмаймыз).

Егер үйкеліс күші ескерілмейтін идеал жағдайда қарастырсақ, онда пайдалы және жұмсалған жұмыс бірдей болады. Онда біз мынадай катынасты жаза аламыз:

$$A_1 = A_2 \text{ немесе } F_1 l_1 = F_2 l_2, \text{ немесе } \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}. \quad (38.6)$$

Көпғасырлық тәжірибе және біздің пайымдауларымыз берілгенде бірде-бір механизм жұмыстан ұтыс бермейтінін көрсетеді. Эртүрлі механизмдер адамның енбегін женілдету үшін пайдаланылады; бір жағдайда күштен ұту, ал екінші бір жағдайларда жолдан ұту қажет болуы мүмкін.

Жай механизмдерді пайдаланудың барлық жағдайлары үшін ортақ ереже бар:

кез келген қарапайым механизм күштен қаша есе ұтса, жолдан сонша есе ұтылады.

Бұл ережені ежелгі грек ғалымдары ашкан. Ол механиканың “алтын ережесі” деп аталады.



1. ПӘК дегенді қалаң түсінесіңдер?
2. Механизмдердің ПӘК-ін қай формула бойынша есептейді?
3. Қандай жұмыс пайдалы, ал қандай жұмыс толық (жұмсалған) деп аталады?
4. ПӘК-і а) 75%; а) 120% болатын механизм жасауға бола ма?
5. Иінтіректің ПӘК-ін қалаң есептеуге болады?
6. Жылжымайтын шығырдың ПӘК-ін қалаң есептеуге болады?
7. Жылжымалы шығырдың ПӘК-ін қалаң есептеуге болады?
8. Көлбен жазықтықтың ПӘК-ін қалаң есептеуге болады?
9. Механиканың “алтын ережесін” айтыңдар.



1 Иінтіректің көмегімен 20 кг жүкті 80 см биіктікке бірқалыпты көтерді. Мұнда 120 Н күш түсірілген иінтіректің ұзын жағы 2 м-ге төмен түсті. Иінтіректің ПӘК-і қандай?

2 Массасы 200 кг жүкті ПӘК-і 65% көлбен жазықтық бойымен бірқалыпты көтеру үшін қандай күш түсірілуі қажет? Көлбен жазықтықтың биіктігі 1,2 м, ал ұзындығы 16 м.

3 ПӘК-і 50% жылжымалы шығыр көмегімен массасы 45 кг жүкті 12 м биіктік-

ке көтереді. Тростың ұшына түсірілген күштің шамасын анықтандар.

4 Жіпке 400 Н күшпен әрекет етеп отырып, массасы 70 кг жүкті жылжымалы шығыр көмегімен бірқалыпты көтереді. Жылжымалы шығырдың ПӘК-і қандай?

5 Иінтіректің көмегімен массасы 12 кг жүкті 30 см биіктікке көтерді. Иінтіректің ұзын інің қысқа інінен 8 есе ұзын. Егер иінтіректің ПӘК-і 80% болса, үлкен інгіндең қандай күш түсіру қажет? Бұл кезде ұзын іннің ұшы қаша төмен түседі?

10-зертханалық жұмыс

КӨЛБЕУ ЖАЗЫҚТЫҚТАҢ ПӘК-ІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептеуді үйрени.

Карапайым механизмнің (көлбеу жазықтықтың) көмегімен орындалған жұмыс толық жұмыстан аз болатынына көз жеткізу.

Көлбеу жазықтық ПӘК-інің көлбеу жазықтық бойымен көтерілетін дене массасына тәуелділігін анықтау.

Көлбеу жазықтық ПӘК-інің жазықтықтың көлбеулік бұрышына тәуелділігін анықтау.

Құрал-жабдықтар: тақтай, динамометр, өлшеуіш сзығыш, білеуше, қысқышы (муфта-сы) және табаны бар штатив, массалары белгілі жүктөр жынтығы.

Жұмыс барысы:

массасы және шекті өлшемі бар кез келген нақты денені бірнеше беліктердің жынтығы ретінде қарастыруға болады. Бұл беліктердің әрқайсынына жеке-жеке ауырлық күші әрекет етеді. Тұтас денеге әрекет ететін ауырлық күші бұл күштердің теңәрекет күші деп аталады. Бұл теңәрекет күшінің түсірілу нүктесін **массалар центрі** деп атау қабылданған.

1-тапсырма. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін анықтау.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Тақтайшаны көлбеу орналастырындар.
2. Көлбеу жазықтықтың h биіктігін және l ұзындығын өлшендер.
3. Білеушеге әрекет етуші ауырлық күшін (mg) динамометрмен өлшендер.
4. Білеушеге динамометрді бекітіп, оны көлбеу жазықтық бойымен бірқалыпты тартындар. $F_{\text{тарту}}$ тарту күшін өлшендер.
5. $A_n = mg h$ пайдалы және $A_n = F_{\text{тарту}} l$ толық жұмысты есептендер.
6. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептендер: $\eta = \frac{mgh}{F_{\text{тарту}} l}$.
7. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.
8. Қосымша жүктөрді пайдаланып тәжірибелі қайталандар (көлбеу жазықтықтың биіктігін өзгертпендер).
9. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.
10. Кестедегі мәліметтерді пайдалана отырып қорытынды жасандар.

Тәжірилбес реті	h , м	l , м	mg , Н	$F_{\text{тарту}}$, Н	A_n , Дж	A_n , Дж	η , %
1	0,2	0,5					
2	0,2	0,5					
3	0,2	0,5					



2-тапсырма. Көлбеу жазықтық ПЭК-інің жазықтықтың көлбеулік бұрышына тәуелділігін анықтау.

Жұмыстық орындалу реті:

1. Тақтайшаны көлбеу орналастырындар.
2. Көлбеу жазықтықтың h биіктігін және l ұзындығын өлшендер.
3. Білеушеге әрекет етуші ауырлық күшін (mg) динамометрмен өлшендер.
4. Білеушеге динамометрді бекітіп, оны көлбеу жазықтық бойымен бірқалыпты тартындар. $F_{\text{тарту}}$ тарту күшін өлшендер.
5. $A_n = mg h$ пайдалы жұмысты және $A_r = F_{\text{тарту}} l$ толық жұмысты есептейндер.
6. Көлбеу жазықтықтың ПЭК-ін есептөндөр: $\eta = \frac{mg h}{F_{\text{тарту}} l} \cdot 100\%$.
7. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазындар.
8. Көлбеу жазықтықтың биіктігін өзгерте отырып, 1—8-пункттерді қайталандар.
9. Кестедегі мәліметтерді пайдаланып қорытынды жасандар.

Тәжірибелі реті	h , м	l , (м)	mg , Н	$F_{\text{тарту}}$ (Н)	A_n , Дж	A_r , Дж	η , %
1	0,1	0,5					
2	0,15	0,5					
3	0,20	0,5					
4	0,25	0,5					
5	0,3	0,5					
6	0,35	0,5					

Тараудың ең маңыздылары

Жұмыс және қуат. Энергия

Жұмыс	Қуат	Энергия
Денеге әрекет етуші күшке және денениң күштің әрекет етуі бағытындағы жүрген жолына тұра пропорционал шама	Уақыт бірлігі ішінде атқарылатын жұмыстың осы уақытқа қатынасына тен шама	Денениң жұмыс істеуге қабілеттілігін сипаттайтын. Жасалған жұмыска тен физикалық шама



Механикалық энергияның сакталу заңы: үйкеліс күші болмаган кезде денелер жүйесінін толық механикалық энергиясы өзгермейді: $E_k + E_p = \text{const}$.

Механизмнің пайдалы әрекет коэффициенті: пайдалы жұмыстың толық жұмыска катынасы: $\eta = \frac{A_e}{A_t} \cdot 100\%$.

Механиканын “алтын ережесі”: күштен қанша ессе ұтсак, жолдан сонша ессе ұтылады.

6 - ТАРАУ

Гарыш және Жер

Түнгі жұлдызды аспан адамға әрқашан әсер қалдырады. Тылсым түнде жұлдыздардың агуын жай көзбен бакылауга болады.

Біз Әлем туралы не білеміз?



Ежелгі гректерден бастап адамдар Жер Әлемнің центрінде орналасқан, ал Күн және планеталар оны айнала қозғалады деп есептеді. XVI ғасырдың ортасында поляк астрономы Николай Коперник Әлемнің гелиоцентрлік моделін ұсынды. Н. Коперник теориясын ері карай көптеген ғалымдар дамытты.

Қазіргі кезде біз Күн жүйесі, оның планеталары туралы не білеміз?



Ай — Жердің жалғыз табиги серігі. Айдың тылсым сыры сансыз сұрқартар тудырды, әртүрлі болжамдар жасалды.

Ол туралы бізге не белгілі?



Адамдар өздерінің дәстүрлеріне, тұрмыс-салтына және діни түсініктеріне байланысты ай, ай-күн, күн күнтізбелерін жасаған.

Күнтізбелерді пайдалана отырып, біз олардың қалай жасалғаны туралы ойдана бермейміз.

Халыкаралық когамдастық кабылдаған күнтізбеде кібісе жылдар бар.

Бұл жылдар қалай анықталады?





§ 39. Аспан денелері туралы ғылым



Тірек сөздер:

- ✓ астрономия
- ✓ геоцентрлік жүйе
- ✓ гелиоцентрлік жүйе



Сендер

- астрономия нені зерттейтінің;
- геоцентрлік және гелиоцентрлік жүйелер туралы билетін боласындар.

Әлем туралы адамды қызықтыратын білім салаларының бірі — астрономия. Астрономия аспан денелерінде болып жататын күбыльстарды зерттейді. Аспан денелеріне жұлдыздар, планеталар, планеталардың серіктері, астероидтер, кометалар, метеориттер, газ-тозандықтар жатады.

Адамдар жұлдыздар бойынша бағдар жасауды үйренді, жұлдыздар мен Күннің орнының өзгеруіне байланысты уакыт есебін жүргізе бастады. Практикалық қажеттілікке байланысты аспан денелерінің козгалысын зерттеу астрономия ғылымының дамуына әкелді. *Астрономия* сөзі гректін *астрон* — жұлдыз және *номос* — заң деген сөздерінен шықкан.

Ежелгі грек ойшылдары Әлем күрылышын, аспан шырактарының көзге көрінетін козгалысын түсіндіру және олардың аспандагы орнын анықтау үшін әлемнің геоцентрлік жүйесін күрді (грек. *Geo* — Жер).

Бұл жүйе бойынша Әлем центрі — Жер, ал басқа аспан шырактары оны айналып жүреді деп есептелді. Ертеде тікелей бақылаудан туындаған Әлем күрылышына мұндай көзкарас әбден занды болатын.

Әлемнің геоцентрлік жүйесі б.з. II ғасырында грек ғалымы Клавдий Птолемей (б.з. 70—147) еңбектерінде толығырақ көрініс тапты. Птолемей Күн мен Ай Жерді айнала батыстан шығысқа қарай үлкен дөңгелектер — деференттер (лат. *дeференс* — тасымалдайтын) бойынша бірқалыпты козгалады деп тұжырымдады. Птолемейдің бұл

Әлем жүйесі екі мың жылға жуық өз күшін сактады (6.1-сурет).

Аспан денелерінің қозғалысын бақылай отырып, XVI ғасырдың ортасында поляк ғалымы Николай Коперник (1473—1543) Птолемей теориясы дұрыс емес деген қорытындыға келеді. Оттың жылға созылған қажырлы енбектің, үзак бақылаулардың және күрделі математикалық есептеулердің негізінде ол Әлемнің гелиоцентрлік моделін ұсынды.

Центрінде Күн орналасқан Әлем жүйесін гелиоцентрлік жүйе деп атайды (грек. *гелиос* — Күн).

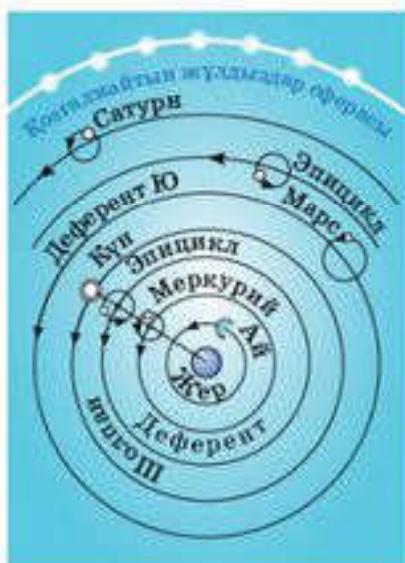
Коперник: “Жердегі адам үшін Жер қозғалмай тұрғандай, ал Күн оны айнала қозғалатын сияқты болып көрінеді. Ал, шындығында, Жер Күнді айнала қозғалады және бір жылда өзінің орбитасы бойымен толық бір айналым жасайды. Жерді тек Айғана айналады”, — деді.

6.2-суретте Коперниктің гелиоцентрлік жүйесінің сұлбасы берілген.

Әлем центрінде Күн орналасқан. Сыртқы қабат (сфера) қозғалмайтын жүлдемдерден тұрады. Ишкі қабат өздеріне планеталарды және Айды ілестіре отырып, күрделі бірқалыпты айналым жасайды. Планеталар орналасуына қарай мына ретпен қозғалады: Меркурий, Шолпан, Жер Аймен бірге, Марс, Юпитер, Сатурн.

Коперник планеталардың Күнге қатысты орналасуына қарай Күнге дейінгі қашықтығын есептеп шығарды. Өлишеу бірлігі ретінде Жерден Күнге дейінгі қашықтықты алды (1 астрономиялық бірлік — 1 а.б. = 149,6 млн км): Меркурий — 0,4 а.б.; Шолпан — 0,7 а.б.; Жер — 1 а.б.; Марс — 1,5 а.б.; Юпитер — 5 а.б.; Сатурн — 10 а.б.

Н. Коперник теориясын Тихо Браге, Джордано Бруно, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Исаак Ньютон әрі қарай дамытты. Н. Коперник теориясы негізінде И. Кеплер аспан денелері қозғалысының нақты заңдарын, И. Ньютон Бүкіләлемдік тартылышын ашты.



6.1-сурет



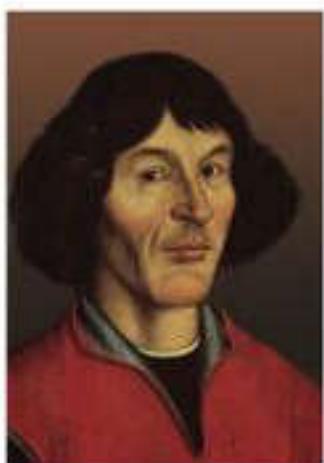
6.2-сурет



6.3-сурет



6.4-сурет. KAZSAT-3



**Николай Коперник
(1473—1543)**

Атакты поляк галымы. Оның ашқан жаңалықтары адамзаттың Әлем құрылышы туралы көзқарасын түбекейті өзгерти және қоитеген гылымдардың дамуына ықпал етті. Н. Коперник әлемнің гелиоцентрлік жүйесін жасады.

Қазіргі кезде Күн жүйесіне өзінің серіктірімен бірге 8 планета кіретіні белгілі: Меркурий, Шолпан, Жер, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран және Нептун және олар эллипстік орбиталар бойымен қозғалады.

Гелиоцентрлік жүйе жүлдзыздық астрономияға (жүлдзыздар — алыстағы құндер) және шексіз Әлемнің ғарышнамасына жол ашты.

Астрономиялық бақылаулар жүргізгенде әртүрлі құралдар пайдаланылады. Негізгі астрономиялық құралға телескоп (грек. *теле* — алысқа және *скопео* — қараімын) жатады. Ол Күн, Ай, планеталар туралы мәліметтер алуға мүмкіндік береді (6.3-сурет).

Қазіргі кезде астрономиялық нысандар ғарыштық аппараттар көмегімен де бақыланады. Жер бетінен жүзденген километр кашықтықта екпіндей ұшып бара жатқан орбиталық ғарыш стансылары таяу ғарышты итеруге және алыс ғарышты зерттеуге үлкен үлес қосуда. Байланыс, ауа райын болжандыруға да қарастырылады.

Мақсатында Жер серіктегендегі ұшырылады. Қазақстанның KAZSAT-3 деп аталатын өз Жер серігі бар (6.4-сурет). Ғарыштық ұшу аппараттары Ай бетіне, Марс пен Шолпан планеталарына жеткізіліп, оларды зерттеді. Ғарыштық ұшу аппараттары көмегімен Күн жүйесінің басқа планеталары да суретке түсірілді және зерттелді.



1. Әлемнің геоцентрлік жүйесі деп қандай жүйені айтады?
2. Әлемнің гелиоцентрлік жүйесі деп қандай жүйені айтады?
3. Н. Коперник бойынша Әлемнің құрылышы қандай?
4. Қандай бақылаулар Жер Күнді айнала қозғалатынын далелдейді?

§ 40. Күн жүйесі

Сендер

- Күн жүйесінің нысандары туралы білетін боласындар;
- Күн жүйесінің құрылымын түсінесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ сидерлік ай
- ✓ астероид
- ✓ комета
- ✓ метеор
- ✓ метеорлық ағын
- ✓ метеороид
- ✓ метеорит

Күн жүйесі — Күнді айнала қозғалатын аспан денелерінің жыныстығы (6.5-сурет).

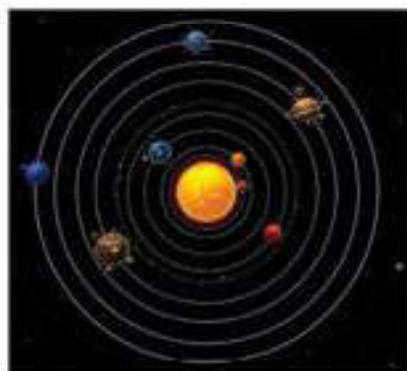
Күн жүйесі Құжолы деп аталатын үлкен галактиканың кішкентай бөлігі ғана болып табылады. Құжолына жүз миллиардтан аса әртүрлі жүлдyzдар енеді.

Күн жүйесіне өзінің серіктегімен бірге сегіз үлкен планета, 2300-ден астам кіші планета (астероидтер), көптеген кометалар мен метеорлық денелер (әртүрлі өлшемдегі тастандар) және шан-тозандықтардың ағыны (метеорлық бұлттар) енеді.

Күн жүйесі газ-тозанды бұлттың гравитациялық сығылуы арқылы шамамен 4,57 млрд жыл бұрын пайда болған. Күн жүйесі нысандарының негізгі массасы Күнде жинақталған, қалған белігі салыстырмалы түрде оқшауланған сегіз планетаға және басқа аспан денелеріне келеді.

Планеталар — Жердің өлшемімен салыстыруға болатын күнгірт шар тәрізді денелер. Планеталардан Күн жарығы шағылған-дықтан бізге жарқырап көрінеді. Күнге жакын Жер тобындағы планеталар — Меркурий, Шолпан, Жердің өзі және Марс, алыш планеталар — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

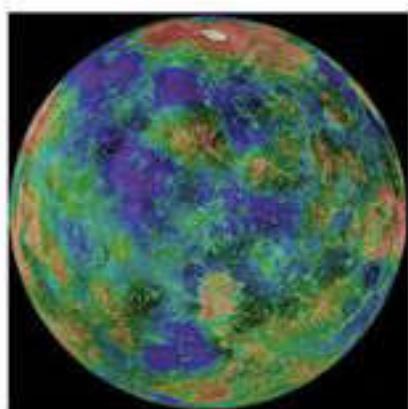
Меркурий (казақша аты — Кіші Шолпан) — Күн жүйесінің Күнге ен жакын планетасы. Меркурийдің диаметрі 4880 км, массасы 0,056 Жер массасына тең және онда атмосфера жок. Меркурийдегі тәулік 176 жер тәулігіне тең. Меркурий Күн жүйесіндегі ен аз зерттелген аспан денесі болып есептеледі. Оның кеп белігі күн сәулесінен көрінбей қалатындықтан, оны зерттеу қынырақ. Меркурийді құрал-



6.5-сурет



Меркурий



Шолпан



Жер



Марс

сыз жай көзбен таң алдында және кешке жақын көруге болады.

Шолпан — Күнге жақын екінші планета. Оны жай көзбен жарқыраган жүлдүз ретінде таңертең және кешке жақын көруге болады. Шолпан өзінің сипаттамасы бойынша Жерге ұксас, өлшемі мен массасы Жерден аздалап кана кіші.

Шолпан беті аса қалың бұлттар кабатымен бүркемеленген. Оның бетіне қонған гарыш стансылары Шолпан атмосферасы, негізінен, көмірқышқыл газынан тұратынын көрсетті, беттік кабатының температурасы шамамен 500°C .

Біздің планетамыз Жер — Күнге жақын үшінші және массасы бойынша бесінші планета. Жерде жоғары саналы тіршілік бар, сондыктан ол біз бақылай алатын Элемдегі бірегей планета болып табылады. Жерден басқа аспан денелерінде тіршілік әзірге табылған жок.

Жер азоттан және оттектен тұратын атмосферамен коршалған. Атмосферадағы көмірқышқыл газы 0,03%-ды құрайды. Орташа радиусы $R = 6378$ км болатын Жердің пішіні аздалап қабысқан шар тәрізді.

Жердің бір табиги серігі бар, ол — Ай. Ай адам аяғын басқан Жерден тыс жатқан жалғыз астрономиялық нысан болып табылады. Жер мен Күн центрлерінін орташа аракашыктығы 384 467 км. Айдың Жерді айналу периодын **сидерлік ай** деп атайды.

Айдың массасы Жердің массасынан 81,3 есе кіші. Айда су және атмосфера жок. Ұзак

Ай күнінде оның беті $+130^{\circ}\text{C}$ -ка дейін қызып, түнде -170°C -ка дейін төмендейді.

Марс (казакша аты — Аңырақай немесе Қызылжұлдыз) — Күннен қашыктығы бойынша төртінші планета. Жерден ол қызылт түсті шыrap ретінде көрінеді. Марстың екі табиги серігі бар: Фобос және Деймос. Бұл серіктерді тек күшті телескоптардың көмегімен көруге болады. Марс Жер тобы планеталарының ішіндегі ең көп зерттелген планета болып табылады, оның диаметрі 6786 км. Оның бетіне га-

рыш стансылары бірнеше рет жайлап қонған болатын. Марста ұсақ тастар мен метеорлық кратерлермен араласып жаткан ұшы-кыры жок құмдар, құм төбелер, тау тізбектері бар, бірақ ең бастысы — тіршіліктің ешқандай белгісі жок.

Марс тәулігі жердегіге өте ұксас: 24 сағ 39 м 29 с. Ал жыл Жер жылынан екі есе ұзагырак, шамамен 687 Жер таулігі.

Марс бетінің орташа жылдық температурасы -70°C -ка жуық. Бірақ экваторда күндіз ол $+20^{\circ}\text{C}$ -тан $+25^{\circ}\text{C}$ -ка дейін көтеріледі, Күн батқанда -10°C -ка дейін, ал таң алдында -90°C -ка дейін темендейді.

Күн жүйесінің сыртқы төрт планетасы — Юпитер, Сатурн, Уран және Нептун (газ алыптары деп те аталады) жер тобындағы планеталардан көп үлкен.

Юпитер — ең алып планета, казакша атауы — Есеккырган. Оның массасы Жердің массасынан 318 есе үлкен. Көптеген серіктегілер бар. Но, Еуропа, Ганимед және Каллисто деп аталатын ең үлкен төрт серігінің өлшемдері Айдың өлшемімен шамалас. Баскаласының өлшемдері 10-нан 280 км-ге дейін және пішіндері бұрыс болып келеді.

Сатурн (казакша аты — Коныркай жұлдызы) — үлкен сакинасы бар планета. Басқа алып планеталарға қарағанда Юпитерге ұксайды. Оның массасы Жерден 95 есе, ал радиусы 9,5 есе үлкен.

Сатурнның көптеген серіктегілері бар екені анықталған. Ең үлкен серігі — Титан. Планетаны коршап тұрған сакиналар, негізінен, мұз кесектерінен, тау жыныстары түйіршіктегі мен шан-тозандықтардан тұрады.

Уран мен **Нептун** — өздерінің физикалық қасиеттері бойынша егіз планеталар. Уранның көрінерлік беттік қабатының температурасы -150°C , ал Нептундің -170°C . Бұл екі планетаның да сакиналары бар, бірақ Сатурндың сияқты жарық емес.



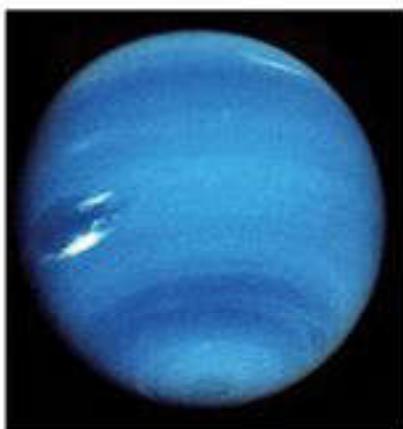
Юпитер



Сатурн



Уран



Нептун



Плутон

Ергежейлі Плутон планетасы ашылғаннан (1930 ж.) 2006 жылға дейін планета деп есептелді. Кейінірек Күн жүйесінің сыртқы бөлігінде өлшемдері Плутонмен шамалас және одан да үлкенірек көптеген аспан деңелері ашылды. Сондықтан оған жана ергежейлі планета деген атау берілді. Плутонның массасы 0,0015 Жер массасынан күрайды немесе Ай массасынан 5 есе кіші. Плутонның радиусы 1100 км. 1978 жылы Плутонның Харон деп аталған серігі ашылды.

Астероидтер — өлшемдері жүздеген километрден артпайтын және көбінесе пішіндері бұрыс болып келетін кішірек қатты деңелер. Астероидтер үлкен планеталардың қозғалыс бағытымен Күнді айнала қозғалады. Олар Марс және Юпитер орбиталарының арасында жалпақ сакина күрайды, оларды “астероидтер белдеуі” деп атайды.

Кометалар (грек. *κομετης* — күйрыкты жүлдyz) — аспан шырақтары. Расында, жай көзбен көруге болатын жарық кометалардың бірнеше миллион, тіпті ондаған миллион километрге дейін созылатын күйрығы бар. Мұндай кометалар сирек пайда болады, орташа есеппен 10—15 жылда бір комета көрінеді. Жарығы әлсіз кометалар жирик пайда болады.

Күннен алыс қашықтықта кометалар мұздан, қатқан газ бен тозандықтан тұратын заттардың үйіндісі болып табылады. Күнге жақындағанда мұз еріп, буланып газға айналады да, оның бір бөлігі Күнге қарама-қарсы бағытка ығысып, комета күйрығын түзеді.

Метеорларды (грек. *μετεόρος* — ауда қалқыган) халық арасында “аккан жүлдyz” деп жиі айтады. Жер атмосферасына өте ұсак қатты бөлшектер енген кезде жана бастайды. Олардың үлкендері Жердің ауа қабатына терендеп енеді де, жүлдyz кулагандай әсер калдырады. Планетааралық кеңістікте метеорлық денелер немесе микрометеориттер деген жалпы атау алған көптеген осындай бөлшектер бей-берекет, ретсіз қозғалып жүреді. Жеке метеорлық бөлшектерден басқа Күнді айнала **метеорлық ағындар** деп аталатын олардың бұлттары қозғалып жүреді.

Планетааралық кеңістікте өлшемдері сантиметрден ондаған метрге дейінгі көптеген қатты денелер қозғалып жүреді. Оларды **метеороидтер**, ал Жерге құлап түсетін метеороидтерді **метеориттер** деп атайды.



Галлей кометасы — ең жарық қысқа периодты комета. Оны кометаларды алғаш зерттеген және кометаның орбитуын болжаған ағылшын газымы Эдмунд Галлейдің (1656—1742) құрметіне атаган. Ол Қүнге әрбір 75-76 жыл сағын қайта оралып отырады. Комета 31 рет байқалған. Галлей кометасы бірінші рет б.з.д. 240 жылы бақыланған. Комета 1986 жылдың ақпанында оралған. Ол 2061 жылы қайтып оралады дег күтілуде.



Галлей кометасы

Ең ірі темір метеорит Гоба Намибия аумағында табылған. Ол шамамен Жерге 80 мың жыл бұрын құтап түскен. Метеориттің өлшемі $3 \cdot 3 \cdot 1 \text{ м}^3$, ал массасы 60 т. Ол Жердегі ең үлкен, таза табиғи темір болшегі болып табылады.



Гоба метеориті

Ірі метеориттердің Жерге құтаган орындарында метеор кратерлері пайда болады. Өлшемдері үлкен кратерлер Аризонда (АКШ), Канадада, Таймырда (Ресей) және басқа да жерлерде табылған. Аризона метеориттік кратерінің диаметрі 1207 м, тереңдігі 174 м.



1. Жер тобы планеталарының қайсысының өлшемдері мен массасы ең кіші?
2. Меркурий мен Шолпандың қай кезде көруге болады?
3. Күн жүйесіне енетін негізгі нысандарды атаңдар.
4. Алып планеталардың қайсысының өлшемдері мен массасы ең үлкен?
5. Астероидтер дегеніміз не?
6. Неліктен кометаларда құйрық пайда болады?
7. Астероидтер орбитасы Күн жүйесінің қай жерінде орналасқан?
8. Күн жүйесінің әр планетасына сипаттама беріңдер.



- 1 Кешкі аспаннан Шолпан, Марс, Юпитер мен Сатурнды табындар.
- 2 Егер мектепте телескоп бар болса, оны пайдаланып аспаннан қарастырылған планеталарды табындар.



- 1 Жер тобы планеталарының негізгі үк-
састықтарын атап көрсетіңдер.

- 2 Бүкіләлемдік тартылыш заңын пайда-
ланып, Жердің массасын есептендер:
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, $g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$.

§ 41. Күнтізбе негізі (тәулік, ай, жыл)



Сендер



Terek сөздер:

- ✓ күнтізбе
- ✓ синодтық ай
- ✓ тропикалық жыл

- күнтізбенің пайда болуы туралы білетін боласындар;
- жыл мезгілдерінің ауысы, әртүрлі ендіктердегі Күн мен түннің ұзақтығын түсіндіре аласындар.

Күнтізбе — аспан денелерінің көрінетін козгалысына негізделген ұзак уақыт аралығын есептеу жүйесі. Күн, Жер, Ай сиякты астрономиялық нысандардың циклдік (кайталанатын) козгалысы күнтізбелерді түсіну үшін маңызды. Күнтізбелердің негізгі міндеті күнді белгілеу және уақыт аралыктарын елшеу болып табылады.

Оқындар, қызық! Лат. *Calendarium* — қарыз кітабы. Ежелгі Рицде әр айдың бір күні календары (*calendae* немесе *kalenda*, “календы”) деп аталыпты. Сол күні қарыз алғандар несие берушілерге үстемеақы төлем отырыпты. Соган сәйкес календилары көрсетілген “Қарыз кітабы” болған көрінеді. Осылай римдіктер 1 қаңтарды “*Calendae Januariae*” деп атаған.

Жердің өз осінен айналуы тәуліктің ұзақтығын, Айдың Жерді айналуы бір айдың ұзақтығын, ал Жердің Күнді айналуы жылды анықтайды.

Жыл Жердің Күнді айналу периодына тең (шамамен 365,25 тәул). Ай — синодтық ай деп аталатын екі жаңа туган айдың арасындағы период (Айдың Жерді айналу периоды). Синодтық айдың ұзақтығы орташа есеппен 29,53 тәул-ті құрайды. Сондыктан күнтізбелік ай 29 немесе 30 тәул болады.



Бірінши ай тізбесінің отаны Вавилон деп есептеледі.

Ол шамамен біздің заманымызға дейінгі үшінші мыңжылдықта пайда болды. Алғашқыда жыл 12 айдан тұрды. Күнтізбенің әрбір айы жаңа ай туганнан бастап есептелді және 29 немесе 30 күннен тұрды.

Тәулік бірдей 12 қос сағатқа болынды.

Қос сағаттар 30 болікке (минут) болынды.

Бірліктердің осылай тандап алынуы тарихи және практикалық пайымдаулардан, яғни адамдардың кызметін күн мен түннің немесе жыл мезгілдерінің ауысуымен сәйкестендіру қажеттігінен туындалған.

Жердің айналу осі оның Күнді айнала қозгалу жазықтығына $66,5^{\circ}$ бұрыш жасай орналасқан. Сол себепті Жердің солтүстік және онтүстік жартышарларының жыл сайынғы периодты өзгерісі болады, ал бұл жыл мезгілдерінің ауысуына әкеледі. Оның үстіне бір жыл ішінде күн мен түннің ұзактығы да үнемі өзгеріп отырады.

Көптеген ғасырлар бойы әртүрлі халықтар ай, күн, жүлдyz, ай-күн күнтізбелерін ойладап тапқан. Қазіргі кезде колданылатын күнтізбенің тарихы (ескі тәсіл) б.з.д. 45-жылдың 1 қаңтарынан бастау алады. Күнтізбені Ежелгі Рим императоры Юлий Цезарь енгізген. Юлан күнтізбесінде жылдың орташа ұзактығы 365, 25 тәул деп есептелген: 3 жыл 365 тәул-тен, ал төртінші жыл кібісе жылы ретінде 366 тәул болған. Бұл күнтізбе күн күнтізбесінен 128 жылда 1 тәул-ке, яғни 400 жылда шамамен 3 тәул-ке қалып отырды. Бұл артта калу григориан күнтізбесінде (жана тәсіл) ескерілген.

Григориан күнтізбесі — халыкаралық күнтізбе.

Григориан күнтізбесін 1582 жылы Рим Папасы XIII Григорий енгізген. Бұл уақыт ішінде күн мен түннің тенелу уақыты шамамен 10 күнге ығысты. Рим Папасы күн мен түннің тенелу күнін әрдайым 21 наурызға келетіндей етіп тұрактандыру үшін 1582 жылдың 10 күнін ілгері жылжытты (4 казаннан 14 казанға дейінгі кундерді алып тастаған, яғни 4 казаннан кейін 15 казан болған).

Григориан күнтізбесінде тропикалық жыл (күн мен түннің тенелу уақыттарының арасы) 365, 2422 тәул деп есептелді.

Тропикалық жыл — күн мен түннің көктемгі немесе күзгі тенелу уақыттарының арасы. Бүтін күн тәулігінің санына тен болмағандықтан, бұл уақытты астрономиялық уақытпен үйлестіру үшін күнтізбелерде кібісе жыл пайдаланылады.

Ежелгі мысырлықтар дәлдігі жағоры күн күнтізбесін жасаған. Олар жылды 12-ге және олардың әрқайсысын 30 күнге болған. Кейінрек күнтізбеле 5 күн қосқан, сонда бір жылда 365 күн болған.

Ислам күнтізбесінде (хижра күнтізбесі) синодтық ай негізгі болып табылады (хижра — арабша көшіп журу, қоныс аудару; Мұхаммед пен оның сахабаларының (пайғамбармен сұрбаттасқан адамдар, ізбасарлар) Меккеден Мединага көшүі).

Хижра жыл санауды юлан күнтізбесі бойынша 622 жылдың 16 шілдесінде жұма күніне сәйкес келеді. Айдың басы жаңа Ай көрінетін күнге сәйкес келеді. Хижра жылты ислам күнтізбесінің бірінши жылды болды. Бұл күнтізбебе жылында қатаң 12 синодтық ай бар, яғни 354 күн. Бұл тропикалық жылдан 11 күнге аз. Осыған байланысты барлық мұсылман мерекелері әр жызы григориан күнтізбесіне қатысты 10-11 күнге ерте келіп отырады.

Ислам күнтізбесі Сауд Арабиясында және Парсы шығанагы елдерінің ресми күнтізбесі базын табылады.

Күнтізбенін 400 жылында 97 кібісे жыл болады. Кібісем емес жыл — 365 тәул, кібіс жыл — 366 тәул.

Григориан күнтізбесі 1918 жылы Ресейде, одан кейін Кенестер Одағы елдерінде кабылданған. Бұл уақытта ескі және жана күнтізбелер арасындағы уақыт 13 күнге жеткен болатын. Бұл айырмашылық 2100 жылға дейін сақталады, одан кейін 14 тәул болады.

Бір жылдың ұзактығы он екі айға бөлінеді (28-ден 31 күнге дейін). Әдетте, айға бір толық ай сәйкес келіп отырады. Алайда Ай фазасы кейде бір айда екі рет толық көрінуі мүмкін.

7 күннен тұратын апта, әдетте, қандай да бір астрономиялық жағдаймен байланыспаған. Оны уақыт бірлігі ретінде кеңінен пайдаланады. Апталар басқа әртүрлі күнтізбелермен қатар пайдаланылатын тәуелсіз күнтізбені құрайды деп есептеуге болады. Аптаның ұзактығы бүтін санға дейін дөнгелектенген Айдың төрт фазасының бірінің ұзактығына тен болатын күндер санынан бастау алады деп үйгартылады.

Тәулік (әдетте, “күн” деп айтады) — қыска уақыт аралықтарын өлшеудің негізгі бірлігі. Жер өз осінен бір тәуліктे толық бір айналым жасап шығатындықтан, Жердің Күнге қараган жағында тәуліктің күндізгі уақыты, ал қарама-карсы жағында түнгі уақыт болады. Есептеу басталатын уақыт ретінде түн жарымы алынады.

Тәулікті ұзактығы бірдей уақыт аралықтарына бөлу нәтижесінде сағат, минут, секунд пайда болған. Мұндай уақыт бірліктерін ежелгі Шумерде, одан кейін Вавилонда ұстанған он екі еселенген есептеудің жүйесімен байланыстырады. Тәулікті бірдей екі бөліктен тұратын аралықка (күн және түн) бөлген. Олардың әрқайсысы 12 сағ-қа бөлінген. Сағатты әрі қарай бөлу есептеудің алпыс еселенген жүйесіне әкелінді. Эр сағатты 60 мин-қа, әрбір минутты 60 с-қа бөлді. Бір сағатта 3 600 с, тәуліктे 24 сағ немесе 86 400 с бар. Сағат, минут, секунд — біздің күнделікті өмірімізге толық енген уақыт бірліктері.



1. Жердегі жыл уақытының өзгеруін және жылдық белдеулердің болуын не анықтайбыз?
2. Тропикалық жыл дегеніміз не?
3. Синодтық ай дегеніміз не?
4. Юлиан күнтізбесін ұзақ уақыт бойы пайдалану кезінде қандай қателік пайда болды?
5. Бір жылдың бүтін тәуліктер санынан тұрмайтыны белгілі. Күнтізбелерде тәуліктің бөлшек бөлігін ескеру үшін қандай шаралар жасалды?



Гlobустың көмегімен тәртептегі, күндізгі, кешкі, түнгі мезгілдердің қалай ауысатынын көрсетіндер.

Тараудың ең маңыздылары

Гарыш және Жер

Гелиоцентрлік әлем жүйесі — центрінде Күн орналасқан әлем жүйесі.



Планеталардан Күнге дейінгі қашықтықты астрономиялық бірлікпен (а.б.) өлшейді:

$$1 \text{ а.б.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

Күн жүйесінің планеталары екі үлкен топка бөлінеді: Жер тобындағы планеталар және алып планеталар.

Жер тобындағы планеталар алып планеталарға қарағанда Күнге жақынырақ орналасқан, өлшемдері мен массалары аздау, тығыздықтары үлкен, өз осінің айналасында баяу айналады.

Алыш планеталардың сакиналары, көптеген серіктегілері, өте тығыз атмосферасы бар.

Жер тобындағы планеталар	Алыш планеталар
Меркурий	Юпитер
Шолпан	Сатурн
Жер	Уран
Марс	Нептун

Күнтізбе — аспан денелерінің көрінетін қозғалысына негізделген ұзак уақыт аралығын есептеу жүйесі.

Косымша

1-кесте

Қатты денелердің тығыздығы

Қатты зат	ρ		Қатты зат	ρ	
	кг/м ³	г/см ³		кг/м ³	г/см ³
Приций	22 400	22,4	Гранит	2600	2,6
Платина	21 500	21,5	Шыны	2500	2,5
Алтын	19 300	19,3	Фарфор	2300	2,3
Қорғасын	11 300	11,3	Бетон	2200	2,2
Күміс	10 500	10,5	Кірпіш	1600	1,6
Мыс	8900	8,9	Парафин	900	0,9
Жез	8500	8,5	Мұз	900	0,9
Болат, темір	7800	7,8	Қайын (құрғак)	800	0,8
Қалайы	7300	7,3	Қарагай (құрғак)	440	0,4
Мырыш	7100	7,1	Тығын	240	0,2
Алюминий	2700	2,7	Поролон	200—600	0,2—0,6
Мәрмәр	2700	2,7			

2-кесте

Сұйықтардың тығыздығы
(t = 20°C)

Сұйық	ρ		Сұйық	ρ	
	кг/м ³	г/см ³		кг/м ³	г/см ³
Сынап	13 600	13,60	Спирт, керосин	800	0,80
Теніз суы	1030	0,03	Мұнай	800	0,80
Таза су	1000	1,00	Ацетон	790	0,79
Мәшине майы	900	0,90	Бензин	710	0,71

3-кесте

Газдардын тығыздығы
 (қалыпты атмосфералық кысымда және $t = 20^{\circ}\text{C}$ -та)

Газ	ρ		Газ	ρ	
	кг/м ³	г/см ³		кг/м ³	г/см ³
Көмірқышқыл газы	1,980	0,00198	Тұншыктырғыш улы газ	1,250	0,00125
Оттек	1,430	0,00143	Су бұры (100°C-та)	0,600	0,00060
Aya (0°C-та)	1,290	0,00129	Сутек	0,090	0,00009

4-кесте

Сырганау үйкеліс коэффициенті

Жанасатын деңгелер	Үйкеліс коэффициенті
Ағаш мұз бетімен	0,035
Болат мұз бетімен	0,015
Ағаш ағаш бетімен	0,07—0,50
Металл ағаш бетімен	0,1
Металл металл бетімен	0,15—0,20

5-кесте

Планеталардын Күннен орташа кашыктығы және беткі температурасы

Планета	Күннен орташа кашыктығы, млн км	Беткі температурасы, °C
Меркурий	57	+400°C-тан -200°C-ка өзгереді
Шолпан	107	+400°C
Жер	149	+40°C-тан -50°C-ка өзгереді
Марс	276	+25°C-тан -110°C-ка өзгереді
Юпитер	773	-138°C
Сатурн	1 417	-180°C
Уран	2 752	-190°C
Нептун	4 469	-220°C

Пәндік көрсеткіш

A

- Ай 188, 192
- алып планеталар 189
- аморфты дене 102
- Архимед залы 133
- архимед күші 135
- аспаптық кате 21, 22
- аспап шкаласы 20
- астероидтер 190
- астрономия 184
- атмосфера 126
- атмосфералық қысым 127
- аудада ұшу 139
- ауырлық күші 83, 86
- аэростат 139

Ә

- Әлем 183

Б

- бакылау 11
- барометр 129
- барометр-анероид 130
- болжам 11
- белік құны 31
- Бүкіләлемдік тартымыс залы 82
- бұранда қадамы 29

В

- векторлық шама 25
- ватерсызық 13
- ватт 153

Г

- газ қысымы 112
- геоцентрлік жүйе 184
- гелиоцентрлік жүйе 185
- гидравликалық мәшине 117
- гидравликалық пресс 119
- Гук залы 113
- гіртастары 63

Ғ

- ғылыми болжам 11

Д

- дендердің өзара әрекеттесуі 61
- деформация 74
 - пластикалық 74, 75
 - серпімді 74, 75

Динамометр

- динамометр 78
- дирижабль 139
- дененін катандығы 78
- дененін салмагы 85

Ж

- жай механизмдер 163
- Жер 34
- жұмыс
 - механикалық 150
 - пайдалы 175
 - толық 177
- жылдамдық 38

З

- зат 10

И

- инерттілік 62
- инерция 59
- интиреқ 169
- иінді таразы 63

К

- картезиан сұнгуірі 141
- кристалл дене 102
- кристалдық тор 102
- күш моменті 169
- келбей жазықтық 171
- Күн жүйесі 187
- күш 72
- күштің түсірілу нүктесі 73

Қ

- қалыпты қысым күші 126
- катты дене 104
- катынас ыдыстар 115
- қозғалыс
 - механикалық 36
 - бірқалыпсыз 43
 - бірқалыпты 42
- қозғалыс траекториясы 33
- куат 152
- Күсколы 187
- қысым 100, 107

М

- Марс 186
- масса 63

материалык нүктө 33
 материя 10
 Меркурий 187
 метеориттер 189
 механикалық жұмыс 161
 механикалық козгалыс 33
 механикалық энергияның сакталу залы 161
 механиканын "алтын ережесі" 177
 молекула 101
 моменттер ережесі 169

Н

Нептун 189
 ньютон (Н) 73

О

орын аудиостыру 34

өзара тартылым 82
 елшемдердің метрлік жүйесі 17
 олшеуіш кұралдар 21
 олшеу дәлдігі 20, 22
 олшеу кателігі 21

П
 Пайдалы әрекет коэффициенті (ПЭК) 175
 паскаль (Па) 108
 Паскаль залы 112
 Паскаль тәжірибесі 111
 Паскаль шары 113
 планеталар 187
 планеталардың козгалысы 187
 Плутон 190

С
 салмақсыздық 86
 стандартты түрде жазу 23
 санас денесі 36
 скаляр шама 25
 санас жүйесі 36
 Сатурн 189
 серпімділік күші 77, 79
 сорғы 132
 сұйық 104
 су көлігі 138
 сүнгуір кайық 135, 137
 сұйық кысымы 112

Т
 табиги құбылым 8
 таразы 63
 тарту күші 83
 тартылым құбылымы 82
 тартылым күші 83
 телескоп 186
 температура
 тендерекет күші 94, 95
 Торричелли тәжірибесі 127
 тұйык жүйе 155
 тығыздық 66
 трек нүктесі 85

Ү

уақыт 36

Ү
 үйкеліс 89
 — домалау 90
 — сырғанау 89
 — тыныштық 89
 үйкеліс коэффициенті 91
 үйкеліс күші 89

Ф
 физикалық
 — теория 13
 — құбылымтар 9
 — шама 16
 — кұралдар 18
 — эксперимент 12

Х
 Халықаралық бірліктер жүйесі (ХБЖ) 17

Ш
 шығыр 168
 — жылжымайтын 170
 — жылжымалы 170

Ә
 эксперимент 12
 энергия
 — кинетикалық 156
 — механикалық 161
 — потенциалдық 156

Ю
 Юпитер 189

Жауаптары

- § 12. 1. 40 см³. 2. 452 г. 3. Керосин. 4. 2,5 л. 5. 4,74 т. 6. 15. 7. 77,5 г.
- § 15. 1. 300 Н/м. 2. 40 Н/м. 3. 50 Н/м. 4. 1 кН/м. 5. 24 кг. 6. 9 кг. 7. 2 см.
8. 1,5 кг. 9. 3,5 см. 10. 10 см.
- § 16. 1. 8232 Н; 1344 Н. 2. Эртүрлі. 3. Сатурн. 4. 2 л. 5. 300 г.
- § 18. 2. 4 Н. 4. 5 Н. 5. 0,25. 6. 0,625. 7. 45 Н/м.
- § 19. 1. 140 кН. 2. 2 Н, солға. 3. 1 кН, онға. 4. 5 Н, солға. 5. 12 Н; 6 Н; 2 Н; 4 Н.
- § 21. 1. 3 МПа. 2. $\frac{P_2}{P_1} = 7$. 3. 50 Н.
- § 23. 1. 103 Па. 2. 486 Н. 3. 0,5 кПа. 4. 3,2 кПа.
- § 29. 3. Күйс, $V_k = 0,6$ л.
- § 31. 1. 30 МДж. 2. 36 кДж. 3. 2,4 кДж.
- § 33. 1. 35 Дж. 2. 0 Дж. 3. 108 км/саг. 5. 315 кДж. 6. 0 Дж. 7. $A_1 = 2mgH$.
8. ≈9 м/с. 9. 4,47 см. 10. 1,44 кН.
- § 37. (172-беттегі жаттығу). 1. 6 Н; 4 есе; 0. 2. 18 Н күштен 10 см. 3. 3,6 кН.
4. 2 Н.
- (174-беттегі жаттығу). 1. 1 Н · м. 4. 14 м.
- § 38. 1. 67%. 2. 231 Н. 3. 450 Н. 4. 87,5 Н. 5. 18,75 Н. 2,4 м.

Учебное издание

**Токбергенова Узина Конурбаевна
Кроигарт Борис Аркадьевич**

ФИЗИКА

Учебник для 7 класса общеобразовательных школ
(на казахском языке)

Редакторы Ж. Баданова
Көркемдеуші редакторы Э. Сланова
Технические редакторы Л. Садыкова
Корректоры Г. Тұрмаганбетова
Компьютерде беттеген И. Атмабаева

Баспаға Казакстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
№ 0000001 мемлекеттік лицензиясы 2003 жылы 7 шілдеде берілген

ИБ № 5594

Басуға 22.05.17 көл койылды. Пиши 70x100 ^{1/16}. Офсеттік қағаз.
Каріп түрі "SchoolBook Kza". Офсеттік басылым.

Шартты баспа табагы 16,12+0,32 косарбет. Шартты бозулы беттанбасы 66,36.
Есептік баспа табагы 11,48+0,54 косарбет. Тарапалмы 60 000 дана. Тапсырыс №

"Мектеп" баспасы, 050009, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 143

Факс: 8(727) 394-42-30, 394-37-58

Тел.: 8(727) 394-42-34

E-mail: mekter@mail.ru

Web-site: www.mekter.kz

