

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
Т52

Тоқбергенова У. Қ., Кронгарт Б. А.
Т52 **Физика.** Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. —
Алматы: Мектеп, 2017. — 200 б.

ISBN 978—601—07—0852—5

Т $\frac{4306021200—024}{404(05)—17}$ 18(1)—17

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3я72

© Тоқбергенова У. Қ., Кронгарт Б. А., 2017
© “Мектеп” баспасы,
көркем безендірілуі, 2017
Барлық құқықтары қорғалған
Басылымның мүлкітік құқықтары
“Мектеп” баспасына тиесілі

ISBN 978—601—07—0852—5

1-тарау
Физика — табиғат туралы ғылым



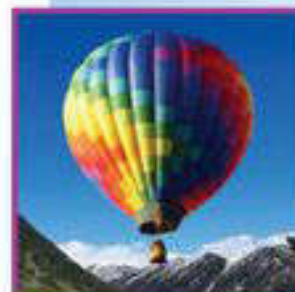
2-тарау
Механикалық қозғалыс



3-тарау
Денелердің өзара әрекеттесуі



4-тарау
Қысым



5-тарау
Жұмыс және қуат. Энергия



6-тарау
Ғарыш және Жер





МАЗМҰНЫ

Алғы сөз	6
1-тарау. ФИЗИКА — ТАБИҒАТ ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМ	
§ 1. Физика — табиғат туралы ғылым	8
§ 2. Табиғатты зерттеудің ғылыми 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-зертханалық жұмыс. Физикалық шамаларды өлшеу	27
2-зертханалық жұмыс. Кішкентай денелердің өлшемдерін анықтау	28
2-тарау. МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫС	
§ 6. Механикалық қозғалыс және оның сипаттамалары	32
§ 7. Механикалық қозғалыстың салыстырмалылығы	36
§ 8. Бірқалыпты және бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыс	42
§ 9. Қозғалысты график түрінде сипаттау	47
3-тарау. ДЕНЕЛЕРДІҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІ	
§ 10. Инерция	58
§ 11. Масса және денелердің массасын өлшеу	61
§ 12. Заттың тығыздығы және тығыздықтың өлшем бірліктері	65
3-зертханалық жұмыс. Сұйықтың және қатты денелердің тығыздығын анықтау	71
§ 13. Күш	72
§ 14. Деформация	74
§ 15. Серпімділік күші. Гук заңы	77
4-зертханалық жұмыс. Серіппенің қатаңдығын анықтау	81
§ 16. Тартылыс құбылысы. Ауырлық күші	82
§ 17. Дененің салмағы	85
§ 18. Үйкеліс күші	89
5-зертханалық жұмыс. Сырғанау үйкеліс күшін зерттеу	93
§ 19. Бір түзудің бойымен әрекет ететін күштерді қосу	94

4-тарау. ҚЫСЫМ

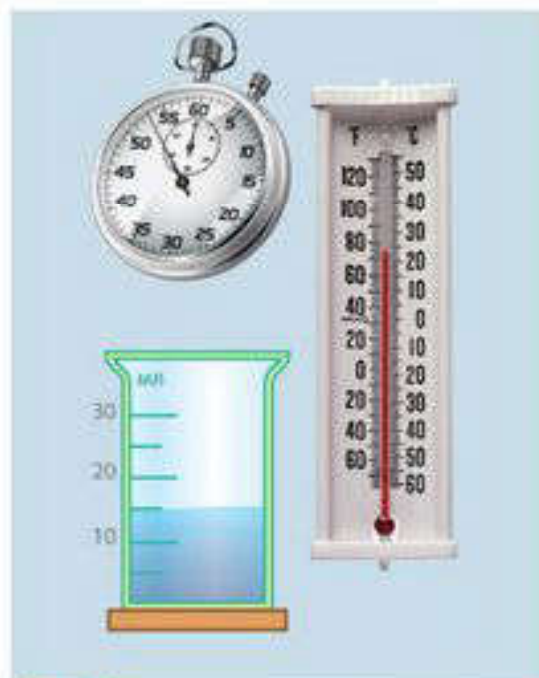
§ 20. Қатты денелердің, сұйықтардың және газдардың молекулалық құрылымы	100
§ 21. Қысым. Қатты денелердегі қысым	106
§ 22. Сұйықтар мен газдардағы қысым. Паскаль заңы	110
§ 23. Гидростатикалық қысым	113
§ 24. Қатынас ыдыстар	115
§ 25. Гидравликалық мәшине	118
§ 26. Атмосфералық қысым	126
§ 27. Атмосфералық қысымды өлшеу	129
§ 28. Манометрлер. Сорғылар	131
§ 29. Архимед күші	134
§ 30. Денелердің жүзу шарттары	137
6-зертханалық жұмыс. Архимед заңын 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 сақталу және айналу заңы	161
§ 35. Жай механизмдер	163
§ 36. Денелердің массалар центрі	165
8-зертханалық жұмыс. Жазық фигураның массалар центрін анықтау	167
§ 37. Пінтіректің тепе-теңдік шарты	168
9-зертханалық жұмыс. Пінтіректің тепе-теңдік шартын анықтау	175
§ 38. Жай механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті. Механиканың “алтын ережесі”	177
10-зертханалық жұмыс. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін анықтау	180

6-тарау. ҒАРЫШ ЖӘНЕ ЖЕР

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



Шартты белгілер:

Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар




Практикалық тапсырмалар



Жаттығу



Ой туғызатын сұрақтар

Тапсырмалар Бастапқы деңгей Орта деңгей Жоғары деңгей**Қысқартулар:**

ағылш. — ағылшынша

грек. — грекше

итальян. — итальянша

лат. — латынша


франц. — французша


АЛҒЫ СӨЗ

Қымбатты жетінші сынып оқушылары!

Осы оқу жылынан бастап “Физика” пәнін оқисыңдар. Сендер физиканың табиғат туралы қызық әрі пайдалы ғылым екенін білетін боласыңдар. Физика курсың бес жыл бойы зерделей отырып, оның гажайып және тамаша әлеміне жол ашасыңдар.

Биылғы оқу жылында физикалық құбылыстарды сипаттайтын физикалық ұғымдар, шамалар және заңдар туралы бастапқы мағлұмат аласыңдар, механикалық қозғалыспен, денелердің өзара әрекеттесуімен, сұйықтардағы, газдардағы және қатты денелердегі қысыммен, статика элементтерімен, сондай-ақ оларды зерттеу әдістерімен танысасыңдар.

Оқулықтан бізді қоршаған орта мен техника туралы пайдалы әрі қызықты материалдар табасыңдар. Оқулықта негізгі ұғымдар, анықтамалар, формулалар арнайы қаріппен ерекшеленіп немесе қарайтылып көрсетілген, ал тарихи-танымдық сипаттағы материал жеке түспен және  таңбасымен бөліп көрсетілген.

 таңбасымен ерекшеленген анықтамалық материалдарды есте сақтаған жөн.

Оқулықта әртүрлі табиғи құбылыстарды, өлшеуіш құралдарды, машиналарды және т.б. көрсететін көрнекі материалдар өте көп. Оқулықты оқи отырып, баяндалатын материалды сипаттайтын суреттерге назар аударыңдар. Суретті және оның оқулықтағы сипаттамасын салыстырыңдар, бұл материалдың мазмұнын жақсы түсінуге мүмкіндік береді.

Зерделенген материалдың мәнін түсінуге және алынған білімді практикада қолданып үйренуге тырысыңдар. Белгілі бір тақырыпты игергеннен кейін параграф сонында берілген сұрақтарға жауап қайтара отырып, материалды бекітіндер.

Физикада табиғи құбылыстарды зерттеудің негізгі әдісіне тәжірибе мен бақылауға негізделген эксперимент жатады.

Сендер тәжірибе жасап, өз беттеріңше практикалық тапсырмаларды орындауды үйренесіңдер. Бұл — білім көзінің бірі.

Әр параграф сонында есептер берілген.

Есеп шығара білу өтілген материалды игеру нәтижесі көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Сендер зерделенген материалдар мен формулаларды пайдаланып есеп шығарып үйренуге тырысуларың қажет.

Оқуда жетістік тілейміз!

Авторлар

Физика — табиғат туралы ғылым

Айбынды, тілсіз түнгі аспанға ен жар қарайтын адамзат баласы жоқ шығар.

Жұлдыздар, планеталар, кометалар қалай пайда болды? Оларды болашақта не күтіп тұр? Аспан денелерінің қозғалысы қандай заңдарға бағынады?

Бүгінгі таңда қиялға қалықтаған армандар шынайылыққа айналды. Түрлі түсті теледидар, ғарыштық байланыс, зымырандық техника және ғарыш кемелері, синтетикалық материалдар, атом энергиясы, лазерлер, ақпараттық технологиялар, нанотехнология пайдаланылуда.

Адамзаттың бұл жетістіктерінің нақты жүзеге асуына не себепші болды? Қай ғылым саласының зерттеулері алардың негізіне алынған?

Табиғат заңдарын зерттеуде физика қандай әдістерді пайдаланады?

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

Дәптердің ұзындығы, алманың массасы оңай өлшенеді. Ал атомның өлшемін, шаштың бір талының немесе дәптер парағының қалыңдығын қалай өлшеуге болады? Өлшеуді қалай неғұрлым дәлірек жүзеге асыруға болады?





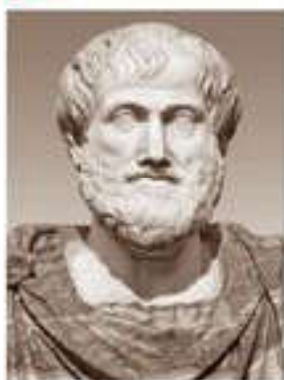
§ 1. Физика — табиғат туралы ҒЫЛЫМ



Тірек сөздер:

- ✓ табиғи құбылыс
- ✓ физикалық құбылыс
- ✓ материя
- ✓ зат
- ✓ физикалық дене

“Физика” сөзі грекше *фюзис* — табиғат дегенді білдіреді.



Аристотель
(б.з.д. 384—322)

Аристотель — ежелгі грек ғалымы, ол өзінің алдындағы ізашарларының физика саласындағы еңбектерін қорытындылап, “физика” сөзін ғылымға алғаш рет енгізді және бірыңғай ғылыми жүйе құрды.

Сендер

- физика ғылымымен танысып, оның нені зерттейтінін білетін боласыңдар;
- физикалық құбылыстарға мысал келтіруді үйренесіңдер.



Төмендегі иллюстрациядағы табиғат құбылыстарын атап, оны сипаттап бере аласыңдар ма?

Бізді қоршаған ортада үнемі өзгерістер болып жатады.

Табиғатта туындайтын сан алуан өзгерістерді *табиғат құбылыстары* деп атайды.

Табиғат құбылыстарын зерттеп және олардың өту заңдылықтарын анықтай отырып, бұл заңдарды адамдар өздерінің тіршілік әрекетін жеңілдету үшін пайдалана бастады. Табиғат туралы заңдардың жинақталуымен және жаңа құбылыстардың ашылуымен жаңа ғылымдар пайда болды. Кейінірек олар бір-бірінен бөлініп, жеке ғылымдарға айналды.

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





**Әбу Насыр әл-Фараби
(870—950)**

Ғұлама ойшыл Әбу Насыр әл-Фараби қазақтың ежелгі Фараб деп аталған қаласы Отырарда дүниеге келген. Бүгінгі ұрпаққа оның ғылымының барлық салаларын қамтитын 50-ге жуық еңбегі жеткен. Оның философиялық және дүниетанымдық идеялары физика, астрономия, математика т.б. ғылымдардың негізіне алынған.

Физика табиғат 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 қарым-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, тұрмысқа жайлы тұрғын үйлерде тұрады, ұшақтармен ұшады, мәшинемен және пойызбен жүреді. Адамды



1.1-сурет



1.2-сурет

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

Өзіне 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 стақан — 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 әлемдегінің барлығы.

Сендер енді ғана физиканы оқуды бастадыңдар. Физика пәні бойынша білімді меңгеру барысында бізді қоршаған материялық дүниеде туындап жататын көптеген физикалық құбылыстар мен денелердің қасиеттерін түсініп, түсіндіре алатын боласыздар.



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. Жаратылыстану ғылымдарына қай ғылым салалары жатады?



Дәптерлеріңе кесте сызып, әр бағанға сәйкес сөздерді жазыңдар: болат, шеге, соққы, доп, су, жаңбыр тамшысы, ауа, ауа көпіршігі, кемпірқосақ, көлеңке, 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 білетін боласыңдар.



Тірек сөздер:

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

Физикалық құбылысты зерттеу үшін физикада әртүрлі әдістер қолданылады.

Бақылау. Кез келген құбылысты зерттеу бақылаудан басталады. **Бақылау** деп құбылыстардың өту барысына адамдардың килігуінсіз, оның табиғи күйінде зерделенуін айтады.

Табиғи құбылыстарды бақылау барысында олар туралы белгілі бір мәлімет алынады.

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

Мұндай сұрақтарға жауап беру үшін **болжам (гипотеза)** деп аталатын ұйғарым 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 зерттелетін құбылыстарды жасанды түрде қайта жаңғыртуды айтады. Эксперименттің көмегімен зерттеуші физикалық құбылыстарды модельдейді, құбылыстың өту шарттарын өзгерте алады, оларды зерттеу үшін арнайы жағдайлар туғызады. Бұл оған құбылысты жан-жақты зерттеуге мүмкіндік береді.

Эксперимент барысында құбылыстың өту заңдылықтары және құбылыстар арасындағы себеп-салдарлық байланыстар анықталады. Экспериментті жүргізу үшін физикалық құралдар пайдаланылады. Олардың кейбіреуі өте қарапайым. Мысалы: сызғыш, қабырғалардың тіктігін тексеруге арналған тіктеуіш (1.4-сурет), таразы және т.б.

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

Қарапайым тәжірибені қарастырып көрейік. Егер металдан жасалған денені тоңазытқышта суытып, содан кейін оны жылы бөлмеге шығарсақ, бұл дененің бетінде шықтың пайда болғанын байқаймыз (1.7-сурет). Салқын бөлмеде шықтың аз мөлшерде, ал суық бөлмеде шықтың тіпті де түспейтінін байқауға 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 жапырақ бетінде ол қайдан пайда болады?

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

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

есігін ашық қалдырайық. Камераға келетін ауа салқындап, камера сулана бастайды. Камера қабырғаларында шық тамшылары пайда болады және одан әрі қарай тоңазып, мұзға айналады. Тәжірибе ауада судың бар екенін, бірақ оның басқа күйде болатынын дәлелдейді. Бұл күйді *су буы* деп атайды. Ал будың сұйыққа айналуын және сұйықтың катуын түсіндіру үшін олардың өту заңдылықтарын анықтауымыз керек. Әзірге біз сендермен бірге мұны жасай алмаймыз, өйткені сендер физиканы оқуды енді ғана бастадыңдар. Алайда білімдеріңді толықтыра келе заттың молекулалы-кинетикалық теориясының негізінде бұл құбылыстарды түсіндіре алатын боласыздар.

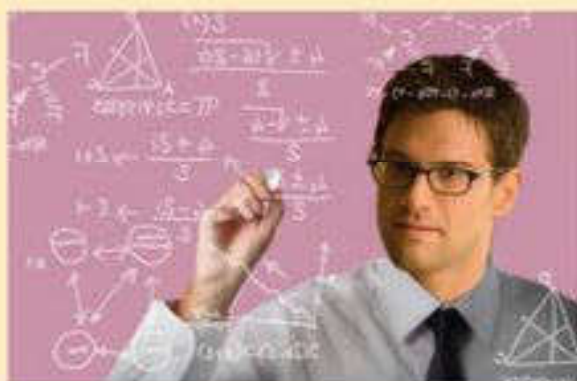
Физикалық құбылыстардың арасындағы өзара байланыстың кездейсоқ еместігі туралы қорытынды жасау үшін оның дұрыстығын көптеген ұқсас тәжірибелермен тексереді. Егер құбылыстарды сипаттайтын шамалардың арасындағы байланыс тұрақты болса, онда оларды **физикалық заңдар** деп атайды.

Физикалық заңды оның *математикалық жазылуы* деп аталатын **формула** түрінде жазуға болады.

Сонымен, физикалық құбылыстарды зерттеудің реті мынадай болуы мүмкін: бақылау → болжам → эксперимент → теориялық қорытынды.



Суретке зер салыңдар. Суреттерде физикалық құбылыстарды зерттеудің қандай тәсілдері көрсетілген?



Эксперимент барысында анықталған заңдар физикалық теорияның көмегімен түсіндіріледі. Физикалық теорияға белгілі бір физикалық құбылыстардың сипаттамасы, оларды сипаттайтын физикалық шамалар, заңды айқындайтын эксперимент нәтижелері кіреді. Бныл сендер оқитын механикалық қозғалыстар **механика**

деп аталатын теориямен түсіндіріледі. Көліктің, мәшине тетіктері мен бөлшектерінің, аспан денелерінің, жануарлардың және т.б. қозғалыстары механикалық қозғалысқа жатады.

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

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

Физикадағы жаңалықтар 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 ойлап табуға, ұялы байланысты орнатуға, сандық фотосуретті және т.б. жасауға алып келді.

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



Робот



Ғарыш кемесі

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

Өркеннет игілігі мен техника жетістіктері ғалымдардың, конструкторлардың, техниктердің, инженерлердің және қарапайым жұмысшылардың еңбектері екенін есте сақтауымыз керек. Есейгенде сендердің еңбектерің де өркеннет игілігіне айналатын болады. Ол үшін оқу, оқу және оқу керек! Оқу оңай емес, бірақ оқу барысында алған білімдерің сендердің жарқын болашақтарыңа іргетас болады.



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



- 1 Күн сайын айналада сан алуан қызықты құбылыстар болып жатады. Кез келген бір құбылысты сипаттаңдар.
- 2 Бір стақан суға аздаған лимон шырынын қосып араластырыңдар. Осыдан кейін бір шайқасық ас содасын қосыңдар. Қандай құбылыс байқалады? Сендер қандай құбылысты бақыладыңдар: физикалық па, әлде химиялық па?
- 3 Шырын ішуге арналған түтікшенің көмегімен жылы суы бар стақанның түбіне бір тамшы сұйық майды үрлендер. Түтікшеден шыққан мезеттен бастап май тамшысының пішіні қалай өзгертінін сипаттаңдар. Май тамшысы жоғары қарай көтерілгенде және су бетіне қалқып шыққанда оның пішіні қалай өзгереді? Өлшемі әртүрлі түтікшелерді пайдаланып осы процесті бақылаңдар және сипаттаңдар.

§ 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 білетін боласыңдар;
- физикалық шамалардың негізгі және туынды бірліктеріне мысал келтіріп үйренесіңдер.

Өздерің білетіндей, физикалық құбылыстарды және процестерді зерттеу үшін тәжірибелер жүргізіледі, олардың барысында әртүрлі физикалық шамалар өлшенеді.

Физикалық шама деп физикалық құбылыстың немесе дене қасиеттерінің сандық сипаттамасын айтады.

Физикалық шаманы енгізгенде міндетті түрде оның өлшем бірлігін (қысқаша бірліктерін) атап көрсету қажет. Мысалы, қашықтық метрмен, километрмен, сантиметрмен, миллиметрмен және т.б. өлшене алады. Физикалық шаманың сан мәні өлшем бірлігін таңдап алуға байланысты. Мысалы, үстелдің ұзындығы 2 м немесе 200 см болсын. Физикалық шаманың сан мәндері әртүрлі, өйткені бұл шаманың өлшем бірліктері түрліше.



Әртүрлі уақытта әр ел өздерінің өлшем бірліктерін қолданған. Шамалардың эталондары еркінше таңдап алынды. Мысалы, қазақтарда ұзындықты өлшеу үшін қарыс (бас бармақ пен шынашақтың аралық мөлшері), елі (сұқ саусақтың еніне тең ұзындық), құлаш (иық деңгейіне сәйкес кере созылған екі қол ұшының арасына тең ұзындық); орыстар ұзындықтың пядь, локоть, аршин, сажень, верста; ағылшындар дюйм, фут, ярд, миля сияқты өлшемдерін пайдаланды. Масса, уақыт, көлем, аудан сияқты физикалық шамалар да осыған ұқсас 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 жұмырланған гирлердің массалары шамамен 188,7—211,2 г болған.

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

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

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

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

Физикалық шамалардың басқа өлшем бірліктері (жеті негізгі бірліктен басқа) — *туынды 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 (қосымша) 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.

Өлшеулерді жеңілдету және жазуға ыңғайлы болу үшін негізгі бірліктен үлкен де, кіші де болатын *ондық жүйедегі* қосымша бірліктер енгізілген. Мысалы:

1 м = 10 дм = 100 см = 1000 мм,
1 см = 0,01 м,
1 мм = 0,001 м,
1 км = 1000 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 = 1000 000 микрометр (мкм)
1 м = 1000 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* — алып), тера... (грек. *teras* — орасан зор), микро... (грек. *micros* — болмайшы), нано... (грек. *nanos* — ергежейлі), пико... (итальян. *piccolo* — кішірек, ұсақ).



1.8-сурет

Сендерге уақытты негізгі өлшем бірлігі минутпен де, сағатпен

жнірек анықтауға тура 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 тәул-те 86400 с бар.



Сабақ 45 мин-қа созылады. Мұнда қай физикалық шама туралы сөз болады? Ол қандай өлшем бірлікпен өрнектеледі?

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. Мұны былай жазады: $l = 2$ м. Бұл өрнектегі l — ұзындықтың шартты түрде белгіленуі, 2 — үстел ұзындығының сан мәні, м (метр) — ұзындық бірлігі, 2 м — үстел ұзындығының мәні.

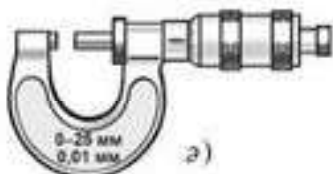


1.9-сурет

Әртүрлі шамаларды өлшеу үшін әртүрлі құралдар пайдаланылады: таразы, сағат, термометр, сызғыш, транспортір және т.б. (1.8-сурет). Кішірек ұзындықтарды сызғышпен өлшей аламыз. Бірнеше метр болатын ұзындықтарды рулеткамен өлшеген ыңғайлы (1.9-сурет).



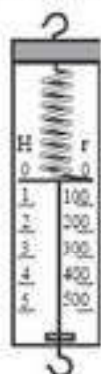
а)



ә)

1.10-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 қолданылады (1.11-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 шамаға толық сипаттама беру үшін мына әрекеттер орындалады:

- физикалық мәнін көрсету;
- әріппен берілген белгіленуін енгізу;
- қандай формуламен өрнектеуге болатынын көрсету;
- өлшем бірлігін енгізу;
- қандай құралдың 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 Аяқкиімнің өлшемін табанның сантиметрмен өрнектелген ұзындығын 1,5 санына көбейтіп табады. Өздеріңнің аяқкиімдеріңнің өлшемін анықтаңдар. Егер адам 40-өлшемді аяқкиім кесе, онда оның табанының ұзындығы қандай?
- 2 Сабақ арасындағы үзіліс қанша уақытқа созылады? Бұл уақытты секундпен, минутпен, сағатпен көрсетіңдер.
- 3 Кітаптың ұзындығын, енін және қалыңдығын өлшеңдер. Алынған нәтижені миллиметрмен (мм), сантиметрмен (см), дециметрмен (дм), метрмен (м) өрнектеңдер.
- 4 Оң қолдарыңның сұқ саусағымен сол білектеріңді ұстап, тамырдың соғуын санаңдар. Секундтық тілі бар сағаттың көмегімен тамырдың 70 рет соғуына қанша уақыт кеткенін жазыңдар. Тамыр соғулары арасындағы уақытты табыңдар.



- 1 Тозаң бөлшектерінің өлшемдері 0,005—0,05 мм арасында жатыр. Бұл өлшемдерді микрометрмен, нанометрмен, километрмен өрнектеңдер.
- 2 Оқушы үйінен мектепке дейінгі жолды 15 мин-та жүріп өтеді. Осы уақытты сағатпен, секундпен өрнектеңдер.
- 3 Оқушы тапсырманы 50 мин ішінде орындады. Осы уақытты секундпен өрнектеңдер.
- 4 Анықтамалық материалдардан дюйм, фут, миля дегендерді табыңдар және оларды ХБ жүйесіне аударыңдар.
- 5 Мына тапсырманы орындаңдар:
 $0,65 \text{ км} = \dots \text{ м} = \dots \text{ см} = \dots \text{ мм}$
 $2,7 \text{ м} = \dots \text{ км} = \dots \text{ дм} = \dots \text{ мкм}$
 $0,04 \text{ км} = \dots \text{ м} = \dots \text{ дм} = \dots \text{ мм}$
 $4 \text{ см}^3 = \dots \text{ м}^3 = \dots \text{ мм}^3$
 $8 \text{ мм}^2 = \dots \text{ м}^2 = \dots \text{ см}^2$
 $365 \text{ мм} = \dots \text{ м} = \dots \text{ км} = \dots \text{ см}$
 $21 \text{ л} = \dots \text{ м}^3 = \dots \text{ см}^3$

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



Сендер



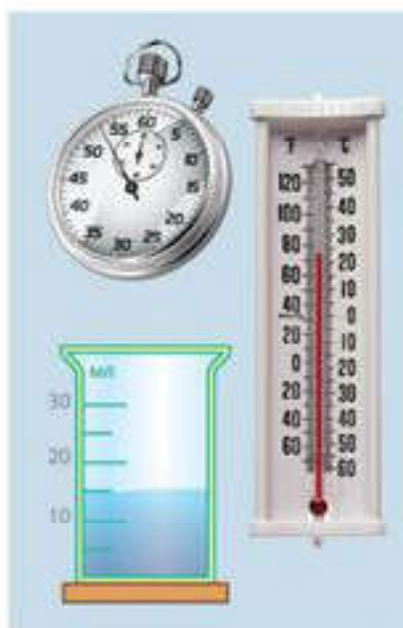
Тірек сөздер:

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

- өлшеудегі қателіктердің себебін білетін боласыздар;
- өлшеулер нәтижесін қателіктерді ескере отырып жаза аласыздар;
- үлкен және кіші сандарды жазған кезде еселік және үлестік қосымшаларды қолдануды үйренесіздер.

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

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



1.12-сурет

Өлшеу қателігі құралды дұрыс тандап алуға байланысты болады. Барлық өлшеу құралдарының шкаласы бар (1.12-сурет). **Шкала** — құралдағы сандары бар белгілер. Олардың бойымен көрсеткіш құралдың тілі, сұйық деңгейі, жарық сәулесі және т.б. жылжи алады. Құралдың шкаласы бойынша өлшенетін шаманың мәні анықталады. Шкаланың бөліктері болады және жіңішке сызықтармен (штрихтармен) сызылған. Бөлік — бұл екі жақын орналасқан жіңішке сызықтардың арақашықтығы.

Әр өлшеу құралы құрылысының да, шкаласының да, шкаласының бөліктер құнының да өзіндік ерекшелігі бар.

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

Бөлік құнын табу үшін құрал шкаласындағы екі жақын орналасқан сандардың айырымын олардың арасындағы бөліктер санына бөлу керек.

Мысал ретінде өлшеуіш таспа мен оқушы сызғышын қарастырайық (1.13-сурет). Олар ұзындықты өлшеудің қарапайым құралдары болып табылады.

Сызғыш пен өлшеуіш таспаның бөлік құнын анықтайық. Сызғышқа 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 қана 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 келетіндей болуы тиіс. Мысалы, миллиметрлік сызғышпен ғимарат ұзындығын немесе бір парақ қағаз қалыңдығын өлшеу қолайсыз. Ал мұндай сызғышпен кітаптың, үстелдің немесе басқа да кішірек нәрселердің өлшемін өлшеу ыңғайлы.

Құралдың бөлік құны неғұрлым кіші болса, өлшеу соғұрлым жоғары дәлдікпен алынады.

Сызғыш және өлшеуіш таспамен білеушенің ұзындығын, енін және биіктігін өлшейік. Сызғыштың көмегімен өлшегенде 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 сұраққа 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 қателікті **өлшеудің абсолют қателігі** деп атайды. Демек, өлшеуіш таспаның абсолют қателігі 0,25 см, ал миллиметрлік сызғыштыкі 0,05 см. Өлшеу қателігін ескеріп өлшеу нәтижелерін жазайық:

1. Сызғыш 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.

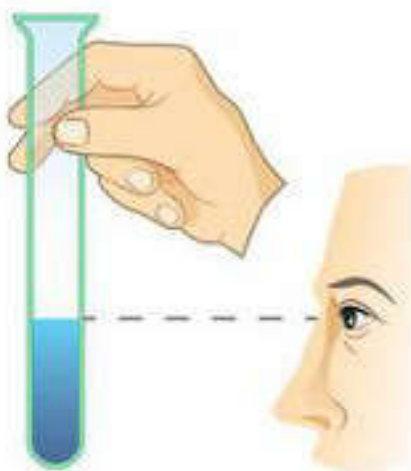
Екінші жағдайда шамалардың үлкенірек қателікпен өлшенгенін байқаймыз.

Шамаларды өлшеу қателігін көрсетіп жазғанда мына формуланы 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 нақты мәнінен аздап артықтау немесе кемдеу, яғни жуық мәндер алынады.



1.15-сурет

Өлшеулер жүргізгенде кез келген оқушы өрескел қате жіберіп қоюы мүмкін. Бұл қатені есептеулерден алып тастаған дұрыс. Зейін сала қайталап жүргізілген өлшеулер бұл ағаттыққа жол бермейді. Өрескел қате жібермеу үшін ұқыпты және мұқият болу керек, аспаптарды байқап ұстап, аспап шкалаларының көрсетулерін дұрыс жазып алған жөн.

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

Өлшеу кезінде қателер туындап отырады. Бөлік құны неғұрлым үлкен болса, өлшеу қателігі де соғұрлым көп болады. Сонымен, **әрбір өлшеу құралының дәлсіздігі бар, ол оның дәлдік класын анықтайды.**

Қазіргі кезде көптеген өлшеу құралдары **сандық** (электрондық) болып табылады. Өлшенетін шаманың мәнін ешқандай есептеу -



Қолсағаттың немесе үйдегі басқа өлшеуіш құралдардың бөлік құнын анықтауды ұсынамыз.

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

2. Үлкен және кіші сандарды жазу. Физикалық шамаларды өлшеу немесе есептеу кезінде өте үлкен немесе өте кіші сандар алынуы мүмкін. Мысалы, бір жылдың ұзақтығы 365 тәул-ке немесе 8760 сағ-қа, немесе 525 600 мин-қа, немесе 31 536 000 с-қа тең. Тәулікпен берілген жылдың ұзақтығы секундпен берілгеніне карағанда есептеуге ыңғайлы.

Есептеулерді жеңілдету үшін үлкен сандарды дәреже көрсеткіші бар 10 санын пайдаланып ықшамдап жазу қабылданған.

Мысалы, 1000 санын алайық. Оны $10 \cdot 10 \cdot 10$ түрінде немесе 10^3 деп жазуға 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 ыңғайлы:

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

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

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 ұзақтығын былай жазуға болады:

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

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

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

10 санының дәрежесін пайдаланып жазуды *стандарт түрде* жазу деп атайды. Мұндай сандарға математикалық амалдар қолдану оңай.

$x = a \cdot 10^n$ 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:

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

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

$$3. \frac{16 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^6} = \frac{16}{5} \cdot 10^{8-6} = 3,2 \cdot 10^2.$$

$$4. \frac{36 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-5}} = \frac{36}{4} \cdot 10^{8 - (-5)} = 9 \cdot 10^{13}.$$

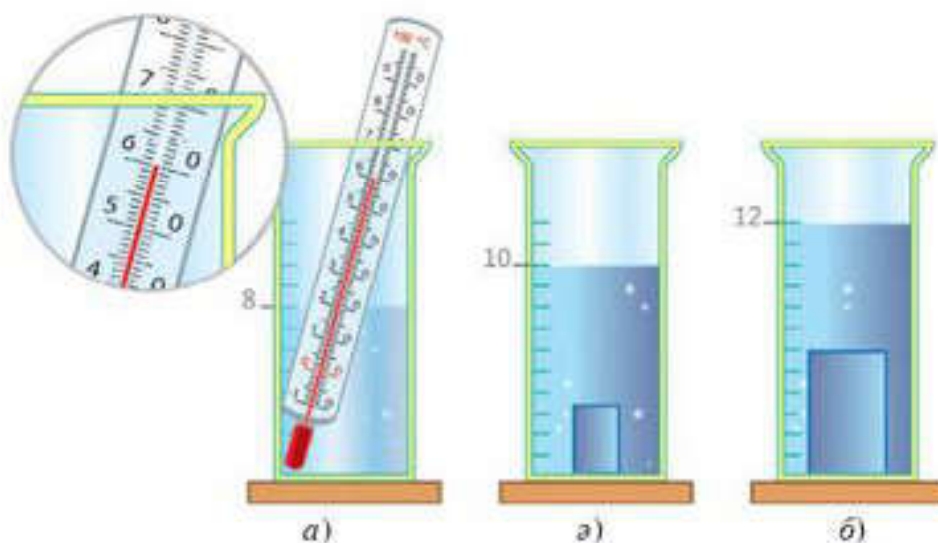
$10^0 = 1$ екенін естеріңе саламыз.



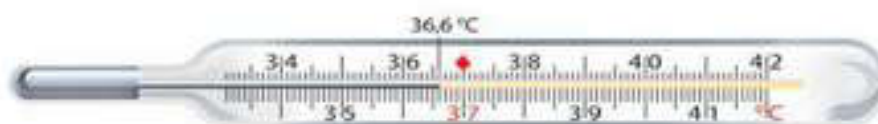
1. Өлшеуіш құралдың шкаласы деп нені айтады?
2. Құрал шкаласының бөлік құны дегеніміз не және оны қалай анықтауға болады?
3. Өлшеудің қателігі дегеніміз не?
4. Абсолют қателік дегеніміз не?
5. Шаманы қалай дәлірек өлшеуге болатынын түсіндіріңдер.



- 1 Оқушы сызғышының бөлік құнын анықтаңдар. Оның көмегімен қаламның ұзындығын өлшеңдер.
- 2 Өлшеуіш таспаның бөлік құнын анықтаңдар. Оның көмегімен үйдегі үстелдің ұзындығы мен енін өлшеңдер. Өлшеу қателігін есептеңдер.
- 3 Мензурканың өлшеу шегін және бөлік құнын анықтаңдар. Мензуркадағы судың көлемін, суға батырылған дененің көлемін, судың температурасын анықтаңдар (1.16-сурет).
- 4 Медициналық термометрдің құрылысын 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 боласыңдар;
- скаляр және векторлық физикалық шамаларды ажыратып үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ скалярлық шама
- ✓ векторлық шама

Физиканы оқу барысында сендер физикалық шамалардың екі түрін — скалярлық және векторлық шамаларды кездестіретін боласыңдар.

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

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

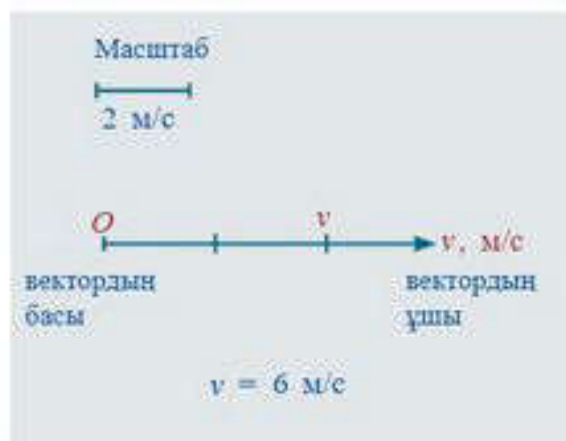
Көп жағдайда сан мәндері және өлшем бірліктері физикалық ұғымдар мен шамалардың мағынасын түсінуге жеткілікті болмайды. Сондықтан физикада векторлық шамалар енгізіледі.

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

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

Нұсқамасы бар \vec{v} жазуы — жылдамдықтың бағыты бар векторлық шама, ал нұсқамасы жоқ 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 дене жылдамдығының \vec{v} векторы көрсетілген, оның модулі 6 м/с.



1.18-сурет



1.19-сурет

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

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



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 бөліктерінің құнын анықтауды; құралды дұрыс пайдалануды; өлшеуіш цилиндрдің (мензурканың) көмегімен денелердің көлемін анықтауды; өлшеу нәтижелерін қателіктерді ескеріп жазуды үйрену.

Құрал-жабдықтар: өлшеуіш цилиндр (мензурка); суы бар стақан; жіп; жезден, болаттан, алюминийден жасалған цилиндрлер; ағаш білеуше; пішіндері әртүрлі денелер (уақ тастар, сомын, бұрандалы шеге); сазбалшық кесегі.

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

Жұмыс барысы:

1. Қолдарыңдағы мензурка шкаласын мұқият қарап шығындар. Мензурка көмегімен көлемнің қандай бірлікпен өлшенетінін дәптерлеріңе 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 анықтаңдар.
3. Мензуркаға су құйындар және оның көлемін анықтаңдар. Көздеріңді мензуркадағы су бетінің жазықтығына параллель бағыттап отырып, өлшеулерді дұрыс жүргізіңдер. Өлшеу қателігін анықтаңдар. 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 cm^3 екеніне назарларыңды аударамыз. Сұйық көлемін миллилитрмен (мл) де, сантиметрдің кубымен (cm^3) 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 белгілеңдер.
2. Жезден, болаттан, алюминийден жасалған цилиндрлерге жіп байлаңдар. Оларды кезекпен суға батырындар және әр жолы мензуркадағы судың жаңа V_1 деңгейін өлшеп отырындар (1.16, а, ә, б-суреттер).
3. Цилиндрлердің көлемін мензуркадағы судың соңғы және бастапқы көлемдерінің айырымы ретінде анықтаңдар.

Зертханалық жұмыс

- Жіпке сомынды, бұрандалы шегені байлап, тәжірибені қайталаңдар. Осы денелердің көлемін анықтаңдар.
- Су бар мензуркаға ағаш білеушені салыңдар. Қарындаштың көмегімен оны толықтай суға батырыңдар. Судың жаңа V_1 көлемін өлшеңдер.
- Ағаш білеушенің көлемін мензуркадағы судың соңғы және бастапқы көлемдерінің айырымы ретінде анықтаңдар.
- Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.

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

- Жұмыс бойынша қорытынды жасаңдар.

2-зертханалық жұмыс

КІШКЕНТАЙ ДЕНЕЛЕРДІҢ ӨЛШЕМДЕРІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: қатарлап қою тәсілімен өлшеу жүргізуді үйрену.

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

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

Жұмыс барысы:

- Сызғыштың өне бойына бірнеше бұршақты бір-біріне түйістіріп, қатарластыра орналастырыңдар және бұл қатардың L ұзындығын анықтаңдар. Бұл ұзындықты N бұршақтар санына бөліп, бұршақтың орташа диаметрін табыңдар: $d = \frac{L}{N}$.
- Бұршақтарды көбірек етіп алып тәжірибені қайталаңдар.
- Осы тәсілмен бытыраның, тарының диаметрін анықтаңдар.
- Дөңгелек қарындашқа жіп ораңдар. Орамдар бір-біріне тығыз орналасатын болсын. Сызғыштың көмегімен оралған бөліктің L ұзындығын табыңдар. Бұл ұзындықты N орам санына бөліп, жіптің орташа қалыңдығын (диаметрін) аламыз: $d = \frac{L}{N}$. Осылайша сымның диаметрін анықтаңдар.
- Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.



Тәжірибе реті	Дене	Сызғыш шкаласының бөлік құны	Қатар ұзындығы, L (мм)	Қатардағы денелердің немесе орам саны, N	Дененің диаметрі, d (мм)	Диаметрді өлшеудегі қателік, Δd (мм)

2-тапсырма. Нүктенің өлшемін анықтау.

Жұмыс барысы:

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

Тәжірибе реті	Қатардағы нүктелер саны, N	Қатардың ұзындығы, L (мм)	Нүктенің диаметрі, d (мм)	Диаметрді өлшеу қателігі, 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 өлшеңдер. Осыдан кейін N орам санын есептеңдер. Бұранда қадамы $h = \frac{L}{N}$.
2. Өлшеулерді және есептеулерді басқа бұрандамен, бұрандалы шегемен және сомынмен қайталаңдар.
3. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.

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

4. Жұмыс бойынша қорытынды жасаңдар.

Тараудың ең маңыздылары

Физика — табиғат туралы ғылым



Физикалық шама — физикалық құбылыстың немесе дене қасиеттерінің сандық сипаттамасы

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

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

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

Өлшеу қателігі — құрал шкаласындағы бөлік құнының жартысына тең шама.



2 – ТАРАУ

Механикалық қозғалыс

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

Ақаусыз жұмыс жасайтын орау аппараты транспортер таспасымен қозғалатын сүт пакеттерін жабу кезінде ешқашан мүлтікпейтінін қалай түсіндіруге болады?

Жер айналасындағы орбитада жүк кемесінің ғарыш бекетімен түйісуі жүзеге асады.

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

Стендік атудағы спорт жарыстарында арнайы аппарат мергенге қатысты әртүрлі траекториялар бойынша ұшатын нысана-тәрелкелерді лақтырады.

Сонда мерген тәрелкені қалай дәл көзден атып түсіреді?





§ 6. Механикалық қозғалыс және оның сипаттамалары



Тірек сөздер:

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

Сендер

- материялық нүкте, траектория, жол, орын ауыстыру ұғымдарының физикалық мағынасын білетін боласыздар.



2.1-суретте қай дене өзінің орнын ауыстырады, ал қайсысы ауыстырмайды? Оны қалай анықтадыңдар?



2.1-сурет

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

Қозғалыстағы мәшинені, ұшып бара жатқан ұшақты, жүзіп жүрген балықтарды, аспанда қалықтаған бұлттарды көргенімізде денелер қозғалып бара жатыр дейміз. Бұл қозғалыстардың барлығы бір-біріне ұқсамайды. Алайда оларға тән бір ортақ қасиет бар: Жердегі де, ғарыштағы да денелер кеңістіктегі өздерінің орындарын басқа денелерге қатысты өзгертеді.

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

Механикалық қозғалыс қозғалыстың ең қарапайым түріне жатады.

Материялық нүкте. Дененің қозғалысын қарастырғанда көп жағдайда оның бір нүктесінің ғана қозғалысын сипаттау жеткілікті. Мысалы, аспанда ұшып бара жатқан ұшақтың өлшемі оның ұшып өткен жолымен салыстырғанда тым аз, сондықтан ұшақтың қозғалысын сипаттаған кезде оны нүкте ретінде қарастырады.

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

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



Назар аударамыз!

Жердің Күнді айнала қозғалуын қарастырған кезде оны материялық нүкте деп аламыз. Ал енді Жер бетіндегі қандай да бір дененің қозғалысы қарастырылатын жағдайда оны материялық нүкте деп есептеуге болмайды.

Траектория. Екі жолаушы Алматыдан Астанаға баратын болды. Олардың бірі ұшақпен ұшты да, екіншісі жолаушылар пойызына отырды. 2.2-суреттен көрініп тұрғандай, ұшақ түзу сызық бойымен ұшқан болса, пойыз қисық сызық бойымен қозғалған. Ұшақ пен пойыз қозғалған сызықтар бір-бірімен сәйкес келмейді.

Қозғалыс траекториясы деп материялық нүктенің өз қозғалысы барысында сызған сызығын айтады.

Механикалық қозғалысты траекторияның түріне қарай түзу сызықты және қисық сызықты деп бөледі.

Траекторияны қозғалыс кезіндегі дененің қалдырған ізі деп айтуға болады. Реактивті ұшақтың аспанда қалдырған, автомобиль донғалақтарының құмда қалдырған ізін және т.б. нақты көруге болады (2.3-сурет). Ал араның, құстың немесе лақтырылған доптың қалдырған ізін кейде ойша бейнелеуімізге тура келеді.



2.2-сурет



2.3-сурет

Механикалық қозғалысты зерттеуді жеңілдету үшін материялық нүкте ұғымын қолданады.

Жол және орын ауыстыру. Егер біз дененің қозғалысын зерделегіміз келсе, онда оның қай нүктеден қозғала бастағанын, қандай нүктеге орын ауыстырғанын және қандай қашықтықты жүріп өткенін білуіміз керек. Қозғалыс нәтижесін анықтау үшін қозғалыс бағытын да, дененің бастапқы және соңғы орындары нүктелерінің арасындағы қашықтықты да көрсетуіміз керек.

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

Орын ауыстыру — дененің бастапқы орнын соңғы орнымен 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: $[\vec{s}] = \text{м}$.

Дене қандай да бір нүктеден басқа нүктеге әртүрлі траекториялармен қозғала отырып жетуі мүмкін. 2.2-суретте Алматыдан Астанаға келген пойыз бен ұшақ бірдей орын ауыстырған, 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 ғана болады.

Жүрілген жолды да орын ауыстыру модуліндегідей s әрпімен белгілейді. Жол да метрмен өлшенеді: $[s] = \text{м}$. Егер траектория түзу сызық болса, жүрілген жол мен орын ауыстыру тең болады.



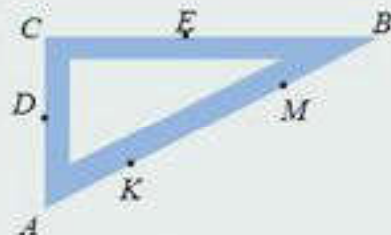
1. *Механикалық қозғалыс дегеніміз не?*
2. *Механикалық қозғалыстың қандай түрлерін білесіңдер? Мысал келтіріңдер.*
3. *Физикада қандай денені материялық нүкте деп атайды? Материялық нүкте ұғымын қолдану себебі неде?*
4. *Қандай жағдайларда қозғалыстағы денені материялық нүкте ретінде қарастырады?*
5. *Денені қайсыбір жағдайда материялық 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; ә) кіші; б) тең болуы мүмкін бе? Осындай қозғалыстарға мысал келтіріңдер.*



1 Сантиметрлік таспа көмегімен өздеріңнің қадамдарыңды өлшеңдер. Мектепке дейін қанша қадам жасайтындарыңды санаңдар. Параққа өздеріңнің траекторияларың мен орын ауыстыруларыңды көрсетіңдер.

2 *Жүрілген жол мен орын ауыстыру модулін өлшеу.*

1. *Үшбұрышты сызғышты қағаз парағының үстіне қойыңдар. Қағаз бетіне сызғыштың A , B және C төбелерін, ал катеттерінде D және E нүктелерін белгілеңдер (2.4-сурет). Қарындаштың ұшын D нүктесінен E нүктесіне алдымен үшбұрыштың қабырғасының бойымен $DABE$ бағытында, содан кейін DCE бағытында жылжытып апарыңдар.*
2. *Екі жағдайдағы қарындаш ұшының қағаз парағына қатысты жүрілген жолын өлшеу нәтижесін дәптерлеріңе жазыңдар.*
3. *Қарындаш ұшының қағаз парағына қатысты орын ауыстыру векторын салыңдар. Оның ұзындығын өлшеңдер және өлшеу нәтижесін дәптерлеріңе жазыңдар.*
4. *Қарындаш ұшының жүріп өткен жолының ұзындығын орын ауыстыру модулімен салыстырыңдар.*
5. *Үшбұрыштың AB қабырғасынан еркінше таңдап алынған K және M нүктелерін белгілеңдер. Қарындаштың ұшын K нүктесінен M нүктесіне қарай $KACBM$ бағытында жылжытып апарыңдар.*
6. *Қарындаш ұшының жүріп өткен жолының ұзындығын және бұл жағдайдағы орын ауыстыру модулін өлшеңдер.*
7. *Екінші тәжірибедегі жүрілген жолды орын ауыстыру модулімен салыстырыңдар.*
8. *Жүргізілген тәжірибелер нәтижесі бойынша қорытынды жасаңдар.*



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 білетін боласындар;
- жылдамдықты есептеуге арналған формуланы пайдаланып есептер шығаруды үйренесіңдер.



Айшын қозғалып бара жатқанын немесе тыныштық қалпын сақтағанын қалай анықтауға болады?

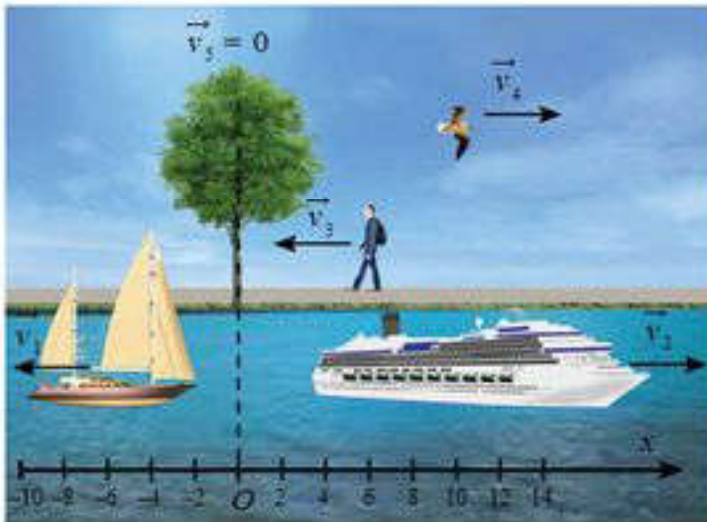
Кез келген қозғалыстың басты ерекшелігі оның салыстырмалылығы болып табылады. Мысалы, жүріп келе жатқан пойыздағы жолаушы үшін вагондағы жолаушылар да және вагонның өзі де тыныштық қалпын сақтайды, ал ағаштар мен ғимараттар қозғалады. Ал перрондағы бақылаушы үшін ғимараттар мен ағаштар қозғалмайды да, жолаушылары бар пойыз қозғалады.

Өзен ағысының бойымен қозғалып келе жатқан салдың үстіндегі саяхатшылар өздерін салға және өзенге қатысты қозғалмайды, ал өзеннің жағасында тұрғандар қозғалады деп есептейді. Бұл мысалдардан бір ғана дененің қозғалысы әртүрлі бақылаушының көзқарасы тұрғысынан түрліше болатыны шығады. Демек, кез келген дененің қозғалысын сипаттау үшін осы қозғалыс салыстырылып қарастырылатын денені тандап алуымыз керек.

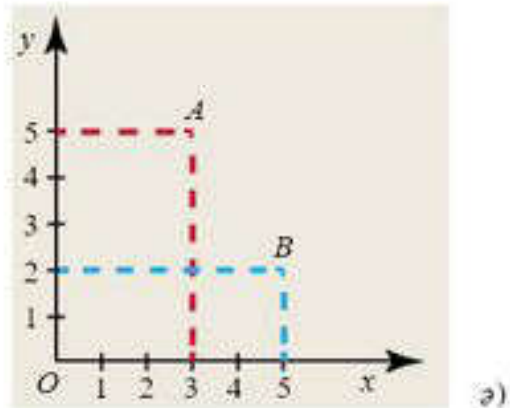
Санақ денесі деп дененің қозғалысы онымен салыстырылып қарастырылатын денені айтады. Санақ денесі шартты түрде қозғалмайды деп есептеледі де, ал қарастырылатын дене онымен салыстырғанда тыныштықта немесе қозғалыста болуы мүмкін. Санақ денесі дененің қозғалысын зерделеу мүмкіндігінше қарапайым болатындай етіп тандап алынуы тиіс. Мысалы, адам мәшнмен келе жатқанда санақ денесі ретінде жер бетінде орналасқан денені алған ыңғайлырақ, ал мәшине қозғалыстағы дене 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, көл жағасында өсіп тұрған қайыңға қатысты орнының өзгеруі бойынша айта ала-



2.5-сурет



2.6-сурет

мыз. Егер оның қайыңға қатысты орны өзгерсе, онда катер қайыңға қатысты қозғалады. Ал катердің белгілі бір уақыт өткеннен соң дәл сол қайыңға қатысты қай жерде болатынын қалай білуге болады?

Бұл сұраққа жауап беру үшін тікбұрышты координаталар жүйесін пайдаланайық та, оны біз таңдап алған қайыңмен байланыстырайық (2.5-сурет). Бірақ бұл әлі жеткілікті емес. Катердің қайыңға қатысты орын ауыстыруының уақыт өтуіне қарай өзгерісін белгілеп отыру қажет. Бұдан санақ жүйесін енгізу қажеттігі туындайды.

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

Ыңғайлы болу үшін санақ денесі, әдетте, санақ басы немесе координаталар басы деп аталатын координаталық түзулердің қиылысу 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-суреттен *A* нүктесінің координаталары 3 және 5: $A(3; 5)$. Егер *A* нүктесі *B* нүктесіне орын ауыстырса, онда оның координаталары өзгереді және координаталар жазықтығында осы $B(5; 2)$ нүктесінің координаталарына те болады.

Назар аударамыз!

Траекторияның пішіні санақ жүйесін таңдап алуға байланысты. Мысалы, 2.7-суретте Айдың Жерді дөңгелек траектория бойымен қозғалатыны (2.7, а-сурет), ал оның Күнді айнала қозғалысы күрделі пішінді сызық болып табылатыны бейнеленген (2.7, ә-сурет).



а) ә)

2.7-сурет



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



2.8- сурет

Жылдамдық. 2.8-суретке зер салсақ, 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. Әрдайым дененің берілген уақыт мезетіндегі қозғалыс сипатын анықтау қажет болғанда оның қайсыбір 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, баяу немесе шапшаңырақ қозғалатынын, түзу бойымен қозғалатынын немесе қозғалыс бағытын өзгерткенін анықтау үшін дененің екі жақын уақыт мезетіндегі орындарын салыстыруымыз керек. Бұл салыстыру нәтижесінде орын ауыстырудың өзгеру шапшаңдығын біле аламыз. Қарастырылып отырған уақыт аралығындағы орын ауыстырудың өзгеру шапшаңдығын бағалау үшін жылдамдық деп аталған жана физикалық шама енгізіледі.

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

2.8-суретте екінші және үшінші мәшинелердің жылдамдық шамалары бірдей болса



Вокзалдан енді ғана аттана бастаған пойыз вагонындағы жолаушы вагон сөрелеріндегі нәрселер қозғалмайды, ал перронда тұрған адамдар болса бұл нәрселер жолаушылармен бірге қозғалып бара жатыр деп есептейді.

Кімдікі дұрыс? Неге?

да, олардың қозғалыстары бір-бірінен ерекше ленеді, өйткені олардың бірі түзу сызықты қозғалады, ал екіншісі қозғалыс бағытын өзгертеді. Өздерің 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 ауыстыру да векторлық шама екенін естеріне саламыз.

7-сыныпта біз ең қарапайым түзу сызықты қозғалысты зерделейміз, ондағы қозғалыс траекториясы — түзу сызық. Бұл жағдайда жүрілген жол мен орын ауыстыру шамасы тең және жылдамдық мына формула бойынша анықталады:

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

Бірліктердің Халықаралық (ХБ) жүйесінде жылдамдық секундына метрмен өлшенеді:

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

Тәжірибеде жылдамдықтың сағатына километр $[v] = \frac{km}{cag}$ сияқты өлшем бірлігі де жиі қолданылады. Мысалы: автомобильдің жылдамдығы $80 \frac{km}{cag}$, жаяу жүргіншінің жылдамдығы $5 \frac{km}{cag}$.

Қазақстанның климаты шұғыл континентті болғандықтан, күшті жел соғып тұрады. Кейде оның жылдамдығы $200 \frac{km}{cag}$ -қа жетеді. Жоңғар қақпасынан соғатын желдің жылдамдығы $360 \frac{km}{cag}$ -қа дейін жетеді.

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

$$54 \frac{km}{cag} = 54 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = \frac{54 \text{ м}}{3,6 \text{ с}} = 15 \frac{m}{c}.$$

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

Мысалы:

$$12 \frac{m}{c} = 12 \frac{\frac{1}{1000} km}{\frac{1}{3600} cag} = 12 \cdot 3,6 \frac{km}{cag} = 43,2 \frac{km}{cag}.$$



Адамға жылдамдық жақсы әсер тудырады. “Тезірек” деген сөздің Олимпиадалық ұранда да бірінші орында тұруы кездейсоқтық емес.

Жылдамдықты арнайы аспап – спидометрдің көмегімен өлшейді. Егер спидометр 1 м/с-қа тең жылдамдықты көрсетіп тұрса, бұл дененің 1 с ішіндегі орын ауыстыруы 1 м-ге тең дегенді білдіреді. Егер бір дене 1 с ішінде 100 м орын ауыстырса, ал екіншісі 100 м-ді 10 с ішінде өтсе, онда екіншісінің жылдамдығы біріншісікінен аздау болады.

Ғылымда материялық нысандардың қозғалыс жылдамдығының шектік мәні болатыны анықталған. Ол вакуумдегі жарық жылдамдығына тең:

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

Бұл — табиғаттағы ең үлкен жылдамдық.



1. Қандай денені санақ денесі деп атайды? Санақ денесі ретінде қандай денелер таңдап алынады?
2. Санақ жүйесі дегеніміз не? Механикалық қозғалыс туралы айтқанда неліктен санақ жүйесін көрсету қажет?
3. Бір ғана дененің қозғалысын әртүрлі санақ жүйелерінде сипаттауға болады. Бір санақ жүйесінен екіншісіне өткенде дененің қозғалыс сипаты өзгере ме?
4. а) Әткеншек теуіп жатқан балалардың; ә) велосипед доңғалағының; б) үстел үстінен жерге домалап түскен қарындаштың қатысты қозғалыс траекторияларының пішіні қандай болады?
5. Жеңіл автомобиль жүргізушісі жүк мәшинесін қуып жетіп қалды. Оған жүк мәшинесі жақындағандай болып көрінеді. Мұны қалай түсіндіруге болады?
6. Ауа шары қалың тұман ішіне енді. Аспанкез аспаптарды пайдаланбай ұшу бағытын анықтай ала ма?
7. Қайсыбір дененің бір денемен салыстырғанда қозғалмайтын, басқа денелермен салыстырғанда қозғалатын жағдайларына мысалдар келтіріңдер.
8. Қандай физикалық шама жылдамдық деп аталады?
9. Дененің қай жерде екенін анықтау үшін жылдамдық модулін білу жеткілікті ме?
10. Жылдамдық қандай шама: векторлық па, әлде скалярлық па? Жауаптарыңды негіздеңдер.



1

Көшеде 100 м-ге тең қашықтықты өлшеп алыңдар. Бұл қашықтықты қанша уақытта жүріп өтетіндеріңді сағаттың көмегімен анықтап алыңдар. 1 км, 5 км қашықтықты қанша уақытта жүріп өтуге болатынын есептеңдер.

- 2** Қабырға сағатының минуттық және секундтық тілдерінің ұзындығын өлшеңдер және шеңбердің ұзындығын (минуттық тілдің ұшы 1 сағ, ал секундтық тілдің ұшы 1 мин ішінде өтетін жол) $l = 2\pi R$ формуласы бойынша есептеңдер. Минуттық және секундтық тілдері ұштарының ХБ жүйесіндегі жылдамдығын табыңдар және оларды салыстырыңдар.
- 3** Қозғалыстың салыстырмалылығын бақылау және орын ауыстыруларды қосу.
- 1.** Үстел бетіне бір-біріне параллель етіп сызғыштар қойыңдар және олардың бас жақтарын дәлдестіріңдер. Олардың біріне білеуше қойыңдар. Білеушенің бір жағы сызғыштың нөлдік бөлігімен дәл келетін болсын. Білеушесі бар сызғышты екінші сызғыштың бойымен жылжытыңдар. Осыдан кейін білеушенің өзін де осы екінші сызғыштың бойымен қозғалту бағытында қайсыбір қашықтыққа жылжытыңдар.
- 2.** а) Білеушенің қозғалысқа келтірілген сызғышқа қатысты s_1 ;
 ә) қозғалысқа келтірілген сызғыштың қозғалмаған сызғышқа қатысты s_2 ;
 б) білеушенің қозғалмаған сызғышқа қатысты s орын ауыстыру модульдерін өлшеңдер;
 в) білеушенің қозғалмаған сызғышқа қатысты орын ауыстыру модулін $s = s_1 + s_2$ формуласы бойынша есептеңдер және оны өлшеу кезінде алынған нәтижемен салыстырыңдар;
 г) жұмыс бойынша қорытынды жасаңдар және мына сұраққа жауап беріңдер: Орын ауыстыру салыстырмалы шама болып табыла ма?



- 1** Бала велосипедімен таудан сырғанап түседі. Баланың а) жермен; ә) велосипед рамасымен; б) велосипед доңғалағымен салыстырғандағы қозғалысы туралы не айтуға болады?
- 2** Түзу жолмен жүріп келе жатқан пойыз бұрыла бастады. Пойыздың бірінші және соңғы вагондары бір-біріне қатысты қозғала ма?
- 3** Саяхатшы 10 км жолды 2 сағ-та жүріп өтуі керек. Ол қандай жылдамдықпен жүруі тиіс?
- 4** а) Метро эскалаторындағы адам; ә) трамплиннен секірген шаңғышы; б) тігін машинесінің инесі; в) сағат тілдері; г) парктегі айналмалы шолу дөңгелегі қалай қозғалады: түзу сызықты ма, әлде қисық сызықты ма?
- 5** Велосипед қозғалысында (2.9-сурет) доңғалақ шеңберіндегі s нүктесінің велосипед рамасына, Жер бетіне қатысты траекториясын көрсетіңдер.

- 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 бөлігін 36 с-та өтті. Екінші велосипедшінің осы жол бөлігіндегі жылдамдығы қандай?
- 8** Ертіс өзені бөлігінде жүк теплоходының ағыс бойымен жылдамдығы 600 км/тәул, ал ағысқа қарсы 336 км/тәул. Су ағысының осы бөліктегі жылдамдығын анықтаңдар.



2.9-сурет

§ 8. Бірқалыпты және бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыс



Тірек сөздер:

- ✓ бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс
- ✓ бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыс
- ✓ қозғалыс теңдеуі

Сендер

- түзу сызықты бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыспен танысып, оларды ажырата алатын боласындар;
- орташа жылдамдық ұғымын игересіңдер, қозғалыс теңдеуін жазып үйренесіңдер.

Бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс. Денелер кеністікте тұрақты өзгеретін жылдамдықпен де, өзгермейтін жылдамдықпен де, қисық сызық бойымен де, түзу сызық бойымен де әртүрлі қозғала алады. Сан алуан механикалық қозғалыстардың ішінде бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс кездеседі.

Бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс деп дене 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 сызықты қозғалыс табиғатта сирек кездеседі, алайда өте аз уақыт аралығында дене түзу сызықты траектория бойымен өзгермейтін жылдамдықпен қозғала алады.

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

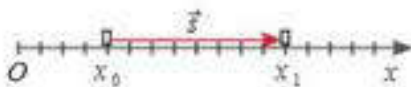
Оларды

$$s = vt \tag{8.1}$$

формуласы бойынша таба аламыз. 2.10-суретте электровоздың x_0 бастапқы және x_1 соңғы орындары белгіленген.

Түзу сызықты орын ауыстыру мен жолдың шамасын былай табамыз:

$$s = x_1 - x_0.$$



2.10-сурет

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

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

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

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

аламыз. Бұл өрнек бірқалыпты түзу сызықты қозғалатын материялық нүктенің қозғалыс теңдеуі деп аталады.

(8.3) теңдеуді қолданып бірқалыпты және түзу сызықты қозғалатын кез келген дененің кез келген уақыт мезетіндегі координатасын табуға болады.

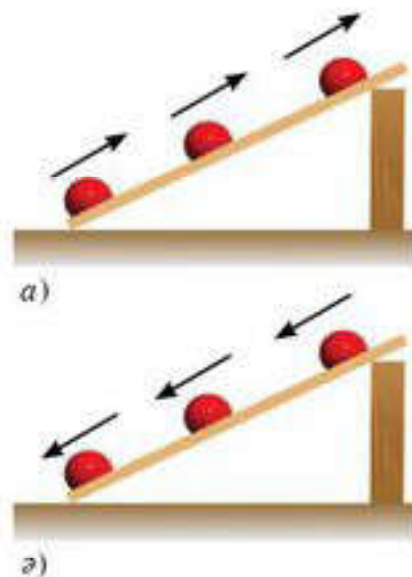
Бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыс. Орташа жылдамдық. Нақты өмірде жүзеге асатын денелердің қозғалысы бірқалыпты болмайды. *Бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыс* деп дене кез келген бірдей уақыт аралығында қозғалыс бағытын өзгертпей, әртүрлі орын ауыстыратын қозғалысты айтады. Мысалы, автобус аялдамадан жылжи бастағанда өзінің жылдамдығын біртіндеп арттырады, ал аялдамаға жақындағанда керісінше азайтады. Демек, әртүрлі уақыт мезетінде оның жылдамдығы түрліше болады.

7-сыныптағы физика курсына біз тек түзу сызықты қозғалысты қарастыратынымызды және онда жүрілген жолдың шамасы мен орын ауыстыру шамасы бірдей болатынын естеріңе саламыз.

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

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

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



2.11-сурет



2.12- суретте көрсетілген арбашаның қозғалысын талдаңдар және осы қозғалысты сипаттаңдар. Өз ойларыңды негіздеңдер.



2.12-сурет

қозғалыстың $v_{\text{орт}}$ жылдамдығын табу үшін дененің жүріп өткен барлық s жолын (орын ауыстыруын) осы жолға (орын ауыстыруға) жұмсалған барлық t уақытқа бөлу керек:

$$v_{\text{орт}} = \frac{s}{t}.$$



Назар аударамыз!

Орташа жылдамдықты арифметикалық орташа жылдамдықпен шатастыруға болмайды. Өйткені 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 сызықты қозғалыс деп аталады?
2. Бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс кезіндегі жолды қалай есептейді?
3. Бірқалыпты түзу сызықты қозғалатын дененің қозғалыс теңдеуі қандай?
4. Бірқалыпсыз қозғалыс деп қандай қозғалысты айтады? Бірқалыпсыз қозғалысқа мысалдар келтіріңдер.
5. Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы деп нені түсінесіңдер? Ол не үшін енгізілген?
6. Сендер қалай ойлайсыңдар, дененің орташа жылдамдығы арқылы кез келген уақыт мезетіндегі орнын анықтауға бола ма? Неліктен?
7. Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы қандай формуламен есептеледі?



1. Көрші екі үйдің арасындағы жолды бірдей адыммен бір бағытта қозғала отырып жүрген жолдарыңды, орын ауыстыруларыңды және орташа жылдамдықтарыңды анықтаңдар. Қозғалыс уақытын секундтық тілі бар сағаттың көмегімен өлшеңдер.
2. Автомобиль спидометрі қандай мақсатпен орнатылады? Қозғалыс кезіндегі спидометр тілінің тербелісі туралы не айтуға болады?

Есеп шығару үлгілері

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

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Пойыздың бірқалыпты қозғалысының жылдамдығын $v = \frac{s}{t}$ формуласынан табамыз, мұндағы s — пойыздың жүрген жолы.
$s = 120$ км	120 000 м	
$t = 2$ сағ	7200 с	
v — ?		

ХБ жүйесінде есептеу жүргіземіз :

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

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

2-есеп. Жолаушылар пойызы бастапқы 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 тең болатын барлық жолдағы орташа жылдамдығы қандай?

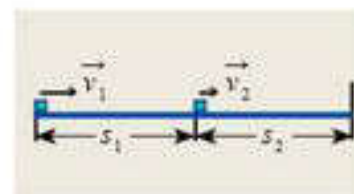
Берілгені:	Шешуі. Пойыздың орташа жылдамдығы $v_{\text{орт}} = \frac{s}{t}$, мұндағы s — пойыздың барлық жүрген жолы: $s = s_1 + s_2 + s_3$; t — қозғалыс уақыты: $t = t_1 + t_2 + t_3$.
$s_1 = s_2 = s_3 = 25$ км	
$t_1 = 45$ мин = 0,75 сағ	
$t_2 = 30$ мин = 0,5 сағ	
$t_3 = 15$ мин = 0,25 сағ	
$v_{\text{орт}}$ — ?	

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

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

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

Берілгені:	Шешуі. Есепте сипатталған жағдаятты 2.13-суретте бейнелейік және берілген өлшем бірліктерде шешсек ыңғайлы. Анықтама бойынша орташа жылдамдық $v_{\text{орт}} = \frac{s}{t}$, (1)
$v_1 = 80 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$	
$v_2 = 20 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$	
$s_1 = s_2 = \frac{s}{2}$	
$v_{\text{орт}}$ — ?	



2.13-сурет

мұндағы t — қозғалысқа кеткен барлық уақыт.

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

Бұл мәндерді (1) формулаға қоямыз:

$$v_{\text{орт}} = \frac{s}{\frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}} = \frac{s}{\frac{s}{2} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right)} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} \quad (2)$$

(2) формулаға шамалардың сан мәндерін қоямыз:

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

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



Назар аударыңдар!

Егер бұл қозғалыстағы 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 тең 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 табыңдар.

2 Жеңіл және жүк көліктері бірдей 50 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келеді. Жеңіл көліктің а) Жермен; ә) жүк көлігімен байланысқан санақ жүйелеріндегі қозғалысын сипаттаңдар. Екі жағдайды қарастырыңдар: 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. Автомобильдің барлық жолдағы орташа жылдамдығын табыңдар.

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

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

5 Жаяу жүргінші жолдың бір бөлігін барлық қозғалыс уақытының $\frac{2}{3}$ бөлігін жұмсап 3 км/сағ-пен жүрді, ал жолдың қалған бөлігін 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 бөлігін 45 км/сағ жылдамдықпен жүрді. Автомобильдің барлық жолдағы орташа жылдамдығы қандай?

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

§ 9. Қозғалысты график түрінде сипаттау

Сендер

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



Тірек сөздер:

- ✓ қозғалыс графигі
- ✓ жылдамдық графигі

Кез келген қозғалысты график түрінде сипаттауға болады. Бұл қозғалысты көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді. Ол үшін абсцисса осінің бойына қозғалыс уақытын, ал ордината осінің бойына дене координаталарының мәндерін таңдап алынған масштабпен саламыз. Әрі қарай бірқалыпты және түзу сызықты қозғалатын дене қозғалысының теңдеуін колданамыз:

$$x = x_0 + vt.$$

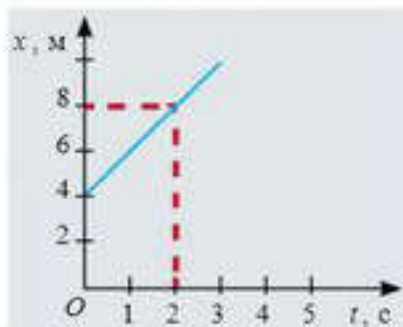
Осы теңдеуді пайдаланып дененің x координатасының t қозғалыс уақытына тәуелділік графигін саламыз. Сонда алынған сызық дене координатасының уақыт бойынша қалай өзгередінін көрсетеді.

Қарапайымдылық үшін дененің $t = 0$ уақыт мезетіндегі координатасы $x_0 = 4$ м болатын нүктеден координаталар осінің оң бағытында $v = 2$ м/с жылдамдықпен орнынан қозғалған жағдайын қарастырайық. Бұл дененің қозғалыс теңдеуі

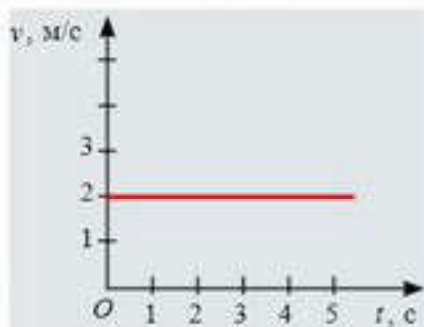
$$x = 4 + 2t. \quad (9.1)$$

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

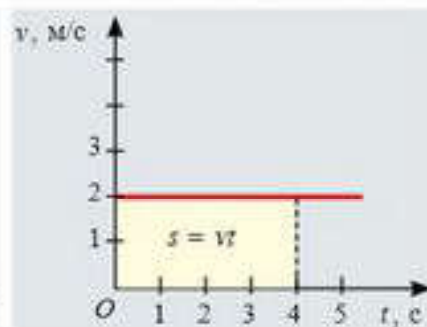
Уақыт, t , с	0	2
Нүктенің координатасы, x , м	4	8



2.14-сурет



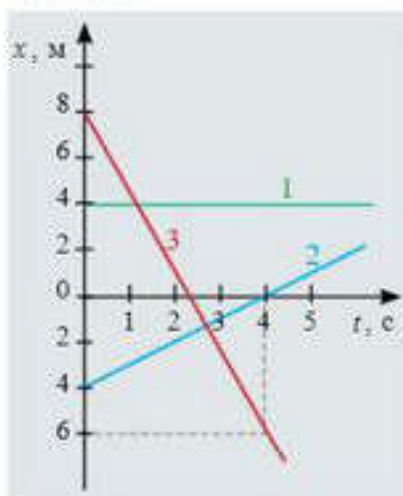
2.15-сурет



2.16-сурет



Дененің қозғалыс графигі бойынша қозғалысты оңай сипаттауға болады. Графиктері 2.17-суретте берілген 1, 2 және 3-денелердің қозғалысын сипаттап көріңдер.



2.17-сурет

Сонымен, бірқалыпты және түзу сызықты қозғалатын нүктенің координатасы уақыттың сызықтық функциясы болып табылады деп тұжырымдауға болады, оны 2.14-суреттен айқын байқай аламыз.

2.14-суретте бейнеленген графиктен бақылау басталған мезетте дене координатасы $x_0 = 4$ м нүктеде болғанын және оң бағыт ретінде таңдап алынған координата осінің бағытымен қозғалғанын біле аламыз.

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

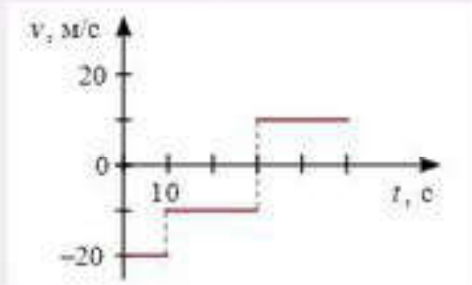
Жылдамдық графигі бойынша дене жүріп өткен жолды оңай анықтауға болады. Ол үшін жылдамдық графигі мен уақыттың берілген мәні арқылы уақыт осіне перпендикуляр бағытта тұрғызылған сызықпен шектелген фигураның ауданын есептеу қажет (2.16-сурет). Біздің жағдайымызда $s = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 8 \text{ м}$.



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



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



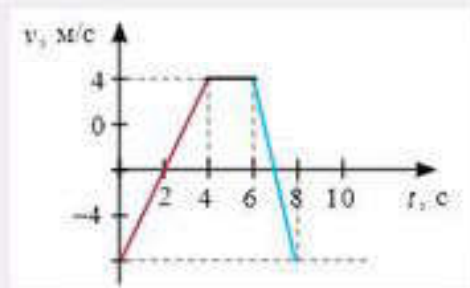
2.18-сурет

2 Комбайн 10 мин бойы бірқалыпты және түзу сызықты 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 бейнелеңдер.

3 Ұзындығы 1,2 м келбеу жазықтықтан шар 2 с ішінде домалап түсті. Осыдан кейін толық тоқтағанға дейін горизонталь жазықтық бойымен 3,6 м жүріп өтті. Бұған 3 с кетті. Әрбір 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 өткен дене жолының уақытқа тәуелділік графигі қандай?

5 2.19-суретте нүкте координатасының уақытқа тәуелділігінің графигі берілген. Кез келген уақыт аралығындағы нүктенің жылдамдығын анықтаңдар. Бастапқы 4 с-та; келесі 2 с-та; 6 с-тан 8 с-қа дейінгі аралықта дененің қалай қозғалғанын сипаттаңдар. Жылдамдықтың уақытқа тәуелділік графигерін салыңдар.

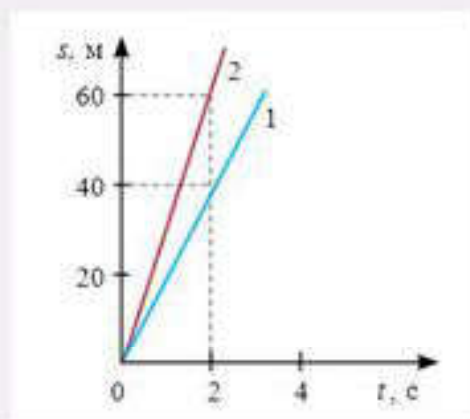


2.19 -сурет

6 Ox осінің бойымен екі дененің біріншісі $x_1 = -10 + 2t$, екіншісі $x_2 = 4 - 5t$ теңдеуіне сәйкес қозғалып келеді. Олар қай уақыт мезетінде және қай нүктеде кездеседі? Есепті аналитикалық және графигтік жолмен шешіңдер.

7 А және В қалаларының арақашықтығы 250 км. Екі қаладан да бір мезгілде екі автомобиль шығады. А қаласынан шыққан автомобильдің жылдамдығы 60 км/сағ, екіншісінің жылдамдығы 40 км/сағ. Әр автомобиль үшін жолдың уақытқа тәуелділік графигін салыңдар және автомобильдердің кездесу орны мен уақытын анықтаңдар. Есепті аналитикалық және графигтік жолмен шешіңдер.

8 2.20-суреттегі график бойынша денелердің қозғалыс жылдамдығын анықтаңдар.



2.20-сурет

Есеп шығару үлгілері

Механикалық қозғалысқа есеп шығару мысалдарын қарастырайық. Есепті шығармас бұрын оның шартын мұқият оқып шығып, есепте сипатталған құбылысты көз алдарыңа елестетіңдер. Осыдан кейін бұл құбылысты сипаттайтын заңдарды анықтаймыз. Одан әрі қысқаша есеп шартын жазамыз. Оны *қысқаша жазу* деп атайды. Есеп шығарғанда суреттер, сұлбалар және графиктермен қатар физикалық шамалардың өлшем бірліктерін ХБ жүйесінде көрсету қажет.

1-есеп. Ұшак 864 км/сағ жылдамдықпен ұшып келеді. Ұшак 12 мин ішінде қандай қашықтықты ұшып өтеді?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Алдымен жылдамдық пен уақытты ХБ жүйесінде қалай өрнектеуге болатынын естеріңе саламыз:
$v = 864 \text{ км/сағ}$	240 м/с	
$t = 12 \text{ мин}$	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 талдауға көшеміз. Есепте ұшақтың тұрақты жылдамдықпен ұшып келе жатқаны айтылған, яғни қозғалыс бірқалыпты. Бірқалыпты қозғалыс кезіндегі 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. Автомобильдің жылдамдығы 72 км/сағ, ал желдің жылдамдығы 5 м/с. Автомобильмен байланысқан санақ жүйесіндегі желдің жылдамдығы қандай? Екі жағдайды қарастыру керек: а) қарсы бағытта соққан жел; ә) арттан соққан ілеспе жел.

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

Автомобильмен байланысқан санақ жүйесіне көшейік.

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

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

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

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

ә) Арттан соққан ілеспе жел жағдайында жылдамдықтар алынады, өйткені автомобильмен байланысқан санақ жүйесінде жел ауаның қозғалысына қарама-қарсы бағытта соғып тұр:

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

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

3-есеп. Автобус пен автомобиль бір бағытта 50 км/сағ және 80 км/сағ жылдамдықтармен түзу сызықты және бірқалыпты қозғалып келеді. Бастапқы уақыт мезетіндегі олардың арақашықтығы 24 км. Қанша уақыттан кейін автомобиль автобусты қуып жетеді?

Берілгені:

$$v_1 = 50 \text{ км/сағ}$$

$$v_2 = 80 \text{ км/сағ}$$

$$s = 24 \text{ км}$$

$$t = ?$$

Шешуі. Санақ жүйесін автобуспен байланыстырайық. Бұл жүйеде автомобильдің жылдамдығы $v_{\text{салыстыр}} = v_2 - v_1$. Нақтысында $v_{\text{салыстыр}}$ — мәшинелердің бір-біріне жақындау жылдамдығы. Онда кездескенге дейін автомобиль $s = v_{\text{салыстыр}} t$ қашықтықты жүріп өтеді.

Бұдан $t = \frac{s}{v_{\text{салыстыр}}} = \frac{s}{v_2 - v_1}$. Бұл есепте есептеулерді ХБ жүйесінде жүргізбеген қолайлырақ. Өлшем бірліктерін тексереміз:

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

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

Жауабы : $t = 48 \text{ мин.}$

4-есеп. Перронда демалып жүрген жолаушы ұзындығы бірдей үш вагонның тұсынан 2 мин жүріп өтетінін байқады. Бір вагонның ұзындығы 25 м. Жолаушы 24 вагоннан тұратын пойыздың жанынан қандай жылдамдықпен, қанша уақытта өтеді?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Жолаушы перронмен бірқалыпты келе жатыр деп есептеп, оның жылдамдығын табамыз:
$t_1 = 2$ мин	120 с	
$s_0 = 25$ м		
$n_1 = 3$		
$n = 24$		
v — ? t — ?		$v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s_0 n_1}{t_1}, \quad (1)$ <p>мұндағы s_1 — үш вагонның ұзындығы, s_0 — бір вагонның ұзындығы.</p>

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

Жолаушының жылдамдығын басқа жолмен де есептеуге болады:

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

мұндағы n — барлық вагондардың саны. Бұдан пойыз құрамының ұзындығы бойымен жолаушының өтіп 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: $t = 16$ мин.

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

Берілгені:	Шешуі.
$v = 10$ м/с	Катердің қозғалысы бірқалыпты, сондықтан оның қозғалыс теңдеуін былай жазамыз: $x = x_0 + vt$. Біздің жағдайымызда
$t_1 = 20$ с	$x = 15 + 10t$.
$x_0 = 15$ м	Ал t_1 уақыт мезетіндегі катердің координатасы $x_1 = 15 + 10t_1$.
x_1 — ?	$x_1 = 15 \text{ м} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ с} = 215 \text{ м}.$

Жауабы: $x_1 = 215$ 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 анықтаңдар. Қалалардың арақашықтығы 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. Санақ жүйесін жермен байланыстырайық та, санақ басын A қаласына орналастырайық. Таңдап алынған санақ жүйесі мен екі дене үшін қозғалыс теңдеулерін жазамыз:

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

және

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

Кездесу орнында денелердің координаталары бірдей $x_1 = x_2$, сондықтан $v_1 t = s - v_2 t$.

Бұдан кездесу уақытын өрнектеп жазамыз:



2.21-сурет

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

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

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

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

7-есеп. Суға қатысты катердің жылдамдығы өзен ағысының жылдамдығынан n есе артық. Катермен екі айлақтың арасын өзен ағысының бойымен жүзгенге карағанда өзен ағысына қарсы жүзу қанша есе көп уақыт алады?

Берілгені:

$$v_k = n \cdot v_{\text{өзен}}$$

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

Шешуі. Айлақтар арасындағы арақашықтықты s деп белгілейік. t_1 және t_2 — сәйкесінше катердің ағысқа қарсы және ағыстың бойымен қозғалысы кезіндегі уақыттар болсын. Онда жағаға қатысты катердің ағысқа қарсы және ағыстың бойымен жылдамдығы сәйкесінше

катер мен өзен ағысы жылдамдықтарының айырымы және қосындысы ретінде табылады:

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

Айлақтар арасындағы қашықтықты $s = v_1 t_1$ (ағысқа қарсы жүземіз) және $s = v_2 t_2$ (ағыстың бойымен жүземіз) деп табуға болады.

Онда

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

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

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

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 қанша уақытта көтеріледі?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Эскалатордың ұзындығыn 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 $v_2 = \frac{s}{t_2}$. Қозғалыстағы эскалатор бойымен жүріп келе жатқан адамның жылдамдығы $v_3 = \frac{s}{t_3}$, ал $v_3 = v_2 + v_1$ болғандықтан, $\frac{s}{t_1} + \frac{s}{t_2} = \frac{s}{t_3}$.

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

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

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

Жауабы : $t_3 = 80 \text{ с.}$

Тараудың ең маңыздылары

Механикалық қозғалыс

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

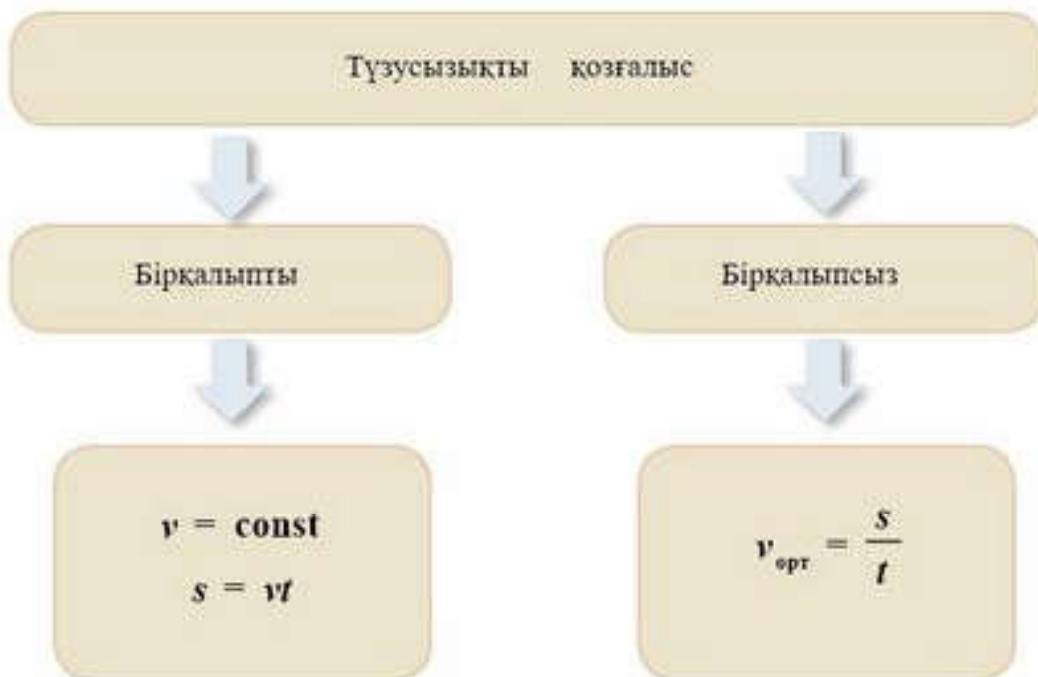


Түзусызықты қозғалатын дененің кез келген уақыт мезетіндегі орнын дененің $x = x_0 + vt$ қозғалыс теңдеуін пайдаланып табуға болады.

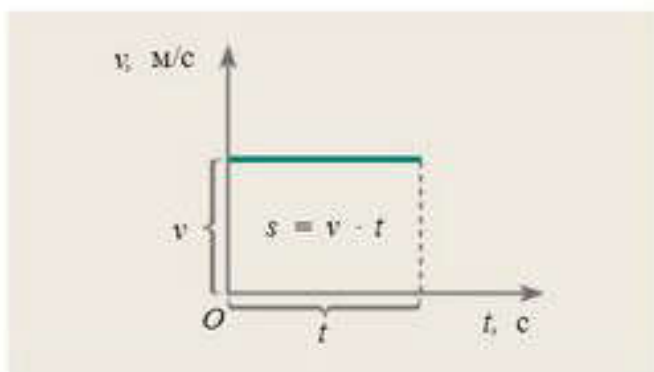


Дененің қозғалысын сипаттау үшін оның қозғалыс заңын (қозғалыс теңдеуін) білу керек. Дененің қозғалыс заңы кез келген уақыт мезетіндегі дененің қозғалыс траекториясын, оның координатасын және жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді.

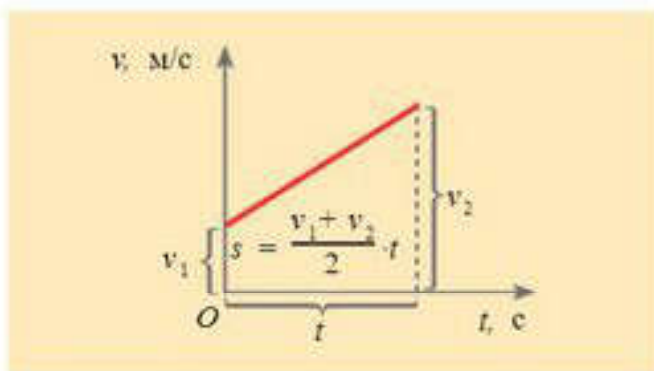




Қозғалыстың график түрінде берілуі



Бірқалыпты қозғалыс
Жылдамдық тұрақты



Бірқалыпсыз қозғалыс
Жылдамдық өзгереді
(орташа жылдамдық)

Денелердің өзара әрекеттесуі

Әр альпинистің бағындырғысы келетін шыңдары бар.

Альпинистер тепе-теңдігін сақтап қалу үшін тік жартастармен, биік құздармен қалай көтеріледі ?



Садақтың жебесін нысанаға дәл тигізу үшін шеберлік қажет.

Жебеге жылдамдық беретін қандай күш ? Бұл күшті қайда қолданады ?



Үйкеліс пайдалы ма, әлде зиянды құбылыс па ?





Тірек сөздер:

- ✓ инерция құбылысы
- ✓ инерция заңы



**Галилео Галилей
(1564—1642)**

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

§ 10. Инерция



Сендер

- инерция құбылысының мән-мағынасы туралы білетін боласындар.

Біздің күнделікті тәжірибеміз бірде-бір дене өздігінен қозғалысқа келмейтінін және дененің жылдамдығы оған басқа дене әрекет еткенде өзгертінін көрсетеді. Мысалы, бөлмеде тұрған үстел өздігінен қозғалмайды. Қозғалыстағы автомобильдің қозғалтқышы өшірілгеннен кейін ол міндетті түрде тоқтайды. Жерде жатқан допты аяқпен тепсе ғана 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 арбашаның күм, киіз, шыны төселген горизонталь беттерге сырғанап түскеннен кейінгі қозғалысын зерттеу бойынша тәжірибелер жүргізді (3.1-сурет). Г. Галилей бұл тәжірибелерінен дене қозғалатын беттердің қозғалыстың ұзақтығына әсер ететінін анықтады: күм төселген жолда



3.1-сурет

арбаша тез тоқтайды, киіз төселген жолда алдыңғыға карағанда біршама көбірек жол жүреді, ал шыны бетінде ұзағырақ қозғалады. Ол экспериментін ойша жалғастыра отырып, идеал тегіс бет жағдайында қозғалыс шексіз ұзақ уақыт бойы жалғасқан болар еді деген қорытындыға келеді. Г. Галилей денелердің қозғалысын зерттеу үшін көптеген тәжірибелер жүргізеді. Ол инерция заңы деп аталатын табиғаттың негізгі заңдарының бірін тұжырымдады: егер денеге басқа денелер әрекет етпесе, онда ол тыныштық күйін сақтайды немесе түзу сызықты және бірқалыпты қозғалады.

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

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

Инерцияның анықтамасын басшылыққа алсақ, бұл құбылыс жер бетінде тәжірибе жүзінде кездеспейтіні байқалады, өйткені әрқашан денеге сыртқы әрекет (Жердің тартылысы, үйкеліс, ауаның кедергісі және т.б.) бар. Сондықтан жер жағдайында “дене инерциясы бойынша қозғалады” деген сөзді денеге сыртқы күштердің әрекеті аз болғанда және қозғалыстың өзін өте аз уақыт аралығында қарастырғанда ғана айта аламыз. Мысалы, қозғалтқышы өшірілген автомобиль шамалы уақыт аралығында инерциясы бойынша қозғалады деп есептеуге болады. Уақыт аралығы көбірек болса, автомобиль доңғалақтарының жолмен үйкелісі есебінен оның жылдамдығы өзгеріп, бірқалыпты 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) бұрылысқа келгенде абай болмаса жүгіру жолынан шығып кету қаупі болатынын енді түсінуге болады. Бұл мысалдардың барлығында да дене өзінің қозғалыс бағытын инерция есебінен сақтап қалуға тырысады.



Әдебиетте “Ол барлығын инерциясы бойынша жасады” деген көркем сөз тіркес айтылады. Бұл сипатталған мысалдағы адамның жағдайын түсіндіріп көріңдер.



3.2-сурет



3.3-сурет

Инерция құбылысын бірқалыпты қозғалысты сақтап қалу үшін пайдаланады. Көптеген құрылғыларда пайдаланылатын ауыр маховиктер осьтің бойымен айнала отырып, машинелердің үнемді және ұзағырақ қозғалуына мүмкіндік береді, сонымен қатар олар валдардың бірқалыпты қозғалысын қамтамасыз етеді.



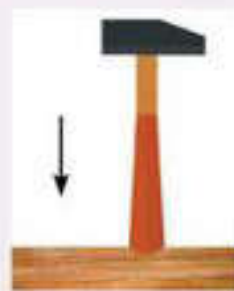
1. Неліктен дене өздігінен тоқтай алмайды немесе екпіндей қозғала алмайды?
2. Инерция деп қандай құбылысты айтады?
3. Ой эксперименті деп нені атайды?
4. Егер бір денеге басқа бір дене әрекет етпесе, онда ол қалай қозғалады?
5. Г. Галилей арбашалармен жүргізген тәжірибелерінен кейін қандай қорытындыға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



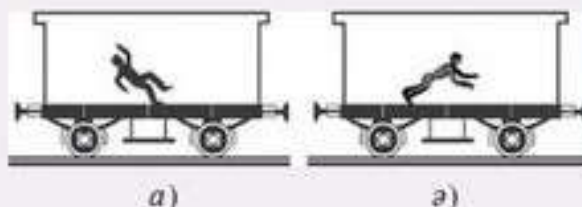
Стақан мен қатырма қағаз алыңдар. Стақанды қатырма қағаздың үстіне қойыңдар. Алдымен қатырма қағазды ақырындап тартып алыңдар. Екінші жолы қатырма қағазды жылдам тартып алыңдар. Екі жағдайдағы стақанның қозғалысын сипаттаңдар. Қорытынды жасаңдар.



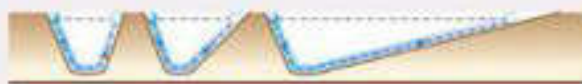
- 1 Денелердің инерциясы мен қозғалысына мысалдар келтіріңдер.
- 2 3.4-суретте балғаны саптау тәсілі көрсетілген. Оны түсіндіріңдер.
- 3 Сүрініп кеткен адам қай жаққа қалай құлайды? Тайғанап кеткен адам ше? Неліктен?
- 4 3.5, а, ә-суреттерде бейнеленген вагондардың қозғалыс жылдамдығы қалай өзгерген?
- 5 Галилей денелердің абсолют тегіс бет бойымен қозғалысын қарастыра отырып, мынадай қорытындыға келді: дене кез келген көлбеу жазықтықтың қандай биіктігінен түссе, дәл сондай биіктікке 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 атайтынын білетін боласыңдар;
- таразы көмегімен дененің массасын өлшеуді үйренесіңдер.

Тірек сөздер:

- ✓ масса
- ✓ инерттілік
- ✓ өзара әрекет



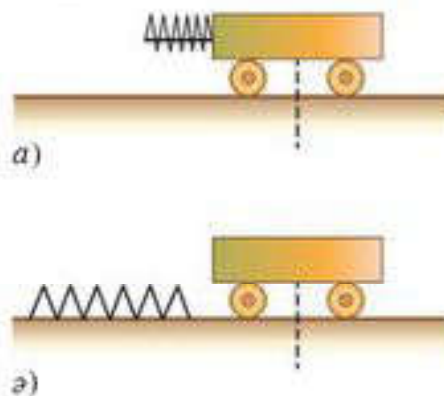
3.7-сурет

3.7-суретке зер салыңдар. Мұзайлынында коньки кнп тұрған әкесі мен баласы бір-бірі қолдарымен итерсе, бала әкесіне қарағанда едәуір үлкен қашықтыққа сырғанап кетеді. Неліктен?

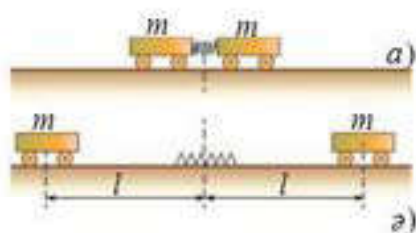
Денелердің бір-біріне әрекет етуі кезіндегі қозғалыс сипатын бақылай отырып, бір денелер қандай да бір уақыт аралығында жылдамдықтарын азырақ, ал екінші біреулері дәл сондай уақыт аралығында көбірек өзгертетінін байқауға болады.

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

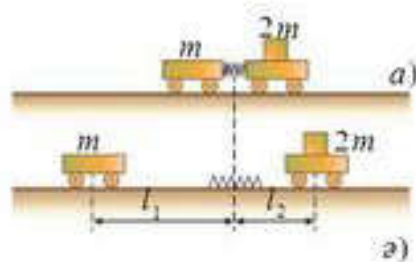
Енді бірінші арбашаның жанына серіппенің екінші жағы түйісіп тұратындай етіп дәл сондай арбашаны орналастырайық. Жіпті қайтадан үзейік. Сонда нені байқаймыз? Серіппе жазылғаннан кейін арбашалар



3.8-сурет



3.9-сурет



3.10-сурет

қарама-қарсы жаққа қарай бірдей қашықтыққа жылжып кетеді (3.9, а, ә-суреттер).

Арбашалар бір-бірімен серіппе арқылы әрекеттескеннен кейін ғана қарама-қарсы жаққа жылжыды. Серіппе мұнда екеуінің арасында дәнекер рөлін атқарды да, оның көмегімен бір арбаша екіншісіне әрекет етті.

Егер оң арбашаға арбашаның массасынан екі есе артық болатын гиртасын қойып, жіпті қайтадан үзіп жіберсек те, арбашалар қарама-қарсы жаққа, бірақ әртүрлі қашықтықтарға жылжиды (3.10, а, ә-суреттер). Жүгі бар арбаша аз жылдамдық алады және бірдей уақыт ішінде аз қашықтыққа жылжиды. Мұны біз арбашалардың массасы әртүрлі болғандығынан деп айта аламыз.

Енді біз 3.7-суреттегі ұлы әкесіне қарағанда нәліктен көбірек қашықтыққа 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 денелердікі түрліше өзгереді: ауырлау дене жеңілдеуіне қарағанда жылдамдығын баяу өзгертеді.

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

Денелердің бұл қасиеті *инерттілік* деп аталады. Сонымен, инерттілеу денелердің массасы көбірек болады, ал жеңілірек денелердің инерттілігі аздау болады, сондықтан 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 эталон — иридий мен платинаның қорытпасынан құйылып жасалған және диаметрі мен биіктігі 39 мм болатын цилиндр. Ол

Франциядағы эталондардың өлшемдер мен салмақтар бюросында сақтаулы (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 жиынтығы* деп атайды (3.12-сурет).

Гірлер жиынтығының 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 жүктер пайдаланылады.

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

Денені пінді таразымен өлшеу процесін қарастырайық. Таразының сол жақтағы табақшасына массасы анықталатын дене салынады, ал оң жақтағы табақшасына таразы тастары (гірлер жиынтығы) салынады. Таразының тепе-теңдік қалпы дене массасының өлшенгенін білдіреді және ол оң табақшадағы гірлердің қосынды массасына тең.



3.11-сурет



3.12-сурет



Пінді



Серіппелі



Электрондық

3.13-сурет

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





3.14-сурет

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

Массалары 10 мг-нан кіші денелерді аналитикалық таразылар көмегімен өлшейді. Алайда алып денелерді және кішкентай бөлшектерді өлшейтін таразылар жоқ. Физиканы әрі қарай оқу барысында Күннің, Жердің массалары, электрон және протон сияқты өте кішкентай бөлшектердің массалары қалай анықталғанын білетін боласыздар.

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

Жарық жылдамдығынан, яғни 300 000 км/с-тан көп кіші жылдамдықпен қозғалатын денелер үшін ғана инертті масса туралы айтудың 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 сипаттайды?
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 анықтауға болады?



- 1 Мектеп таразысы көмегімен кез келген кішірек денелердің массасын анықтаңдар.
- 2 Арбашаның үстіне білеуше қойыңдар да, арбашаны оған байланған жіптің көмегімен тартыңдар. Арбашаны бірінші жолы жіпті шұғыл тартып жылдам қозғалысқа, ал екінші жолы баяу қозғалысқа келтіріңдер. Әр жағдайда не болатынын түсіндіріңдер.

§ 12. Заттың тығыздығы және тығыздықтың өлшем бірліктері

Сендер:

- зат тығыздығы нені көрсететінін білетін боласыздар;
- заттың тығыздығын анықтауды үйренесіздер.



Тірек сөздер:

✓ **зат тығыздығы**

Біз кез келген дененің атомдар мен молекулалардан тұратынын білеміз. Өртүрлі заттардың атомдары мен молекулалары массалары және орналасуымен ерекшеленеді. Атомдар мен молекулалар көбірек әрі тығызырақ орналасқан сайын дене массасы да артады.

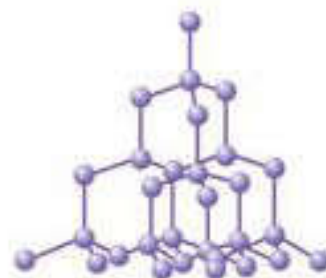
1 кг темір кесегі 1 кг ағаш кесегінен әлдеқайда аз көлем алатыны бәріңе белгілі. Темір және ағаш — әртүрлі заттар. Бұл массалары бірдей, бірақ әртүрлі заттан жасалған денелер түрлі көлем алады дегенді білдіреді. Мұны қалай түсіндіруге болады?

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

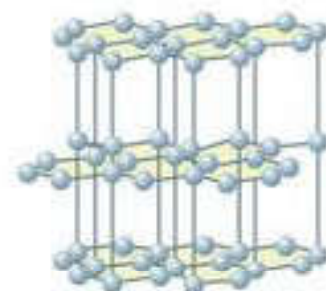
3.15, а-суретке назар аударайық. Мұнда алмаз бен графит атомдарының орналасу реті мен қашықтығы көрсетілген. Бұл екі зат көміртектің бірдей атомдарынан тұрады. Бірақ алмаз атомдары графиттікіне қарағанда ықшам, жақын әрі тығызырақ орналасқан. Сондықтан массалары бірдей болса да, олардың көлемдері әртүрлі 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 денені қарастырайық. Олардың массасын таразы, ал көлемін суы бар мензурка көмегімен анықтайық. 3.15, ә-суреттен көріп отырғанымыздай, бірінші дененің көлемі 2 мл, ал екіншісікі 4 мл.

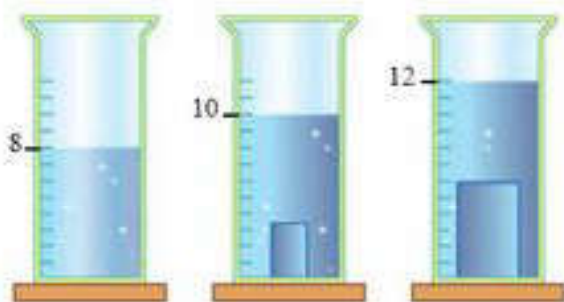


Алмаз атомдарының орналасуы



Графит атомдарының орналасуы

3.15, а-сурет



3.15, ә-сурет

Таразымен өлшеу нәтижесінде екінші дененің массасы бірінші дененікіне карағанда екі есе артық екенін анықтаймыз.

Осы денелердің массасының көлемге қатынастары тең шама:

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

Зат массасының көлеміне қатынасы — тұрақты шама. Сондықтан ол осы затты сипаттайды. Бұл шама заттың **тығыздығы** деп аталып, ρ (ρ_0) 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 қолданған ыңғайлы.



Өзіміз дәлелдейміз!

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

Егер заттың тығыздығы $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ -мен берілсе, онда оны $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ -ға 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 грамға, ал куб метрді куб сантиметрге аударамыз:

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

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

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



Назар аударамыз!

Бір заттың қатты, сұйық және газ тәрізді күйдегі тығыздықтары әртүрлі болады. Мысалы: мұздың тығыздығы $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, судың тығыздығы $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, ал су буының 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 арақашықтығы	Тығыздығы	Тығыздықтардың қатынасы
Сынап	$r_{\text{сынап}} \approx 0,3 \text{ нм}$	$\rho_{\text{сынап}} = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	$\frac{\rho_{\text{сынап}}}{\rho_{\text{ал}}}} = \frac{13,6}{2,8} \approx 5$
Алюминий	$r_{\text{ал}} \approx 0,28 \text{ нм}$	$\rho_{\text{ал}} = 2,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	







$\rho_{\text{сынап}} = 5\rho_{\text{ал}}$! Here? Себебі сынап атомының массасы алюминий атомының массасынан 5 есе артық! $m_{\text{сынап}} = 5m_{\text{ал}}$

Тағы бір мысал.

Зат	Тығыздығы	Тығыздықтардың қатынасы	Атом массаларының қатынасы
Осмий	$\rho_{\text{осмий}} \approx 22,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	$\frac{\rho_{\text{ос}}}{\rho_{\text{в}}}} = \frac{22,6}{9,79} = 2,3$	$m_{\text{ос}} < m_{\text{в}}$
Висмут	$\rho_{\text{висмут}} \approx 9,79 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$		

$\rho_{\text{ос}} = 2,3 \rho_{\text{в}}$! Here? Себебі осмий атомдары висмут атомдарына карағанда бір-біріне жақын, яғни тығыз орналасқан.

$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ -мен өріктелген кейбір заттардың тығыздығы

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

Қорытынды: заттың тығыздығы оның ішкі құрылымын анықтайды.



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



1. Кішірек ағаштан жасалған куб алыңдар. Сызғыштың көмегімен оның бір қырының ұзындығын өлшеңдер және оның көлемін есептеп табыңдар. Тығыздықтар кестесінен ағаштың тығыздығын табыңдар. Таңдап алынған кубтың массасын анықтаңдар.
2. Білеуше алыңдар. Сызғыштың көмегімен білеуше жақтарының биіктігін, ұзындығын және енін өлшеңдер, ал оның массасын таразы көмегімен анықтаңдар. Білеушенің көлемі мен тығыздығын есептеңдер. Білеушенің қандай заттан жасалғанын анықтаңдар.
3. Стақанның ернеуіне дейін құйылған судың, сүттің массасын табыңдар. 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 қуыстары бар ма? Егер бөлшектің қуыстары бар болса, онда оның көлемі неге тең?

Берілгені:

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

$$\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$$

$$V = 250 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{қуыс}} = ?$$

Шешуі. Алдымен шамаларды ХБ жүйесіне аудару қажет. Бірақ біздің жағдайымызда өлшем бірліктерін ХБ жүйесіне аудармай шығарған ыңғайлы. Дененің қуысы бар деп ұйғарайық.

Демек, дененің көлемі қорғасын мен қуыс көлемдерінің қосындысына тең:

$$V = V_{\text{қуыс}} + V_{\text{қорғ.}}$$

Қорғасынның көлемі $V_{\text{қорғ.}} = \frac{m}{\rho}$. Онда $V_{\text{қуыс}} = V - \frac{m}{\rho}$.

Енді физикалық шамалардың сан мәндерін қойып, есептеулер жүргіземіз. Егер қуыс көлемі нөлге тең болса, онда дененің қуыстары жоқ дегенді білдіреді:

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

Жауабы : дененің қуыстары бар. $V_{\text{қуыс}} = 50 \text{ см}^3$.

2-есеп. Ернеуіне дейін су толтырылған шыны түтіктің массасы 50 г. Оның ішіне массасы 12 г болатын металл кесегі салынды. Түтікшеге 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 қажет. Бірақ біздің жағдайымызда өлшеу бірліктерін ХБ жүйесіне аудармай шығару ыңғайлы. Металдан жасалған дененің қандай заттан жасалғанын анықтау үшін оның тығыздығын табу керек. Металдың тығыздығы

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

Металдың массасы бізге белгілі, енді оның көлемін табуымыз керек. Есепте түтікшенің ернеуіне дейін сумен толтырылғаны айтылған. Түтікшеге 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 бөлігі төгіліп қалды 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 көлемні н бұл мәнін (1) формулаға қойып, 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 қойсақ,

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

Тығыздықтар кестесін пайдаланып, бұл металдың темір екенін анықтаймыз.

Жауабы : темір.

3-есеп. Массасы 420 г болатын қалайы мен қорғасын құймасының тығыздығы $9,6 \text{ г/см}^3$. Құймадағы қалайы мен қорғасынның массаларын анықтаңдар.

Берілгені:
 $m = 420 \text{ г}$
 $\rho_{\text{қл}} = 7,3 \text{ г/см}^3$
 $\rho_{\text{к}} = 11,3 \text{ г/см}^3$
 $\rho = 9,6 \text{ г/см}^3$

$m_{\text{қл}} = ?$ $m_{\text{к}} = ?$

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

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

ал қалайы мен қорғасын құймасының бірге алғандағы массасы қалайы мен қорғасынның жеке массаларының қосындысына тең:

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

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

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

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

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

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

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



1 312 г болат білеушенің көлемін анықтаңдар.

2 Көлемі 25 см^3 қорғасын цилиндрдің массасы қандай?

3 125 л белгісіз сұйықтың массасы 100 кг. Бұл қандай сұйық?

4 Сынап толтырылған ыдыстың массасы 34 кг. Ыдыстың көлемі қандай?

5 Болат табақтың өлшемдері $1,5 \cdot 0,54 \cdot 0,75 \text{ м}$. Оның массасы қандай?

6 Шелектерді мырышпен өңдеу кезінде олардың ішкі және сыртқы жақтарын қалыңдығы 100 мкм мырыш қабатымен жабады. Егер өңдеуге 1278 г мырыш жұмсалса, қанша шелек өңделген? Шелектің барлық бетінің ауданы 600 см^2 .

7 Кварц кесегінде кішкене саф алтын бар. Кесектің массасы 100 г, ал орташа тығыздығы 8 г/см^3 . Кварц кесегіндегі алтынның массасын анықтаңдар. Кварцтың тығыздығы $2,65 \text{ г/см}^3$.



3-зертханалық жұмыс

СҰЙЫҚТЫҢ ЖӘНЕ ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: иінді таразы және өлшеуіш цилиндр (мензурка) көмегімен зат 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. Әртүрлі қатты денелердің тығыздығын анықтау.

Жұмыс барысы:

1. Тепе-теңдік 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 өлшеңдер.
5. Жіптің көмегімен денені суға батырып, V_2 сұйық көлемін өлшеңдер.
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. Зат тығыздықтары бойынша салыстырмалы талдау жасаңдар.

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

2-тапсырма. Сұйықтың тығыздығын анықтау.

Жұмыс барысы:

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

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

§ 13. Күш



Сендер



Тірек сөздер:

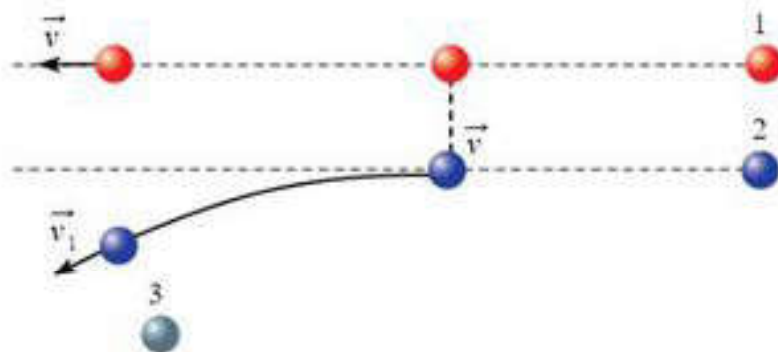
- ✓ күш
- ✓ күш бірлігі — ньютон

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

Инерция құбылысын қарастыра отырып, дене өзінің жылдамдығын тек басқа денелердің әрекетінен өзгертетініне көз жеткіздік. Басқа дененің ықпалы артқан сайын бұл өзгеріс те көп болады. Сондықтан физикада денелердің бір-біріне әрекетінің шамасын сипаттайтын физикалық шаманы енгізу қажеттігі туындады. Бұл шаманы **күш** деп атайды.

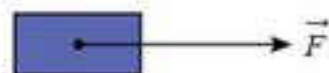
Тәжірибе жүргізейік. Массалары бірдей кішкене үш шар алайық. 1-шар мыстан, 2-шар болаттан жасалған, ал 3-шар магнитті болсын. Магнит шарды тегіс горизонталь үстел үстіне орналастырайық. Мыс шар мен болат шар бірқалыпты және түзу сызықты \vec{v} жылдамдықпен қозғалсын (3.16-сурет).

Егер магнитті шар болмаса, онда болат шар пунктирмен белгіленген траектория бойымен қозғалар еді. Болат шар магнитті шарға жақындаған сайын траекториясын және қозғалыс жылдамдығын қандай да бір v_1 шамасына арттыратынын байқаймыз. Мұны оған магнитті шар тарапынан 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 өзіне күштірек тартып, оның жылдамдығы, мысалы, v_2 мәніне дейін (бірінші тәжірибедегі дәл сондай уақыт аралығында) артатын болады.



3.17-сурет

Демек, дененің басқа денелермен өзара әрекеттесуі дене жылдамдығының өзгеруіне әкеледі.

Сонымен, күш — денелердің өзара әрекеттесуінің өлшемі.

Оны \vec{F} әрпімен белгілейді. Күш — векторлық шама, өйткені ол сандық мәнімен қатар өзінің әрекет ету бағытымен де сипатталады. Күшті *динамометр* деп аталатын құралмен өлшейді. Бұл құралдың құрылысы мен жұмыс істеу принципі § 15-та қарастырамыз.

Өлшем бірліктердің Халықаралық жүйесінде күштің бірлігі ретінде **ньютон (Н)** қабылданған. Бұл өлшем бірлігі ағылшынның ұлы физигі Исаак Ньютонның құрметіне ньютон деп аталған. Ньютоннан кіші және үлкен өлшем бірліктері де қолданылады: **миллиньютон (мН), килоньютон (кН), меганьютон (МН)** және т.б.

Күшті нұсқамамен көрсетеді, оның басы күштің түсірілу нүктесі, ал ұшы күштің әрекет ету бағытын сипаттайды (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 қарағанда қиынырақ екенін жақсы білесіңдер. Сонымен қатар күштің әрекеті оның түскен нүктесіне, әрекет ету уақытына және ол әрекет ететін ауданға да байланысты болады.

Жоғарыда келтірілген күштің анықтамасы бұл ұғымды жеткілікті түрде аша алмайды. Жоғары сыныптарда бұл ұғымды зерделеуге қайтадан оралатын боламыз.



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

§ 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 дене де деформацияланады. Мысалы, екі допты бір-біріне түйістіріп қыссақ, онда олардың біреуі ғана емес, екеуі де деформацияланады (3.18-сурет). Эспандерді созғанда эспандер ғана емес, адам қолының бұлшық еттері де деформацияланады (3.19-сурет).

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



3.20-сурет

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

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

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

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

Білесіңдер ме?

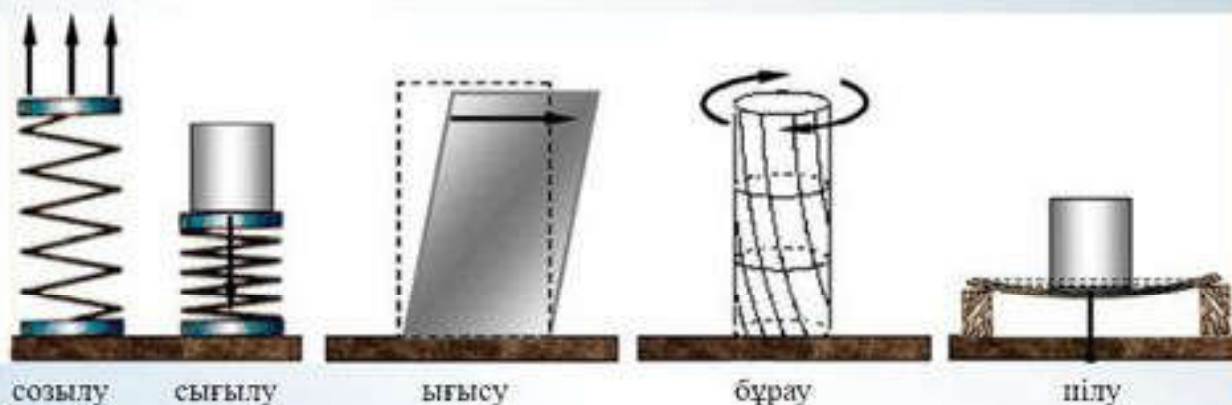
-196°C -қа дейін суытылған ермексаз балғамен ұсақ шегелерді қағуға болады екен, ал үй температурасындағы ермексазбен, әрине, мұны істей алмаймыз.

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

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

Мектептегі физика курсына, негізінен, серпімді деформацияны қарастырамыз.

Серпімді деформацияның түрлері





✓ Сыртқы күштердің әрекетінен резеңке бау, ауа шары, болат серіппе, қорғасынның жалпақ тілігі, сазбалшық кесегі қандай деформацияға ұшырайды?

✓ Деформацияның сипаты түсірілген күштің шамасына, оның әрекет ету уақытына, зат материалының табиғатына байланыстылығын дәлелдейтін мысалдар келтіріңдер.

✓ Күнделікті өмірде созылу, сығылу, иілу, ығысу деформацияларын қай жерден көргендерің туралы ойланып көріңдер.



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



3.21-суретте деформацияның қандай түрлері көрсетілген?



3.21-сурет

§ 15. Серпімділік күші. Гук заңы

Сендер

- серпімділік күші деп қандай күшті айтатынын білетін боласыңдар;
- Гук заңының формуласы бойынша серпімділік күшін есептеуді үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

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

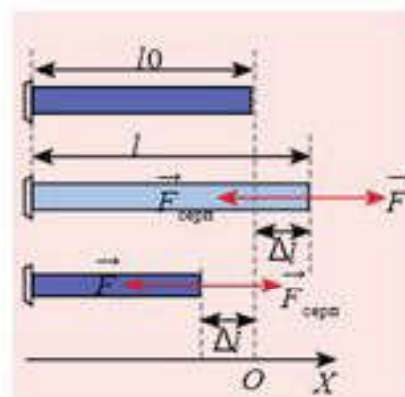
Сендер енді күштің әрекеті тоқтағаннан кейін дененің бастапқы пішіні мен өлшемдері қалпына келсе, онда серпімді деформация жүзеге асатынын білесіңдер. Дененің деформациялануы нәтижесінде оны бастапқы күйіне қайтаруға бағытталған күш пайда болады. Бұл күшті $\vec{F}_{\text{серп}}$ серпімділік күші деп атайды. Дене деформацияланған кездегі барлық жағдайда серпімділік күші пайда болады. Сонымен, серпімділік күшінің ерекшелігіне оның әрқашан деформацияға карама-карсы жаққа бағытталуы жатады. Келесі тәжірибені жасайық. Деформацияланбаған күйдегі ұзындығы l_0 серіппелі өзекке қайсыбір \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 арттырсак, өзек $2\Delta l$ шамасына ұзарады. Тәжірибені жалғастыра отырып, серпімділік күші дененің деформациясына (ұзаруына) тура 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 туындайтын серпімділік күші дененің ұзаруына тура пропорционал болатынын тағайындады:



Роберт Гук
(1635—1703)

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



3.22-сурет

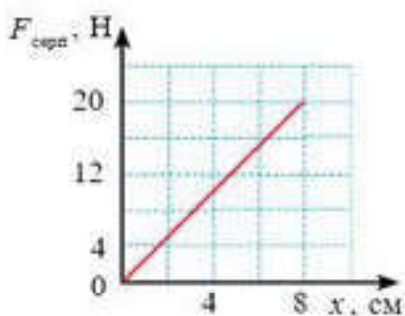
$$F_{\text{серп}} = -k\Delta l. \quad (15.1)$$

Бұл теңдеу Гук заңын өрнектейді.

Дененің Δl ұзаруын, әдетте, x әрпімен белгілейді, сондықтан серпімділік күшінің модулі былай жазылады:

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

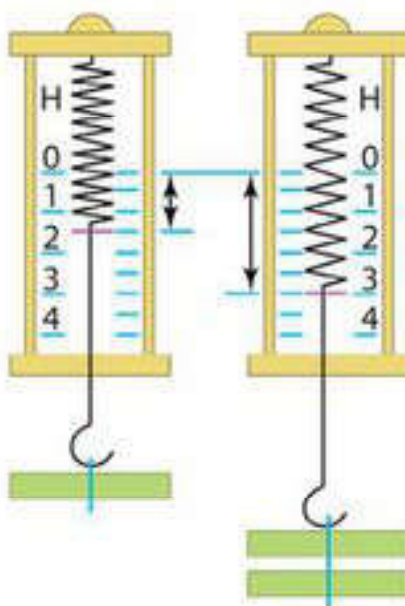
(15.1) және (15.2) формулалардағы k коэффициенті **қатаңдық** деп аталады. Ол дененің серпімділік қасиетін сипаттайды және дене жасалған материалдың пішіні мен өлшемдеріне байланысты болады. Қатаңдықтың өлшем бірлігі $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Әртүрлі материалдың серпімділігі түрліше болғандықтан, Гук заңын барлық материалдарға қолдануға болмайды. Бұл заң серпімді денелер үшін және деформация шамасы аз болғанда орындалады.



3.23-сурет

Роберт Гук эксперимент нәтижелерін ескеріп, серпімділік күшінің ұзару шамасына тәуелділігін құрды (3.23-сурет). Графиктен бұл тәуелділіктің сызықты екені байқалады. Серпімділік күшінің деформацияға сызықтық тәуелділігін пайдаланып күшті өлшеуге арналған құрал жасауға болады.

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



3.24-сурет

Мектеп динамометрінің әрекет ету принципін қарастырайық (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 орнына 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 заңына сәйкес

серіппенің серпімділік күші де сонша есе артады.

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



3.25-сурет



3.26 -сурет



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



Физика кабинетінде әрқайсысының массасы 100 г болатын жүктер жиынтығы, ағаш тақтайшаға бекітілген серіппелер бар. Осы құралды градуирлендер. Ол үшін динамометр корпусына ақ қағаз жапсырып, оған серіппе созылмай тұрғандағы серіппе тілінің көрсетуін белгілеңдер. 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 салыстырыңдар.

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, серпімділік күшін тудырады. Ал ол ауырлық күшін теңестіреді: $kx_1 = m_1g$.

Екінші жүк ілінгеннен кейінгі тепе-теңдік $kx_2 = (m_1 + m_2)g$,

Екінші теңдеуді 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 қойсақ, $x_2 = 11 \text{ см}$.

Жауабы : $x_2 = 11 \text{ см}$.



1 Графикті пайдаланып серіппенің қатаңдығын анықтаңдар (3.28-сурет).

2 Қатаңдығы 1 кН/м серіппе қандай күштің әрекетінен 4 см сығылады?

3 3 Н күштің әрекетінен 6 см-ге созылған серіппенің қатаңдығын табыңдар.

4 Егер массасы 10 кг жүк серіппені 10 см-ге созса, онда серіппенің қатаңдығы қандай болғаны?

5 Қатаңдығы 1,2 кН/м серіппені 20 см-ге созу үшін оған қандай жүк ілу керек?

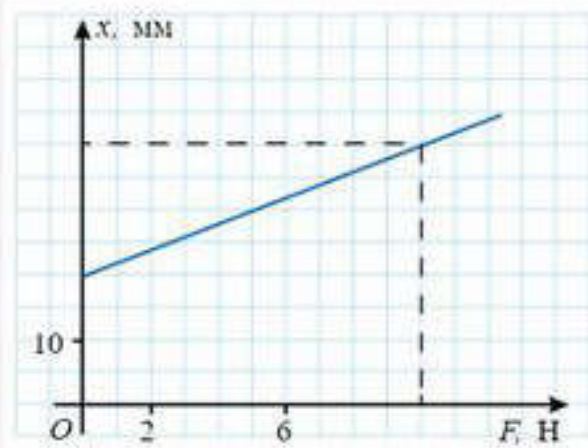
6 Массасы 3 кг жүк серіппені 4 см-ге созады. Серіппені тағы да 8 см-ге созатын жүктің массасы қандай болуы тиіс?

7 Серіппелі динамометр көмегімен массасы $m = 2 \text{ кг}$ жүкті бірқалыпты көтергендегі динамометр серіппесінің ұзару модулі неге тең? Серіппенің қатаңдығы $k = 1000 \text{ Н/м}$.

8 Қатаңдығы 300 Н/м серіппе 50 мм-ге ұзарды. 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 ұзаруы қандай болады?

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



3.28-сурет



4-зертханалық жұмыс

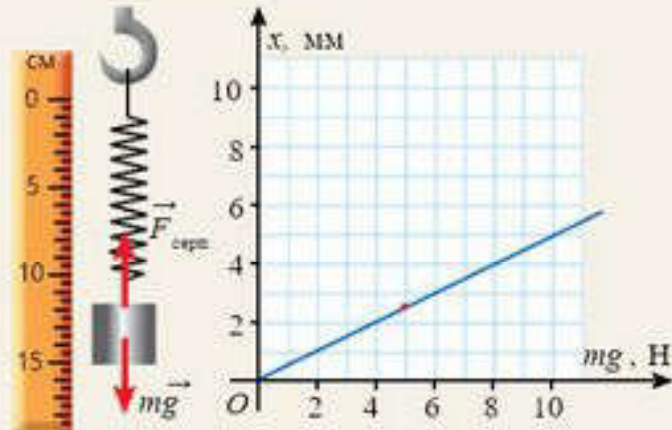
СЕРІПНІҢ ҚАТАҢДЫҒЫН АНЫҚТАУ

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

Құрал-жабдықтар: 1) әрқайсысы 100 г болатын жүктер жиынтығы;
2) миллиметрлік бөліктері бар сызғыш;
3) муфтасы және табаны бар штатив;
4) серіппе.

Жұмыс барысы:

1. Штативке серіппенің бір жағын бекітіңдер. Серіппенің екінші жағында тілі мен ілгегі бар (3.29-сурет).
2. Серіппемен қатарластырып немесе оның артына миллиметрлік бөліктері бар сызғыш қойып бекітіңдер.
3. Серіппенің тіліне тұстас келетін етіп сызғышқа белгі қойыңдар және оған сәйкес мәнді жазып алыңдар.
4. Серіппеге массасы белгілі жүк іліңдер және серіппенің ұзаруын өлшеңдер.
5. Біріншіге екінші, үшінші және т.с.с. жүктерді қосып, әр жолы серіппенің x ұзаруын жазып отырыңдар. Өлшеулер нәтижесі бойынша кестені толтырыңдар.



3.29-сурет

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

6. x және F осьтерін сызыңдар. Оған эксперимент нәтижесінде алынған нүктелерді салыңдар.
7. Берілген серіппе үшін Гук заңының дұрыстығын бағалаңдар: тәжірибе нәтижесінде алынған нүктелер бір түзудің бойында жата ма?
8. Өлшеулер нәтижесі бойынша серпімділік күшінің ұзаруға тәуелділік графигін салыңдар және оны пайдаланып серіппе қатаңдығының $k_{\text{орт}}$ орташа мәнін анықтаңдар. **Ескерту:** тәжірибе нәтижелері бойынша графикті тұрғызғанда эксперименттік нүктелер $F_{\text{серп}} = kx$ формуласына сәйкес келетін түзудің бойында жатпауы мүмкін. Бұл өлшеуден туындайтын қателікке байланысты болады. Бұл жағдайда графикті түзудің екі жағындағы нүктелердің саны шамамен бірдей болатындай етіп жүргізу керек. Графикті тұрғызғаннан кейін түзудің бойынан, графиктің ортаңғы бөлігінен нүкте алыңдар. Нүктеге сәйкес келетін серпімділік күшінің мәні мен ұзаруды анықтаңдар. k қатаңдықты есептеңдер. Ол серіппе қатаңдығының ізделінді $k_{\text{орт}}$ орташа мәні болады.
9. Өлшеудің ең үлкен абсолют қателігін $\Delta k = \frac{a-b}{2n}$ формуласы бойынша есептеңдер. 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 қорытынды жасаңдар.

§ 16. Тартылыс құбылысы. Ауырлық күші



Тірек сөздер:

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



Исаак Ньютон
(1643—1727)

Ағылшын физигі, математигі, механигі, астрономы, классикалық физиканың негізін қалаушы. Ньютон өзінің "Табиғи философияның математикалық бастамалары" атты еңбегінде Бүкіләлемдік тартылыс заңын және механиканың үш заңын тұжырымдады, аспан денелері қозғалысының теориясын жасап, аспан механикасының негізін құрды.

Сендер

- қандай күшті ауырлық күші деп айтатынын білетін боласыңдар;
- Бүкіләлемдік тартылыс заңымен танысасыңдар.

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. Мұндай 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 тура 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 тұрақты. 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 керісінше болады. Массалары кішірек дене-

лер өзіне баска денелерді әлсіз тартқандықтан, ол күш байқалмайды. Денелердің арасындағы тартылыс күші олардың арақашықтығы артқан сайын азая бастайды.

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

Білесіңдер ме?

Жер мен Айдың өзара тартылысы судың тасуы мен қайтуын тудырады. Мұхиттар мен теңіздерде 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 (\vec{F}_g) деп атайды. Ол әрқашан Жер центріне қарай вертикаль төмен бағытталған.

Көптеген тәжірибелер ауырлық күшінің дене массасына тура пропорционалдығын анықтады. Мысалы, егер динамометр ілгегіне кезекпен m , $2m$, $3m$ денелерді іліп, оның көрсетуін белгілеп отырса, 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 анықтауға арналған формуланы

$$F_g = mg$$

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

Еркін түсу үдеуі биіктікке қатысты азаяды және тұрған орынның географиялық ендігіне тәуелді. Практикалық есептеулер жүргізгенде бұл шаманың орташа $9,8 \text{ Н/кг}$ -ға тең мәні алынады.

Жердегі еркін түсу үдеуінің кейбір мәндері:

1. Солтүстік полюсте $g = 9,832 \text{ Н/кг}$.
2. Экваторда $g = 9,780 \text{ Н/кг}$.
3. 45° ендікте $g = 9,806 \text{ Н/кг}$.
4. Теңіз деңгейінде $g = 9,8066 \text{ Н/кг}$.
5. Хан Тәңірі шыңында $g = 9,78 \text{ Н/кг}$.



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

Күн жүйесі планеталарындағы еркін түсу үдеуінің мәндері:

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



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



- Кішкене шар алып, оны жіпке іліндер. Жіптің көмегімен шарды көтеріңдер. Шар тербелісін тоқтатқаннан кейін оны бос қоя беріңдер. Шардың құлауын бақылаңдар. Мына сұрақтарға жауап беріңдер:
- Неліктен шар жіпті 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 сәре 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 шәйнекке 3 л су құйылды. Шәйнектегі су қайнап, оның бір бөлігі буланып кетті. Егер қалған суымен шәйнекке әрекет ететін ауырлық күші 34,3 Н болса, онда буланып кеткен судың массасы қандай?

§ 17. Дененің салмағы

Сендер

- салмақ пен ауырлық күші ұғымдары арасындағы айырмашылықты білетін боласыңдар;
- дененің қандай күйі салмақсыздық деп аталатынын түсіндіре алатын боласыңдар.



Тірек сөздер:

- ✓ дененің салмағы
- ✓ тіректің реакция күші
- ✓ салмақсыздық

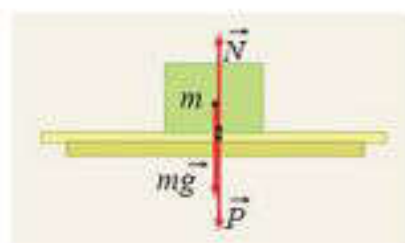
Күнделікті өмірде “дененің салмағы” ұғымы жиі пайдаланылады. Физикада бұл ұғым нені білдіреді?

Горизонталь тіректе орналасқан дене тірекпен өзара әрекеттеседі. Бұл әрекеттесуден модулі бойынша тең және қарама-қарсы 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 дене тарапынан жіпке, ал екіншісі жіп тарапынан денеге әрекет етеді (3.31-сурет).

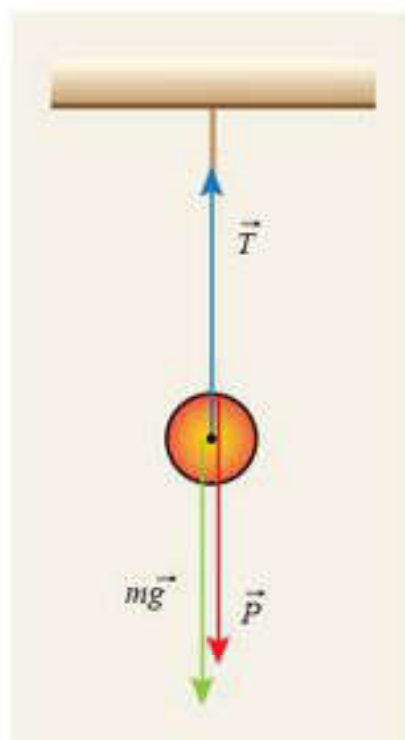
Жердің өзіне тартуы салдарынан дененің горизонталь тірекке немесе вертикаль аспаға түсіретін күшін дененің *салмағы* деп атайды. Дененің салмағын \vec{P} әрпімен белгілеу қабылданған. Кез келген басқа күш сияқты салмақта ньютонмен (Н) өлшенеді.

Тіректің денеге әрекет ететін серпімділік күшін *тіректің реакция күші* деп атайды. Тіректің реакция күшін \vec{N} әрпімен белгілеу қабылданған. Тіректің реакция күші де ньютонмен (Н) өлшенеді.

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



3.30-сурет



3.31-сурет

деп атайды. Жіптің керілу күшін \vec{T} әрпімен белгілейді. Ол да ньютонмен (Н) өлшенеді.

Мұндай өзара әрекеттесу кезінде денелерде не байқалуы мүмкін?

Тіректе орналасқан дене Жерге тартылуы салдарынан өзі орналасқан тіректі деформациялайды. 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 туындайтындықтан, олардың табиғатын электрмагниттік деп айта аламыз.

Дене горизонталь тірек үстінде тыныштық калпын сақтаған 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 әрқашан денеге әрекет етеді. Салмақ тірекке немесе аспаға түсіріледі, яғни дененің \vec{P} салмағы тірекке немесе аспаға әрекет етеді.

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

Егер дене ауырлық күшінің әрекет ету бағытында тірекпен қоса бірқалыпсыз қозғалса, салмақ пен ауырлық күшінің арасындағы арақатынас өзгереді. Бұл жағдайда дененің салмағы ауырлық күшінен көп 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 центрофуга деп аталатын арнайы жаттықтырғыштарда дайындалады. Оның көмегімен ғарыш кемесінің Жер бетінен көтерілуі кезінде пайда болатын және одан да артық асқын салмақ туғызылады. Жаттыққан адам өз салмағының 5—7 есе артуына дейін шыдай алады.

Жерге қонуға бет алған ғарыш кемесінің тежелуі кезінде ғарышкерлердің салмағы азаяды. Адамдар, мысалы, лифтімен көтеріле бастаған сәтте асқын салмақты сезінсе, ал лифтімен төмен түсе бастаған сәтте немесе автомобильмен дөңес көпірдің ортаңғы бөлігінен өткенде салмақ азаяды.

Денелердің еркін түсуінің ерекше маңызы бар. Дененің 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 қысқа уақыт аралығында болса да суға секіру мұнарасынан секірген жүзгіш, ұшақтан секіргеннен кейінгі мезетте парашютші, трамплиннен секірген спортшы салмақсыздық күйін сезіне алады.



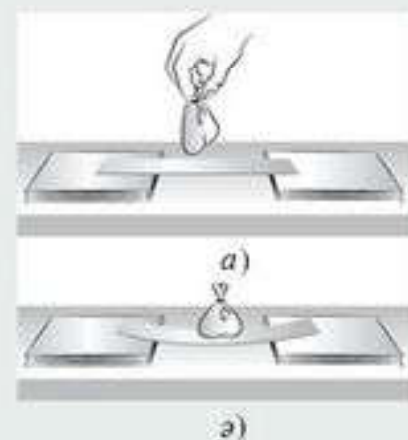
1. Дененің салмағы дегеніміз не?
2. "Дененің салмағы" және "ауырлық күші" ұғымдарының арасындағы айырмашылық неде?
3. Ауырлық күші дененің салмағына тең болуы мүмкін бе?
4. Тіректің реакция күші деп қандай күшті айтады?
5. Тіректің реакция күші, жіптің керілу күші және дененің салмағы қалай пайда болады?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



Қатырма қағаз және сусымалы заты (құм, тұз, жарма және т.б.) бар кішкене дорбаша алыңдар.

Қатырма қағазды, 3.32, а-суретте көрсетілгендей, екі тіреуіштің үстіне қойыңдар. Қатырма қағаздың ортасына дорбашаны орналастырыңдар. Қатырма қағаз бен дорбаша пішінінің өзгеруіне назар аударыңдар (3.32, ә-сурет). Мына сұрақтарға жауап беріңдер:

- 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 суға 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 тіректі қысып басатын күші оған әрекет ететін ауырлық күшіне тең, өйткені шелек ернеуіне дейін суға толтырылған. Ол тегіс жерге орналасқан деп есептейміз. Ауырлық күші шелектің өзіне $F_{a1} = m_1g$ және шелекке құйылған суға әрекет ететін $F_{a2} = m_2g = \rho_2 V_2 g$ ауырлық күштерінің қосындысына тең: $F_a = m_1g + \rho_2 V_2 g$.

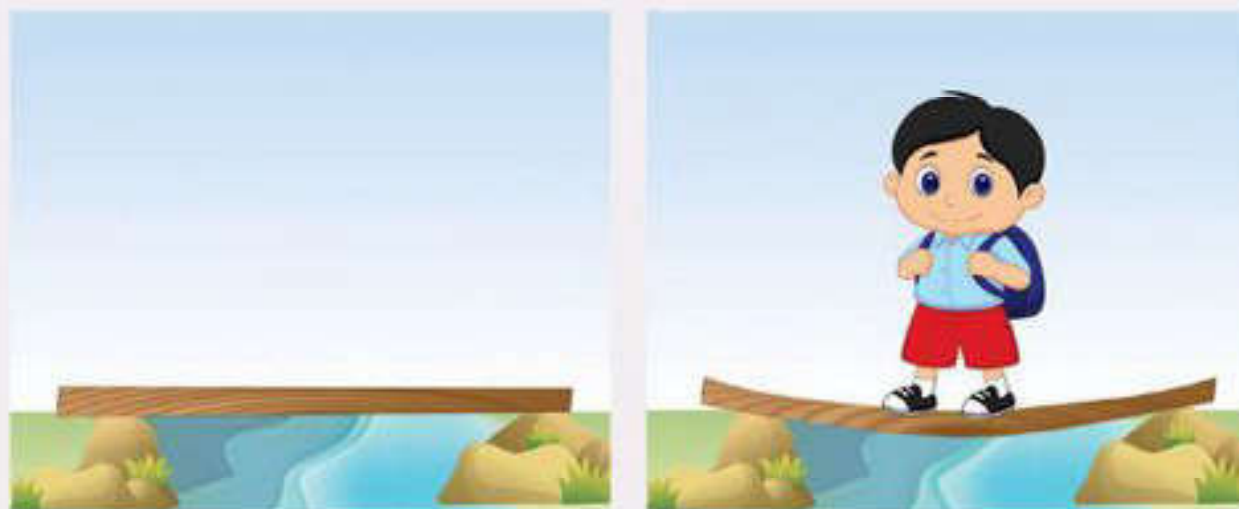
Сан мәндерін қояйық:

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

Жауабы : $P = 122,5 \text{ Н}$.



Бұлақ арқылы өту үшін жеңіл әрі берік тақтай тасталған (3.33-сурет). Егер оның үстіне 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 боласыңдар;
- үйкеліс күшінің пайдасы мен зиянына мысалдар келтіруді үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

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

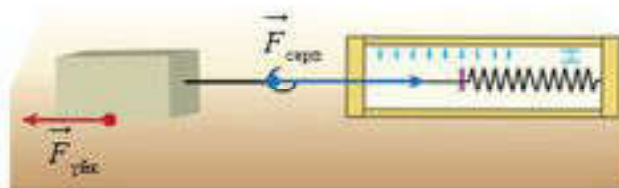
Үйкеліс күші дегеніміз не екенін түсіну үшін бірнеше тәжірибе қарастырып көрейік.

1-тәжірибе. Горизонталь орналасқан ағаш үстел үстіне ағаш білеуше қойып, оған динамометр бекітеміз. Динамометрге күш түсіріп тартайық. Динамометр көрсеткіші білеушеге \vec{F} күш түсірілгенін көрсетеді және бұл көрсеткіш те түсірілген күш артқан сайын арта бастайды. \vec{F} күшінің артуына карамастан, білеуше қайсыбір уақыт бойы тыныштықта қалады. Демек, білеуше мен үстел арасында динамометр тарапынан әрекет ететін \vec{F} күшке карама-қарсы бағытталған қандай да бір күш пайда болады деп ұйғаруға 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} тұрақты 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 карама-қарсы бағытталған (3.34-сурет), өйткені бірқалыпты қозғалыс теңәрекетті күш нөлге тең жағдайында мүмкін болады.

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

Бір дене екінші дененің бетімен қозғалған кезде пайда болатын және дененің қозғалыс бағытына карама-қарсы бағытталған күшті **сырғанау үйкеліс күші** деп атайды.



3.34-сурет



а)

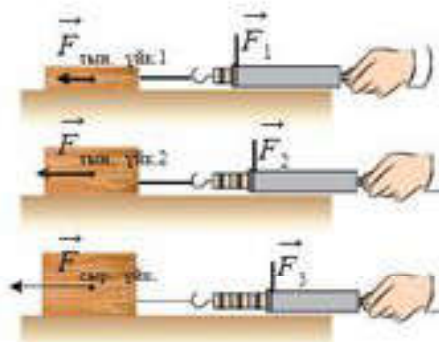


б)

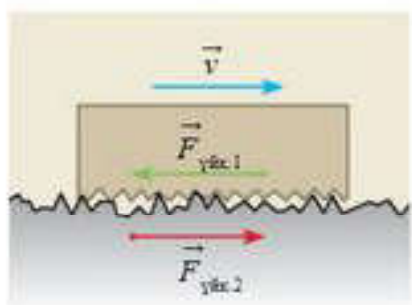
3.35 -сурет



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, б-сурет).

Эксперимент цилиндрді сырғанатуға қарағанда домалатуға азырақ күш түсіретінін көрсетеді. Себебі жанасатын беттер арасындағы кедергі (кедір-бұдыр) азаяды. Денелердің домалауы кезінде пайда болатын үйкеліс күшін **домалау үйкеліс күші** деп атайды.

Бұл тәжірибелерден үйкелістің үш түрі бар екенін анықтадық: *тыныштық үйкелісі, сырғанау үйкелісі, домалау үйкелісі.*

4-тәжірибе. Тәжірибемізді жалғастырайық және үйкеліс күшінің қандай шамаларға тәуелді екенін анықтайық. Ағаш білеушені үстел үстіне аудандары әртүрлі жақтарымен қойып (3.36-сурет), динамометрдің көмегімен бірқалыпты және тұзусызықты қозғалтайық (3.37-сурет). Бұл кезде біз үйкеліс күшінің өзгермей қалатынын, яғни үйкеліс күші жанасатын беттердің аудандарына тәуелсіз екенін байқаймыз.

Егер жанасатын беттер жақсы өңделген болса, онда үйкеліс күші кемиді, 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 сырғанағандағы үйкеліс күші ағаш бетімен сырғанауы кезіндегіге қарағанда аз болатынын көрсетеді.

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

Дененің өзі жанасатын бетке перпендикуляр бағытта әрекет ететін күшін *нормаль қысым күші* деп атайды. Оны \vec{N} әрпімен белгілейді. Дене горизонталь бетпен қозғалғанда, біздің тәжірибедегі білеуше сияқты, нормаль қысым күшінің мәні дененің P салмағына тең болады.

Майланбаған қатты денелер беттері арасында **құрғақ үйкеліс** пайда болады.

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

Құрғақ үйкеліс заңдары

1. Максимал тыныштық үйкеліс күші сырғанау үйкеліс күшіне тең.
2. Үйкеліс күші жанасатын беттердің ауданына тәуелді емес.
3. Сырғанау үйкеліс күші нормаль қысым күшіне тура пропорционал :

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

мұндағы μ — сырғанау үйкеліс коэффициенті деп аталатын пропорционалдық коэффициент. Сырғанау үйкеліс коэффициенті жанасатын беттер материалының тегіне, олардың өңделу сапасына және т.б. байланысты болады. (18.1) формула Кулон—Амонтон заңы деп аталады.

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

Үйкеліс пайдалы болғанда оны арттыруға тырысады. Үйкеліс болмаса, адамдар да, мәшинелер да жер бетімен қозғала алмаған болар еді. Жалтыр мұз бетіне карағанда асфальтпен жүру әлдеқайда жеңіл екенін өздерің де білесіңдер. Сондықтан көктайғакта жолдарға құм төселеді; адамдар бұдырлы аяқкіімдер киеді; мәшинелерде бұртабанды донғалақтар қолданылады; үйкеліс коэффициенті жоғары, мысалы, резеңкеден жасалған материалдар пайдаланылады.

Табиғатта сұйық пен газдың жанасатын қабаттары арасында туындайтын сұйық үйкеліс те бар. Қатты денелердің сұйықтарда және газдардағы қозғалысы кезінде туындайтын кедергі күші де сұйық үйкеліс күшіне жатады. Сұйық үйкеліс құрғақ үйкеліске қарағанда едәуір аз болады. И. Ньютон тұжырымдаған сұйық үйкеліс заңдары күрделірек, физиканы әрі қарай оқу барысында ол туралы да білетін боласыңдар.



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) денелерді қыздырса; б) жанасатын беттерді өңдесе, үйкеліс күші қалай өзгереді?
8. Үйкеліс күшінің пайдалы және зиянды жақтарына мысал келтіріңдер.
9. Неліктен үйкелісетін беттерді майлайды?



Жүгі бар ағаш білеушенің а) үстел бетімен; ә) тегіс қағаз бетімен; б) егеуқұм қағазының бетімен сырғанау үйкеліс күшін өлшеңдер. Ол үшін жүгі бар білеушені динамометрдің көмегімен бірқалыпты жылжытыңдар. Сырғанау үйкеліс күшін өлшеу нәтижелерін дәптерлеріңе жазыңдар. 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 Жүгі 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?

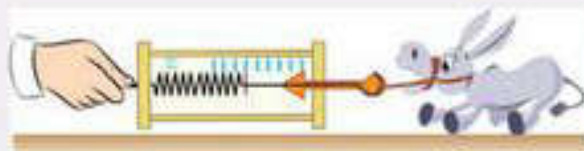
3 Неліктен шананы жермен сүйрегенге қарағанда қар бетімен сүйреу жеңілірек?

4 Егер дене мен горизонталь жазықтық 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 жазықтық арасындағы үйкеліс коэффициенті неге тең?

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



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



5-зертханалық жұмыс

СЫРҒАНАУ ҮЙКЕЛІС КҮШІН 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: білеуше, жүктер жиынтығы, динамометр, ағаш сызғыш.

Жүгі бар білеушені горизонталь жазықтық бойымен бірқалыпты тарту үшін қажет күшті динамометр көмегімен өлшейді. Бұл күш модулі бойынша білеушеге әрекет ететін $F_{\text{үйк}}$ 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, $F_{\text{үйк}}$ -тің P -ға тәуелділігінің графигін тұрғызу және үйкеліс коэффициентінің орташа мәнін анықтау керек: $\alpha = F_{\text{үйк}} / P$.

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 сызғыштың үстіне орналастырыңдар. Білеушенің үстіне жүк қойыңдар.
2. Білеушеге динамометрді бекітіп, оны сызғыш бойымен мүмкіндігінше бірқалыпты болатындай етіп тартыңдар. Бұл кездегі динамометр көрсетуін өлшеңдер.
3. Білеуше мен жүкті өлшеңдер.
4. Бірінші жүкке екінші, үшінші жүктерді қосыңдар. Әр жолы білеуше мен жүктерді және үйкеліс күшін өлшеңдер.
5. Өлшеулер нәтижесі бойынша кестені толтырыңдар.

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

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



§ 19. Бір түзудің бойымен әрекет ететін күштерді қосу



Тірек сөздер:

- ✓ теңәрекет күші
- ✓ теңәрекетті күштің модулі

Сендер

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

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

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

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



а)



б)

3.39-сурет

Күштерді қосудың қарапайым жағдайларын қарастырайық. Мұндай жағдайға денеге түсірілетін күштердің бір түзудің бойымен бағытталуы жатады.

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

Бұл жағдайда \vec{F} теңәрекет күшінің модулін 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 теңәрекет күшінің модулі барлық әрекет етуші күштер модульдерінің қосындысына тең болады. Теңәрекет күшінің бағыты әрекет етуші күштердің бағытымен сәйкес келеді.



3.40-сурет

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



3.41-сурет

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

$\vec{F}_{\gamma\text{yk}}$ доңғалақтардың жолмен үйкеліс күші және \vec{F}_{xed} ауаның кедергі күші. Егер автомобиль бірқалыпты қозғалса, онда \vec{F} теңәрекет күшінің модулі нөлге тең:

$$F = F_\tau - F_{\gamma\text{yk}} - F_{\text{xed}} = 0.$$

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

Жоғарыдағы мысалда қозғалтқыштың тарту күші \vec{F}_τ доңғалақтардың жолмен үйкеліс күші $\vec{F}_{\gamma\text{yk}}$ пен ауаның \vec{F}_{xed} кедергі күшінен артық болса, онда F теңәрекет күшінің модулі осы күштердің модульдерінің айырымына тең:

$$F = F_\tau - F_{\gamma\text{yk}} - F_{\text{xed}}.$$

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



1. Теңәрекет 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 теңәрекетті күші неге тең?
5. Массасы 500 г денеге бір бағытта 15 Н және 25 Н күштер әрекет етсе, дене қозғалысында не байқалады?

Есеп шығару үлгілері



3.42-сурет

1-есеп. 3.42-суретте динамометрге ілінген жүкке $F_1 = 8,5$ Н күш әрекет етеді. Егер жүкке вертикаль төмен қарай бағытталған, бірақ одан екі есе кіші жүк ілсек, динамометр көрсеткіші қалай 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, теңәрекет 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 итереді, ал екінші бала жіппен оны 15 Н күш түсіріп тартады. Бұл күштер горизонталь бағытталған деп есептеп, олардың теңәрекет күшін табындар және бұл күштерді сызба түрінде кескіндендер.

Шешуі. Модулі бойынша $F_1 > F_2$, сондықтан сызбадағы бұл күштің нұсқамасы екіншісінікінен ұзынырақ. Балалардың түсірген күштері бір бағытта әрекет ететіндіктен, теңәрекет күшті былай анықтаймыз:

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

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



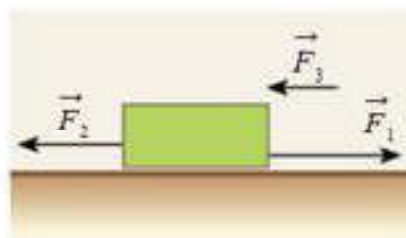
3.43-сурет

Жауабы : $F_R = 55 \text{ Н}.$

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

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

Жауабы : $F_R = 4 \text{ Н},$ солға.



3.44-сурет

4-есеп. 3.44-суретте қозғалып келе жатқан автомобильге горизонталь бағытта қозғалтқыштың $F_1 = 1,25$ кН тарту күші,

$F_2 = 600$ Н үйкеліс күші және $F_3 = 350$ Н ауаның кедергі күші әрекет етеді. Бұл күштердің теңәрекет 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 : $F_R = 300$ Н, оңға.



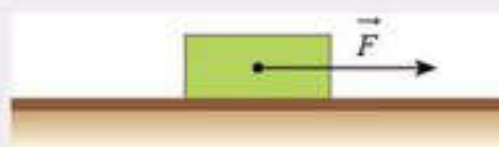
1 Электровоз вагондарды 320 кН күшпен тартып келеді. Кедергі күш 180 кН. Бұл күштердің теңәрекет күші неге тең?

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

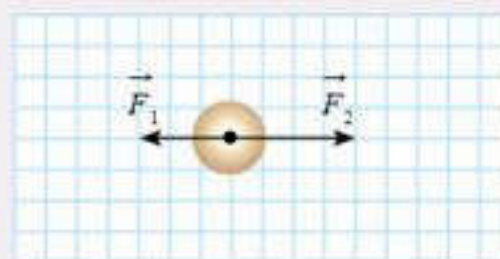
3 Денеге $F_1 = 3$ кН, $F_2 = 4$ кН күш түсірілген (3.46-сурет). Денеге түсірілген екі күштің теңәрекет күші неге тең және қай жаққа бағытталған?

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

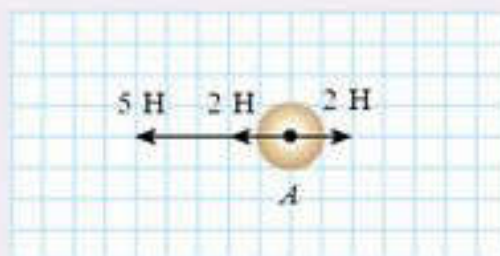
5 Денеге бір түзудің бойымен 3 Н; 4 Н; 5 Н күш әрекет етеді. Бұл күштердің теңәрекет күші қандай мәндерге ие болуы мүмкін?



3.45-сурет



3.46-сурет



3.47-сурет

Тараудың ең маңыздылары

Денелердің өзара әрекеттесуі



ҚЫСЫМ

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

Онда қалайша кеме суда жүзеді?



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

Бұл тамақна субұрқақтарының жұмыс істеу принципі қандай?



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

Ауа шарлары — аэростаттармен, стратостаттармен ұшу қалай жүзеге асырылады?



Сорғылар сұйықты немесе газды айдау үшін қажет. Сорғы көмегімен автомобильдің немесе велосипедтің доңғалағына ауа айдауға болады.

Мұндай сорғылар қалай жұмыс істейді?





Тірек сөздер:

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



Демокрит

Б.з.д. 460—370 жылдары Ежелгі Грекияда өмір сүрген. Демокрит — атомдар туралы болжам ұсынған алғашқы ғалым. Ол материалдық емес нысандардың бар болуын мойындамады.

§ 20. Қатты денелердің, сұйықтардың және газдардың молекулалық құрылымы



Сендер

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

Зат құрылымының құпия сыры адамзат баласын ежелден-ақ қызықтырған. Зат құрылымы туралы мәселені шешу адамның тек әуесқойлығынан ғана емес, көптеген практикалық міндеттерді шешуге қатысты 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 өлшемдерімен ерекшеленеді деп есептеді. Атомдар туралы Демокрит болжамы ол кезде тәжірибе жүзінде дәлелденбеді. Сондықтан ол болжам күйінде қалды.

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

кайтадан жандандырды. Алғаш рет оның еңбектерінде молекула сөзі пайда болды (*молес* — кішкентай масса). Алайда зат құрылымы туралы ұйғарымның дұрыстығы эксперименттік түрде тек XX ғасырдың басында ғана дәлелденген.

Зат құрылымы теориясының дамуына орыс ғалымы М. В. Ломоносов үлкен үлес қосты. Ол тәжірибелік жолмен кез келген дене микробөлшектерден тұратынын, олардың үздіксіз әрі бейберекет (хаосты) қозғалатынын 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.

Көптеген тәжірибелер молекулалардың өте ұсақ екенін көрсетті. Мысалы, азот, сутек, оттегі сияқты заттар молекулаларының диаметрі шамамен 10^{-7} мм. Молекула массасы да өте 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 физикаға, химияға, астрономияға, тау-кен ісіне, металлургияға және т.б. арналған. Ол — зат құрылысының молекулалық-кинетикалық теориясының негізін қалаушы.

Молекуланың өлшемін көз алдымызға елестету үшін салыстырулар келтірейік: молекула орташа өлшемді алмадан қанша есе кіші болса, алма Жер шарынан сонша есе кіші екен. Егер су молекуласын миллион есе (10^6) үлкейтсе, онда оның өлшемі осы оқулықтағы баспа нүктесінің жартысына ($\approx 0,3$ мм) тең болар еді. Осындай үлкейту кезінде шаштың бір татымың (0,1 мм) қалыңдығы 100 м, ишенің диаметрі (1 см) 10 км болады.

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

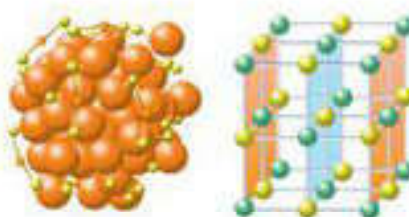
Зат молекулаларын құрайтын бөлшектерді **атомдар** деп атайды. Су молекуласы сутектің екі атомынан және оттектің бір атомынан тұрады (4.1-сурет).



4.1-сурет



4.2-сурет



4.3-сурет



4.4-сурет

Атом — химиялық реакциялар кезінде заттың бөлінбейтін ең ұсақ бөлшегі.

Белгілі бір түрдегі атомдардың жиынтығы химиялық элемент деп аталады.

XX ғасырдың басында атомның да күрделі бөлшек екені, оның өзінен де кіші бірнеше бөлшектерден тұратыны белгілі болды. Оларды *электрон, протон, нейтрон* деп атайды, олармен жоғары сыныптарда танысатын боласыздар.

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

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

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

Молекулалары ретсіз орналасатын қатты 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, сүтті, сұйық майды, бензинді, мұнайды еске түсірсек те

жеткілікті. Сұйықтың құрылымын анықтау үшін оның қасиеттерін қарастырайық.

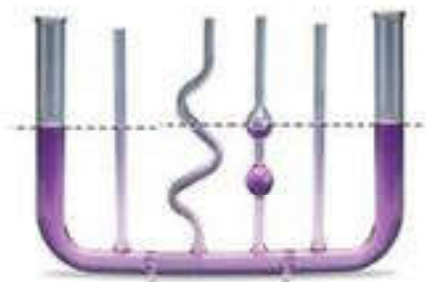
Сұйық аққыш, оның меншікті көлемі бар, бірақ меншікті пішіні жоқ. Сұйық оңай ағады, сондықтан оны бір ыдыстан екінші ыдысқа құю оңай. Сұйық құйылған ыдыстың пішінін қабылдайды (4.5-сурет). Тек сұйықтың кішкене тамшысының ғана шар тәріздес меншікті пішіні бар. Жапырақ бетіндегі шық тамшыларының, үстел бетіне тамып кеткен сынап тамшыларының пішіні шар тәріздес болады (4.6-сурет).

Сұйықтың көлемін өзгерту өте қиын. Сұйықты қысып көлемін өзгертуге қандай да бір әрекет жасасақ та, мұнымыз тек босқа әурелену болады. Бұл дегеніміз сұйықтың меншікті көлемі болатынын білдіреді. Өйткені сұйық молекулалары да бір-біріне жақын орналасқан. Алайда сұйықтар өзінің пішінін сақтамайтындықтан, сұйық молекулалары арасындағы тартылыс қатты денелер молекулалары арасындағы тартылыстан азырақ деп ұйғаруға болады.

Сұйық молекулаларының қозғалыс сипаты өте күрделі. Олар қатты денелердің молекулалары сияқты қатаң ретпен орналаспағанымен, газ молекулаларына қарағанда қандай да бір реттілігі сақталады. Сұйық молекулалары тепе-теңдік қалпына қатысты тербелмелі қозғалыс жасайды. Алайда уақыт өтуімен сұйық молекулалары тепе-теңдік қалпынан ығысады, яғни бір орыннан екінші бір орынға секіреді. Сондықтан сұйықтың барлық көлемі бойынша молекулалардың орналасуында реттілік болмайды.

Сұйықтардың еркін беті болады. Мысалы, ыдысқа 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.



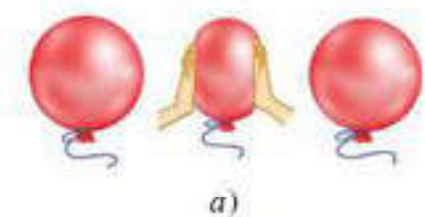
4.5-сурет



4.6-сурет



4.7-сурет



a)



б)

4.8-сурет

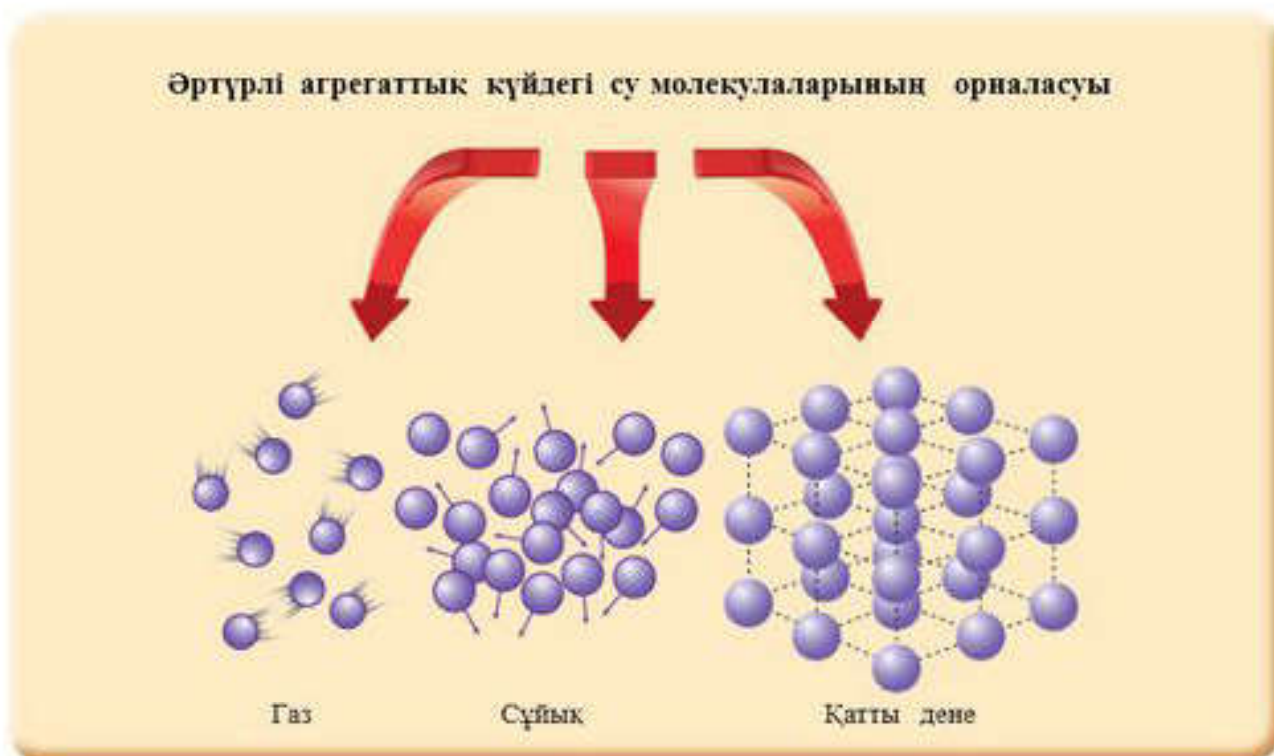


4.9-сурет

Газдарды оңай сығып көлемін өзгертуге болады. Мысалы, ауа шарын аздап қысқан соң әрекет етуді тоқтатсақ, шар пішіні бұрынғы қалпына келеді (4.8, а-сурет). Газ өзіне берілген көлемді толық толтырады. Егер бос құмыра алып оған бір тамшы бром (қоңыр түсті сұйық) тамызсақ, құмыраның біртіндеп ашық қоңыр түсті газбен, яғни бром буымен толғанын байқаймыз (4.8, б-сурет). Газ пішінін оңай өзгертіп, ыдыс көлемінің пішінін алады. Өйткені газ молекулалары бір-бірінен алшақ орналасады. Сондықтан газ молекулаларының арасындағы тартылыс күші аз деп айтуға болады. Сонымен қатар газдағы молекулалар үздіксіз және хаосты (бейберекет) қозғалады (4.9-сурет).

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

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



4.10-сурет



1. Молекула деп нені түсінеміз?
2. Атомдар мен молекулалардың бар екеніне біз неліктен сенімдіміз, біз оларды көрмейміз ғой?
3. Молекулалардың бар болуының қандай дәлелдемелерін 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 ерекшеленеді?
10. Су, су буы және мұз сияқты заттардың молекулалары бірдей. Онда заттардың агрегаттық күйін қалай түсіндіреміз?



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

Қатты	Сұйық	Газ тәрізді



Өзіміз жасаймыз!

Кристалл өсіру. Өздерің де кристалл өсіре аласыңдар. Ол үшін жіпке ас тұзы кристалын байландар. Кристалды қаныққан ас тұзының ерітіндісіне салыңдар және үш-төрт күн бойы кристалдың өсуін бақыландар.

§ 21. Қысым. Қатты денелердегі қысым



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ қысым
- ✓ қысым күші
- ✓ Паскаль

- қысым деп нені айтатынын білетін боласыңдар;
- қатты денелер түсіретін қысымды есептеуді үйренесіңдер.



Бір денеге түсірілетін бір ғана күштің әрекеті әрқашан бірдей нәтижеге әкеле ме?



Ойша тәжірибе жасаңдар!

Ойша ағаш тақтайшаға қағылған көлденең қималары бірдей екі шеге, массасы 100 г болатын гиртасын және құмы бар ыдыс алыңдар. Құмы бар ыдыстың үстіне тақтайшаны алдымен шегелерінің бас жағын төмен қаратып, одан кейін жоғары қаратып орналастырыңдар (4.11, 4.12-суреттер). Тақтайша үстіне гиртасын қойыңдар. Не байқауларын мүмкін?



4.11-сурет



4.12-сурет

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

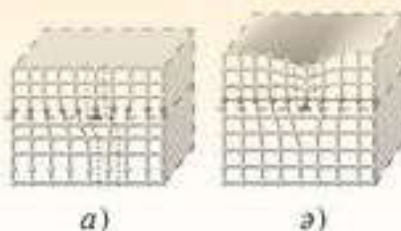
Жоғарыда көрсетілген мысалдан күш әрекет ететін аудан неғұрлым үлкен болса, әрекет етуші күштің нәтижесі соғұрлым азырақ болатыны шығады. Оның үстіне қарастырылған мысалда күш бетке перпендикуляр бағытта әрекет етті, өйткені қатты денелер қысым күшін оның бағытын сақтай отырып жеткізеді. Бұл қасиет қатты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

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



Ойша тәжірибе жасаңдар!

Қатты денелердің қысымды жеткізу процесін түсіну үшін атомдар арасындағы өзара әрекеттесу күштерін ойша өте қатты серіппелермен алмастырыңдар (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

Қорытынды: қатты 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 гиртасының массасын арттырсақ, құмға түсірілетін күш те артады және шегелер де теренірек батады. Демек, күштің әрекеті оның мәніне байланысты. Құмға әрекет етуші күш неғұрлым көп болса, түсірілетін қысым да көбірек. Осыған ұқсас 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 шаңғышының 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 негізгі заңын ашқан.



Инені матаға сүзу кезінде шамамен 100 МПа қысым түсіреді.

Сендерге аз қысым немесе керісінше үлкен қысым түсіру туралы ұсыныс түсті. Оны қалай жүзеге асырасыңдар?

Қысым мен ауданның белгілі мәндері бойынша қысым күшін анықтауға болады:

$$F = pS.$$

Бірліктердің ХБ жүйесінде қысымның өлшем бірлігі **паскаль** болып табылады. Сұйықтар мен газдардың қысымын зерттеу саласындағы еңбектері үшін француз физигі Блез Паскальдың құрметіне аталған.

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

Тәжірибеде өте үлкен және өте аз қысымдар жиі кездеседі. Бұл қысымдардың мәндерін жазу үшін өздеріңе 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!

Білесіңдер ме?

1 Па салыстырмалы түрде аз қысым. Егер шамамен 100 г құм алып және оны ауданы 1 м^2 үстел бетіне шашып тастасақ, онда құмның 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 табиғатта, тұрмыста көрініс табуына мысал келтіріңдер.



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



Қиық пирамида



- 1 Егер ара бізгегі ұшының ауданы $3 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2$, ал оның бізгекті батыратын күші 9 мкН болса, ара өзінің бізгегімен адам терісіне қандай қысым түсіруі мүмкін?
- 2 Массасы 45 кг бала шаңғы үстінде тұр. Әр шаңғының ұзындығы 1,5 м, ені 10 см. Бала қарға қандай қысым түсіреді? Оны шаңғысыз тұрған баланың түсіретін қысымымен салыстырыңдар. Бала бәтеңкесі табанының ауданы 214 см^2 .
- 3 Ауданы $0,5 \text{ мм}^2$ шегенің ұшы 10^8 Па қысым түсіру үшін оны қандай күшпен ұру қажет?
- 4 Неліктен рельстерді шпал үстіне салады?

§ 22. Сұйықтар мен газдардағы қысым. Паскаль заңы



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ газ қысымы
- ✓ Паскаль заңы

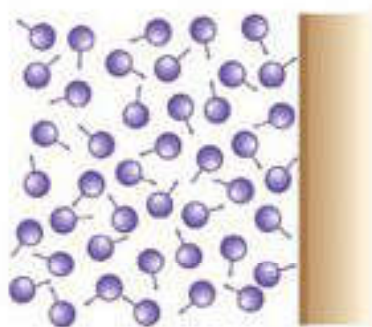
- Паскаль заңы нені тұжырымдайтынын білетін боласыңдар;
- заттың молекулалық құрылымы негізінде газ қысымын түсіндіре аласыңдар.



Сұйықтар мен газдар қысым түсіре ме?

Газ молекулаларының қалай орналасатынын және қозғалатынын есімізге түсірейік.

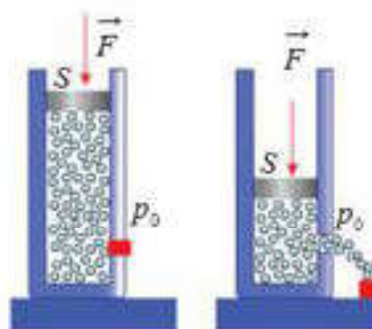
Газ молекулалары үздіксіз және хаосты қозғалады, олар бір-бірімен және газ толтырылған ыдыс қабырғаларымен үнемі соқтығысады. Үстел бетінің, үй қабырғасының, еденнің, дәптердің әр квадрат сантиметріне 1 с ішінде шамамен 10^{23} молекула соқтығысады екен. Әр молекуланың соққысы өте әлсіз, бірақ саны 10^{23} болатын молекуланың әрекеті едәуір үлкен. Дәл осы соққылар ыдыс түбіне, үйдің төбесіне, ыдыс қабырғаларына газ қысымын түсіреді (4.14-сурет).



4.14-сурет

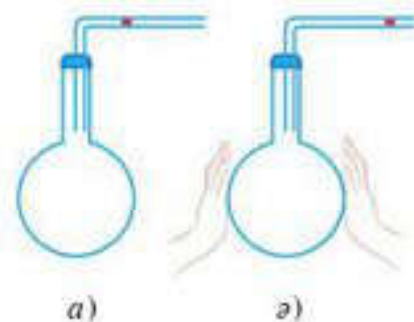
Енді газдың өзі толтырып тұрған ыдыстың түбіне және қабырғаларына түсіретін қысымы қандай шамаға байланысты болатынын анықтайық. Ол үшін бірнеше тәжірибе жасайық.

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



4.15-сурет

2-тәжірибе. Егер газдың температурасын арттырсак, молекулалар шапшаңырақ қозғала бастайды. Ал бұдан олардың ыдыс қабырғасына түсіретін соққы күші артады, демек, газ қысымы артады. Мұны қарапайым тәжірибенің көмегімен дәлелдеуге болады. Егер шыны колба (4.16, а-сурет) қыздырсак (алақанмен үйкелеуге де болады), боялған сұйық (су) көпіршігі горизонталь түтікше бойымен оңға қарай жылжи бастайды (4.16, ә-сурет). Бұл газ қысымының көпіршікке түсіретін күшінің артуын көрсетеді.



4.16-сурет

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

Газдың тұрақты көлемдегі, мысалы, шыны ыдыстағы қысымын өлшеп температурасын білуге болады екен. Мұндай газ термометрлері бар және олардың өлшеу дәлдігі өте жоғары.

Енді сұйықтар мен газдарда қысымның қалай тарайтынын анықтап көрейік. Ол үшін 3-тәжірибені жасайық.

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

Сұйықтар мен газдардың қысымды таратуын олардың молекулаларының қозғалғыштығымен түсіндіруге болады. Поршеньнің өзіне жақын жатқан қабатқа түсіретін қысымы молекулалардың қозғалғыштығынан келесі қабаттарға беріледі. Сұйықтар



4.17-сурет

мен газдардың молекулаларының хаосты қозғалысынан 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 атақты 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 туындайды?
2. Газды сыққанда оның қысымы қалай және неліктен өзгереді?
3. Газды қыздырғанда оның қысымы қалай, неліктен өзгереді?
4. Неліктен сұйықтар мен газдар өзіне түсірілген қысымды барлық жаққа бірдей таратады? Жауаптарыңды негіздеңдер.
5. Паскаль заңын тұжырымдаңдар.
6. Кран ашық тұрғанда суды қолымызбен басып тоқтата алмаймыз, ал бақшаны суарғанда шлангідегі кішірек саңылауды жабу қиын емес. Неліктен?



Өзіміз жасаймыз!

Паскаль ыдысы. Пластик құмыра алып, оның әртүрлі биіктігінен бірдей үш тесік жасаңдар және оларды ермексазбен бітеп қойыңдар. Құмыраны сумен толтырыңдар, содан кейін оны ваннаға немесе раковинаға қойыңдар. Тесіктерді ашып, құмырадан судың ағып шығуын бақылаңдар. Бақылаған құбылысты сипаттаңдар және оны түсіндіріңдер.



1 Ыдыстағы газ оның сол жақтағы қабырғасына 300 Па қысым түсіреді. Газ ыдыстың төменгі, үстіңгі және оң 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 көріңдер.



4.18-сурет

§ 23. Гидростатикалық қысым

Сендер

- сұйық және газ ішіндегі қысым неге тәуелді болатынын білетін боласындар;
- ыдыстың түбіне және бүйір бетіне түсірілетін қысымды есептеуді үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ сұйықтағы қысым
- ✓ газдағы қысым
- ✓ гидростатикалық қысым

Жер бетіндегі кез келген денеге ауырлық күші әрекет етеді, сондықтан ыдыстағы кез келген сұйық та ыдыстың түбіне және бүйір бетіне қысым түсіреді.

1-тәжірибе. Манометрді (қысым өлшейтін құрал) пайдалана отырып, тереңдік артқан сайын сұйық қысымы қалай өзгередінін қарастырайық. Ол үшін манометрді сұйық ішіне аздаған тереңдікке батырайық (4.19, а-сурет). Осыдан кейін оны горизонталь және вертикаль жазықтық бойымен жылжытайық.

Манометрді горизонталь жазықтық бойымен жылжытқанда оның көрсеткіштерінің өзгермейтінін байқауға болады. Бұл Паскаль заңына сәйкес келеді. Ал манометрді вертикаль жазықтық бойымен жылжытқанда манометрдің сұйыққа батырылу тереңдігіне байланысты оның артатыны байқалады. Ал бұл тереңдік артқан сайын сұйықтың ыдыс түбіне және қабырғаларына түсіретін қысымының артатынын көрсетеді.

Енді осы қысымның шамасын есептейік. Есептеуді жеңілдету үшін табанының ауданы S болатын цилиндр пішінді ыдыс алайық. Ыдыстың h биіктігіне дейін тығыздығы ρ , массасы m сұйық құяйық (4.19, ә-сурет).

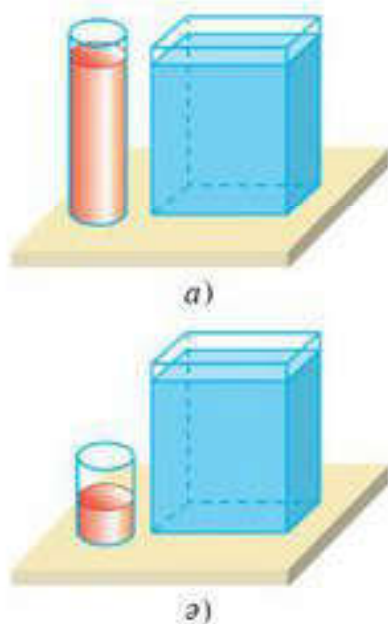
Сұйықтың ыдыс түбіне түсіретін қысымын осының адында қарастырылған $p = \frac{F}{S}$ формуласы бойынша есептейміз. Біздің жағдайымызда $F = mg$. Ендеше, сұйықтың ыдыс тү-

біне түсіретін қысымы $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$. Сұйықтың массасын оның тығыздығы мен көлемі арқылы өрнектейік: $m = \rho V$. Цилиндр пішінді ыдыс ішіндегі сұйық көлемі $V = Sh$, ал ыдыстағы сұйықтың массасы $m = \rho Sh$. Онда сұйықтың ыдыс 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 биіктіктегі су бағанының қысымынан 13,6 есе артық (4.20, а-сурет).

Егер екі ыдыс алып 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, ә-сурет).

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



1. Қандай қысым гидростатикалық деп аталады?
2. Гидростатикалық қысымның шамасын қалай есептеуге болады?
3. Ыдыс түбіне түсіретін гидростатикалық қысымның ыдыс табанының ауданына тәуелділігі қандай?
4. Гидростатикалық қысымның тұрмыста пайдаланылуына мысал келтіріңдер.
5. Судиірменінің 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 м³ және биіктігі 3,6 м бактың 3/4 бөлігі суаруға арналған сумен толтырылды. Бактың түбінде орналасқан ауданы 18 см² тығынға судың түсіретін қысым күшін анықтаңдар.

3 5 м тереңдікте жүзіп жүрген балыққа түсірілетін қысымды анықтаңдар.

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

§ 24. Қатынас ыдыстар

Сендер

- қандай ыдыстар қатынас ыдыстар деп аталатынын білетін боласыңдар;
- қатынас ыдыс тармақтарындағы сұйықтың орналасуын түсіндіре аласыңдар.



Тірек сөздер:

- ✓ қатынас ыдыстар
- ✓ гидростатикалық парадокс

Өзара қосылған және түбі ортақ ыдыстарды қатынас ыдыстар деп атайды. Қатынас ыдыстарға шәйнек, су құйғыш, кофеқайнатқыш жатады (4.21-сурет). Сұйықтардың қысымды барлық бағытта жеткізе алу қасиеті бізге қатынас ыдыстардың жұмыс істеу принципін түсіндіруге мүмкіндік береді.

1-тәжірибе. Екі шыны түтікше алып, оларды ашық түсті резеңке түтікшемен жалғастырайық, сонда біз қатынас ыдыс аламыз (4.22-сурет). Қысқыш көмегімен резеңке түтікшені ортасынан қысайық та, сол жақтағы түтікшеге су құяйық. Енді қысқышты алайық. Су сол жақтағы түтікшеден оң жақтағы түтікшеге қарай түтікшелердегі су деңгейлері бірдей болғанға дейін аға бастайды. Неліктен судың деңгейі бірдей болады?

Бұл сұраққа жауап қайтару үшін резеңке түтікшенің оң және сол жағындағы су түсіретін қысымын есептейік.

Оң және сол жақтағы сұйық (су) қысымының шамасы

$$p_1 = \rho gh_1, p_2 = \rho gh_2, \quad (24.1)$$

Сұйық біртекті, сондықтан оның тығыздығы бірдей. Тәжірибе көрсеткендей, сұйық бағандарының биіктіктері бірдей, демек, оң және сол жақтағы қысым бірдей болуы тиіс.

Қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың деңгейі бірдей болады.



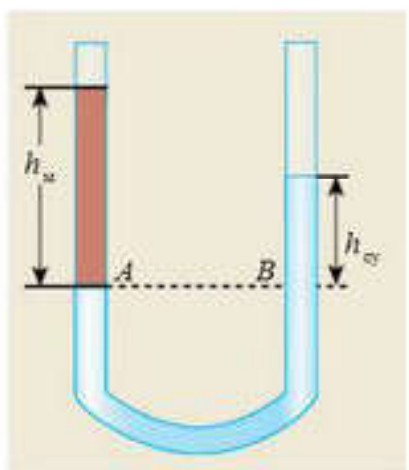
4.21-сурет



4.22-сурет



4.23-сурет



4.24-сурет

2-тәжірибе. Сол жақтағы түтікшені диаметрі үлкендеу түтікшемен ауыстырып, 1-тәжірибені қайталайық. Сонда біз сұйықтардың деңгейлері тепе-теңдік қалпына келгенде түтікшелердің қосылған жеріндегі резенке түтікшенің деформацияланбағанын байқаймыз. Бұл жағдайда оң жақтан да, сол жақтан да түсетін қысым бірдей. Қатынас ыдыстардың оң жақ тармағындағы судың массасы сол жақ тармақтағыға карағанда көп болғанмен, екеуінің де резенке түтікшеге түсіретін қысымдары бірдей болуы бір карағанда түсініксіз болып көрінуі мүмкін.

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

4-тәжірибе. Қатынас ыдыстарға құйылған әртекті сұйықтарда не болатынын анықтайық. Ол үшін 1-тәжірибені қайталайық

және U тәрізді түтікшенің оң жақ тармағына су, ал сол жақ тармағына сұйық май құяйық. Резенке түтікшенің дәл ортасындағы қысқышты алсақ, су майды ығыстырып, U тәрізді түтікшенің сол жағына қарай аға бастайды (4.24-сурет).

Енді ыдыстың сол жақтағы тармағына сұйықтардың шегарасы AB деңгейінде болғанға дейін май құяйық. Бұл $h_1 = h_2$ май бағанының қысымы $h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$ су бағанының қысымымен теңесетінін білдіреді:

$$p_1 = p_2 \text{ болғандықтан, } p_1 = \rho_1 g h_1, \quad p_2 = \rho_2 g h_2, \\ \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2. \text{ Ендеше,} \\ \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}. \quad (24.2)$$

(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 мөлдір ыдыстардағы сұйық деңгейлерін көрсететін суөлшеуіш түтіктер, өзендер мен каналдардағы бөгеттерді кемелердің айналып өтуіне мүмкіндік беретін шлюздер, биік үйлерді сумен қамтамасыз ететін сукұбырлары жұмыс істейді және мұндай мысалдарды көптеп келтіруге болады.



1. Қатынас ыдыстар деп қандай ыдыстарды айтады?
2. Қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың биіктіктері өзара қандай қатынаста болады?
3. Қатынас ыдыстардағы әртекті сұйықтардың биіктіктері өзара қандай қатынаста болады?
4. Қатынас ыдыстардың тұрмыста, техникада, бізді қоршаған ортада пайдаланылуына мысалдар келтіріңдер.



Өзіміз жасаймыз!

Субұрқақ. Пластикалық бөтелке алып, онын түбін ойындар. Оның басын тығынымен жауып, ысытылған шегемен тесіндер. Бұл тесікке “П” түрінде пілген пластикалық түтікшенің бір басын тығыз енгізу керек. Саусақпен түтікшенің екінші басын жауып тұрып бөтелкені төнкеріндер де, оны сумен толтырындар. Саусақты алып, түтікшені ашқанда су атқылайды. Субұрқағы бөтелкедегі су деңгейі түтікшенің ашық жағындағы су деңгейімен теңескенге дейін жалғасады. Неліктен бұлай болатынын түсіндіріңдер. Өздерің бұдан да күрделірек, мысалы, гүлдерді ылғалдандырып, жуатын субұрқағынын жобасын жасаңдар.

Гидростатикалық қысымның қолданылуы



Егістік жерлерді көлмен суару жүйесі — кәріз. Сауран қ. X—XVIII ғғ. Қазіргі Оңтүстік Қазақстан. Кәріз — жерасты су арналары бар құдықтар жүйесі. Сауранға су Қаратау тауының өзендерінен тартылған арналар арқылы жеткізілген.



Моншадағы сұқұбырлары мен кәріздер. Тараз қ. XI—XII ғғ. Сұқұбырына су Талас бөгенінен су айдағыш бассейн арқылы жіберілген.



Суднірмені. Сарай Бату қала-қамалы. Алтын Орда. 1250—1480 жж. Қазіргі Қарабайлы ауданы, Астрахань облысы.



Ним қаласын римдіктердің сумен қамтамасыз ету жүйесі. Б.з.д. I ғ. Қазіргі Франция.

§ 25. Гидравликалық мәшине



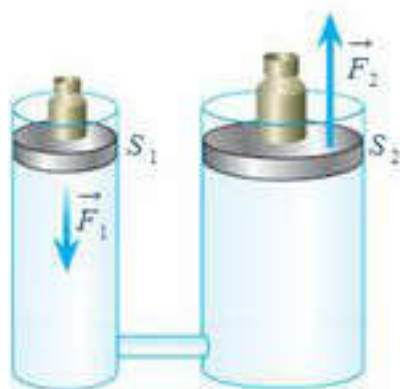
Сендер

- гидравликалық мәшинелердің жұмыс істеу принципін білетін боласындар;
- гидравликалық мәшинелерді қолдану кезіндегі күштен ұтысты есептеуді үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ гидравликалық мәшине
- ✓ гидравликалық пресс
- ✓ күштен ұту



4.25-сурет

Гидравликалық мәшинелердің (грек. *гидравликос* — су) құрылысы мен жұмыс істеу принципі Паскаль заңына негізделген.

Гидравликалық мәшинелер — іс-әрекеті қозғалыс заңдары мен сұйықтардың тепе-теңдігіне негізделген мәшинелер.

Гидравликалық мәшинелердің негізгі бөлігі өзара жалғастырғыш арқылы қосылған, диаметрлері әртүрлі екі цилиндр болып табылады. Оларға сұйық құйылады (4.25-сурет).

Ыдыстардың ішіне жылжымалы поршеньдер орнатылған. Егер ауданы S_1 кіші поршеньге F_1 күшпен әрекет етсек, оның астыңғы жағында $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ қысым пайда болады. Паскаль заңына сәйкес p_1 қысым барлық бағытқа өзгеріссіз беріледі. Онда ауданы S_2 оң жақ поршеньге жоғары қарай бағытталған $F_2 = p_2 \cdot S_2$ күші әрекет етеді, бұдан $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$. Ал $p_1 = p_2$ болғандықтан, $\frac{F_2}{S_2} = \frac{S_2}{S_1} \cdot \frac{F_1}{S_1}$ қатынасы F_2 күші F_1 күшінен неше есе артық екенін көрсетеді. Мұны күштен ұту деп атайды.

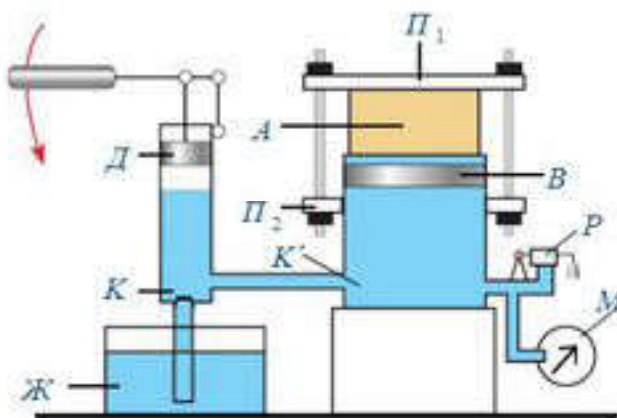
Кез келген гидравликалық мәшиненің үлкен поршенінің ауданы кіші поршенінің ауданынан неше есе артық болса, гидравликалық мәшине күштен сонша есе ұтыс береді.

Гидравликалық престің жұмыс істеу принципін қарастырайық.

Гидравликалық пресс. Материалдарды қысыммен өңдеуге арналған бұл мәшине сығылатын сұйық арқылы әрекет етеді. Гидрав-

ликалык престің құрылысы 4.26-суретте көрсетілген.

А — престелетін дене; В — престоу цилиндрі бар үлкен поршень; Д — престоу цилиндрі бар кіші поршень; К және К' — қақпашалар; Π_1 — жоғарғы платформа; Π_2 — төменгі платформа; М — манометр; Ж — сұйығы бар резервуар; Р — сақтандырғыш қақпақ.



4.26-сурет

Кіші Д поршеньге түсірілген күш сұйықты кіші цилиндрден үлкен цилиндрге қарай ағызатын қысым туғызады. Бұл кезде Π_2 платформа көтеріліп, престелетін А денені жоғарғы Π_1 платформаға қысады. Кіші поршень бастапқы күйіне қайта бастаған мезетте К' қақпақша жабылып, сұйықтың үлкен цилиндрден кіші цилиндрге қарай ағып кетуіне мүмкіндік бермейді. Бұл кезде К қақпақша ашылып, сұйықты Ж резервуардан кіші цилиндрге жібереді. Кіші поршеньнің төмен қарай бағытталған келесі жүрісінде К қақпақша жабылады да, сұйық қысыммен К' қақпақшаны ашып, үлкен цилиндрге енеді. Манометр қысымды бақылап отыру үшін қажет.

Сонымен, гидравликалык престо күштен үлкен поршеньнің ауданы мен кіші поршень ауданының қатынасына тең ұтыс береді. Оларды өсімдіктен май, шырын сыққанда қолданады.

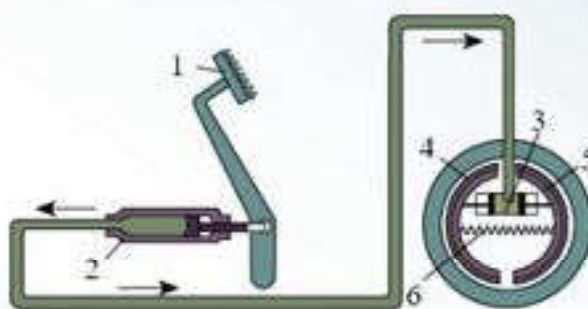


Гидравликалық домкрат та гидравликалық престо сияқты әрекет етеді (4.27-сурет). Ол ауыр нәрселерді, автомобильдерді, дайын металл бөлшектері бар жәшіктерді көтеру үшін пайдаланылады, сондай-ақ тиеу жұмыстарын жүзеге асырады.

Гидравликалық тежеуіштердің көмегімен (4.28-сурет) автомобильдерді тежеу жүзеге асырылады. Жүргізуші 1 педальға басқан кезде 2 цилиндрдегі поршень осы цилиндрдегі, 3 түтіктегі және 4 тежеуіш цилиндрдегі сұйыққа қысым түсіреді. Қысым күшінің әрекетінен 4 тежеуіш цилиндрдегі 5 поршень ығысып, 6 негізгі тежеуішті тежеуіш барабанға қарай итеріп қысады.



4.27-сурет



4.28-сурет

Гидравликалық престер металлургиялық зауыттарда металл бұйымдарды соғу, штамптау және престеу, табақ беттерді және құбырларды жасау үшін қолданылады. 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 құрылысы қандай және ол қалай жұмыс істейді?

Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Горизонталь еденге 41 кПа қысым түсіретін мәрмәр кубтың массасы қандай?

Берілгені:	ХБЖ	Шешуі. Анықтама бойынша еденге түсірілетін қысым күштің ол әрекет ететін беттің ауданына қатынасына тең.
$p = 41 \text{ кПа}$	$4,1 \cdot 10^4 \text{ Па}$	
$\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$		
$m = ?$		

Біздің жағдайымызда кубқа 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

$$h = \frac{p}{\rho g}.$$

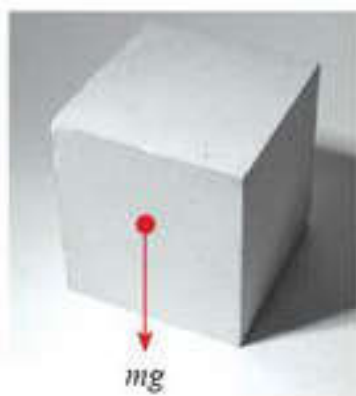
Кубтың көлемі $V = h^3$, ал массасы $m = \rho h^3 = \rho \frac{p^3}{\rho^3 g^3} = \frac{p^3}{\rho^2 g^3}$.

Өлшем бірліктерін тексерейік:

$$[m] = \frac{\text{Па}^3}{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}^6} \cdot \frac{\text{Н}^3}{\text{кг}^3}} = \frac{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6}}{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6 \text{кг}}} = \text{кг}.$$

Есептеулер жүргіземіз:

$$m = \frac{68,92 \cdot 10^{12}}{7,29 \cdot 10^6 \cdot 10^3} \text{ кг} = 9454 \text{ кг}.$$



4.29-сурет

Жауабы : $m = 9454 \text{ кг}$.

2-есеп. Суқұбырындағы қысым 0,3 МПа. Құбырдың тесігін жабатын тығынды су қандай күшпен қысады? Тесік ауданы 4 см².

Берілгені:	ХБЖ
$p = 0,3 \text{ МПа}$	$0,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$
$S = 4 \text{ см}^2$	$4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
$F — ?$	

Шешуі. Қысым күші су қысымының ауданға көбейтіндісіне тең: $F = pS = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 120 \text{ Н}$.

Жауабы : $F = 120 \text{ Н}$.

3-есеп. Сынап көлінің түбіндегі қысымды ең терең Марьян теңізі ойпатының түбіндегі қысымға теңестіру үшін оның тереңдігі қандай болу керек? Ойпаттың тереңдігі 11 км 22 м.

Берілгені:
$h_1 = 11022 \text{ м}$
$\rho_1 = 1030 \text{ кг/м}^3$
$\rho_2 = 13600 \text{ кг/м}^3$
$h_2 — ?$

Шешуі. Шарт бойынша $p_1 = p_2$, ал гидростатикалық қысым $p = \rho gh$. Ендеше, $\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$. Бұдан $h_2 = h_1 \frac{\rho_1}{\rho_2}$.

Есептеу жүргіземіз: $h_2 = 11022 \text{ м} \cdot \frac{1030 \text{ кг/м}^3}{13600 \text{ кг/м}^3} = 834,75 \text{ м}$.

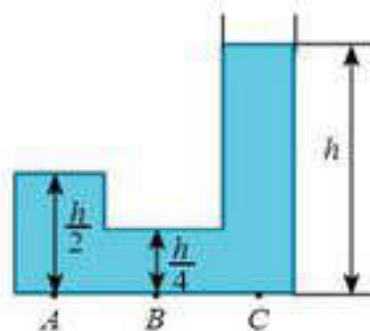
Жауабы : $h_2 = 834,75 \text{ м}$.

4-есеп. Егер саусағымызды стакан түбіне жеткізбей су ішіне батырсақ, судың стакан түбіне түсіретін қысымы өзгере ме?

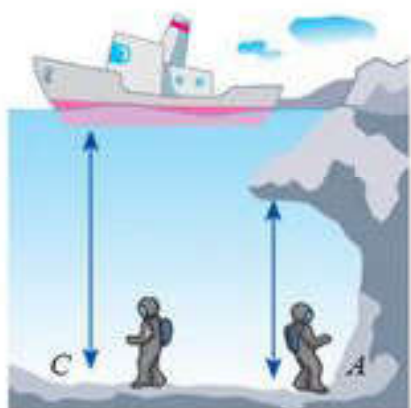
Шешуі. Сұйықтың ыдыс түбіне түсіретін қысым күші ыдыстағы сұйық деңгейіне тәуелді болатыны $F_{\text{түбі}} = pS = \rho ghS$ формуласынан шығады. Егер стакан бастапқыда ернеуіне дейін сумен толтырылмаса, онда саусақты батырғаннан кейін су деңгейі көтеріледі де (дене өзінің көлеміне тең суды ығыстырады), ыдыс түбіне түсірілетін қысым артады. Егер су ернеуіне дейін толтырылса, саусақты батырғаннан кейін судың қайсыбір көлемі ыдыстан төгіліп қалады да, ыдыс түбіне түсірілетін қысым күші өзгермейді.

5-есеп. Бірдей деңгейде жатқан А, В, С нүктелеріндегі судың қысымы қандай (4.30-сурет)?

Шешуі. Мұндай есептерді шешуде көбінесе $p_A < p_C$ деп қателік жібереді, өйткені А нүктесінің үстіндегі су деңгейінің биіктігі С нүктесіндегіге қарағанда кіші. Ал дұрысында $p_A = p_B = p_C$. Неліктен бұлай екенін қарастырайық.



4.30-сурет



4.31-сурет

Ыдыстағы су тыныштық калпын сақтаған, демек, бір деңгейде жатқан нүктелердегі қысым бірдей. Ондай болмаған жағдайда су қысымы аз жаққа қарай аққан болар еді. Бірақ дұрысында $p_A = p_B = p_C$.

Ал C нүктесіндегі қысым $p_C = \rho gh$ болғандықтан,

$$p_A = p_B = p_C = \rho gh.$$

Қорытынды жасаймыз: сұйықтың тереңдіктегі қысымын есептегенде деңгейді осы сұйықтың еркін бетінен бастап есептеу керек.

Егер аквалангист судың терең қабатына сүнгіп, су үңгіріне (4.31-суреттегі A нүктесі) тап болса, оған C нүктесіндегідей қысым түсіреді: су қысымынан “жасырына алмайсың”.

6-есеп. Жақтары a болатын куб пішінді ыдысқа құйылған судың ыдыс түбіне түсіретін қысым күші а) бүйір қабырғаларына түсірілетін қысым күшінен 5 есе артық болуы; ә) бүйір қабырғаларына түсірілетін қысым күшіне тең болуы үшін ыдысқа суды қандай биіктікке дейін құю керек?

Берілгені:

$$\frac{a}{F_{\text{түбі}} = 5F_{\text{б.к}}}$$

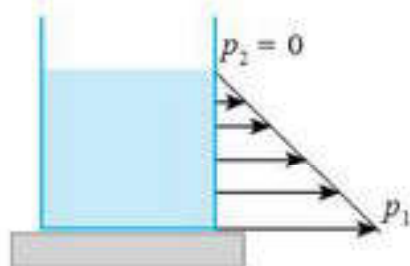
h — ?

Шешуі. Паскаль заңына сәйкес қысым барлық бағыттар бойынша өзгеріссіз беріледі (түбіне де, бүйір қабырғаларына да). 4.32-суретте қысымның биіктік бойынша өзгеруі көрсетілген.

Ыдыс түбіне түсірілетін судың қысым күшін $p = \frac{F_{\text{түбі}}}{S_1}$ формуласын пайдаланып табамыз. Бұдан $F_{\text{түбі}} = pS_1$, мұндағы $p = \rho gh$ — ыдыс түбіне түсірілетін қысым, $S_1 = a^2$ — ыдыс түбінің ауданы. Ендеше,

$$F_{\text{түбі}} = \rho g h a^2. \quad (1)$$

Бүйір қабырғаларына түсірілетін қысым күшін анықтау үшін $F_2 = p_{\text{орт}} S_2$ формуласын пайдаланамыз, $S_2 = ah$ — су деңгейінен



4.32-сурет

төмен жатқан бүйір қабырғасының ауданы. Су қысымы судың тереңдігі артқан сайын сызықтық заң бойынша өзгереді. Бұл гидростатикалық қысымның $p = \rho gh$ формуласынан шығады, мұндағы ρ — судың тығыздығы және $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ — бұл тұрақты шамалар. Онда қысымның орташа шамасын екі қысымның орташа арифметикалық шамасы

ретінде табуға болады: біріншісі су бетінде (ол нөлге тең) және екіншісі түбінде — $p = \rho gh$: $p_{\text{орт}} = \frac{0 + \rho gh}{2} = \frac{\rho gh}{2}$. Бүйір қабырғасына түсірілетін қысым

$$F_2 = p_{\text{орт}} S_2 = \frac{\rho gh}{2} ah.$$

Ал бүйір қабырғалары төртеу болғандықтан, судың ыдыс қабырғаларына түсіретін толық қысым күші $F_{\text{с.к}} = 4 F_2$ немесе

$$F_{\text{с.к}} = 4 \frac{\rho gh^2 a}{2} = 2 \rho gh^2 a. \quad (2)$$

а) Есептің шарты бойынша бірінші жағдайда

$$F_{\text{түбі}} = 5 \cdot F_{\text{с.к}}. \quad (3)$$

(1) және (2) теңдеулерді (3) теңдеуге қойсақ,

$$\rho gha^2 = 5 \cdot 2 \rho gh^2 a.$$

Ал бұдан $a = 10h$, яғни $h = \frac{a}{10}$.

ә) Екінші жағдайда шарт бойынша $F_{\text{түбі}} = F_{\text{с.к}}$. Түбіне және бүйір қабырғасына түсірілетін су қысымын теңестіріп, $\rho gha^2 = 2 \rho gh^2 a$ аламыз. Бұдан ыдыстағы судың жаңа биіктігі табылады: $h = \frac{a}{2}$.

Неліктен бір қарағанда ақылға қонбайтын сияқты жауап алғанымыз туралы ойлап көріңдер. Су деңгейі биік болған сайын сұйықтың ыдыс түбіне түсіретін қысымы, демек, қысым күші де көп болады.

$$\text{Жауабы: а) } h = \frac{a}{10}; \text{ ә) } h = \frac{a}{2}.$$

7-есеп. Гидравликалық пресстің ауданы 2 см^2 кіші поршені 200 Н күштің әрекетінен 16 см төмен түсті. Үлкен поршеньнің ауданы 8 см^2 . а) Поршень көтерген жүктің салмағын; ә) жүктің қандай биіктікке көтерілгенін анықтаңдар.

Берілгені:

$$S_1 = 2 \text{ см}^2$$

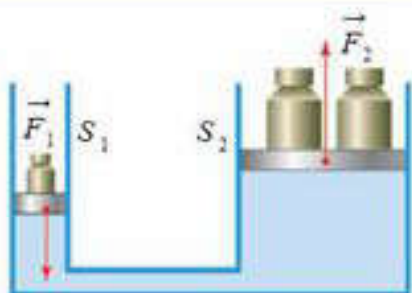
$$S_2 = 8 \text{ см}^2$$

$$h_1 = 16 \text{ см}$$

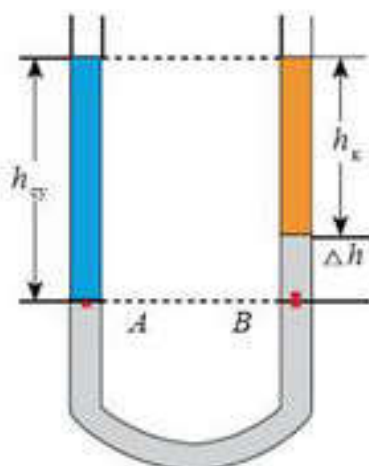
$$F_1 = 200 \text{ Н}$$

$$P = ? \quad h_2 = ?$$

Шешуі. Бұл есепті ХБЖ-іне аудармай шешкен ыңғайлы. Гидравликалық прес екі қатынас ыдыстан тұратын жүйені құрайды. Әдетте, 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 сұйыққа қысым түсіреміз. Паскаль заңына сәйкес бұл қысымды сұйық үлкен поршеньге жеткізеді. Онда $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ деп жазуға

болады. Ал бұдан $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$. Бұл қатынас гидравликалық пресінің ауданнан қанша есе ұтылса, күштен сонша есе ұтатынын көрсетеді. Есептеуде біз поршень мен цилиндр қабырғалары арасында үйкеліс жоқ деп есептедік. Біздің есебімізде осы преспен 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 қашықтыққа орын ауыстырғанда үлкен поршень қайсыбір h_2 биіктікке көтеріледі. Сұйықтар сығылмайтын болғандықтан, $V_1 = h_1 S_1$ сұйық төмен ығыса отырып $V_2 = h_2 S_2$ көлемдегі сұйықты 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. U тәрізді түтікшеде сынап, су және керосин бар (4.34-сурет). Түтіктің оң тармағындағы сынаптың деңгейі сол тармағындағыға қарағанда 1 см биік. Су мен керосин бағандарының биіктігін табындар.

Берілгені:

$$\Delta h = 1 \text{ см}$$

$$\rho_{\text{сынап}} = 13,6 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{су}} = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{к}} = 0,8 \text{ г/см}^3$$

$$h_{\text{к}} \text{ — ? } h_{\text{су}} \text{ — ?}$$

Шешуі. Бұл есепті ХБЖ-іне аудармай шешкен ыңғайлы. Керосин бағанының биіктігі $h_{\text{к}}$ болсын. Онда су бағанының биіктігі $h_{\text{су}} = h_{\text{к}} + \Delta h$. A және B нүктелеріндегі (4.34-сурет) гидростатикалық қысым бірдей (өйткені сұйық бір деңгейде тұр): $p_{\text{су}} = p_{\text{к}} + p_{\text{сынап}}$ немесе $\rho_{\text{су}} g (h_{\text{к}} + \Delta h) = \rho_{\text{к}} g h_{\text{к}} + \rho_{\text{сынап}} g \Delta h$.

Осыдан керосин бағанының биіктігін табамыз: $h_{\text{к}} = \frac{\rho_{\text{сынап}} - \rho_{\text{су}}}{\rho_{\text{су}} - \rho_{\text{к}}} \Delta h$.

$$\text{Есептеулер жүргіземіз: } h_{\text{к}} = \frac{13,6 \text{ г/см}^3 - 1 \text{ г/см}^3}{1 \text{ г/см}^3 - 0,8 \text{ г/см}^3} \cdot 1 \text{ см} = 63 \text{ см}.$$

Жауабы : $h_{\text{к}} = 63 \text{ см}$.



1 4.35-суретте көрсетілген үш жағдай үшін сұйық қысымының сол жақтан және оң жақтан кранға түсіретін қысымдарын салыстырыңдар. Сұйық бір ыдыстан екінші ыдысқа ауысып өте ала ма?

2 4.36-сурет бойынша гидравликалық тежеуіштің жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.

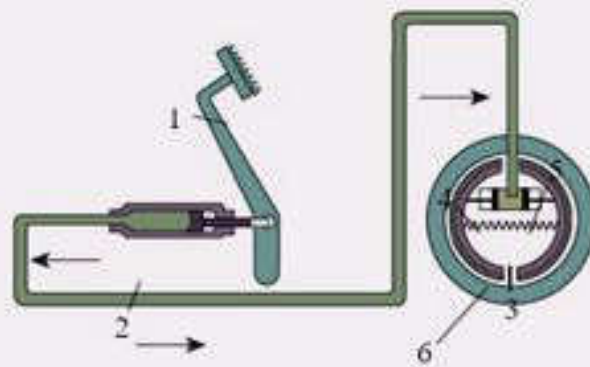
3 Гидравликалық мәшинемен салмағы 1,5 кН контейнерді көтеру үшін кіші поршеньге 100 Н күш түсіріледі. Егер үлкен поршеньнің ауданы 450 см² болса, кіші поршеньнің ауданы қандай?

4 Мензуркаға сынап, су және керосин құйылды. Сұйықтардың жалпы биіктігі 64 см. Мензурканың табанына түсіретін қысым қандай? Сұйықтардың массалары мен биіктіктері бірдей болатын жағдайды қарастырыңдар.

5 Ыдыстың 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. Ыдысқа 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

- атмосфералық қысымның бірліктерін білетін боласыңдар;
- атмосфералық қысымның табиғатын түсінетін боласыңдар.



Жерде құрлық, су және ауа кеністігі бар екенін білесіңдер. Адамдар мен жануарлар құрлықта қозғалады, оның бетіндегі ғимараттар мен құрылыстар 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 резеңке түтікшесі бар сыйымдылығы 1 л шыны колба алайық. Колбаны тығынмен тығыз жабайық. Колбаға ауа айдап енгізіп, оны өлшейік (4.37-сурет). Осыдан кейін резеңке түтікшедегі қысқышты алып тастап, колбадағы ауаны шығарып жіберейік. Біз таразының тепе-теңдігі бұзылғанын байқаймыз және гиртас жағы аздап 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.

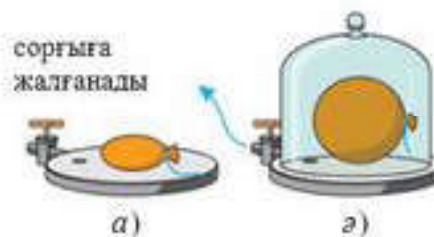
Паскаль заңына сәйкес ауа бағанының қысымы қатты денелер тұғызатын қысымға қарағанда барлық бағытқа бірдей тарайды.

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 сораық. 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 көмбіяды.

Атмосфералық қысым деп Жердің ауа қабығының Жер бетіне және ондағы денелерге түсіретін қысымын айтады.



1654 жылы неміс физигі Отто фон Герике Магдебург қаласында өзінің замандастарын таңғалдырған тәжірибе жасаған. Ол екі болат жартышарды бір-біріне нығыздай жабыстырып, одан кейін олардың ішінен ауасын сорып алған. Атмосфералық қысым ықпалының зор екені соншалық, тіпті қос-қоспаң жегілген бірнеше ат та бұл біріктірілген жартышарларды екі жаққа қарай тартқанмен, оларды ажырата алмаған. Физикада бұл деректі “магдебург жартышарларымен тәжірибе” деп айтады.



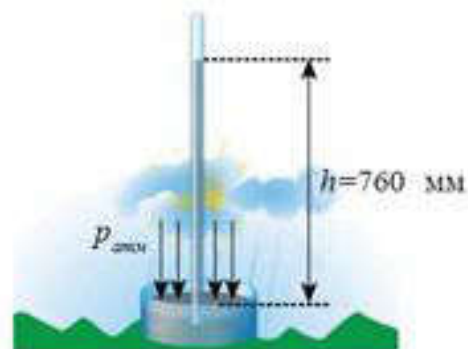
Атмосфералық қысымның сандық мәнін 1643 жылы алғаш рет итальяндық физик Эванджеллиста Торричелли (1608—1647) өлшеген болатын. Ол өзінің ұстазы Г. Галилейдің тапсырмасы бойынша мынадай тәжірибе жасады.

Э. Торричелли ұзындығы 1 м бір жағы бітеу шыны түтік алып оны сынаппен толтырды да, ашық жағын жауып, сынап құйылған ыдысқа батырды (4.39-сурет). Түтіктің сынап ішіне салған жағының аузын ашқанда сынаптың аздаған бөлігі ыдысқа төгіліп, түтікте биіктігі 760 мм сынап бағаны қалды. Бұл биіктігі 760 мм болатын сынап бағанының қысымы ыдыстағы сынап бетіне түсетін атмосфералық қысыммен теңесетінімен түсіндіріледі.

Егер түтікті еңкейтсек, сынап бағанының биіктігі өзгермей қалады (4.40-сурет).

Торричелли тәжірибесі арқасында физикаға қысымды өлшеудің жүйеден тыс өлшем бірлігі мм.сын.бағ. енгізілді:

$$1 \text{ мм.сын.бағ.} = 133 \text{ Па.}$$

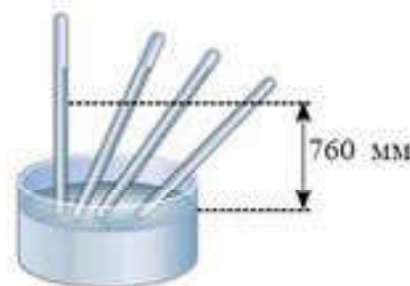


4.39-сурет



Өзіміз дәлелдейміз!

Гидростатикалық қысымның формуласын пайдаланып, биіктігі 1 мм түтіктегі сынап бетіне түсіретін атмосфералық қысымның 133 Па болатынын дәлелдендер. Сынаптың тығыздығы $\rho = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



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 биік болған сайын атмосфералық қысымның азаятынын анықтайды.



Назар аударамыз!

Атмосфералық қысым әр 12 м биіктікте 1 мм.сын.бағ.-на азаяды. Бұл жергілікті жердің үстіндегі атмосфералық ауа бағаны салмағының кемітінімен түсіндіріледі, яғни ауа спрейді.



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 тәуелді?
6. Көп қабатты зәулім үйдің бірінші қабаты мен үстіңгі қабатындағы атмосфералық қысым бірдей бола ма?



1 Неліктен аударылып қалған құмырадан су бүлкілдеп төгіледі, ал резеңке медициналық жылытқыштан бірқалыпты ағып шығады?

2 Қарапайым тәжірибе жүргізейік. Суы бар стақан алайық және оны дәптер парағымен жабайық. Осыдан кейін дәптер парағын қолымызбен ұстап тұрып стақанды төңкерейік (4.41-сурет). Су стақаннан төгілмейді. Неге?

3 Мына тәжірибе нәтижесін түсіндіріңдер: тиынды су ішінен стақан ішіне сіріңке жағып шығарып алды (4.42-сурет).

4 Торричелли түтігінің әртүрлі биіктіктерінде диаметрлері кішкентай тесіктер болса, нені байқаймыз?



4.41-сурет



4.42-сурет

§ 27. Атмосфералық қысымды өлшеу

Сендер

- атмосфералық қысымды қандай құралдармен өлшейтінін білесіңдер;
- барометрлердің жұмыс істеу принципін түсіндіре аласыңдар.



Тірек сөздер:

- ✓ сынапты барометр
- ✓ барометр-анероид

Біз ауа мұхитының астында өмір сүреміз және біздің ағзамыз атмосфералық қысымды өздігінен теңгеріп отырады. Алайда көп адамдардың ағзасына атмосфералық қысымның ауытқуы елеулі әсер етеді. Адам өзін жайсыз сезінеді, басы ауырып, жиі дем алады. Тіпті мұрнынан, құлағынан қан кетуі де мүмкін. Ондайда қан қысымы көтерілді дейді. Альпинистер ауадағы оттектің қалыпты мөлшерін қамтамасыз ететін арнайы оттеқ қалтасын жиі пайдаланады.

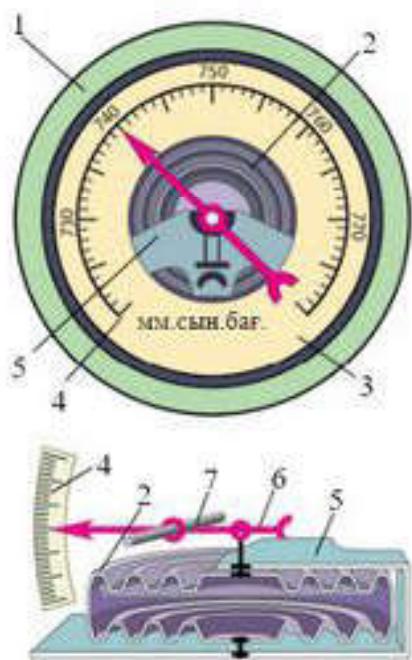
Атмосфералық қысым үнемі өзгеріп тұрса, оны өлшеу үшін барометрлер деп аталатын құралдар пайдаланылады.

Сынапты барометр. Торричелли түтігі негізінде жасалған сынапты барометр ең қарапайым барометр болып табылады (4.43-сурет).

Ыдыстағы 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 қысымның өзгеруімен 2 түтікшедегі сынап бағанының биіктігі өзгереді. Сынапты барометр дәл сол уақыт мезетіндегі атмосфералық қысымды өлшейді. Сынапты барометрді қалыпты жағдайда пайдаланған тиімді, ал өзінмен алып жүретін болсаң, барометр-анероид пайдаланған жөн.



4.43-сурет



4.44-сурет

Барометр-анероид. Барометр-анероидтің құрылысы 4.44-суретте көрсетілген.

1 — барометр корпусы; 2 — ішінен ауасы сорылған беті пректелген (гофрленген) металл қорап; 3 — шыны; 4 — сынапты барометр көмегімен градуирленген қысымдар шкаласы; 5 — қорапшаны қабыстыруға мүмкіндік бермейтін металл пластина; 6 — барометрдің тілі; 7 — ось.

Атмосфералық қысым гофрленген қорапшаға күшпен әрекет етеді. Толқынды бет беттік ауданды, яғни қорапша бетіне түсірілетін қысым күшін арттырады. Атмосфералық қысымның азаюымен қорапша бетіне түсірілетін қысым күші азаяды. Сондықтан пластина қорапша бетін (5) түзетеді, ол құралдың тілі (6) мен осьті (7) бұрады. Барометр көрсеткіші шкаладан (4) алынады. Атмосфералық қысымның артуы кезінде тетік кері бағытта қозғалады.



Барометрдің көмегімен атмосферадағы ұшу аппаратының көтерілу биіктігін өлшеуге болады. Шкаласы мм.сын.баг.-мен емес, көтерілу биіктігінің өлшем бірлігімен градуирленген барометрлер **альтиметрлер** деп аталады.



1. Қысымды өлшеуге арналған аспаптар қалай аталады?
2. Сынапты барометрдің жұмыс істеу принципі қандай?
3. Барометр-анероидтің құрылысы қандай және ол қалай жұмыс жасайды?
4. Ғарыш кемесінің ішіндегі ауа қысымын сынап барометрімен өлшеуге бола ма? Барометр-анероидпен ше?

§ 28. Манометрлер. Сорғылар

Сендер

- манометр мен сорғылардың жұмыс істеу принципін түсінетін боласыңдар;
- манометрмен қандай физикалық шаманы өлшейтінін білетін боласыңдар.



Тірек сөздер:

- ✓ манометр
- ✓ сорғы



4.45-сурет



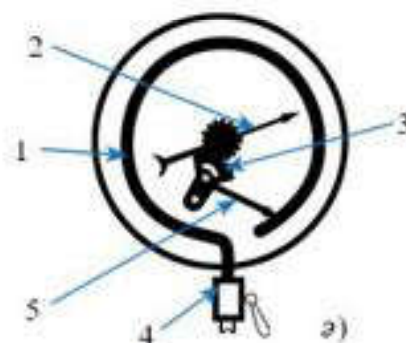
а)

Адамзат қызметінің барлық саласында атмосфералық қысымнан жоғары немесе төмен жағдайда жүзеге асатын процестер жиі кездеседі. Сондықтан тәжірибеде қысым айырымын бақылап отыру қажеттігі туындайды. Бұл мақсат үшін манометрлер деп аталатын аспаптар пайдаланылады. **Манометр** сөзі гректің *манос* — тығыз емес, *метр* — өлшеймін деген сөздерінен алынған. Манометрлердің түрі көп, біз олардың екеуіне толығырақ тоқталайық.

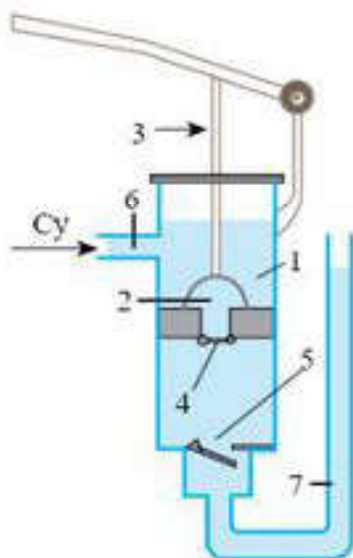
Сұйық манометр. Алғашқы сұйық манометрді 1643 жылы италияндық ғалым Торричелли жасаған. Оның құрылысы 4.45-суретте көрсетілген.

Вертикаль жазық панельге сұйық (су немесе сынап) толтырылған U пішінді түтік бекітіледі. Сұйықтың екі тармағы да ашық, сондықтан сұйық оларда бірдей деңгейде орналасады. Түтіктің бір тармағын резеңке түтікше көмегімен қысымы өлшенетін ыдыспен жалғастырып, екіншісін ашық қалдырады. Сұйық манометр берілген ыдыстағы қысым атмосфералық қысымнан қаншалықты жоғары немесе төмен екенін көрсетеді.

Түтікті металл манометр. Оны 1848 жылы француз ғалымы Э. Бурдон ойлап тапқан (4.46, а, ә-суреттер). Оның негізгі бөліктері:



4.46-сурет



4.47-сурет

доға тәрізді иілген қуыс түтікше (1), тіл (2), тісті тегершіктер (3), кран (4) және піндік (5).

Түтіктің бір жағы бітеу, екінші жағы кранның көмегімен қысымы өлшенетін ыдыспен жалғастырылады. Қысым артқан кезде түтік түзулене бастайды да, оның бітеу ұшының қозғалысы піндікке беріледі. Піндік тісті тегершіктер арқылы аспаптың тілімен байланысқан, сондықтан қысым артқан кезде аспап тілі ауытқып, қысымның артқанын көрсететін болады. Егер қысым төмендесе түтікше иіле бастайды да, аспап тілі кері бағытта қозғалады.

Сорғылар. Елді мекендерде ғимараттарға суды жеткізу үшін арнайы 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 ортаңғы бөлігінде саңылауы бар поршень; 3 — қозғалтқыш білігін поршеньмен қосатын сояуыш; 4 және 5 — суды тек бір бағытта жіберетін Герон қақпақшалары; 6 — сорғыға су берілетін түтік; 7 — сорғы көмегімен суды резервуарға жеткізетін түтікше.

Сояуыш (3) төмен қарай қозғалғанда қақпақша (4) жабылады, ал қақпақша (5) ашылады, бұл поршеньге түтік (7) арқылы суды үстінгі резервуарға айдауға мүмкіндік береді. Поршеньмен төмен қарай бір мезгілде түтік (6) арқылы су поршеньнің үстінгі жағындағы цилиндрдің (1) жоғарғы бөлігіне құйылады. Поршень жоғары қарай қозғалғанда жоғарғы қақпақша (5) жабылып, төменгі қақпақша (4) ашылады, ал бұл судың цилиндрдің (1) үстінгі бөлігінен төменгі бөлігіне өтуіне мүмкіндік береді және т.с.с.

Білесіңдер ме?

Қалада суқұбыры жүйесіндегі суық су қысымы бірінші қабат деңгейінде атмосфералық қысымнан 5 есе, ал ыстық су қысымы 10 есе артық болуы мүмкін.

Шприц көмегімен дәрі жіберу өздеріңе жақсы таныс. Шприц поршенін кері тартқан кезде цилиндр ішіндегі қысым азаяды да, атмосфералық қысымның әсерінен дәрі оның ішіне енеді. Поршеньді басқан кезде поршень астындағы сұйық қысылып, үлкен қысыммен тар саңылау арқылы ығысып шығады (4.48-сурет).



4.48-сурет



1. Сұйық манометрдің құрылысы мен жұмыс істеу принципі қандай?
2. Металл манометр қалай жұмыс істейді?
3. Айдау сорғысының құрылысы қандай және ол қалай жұмыс істейді?
4. Неліктен айдау сорғысы суды 10 м биіктіктен артық көтере алмайды?



Жерасты суын көтеруге арналған қол сорғысының жобасын жасаңдар. Осындай сорғы көмегімен суды қандай максимал тереңдіктен көтеруге болатынын есептеңдер.



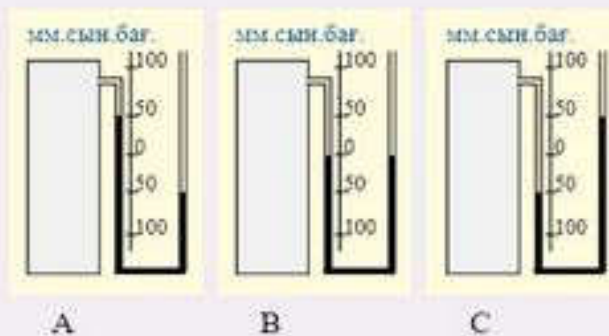
1 Ашық сұйық манометрлер *A*, *B* және *C* ыдыстарымен жалғастырылған (4.49-сурет). Қай ыдыстағы қысым атмосфералық қысымға тең, қайсысында атмосфералық қысымнан артық, қайсысында кем?

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 ауа айдауға 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 мұнайды ше?



4.49-сурет



а)



ә)

4.50-сурет

§ 29. Архимед күші



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ кері итеруші күш
- ✓ Архимед заңы

- кері итеруші күштің пайда болу себебін білетін боласыздар;
- Архимед заңын есептер шығару кезінде пайдалана аласыздар.



Сұйықтар мен газдар өздеріне батырылған денеге әрекет ете ме?



Архимед
(б.з.д. 287—212)

Аса көрнекті грек ғалымы.

Кері итеруші күшті және денелердің жүзуін сипаттайтын заңды ашқан. Алқашты суландыруға арналған механизмдерді, ауыр жүктерді көтеруге арналған иіндерді, шығырларды, әскери атқыш механизмдерді ойлап тапқан. Ол құрастырған әскери механизмдер туган қаласы Сиракузды римдіктерден құтқарған.

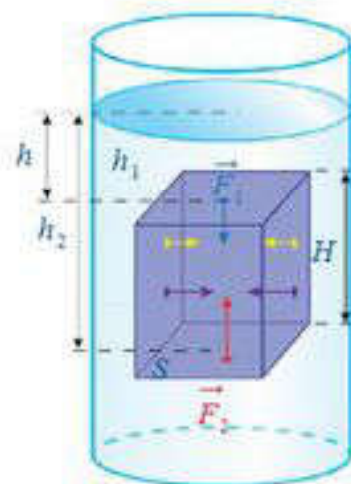
Тәжірибе жасайық. Үш ыдысқа әртүрлі сұйық — керосин, су және глицерин құйық. Массасы 200 г болат цилиндр алып, оның ауадағы салмағын динамометр көмегімен өлшейік. Динамометр 2 Н шаманы көрсетеді. Осыдан кейін динамометрге ілінген цилиндрді керосинге, суға және глицеринге батырып, динамометр көрсеткіші азаятынын, бірақ нәтижесінің бірдей болмайтынын байқаймыз. Динамометр көрсеткіші глицеринде аз, суда көбірек, ал керосинде одан көп болады. Егер бұл тәжірибені мыс немесе алюминий цилиндрлерді алып қайталасақ, онда қайтадан бұл сұйықтарға салынған цилиндрлер салмағының азаюын байқаймыз. Демек, сұйыққа батырылған кез келген денеге ауырлық күшіне карама-қарсы, яғни жоғары қарай бағытталған күш әрекет етеді. Бұл күш **кері итеруші** деп аталады.

Тәжірибелер нәтижесі бойынша қорытынды жасауға болады: **сұйық неғұрлым тығыз болса, соғұрлым кері итеруші күш көп болады.**

Кері итеруші күштің табиғатын түсіну үшін сұйыққа батырылған кубпен тәжірибе жасайық.

Кубтың барлық жағына сұйықтың қысым күші әрекет етеді (4.51-сурет).

Кубтын бүйір жақтарына әрекет ететін күштер тең және олар бірін-бірі теңгеріп тұрады. Ал оның үстінгі және төменгі жақтарына әрекет ететін күштер әртүрлі, өйткені үстінгі және төменгі беттердегі сұйық бағанының биіктіктері әртүрлі.



4.51-сурет

Кері итеруші күшті есептеуге арналған формуланы қорытып шығарайық. Кері итеруші күшті екі қысым күшінің айырымы ретінде анықтайық: біріншісі — сұйық тарапынан кубтың үстінгі жағына әрекет ететін F_1 (ол төмен қарай бағытталған) қысым күші және екіншісі — сұйық тарапынан кубтың төменгі жағына әрекет ететін F_2 (ол жоғары қарай бағытталған) қысым күші. Біз қысым күшін $F = pS$, ал қысымды $p = \rho_c gh$ формуласы бойынша анықтаймыз, мұндағы ρ_c — сұйық тығыздығы, g — еркін түсу үдеуі, h — сұйық бағанының биіктігі. Онда сұйық бағанының қысым күші

$$F = pS = \rho_c ghS.$$

Кубтың үстінгі бетіне түсірілетін қысым күші $F_1 = p_1 S = \rho_c gh_1 S$, мұндағы h_1 — кубтың үстінгі жағындағы сұйық бағанының биіктігі, ал кубтың төменгі бетіне түсірілетін қысым күші

$$F_2 = p_2 S = \rho_c gh_2 S,$$

мұндағы h_2 — сұйық бетінен кубтың төменгі жағына дейінгі сұйық бағанының биіктігі.

Кері итеруші күш олардың айырымына тең: $F_A = F_2 - F_1$.

Бұл формулаға F_2 және F_1 күштерінің мәндерін қойып, $F_A = \rho_c gS(h_2 - h_1)$ аламыз. Ал $h_2 - h_1 = h$ болғандықтан, $F_A = \rho_c gSh$, мұндағы h — цилиндр биіктігі. $Sh = V$ цилиндр көлемі болғандықтан, кері итеруші (ығыстырушы) күш

$$F_A = \rho_c gV. \quad (29.1)$$

Біз кері итеруші күшті табуға арналған формуланы қорытып шығардық.

Сонымен, сұйыққа батырылған денеге оның сұйыққа батқан бөлігі көлеміндегі сұйықтың салмағына тең кері итеруші күш әрекет етеді.

Бұл заңды оны ашқан ежелгі грек ғалымы Архимедтің құрметіне Архимед заңы немесе архимед күші деп атайды, белгіленуі F_A .

Егер сұйыққа дененің бір бөлігі ғана батырылса, онда ығыстырушы күш формуласындағы $V_{\text{с.б}}$ — дененің сұйыққа батқан бөлігінің көлемі.

Ауада және кез келген газда да денеге кері итеруші күш әрекет етеді. Алайда газдардағы кері итеруші күш дененің салмағынан әлдеқайда аз, сондықтан оны көбінесе ескермейді. Ал сұйықтарда пайда болатын кері итеруші күш үлкен болатындықтан, оны ескермеуге болмайды.



Оқыңдар, 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 суға қарай ығысқанда ол төменгі жағынан ери бастайды. Тепе-теңдік бұзылып, айсберг аударылып түседі. Дәл осы себептен кезінде аса ірі кеме — “Титаник” апатқа ұшыраған болатын.



Тропикалық теңіздердегі наутилус ұлуы шыршықты қабыршақта өмір сүреді. Өзінің ішкі ағзаларының көлемін тез арада өзгерту арқылы ол су бетіне көтеріледі немесе түбіне түседі.



1. Неліктен ауаға қарағанда сұйыққа батырылған дене жеңілірек?
2. Қандай күш кері итеруші күш деп аталады?
3. Кері итеруші (архимед) күшінің бар болуын қалай дәлелдеуге болады?
4. Кері итеруші күш қандай шамаларға тәуелді?
5. Кері итеруші күштің шамасын қалай есептеуге болады? Архимед күшін есептегенде 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 тәжірибені ойластырыңдар және жасап көріңдер.
2. Архимед күшін өлшеуге болатын тәжірибе ойластырыңдар және жасаңдар.



1. Егер денені Айға көшірсек, онда оған әрекет ететін архимед күші өзгере ме?
2. Вакуумде архимед күші әрекет ете ме? Салмақсыздық жағдайында ше?
3. Мыс шардың ауадағы салмағы 36,9 Н, ал оны суға толықтай батырғанда оның салмағы 26,7 Н болды. Шар тұтас па, әлде 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

- дененің сұйықта жүзу шарттарын түсініп, білетін боласыздар;
- кемелердің жүзуі, ауада ұшу неге негізделгенін түсінесіздер;
- есептер шығарғанда архимед күшін анықтауды үйренесіздер.



Тірек сөздер:

- ✓ шөгім
- ✓ ватерсызық
- ✓ көтеруші күш

Сендер енді сұйыққа батырылған кез келген денеге архимед күші және ауырлық күші әрекет ететінін білесіздер. Архимед күші жоғары қарай бағытталған. Ол сұйық тығыздығына және де сұйыққа батқан дене бөлігінің көлеміне байланысты болады. Ауырлық күші дененің салмағына тең және төмен қарай бағытталған.



Неліктен сұйыққа батырылған кейбір денелер оның бетіне қалқып шығады, ал екінші біреулері батып кетеді, ал үшіншілері сүңгуір 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 судың қайсыбір бөлігін ығыстырады. Сондықтан доп ығыстырып шығарған судың салмағы архимед күшіне тең болатыны ақиқат. Біздің жағдайымызда доп тыныштық қалпын сақтаған, өйткені допка түсірілген ауырлық күші архимед күшімен теңескен:

$$F_A = mg. \quad (30.1)$$

4.53-суретте сұйық ішіндегі дене (мысалы, сүңгуір қайық) көрсетілген. Мұндай денелер туралы олар тепе-теңдік күйде деп айтады. Бұл жағдайда да ауырлық күші архимед күшіне тең, яғни $F_A = mg$.



4.52-сурет



4.53-сурет

(30.1) формуланы толығырақ қарастырайық. Архимед күші $F_A = \rho_c g V_c$, ал дене 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 — дене ығыстырып шығаратын сұйықтың көлемі, V — дененің көлемі. Бұдан

$$\frac{\rho}{\rho_c} = \frac{V_c}{V}. \quad (30.2)$$

Дененің жүзуі кезінде ол ығыстырып шығаратын V_c сұйықтың көлемі әрқашан дененің өзінің V көлемінен кіші немесе тең болады, онда жүзіп жүретін дененің тығыздығы сұйық тығыздығынан аз немесе оған тең болуы тиіс, яғни $\rho \leq \rho_c$. Бұдан денелердің жүзу шарттарын тұжырымдауға болады.

Дененің жүзу шарттары			
1	$\rho < \rho_c$	$F_A > mg$	Дене сұйықтың 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 түседі, яғни батады
ρ — дененің тығыздығы; ρ_c — сұйықтың тығыздығы; F_A — архимед күші; mg — ауырлық күші			



Корпусы болаттан жасалған кемелер мұхиттарда, теңіздерде қалай жүзеді?

Кемелердің ішкі бөліктерінде көптеген ашық аралықтар болады. Сондықтан кемелерді олардың орташа тығыздығы судың тығыздығынан аз болатындай етіп құрастырады.

Егер кемеңің жалпы массасын жалпы көлеміне бөлсек, кемеңің орташа тығыздығын аламыз. Ол судың тығыздығынан едәуір аз болады. Осыған сәйкес кемеге әрекет етуші ауырлық күші (немесе кемеңің жүгімен қосқандағы ауадағы салмағы) кемеңің суға батқан бөлігі ығыстырып шығаратын судың салмағына тең болғанда кеме суда жүзеді (4.54-сурет).



4.54-сурет

Кемеңің суға бататын бөлігі **шөгім** деп аталады. Рұқсат етілетін шөгім **ватерсызык** деп аталатын сызықпен белгіленеді. Ол жүк тиелген кемеңің суға бата алатын шекті деңгейін көрсетеді. Кеме шанағында ватерсызык қызыл түспен белгіленеді.

Теңіз қайықтарының ішінде *сүңгуір қайықтардың түрі* ерекше болады (4.53-сурет). Қайықтың орташа тығыздығын ондағы арнайы бөлінген орындарды сумен

толтыру арқылы реттеп отыруға болады. Бұл жағдайда оның орташа тығыздығы артады да, қайық суға батады. Қайық жоғары көтерілген кезде қуатты сорғылар ауаның көмегімен олардан суды айдап шығарады да, қайықтың орташа тығыздығы кемиді (4.55-сурет).



4.55-сурет

Ауада ұшу. Ауада ұшу да Архимед және Паскаль заңдарына негізделген. Ауа шарларының көмегімен жүктерді, 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:

$$F_x = F_A - (m_{\text{қабық}} + m_{\text{газ}})g. \quad (30.3)$$

Аса үлкен биіктіктерге ұшырылмайтын шарлар **аэростаттар**, 11 км-ден жоғары биіктіктерге көтерілетін шарлар **стратостаттар** деп аталады (4.56-сурет). Аэростаттар мен стратостаттар атмосфераны зерттеу үшін қолданылады. ХХ ғасырдың басында ойлап табылған қозғалтқыштар мен пропеллерлер көмегімен басқарылатын ұшу аппараттары **дирижабльдер** деп аталады. Ұшу кезінде ауаның кедергісін азайту үшін олар созылыңқы, 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



Оқыңдар, қызық!

Бірінші ауа шары 1783 жылдың жазында Францияда ұшырылды. Қағаз фабрикасының пелері ағайынды Жозеф және Этьен Монгольфьер қағаздан үлкен шар жасап, оны жылы ауамен толтырды. Жылы ауаның тығыздығы қоршаған суық ауаның тығыздығынан аз, сондықтан шар көтерілген болатын. Бұл шар 500 м биіктікке көтеріліп, 10 мин ішінде 2 км ұшып өтті (4.57-сурет). Сол кездегі ауа шарлары *монгольфьерлер* деп атала бастады.



4.57-сурет

1783 жылдың 1 желтоқсанында өзінің “шарльерімен” ауаға француз профессоры Жак Александр Сезар Шарль көтерілді. Ол жылытылған ауаның орнына одан тығыздығы шамамен 14 есе аз сутекті қолданған. Кейінірек ауа шарлары жарық беретін газдармен толтырылды.

1887 жылы Күннің тұтылуын бақылау үшін Д. П. Менделеев гелий толтырылған шармен ауаға көтерілген болатын.

Заманауи ауа шарлары гелиймен толтырылады.



Сұйықтардың тығыздығын өлшеу үшін *ареометр* деп аталатын құрал қолданылады. Ареометр түбі кішкене металл бытыралармен толтырылған шыны түтікшеден тұрады. Құтының үстіңгі жағы градуирленген шкаласы бар жіңішке түтікшеге жалғасады.

Ареометр сұйық ішінде вертикаль қалтында жүзе алады. Ареометрді сұйыққа батырғанда оның шыны құтысы архимед күші ауырлық күшіне 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. Ыдысқа жайлап су құйса, оның тегіс түбінде жатқан ағаш куб су бетіне көтеріле ме?
4. Кемелердің жүзуі неге негізделген?
5. Көтеруші күш деп қандай күшті айтады?
6. Ватерсызық дегеніміз қандай сызық?



Өзіміз жасаймыз!

Ареометр. Құм және сынауық алып, өздерін ареометр жасаңдар. Оны таза су алып градуирлендер. Осы ареометрді пайдаланып, тұз және кант ерітіндісінің тығыздығын анықтаңдар.



- 1** Шыны құты, суы бар стақан, шикі жұмыртқа және 2-3 асқасық тұз алыңдар. Құтыға 0,5 л су құйып, 2 асқасық тұзды ерітіндер. Жұмыртқаны суға салыңдар. Ол судың бетінде жүзіп жүруі тиіс. Енді жайлап жай су құйыңдар. Жұмыртқа бата бастайды және тепе-теңдік қалпын сақтайды. Әрі қарай су құйғанымызда жұмыртқа құты түбіне батып кетеді. Байқаған құбылыстарыңды түсіндіріңдер.
- 2** Қатты пісірілген жұмыртқа а) жай суда; ә) тұзды суда жүзе ала ма? Тәжірибеде тексеріңдер. Тәжірибе нәтижесін түсіндіріңдер.
- 3** Стақанға газдалған су құйыңдар да, оған бір жүзім салыңдар. Ол аздап судан ауырлау, сондықтан ол батып кетеді. Енді оның үстіне 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 стақан түбіне түседі. Газ толық ұшып кеткенге дейін бұл процесс жалғаса береді. Тәжірибені түсіндіріңдер.



Өзіміз жасаймыз!

Картезиан сүңгуірі. Пластикалық бөтелке мен тамшуыр алыңдар. Бөтелкенің мойнына 2-3 мм жеткізбей су құйыңдар. Тамшуырға су сорып алып бөтелкеге салыңдар да, оның аузын тығынмен жабыңдар. Енді бөтелкенің екі бүйірінен қыссаңдар, тамшуыр төмен түседі. Тамшуырдың суға батуын түсіндіріңдер. Бұл тамаша ойыншық — картезиан “сүңгуірін” француз математигі, физигі және философы Рене Декарт ойлап шығарған.



Есеп шығару үлгілері

1-есеп. Ағаш білеуше сынап, су, керосин құйылған ыдыстардың ішінде кезегімен жүзді. Осы үш жағдайдағы білеушеге әрекет ететін архимед күшін салыстырыңдар.

Шешуі. Білеуше жүзіп жүр, демек, ол тепе-теңдік қалпын сақтаған. Бұл архимед күші ауырлық күшіне тең болғанда мүмкін болады. Білеуше біреу ғана болғандықтан, оған бірдей ауырлық күші түсіріледі. Онда барлық жағдайдағы архимед күші де бірдей: $F_{A1} = F_{A2} = F_{A3} = mg$.

Мұндағы жалғыз айырмашылық — білеушенің әртүрлі сұйықтардағы бату тереңдігі. Қай сұйыққа тереңірек бататынын өздерің анықтап көріңдер.

2-есеп. Ішіне тығын қатырылған 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 қатырылған дене массасы болсын. Онда олар ығыстырған 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 қатырылған дене тығыздығы судың тығыздығынан аз немесе оған тең болса, онда дене 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 қатырылған денемен қоса алғандағы мұздың ығыстырып шығарған көлемі өзгермейді.

Демек, егер мұз кесегі тұтас немесе оған тығыздығы су тығыздығынан аз болатын дене қатырылса немесе мұзда ауа көпіршігі болса, онда мұз ерігеннен кейін стакандағы судың деңгейі өзгермейді.

Егер ρ_2 дене тығыздығы судың тығыздығынан артық болса, онда мұз ерігеннен кейін ол суға батып, өзінің көлеміне тең 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 қатырылған мұзы бар стакандағы су деңгейі төмендейді.

Жауабы : егер мұзға тығын қатырылса, мұз ерігеннен кейін стакандағы судың деңгейі өзгермейді, ал бытыра қатырылған жағдайда су деңгейі төмендейді.

3-есеп. Биіктігі H мұз көлде жүзіп жүр. Мұздың су бетіндегі және су астындағы биіктіктері қандай?

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 жүргендіктен, архимед күші мұзға әрекет етуші ауырлық күшіне тең:

$$\rho_c g V_2 = mg. \quad (1)$$

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-суретте көрсетейік және $\rho_c g V_2 = mg$.

4.58-суреттен

$$h_1 + h_2 = H \quad (2)$$

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 қойсақ,

$$\rho_c g V_2 = \rho_{\text{мұз}} g V. \quad (5)$$

$V_2 = h_2 S$, ал $V = HS$ болғандықтан, теңдеу $\rho_c g h_2 S = \rho_{\text{мұз}} g HS$ түріне енеді.

Бұдан мұздың су астындағы бөлігі

$$h_2 = \frac{\rho_{\text{мұз}}}{\rho_c} \cdot H. \quad (6)$$

(2)-ден $h_1 = H - h_2$, яғни

$$h_1 = H - \frac{\rho_{\text{мұз}}}{\rho_c} \cdot H = \frac{\rho_c - \rho_{\text{мұз}}}{\rho_c} \cdot H. \quad (7)$$

(6) және (7) формулаларға мұздың және судың тығыздықтарының мәнін қойсақ,

$$h_2 = \frac{9}{10} H \text{ және } h_1 = \frac{1}{10} H. \quad (8)$$

Бұл есепте біз жазық мұзды қарастырдық. Алайда (8) формуланың кез келген пішіндегі тұтас мұз кесегі үшін дұрыс екеніне көз жеткізуге болады.

4-есеп. Көлемі 120 м^3 гелий толтырылған шар көтере алатын жүктің массасын есептендер. Шар қабығының массасы 12 кг .

Берілгені:

$$V = 120 \text{ м}^3$$

$$m_0 = 12 \text{ кг}$$

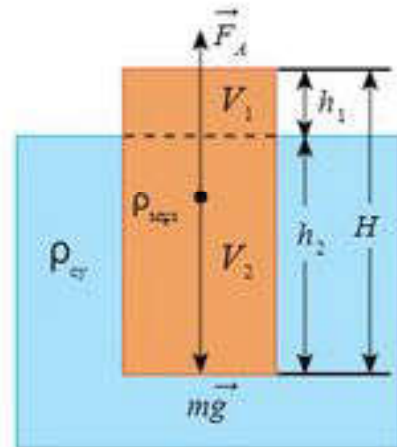
$$m = ?$$

Шешуі. Көтеруші күш шарға әрекет етуші архимед күші мен шар қабығы және шарды толтырып тұрған газдың түсіретін ауырлық күшінің айырымына тең: $F_k = F_A - (m_0 + m_r)g$. 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 $F_A = \rho_{\text{ауа}} g V$.

Онда $F_k = \rho_{\text{ауа}} g V - (\rho_r V + m_0)g$. Ауаның тығыздығы $\rho_{\text{ауа}} = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

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 алатын 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 дм^3 , ал оның салмағы $0,04 \text{ Н}$. 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:

$$F_k = F_A - P = \rho_{\text{ауа}} gV - P.$$

$$F_k = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,004 \text{ м}^3 - 0,04 \text{ Н} = 10 \text{ мН}.$$

Жауабы : $F_k = 10 \text{ мН}$.



1 Көлемі 3 л ауа шары сутекпен толтырылған. Шар мен сутектің массасы $3,4 \text{ г}$. Шардың көтеруші күші қандай?

2 Тұщы суда ватерсызығына дейін батқан кеме 15000 м^3 суды ығыстырады. Кеменің машинелермен 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 м^3 аэростат 40 км биіктікке массасы қандай жүкті көтере алады?

Аэростат тығыздығы $0,18 \text{ кг/м}^3$ гелиймен толтырылған, биіктіктегі ауа тығыздығы $0,85 \text{ кг/м}^3$.

5 Болат арқан арқылы байланған аэростаттың салмағы 550 Н және онда тығыздығы $0,6 \text{ кг/м}^3$ болатын 350 м^3 газ бар. Егер арқанның салмағы 750 Н болса, онда аэростатты шынжырдың төменгі жағынан ұстап тұруға жеткілікті күш неге тең болады?



6-зертханалық жұмыс

АРХИМЕД ЗАҢЫН ТЕКСЕРУ

Жұмыстың мақсаты: суға батырылған пішіндері әртүрлі денелерге әрекет ететін архимед күшін өлшеу.

Құрал-жабдықтар: жіп байланған цилиндр, куб және бұрыс пішінді денелер, өлшеуіш цилиндр (мензурка), динамометр, суы бар стақан, сызғыш.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Суы бар мензурканы пайдаланып, цилиндр пішінді дененің көлемін өлшеңдер (4.59-сурет).
2. Денеге әрекет ететін F_A архимед күшінің мәнін есептеңдер (судың тығыздығы 1000 kg/m^3). Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.

Тәжірибе реті	Дене	Дененің көлемі, $V, \text{ m}^3$	Архимед күші, $F_A, \text{ H}$	Ауырлық күші, $F_2, \text{ H}$	Серпімділік күші, $F_{\text{серп}}, \text{ H}$	Архимед күші, $F'_A, \text{ H}$
1	Цилиндр					
2	Куб					
3	Бұрыс пішінді					

3. Динамометрге жіп байланған денені іліңдер. Оған әрекет ететін ауырлық күшін өлшеңдер (дененің ауадағы салмағы).
4. Денені суы бар стақанға салыңдар да, серіппенің серпімділік күшін өлшеңдер (дененің судағы салмағы).
5. Архимед күшінің мәнін есептеңдер: $F'_A = F_2 - F_{\text{серп}}$. Нәтижелерді жоғарыдағы кестеге жазыңдар.
6. Куб және бұрыс пішінді денеге әрекет ететін архимед күшін анықтаңдар. Нәтижелерді жоғарыдағы кестеге жазыңдар.
7. Әр дене үшін екі тәсілмен алынған архимед күшінің мәндерін салыстырыңдар.
8. Қорытынды жасаңдар.



4.59-сурет

7-зертханалық жұмыс

ДЕНЕЛЕРДІҢ ЖҮЗУ ШАРТТАРЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: эксперимент жүзінде дененің қандай жағдайда суға батып кететінін, су бетіне көтерілетінін, жүзіп жүретінін анықтау.

Сендердің міндеттерің мына тұжырымдарды тексеру:

а) егер ауырлық күші (mg) архимед күшінен аз болса, онда дене су бетіне көтеріліп қалқып жүреді немесе суға аздап батып жүзеді (4.60, а-сурет);

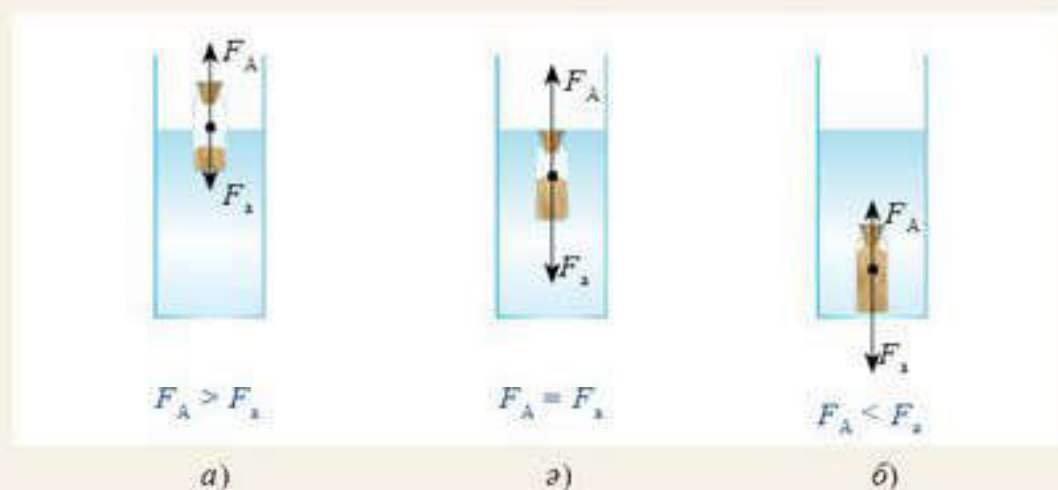
ә) егер ауырлық күші архимед күшіне тең болса, онда дене сұйық ішінде жүзіп жүреді (4.60, ә-сурет);

б) егер ауырлық күші архимед күшінен артық болса, онда дене сұйық түбіне батып кетеді (4.60, б-сурет).

Құрал-жабдықтар: мензурка, таразы, ғіртастар жиынтығы, тығыны бар сынауық, құм, шыны немесе ағаш таяқша.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Тығынмен нығыздалып бекітілген сынауықтың көлемін өлшеңдер. Ол үшін сынауықты таяқшаның көмегімен мензуркаға батырыңдар.
2. Сынауыққа әрекет етуші архимед күшін есептеңдер: $F_A = \rho_c gV$ (судың тығыздығы 1000 кг/м^3). Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.
3. Сынауыққа аздап құм салыңдар. Оны суға салғанда суға батпай, жүзіп жүретін болсын. Құмы бар сынауықтың массасын өлшеңдер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептеңдер: $F_s = mg$. Архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.
4. Суға салғанда сынауықтың бір бөлігі суға батып, бір бөлігі су бетінде болатындай етіп оған құм салыңдар. Сынауықтың суға батқан бөлігінің көлемін өлшеңдер. Оған әрекет етуші архимед күшін есептеңдер: $F_A = \rho_c gV$. Құмы бар сынауықтың массасын өлшеңдер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептеңдер. Бұл жағдайдағы архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.



4.60-сурет



5. Сынауықты суға салғанда ол суға толық батып, ішінде жүзіп жүретіндей етіп оған құм салыңдар (4.60, а-сурет).
Бұл жағдайдағы құмы бар сынауықтың массасын өлшеңдер. Оған әрекет етуші ауырлық күшін есептеңдер және оны архимед күшімен салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.
6. Сынауыққа құмды толтыра салыңдар. Құмы бар сынауықтың массасын өлшеңдер және оған әрекет етуші ауырлық күшін есептеңдер. Төмендегі кестені толтырыңдар. Сынауықты мензуркаға батырыңдар. Ол батып кетеді (4.60, б-сурет). Бұл жағдайдағы архимед күші мен сынауыққа әрекет етуші ауырлық күшін салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.
7. Денелердің жүзу шарттары бойынша жалпы қорытынды жасаңдар.

Тәжірибе реті	Сынауықтың көлемі, V , м ³	Архимед күші, F_A , Н	Сынауықтың массасы, m , кг	Ауырлық күші, F_g , Н	F_A және F_g арақатынасы	Сынауық қалқып шығады, жүзеді, батады
1						Су бетіне қалқып шығып жүзіп жүреді
2						Суға бір бөлігі батып жүзіп жүреді
3						Сұйық ішінде жүзеді
4						Батады

Тараудың ең маңыздылары

Қысым

Заттың агрегаттық күйлері		
Қатты	Сұйық	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-теңдік қалпын өзгертеді	Молекулалардың қозғалысы: бейберекет және үзіліссіз

Паскаль заңы: сұйықтар мен газдар өздеріне түсірілген қысымды өзгеріссіз барлық бағыттарға бірдей жеткізеді.

Қатынас ыдыстар заңы: қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың деңгейі бірдей болады.

Қатынас ыдыстардағы әртекті сұйық бағандарының биіктігі олардың тығыздықтарына кері пропорционал болады.

Архимед заңы: сұйыққа батырылған денеге оның сұйыққа батқан бөлігі көлеміндегі сұйықтың салмағына тең кері итеруші күш әрекет етеді: $F_A = \rho_c g V_c$.

Денелердің жүзу шарттары		
Ауырлық күші мен архимед күшінің арақатынасы	Сұйық пен дене тығыздықтарының арақатынасы	Дененің жағдайы
Ауырлық күші архимед күшінен аз	$\rho < \rho_c$	Дене сұйық бетінде жүзеді
Ауырлық күші архимед күшіне тең	$\rho = \rho_c$	Дене сұйық ішінде жүзеді
Ауырлық күші архимед күшінен артық	$\rho > \rho_c$	Дене сұйық түбіне батады

Жұмыс және қуат. Энергия

Адамдар сарқыраманың энергиясын пайдалану үшін тоғандар мен бөгеттер салады. Судың энергиясын пайдалану арқылы электрстансыларының турбиналары қозғалысқа келтіріледі.

Бөгет биіктігі судың энергиясының шамасына қалай ықпал етеді?

Қазіргі кезде жел қозғалтқыштары сияқты баламалы энергия көздері пайдаланылады. Жел энергиясы қозғалтқыш қалақтарын қозғалысқа келтіреді.

Үлкен энергия алу үшін жел қозғалтқыштарын қандай жерде сазған қолайлы?

Кез келген құрылыс алаңында әртүрлі құрылғылар мен аспаптар пайдаланылады.

Құрылысшылар жұмыстың ыңғайына байланысты жолдан немесе күшпен ұтыс алу үшін әртүрлі механизмдерді пайдаланады. Мұндай механизмдердің жұмысы неге негізделген?

Ағашты арамен кесу кезінде ара қызады.

Бұл механикалық энергияның сақталу заңына қайшы келмей ме? Бұл механикалық энергия қайда жұмсалады?





§ 31. Механикалық жұмыс. Қуат



Тірек сөздер:

- ✓ механикалық жұмыс
- ✓ жұмыстың өлшем бірлігі — джоуль
- ✓ қуат, қуаттың өлшем бірлігі — ватт

Сендер

- механикалық жұмыс және қуат ұғымдарының физикалық мағынасын білетін боласыздар;
- механикалық жұмыс пен қуатты есептеуге арналған формулаларды есептер шығарғанда пайдаланып үйренесіздер.

Механикалық жұмыс. Адам өзінің өмірінде үнемі әртүрлі іс-әрекет жасайды: ойланады, қозғалады, әртүрлі нәрселерді көтереді, жылжытады және т.б. Мұндай іс-әрекеттердің барлығында ол **жұмыс жасайды** деп түсініледі.

Физикада жұмыс ұғымын дене қандай да бір оған түсірілген күштің (ауырлық күші, серпімділік күші, үйкеліс күші және т.б.) әрекетінен қозғалуы кезінде қолданады. Мысалы, автомобиль тарту күшінің әрекетінен қозғалады, бұл кезде жұмыс атқарылады. Адам жүкті қандай да бір биіктікке көтергенде, доп қайсыбір биіктіктен жерге құлап түскенде жұмыс жасалады және т.б.

Тұрақты күштің әрекетінен дене орын ауыстырғанда механикалық жұмыс жасалады.

Жасалған механикалық жұмыстың шамасын қалай есептеуге болады?

Адам 200 Н күш жұмсап, бір жәшікті 5 м қашықтыққа жылжытсын деп ұйғарайық. 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 неғұрлым көбірек күш әрекет етсе, соғұрлым көбірек жұмыс атқарылады.

Жұмыс дененің орын ауыстыруы кезіндегі қашықтыққа да байланысты болады деп ұйғару да орынды. Жүкті неғұрлым 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 пропорционал.

Механикалық жұмысты A әрпімен белгілейді. Мұнда біз дененің қозғалыс бағытында әрекет ететін күш жұмысын анықтаймыз. Ал дене қозғалысының бағытына бұрыш жасай әрекет ететін күштің жұмысы жоғары сыныптарда қарастырылады.

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 тұрақты күш түсіру;

2) тұрақты күш әрекетінен дененің орын ауыстыруы.

Осы шарттардың біреуі орындалмаған жағдайда жұмыс жасалмаған болады.

Мысалдар: 1) ауыр тасты орнынан жылжитпақ болып әурелендіңдер, бірақ бұл әрекеттен түк шықпады делік (5.1-сурет). Шаршадыңдар, бірақ физикалық көзқарас тұрғысынан сендердің жұмыстарың нөлге тең, өйткені тас бір орнында қалды. Орын ауыстыру болмағандықтан ($s = 0$) жұмыс та жасалмады ($A = 0$);

2) дене инерциямен қозғалған кезде жұмыс жасалмайды, өйткені дененің қозғалыс бағытында күш әрекет етпейді ($F = 0$). Демек, $A = 0$.

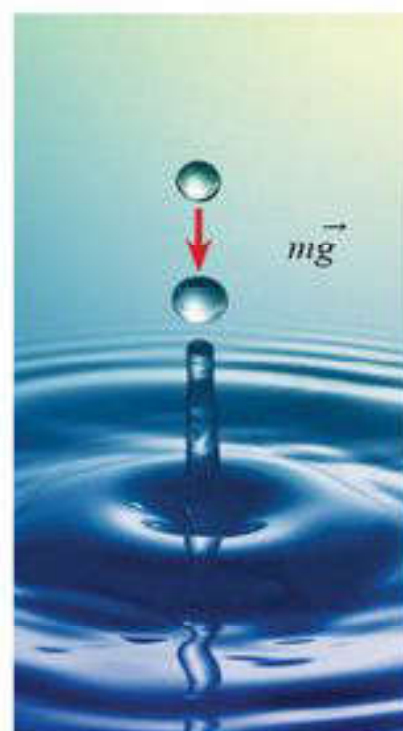
Күштің әрекет ету бағытына байланысты жұмыс оң да, теріс те болуы мүмкін.

Егер дененің қозғалыс бағыты мен оған әрекет етуші күштің бағыты сәйкес келсе, онда жұмыс оң деп есептеледі. Егер дененің қозғалыс бағыты мен оған әрекет етуші күштің бағыты қарама-қарсы болса, онда жұмыс теріс деп есептеледі.

Мысалы, 1) құлап келе жатқан су тамшысына ауырлық күші әрекет ете отырып, оң жұмыс атқарады (5.2-сурет).



5.1-сурет



5.2-сурет



5.3-сурет

2) Жоғары көтеріліп бара жатқан 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 ғалымы Джеймс Джоульдің құрметіне аталған.

Жұмыстың джоульден үлкен де, кіші де бірліктері бар: килоджоуль (1 кДж), мегаджоуль (1 МДж), миллиджоуль (мДж), микроджоуль (мкДж).



Оқыңдар, қызық!

Адам қолының бас бармағынан шынашағына дейін ұшқанда маса 10—27 Дж жұмыс атқарады екен.



5.4-сурет

Қуат. Белгілі бір жұмысты әртүрлі механизмдер әртүрлі уақытта орындауы мүмкін. Мысалы, соғылып жатқан ғимараттың үшінші қабатына 100 кірпішті көтеру үшін адамға 10 сағ-тан артық уақыт қажет болады. Ал көтергіш кранға 10 мин жеткілікті (5.4-сурет).

Әртүрлі механизмдердің жұмыстың орындалу шапшаңдығын сипаттау үшін ерекше физикалық шама — қуат енгізілген.

Қуат — уақыт бірлігі ішінде атқарылатын жұмыспен анықталатын *физикалық шама*. Қуатты N әрпімен белгілейді және мына формула бойынша есептейді:

$$N = \frac{A}{t}, \quad (31.2)$$

мұндағы A — жұмыс, t — жұмыстың орындалу уақыты.

Қуаттың өлшем бірлігі ретінде **ватт (1 Вт)** қабылданған. Қуаттың өлшем бірлігі бұ машинасын ойлап тапқан ағылшын ғалымы Джеймс Уаттың (1736—1819) құрметіне 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 атқаратын жұмысын $A = Nt$ формуласы бойынша есептеп табуға болатыны шығады.

Егер (31.2) формулаға (31.1) формуладағы жұмыстың мәнін қойсақ,

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv, \quad (31.3)$$

мұндағы v — дененің біркальпты қозғалысының жылдамдығы. Бұл формула денеге тұрақты күш әрекет еткенде ғана орынды.

Техникада қуаттың үлкен бірліктері де, кіші бірліктері де қолданылады: киловатт (1 кВт), мегаватт (1 МВт), милливатт (мВт), микроватт (мкВт).



Оқыңдар, қызық!

Адамның жүрегі жиырылғанда шамамен 1 Дж жұмыс жасайды, бұл массасы 10 кг жүкті 1 см биіктікке көтеру кезіндегі жасалған жұмысқа тең.

Джеймс Уатт қуаттың өлшем бірлігі ретінде ат күшін (а.к.) пайдаланған, ол бұл бірлікті бұ машинасы мен аттын жұмыс жасау қабілеттіліктерін салыстыру үшін енгізген: 1 а.к. = 735 Вт.

Адамның баяу жүргендегі орташа қуаты шамамен 0.1 а.к., яғни 70—90 Вт.

Ересек адамның қалыпты жылдамдықпен тегіс жолда жүргендегі қуаты шамамен 60—65 Вт. Ал шапшаң жүргенде 200 Вт қуат қажет болады.

Зенбіректен массасы 900 кг оқ 500 м/с жылдамдықпен атылғанда 0,01 с ішінде 110 000 000 Дж жұмыс жасалды. Бұл жұмыс 75 т жүкті Хеопс пирамидасының басына (биіктігі 150 м) шығарғанда жасалатын жұмысқа тең. Осы кездегі зенбіректің ату қуаты $11\,109 \text{ Вт} = 15\,000\,000 \text{ а.к.}$

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

Қуаттың 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. Қуат дегеніміз не?
6. Қуатты қандай формула бойынша есептеуге болады?
7. Қуаттың өлшем бірлігін атаңдар.
8. Қозғалтқыштың қуатын 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 жолдарыңдағы атқаратын жұмыстарыңды есептендер.
- 2 Баспалдақпен үйдің көршілес қабатына көтерілгендеріңде атқарылатын жұмысты анықтаңдар. Үй қабатының арақашықтығын метрлік тіктеуішпен немесе рулеткамен, ал массаларыңды еден таразысы көмегімен анықтаңдар.
- 3 Сырықпен немесе арқан бойымен тік жоғары қарай көтерілгендеріңде жасайтын жұмыстарыңды және өндіретін қуаттарыңды анықтаңдар. Жұмысты және қуатты анықтау үшін миллиметрлік бөліктері бар сызғышты, секундтық тілі бар сағатты пайдаланыңдар.



- 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 Тереңдігі 4 м өзен түбінен көлемі 0,6 м³ тасты су бетіне көтергендегі жұмысты табыңдар. Тастың тығыздығы 2500 кг/м³, судың тығыздығы 1000 кг/м³.
- 3 Қозғалтқыш поршені 800 кПа қысымның әрекетінен 20 см-ге ығысады. Поршеньнің бір жүрісінде қозғалтқыш атқаратын жұмысты анықтаңдар. Поршень ауданы 150 см².



5.5-сурет

§ 32. Энергия

Сендер

- дененің жұмыс істеуге қабілеттілігінің өлшемі ретіндегі энергиямен танысасындар.



Тірек сөздер:

- ✓ энергия
- ✓ энергияның өлшем бірлігі — джоуль

Егер дене жұмыс жасауға қабілетті болса, онда оның энергиясы бар дейді.

“Энергия” ұғымының нені сипаттайтынын анықтайық.

Энергия күрделі ұғым болып табылады. Ол “жұмыс” және “қозғалыс” ұғымдарымен тікелей байланысқан. Мысалы, қозғалып келе жатқан дененің энергиясы бар. Ол тыныштықтағы денеге осы жылдамдықты беру үшін жасалатын жұмысқа тең; сарқыраманың энергиясы болғандықтан, ол электрстансысындағы турбинаны қозғалысқа келтіреді. Демек,

энергия — дененің жұмыс істеуге қабілеттілігінің өлшемі.

Мәшине (механизм, қозғалтқыш) жұмыс жасауы үшін оның белгілі бір энергиясы болуы тиіс. Мысалы, автомобильдің қозғалтқышы жұмыс жасауы үшін автомобильге бензин құйылады. Бензин жанғанда энергиясын қозғалтқышқа береді де, автомобиль қозғалысқа келеді (5.6-сурет). Жел қозғалтқышы жұмыс жасауы үшін жел қажет (5.7-сурет).

Дене неғұрлым көбірек жұмыс жасай алса, соғұрлым оның энергиясы да көп болады.

Энергияны жұмыстың өлшем бірлігі джоульмен өрнектейді.

Физикалық шама ретінде энергияны E әрпімен белгілейді.

Механикада энергияның екі түрі бар: кинетикалық және потенциалдық энергиялар. Әрі қарай осы энергия түрлерін қарастырамыз.



5.6-сурет



5.7-сурет



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.

§ 33. Кинетикалық және потенциалдық энергия



Сендер

- механикалық энергияның екі түрі — кинетикалық және потенциалдық энергиялар туралы білетін боласындар;
- кинетикалық және потенциалдық энергияларды есептеуге арналған формулаларды пайдаланып, есептер шығарып үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ кинетикалық энергия
- ✓ потенциалдық энергия

Денелердің қозғалысы салдарынан туындайтын энергияны кинетикалық энергия (E_k) деп атайды.

Белгілі бір күштің әрекетінен қозғалысқа 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 анықтайды.

Егер горизонталь жазықтық бойымен қозғалған дене жылдамдығын күштің әрекетінен өзгертсе, онда бұл күштің жұмысы дененің кинетикалық энергиясының өзгеруіне әкеледі. Бұл жағдайда кинетикалық энергия туралы теорема орынды.

Теңәрекетті күштің жұмысы дененің кинетикалық энергиясының өзгерісіне тең:

$$A = E_{k2} - E_{k1}. \quad (33.2)$$



5.8-сурет

Кинетикалық энергия салыстырмалы шама болып табылады, өйткені жылдамдық — салыстырмалы шама, әртүрлі санақ жүйелерінде ол түрліше болады.

Енді өзара әрекеттесуші денелердің энергиясы деп аталатын потенциалдық энергияға тоқталайық.

Потенциалдық энергия (E_p) деп өзара әрекеттесуші денелердің (немесе бір ғана дене бөліктерінің) өзара орналасуы бойынша анықталатын энергияны айтады.

Ауырлық күшінің біртекті өрісіндегі потенциалдық энергия. Жердегі кез келген денеге ауырлық күші әрекет етеді. Жер бетінен көтерілген дененің потенциалдық энергиясы болады. Жер мен дене өзара тартылады. Дене жерге құлағанда ауырлық күші атқаратын жұмысты есептейік.

Дене h_1 биіктіктен h_2 биіктікке құласын делік (5.9-сурет). Денеге 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 дененің бастапқы және соңғы күйлерін сипаттайды. Онда

$$E_p = mgh \quad (33.4)$$

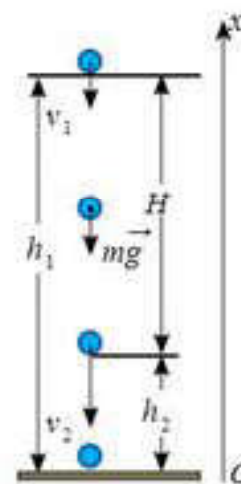
формуласы бойынша анықталатын шама энергия болып табылады. Бұл энергияны **ауырлық күшінің біртекті өрісіндегі потенциалдық энергия** деп атаған.

(33.3) формуладан ауырлық күші атқаратын жұмыс дененің потенциалдық энергиясының азаюына тең екенін көрсетеді:

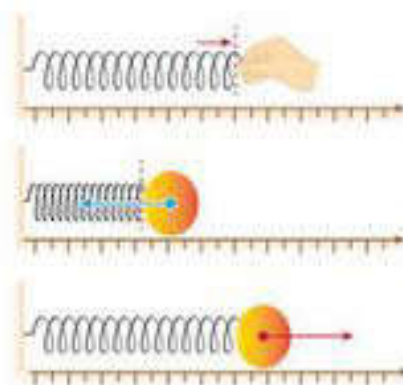
$$A = -(E_{p2} - E_{p1}). \quad (33.5)$$

Потенциалдық энергияны есептеу кезінде энергияның “нөлдік деңгейін” дұрыс тандап алу маңызды. Әдетте, Жердің ауырлық күші өрісінде нөлдік деңгей ретінде теңіз деңгейі алынады. Сондықтан Жерден көтерілген кез келген дененің оң потенциалдық энергиясы болады. Дене құлағанда оның потенциалдық энергиясы азайып, ал кинетикалық энергиясы артады. Себебі бұл кезде дене жылдамдығы артады.

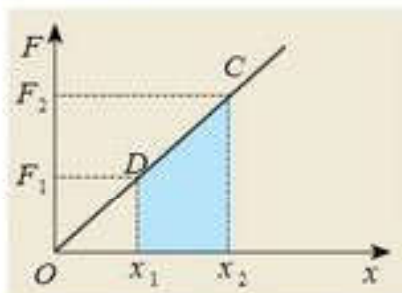
Серпімді деформацияланған дененің энергиясы. Серіппені созып, одан кейін босатып жіберейік. Серіппе созылғанда серпімділік күші пайда болады. Оны Гук заңы бойынша анықтайды. Серіппені созатын сыртқы күш неғұрлым көп болса, серпімділік күші де көп: $F_1 = kx_1$ және $F_2 = kx_2$. Созылған серіппеге кішкене шар бекітсек, серіппе оған жылдамдық береді (5.10-сурет). Демек, деформацияланған дененің 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_2 және ODx_1 үшбұрыштары аудандарының айырымы ретінде 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 бастапқы және соңғы координаталармен анықталатынын көріп отырмыз. Екі жағдайда да бұл күштердің жұмысы дененің потенциалдық энергиясының азаюына тең. Бұл формулалардан күштердің жұмысы траекторияның пішініне тәуелді болмайтыны, ал тұйық траектория бойымен жасалған жұмыстың мәні нөлге тең екені шығады.

Біз жүйеде энергия қоры болғанда ғана жұмыс атқарылатынын байқадық. Адамзатқа энергияға қажеттілік күн сайын арта түсуде. Жинақталған энергия қорын пайдалану өзекті мәселе. Мысалы, өзен суларының кинетикалық энергиясы бар. Адамдар оны пайдалануды үйренді. Су электрстансыларын (СЭС) салып, судың кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыруды үйренді (5.12-сурет).



5.12-сурет.
Бұқтырма су электрстансысы

Денелердің энергиясын пайдалануға басқа да мысалдар келтіруге болады. Дене төмен құлағанда, серіппе жазылғанда жұмыс атқарылады және т.б.



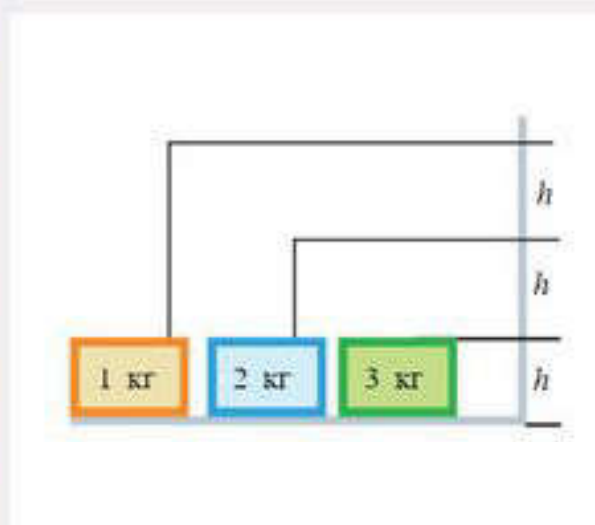
1. Механикалық энергияның қандай түрлері бар?
2. Потенциалдық, кинетикалық энергиялары бар денелерге мысал келтіріңдер.
3. Энергияның мәні санақ денесін таңдап алуға байланысты бола ма? Мысал келтіріңдер.
4. Кинетикалық энергияның дене массасына тәуелді болатынына мысал келтіріңдер.
5. Кинетикалық энергияның дене жылдамдығына тәуелді болатынын дәлелдеңдер.
6. Жер бетінен көтерілген дененің энергиясы болатынын дәлелдейтін мысал келтіріңдер.



- 1 Биіктігі 7 м үйдің төбесінен массасы 500 г сүңгі мұз үзіліп түсті. Мұз құлағанда ауырлық күші қандай жұмыс атқарды?
- 2 Биіктігі 4 м сынып бөлмесінде биіктігі 70 см үстел орналасқан. Үстел үстінде жатқан массасы 300 г кітапты 120 см-ге жылжытқанда жасаған ауырлық күшінің жұмысы неге тең?
- 3 Биік таудан парашютін кідіре ашып секірумен айналысатын спортшы-экстремал еркін түсу кезінде 45 м ұшып өтті (5.13-сурет). Ол қандай жылдамдық алған?
- 4 5.14-суретте келтірілген мәліметтерді пайдаланып, қай денені 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 тежеліп, жылдамдығын 36 км/сағ-қа дейін азайтты. Үйкеліс күші қандай жұмыс атқарды?



5.15-сурет

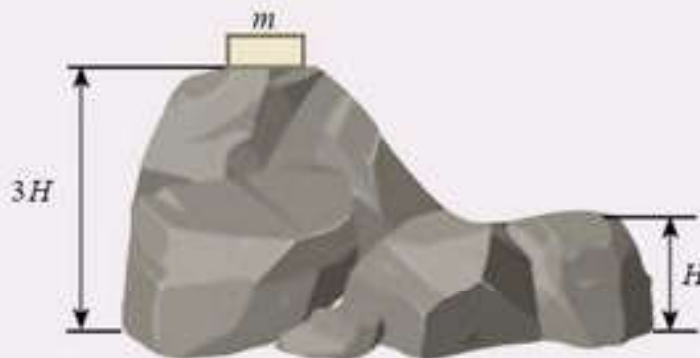
6 Сатурн Күнді бір айналып өтті (5.15-сурет). Егер Сатурнның Күнге тартылу күші $38 \cdot 10^{20}$ Н болса, ол қандай жұмыс жасаған? Сатурн орбитасының ұзындығы $9 \cdot 10^9$ км.

7 $3H$ биіктікте орналасқан массасы m жүк H биіктіктегі төбеге сырғанап түсіп, тоқтады (5.16-сурет). Ауырлық күші мен үйкеліс күші қандай жұмыс атқарған?

8 Дене 10 м биіктіктен еркін құлап түседі. Оның Жер бетінен 6 м биіктіктегі 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 Қалыңдығы 5 см тақтайды тесіп өткенде массасы 9 г оқтың жылдамдығы 600 м/с-тан 200 м/с-қа дейін азайды. Қозғалысқа кедергі күшті анықтаңдар және оны тұрақты деп есептеңдер.



5.16-сурет

§ 34. Энергияның сақталу және айналу заңы

Сендер

- механикалық энергияның сақталу және түрлену заңын түсіндіріп, мысалдар келтіре алатын боласыңдар;
- механикалық энергияның сақталу заңын есептер шығарғанда қолданып үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

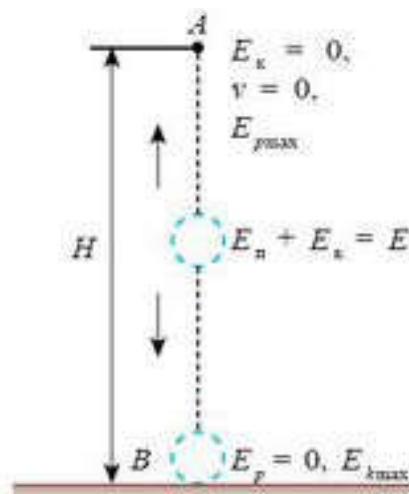
- ✓ толық механикалық энергия
- ✓ энергияның сақталу заңы

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 жүгі төменгі тепе-теңдік нүкте арқылы өткенде оның потенциалдық энергиясы толығымен кинетикалық энергияға, ал қайтадан жүк көтерілген кезде кинетикалық энергия потенциалдық энергияға айналады.

Доп белгілі бір H биіктіктен 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, құлау 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 ие 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 ұзақ уақытқа созылады.

Кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қосындысын **толық механикалық энергия** деп атайды:

$$E = E_k + E_p = \text{const.}$$



5.17-сурет

Тәжірибелердің нәтижесінде мынадай қорытынды 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 тең болатындай өзгереді:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}. \quad (34.1)$$

Бұл теңдеу үйкеліс күші әрекет етпейтін денелердің жүйесіне қолданылатын механикалық энергияның сақталу заңын өрнектейді. Үйкеліс күші болғанда механикалық энергия сақталмайды. Ерте ме, кеш пе энергияның басқа түріне айналады. Онда біз заттың ішкі құрылысымен байланысты механикалық емес энергияны (мысалы, жылу энергиясын) анықтайтын боламыз. Оның салдарынан дененің және оны қоршаған 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 боласыздар.



Есте сақтаймыз!

Энергияның сақталуы мен айналуының жалпы заңы: *дене энергиясы еш уақытта жоғалмайды және жоқтан пайда болмайды, ол тек бір түрден екінші бір түрге айналады.*

Механикалық энергияның сақталу заңы осы жалпы сақталу заңының дербес жағдайы болып табылады.



1. Механикалық энергияның сақталу заңының мәні неде?
2. Бір дененің кинетикалық және потенциалдық энергияларының өзгерісі арасында қандай байланыс бар?
3. Дененің механикалық энергиясы деп нені айтады?
4. Механикалық энергияның сақталу заңы әрқашан орындала ма?
5. Вертикаль жоғары лақтырылған дене қозғалысы кезіндегі кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қалай өзгередінін түсіндіріңдер.

§ 35. Жай механизмдер

Сендер

- жай механизмдер деп нені айтатынын білетін боласыңдар;
- жай механизмдердің пайдаланылуына мысал келтіріп үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

✓ жай механизмдер

Адамзат қоғамының заманауи дамуы кезеңінде адамның күнделікті өміріне қажет болатын күрделі механизмдер мен құрылғылар жасап шығарылған. Көтергіш крандар, экскаваторлар, тракторлар, бульдозерлер, мәшинелер және басқа да құрылыс механизмдері болмаса, құрылысшылардың жұмысы қандай қиын болатынын көз алдымызға келтірудің өзі қиын-ақ. Сондай-ақ біз заманауи тұрмыстық техникасыз өмірді елестете де алмаймыз.

Адамзат көпғасырлық еңбектенудің нәтижесінде тіршілік қарекетін жеңілдететін құрылғыларды жасап шығарды және оны жетілдіріп отырады. Бұл саладағы үлкен жетістіктерге қарамастан, адамдар пышақ, қайшы, күрек, пілтірек, көлбеу жазықтық, балға және басқа да құрылғыларды пайдалануды жалғастыруда (5.18-сурет). Бұл механизмдерді пайдалану кезінде адамдар олардың пайда болу тарихы туралы ойлана да бермейді.



5.18-сурет



Оқыңдар, қызық!

Механизмдердің пайда болу тарихы көне заманнан бастау алады. Мысалы, Таяу Шығыста 4500 жыл бұрын көтергіш құрылғы — шадуф қолданылған. Бұл құрылғы бір жақ басына жүк, ал екінші жағына шелек ілінетін пінағаш болып табылады.



Көне заманнан бізге белгілі бір әрекетті жүзеге асыру үшін бұлшық еттердің күші жеткіліксіз болғанда (мысалы, ауыр тасты көтеру үшін) адамдардың еңбегін жеңілдететін құралдар мен құрылғылар пайдаланылған. Бұл құрылғыларды **жай механизмдер** деп атай бастады.

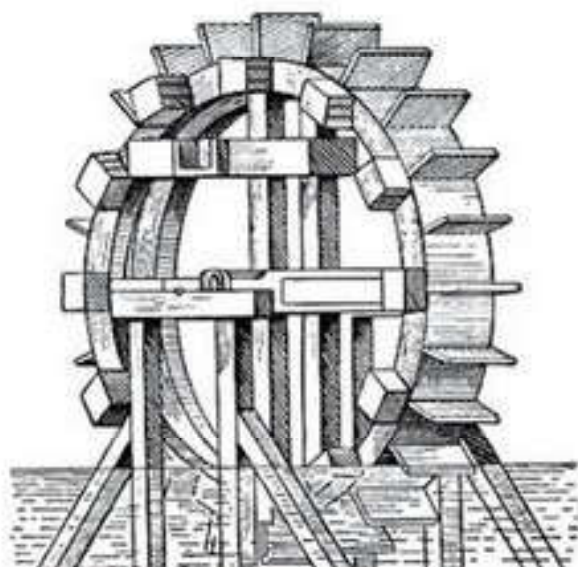
Демек, кез келген жай механизмді күштен ұтыс алу үшін пайдаланады.

Адамның алғашқы пайдаланған жай механизмдеріне піл, көлбеу жазықтық, шығыр, сына, бұранда жатады.

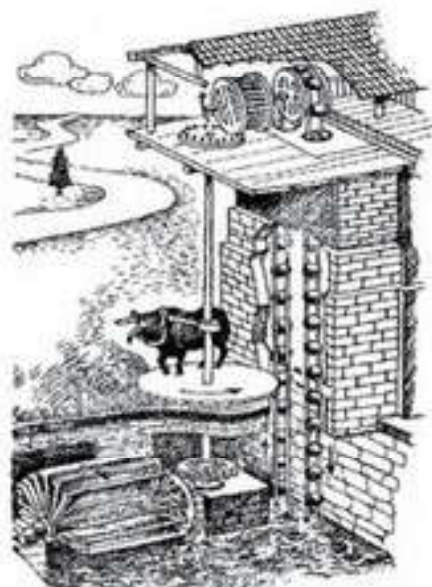
Адам өзінің әрі қарайғы іс-әрекетінде жай механизмдердің түрлі үйлесімін пайдалана бастады, нәтижесінде алғашқы қарапайым мәшинелер (бұрандалы пресс, арба, арбалет (садақ), дңірмен және т.б.) пайда болды.

Сонымен, **жай механизмдер деп түсірілген күшті түрлендіру үшін қолданылатын құралдарды айтады**.

Біз адамның еңбегін едәуір жеңілдететін күрделі механизмдерді қолданамыз (экскаваторлар, бульдозерлер, сорғылар, крандар, гидравликалық престер, домкраттар). Бұл күрделі механизмдер жай механизмдерден тұрады.



Судың әрекетінен айналатын үлкен доңғалақ — норияның көмегімен суды үлкен биіктіктерге көтерген.



Таяу Шығыстағы кеңінен таралған су көтергіш мәшинеге сакие жатады. Қауғалары бір-бірімен шынжырмен және доңғалақтармен байланысқан вертикаль осьтен айналатын сакиені бұқаның көмегімен айналдырған.



1. Адамзат үшін механизмдер қандай рөл атқарады?
2. Жай механизмдер дегенді қалай түсінесіңдер?
3. Күнделікті өмірлеріңде қандай жай механизмдер қажет болады?

§ 36. Денелердің массалар центрі

Сендер

- массалар центрі және ауырлық центрі ұғымдарын ажыратып үйренесіңдер;
- жазық фигураның массалар центрін эксперимент жүзінде қалай табуға болатынын білетін боласыңдар.



Тірек сөздер:

- ✓ массалар центрі
- ✓ ауырлық центрі
- ✓ орнықты, орнықсыз тепе-теңдіктер

Кез келген дененің ерекше бір нүктесі массалар центрі болады.

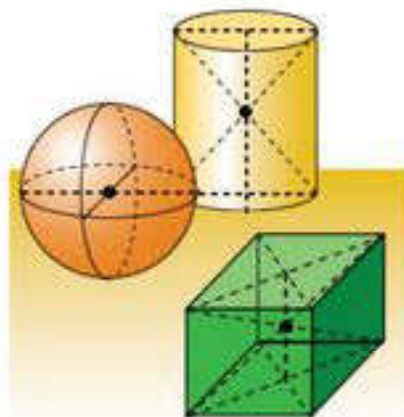
Массалар центрі — геометриялық нүкте, оның орналасу орны денедегі массалардың таралуын сипаттайды.

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 қиылысу нүктесінде жатады (5.19-сурет). Кейде массалар центрі денеден тысқары жатуы мүмкін. 5.20-суреттен сақинаның массалар центрі диаметрлердің қиылысу нүктесінде жататынын байқауға болады. Егер сақинаны массалар центрі арқылы ілсек, ол тыныштық қалпын сақтап қалады.

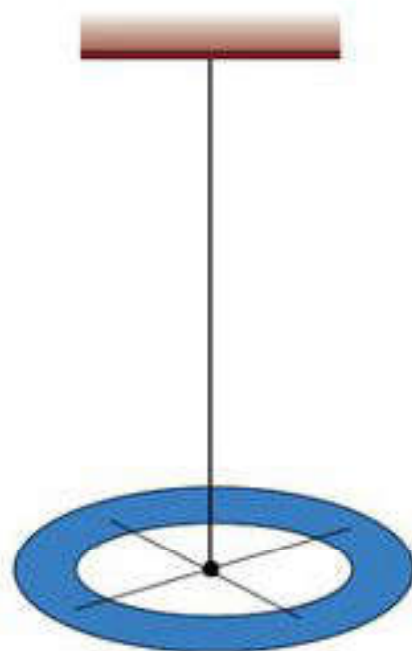
Дененің қозғалысы кезінде оның массалар центрі дененің жалпы массасына тең материялық нүкте ретінде қозғалады.

Қатты дененің массалар центрі дененің ауырлық центрімен сәйкес келеді. Сондықтан массалар центрін көбінесе дененің ауырлық центрі деп атайды.

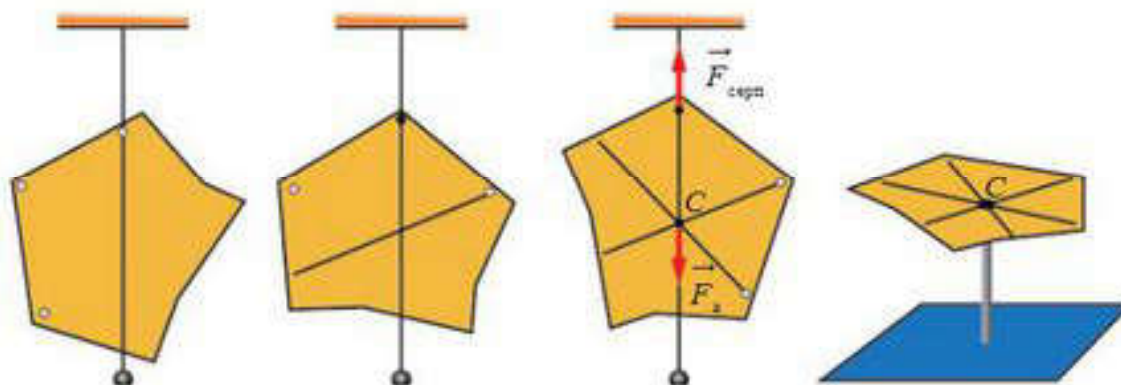
Ауырлық центрі дегеніміз не? Ойша денені бірнеше бөлікке бөлейік. Әрбір бөлікке әрқашан төмен қарай бағытталған ауырлық күші әрекет етеді.



5.19-сурет



5.20-сурет



5.21-сурет

Дененің жеке бөліктеріне әрекет ететін теңәрекетті ауырлық күшінің түсірілу нүктесін дененің **ауырлық центрі** деп атайды.

Дененің ауырлық центрін эксперимент жүзінде анықтауға болады. Ол үшін дене бетінен екі нүкте алып, сол нүктелердің алдымен бірі, сосын екіншісі арқылы ілгішке ілеміз, ауырлық күші өтетін нүктелерден вертикаль сызықтар жүргізсек, олардың қиылысу нүктесі ауырлық күшінің әрекет ету сызығы, яғни дененің ауырлық центрінің орнын анықтайды (5.21-сурет).

Дененің ауырлық центрінің, яғни массалар центрінің орнына байланысты дененің тепе-теңдігі анықталады.

Тепе-теңдік қалпынан шығарылған дене бастапқы орнына қайтып келсе, ондай **тепе-теңдік орнықты** деп аталады.

Тепе-теңдік қалпынан шығарылған дене бастапқы орнына қайтып келмесе, ондай **тепе-теңдік орнықсыз** деп аталады.

Мәшинелерді, механизмдерді жасау кезінде олардың қай жағдайда орнықты болатынын білген өте маңызды. Келесі параграфта нінді механизмдердің тепе-теңдік шартын қарастырамыз.



1. Дененің массалар центрі дегеніміз не?
2. Дененің массалар центрін қалай анықтауға болады?
3. Дененің массалар центрін білу не үшін қажет?
4. Дененің массалар центрі мен ауырлық центрі қай жағдайда сәйкес келеді?
5. Қандай тепе-теңдік орнықты деп аталады?
6. Қандай тепе-теңдік 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.

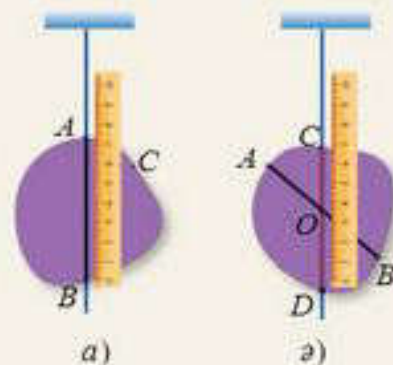
Жұмыс барысы: массасы және шекті өлшемі бар кез келген нақты денені бірнеше бөліктердің жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Бұл бөліктердің әрқайсысына жеке-жеке ауырлық күші әрекет етеді. Тұтас денеге әрекет ететін ауырлық күші бұл күштердің теңәрекет күші деп аталады. Бұл **теңәрекетті күштің түсірілу нүктесін массалар центрі** деп атау қабылданған.

1-тапсырма. Еркінше таңдап алынған пішіні бар жазық фигураның массалар центрінің орнын анықтау.

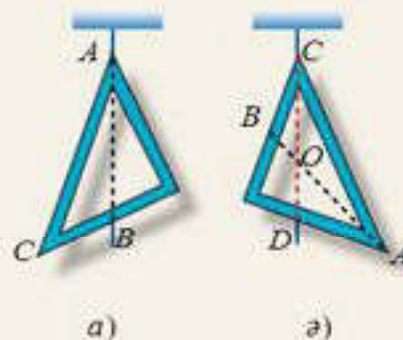
1. Қайшының көмегімен қалың қатырма қағаздан кез келген пішіндегі фигураны қиып алыңдар. Оның A нүктесіне жіпті скотчпен бекітіңдер. Жіп арқылы фигураны штатив қысқышына іліңдер. Сызғыш және қарындаш көмегімен қатырма қағазда AB вертикаль сызықты белгілеңдер (5.22, а-сурет).
2. Жоғарыда сипатталған әрекетті басқа C нүктесімен қайталап орындаңдар. Сызғыш және қарындаш көмегімен қатырма қағазда CD вертикаль сызығын сызыңдар (5.22, ә-сурет).
3. AB және CD сызықтарының қиылысу нүктесі фигураның массалар центрінің орнын береді.

2-тапсырма. Үшбұрышты сызғыштың массалар центрінің орнын анықтаңдар.

1. Жіптің бір ұшын скотчтің көмегімен үшбұрыштың A төбесіне бекітіңдер және оны штатив қысқышына іліңдер.
2. Сызғыштың көмегімен ауырлық күшінің әрекет ету AB бағытында үшбұрыштың A төбесінің қарама-қарсы жағына B нүктесін белгілеңдер (5.23, а-сурет).
3. Штативке үшбұрышты C төбесі арқылы бекітіңдер және жоғарыда сипатталған әрекетті қайталап орындаңдар. Үшбұрыштың C төбесінің қарама-қарсы жағына D белгісін қойыңдар (5.23, ә-сурет).
4. Скотчтің көмегімен үшбұрышқа AB және CD жіп кесінділерін бекітіңдер. Олардың қиылысатын O нүктесі үшбұрышты сызғыштың массалар центрінің орнын береді. Бұл жағдайда фигураның массалар центрі дененің өзінен тысқары жататын болады.
5. Қорытынды жасаңдар.



5.22-сурет



5.23-сурет

§ 37. Иіңтіректің тепе-теңдік шарты

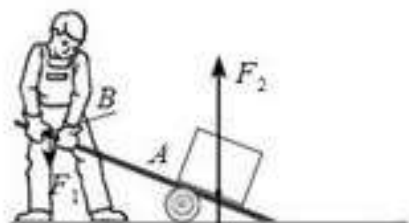


Тірек сөздер:

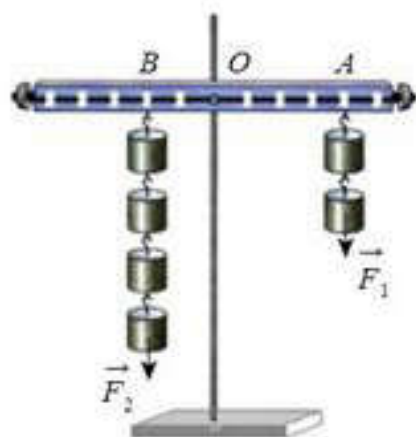
- ✓ иіңтірек
- ✓ күш моменті
- ✓ жылжымалы шығыр
- ✓ жылжымайтын шығыр
- ✓ күш иіні

Сендер

- күш моменті ұғымын білетін боласыңдар;
- иіңтіректің тепе-теңдік шарты неде екенін түсінетін боласыңдар;
- иіңтіректің тепе-теңдік шартын есеп шығарғанда қолданып үйренесіңдер.



5.24-сурет



5.25-сурет

Жай механизмдердің біріне иіңтірек жатады.

Иіңтірек деп тіректің қозғалмайтын нүктесінен немесе осінен айнала алатын қатты денені айтады.

Иіңтірек ретінде таяқты, тақтайшаны, сүйменді алуға болады. 5.24-суретте көрсетілген сүймен A нүктесінен айнала алатын иіңтірек болып табылады.

Сүйменнің ұзын жағындағы ұшына \vec{F}_1 күшпен әрекет еткенде оның қысқа жағы оған түсірілген \vec{F}_2 күштің әрекетінен жүкті көтереді. Екі күштің түсірілу нүктелері иіңтіректің A нүктесіне қатысты қарама-қарсы жақтарда орналасқан.

Бойымен күш әрекет ететін түзу сызық күштің әрекет ету сызығы деп аталады.

Кез келген иіңтірек күштен ұтыс алуға мүмкіндік береді. Иіңтіректің көмегімен күш ұтысын есептеу үшін тәжірибе жүргізейік.

Штативке иіңтірек бекітіп, айналу осіне қатысты иіңтіректің екі жағына жүктер ілейік (5.25-сурет). Жүктер тарапынан иіңтірекке төмен қарай бағытталған \vec{F}_1 және \vec{F}_2 күштері әрекет етеді. Үлкен жүкті B нүктесіне бекітейік. Кіші жүктің бекітілу орнына қатысты иіңтірек сағат тілінің бағытымен немесе оған қарама-қарсы бағытта айнала алады.

Тірек нүктесінен иіңтірекке әрекет ететін күшке дейінгі ең қысқа қашықтық **күш иіні** деп аталады.

5.25-суретте \vec{F}_1 күшінің піні $d_1 (AO)$ — O нүктесінің бойымен \vec{F}_1 күші әрекет ететін түзуге жүргізілген перпендикуляр. \vec{F}_2 күшінің піні сәйкесінше $d_2 (OB)$ қашықтығы болады.

Әр күш моменті (лат. *momentum* — қозғаушы күш, түрткі) M_1 және M_2 айналдырушы моменттерін туғызады.

Күш моменті деп түсірілген күш пен оның пініне көбейтіндісіне тең физикалық шаманы айтады:

$$M = F \cdot d, \tag{37.1}$$

мұндағы M — күш моменті, F — күш модулі, d — күш піні. Күш моментінің өлшем бірлігі: $[M] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Тәжірибе мынаны көрсетеді: егер *інтіректі сағат тілі бағытымен айналдыратын күштің моменті интіректі сағат тілі бағытына қарсы бағытта айналдыратын күштің моментіне тең болса, онда интірек тепе-теңдік қалтын сақтайды:*

$$M_1 = M_2 \text{ немесе } F_1 d_1 = F_2 d_2.$$

Бұдан күштен ұту интіректің қатынасына байланысты болатынын көреміз. Біздің тәжірибемізде $d_2 = 2d_1$ болсын. Онда күштен 2 есе ұтамыз.

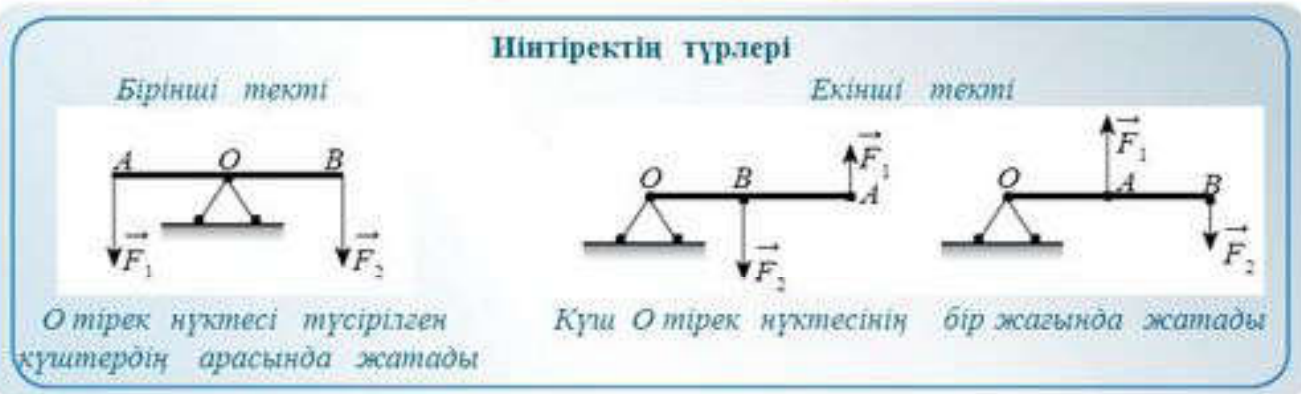
Бұдан екі мың жылдан астам уақыт бұрын ежелгі грек ғалымы **Архимед** осындай тәжірибелердің негізінде *інтіректің ережесін (шартын) тұжырымдаған болатын:*

егер интірекке әрекет етуші күштер осы күштердің піндеріне кері пропорционал болса, онда интірек тепе-теңдік қалтын сақтайды:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}. \tag{37.2}$$

Інтіректің тепе-теңдік шартын пайдаланып, қарапайым механизмдердің көмегімен күштен қалай ұтуға болатынын түсіндірейік.

Егер интіректің ұзын жақтағы ұшына аздаған күш түсірсек, онда интіректің қысқа жағының ұшына түсірілген көбірек күшпен оны теңестіруге болады. Інтіректің **екі түрі** бар (5.26-сурет).



5.26-сурет

Пінтіректің тепе-теңдік шартын пайдаланып, тағы да бір жай механизм — шығырдың жұмыс істеу әрекетін түсіндіруге болады.

Шығыр (блок) — айналу осіне қатысты айналатын науасы бар доңғалақ. Науа арқылы жіп, аркан немесе тросс тасталады. Шығырдың жылжымалы және жылжымайтын екі түрі бар.

Шығырдың түрлері

Жылжымайтын

a)

Жылжымалы

б)

Ось бекітілген, қозғалмайды. Күштен ұтпайды: $F_1 = F_2$. Күштің бағытын өзгертеді.

Ось жүкпен бірге қозғалады. Күштен ұтады: $\frac{F_2}{F_1} = 2$.

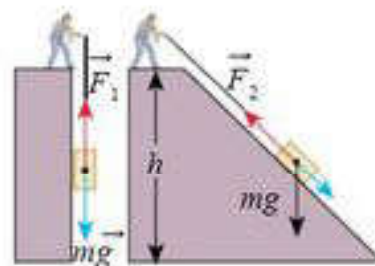
5.27-сурет

Жылжымайтын шығырды піндері доңғалақ радиусына тең болатын теңінді пінтірек деп қарастыруға болады (5.27, а-сурет). Жылжымайтын шығырдың піндері тең болғандықтан, ол күштен ұтыс бермейді. Жылжымайтын шығырды әрекет етуші күштің бағытын өзгерту үшін қолданады. Оны басқа жай механизмдермен үйлестіре отырып қолдану ыңғайлы.

Күштен ұту үшін жылжымалы шығырды пайдаланады. Жылжымалы шығырдың осі жүкпен бірге көтеріледі немесе төмен түседі. Жылжымалы шығырды да піндері r және $2r$ болатын пінтірек ретінде қарастыра аламыз (5.27, ә-сурет). Қарастырылып отырған жағдайда айналу осі A нүктесінен өтеді, мұндағы күштердің піндері $AO = r$ және $AB = 2r$ (5.27, б-сурет).

Онда жылжымалы блокқа (37.2) қатына сын қолданып $\frac{F_2}{F_1} = \frac{2r}{r} = 2$ 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 жоқ) болсын. Сонда жұмыс $A_2 = F_2 l$. Екі жағдайда да атқарылған жұмыс бірдей: $A_1 = A_2$ немесе $F_1 h = F_2 l$. Бұдан $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l}{h}$.



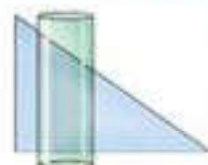
5.28-сурет

Бұл тепе-теңдіктен 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



Баспадақ



Конвейер



1. *Иінтірек дегеніміз не?*
2. *Күштің әрекет ету сызығы деп нені айтамыз?*
3. *Күш иіні 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-теңдікте болады?*



■ Миллиметрлік сызғыш көмегімен қайшы, есік кілті, сомын кілті және т.б. иіндерін өлшеңдер. Бұл қарапайым механизмдер күштен қалай ұтады?



1 Тепе-теңдік қалпын сақтаған иінтіректің иіндері сәйкесінше 15 см және 60 см. Иінтірекке әрекет етуші күш 1,5 Н. Үлкен иінге түсетін күштің шамасын анықтаңдар. Иінтірек күштен және жұмыстан қандай ұтыс береді?

2 Иінтіректің ұштарына 2 Н және 18 Н күштер әрекет етеді. Иінтіректің ұзындығы 1 м. Иінтірек тепе-теңдік қалпын сақтаса, онда тірек нүктесі қай жерде орналасқан?

3 Иінтіректің кіші иінінің ұзындығы 5 см, ал үлкендікі 1,5 м. Үлкен иінге 12 Н күш әрекет етеді. Иінтірек тепе-теңдік қалпын сақтау үшін кіші иінге қандай күш түсіруі қажет? Осы иінтірек күштен қанша ұтатынын анықтаңдар. Бұл жағдайда жұмыстан ұтыс неге тең?

4 Тірек нүктесінен 10 см қашықтықта әрқайсысы 100 г болатын 4 жүк ілінген. Иінтірек тепе-теңдік қалпын сақтау үшін 20 см қашықтықта қандай күш түсіру қажет?

Есеп шығару үлгілері

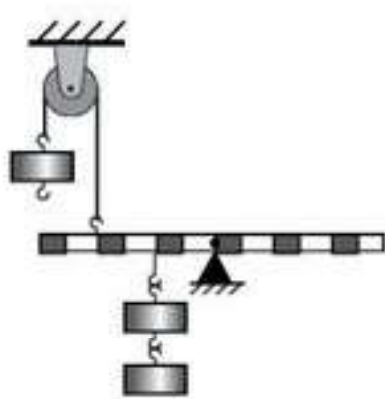
1-есеп. Шығыр—иінтірек—жүктер жүйесі (5.29, а-сурет) тепе-теңдікте бола ма?

Шешуі. Иінтірекке әрекет етуші күштерді көрсетейік (5.29, ә-сурет). Жылжымайтын шығырдың күштен ұтпайтынын, тек оның бағытын өзгертетінін ескерейік. Сондықтан жіптің F_x керілу күші сол жақтағы жүкке әрекет ететін mg ауырлық күшіне тең:

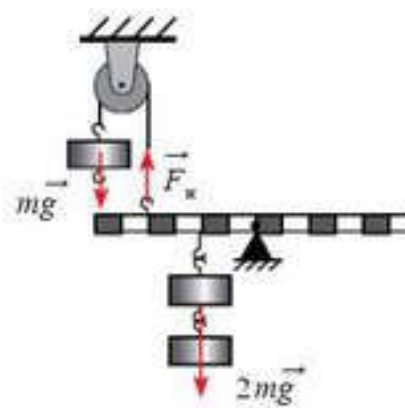
$$F_x = mg. \quad (1)$$

Егер иінтіректің бір бөлігінің ұзындығын d деп алсақ, онда F_x күшінің иіні $4d$, ал $2mg$ күшінің иіні $2d$ болады. Тепе-теңдік шарт $M_1 = M_2$ болғанда орындалады.

Тексерейік: $F_x \cdot 4d = 2mg \cdot 2d$. (1) формуланы ескерсек, $4mgd = 4mgd$. Тепе-теңдік дұрыс, яғни иінтірек тепе-теңдікте болады.

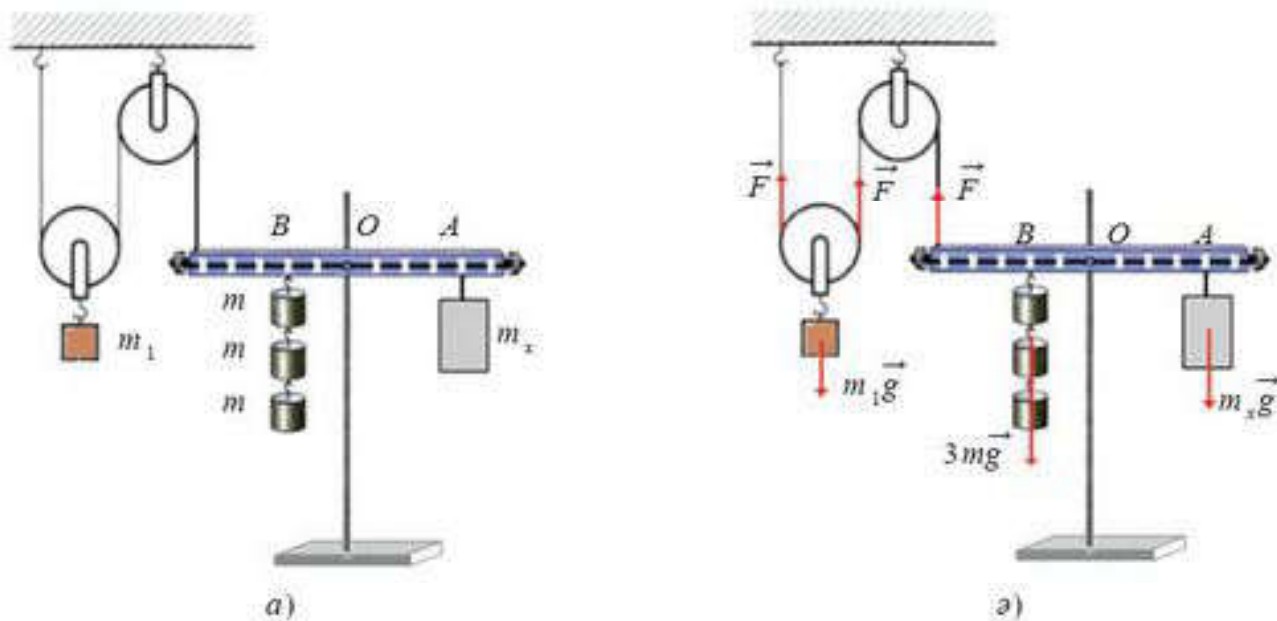


а)



ә)

5.29-сурет



5.30-сурет

2-есеп. Пінтірек тепе-теңдікте қалу үшін пінтіректің A нүктесіне (5.30, а-сурет) массасы қандай жүк ілу керек? Пінтіректің 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. Пінтірекке және шығырларға әрекет етуші күштерді көрсетейік (5.30, а-сурет).

Егер пінтірекке әрекет етуші күш моменттерінің қосындысы нөлге тең болса, онда пінтірек тепе-теңдікте болады.

O нүктесіне қатысты

$$5Fd + 4m_xgd - 3mg \cdot 2d = 0. \quad (1)$$

5.30, ә-суреттен $2F = m_1g$ болғанда жылжымалы шығыр тепе-теңдікте тұрады. Бұдан $F = \frac{m_1g}{2} = 0,5 m_1g$. Осыны ескерсек, (1) формуланы былай жаза аламыз:

$$m_xg4d = 3mg2d - 0,5 m_1g5d.$$

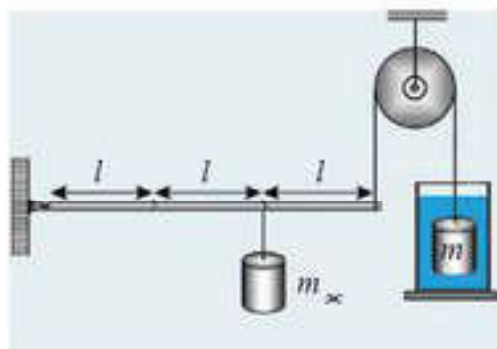
$$\text{Ал бұдан } m_x = \frac{(6m - 2,5 m_1)}{4} = 25 \text{ г.}$$

Жауабы : 25 г.

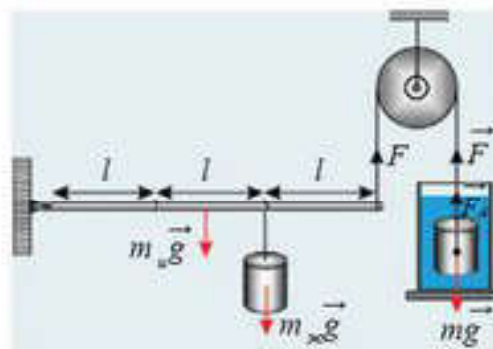
3-есеп. Массасы 200 г пінтірек тепе-теңдікте қалуы үшін оған ілінген жүктің массасы қандай болуы тиіс? Суға салынған жүк болаттан жасалған және көлемі 50 см^3 . Болаттың тығыздығы $7,8 \text{ г/см}^3$, ал судікі 1 г/см^3 .

Шешуі. Пінтірекке әрекет етуші күштерді қарастырайық (5.31, а-сурет) және пінтіректің тепе-теңдік шартын жазайық:

$$1,5 \ell m_x g + 2 \ell m_x g - 3 \ell F = 0. \quad (1)$$



a)



б)

5.31-сурет

Жіптің керілу күшін жүктің тепе-теңдігін жазып таба аламыз (5.31, б-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 былай жазамыз:

$$1,5 l m_x g + 2 l m_x g - 3(\rho - \rho_0)gVl = 0.$$

Бұдан

$$m_x = \frac{3(\rho - \rho_0)V - 1,5 m_x}{2} = 360 \text{ г.}$$

Жауабы : 360 г.



1 Ұзындығы 80 см иітірекке 5 Н күш әрекет етеді. Егер оның әрекет ету иіні 20 см болса, онда осы күштің күш моменті неге тең?

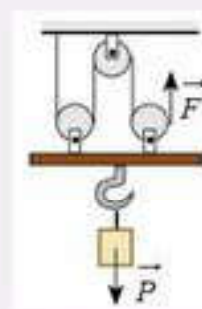
2 Жүкті жылжымалы шығыр көмегімен көтереді (5.32-сурет). А нүктесіне қатысты жүкке және жіпке әрекет етуші күш моменттері қалай бағытталған?

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.

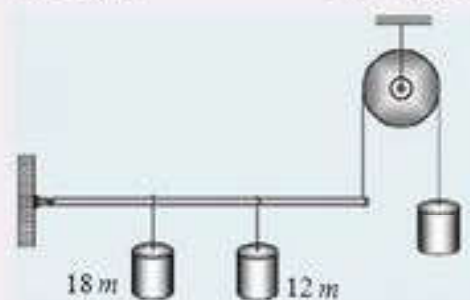
4 Салмақсыз иітіректің тепе-теңдік қалпын сақтау үшін жылжымайтын шығырдан асыра тасталған жіпке ілінген жүктің массасы қандай болуы тиіс (5.34-сурет)?



5.32-сурет



5.33-сурет



5.34-сурет



9-зертханалық жұмыс

ИІНТІРЕКТІҢ ТЕПЕ-ТЕҢДІК ШАРТЫН АНЫҚТАУ

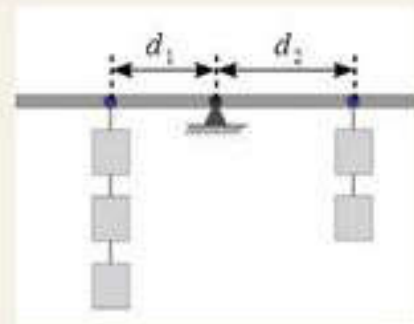
Жұмыстың мақсаты: денелердің тепе-теңдік шартын эксперимент жүзінде тексеру.

Құрал-жабдықтар: штатив, иінтірек, жүктер жиынтығы, сызғыш, динамометр.

1-тапсырма.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Эксперименттік құрылғыны жинаңдар (1-ретті иінтірек, 5.35-сурет).
2. Иінтіректің екі ұшындағы бұрандаларды бұрап, оны горизонталь орналасатындай етіп теңгеріңдер.
3. Иінтіректің сол жағына айталу осінен шамамен 10—15 см қашықтықта екі жүк іліңдер.
4. Тәжірибе жүзінде иінтіректің оң жағына айталу осінен қандай қашықтықта оны тепе-теңдікке келтіретін екі, үш жүк ілуге болатынын анықтаңдар.
5. Өлшеулер нәтижесін кестеге жазыңдар.



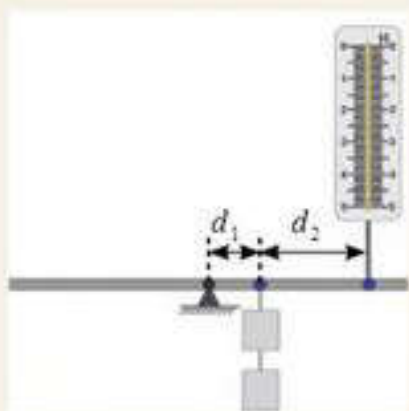
5.35-сурет

Тәжірибе реті	Осьтің сол жағы				Осьтің оң жағы			
	Масса, m_1 , кг	Күш, F_1 , Н	Иінтірек піні, d_1 , м	Күш моменті, M_1 , Н · м	Масса, m_2 , кг	Күш, F_2 , Н	Иінтірек піні, d_2 , м	Күш моменті, M_2 , Н · м
1								
2								
3								

6. $M_1 = M_2$ моменттер ережесінің ақиқаттығын тексеріңдер.
7. Моменттер ережесі қандай дәлдікпен орындалатынын бағалаңдар, ол үшін моменттер айырымын және бұл айырымының моменттің орташа мәніне қатынасын табыңдар.
8. График түрінде кескіндеңдер және моменттер ережесін тексеріңдер.
9. Қорытынды жасаңдар.

2-тапсырма.

Жұмыстың орындалу реті:



5.36-сурет

1. Эксперименттік құрылғыны жинаңдар (2-ретті иінтірек, 5.36-сурет).
2. Иінтіректің оң жағына айналу осінен шамамен 5—10 см қашықтықта екі немесе үш жүк іліңдер.
3. Иінтірекке динамометрді бекітіп, тепе-теңдік қалыпқа келтіріңдер.
4. Иінтірекке әрекет етуші күшті анықтаңдар. Нәтижені кестеге жазыңдар.
5. Жүктің орналасу орнын (жүк массасын) өзгерте отырып, тәжірибені бірнеше рет қайталаңдар.
6. Өлшеулер нәтижесін кестеге жазыңдар.

Тәжірибе реті	Масса, m_1 , кг	Күш, F_1 , Н	Иінтірек піні, d_1 , м	Күш моменті, M_1 , Н · м	Күш, F_2 , Н	Иінтірек піні, d_2 , м	Күш моменті, M_2 , Н · м
1							
2							
3							

7. $M_1 = M_2$ моменттер ережесінің ақиқаттығын тексеріңдер.
8. Моменттер ережесі қандай дәлдікпен орындалатынын бағалаңдар, ол үшін моменттер айырымын және бұл айырымның моменттің орташа мәніне қатынасын табыңдар.
9. Қорытынды жасаңдар.

§ 38. Жай механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті. Механиканың “алтын ережесі”

Сендер

- механиканың “алтын ережесінің” мәні неде екенін білетін боласыңдар;
- жай механизмдердің ПӘК-ін анықтауды үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ Пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК)

Жай механизмдердің көмегімен денені көтеру және орын ауыстыру арқылы механикалық жұмыс атқарылады. Алайда механизмдердің қандай түрін алсақ та, олардың әрқайсысы әртүрлі кедергі күштерді, үйкеліс күшін жеңу үшін жұмыс жасайды. Сондықтан тәжірибеде нақты механизмдердің пайдалы жұмысы толық (жұмсалған) жұмыстан аз ($A_{\text{п}} < A$) болады.

Механизмдердің тиімділігін сипаттау үшін механизмдердің пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК) деп аталатын ерекше физикалық шама енгізілген. ПӘК грек әрпі η (“эта”) арқылы белгіленеді.

ПӘК атқарылған жұмыстың қандай бөлігі пайдалы жұмысқа жұмсалатынын көрсетеді.

Әдетте, ПӘК-ті пайызбен көрсетеді:

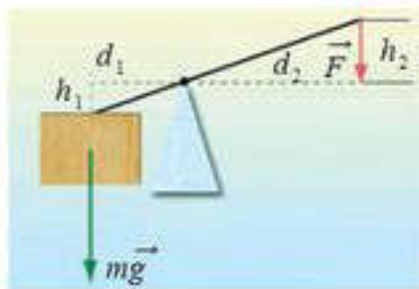
$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A} \cdot 100\%. \quad (38.1)$$

Пайдалы жұмыс деп оны атқаруға минимал энергия жұмсалатын жұмыс түсініледі.

Толық (немесе *жұмсалған*) жұмыс деп процесс барысында атқарылған барлық жұмысты айтады.

Кез келген механизмнің ПӘК-і әрқашан 100%-дан кем болады, сондықтан алынған энергияның барлығын пайдалы жұмысқа айналдыратын механизм жасау мүмкін емес. Механизмде энергия шығыны әрқашан туындап отырады.

Ніптіректің ПӘК-ін есептейік. Біз ніптіректі 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: $A_r = Fh_2$.

Онда пінтіректің ПӘК-і

$$\eta = \frac{mgh_1}{Fh_2} \cdot 100\%. \quad (38.2)$$

Жылжымалы шығырдың ПӘК-ін есептейік. 5.38-суретке назар аударайық. Массасы m жүкті h биіктікке көтергенде жіптің бойымен әрекет ететін F күші жұмыс атқарады. Алайда массасы $m_{ш}$ шығырды да көтеру, үйкеліс күшін жеңу де қажет.

Пайдалы жұмыс — бұл жүкті көтергенде жасалатын жұмыс: $A_n = mgh$.

Ал F күшінің атқаратын жұмысы $A_r = F\ell$.

Эксперимент жіптің бос ұшы $\ell = 2h$ қашықтықты жүріп өтетінін көрсетеді, мұндағы h — жүктің көтерілу биіктігі:

$$A_r = F \cdot 2h.$$

Ендеше, жылжымалы шығырдың ПӘК-і

$$\eta = \frac{mgh}{F2h} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%. \quad (38.3)$$

Жылжымайтын (қозғалмайтын) шығырдың ПӘК-і $\eta = \frac{mgh}{F\ell} \cdot 100\%$ болады. Бұл жағдайда жүктің h биіктікке көтерілу биіктігі жіптің ұшы еркін жүріп өтетін ℓ қашықтығына тең, яғни $\ell = h$. Онда қозғалмайтын шығырдың ПӘК-і

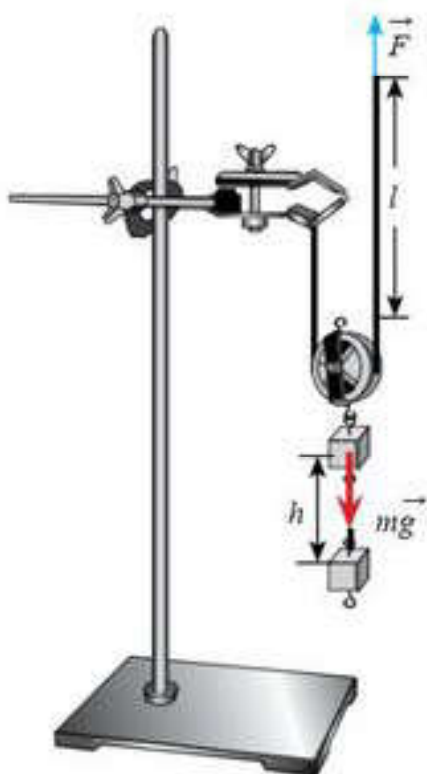
$$\eta = \frac{mgh}{Fh} \cdot 100\% = \frac{mg}{F} \cdot 100\%. \quad (38.4)$$

Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептейік.

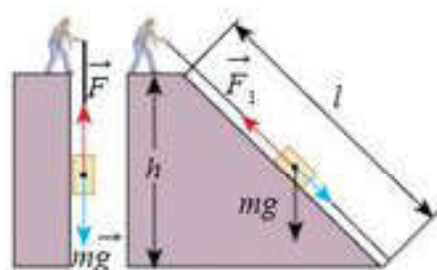
5.39-суретке назар аударайық. Пайдалы жұмыс $A_n = mgh$, ал толық жұмыс $A_r = F_1\ell$. Онда көлбеу жазықтықтың ПӘК-і

$$\eta = \frac{mgh}{F_1\ell} \cdot 100\%. \quad (38.5)$$

Біздің пайымдауларымыз бен есептеулерімізден бірде-бір жай механизм жұмыстан ұтыс бермейтінін көрсетеді. Егер үйкеліс



5.38-сурет



5.39-сурет

күшіне қарсы атқарылатын жұмысты ескерсек, онда жұмыстан ұтыламыз (өйткені үйкелістен құтыла алмаймыз).

Егер үйкеліс күші ескерілмейтін идеал жағдайды қарастырсақ, онда пайдалы және жұмсалған жұмыс бірдей болады. Онда біз мынадай қатынасты жаза аламыз:

$$A_1 = A_2 \text{ немесе } F_1 l_1 = F_2 l_2, \text{ немесе } \frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}. \quad (38.6)$$

Көпғасырлық тәжірибе және біздің пайымдауларымыз бен есептеулеріміз бірде-бір механизм жұмыстан ұтыс бермейтінін көрсетеді. Әртүрлі механизмдер адамның еңбегін жеңілдету 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 қанша есе ұтса, жолдан сонша есе ұтылады.

Бұл ережені ежелгі грек ғалымдары ашқан. Ол механиканың “алтын ережесі” деп аталады.



1. ПӘК дегенді қалай 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%; ә) 120% болатын механизм жасауға бола ма?
5. Иінтіректің ПӘК-ін қалай есептеуге болады?
6. Жылжымайтын шығырдың ПӘК-ін қалай есептеуге болады?
7. Жылжымалы шығырдың ПӘК-ін қалай есептеуге болады?
8. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін қалай 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% көлбеу жазықтық бойымен бірқалыпты көтеру үшін қандай күш түсірілуі қажет? Көлбеу 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 анықтаңдар.

4 Жіпке 400 Н күшпен әрекет ете 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 иіні қысқа иінінен 8 есе ұзын. Егер иінтіректің ПӘК-і 80% болса, үлкен иінге қандай күш түсіру қажет? Бұл кезде ұзын иіннің ұшы қанша төмен түседі?

10-зертханалық жұмыс

КӨЛБЕУ ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ ПӘК-ін АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептеуді үйрену.

Қарапайым 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 сызғыш, білеуше, қысқышы (муфта-сы) және табаны бар штатив, массалары белгілі жүктер жиынтығы.

Жұмыс барысы:

массасы және шекті өлшемі бар кез келген нақты денені бірнеше бөліктердің жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Бұл бөліктердің әрқайсысына 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 орналастырыңдар.
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 тартыңдар. $F_{\text{тарту}}$ тарту күшін өлшендер.
5. $A_n = mgh$ пайдалы және $A_s = F_{\text{тарту}} l$ толық жұмысты есептендер.
6. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептендер: $\eta = \frac{mgh}{F_{\text{тарту}} l}$.
7. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.
8. Қосымша жүктерді пайдаланып тәжірибені қайталаңдар (көлбеу жазықтықтың биіктігін өзгертпеңдер).
9. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.
10. Кестедегі мәліметтерді пайдалана отырып қорытынды жасаңдар.

Тәжірибе реті	h , м	l , м	mg , Н	$F_{\text{тарту}}$, Н	A_n , Дж	A_s , Дж	η , %
1	0,2	0,5					
2	0,2	0,5					
3	0,2	0,5					



2-тапсырма. Көлбеу жазықтық ПӘК-інің жазықтықтың көлбеулік бұрышына тәуелділігін анықтау.

Жұмыстың орындалу реті:

1. Тақтайшаны көлбеу орналастырыңдар.
2. Көлбеу жазықтықтың h биіктігін және l ұзындығын өлшеңдер.
3. Білеушеге әрекет етуші ауырлық күшін (mg) динамометрмен өлшеңдер.
4. Білеушеге динамометрді бекітіп, оны көлбеу жазықтық бойымен бірқалыпты тартыңдар. $F_{\text{тарту}}$ тарту күшін өлшеңдер.
5. $A_{\text{п}} = mgh$ пайдалы жұмысты және $A_{\text{т}} = F_{\text{тарту}} l$ толық жұмысты есептеңдер.
6. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептеңдер: $\eta = \frac{mgh}{F_{\text{тарту}} l} \cdot 100\%$.
7. Өлшеулер мен есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.
8. Көлбеу жазықтықтың биіктігін өзгерте отырып, 1—8-пункттерді қайталаңдар.
9. Кестедегі мәліметтерді пайдаланып қорытынды жасаңдар.

Тәжірибе реті	h , м	l , (м)	mg , Н	$F_{\text{тарту}}$ (Н)	$A_{\text{п}}$, Дж	$A_{\text{т}}$, 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 дененің күштің әрекет етуі бағытындағы жүрген жолына тура пропорционал шама	Уақыт бірлігі ішінде атқарылатын жұмыстың осы уақытқа қатынасына тең шама	Дененің жұмыс істеуге қабілеттілігін сипаттайды. Жасалған жұмысқа тең физикалық шама



Механикалық энергияның сақталу заңы: үйкеліс күші болмаған кезде денелер жүйесінің толық механикалық энергиясы өзгермейді: $E_x + E_p = \text{const}$.

Механизмнің пайдалы әрекет коэффициенті: пайдалы жұмыстың толық жұмысқа қатынасы: $\eta = \frac{A_p}{A_z} \cdot 100\%$.

Механиканың "алтын ережесі": күштен қанша есе ұтсақ, жолдан сонша есе ұтыламыз.

Ғарыш және Жер

Түнгі жұлдызды аспан адамға әрқашан әсер қалдырады. Тылсым түнде жұлдыздардың ағуын жай көзбен бақылауға 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 әрі қарай көптеген ғалымдар дамытты.

Қазіргі кезде біз Күн жүйесі, оның планеталары туралы не білеміз ?

Ай — Жердің жалғыз табиғи серігі. Айдың тылсым сыры сансыз сұрақтар тудырды, әртүрлі болжамдар жасалды.

Ол туралы бізге не белгілі ?

Адамдар өздерінің дәстүрлеріне, тұрмысалтына және діни түсініктеріне байланысты ай, ай-күн, күн күнтізбелерін жасаған.

Күнтізбелерді пайдалана отырып, біз олардың қалай жасалғаны туралы ойлана бермейміз.

Халықаралық қоғамдастық қабылдаған күнтізбеде кібісе жылдар бар.

Бұл жылдар қалай анықталады ?





§ 39. Аспан денелері туралы ҒЫЛЫМ



Тірек сөздер:

- ✓ астрономия
- ✓ геоцентрлік жүйе
- ✓ гелиоцентрлік жүйе

Сендер

- астрономия нені зерттейтінін;
- геоцентрлік және гелиоцентрлік жүйелер туралы білетін боласыңдар.

Әлем туралы адамды қызықтыратын білім салаларының бірі — астрономия. Астрономия аспан денелерінде болып жататын құбылыстарды 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 уақыт есебін жүргізе бастады. Практикалық қажеттілікке байланысты аспан денелерінің қозғалысын зерттеу астрономия ғылымының дамуына әкелді. *Астрономия* сөзі гректің *астрон* — жұлдыз және *номос* — заң деген сөздерінен шыққан.

Ежелгі грек ойшылдары Әлем құрылысын, аспан шырақтарының көзге көрінетін қозғалысын түсіндіру және олардың аспандағы орнын анықтау үшін әлемнің геоцентрлік жүйесін құрды (грек. *Geo* — Жер).

Бұл жүйе бойынша Әлем центрі — Жер, ал басқа аспан шырақтары оны айналып жүреді деп есептелді. Ертеде тікелей бақылаудан туындаған Әлем құрылысына мұндай көзқарас әбден заңды 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. *деференс* — тасымалдайтын) бойынша бірқалыпты қозғалады деп тұжырымдады. Птолемейдің бұл

Әлем жүйесі екі мың жылға жуық өз күшін сақтады (6.1-сурет).

Аспан денелерінің қозғалысын бақылай отырып, XVI ғасырдың ортасында поляк ғалымы Николай Коперник (1473—1543) Птолемей теориясы дұрыс емес деген қорытындыға келеді. Отыз жылға созылған қажырлы еңбектің, ұзақ 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 Ай ғана айналады”, — деді.

6.2-суретте Коперниктің гелиоцентрлік жүйесінің сұлбасы берілген.

Әлем центрінде Күн орналасқан. Сыртқы қабат (сфера) қозғалмайтын жұлдыздардан тұрады. Ішкі 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. Өлшеу 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 тартылыс заңын ашты.



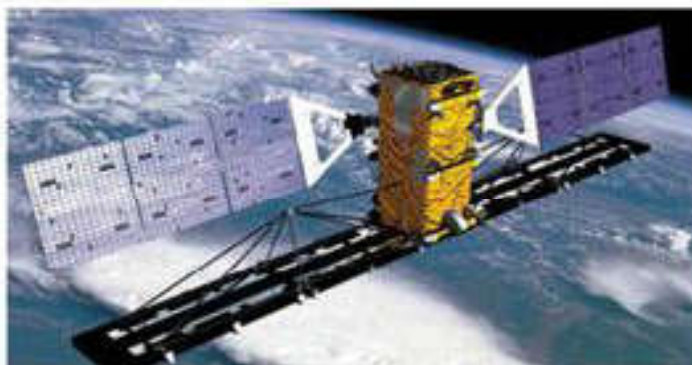
6.1-сурет



6.2-сурет



6.3-сурет



6.4-сурет. KAZSAT-3



Николай Коперник
(1473—1543)

Атақты поляк ғалымы. Оның ашқан жаңалықтары адамзаттың Әлем құрылысы туралы көзқарасын түбегейлі өзгертті және көптеген ғылымдардың дамуына ықпал етті. Н. Коперник әлемнің гелиоцентрлік жүйесін жасады.

Қазіргі кезде Күн жүйесіне өзінің серіктерімен бірге 8 планета кіретіні белгілі: Меркурий, Шолпан, Жер, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран және Нептун және олар эллипстік орбиталар бойымен қозғалады.

Гелиоцентрлік жүйе жұлдыздық астрономияға (жұлдыздар — алыстағы күндер) және шексіз Әлемнің ғарышнамасына жол ашты.

Астрономиялық бақылаулар жүргізгенде әртүрлі құралдар пайдаланылады. Негізгі астрономиялық құралға телескоп (грек. *теле* — алысқа және *скопео* — қараймын) жатады. Ол Күн, Ай, планеталар туралы мәліметтер алуға мүмкіндік береді (6.3-сурет).

Қазіргі кезде астрономиялық нысандар ғарыштық аппараттар көмегімен де бақыланады. Жер бетінен жүздеген километр қашықтықта екпіндей ұшып бара жатқан орбиталық ғарыш стансылары таяу ғарыштың игеруге және алыс ғарышты зерттеуге үлкен үлес қосуда. Байланыс, ауа райын болжау

мақсатында Жер серіктері 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 құрылысы қандай?
4. Қандай бақылаулар Жер Күнді айнала қозғалатынын дәлелдейді?

§ 40. Күн жүйесі

Сендер

- Күн жүйесінің нысандары туралы білетін боласыңдар;
- Күн жүйесінің құрылымын түсінесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ сидерлік ай
- ✓ астероид
- ✓ комета
- ✓ метеор
- ✓ метеорлық ағын
- ✓ метеороид
- ✓ метеорит

Күн жүйесі — Күнді айнала қозғалатын аспан денелерінің жиынтығы (6.5-сурет).

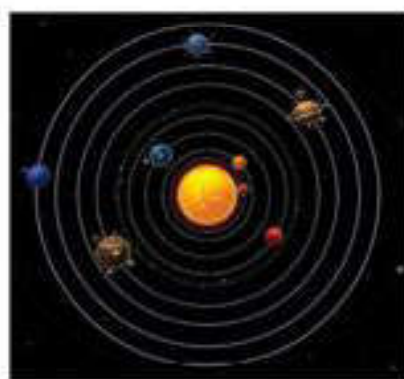
Күн жүйесі Құсжолы деп аталатын үлкен галактиканың кішкентай бөлігі ғана болып табылады. Құсжолына жүз миллиардтан аса әртүрлі жұлдыздар енеді.

Күн жүйесіне өзінің серіктерімен бірге сегіз үлкен планета, 2300-ден астам кіші планета (астероидтер), көптеген кометалар мен метеорлық денелер (әртүрлі өлшемдегі тастар) және шаң-тозаңдықтың ағыны (метеорлық бұлттар) енеді.

Күн жүйесі газ-тозаңды бұлттың гравитациялық сығылуы арқылы шамамен 4,57 млрд жыл бұрын пайда болған. Күн жүйесі нысандарының негізгі массасы Күнде жинақталған, қалған бөлігі салыстырмалы түрде окшауланған сегіз планетаға және басқа аспан денелеріне келеді.

Планеталар — Жердің өлшемімен салыстыруға болатын күнгірт шар тәрізді денелер. Планеталардан Күн жарығы шағылғандықтан бізге жарқырап көрінеді. Күнге жақын Жер тобындағы планеталар — Меркурий, Шолпан, Жердің өзі және Марс, алып планеталар — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

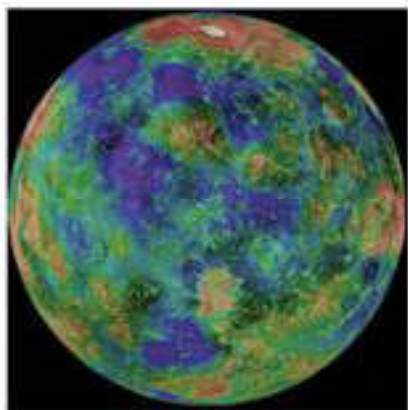
Меркурий (қазақша аты — Кіші Шолпан) — Күн жүйесінің Күнге ең жақын планетасы. Меркурийдің диаметрі 4880 км, массасы 0,056 Жер массасына тең және онда атмосфера жоқ. Меркурийдегі тәулік 176 жер тәулігіне тең. Меркурий Күн жүйесіндегі ең аз зерттелген аспан денесі болып есептеледі. Оның көп бөлігі күн сәулесінен көрінбей қалатындықтан, оны зерттеу қиынырақ. 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 жарқыраған жұлдыз ретінде танертең және кешке жақын көруге болады. Шолпан өзінің сипаттамасы бойынша Жерге ұқсас, өлшемі мен массасы Жерден аздап ғана кіші.

Шолпан беті аса қалың бұлттар қабатымен бүркемеленген. Оның бетіне конған ғарыш стансылары Шолпан атмосферасы, негізінен, көмірқышқыл газынан тұратынын көрсетті, беттік қабатының температурасы шамамен 500°C .

Біздің планетамыз Жер — Күнге жақын үшінші және массасы бойынша бесінші планета. Жерде жоғары саналы тіршілік бар, сондықтан ол біз бақылай алатын Әлемдегі бірегей планета болып табылады. Жерден басқа аспан денелерінде тіршілік әзірге табылған жоқ.

Жер азоттан және оттектен тұратын атмосферамен қоршалған. Атмосферадағы көмірқышқыл газы $0,03\%$ -ды құрайды. Орташа радиусы $R = 6378$ км болатын Жердің пішіні аздап қабысқан шар тәрізді.

Жердің бір табиғи серігі бар, ол — Ай. Ай адам аяғын басқан Жерден тыс жатқан жалғыз астрономиялық нысан болып табылады. Жер мен Күн центрлерінің орташа арақашықтығы $384\,467$ км. Айдың Жерді айналу периоды **сидерлік ай** деп атайды.

Айдың массасы Жердің массасынан $81,3$ есе кіші. Айда су және атмосфера жоқ. Ұзақ

Ай күнінде оның беті $+130^{\circ}\text{C}$ -қа дейін қызып, түнде -170°C -қа дейін төмендейді.

Марс (қазақша аты — Аңырақай немесе Қызылжұлдыз) — Күннен қашықтығы бойынша төртінші планета. Жерден ол қызғылт түсті шырақ ретінде көрінеді. Марстың екі табиғи 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 ға-

рыш стансылары бірнеше рет жайлап қонған болатын. Марста ұсақ тастар мен метеорлық кратерлермен араласып жатқан ұшы-қиыры жоқ құмдар, құм төбелер, тау тізбектері бар, бірақ ең бастысы — тіршіліктің ешқандай белгісі жоқ.

Марс тәулігі жердегіге өте ұқсас: 24 сағ 39 м 29 с. Ал жыл Жер жылынан екі есе ұзағырақ, шамамен 687 Жер тәулігі.

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 төмендейді.

Күн жүйесінің сыртқы төрт планетасы — Юпитер, Сатурн, Уран және Нептун (газ алыптары деп те аталады) жер тобындағы планеталардан көп үлкен.

Юпитер — ең алып планета, қазақша атауы — Есекқырған. Оның массасы Жердің массасынан 318 есе үлкен. Көптеген серіктері бар. Ио, Еуропа, Ганимед және Каллисто деп аталатын ең үлкен төрт серігінің өлшемдері Айдың өлшемімен шамалас. Басқаларының өлшемдері 10-нан 280 км-ге дейін және пішіндері бұрыс болып келеді.

Сатурн (қазақша аты — Қоңырқай жұлдыз) — үлкен сақинасы бар планета. Басқа алып планеталарға қарағанда Юпитерге ұқсайды. Оның массасы Жерден 95 есе, ал радиусы 9,5 есе үлкен.

Сатурнның көптеген серіктері бар екені анықталған. Ең үлкен серігі — Титан. Планетаны қоршап тұрған сақиналар, негізінен, мұз кесектерінен, тау жыныстары түйіршіктері мен шаң-тозандықтардан тұрады.

Уран мен Нептун — өздерінің физикалық қасиеттері бойынша егіз планеталар. Уранның көрінерлік беттік қабатының температурасы -150°C , ал Нептундікі -170°C . Бұл екі планетаның да сақиналары бар, бірақ Сатурндікі 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 денелері ашылды. Сондықтан оған жаңа ергежейлі планета деген атау берілді. Плутонның массасы 0,0015 Жер массасын құрайды 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 денелер. Астероидтер үлкен планеталардың қозғалыс бағытымен Күнді айнала қозғалады. Олар Марс және Юпитер орбиталарының арасында жалпақ сақина құрайды, оларды “астероидтер белдеуі” деп атайды.

Кометалар (грек. *кометес* — құйрықты жұлдыз) — аспан шырақтары. Расында, жай көзбен көруге болатын жарық кометалардың бірнеше миллион, тіпті ондаған миллион километрге дейін созылатын құйрығы бар. Мұндай кометалар сирек пайда болады, орташа есеппен 10—15 жылда бір комета көрінеді. Жарығы әлсіз кометалар жиірек 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 бағытқа ығысып, комета құйрығын түзеді.

Метеорларды (грек. *метеорос* — ауада қалқыған) халық арасында “аққан жұлдыз” деп жиі айтады. Жер атмосферасына өте ұсақ қатты бөлшектер енген кезде жана бастайды. Олардың үлкендері Жердің ауа қабатына тереңдеп енеді де, жұлдыз құлағандай әсер қалдырады. 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 оралуын болжаған ағылшын ғалымы Эдмунд Галлейдің (1656—1742) құрметіне атаған. Ол Күнге әрбір 75-76 жыл сайын 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 деп күтілуде.



Галлей кометасы

Ең ірі темір метеорит Гоба Намибия аумағында табылған. Ол шамамен Жерге 80 мың жыл бұрын құлап түскен. Метеориттің өлшемі $3 \cdot 3 \cdot 1 \text{ м}^3$, ал массасы 60 т. Ол Жердегі ең үлкен, таза табиғи темір бөлшегі болып табылады.

Ірі метеориттердің Жерге құлаған орындарында метеор кратерлері пайда болады. Өлшемдері үлкен кратерлер Аризонда (АҚШ), Канадада, Таймырда (Ресей) және басқа да жерлерде табылған. Аризон метеориттік кратерінің диаметрі 1207 м, тереңдігі 174 м.



Гоба метеориті



1. Жер тобы планеталарының қайсысының өлшемдері мен массасы ең кіші?
2. Меркурий мен Шолпанды 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 табыңдар.
- 2 Егер мектепте телескоп бар болса, оны пайдаланып аспаннан қарастырылған планеталарды табыңдар.



- 1 Жер тобы планеталарының негізгі ұқсастықтарын атап көрсетіңдер.
- 2 Бүкіләлемдік тартылыс заңын пайдаланып, Жердің массасын есептеңдер:
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

§ 41. Күнтізбе негізі (тәулік, ай, жыл)



Сендер



Тірек сөздер:

- ✓ күнтізбе
- ✓ синодтық ай
- ✓ тропикалық жыл

- күнтізбенің пайда болуы туралы білетін боласыздар;
- жыл мезгілдерінің ауысуы, әртүрлі ендіктердегі Күн мен түннің ұзақтығын түсіндіре аласыздар.

Күнтізбе — аспан денелерінің көрінетін қозғалысына негізделген ұзақ уақыт аралығын есептеу жүйесі. Күн, Жер, Ай сияқты астрономиялық нысандардың циклдік (қайталанатын) қозғалысы күнтізбелерді түсіну үшін маңызды. Күнтізбелердің негізгі міндеті күнді белгілеу және уақыт аралықтарын өлшеу болып табылады.

Оқындар, қызық! *Лат. Calendarium — қарыз кітабы. Ежелгі Римде әр айдың бір күні календы (calendae немесе kalendae, "календы") деп аталынты. Сол күні қарыз алғандар несие берушілерге үстемеақы төлеп отырынтты. Соған сәйкес календылары көрсетілген "Қарыз кітабы" болған көрінеді. Осылай римдіктер 1 қаңтарды "Calendae Januariar" 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 туған айдың арасындағы период (Айдың Жерді айналу периоды). Синодтық айдың ұзақтығы орташа есеппен 29,53 тәул-ті құрайды. Сондықтан күнтізбелік ай 29 немесе 30 тәул болады.



Бірінші 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 бөлінді.

Қос сағаттар 30 бөлікке (минут) бөлінді.

Бірліктердің осылай таңдап алынуы тарихи және практикалық пайымдаулардан, яғни адамдардың қызметін күн мен түннің немесе жыл мезгілдерінің ауысуымен сәйкестендіру қажеттігінен туындаған.

Жердің айналу осі оның Күнді айнала қозғалу жазықтығына $66,5^\circ$ бұрыш жасай орналасқан. Сол себепті Жердің солтүстік және оңтүстік жартышарларының жыл сайынғы периодты өзгерісі болады, ал бұл жыл мезгілдерінің ауысуына әкеледі. Оның үстіне бір жыл ішінде күн мен түннің ұзақтығы да үнемі өзгеріп отырады.

Көптеген ғасырлар бойы әртүрлі халықтар ай, күн, жұлдыз, ай-күн күнтізбелерін ойлап тапқан. Қазіргі кезде қолданылатын күнтізбенің тарихы (ескі тәсіл) б.з.д. 45-жылдың 1 қаңтарынан бастау алады. Күнтізбені Ежелгі Рим императоры Юлий Цезарь енгізген. Юлиан күнтізбесінде жылдың орташа ұзақтығы 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 қалу григориан күнтізбесінде (жаңа тәсіл) ескерілген.

Григориан күнтізбесі — халықаралық күнтізбе.

Григориан күнтізбесін 1582 жылы Рим Папасы XIII Григорий енгізген. Бұл уақыт ішінде күн мен түннің теңелу уақыты шамамен 10 күнге ығысты. Рим Папасы күн мен түннің теңелу күнін әрдайым 21 наурызға келетіндей етіп тұрақтандыру үшін 1582 жылдың 10 күнін ілгері жылжытты (4 қазаннан 14 қазанға дейінгі күндерді алып тастаған, яғни 4 қазаннан кейін 15 қазан болған).

Григориан күнтізбесінде тропикалық жыл (күн мен түннің теңелу уақыттарының арасы) 365, 2422 тәул деп есептелді.

Тропикалық жыл — күн мен түннің көктемгі немесе күзгі теңелу уақыттарының арасы. Бүтін күн тәулігінің санына тең болмағандықтан, бұл уақытты астрономиялық уақытпен үйлестіру үшін күнтізбелерде кібісе жыл пайдаланылады.

Ежелгі мысырлықтар дәлдігі жоғары күн күнтізбесін жасаған. Олар жылды 12-ге және олардың әрқайсысын 30 күнге бөлген. Кейінірек күнтізбеге 5 күн қосқан, сонда бір жылда 365 күн болған.

Ислам күнтізбесінде (хижра күнтізбесі) синодтық ай негізгі болып табылады (хижра — арабша көшіп жүру, қоныс аудару, Мұхаммед пен оның сахабаларының (пайғамбармен сұхбаттасқан адамдар, ізбасарлар) Меккеден Мединаға көшуі).

Хижра жыл санауы юлиан күнтізбесі бойынша 622 жылдың 16 шілдесіндегі жұма күніне сәйкес келеді. Айдың басы жаңа Ай көрінетін күнге сәйкес келеді. Хижра жылы ислам күнтізбесінің бірінші жылы болды. Бұл күнтізбеде жылында қатаң 12 синодтық ай бар, яғни 354 күн. Бұл тропикалық жылдан 11 күнге аз. Осыған байланысты барлық мұсылман мерекелері әр жылы григориан күнтізбесіне қатысты 10-11 күнге ерте келіп отырады.

Ислам күнтізбесі Сауд Арабиясында және Парсы шығанағы елдерінің ресми күнтізбесі болып табылады.

Күнтізбенің 400 жылында 97 кібісе жыл болады. Кібісе емес жыл — 365 тәул, кібісе жыл — 366 тәул.

Григориан күнтізбесі 1918 жылы Ресейде, одан кейін Кеңестер Одағы елдерінде қабылданған. Бұл уақытта ескі және жаңа күнтізбелер арасындағы уақыт 13 күнге жеткен болатын. Бұл айырмашылық 2100 жылға дейін сақталады, одан кейін 14 тәул болады.

Бір жылдың ұзақтығы 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 кенінен пайдаланады. Апталар басқа әртүрлі күнтізбелермен қатар пайдаланылатын тәуелсіз күнтізбені құрайды деп есептеуге болады. Аптаның ұзақтығы бүтін санға дейін дөңгелектенген Айдың төрт фазасының бірінің ұзақтығына тең болатын күндер санынан бастау алады деп ұйғарылады.

Тәулік (әдетте, “күн” деп айтады) — қысқа уақыт аралықтарын өлшеудің негізгі бірлігі. Жер өз осінен бір тәулікте толық бір айналым жасап шығатындықтан, Жердің Күнге караған жағында тәуліктің күндізгі уақыты, ал карама-карсы жағында түнгі уақыт болады. Есептеу басталатын уақыт ретінде түн жарымы алынады.

Тәулікті ұзақтығы 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 аралыққа (күн және түн) бөлген. Олардың әрқайсысы 12 сағ-қа бөлінген. Сағатты әрі қарай бөлу есептеудің алпыс еселенген жүйесіне әкелінді. Әр сағатты 60 мин-қа, әрбір минутты 60 с-қа бөлді. Бір сағатта 3 600 с, тәулікте 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 анықтайды?
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?



Глобустың көмегімен таңертеңгі, күндізгі, кешкі, түнгі мезгілдердің қалай ауысатынын көрсетіңдер.

Тараудың ең маңыздылары

Ғарыш 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 топқа бөлінеді: Жер тобындағы планеталар және алып планеталар.

Жер тобындағы планеталар алып планеталарға карағанда Күнге жақынырақ орналасқан, өлшемдері мен массалары аздау, тығыздықтары үлкен, өз осінің айналасында баяу айналады.

Алып планеталардың сақиналары, көптеген серіктері, өте тығыз атмосферасы бар.

Жер тобындағы планеталар	Алып планеталар
Меркурий	Юпитер
Шолпан	Сатурн
Жер	Уран
Марс	Нептун

Күнтізбе — аспан денелерінің көрінетін қозғалысына негізделген ұзақ уақыт аралығын есептеу жүйесі.

Қосымша

1-кесте

Қатты денелердің тығыздығы

Қатты зат	ρ		Қатты зат	ρ	
	кг/м ³	г/см ³		кг/м ³	г/см ³
Иридий	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	Қайың (кұрғақ)	800	0,8
Қалайы	7300	7,3	Қарағай (кұрғақ)	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	1,03	Мұнай	800	0,80
Таза су	1000	1,00	Ацетон	790	0,79
Мәшине майы	900	0,90	Бензин	710	0,71

3-кесте

Газдардың тығыздығы
(калыпты атмосфералық қысымда 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	Тұншықтырғыш улы газ	1,250	0,00125
Оттек	1,430	0,00143	Су буы (100°C-та)	0,600	0,00060
Ауа (0°C-та)	1,290	0,00129	Сутек	0,090	0,00009

4-кесте

Сырганау үйкеліс коэффициенті

Жанасатын денелер	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

Планеталардың Күннен орташа қашықтығы және беткі температурасы

Планета	Күннен орташа қашықтығы, млн км	Беткі температурасы, °C
Меркурий	57	+400°C-тан -200°C-қа өзгереді
Шолпан	107	+400°C
Жер	149	+40°C-тан -50°C-қа өзгереді
Марс	276	+25°C-тан -110°C-қа өзгереді
Юпитер	773	-138°C
Сатурн	1 417	-180°C
Уран	2 752	-190°C
Нептун	4 469	-220°C

Пәндік көрсеткіш

А

Ай 188, 192
 алып планеталар 189
 аморфты дене 102
 Архимед заңы 133
 архимед күші 135
 аспаптық кате 21, 22
 аспап шкаласы 20
 астероидтер 190
 астрономия 184
 атмосфера 126
 атмосфералық қысым 127
 ауада ұшу 139
 ауырлық күші 83, 86
 аэростат 139

Ә

Әлем 183

Б

бақылау 11
 барометр 129
 барометр-анероид 130
 болжам 11
 бөлік құны 31
 Бүкіләлемдік тартылыс заңы 82
 бұранда қадамы 29

В

векторлық шама 25
 ватерсызық 13
 ватт 153

Г

газ қысымы 112
 геоцентрлік жүйе 184
 гелиоцентрлік жүйе 185
 гидравликалық машина 117
 гидравликалық пресс 119
 Гук заңы 113
 гіртастары 63

Ғ

ғылыми болжам 11

Д

денелердің өзара әрекеттесуі 61
 деформация 74
 — пластикалық 74, 75
 — серпімді 74, 75

динамометр 78
 дирижабль 139
 дененің қатандығы 78
 дененің салмағы 85

Ж

жай механизмдер 163
 Жер 34
 жұмыс
 — механикалық 150
 — пайдалы 175
 — толық 177
 жылдамдық 38

З

зат 10

И

инерттілік 62
 инерция 59
 інтірек 169
 інді таразы 63

К

картезиан сүңгуірі 141
 кристалл дене 102
 кристалдық тор 102
 күш моменті 169
 көлбеу жазықтық 171
 Күн жүйесі 187
 күш 72
 күштің түсірілу нүктесі 73

Қ

қалыпты қысым күші 126
 қатты дене 104
 қатынас ыдыстар 115
 қозғалыс
 — механикалық 36
 — бірқалыпсыз 43
 — бірқалыпты 42
 қозғалыс траекториясы 33
 қуат 152
 Құсжолы 187
 қысым 100, 107

М

Мәре 186
 масса 63

материалдық нүкте 33
 материя 10
 Меркурий 187
 метеориттер 189
 механикалық жұмыс 161
 механикалық қозғалыс 33
 механикалық энергияның сақталу заңы 161
 механиканың "алтын ережесі" 177
 молекула 101
 моменттер ережесі 169

Н

Нептун 189
 ньютон (Н) 73

О

орын ауыстыру 34

Ө

өзара тартылыс 82
 өлшемдердің метрлік жүйесі 17
 өлшеуіш құралдар 21
 өлшеу дәлдігі 20, 22
 өлшеу қателігі 21

П

Пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК) 175
 паскаль (Па) 108
 Паскаль заңы 112
 Паскаль тәжірибесі 111
 Паскаль шары 113
 планеталар 187
 планеталардың қозғалысы 187
 Плутон 190

С

салмақсыздық 86
 сандарды стандартты түрде жазу 23
 санақ денесі 36
 скаляр шама 25
 санақ жүйесі 36
 Сатурн 189
 серпімділік күші 77, 79
 сорғы 132
 сұйық 104
 су көлігі 138
 сүлгуір қайық 135, 137
 сұйық қысымы 112

Т

табиғи құбылыс 8
 таразы 63
 тарту күші 83
 тартылыс құбылысы 82
 тартылыс күші 83
 телескоп 186
 температура
 теңәрекет күші 94, 95
 Торричелли тәжірибесі 127
 тұйық жүйе 155
 тығыздық 66
 тірек нүктесі 85

У

уақыт 36

Ү

үйкеліс 89
 — домалау 90
 — сырғанау 89
 — тыныштық 89
 үйкеліс коэффициенті 91
 үйкеліс күші 89

Ф

физикалық
 — теория 13
 — құбылыстар 9
 — шама 16
 — құралдар 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. Әртүрлі. 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, оңға. 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. Қуыс, $V_k = 0,6$ л.
- § 31. 1. 30 МДж. 2. 36 кДж. 3. 2,4 кДж.
- § 33. 1. 35 Дж. 2. 0 Дж. 3. 108 км/сағ. 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 Уалипа Коңурбаевна
Кронгарт Борис Аркадьевич

ФИЗИКА

Учебник для 7 класса общеобразовательных школ
(на казахском языке)

Редакторы Ж. Бадамова
Керемдеуші редакторы Ә. Сланова
Техникалық редакторы Л. Садықова
Корректоры Г. Тұрмағанбетова
Компьютерде беттеген И. Алмабаева

Баспаға Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
№ 0000001 мемлекеттік лицензиясы 2003 жылы 7 шілдеде берілген

ИБ № 5594

Басуға 22.05.17 қол қойылды. Пішімі 70x100 ²¹/₃₂. Офсеттік қағаз.

Қаріп түрі "SchoolBook Kza". Офсеттік басылмас.

Шартты баспа табағы 16,12+0,32 қосарбет. Шартты бояуды беттанбасы 66,36.
Есептік баспа табағы 11,48+0,54 қосарбет. Таралымы 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: mektep@mail.ru

Web-site: www.mektep.kz

