

**Р. БАШАРУЛЫ**

# ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына  
арналған оқулық

# 7

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі ұсынған

А. Байтұрсынұлы атындағы Тіл білімі институтының  
сарапшыларымен келісілді



Алматы «Атамұра» 2017








ӨЖ 373.167.1

КБЖ 22.3я72

Б 30

*Оқулық Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі бекіткен негізгі орта білім беру деңгейінің 7–9-сыныптарына арналған «Физика» пәнінің жаңартылған мазмұндағы Типтік оқу бағдарламасына сәйкес дайындалды.*

### ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР:

-  – сұрақтар
  -  – жаттығулар
  -  – деңгейлік тапсырмалар
  -  – практикалық және эксперименттік тапсырмалар
  -  – теориялық зерттеу
  -  – ғылым мен техниканың даму тарихынан
  -  – тереңдетілген деңгейдегі қосымша материалдар
- танымдық-тәрбиелік материалдар

**Башарұлы Р.**

**Б 30 Физика:** Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Атамұра, 2017. – 208 бет.

ISBN 978-601-306-737-7

ӨЖ 373.167.1

КБЖ 22.3я72

ISBN 978-601-306-737-7

© Башарұлы Р., 2017  
© «Атамұра», 2017

## ҚҰРМЕТТІ ОҚУШЫЛАР!

«Физика» жаратылыстану ғылымдарының арасында жетекші орын алады. Ол – табиғат туралы ең іргелі ғылымдардың бірі. Физика табиғатта кездесетін механикалық, жылулық, электрлік құбылыстармен қатар, жарық толқындары мен басқа да электромагниттік толқындардың пайда болу және таралу құпияларын зерттейді.

Бұл оқулықта негізінен механикаға байланысты құбылыстармен, оларды зерттеу әдістерімен танысасыңдар. Құбылыстарды сипаттайтын кейбір физикалық ұғымдар мен шамалар туралы, оларды өзара байланыстыратын физикалық заңдар туралы алғашқы мағлұмат аласыңдар. Қоршаған орта мен қарапайым техникалық механизмдер жайлы да қажетті материалдарды оқисыңдар.

**Оқу материалын жаттап алудың қажеті жоқ. Қайта меңгеруге тиісті білімнің негізгі құрамдас бөліктерін, бір-бірімен байланысын анықтап, оларды есте сақтайтын ой түйіндеріне айналдыру керек.** «Отыз ауыз сөздің *оймақтай түйінін*» таба білсеңдер, ол түйінді ұзақ есте сақтап, қажетті сәтінде ойға түсіріп, айтып беруге немесе өмірде қолдануға болады.

Белгілі бір тақырыпты оқығаннан кейін, оған қойылған *сұрақтарға өз беттеріңмен жауап берулерің керек.* Егер кейбір сұрақтар қиындық туғызса, материалды қайтадан пысықтап оқу парыз.

**Физиканы терең меңгерудің басты талаптарының бірі – есеп шығара білу.** Сондықтан «Талаптыға нұр жауар» демекші, оқулықтағы есептерді түгелдей шешуге талпыну қажет. Егер кейбір есептерді шығару қиын болса, онда ол – теориялық материалдардың үстірт, әрі байыбына бармай оқылғандығының белгісі. Талапшыл оқушы, әрине, ол материалдарды қайыра оқып, ой елегінен өткізуі тиіс. Табандылық танытып, қосымша оқу құралдарын пайдалануларың қажет. Сонымен қатар достарыңмен ақыл қосуды, ұстаздарың мен ата-аналарыңнан көмек сұрауды ескерген жөн. Мұндағы негізгі мақсат – қайткен күнде де (ерте ме, кеш пе, сабақта ма әлде үйірме мәжілісінде ме) есепті шығарудың жолын, айла-тәсілін ұғынып, меңгеру. Осындай әртүрлі қарекет үстінде ғана *есеп шығару дағдысы* берік қалыптасады.

Табиғат құбылыстарын зерттеуде ***бақылау, эксперимент, теориялық талдау әдістері ерекше орын алады.*** Бұл әдістерді меңгеру – *қазіргі білім берудің басты талаптарының бірі.* Сондықтан бұған оқулықтың бірінші тарауынан бастап-ақ үлкен мән берілген. Физика – негізінен эксперименттік ғылым. Ендеше оқулықта көрсетілген зертханалық жұмыстарды орындауға да, үйде жасалатын эксперименттік тәжірибелерге де, сондай-ақ практикалық тапсырмаларға да аса тыңғылықты дайындалу керек.

***Жас дос! Болашаққа бастайтын білім жолдарың нұрлы болсын!***



# 1

ТАРАУ



## ФИЗИКА – ТАБИҒАТ ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМ



### БАҒДАРЛАМАЛЫҚ МАҚСАТТАР:

- физикалық құбылыстарға мысалдар келтіру;
- табиғатты зерттеудің ғылыми әдістерін ажырату;
- физикалық шамаларды олардың Халықаралық бірліктер жүйесіндегі өлшемдерімен сәйкестендіру;
- скаляр және векторлық физикалық шамаларды ажырату және мысалдар келтіру;
- үлкен және кіші сандарды жазған кезде еселік және үлестік қосымшаларды қолдану;
- дененің ұзындығын, көлемін, температурасын және уақытты өлшеу, өлшеу нәтижелерін аспаптардың қателіктерін есепке ала отырып жазу;
- әртүрлі пішіндегі қатты дененің немесе сұйықтың көлемін өлшеу үшін өлшеуіш цилиндрді (мензурканы) қолдану;
- кішкентай денелердің өлшемін қатарлау әдісімен анықтау.

Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті *«табиғат құбылыстары», «физикалық құбылыстар», «құбылыстарды зерттеудің негізгі әдістері», «гипотеза», «физикалық теория», «өлшеу», «физикалық шама», «скалярлық және физикалық шамалар», «сандарды стандартты жазу»* сияқты физика үшін ғана емес, ғылымның басқа салалары үшін де аса маңызды ұғымдар қарастырылады.

## § 1

## ФИЗИКА – ТАБИҒАТ ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМ

**1.** «Физика» атауы гректің «фюзис» – «табиғат» деген сөзінен алынған. Кең мағынада алғанда бүкіл Ғалам: жан-жануарлар мен өсімдіктер, Жер мен Ай, Күн мен алыстағы жұлдыздар – осылардың барлығы *табиғат* деп аталады.

Табиғат туралы тар мағынада сөз болғанда оны Жер табиғатымен байланыстыра айтады. Өйткені адамзат ұрпағын тербеп өсірген табиғи бесік – Жер. Сондықтан халқымызда «Жер-Ана» деген егіз ұғым қалыптасқан. Жерді өз Анасындай, Анасын Күндей қастерлеу Ата қостаған салтымыз. «Жер шоқтығы – Көкшетау», «Жер жаннаты – Жетісу» деп, бабаларымыз туған жерге, табиғатқа деген ыстық махаббатын білдірген. Сондықтан орман-тоғайларды сақтап, қоршаған ортаның, өзен мен көлдердің ластанбауына ерекше мән берген. «Су ішкен құдығыңа түкірме», «Бұлақ көрсең, көзін аш» деп, жас ұрпақтың бойына табиғатты қорғаудың тәрбиесін сіңірген.

**2.** Табиғатта үздіксіз *өзгерістер* болып жатады. Мысалы, жанартаудың атқылауы (сурет 1.1), найзағайдың жарқылы, Күн жалынының шарпуы (сурет 1.2), судың мұзға айналуы сияқты құбылыстар табиғаттағы өзгеріс-



Сурет 1.1. Жанартаудың атқылауы



Сурет 1.2. Күн жалыны – ыстық плазманың шарпуы

терді көрсетеді. Аспан денелерінің қозғалысы, гүлдердің шешек атуы, ағаштың жайқалып өсуі, өзеннің тасуы немесе көлдердің тартылып суалуы – осылардың барлығы да қоршаған ортадағы өзгерістер.

*Әлемде орын алатын сан алуан өзгерістер табиғат құбылыстары деп аталады.*

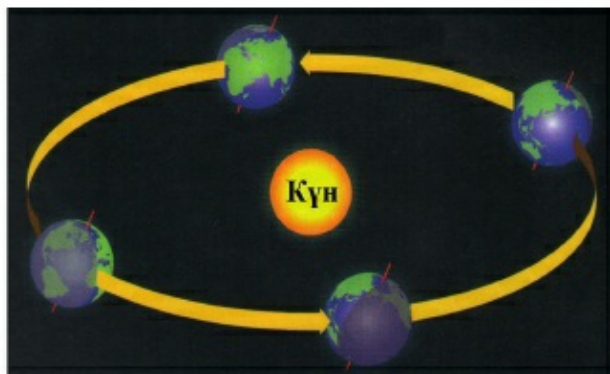
**3.** Табиғат құбылыстары бір-бірімен тығыз байланысты. Оларды жаратылыстанымдық – физика, астрономия, география, геология, биология, химия сияқты ғылымдар зерттейді. Әр ғылымның табиғатты зерттеуде өз мақсаты мен міндеті бар. Мысалы, физика негізінен *механикалық қозғалысты, жылу, электр, жарық* құбылыстарын зерттейді. Физика ғылымы зерттейтін табиғат құбылыстары *физикалық құбылыстар* деп аталады.

Жаратылыстану ғылымдары бір-бірі толықтырып, өзара тығыз байланыста болады. Мәселен, *географияда* физика заңдарын өзендердің қалай ағатынын, желдің қалай пайда болатынын түсіндіру үшін қолданады. Сол сияқты *биологияда* физика заңдарын пайдаланып, хайуанаттардың қалай қозғалатынын және көру мүшелерінің қалай жұмыс жасайтынын түсіндіреді. Физика заңдары мен құбылыстарын *инженерлер, конструкторлар, дәрігерлер, агрономдар, көлік жүргізушілер* және т.б. көптеген мамандар оқып пайдаланады.



**4.** Жаратылыстану ғылымдарының арасында, әсіресе, физика мен астрономия бір-бірімен өте тығыз байланысқан. Астрономия физика заңдарына сүйеніп, аспан денелерінің қозғалысы мен құбылыстарын түсіндіреді. Мысалы, күн мен түннің ауысуын және Күннің тұтылу құбылыстарын қарастырайық.

Ертеде адамдар күн мен түннің алмасуын Жерді төңіректен Күннің айналуынан деп қате түсінген. Шындығында, Жер



Сурет 1.3. Жердің Күнді айнала қозғалысы

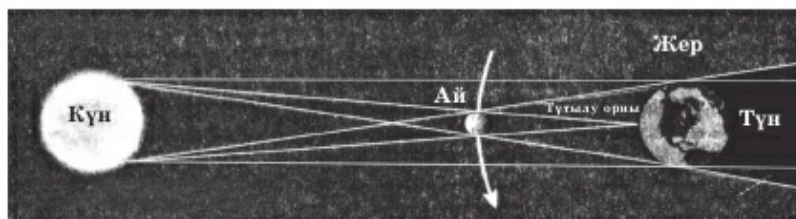


Сурет 1.4. Күннің тұтылуы

бір жылда (365 тәулікте) Күнді бір рет айналады (сурет 1.3). Жыл мезгілдерінің (көктем, жаз, күз, қыс) ауысуы Жердің Күн төңірегіндегі қозғалысына байланысты туындайды.

Күннің тұтылуы да (сурет 1.4) физика мен астрономия ғылымдары зерттейтін табиғат құбылыстарының бірі болып табылады. Ертеде Күннің тұтылуы адамдарға үрей туғызған. Қазір Күннің тұтылуы себебін көпшілік біледі. Жерді айнала қозғалатын Ай Күн мен Жердің арасынан өткен кезде (сурет 1.5) Күннің көзін көлегейлеп жауып қалады. Осы кезде Жер бетіне Күн сәулесінің орнына Айдың көлеңкесі түседі. Бұл құбылыс – *күннің тұтылуы* деп аталады (сурет 1.4).

Күн мен түннің алма-кезек ауысуына Жердің өз осінің төңірегінде үздіксіз айналуы себеп болып табылады. Жер өз осін бір тәулікте (24 сағатта) толық бір айналып шығады. Жердің айналуы барысында оның Күн сәулесі түскен беті жарық болады да, ал қарсы көлеңке бетін түн басады (сурет 1.5).



Сурет 1.5. Күннің тұтылуы кезінде Жер мен Айдың және Күннің өзара салыстырмалы орналасуы



**5. Физиканың негізгі мақсаты – табиғатта болып жатқан әртүрлі физикалық құбылыстарды зерттеп, оларды өзара байланыстыратын заңдарды ашу.** Заңдарды ашу үшін құбылысты туғызған себеп не және оның салдары қандай? деген сұрақтарға жауап ізделінеді. Мысалы, дененің құлауы Жердің оны өзіне тартуына байланысты туындайды. Жылдың төрт мезгілінің (қыс, көктем, жаз, күз) ауысуы Жердің Күнді айнала эллипс бойымен қозғалуы арқылы түсіндіріледі. Бұл мысалдарда төрт түрлі табиғат құбылыстары (дененің құлауы, Жердің тартуы, жыл мезгілдерінің ауысуы және Жердің Күнді айнала қозғалуы) аталып отыр. Осындай құбылыстардың арасындағы байланыстарды зерттей келе, физикада Ньютон заңдары, астрономияда Кеплер заңдары ашылды. Осылайша табиғат құбылыстары арасындағы себеп-салдарлық байланыстарды табу арқылы **табиғат заңдары** ашылады. Бұл заңдармен бірте-бірте танысатын боласыздар.



Стагирит  
Аристотель  
(б.з.б. 384–322)



Әбу Насыр  
әл-Фараби  
(870–950)



Михаил  
Васильевич  
Ломоносов  
(1711–1765)



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Ғылым және оқу пәні ретінде физика аттары тарихта алтын әріптермен жазылған көптеген елдердің ғалымдарының ерен еңбектері арқасында дамыды. **Физика** – табиғат туралы ғылым ретінде «**бірінші ұстаз**» атанған гректің ұлы ойшылы Аристотельдің шығармаларында баяндалды. Физика ғылымын дамытып, Аристотель еңбектерін түсіндіруде тарихта «**екінші ұстаз**» атанған біздің ұлы бабамыз – Әбу Насыр әл-Фарабидің еңбегі зор. Сондай-ақ Ресейдегі тұңғыш университеттің іргесін қалаушы ұлы ғалым М. В. Ломоносовтың физиканы орыс ортасында оқытып дамытудағы қызметі мол жемісін берді.

Бұлардың үшеуі де жан-жақты әмбебап білімдері бар ұлы тұлғалар еді. Олар физика мен астрономияға да, ғылымның басқа салаларының қалыптасуына да зор үлес қосты. Ұлы ойшылдар туралы қосымша деректерді оқулық соңында көрсетілген әдебиеттерден таба аласыздар.



### Сұрақтар

1. «Табиғат» деген сөздің мағынасын қалай түсінесіңдер?
2. Табиғат құбылыстары деп нені айтамыз?



3. Қандай табиғат құбылыстары физикалық құбылыстарға жатады?
4. Күннің тұтылуын қалай түсіндіруге болады?
5. Табиғатты қандай ғылымдар зерттейді? Олардың өзара байланыстары туралы мысалдар келтіріңдер.
6. Физиканың негізгі мақсаты не?
7. Физика заңдары қалай ашылады?
8. «Физика» атауы нені білдіреді және оны ғылыми негіздеген ғалымдар кімдер?



#### Практикалық тапсырмалар

1. Айдың тұтылуы туралы өздерің шығаратын «Физика» қабырға газетіне қысқаша мақала жазыңдар. Осы құбылыстың суретін салып түсіндіріңдер.
2. Тақырыпта аталмаған физикалық құбылыстарға мысалдар келтіріңдер. Олардың ерекшелігі туралы айтып беріңдер.

## § 2

## ТАБИҒАТТЫ ЗЕРТТЕУДІҢ ҒЫЛЫМИ ӘДІСТЕРІ

1. Табиғат туралы білім арнайы зерттеу әдістерін қолдану арқылы жинақталады. Табиғат құбылыстарын зерттеуде кең тараған үш ғылыми әдісті атап өтуге болады. Олар: **бақылау**, **эксперимент** (тәжірибе жасау) және **теориялық талдау** әдістері.

**Бақылаулар** негізінен *ғылыми деректер* жинақтау үшін қолданылады. Ғылыми деректерді өзара салыстырып, **теориялық талдаулар** жасалады. Теориялық талдауларды жүйеге түсіру арқылы **заңдылықтар** ашылды. Бақылау деректерін жинақтау үшін де, теориялық қорытындыларды тексеру үшін де **эксперимент** қолданылады.

Жоғарыда көрсетілген үш ғылыми әдістің мәнділігін түсіну үшін зерттеушілердің мына үш сұраққа жауап іздейтінін білген жөн:

- Қандай құбылыс жүріп жатыр?
- Қалай жүріп жатыр?
- Неге бұлай жүріп жатыр?

Бірінші сұраққа жауап алу үшін **бақылау** жүргізеді. Екінші сұраққа **эксперименттің** рөлі арта түседі. Ал соңғы сұраққа негізгі жауапты **теориялық талдаудан** аламыз.

2. **Эксперимент** – физиканың ең басты зерттеу әдісі. Физикалық эксперимент арқылы бақылаулар жүргізіліп, жаңа деректер жинақталады; ғылыми болжамдар мен теориялар тәжірибеде тексеріледі. Сонымен қатар ол жаңа физикалық заңдарды ашуда да кең қолданылады. Мысалы, осы оқулықта қарастырылған Гук заңы, Архимед заңы және басқа да заңдар эксперимент жасау арқылы ашылған.

Сондықтан эксперимент жүргізудің айла-тәсілдерін ұқыпты меңгеруге мектепте ерекше мән беріледі. Эксперимент жасау үшін *ұқыптылық, нақтылық, дәлдік және жауапкершілік* сияқты қасиеттер аса қажет.

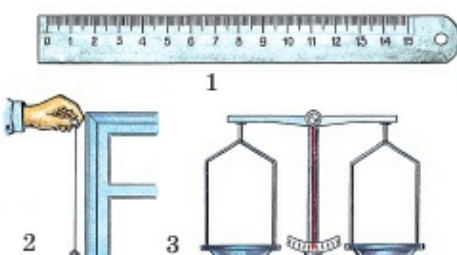
Сондай-ақ, экспериментте алынған нәтижелерді салдыр-салақ жазбай, белгілі ретпен әрі ұқыпты салынған сызба-сурет және кесте түрінде көрсете білуге дағдылану керек. Эксперимент барысын жұмыс дәптеріне жазғанда төменде көрсетілген талаптар рет-ретімен қатаң орындалуы тиіс:

- 1) *эксперименттік жұмыстың тақырыбы;*
- 2) *эксперименттің мақсаты;*
- 3) *эксперименттің құрал-жабдықтары;*
- 4) *эксперимент сұлбасы (суреті, схемасы);*
- 5) *эксперимент барысын жазбаша баяндау;*
- 6) *эксперимент нәтижелері;*
- 7) *эксперимент қорытындысы.*

Мектепте жасалатын зертханалық жұмыстар да эксперимент болып табылады. Сондықтан оларды орындағанда жоғарыда айтылған талаптар, яғни экспериментті жүргізудегі әрбір қадам жұмыс дәптерінде толық жазылуы тиіс. Басқаша айтқанда, жазбаша баяндауды оқи отырып, эксперименттен ешқандай хабары жоқ адам, сол экспериментті жасап шығатын болуы керек. Сөйтіп жазбаша баяндауда экспериментте *не істелгені* және *қалай істелгені* рет-ретімен нақты сипатталады.

**3.** Бақылаулар мен әртүрлі эксперименттер жүргізуде адамдарға арнайы жасалған құралдар мен аспаптар үлкен көмек жасайды. Кейбір физикалық аспаптар өте қарапайым болып келеді. Олардың қатарында *сызғышты* (1), *тіктеуішті* (2), *таразыны* (3) атауға болады (сурет 1.6). Сондай-ақ *термометр, секундомер, әртүрлі ток көзі (батареялар, аккумуляторлар)* сияқты аспаптар тұрмыста да, экспериментте де кең қолданылады.

Сонымен қатар ғылым мен техниканың дамуына аса қажетті күрделі аспаптар да бар. Ондай физикалық құралдардың жәрдемімен өте кішкентай атомдық бөлшектерден тұратын микроәлем мен аса үлкен аспан денелерінен тұратын макро және мегаәлемнің құрылымын зерттейді. Көзге көрінбейтін микроәлемді зерттеу үшін әртүрлі микроскоптар қолданылады. Оптикалық микроскоптар денені бірнеше мың,



Сурет 1.6. Қарапайым өлшеуіш құралдар: сызғыш, тіктеуіш және іінді тазазы



Сурет 1.7. Зондтық-сканерлік микроскоп



Сурет 1.8. Телескоп

ал зондтық-сканерлік (сурет 1.7) және электрондық микроскоптар мен иондық проекторлар миллиондаған есе үлкейтіп көрсетеді.

Аспан мегаәлемінің құрылымын зерттейтін ең негізгі құрал – *телескоп* (сурет 1.8). Мега-әлемнен тарайтын ақпараттар көзге көрінетін қызыл, сары, жасыл, көк т.с.с. түстерден тұратын жарық сәулелері арқылы ғана емес, көзге көрінбейтін инфрақызыл, ультракүлгін, рентген т.с.с. сәулелер мен толқындар (мысалы, радиотолқындар) арқылы да жетеді. Сондықтан оларды тіркеп, қызғылықты мәліметтер беретін телескоптардың да түрлері көп. Мәселен, оптикалық телескоптармен қатар, көзге көрінбейтін рентгендік сәулелер мен радиотолқындарға негізделген телескоптар әлемнің түкпір-түкпірінен жаңа мәліметтер жинақтауға жәрдемдеседі.

**4.** Табиғат құбылыстарының заңдылықтарын ашу үшін ғалымдар *теориялық талдау әдісін* пайдаланады. Теориялық талдауда зерттелетін мәселені *ғылыми гипотеза* және *ғылыми проблема* түрінде айқындаудың маңызы орасан зор. Теориялық талдау әдісінің осы екі кезеңі де зерттеулердің ең жауапты кезеңдері болып табылады. Ғалымдардың пайымдауынша, *проблеманың дұрыс қойылуы, оны шешуге кеткен жалпы еңбектің жартысына тең болады.*

Проблеманы шешу барысында жаңа деректерді бұрыннан белгілі деректермен салыстырып, олардың арасында *себеп-салдарлық байланыстар* бар ма? деген негізгі

сұраққа жауап ізделінеді. Ол үшін теориялық талдау әдісі қолданылады. Теориялық талдаулар негізінде әуелі ғылыми болжамдар жасалады.

*Жинақталған деректермен негізделген ғылыми жорамал болжам (гипотеза) деп аталады.*

Егер құбылыстар арасында себеп-салдарлық байланыс ашылса, онда оны *табиғат заңы* түрінде сипаттайды. Жекелеген заңдылықтар арасында *жүйелі байланыстар* табылатын болса, онда оларды *ғылыми теория* ретінде ұсынады.

*Физикалық құбылыстарды және оларды сипаттайтын заңдарды бір-бірімен байланыстыра отырып түсіндіретін жүйелі білім физикалық теория деп аталады.*

Физикалық теория құрамына: құбылыстың сипаттамасы, эксперименттердің нәтижелері, ұғымдар, негізгі идеялар, модельдер, болжамдар, заңдылықтар, зерттеу әдістері (математикалық әдістер де) кіреді. Теориялық зерттеу әдістерінің негізін адамның ой қорытуы құрайды.

Құбылысты түсіндіріп қана қоймай, олардың келешекте қалай өтетінін алдын ала болжап айту теориялардың басты ерекшелігі болып табылады.

**5.** Физикалық құбылыстардың сипатына қарай физикалық теориялар да әртүрлі болып келеді. Алайда, олар бір-бірімен үйлесімді кірігіп, санаулы ғана **іргелі физикалық теориялар** төңірегінде топтасады. Мектеп курсында физиканың төрт іргелі теориялары қарастырылады. Бұл теориялардың негіздерімен бірте-бірте кейінірек танысасыздар. Төменде олардың қандай құбылыстарға арналғаны ғана айтылады. 7-сынып физикасында классикалық механиканың кейбір ұғымдары мен заңдары және ереже-қағидалары қарастырылады.

Жылдамдығы аз, ірі (макроскопиялық) денелердің механикалық қозғалысына байланысты құбылыстарды **классикалық механика теориясы** түсіндіреді.

Жылулық құбылыстарға байланысты сұрақтарды **термодинамика және молекулалық физика теориясынан** ұғынуға болады.

Электрлік және магниттік құбылыстар, солардың ішінде радиотолқындардың алынуы мен таралуы, сондай-ақ электрмагниттің қасиеттері және электр тогының пайда болуы **электродинамика теориясында** баяндалады.

Өте жылдам қозғалатын, көзге көрінбейтін элементар бөлшектерге байланысты құбылыстарды **кванттық механика теориясы** түсіндіре алады. Мектептегі физика пәні бұл теориялар туралы жалпы мағлұмат береді.



#### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Жерден ұшырылған ғарыш зымыраны 1995 жылы 1,5 млн км қашықтықтағы Күнге жетіп, «SOHO» деп аталатын зерттеу аппаратын оның төңірегіне шығарды. Зымыранда орналасқан басқа құралдар Күнге жеткенше өздері түсірген бейнесуреттер мен басқа да ақпаратты Жерге



Сурет 1.9. Күнді зерттеу үшін ғарышқа шығарылған ғылыми обсерватория – SOHO аппараты

жіберіп отырды. Зымыран өзінен бөлінген SOHO аппаратын соңғы рет суретке түсіріп (сурет 1.9), Жерге жіберді де, өзі Ғарыш кеңістігінде ғайып болды.

SOHO аппараты ең жақын аралықта Күнді айнала қозғалатын ғылыми обсерватория болып табылады. Ол Күнді үнемі бақылап, түсіріп алған суреттерін Жерге жіберіп отырды. Оқулықтағы сурет 1.2 осы аппараттың жіберген бейнематериалдарынан алынды.



### Сұрақтар

1. Табиғатты зерттеудің кең тараған ғылыми әдістері қандай? Олардың мәнділігін қалай түсіндіруге болады?
2. Эксперименттің басқа ғылыми әдістерден ерекшелігі неде? Экспериментті жүргізуге қандай талаптар қойылады?
3. Бақылаулар мен эксперимент үшін физика мен астрономияда қандай аспаптар қолданылады? Оқулықта келтірілген аспаптардан басқа қандай физикалық және астрономиялық құрал-жабдықтарды білесіңдер?
4. Теориялық талдау әдісі қандай ретпен жүзеге асырылады? Зерттеу проблемасын дұрыс қоюдың маңызы қандай?
5. Теориялық талдаулар немен аяқталады? Ғылыми болжам (гипотеза) дегеніміз не? Олардың шынайылығы қалай сыналады?
6. Физикалық теория деп нені айтамыз? Теорияның негізгі қызметі не және қандай құрамдас бөліктерден тұрады?
7. Мектепте қандай іргелі физикалық теориялар оқылады? Олар қандай физикалық құбылыстар аясын қамтиды?



## § 3

## ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАР. СКАЛЯР ЖӘНЕ ВЕКТОРЛЫҚ ШАМАЛАР. ХАЛЫҚАРАЛЫҚ БІРЛІКТЕР ЖҮЙЕСІ

**1.** Физикалық құбылыстарды бір-бірімен салыстыра сипаттау үшін айрықша терминдер қолданылады. Мысалы, шапқан аттың, ұшқан құстың және тасбақаның қозғалыстарын салыстыра сипаттау үшін үш түрлі физикалық термин қолданылады. Олардың бірі – *уақыт*, екіншісі – *жүрген жолы*, үшіншісі – *жылдамдық*. Жоғарыда аталған терминдер: *уақыт*, *жол* және *жылдамдық* физикалық шамалар болып табылады.

*Физикалық құбылыстардың қасиеттерін сандық тұрғыдан сипаттайтын айрықша терминдерді физикалық шамалар деп атайды.*

**2.** Өрбір физикалық шаманың *өлшем бірліктері* (қысқаша *бірліктері*) болады. Физикалық шамаларды қолданғанда (жазғанда, айтқанда) олардың бірліктерін міндетті түрде атап отыру керек.

*Физикалық шаманың мәні деп, оның өлшем бірлігі көрсетілген сандық мәнін айтады.* Мысалы, дене 10 секунд қозғалған болса, оның қозғалу уақытын  $t=10$  секунд (қысқаша 10 с) деп жазамыз. Ал  $t=10$  деп бірліктің атауынсыз жазсақ, онда мағынасыздық пайда болады.

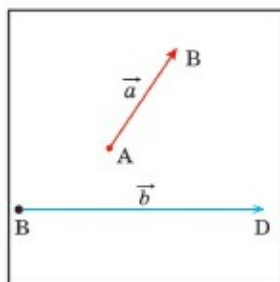
**3.** Физика мен математикада шамаларды *скаляр* және *векторлар* деп ажыратады.

*Скаляр шама деп бағыт-бағдарға тәуелсіз, тек санмен ғана өрнектелетін шаманы айтады.*

Мысалы: *уақыт*, *аудан*, *көлем* және дененің *массасы* скаляр шамалар болып табылады.

Сан мәнімен де, бағытымен де анықталатын шамалар *векторлар* қатарына жатады.

*Түзу бойындағы бағытталған кесіндіні вектор деп атайды.* АВ және ВD бағытталған кесінділер векторлар болып табылады (сурет 1.10).



Сурет 1.10. Векторлар



Сурет 1.11. Кім күшті?

Өйткені мұндай кесіндінің ұзындығы белгілі бір санмен өрнектеледі және бағыты да нақты көрсетіледі.

Мысалы: *құш және жылдамдық* – векторлық шамалар. Шынында да, оралған жіпті, әрқайсысы өздеріне қарай тартып (сурет 1.11), ойынға өбден берілген үй мысықтары мен күшкітерінің  $F_1, F_2, F_3$  және  $F_4$  күштері – векторлық шамалар. Өйткені ол күштер белгілі бір бағыттарымен де, сан мәндерімен де сипатталады.

Векторлық шамалар мен скалярлық шамаларды бір-бірінен ажырату үшін оларды арнайы таңбалармен таңбалайды. Мысалы,  $\overline{AB}$  бағытталған кесіндіні (сурет 1.10) **вектор** ретінде  $\overline{AB}$  (қысқаша  $\vec{a}$ ) деп, ал  $BD$  бағытталған кесіндіні –  $\overline{BD}$  (қысқаша  $\vec{b}$ ) деп белгілейді. Немесе оларды векторлар ретінде жартылай қарайтылған әріптермен жазады. Мысалы,  $\overline{AB}$  (қысқаша  $a$ );  $\overline{BD}$  (қысқаша  $b$ ).

Кесіндінің ұзындығын *вектордың ұзындығы* немесе *вектордың модулі* деп атайды.

Модульді белгілеу үшін векторлық белгінің екі жағына тік сызықтар түсіреді. Мысалы:  $\overline{AB}$  векторының модулі  $|\overline{AB}|$  (қысқаша  $|\vec{a}|$ ) деп белгіленеді. Сол сияқты  $\overline{BD}$  векторының модулі  $|\overline{BD}|$  (қысқаша  $|\vec{b}|$ ) деп белгіленеді. Сонымен қатар модульдерді қарапайым түрде жазу үшін қарайтылмай жазылатын әріптерді қолданады. Мысалы,  $AB$  (қысқаша  $a$ ),  $BD$  (қысқаша  $b$ ) деп белгіленеді.

Егер екі вектордың бағыттары мен ұзындықтары бірдей болса, ондай векторларды *тең векторлар* деп атайды.

Егер екі вектордың ұзындықтары бірдей, ал бағыттары қарама-қарсы болса, ондай векторлар *қарама-қарсы векторлар* деп аталады.

**4.** Векторлық шамаларға математикалық амалдарды қолдануға болады. Мысалы, бір түзудің бойында жатқан екі векторды бір-біріне *қосу* немесе бірінен-бірін *азайту* амалдарын қарастырайық.

Векторларды бір-біріне қосудан немесе бірінен-бірін азайтудан пайда болған векторларды *қорытқы* немесе *теңәрекетті векторлар* деп атайды.

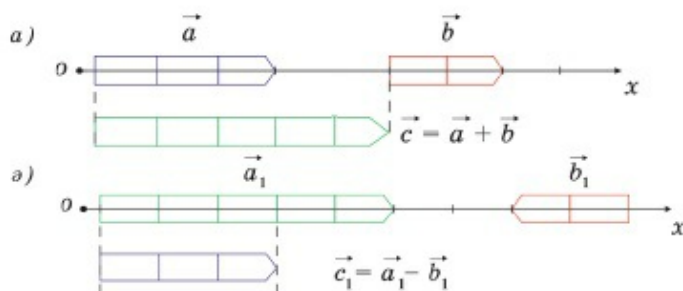
Бір түзудің бойында (мысалы,  $Ox$  осінің бойында) жататын векторлардың теңәрекетті векторының модулін табу үшін мына ереже қолданылады:

– бір түзудің бойында жатқан бағыттары бірдей екі вектордың (сурет 1.12, а) *теңәрекетті векторының модулі әр вектордың модульдерінің қосындысына тең болады;*

– бір түзудің бойында жатқан қарама-қарсы бағытталған векторлардың (сурет 1.12, ө) *теңәрекетті векторының модулі әр вектордың модульдерінің айырымына тең, ал бағыты модулі үлкен вектордың бағытымен бағыттас болады.*

**5.** Векторлық физикалық шамалардың да, скалярлық шамалардың да белгілі бір өлшем бірліктері болады. Қазіргі *Халықаралық бірліктер жүйесі* өлшем бірліктердің тарихи дамуының нәтижесі болып табылады.





Сурет 1.12

1960 жылы енгізілген **Бірліктердің халықаралық жүйесіне** «өлшемдердің метрлік жүйесі» негіз ретінде қабылданды. Өлшеулердің барлық салаларын қамтитын *Халықаралық бірліктер жүйесі* қысқаша SI (фран. тілінде Systeme International) деп белгіленеді. Халықаралық бірліктер жүйесін *жеті негізгі бірлік* құрайды: ұзындық бірлігі – метр (м), масса бірлігі – килограмм (кг), уақыт бірлігі – секунд (с), ток күшінің бірлігі – ампер (А), термодинамикалық температураның бірлігі – кельвин (К), жарық күшінің бірлігі – кандела (кд), заттың мөлшері – моль (моль). Бұл бірліктермен бірте-бірте жоғары сыныптарда танысасындар. Басқа бірліктер бұлардан шыққан *туынды бірліктер* болып табылады. Мысалы, аудан бірлігіне – *квадрат метр* ( $\text{м}^2$ ); көлем бірлігіне – *куб метр* ( $\text{м}^3$ ) алынады.

**6.** Халықаралық бірліктер жүйесінің негізіне, метрлік жүйедегі сияқты, санаудың «ондық принципінің» алынуы – оның ең басты артықшылығы болып табылады. Расында да, «ондық принцип» бойынша барлық еселенетін немесе бөлінетін бірліктер негізгі бірліктерді 10 санына көбейту немесе бөлу арқылы алынады.

Осыған байланысты тіркес сөздердің ондық жүйесі жасалған. Мысалы, кило тіркесі мыңды білдіретін болғандықтан: *1 километр* (км) = 1000 метр (м); *1 килограмм* (кг) = 1000 грамм (г); *1 киловольт* (кВ) = 1000 вольт (В) деп жазамыз.

Сол сияқты милли тіркемесі мың бөліктің бір бөлігін білдіреді: *1 миллиграмм* – 1 грамның мыңнан бір бөлігі; *1 миллиметр* – 1 метрдің мыңнан бір бөлігі; *1 миллилитр* – литрдің мыңнан бір бөлігі т.с.с.

Өлшемдердің метрлік жүйесі бір өлшемнен екінші өлшемге өтуді, соның ішінде квадраттық және кубтық бірліктерге ауысуды жеңілдетеді. Мысалы, 1 м = 100 сантиметр (см) болғандықтан,  $1 \text{ м}^2 = (100 \text{ см})^2 = 10\ 000$  сантиметр квадратқа ( $\text{см}^2$ ) тең; сондай-ақ 1 см = 10 миллиметр (мм), ал 1 мм = 1 см : 10 = 0,1 см болғандықтан,  $1 \text{ мм}^3 = (0,1 \text{ см})^3 = 0,1^3 \text{ см}^3 = 0,001 \text{ см}^3$  болады.

Оқулық соңындағы қосымшада өлшемдердің метрлік жүйесінде қолданылатын кейбір тіркес сөздер және олардың негізгі бірліктерге қатысты сан мәндері көрсетілген (қосымша материал, 1-кесте).



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Ертеде әр ел өртүрлі өлшемдер қолданып келді. Мысалы, қазақтар ұзындықты өлшеу үшін: *қарыс, елі, сүйем, табан, құлаш, шақырым* сияқты бірліктерді пайдаланды. Сондай-ақ орыстың 1 *верста* деп аталатын аралығы 500 *құлашқа (сажень)* тең. АҚШ пен Англияда осы уақытқа дейін ұзындықтың *миля, ярд, фут, дюйм* деген бірліктері қолданылады. Өлшем бірліктердің осындай ала-құлалығы бір өлшемнен екінші өлшемдерге өтуді қиындатып, ұзақ есептеулерді талап етті.

Өлшем бірліктердегі жүйесіздік халықтар арасындағы саудасаттықты қиындатып, ғылым мен өнеркәсіптің дамуына нұқсан келтірді. Міне, осыған байланысты 1793 жылы Францияда өткен Конвенцияда «*өлшемдердің метрлік жүйесін*» енгізу туралы аса маңызды шешім қабылданды. Оның негізіне ұзындықтың бірлігі *метр* алынды. Францияда сақталып тұрған метр эталонында: «**Барлық уақытта, барлық халықтар үшін!**» деген сөз қашап жазылды. Кейінірек (1875 ж.) өлшемдердің метрлік жүйесін көптеген елдер қабылдады.



### Сұрақтар

1. Физикалық шамалар дегеніміз не? Олардың мағынасы неде? Өздеріңе белгілі физикалық шамаларды атаңдар.
2. Физикалық шаманың мәні дегеніміз не? Мысалдар келтіріңдер.
3. Скаляр деп қандай шаманы атайды? Мысалдар келтіріңдер.
4. Вектор деп қандай шаманы атайды? Вектордың модулі дегеніміз не? Вектор мен оның модулі қалай белгіленеді?
5. Өзара тең немесе қарама-қарсы векторлар деп қандай векторларды айтады?
6. Бір түзудің бойында жатқан екі векторды қосу және азайту үшін қандай ережелер қолданылады? Мысалдармен түсіндіріңдер.
7. Бір түзудің бойында жатқан бағыттары бірдей векторлардың теңерекетті векторының модулі қалай анықталады? Мысалдармен түсіндіріңдер.
8. Бағыттары қарама-қарсы бір түзудің бойында жатқан векторлардың теңерекетті векторының модулі қалай анықталады? Мысалдармен түсіндіріңдер.
9. Өлшемдердің метрлік жүйесіндегі бірліктерден басқа қандай бірліктерді білесіңдер? Олардың кемшілігі неде?
10. Халықаралық бірліктер жүйесінің негізіне қандай жүйе алынды және оның ең басты артықшылығы қандай?
11. Өлшемдердің қандай тіркеме еселіктері мен бөлгіштік бірліктерін білесіңдер?





### Жаттығу 1.1

1. Оқушы үйден шығып, мектепке дейін 15 мин жүреді. Осы уақытты сағат және секунд бірліктері арқылы жазыңдар.
2. 1,5 тәулікте неше секунд болатынын анықтаңдар.
3. Ай өз осінің төңірегінде 27,3 тәулікте толық бір айналып шығады. Бұл қанша сағат, қанша минутты құрайды?
4. Жер өз осін қанша уақытта толық бір айналады?
5. Айдың екі толық тууының арасындағы уақыт 29,5 тәулікке тең. Бұл қанша сағатты құрайды?
6. Үстелдің ұзындығы 0,8 м. Оны дециметр, сантиметр, миллиметр және километрмен жазыңдар.
7. Қабырғасы 1,2 дм квадрат берілген. Квадраттың ауданын табыңдар, оны квадрат сантиметр және квадрат миллиметр арқылы өрнектеңдер.
8. Ыдыстағы сұйықтың көлемі  $2800 \text{ см}^3$ -қа тең. Осы көлемді литрмен көрсетіңдер.
9.  $38\ 600 \text{ мм}^3$  көлемде қанша миллилитр бар?
10. 1 гектар (га) жер қабырғасы 100 м квадраттың ауданы екені белгілі.  $1 \text{ км}^2$  қанша гектарға тең? Өз үйлеріңнің төңірегінде және саяжайларыңда қанша га жер бар? Оның ауданын  $\text{м}^2$ -пен көрсетіңдер.
11. Жас бамбук тәулігіне 86,4 см-ге өседі. Ол секундына қанша өседі?

## § 4

### ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАРДЫ ӨЛШЕУ. ӨЛШЕУІШ АСПАПТАРМЕН ЖҰМЫС. ДҰРЫС ЖӘНЕ ДҰРЫС ЕМЕС ПІШІНДІ ДЕНЕЛЕРДІҢ КӨЛЕМІН ӨЛШЕУ

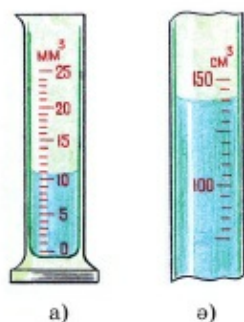
**1.** Зерттелетін құбылыстарды сандық жағынан сипаттап, ара-ларындағы байланыстарды білу үшін векторлық және скалярлық физикалық шамалардың мөндерін өлшеулер арқылы анықтайды.

*Физикалық шаманы өлшеу деп – оны өлшем бірлік ретінде алынған біртекті басқа бір шамамен салыстыруды айтады.*

Физикалық шамаларды арнайы аспаптардың көмегімен өлшейді. Ең қарапайым өлшеу құралдарының бірі – **сызғыш**. Оның көмегімен қашықтықты және денелердің сызықтық мөлшерін: ұзындығын, енін, биіктігін өлшейді.

Мектепте көп қолданылатын өлшеуіш құралдарына мензурка мен секундомер жатады (сурет 1.13). Өлшеуіш құралдардың бетіне бөліктер сызылып, олардың өлшем бірліктері көрсетілген. Кейбір бөліктердің тұсына сандар жазылған.

**2.** *Құралдың бетіне тңсіріліп, бірліктері көрсетілген бөліктер мен сандар аспап шкаласы деп аталады.* Тек шкала бар болса ғана



а)

ә)



б)

Сурет 1.13.  
Мензуркалар және секундомер

аспаптың көрсетуі, яғни өлшенетін шаманың мәні туралы бағамдауға болады. Көп жағдайда аспап бетінде шкаламен қатар өлшенетін шаманың бірлігі де қысқаша жазылады.

Мысалы, ток күшінің бірліктері: ампер (А), миллиампер (мА) деп, ал көлем бірліктері: см<sup>3</sup>, дм<sup>3</sup>, литр (л) деп жазылады.

**3.** Өлшеулерді дұрыс жүргізу үшін аспап шкаласындағы **бір бөліктің құнын** таба білу қажет.

Аспап шкаласындағы **бөліктің құны өлшенетін шаманың шкаладағы кез келген екі мәнінің айырымын сол мәндердің арасындағы бөліктердің санына бөлу арқылы анықталады**. Мысалы, мензурка шкаласы бөлігінің құны мына ретпен анықталады (сурет 1.13, ә):

а) шкаладан бірлігі см<sup>3</sup> болатын көлемнің кез келген екі мәнін аламыз: мысалы, 150 см<sup>3</sup> және 100 см<sup>3</sup>;  
ә) олардың айырымын табамыз:

$$150 \text{ см}^3 - 100 \text{ см}^3 = 50 \text{ см}^3;$$

б) көлемнің екі мәні (150 см<sup>3</sup> пен 100 см<sup>3</sup>) арасындағы мензурка бөліктерінің санын анықтаймыз: суретте ол 10-ға тең;

в) бір бөлікке келетін көлемнің мәнін анықтаймыз:  
$$50 \text{ см}^3 : 10 = 5 \text{ см}^3.$$

Бұл сан шкаладағы ең кіші бөліктің мәні, яғни анықтама бойынша **бір бөліктің құны** болып табылады.

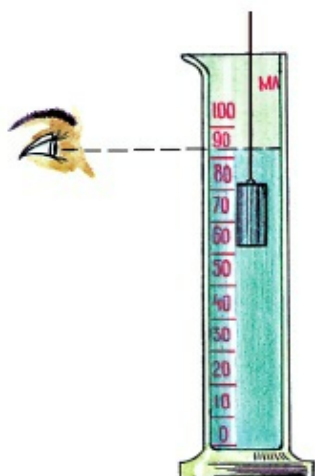
Бір бөліктің құнын білгеннен кейін, өлшенетін шаманың мәнін табу керек. Суреттегі сұйықтықтың көлемі 100 сантиметр кубтан (см<sup>3</sup>-тан) артық, бірақ 150 сантиметр кубқа (см<sup>3</sup>-қа) жетпейді. Сұйықтықтың деңгейі 100 см<sup>3</sup>-тің үстіне 8 бөлікке көтерілген. Осы 8 бөлікке сәйкес келетін көлем:

$$8 \cdot 5 \text{ см}^3 = 40 \text{ см}^3 \text{ болады.}$$

Сонда мензуркадағы сұйықтықтың көлемі:

$$100 \text{ см}^3 + 40 \text{ см}^3 = 140 \text{ сантиметр кубқа (см}^3\text{-қа) тең.}$$

**4.** Мензуркалар тек сұйықтардың ғана емес, басқа да кішігірім денелердің (сурет 1.14) және пішіні дұрыс емес (сурет 1.15) денелердің көлемдерін табу үшін қолданылады. Ол үшін мензуркаға дене толық батып етіп су құйылады да, оның деңгейі белгіленіп алынады. Одан кейін денені мензуркадағы суға толық батырып, судың деңгейін тағы да белгілеп алады. Сонда мензуркадағы судың соңғы және алғашқы деңгейлерінің айырымы қатты дененің көлеміне тең болады.



Сурет 1.14. Мензурка



Сурет 1.15. Өртүрлі ыдыстарды пайдалану

Өлшеуіш цилиндрге сыймайтын дененің көлемін шүмегі бар ыдыстың көмегімен анықтауға болады (сурет 1.15). Өлшеу алдында ыдысқа шүмектің жоғары деңгейіне жеткенше су құйылады. Денені ыдыстағы суға батырғанда оның көлеміне тең су асып төгіледі. Төгілген судың көлемін мензуркамен өлшеп, батырылған дененің көлемін анықтайды.

Егер шүмегі бар ыдыс жоқ болса, онда бірінің ішіне бірі сыятын кез келген ыдысты пайдалануға болады. Бұл жағдайда ішкі ыдысқа суды оның ең жоғары кемеріне дейін толтырып құю керек. Денені суға батырғанда оның көлеміндей су сыртқы ыдысқа құйылады. Құйылған судың көлемін мензуркамен өлшейді.

**5. Дұрыс пішінді денелердің көлемі олардың геометриялық өлшемдерін өлшеу арқылы табылады. Дұрыс пішінді денелерге геометриялық фигуралар, мысалы: тікбұрышты параллелепипед, шар, дұрыс пирамида т.б. жатады (сурет 1.16).**



Шар



Параллелепипед



Пирамида

Сурет 1.16. Дұрыс пішінді денелер

Жоғарыда аталған дұрыс пішінді денелердің көлемдерін табатын формулаларды жазамыз.

Тікбұрышты параллелепипедтің көлемі:

$$V = a \cdot b \cdot c,$$

мұндағы  $a$ ,  $b$  және  $c$  параллелепипед табанының ұзындығы мен ені, ал  $c$  – биіктігі.

Шардың көлемі:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{\pi}{6} d^3,$$

мұндағы  $r$  мен  $d$  – шардың радиусы және диаметрі.

Пирамиданың көлемі:

$$V = \frac{S_{\text{таб}} \cdot h}{3},$$

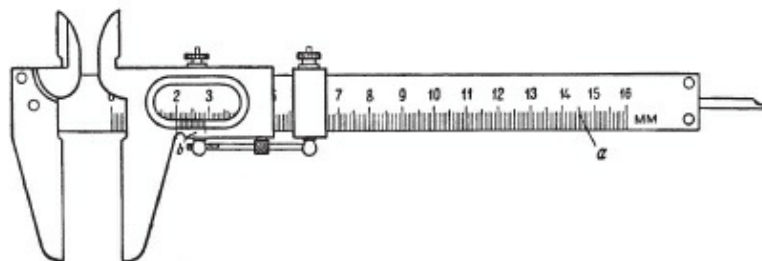
мұндағы  $S_{\text{таб}} = a^2$  – дұрыс пирамиданың табанының ауданы;  $a$  пирамида табанының (квадраттың) қыры;  $h$  – пирамиданың биіктігі.

Формулалардан көрініп тұрғандай, дұрыс пішінді дене – параллелепипедтің көлемін табу үшін оның үш өлшемін ( $a$  ұзындығын,  $b$  енін және  $c$  биіктігін) өлшеу қажет.

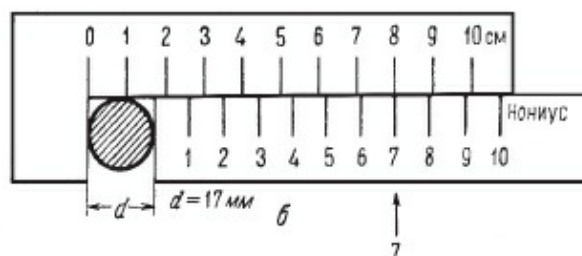
Шардың көлемін табу үшін оның  $r$  радиусын немесе  $d$  диаметрін өлшеу керек. Дұрыс пирамиданың көлемін табу үшін, оның  $h$  биіктігін және табанының  $a$  қырын өлшеу қажет.

**6.** Дұрыс пішінді денелердің геометриялық өлшемдерін анықтау үшін денелердің үлкен немесе кішілігіне қарай шкалалары көрсетілген өртүрлі сызғыштар, өлшеуіш таспалар (рулеткалар), штангенциркульдер (сурет 1.17), микрометрлер (сурет 1.19) т.б. қолданылады.

Микрометрлер мен штангенциркульдер аспаптық қателіктерді аз жіберетін өлшеуіш құралдары болып табылады. Сондықтан олар өлшемдері кіші және үлкен дәлдікті талап ететін денелерді өлшеу үшін қолданылады. Мысалы, төменде көрсетілген штангенцикуль 16 см ұзындықты 0,1 см



Сурет 1.17. Штангенцикуль

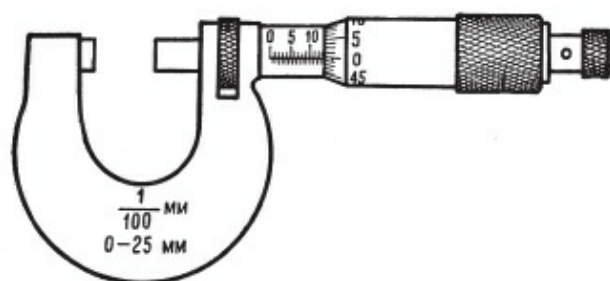


Сурет 1.18. Шар диаметрін өлшеу

дәлдікпен өлшеуге арналған (сурет 1.17). Штангенциркульдің бетінде екі шкала: негізгі шкала (а) және 10 бөліктен тұратын жылжымалы *нониус* (б) орналасқан. Штангенциркульмен ұзындықты өлшеу үшін жылжымалы нониус шкаласын қозғалта отырып, денені қысады (сурет 1.18). Суретте шардың диаметрі 1 см мен 2 см аралығында жатқандығы көрініп тұр. Сантиметрдің ондық бөліктерін табу үшін нониустың қай бөлігі негізгі шкаланың бөлігімен тура келіп тұрғанын іздейміз. Суретте нониус шкаласының 7-бөлігі негізгі шкаламен дәл келіп тұр. Ендеше мысал ретінде өлшенген шардың диаметрі 1,7 сантиметрге тең:  $d = 1,7$  см. Өлшенген мәнді шар көлемінің формуласына қойып, оның көлемін есептеп шығарамыз:

$$V = \frac{\pi}{6} d^3 = \frac{3,14}{6} (1,7 \text{ см})^3 = 2,57 \text{ см}^3 \approx 2,6 \text{ см}^3.$$

*Ескерту:* формулада көрсетілген шардың диаметрі 0,1 см дәлдікпен өлшенгендіктен, оның көлемі де  $0,1 \text{ см}^3$  дәлдікпен алынады.



Сурет 1.19. Микрометр

Егер шардың диаметрі микрометрмен (сурет 1.19) өлшенсе, онда оның дәлдігі микрометр шкаласында көрсетілгендей  $0,01$  см дәлдікпен анықталар еді. Мұндай жағдайда есептеп табылатын көлем де осындай дәлдікпен жазылады.



### Сұрақтар

1. Физикалық шаманы өлшеу дегеніміз не? Аспап шкаласы дегеніміз не, оның бөлігінің құны қалай анықталады?
2. Физикалық шамаларды өлшейтін қандай аспаптарды білесіңдер? Оларды қысқаша сипаттаңдар.
3. Дұрыс пішінді денелерге қандай денелер жатады? Мысалдар келтіріңдер.
4. Куб, параллелепипед, шар, дұрыс пирамидалардың көлемдері қандай формулалармен анықталады? Ол үшін аталған денелердің қандай өлшемдерін өлшеу керек?
5. Өлшенген дененің көлемі қандай дәлдікпен анықталады?
6. Штангенциркуль мен микрометрлер арқылы денелердің сызықтық өлшемдерін қандай дәлдікпен өлшейді?
7. Дұрыс емес пішінді денелердің көлемдері қандай құралдармен және қалай өлшенеді?

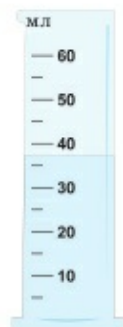


### Практикалық тапсырма

1. Сурет 1.13 бойынша аспаптар шкалаларының бөлік құндарын және көрсетулерін анықтап, төмендегі кестені толтырыңдар.

| Аспап аты  | Өлшенетін физикалық шама | Аспап шкаласының бөлік құны | Физикалық шаманың мәні |
|------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1-мензурка |                          |                             |                        |
| 2-мензурка |                          |                             |                        |
| Секундомер |                          |                             |                        |

2. Өз сызғыштарыңның бөлік құнын анықтаңдар. Оны пайдаланып дәптердің ұзындығын және енін өлшендер.
3. Үйде жататын бөлмеңнің ұзындығы мен енін өлшеуіш таспамен өлшеп, ауданын табыңдар.
4. Цилиндрлік мензуркадағы (сурет 1.20) сұйықтың көлемін *миллилитр* және *литр* бойынша анықтаңдар.
5. Цилиндрлік мензурканы пайдаланып, үйдегі немесе зертханадағы қабырғасы мөлдір ыдысты градуирлеңдер. Ол үшін миллиметрлік қағазды ыдыс қабырғасына жапсырып, әр бөлікке сөйкес келетін көлемдерді цифрлармен көрсетіп жазыңдар.



Сурет 1.20.  
Мензурка



## § 5

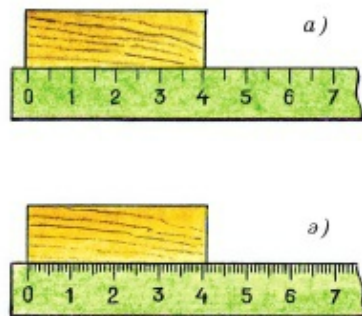
## ӨЛШЕУЛЕР МЕН ЕСЕПТЕУЛЕРДІҢ ДӘЛДІГІ

**1.** Өмірде, практикалық жұмыстарда, әсіресе, ғылыми зерттеулерде физикалық шамаларды *өлшеудің дәлдігі* аса маңызды орын алады.

Өлшеу дәлдігі адамның тәжірибе жасау машығына, пайдаланатын аспаптағы шкала бөліктеріне байланысты болады. Мысалы, төменде бөліктерінің мәні әртүрлі екі сызғыш көрсетілген (сурет 1.21). Осы екі сызғышпен дененің ұзындығын өлшеп көрейік. Бірінші сызғыш бойынша дененің ұзындығы 4 см, ал екінші сызғыш бойынша 4,1 см. Бұдан адам тәжірибесінің молдығына қарамастан, өлшеудің *аспаптық қатесі* үнемі туып отыратынын көреміз. Сөйтіп біз *аспаптық* деп аталатын өлшеу қателеріне үнемі кездесіп отырамыз. Сондықтан өлшенген физикалық шамалардың мәнін жазғанда оның қандай дәлдікпен орындалғанын да көрсетіп отыру керек. Мысалы, бірінші суреттегі өлшеу дәлдігі сызғыштағы бөліктің құнына, яғни 0,5 см-ге тең, ал екінші суреттегі өлшеу дәлдігі – 0,1 см-ге тең. Өлшеудің екінші нәтижесі, біріншіге қарағанда жоғары дәлдікпен алынған.

**2.** Өлшеу қатесі аспаптық қателіктен басқа әртүрлі себептерге де байланысты болуы мүмкін. Өлшеудің мұқият жүргізілмеуі, аспапты жеткілікті білмеу, өлшенетін шаманың құбылмалығы – осының бәрі де өлшеу қатесін арттыра түседі. Мысалы, айдындағы судың температурасы оның тереңдігіне қарай әртүрлі болуы мүмкін. Сол сияқты ұзын сымның диаметрін өлшегенде бірдей мән алу өте қиын. Осыған байланысты қателерді *абсолют, салыстырмалы* т.б. деп ажыратады. Олармен жоғары сыныптарда танысасындар. Бұл жерде тек өлшеу аспабына байланысты туындайтын қатені ескере отырып, өлшеу нәтижелерін дұрыс жазудың мысалдары көрсетіледі.

Зерттеу жүргізгенде немесе зертханалық жұмысты орындағанда өлшенетін физикалық шамалардың мәнін жазудың арнайы үлгісі белгіленген. Ондай үлгіні жазуда мына жайт ескеріледі: *аспаптардың көмегімен дұрыс орындалған өлшеулердің ең үлкен қателігі аспап бөлігі құнының жартысына тең*. Мысалы, бірінші сызғыш бөлігінің құны 0,5 см-ге тең (сурет 1.21, а). Сондықтан өлшеу қателігі оның жартысына, яғни 0,25 см-ге



Сурет 1.21. Сызғыш – қарапайым өлшеу құралы

тең деп алынады. Сонда бірінші сызғыш бойынша дененің өлшенген ұзындығының мәні былай жазылады:

$$l=(4,00\pm 0,25) \text{ см},$$

мұндағы 4,00 см – дененің өлшенген ұзындығы; 0,25 см – өлшеудің *аспаптық қателігі*.

Мұндай жазу бірінші сызғыш бойынша дененің  $l$  ұзындығы 3,75 см және 4,25 см аралығында жатыр дегенді білдіреді, яғни:

$$3,75 \text{ см} < l < 4,25 \text{ см}.$$

Екінші сызғыш (сурет 1.21, ә) бөлігінің құны – 0,1 см. Дененің өлшенген ұзындығы 4,1 см. Өлшеу қателігі 0,1 см : 2=0,05 см. Өлшенген ұзындық мәнінің жазылуы:

$$l = (4,10\pm 0,05) \text{ см немесе } 4,05 \text{ см} < l < 4,15 \text{ см}.$$

Жоғарыдағы келтірілген мысалдардан мынадай қорытынды шығады: аспаптардың шкала бөліктерінің құны кішірек болған сайын өлшеу дәлдігі де арта түседі. Сондықтан екінші сызғышпен өлшенген ұзындықтың өлшеу дәлдігі біріншіге қарағанда жоғары. Егер өлшеген шаманың мәнін  $a$  деп, ал өлшеу қателігін  $h_a$  деп алатын болсақ, онда *дұрыс өлшеу нәтижесі* жалпы түрде былай жазылады:

$$A = a \pm h_a \text{ немесе } (a - h_a) < A < (a + h_a).$$

**3.** Физикада өлшеудің тура және жанама тәсілдері қолданылады. *Тура тәсілде* физикалық шаманың мәні тікелей құралдың көрсетуімен анықталады. Мысалы, уақытты – сағатпен немесе секундомермен, ал ұзындықты сызғышпен анықтайды.

Көптеген жағдайларда физикалық шаманы тікелей өлшеу мүмкін емес. Мысалы, сызғыштың жәрдемімен көлемді тікелей табуға болмайды. Бірақ көлемді дененің ұзындығын, енін және биіктігін өлшеу арқылы есептей аламыз. Сондықтан бұл амал *жанама тәсіл* деп аталады. *Жанама тәсілдегі* есептеулердің дәлдігі жүргізілген өлшеулер дәлдіктеріндей болады. Мысалы, кубтың қыры  $a$  екі таңбалы цифрдың дәлдігімен өлшенген болсын:  $a = 2,4$  см. Онда оның есептелген көлемі екі немесе әрі кеткенде, бір артық цифрмен шектелуі керек. Сонда кубтың есептелген көлемі:  $V = a^3 = 13,824 \text{ см}^3$  деп жазудың орнына үш цифрмен  $V = 13,8 \text{ см}^3$  немесе жуықтап:  $V = 14 \text{ см}^3$  деп жазуымызға болады.



#### Сұрақтар

1. Өлшеу қателігі қандай жайттарға байланысты туындайды? Өлшеудің дәлдігі не үшін қажет?
2. Аспаптық қателік не себептен туындайды?
3. Өлшеулер кезінде ең үлкен аспаптық қателік қалай табылады?
4. Ең үлкен қателігі көрсетілген өлшеулер қалай жазылады? Мысалдар келтіріңдер.

5. Өлшеудің тура және жанама тәсілдеріне мысалдар келтіріңдер. Жанама тәсілдегі өлшеу қателігі мен тура тәсілдегі өлшеу қателіктерінің байланыстары қандай?



### Практикалық тапсырмалар

1. Өз сызғыштарыңның ең үлкен аспаптық қателігін анықтаңдар.
2. Өз сызғыштарыңмен физика оқулығының ұзындығын, енін және биіктігін анықтаңдар. Өлшеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар.

| Өлшенетін шамалар (см) | Өлшеу нәтижелерін дұрыс жазу |                             |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                        | $A = a \pm h_a$              | $(a - h_a) < A < (a + h_a)$ |
| Оқулықтың ұзындығы     |                              |                             |
| Оқулықтың ені          |                              |                             |
| Оқулықтың қалыңдығы    |                              |                             |

## §6

## ҮЛКЕН ЖӘНЕ КІШІ САНДАРДЫ ЫҚШАМДАП ЖАЗУ

**1.** Физика мен астрономияда аса үлкен және кіші сандар жиі қолданылады. Мысалы, Жер мен Күннің орташа арақашықтығы 150 000 000 км, жарықтың таралу жылдамдығы 300 000 000 м/с (дәлірек, 299 792 458 м/с), сутек молекуласының мөлшері 0, 000000023 см. Сандарды бұлай жазу математикалық есептеулерде бірталай қолайсыздықтар туғызады. Сондықтан өте үлкен немесе кіші санды *екі көбейткіштің көбейтіндісі* түрінде ықшамдап жазу амалы қолданылады. Өдетте, бірінші көбейткіш – бір таңбалы немесе үтірлі екі таңбалы сан, ал екінші көбейткіш – дәреже көрсеткіші бар 10 саны болып келеді. Мысалы, Күн мен Жердің арақашықтығын екі санның (көбейткіштердің) көбейтіндісі түрінде былайша ықшамдап жазуға болады:

$$150\,000\,000 \text{ км} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

Мұндағы 1,5 – *бірінші көбейткіш*, ал  $10^8$  немесе  $10^{11}$  сандары *екінші көбейткіштер*; 8 және 11 сандары 10 санының дәреже көрсеткіштері деп аталады.

Екінші көбейткішті алу үшін 10 санын өз-өзіне неше рет көбейтуді көрсететін «*n*» немесе «*m*» натурал сандары оның дәреже көрсеткіші болып табылады:

$$\begin{aligned} \text{Мысалы, } 10^3 &= 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1000, \text{ (мұндағы } n=3) \text{ немесе} \\ 10^6 &= 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1000\,000, \text{ (мұндағы } m=6). \end{aligned}$$

**2.** 10 санының дәреже көрсеткішінің натурал сан болуы есептеулердегі көбейту мен бөлу амалдарын орындауды жеңілдетеді. Шынында да,  $10^n$  санын  $10^m$  санына көбейтсек, онда көбейтінді мына формуладан табылады:

$$10^n \cdot 10^m = 10^{m+n}.$$

Мысалы:  $10^6 \cdot 10^3 = 10^{6+3} = 10^9$ .

Ал егер  $10^n$  санын  $10^m$  санына бөлсек, онда бөлінді мына формула бойынша табылады:

$$10^n : 10^m = 10^{n-m}.$$

Мысалы:  $10^6 : 10^3 = 10^{6-3} = 10^3$ .

Ондық бөлшек түріндегі 0,1; 0,01; 0,0001 сияқты сандарды ықшамдап жазу үшін 10 санының  $n$  дәреже көрсеткішінің алдына минус (-) таңбасы қойылады. Ал  $n$  көрсеткіш үтірден кейін қанша таңбалы сан тұрса, сонша мөнге ие болады. Мысалы: 0,1 санында үтірден кейін «бір» сан тұр, 0,01 және 0,0001 сандарында үтірден кейін «екі» және «төрт» сан тұр. Ендеше олар төмендегіше ықшамдалып жазылады:

$$0,1 = \frac{1}{10} = 10^{-1}; \quad 0,01 = \frac{1}{100} = \frac{1}{10^2} = 10^{-2};$$

$$0,0001 = \frac{1}{10000} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}.$$

Сандарды осылайша қысқартып жазу өте ыңғайлы. Мысалы, сутек молекуласының диаметрі:

$$0,000\ 000\ 023\ \text{см} = \frac{23}{10^9} = \frac{2,3}{10^8} = 2,3 \cdot 10^{-8}\ \text{м}.$$

Расында да,  $0,000\ 000\ 023$  см деп жазудың орнына  $2,3 \cdot 10^{-8}$  см десек, математикалық амалдар үшін де өте ыңғайлы болады.

**3.**  $10^n$  көбейткішін пайдаланып, берілген сандарды ықшамдап жазу арқылы үлкен және кіші сандармен орындалатын математикалық амалдарды оңайлата аламыз.

Сандарды  $x = a \cdot 10^n$  түрінде ықшамдап жазып, математикалық амалдарды атқару үшін мына шарттар орындалу қажет: біріншіден,  $a$  саны 1 мен 10 цифрларының арасындағы кез келген бүтін немесе екі цифрмен өрнектелетін бөлшек оң сан ( $1 \leq a < 10$ ); екіншіден,  $n$  саны кез келген бүтін оң немесе теріс сан болулары керек; үшіншіден, 10 санының нөлдік көрсеткіші ( $10^0$ ) 1-ге тең деп алынады:  $10^0 = 1$ . Мысалы, 5 санын екі көбейткіш түрінде былай жазамыз:

$$5 = 5 \cdot 10^0.$$

Ықшам түрде берілген  $x = a \cdot 10^n$ ;  $y = b \cdot 10^m$  шамалардың мөндерін көбейту мына формула бойынша орындалады:

$$x \cdot y = a \cdot b \cdot 10^{n+m}.$$

Мысалы:  $x=4,5 \cdot 10^5$  және  $y=2,0 \cdot 10^3$  болсын, онда  
 $x \cdot y=4,5 \cdot 10^5 \cdot 2,0 \cdot 10^3 = 4,5 \cdot 2,0 \cdot 10^{5+3} = 9,0 \cdot 10^8$ .

Ықшам сандарды бөлу мына формула бойынша табылады:

$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b} \cdot 10^{n-m}.$$

Мысалы:  $x=5,0 \cdot 10^6$  және  $y=2,5 \cdot 10^2$  болсын, онда  
 $x : y=5,0 \cdot 10^6 : 2,5 \cdot 10^2 = 5,0 : 2,5 \cdot 10^{6-2} = 2 \cdot 10^4$ .

Ықшам сандарды қосу немесе алу үшін 10 санының дәреже көрсеткіштерін бір-біріне теңестіру қажет. Мысалы:

$$6,0 \cdot 10^2 + 4,0 \cdot 10^3 = 0,6 \cdot 10^3 + 4,0 \cdot 10^3 = (0,6 + 4,0) \cdot 10^3 = 4,6 \cdot 10^3;$$

$$3,5 \cdot 10^4 - 2,0 \cdot 10^3 = 3,5 \cdot 10^4 - 0,2 \cdot 10^4 = (3,5 - 0,2) \cdot 10^4 = 3,3 \cdot 10^4.$$

Математикада үлкен және кіші сандарды ықшамдап жазуды **стандартты жазу** деп те атайды.



### Сұрақтар

1. Сандар ықшам түрінде қалай жазылады?
2. Егер  $n$  дәреже көрсеткіші натурал сан болса, онда  $10^n$  саны қандай санды білдіреді? Мысал келтіріңдер.
3. Егер  $n$  бүтін теріс сан болса, онда  $10^{-n}$  саны қандай санды білдіреді? Мысал келтіріңдер.
4. Ықшам түрінде жазылған сандармен математикалық амалдарды орындау үшін оларға қандай шарттар қойылады?  $10^n$  саны нені білдіреді?
5. Егер  $n$  бүтін көрсеткіштер болса, онда  $10^n$  және  $10^m$  түріндегі екі санды қалай көбейтеміз?
6. Егер  $n$  бүтін көрсеткіштер болса, онда  $10^n$  және  $10^m$  түріндегі екі санды қалай бөлеміз?
7. Сандардың ықшам түрлерін бір-біріне қосқанда немесе алғанда не істеу қажет? Мысал келтіріңдер.



### Теориялық зерттеу

Қазақстанның еңбеккерлері 2016 жылы 23,7 миллион тонна дөнді дақылдар жинады. Астықтың 1 тоннасын сақтауға диаметрі 1 м биіктікті 2 м бөшке керек. Жиналған астықты осындай бөшкелерге салып, бірінің үстіне бірін қойса, олардың жалпы биіктігі Жерден Айға жете ме? Біреулер Айдан да асып кетеді дейді. Осы рас па? Сандарды ықшам түрде жазып, тексеріп көріңдер де өзара талқылаңдар.



### Жаттығу 1.2

1. Мына сандарды ықшам түрде жазыңдар:  
8300; 816 200 000; 0,0527; 0,000000029.
2. Мына амалдарды орындаңдар:  
 $10^7 : 10^3$ ;  $10^9 \cdot 10^{-3}$ ;  $10^8 \cdot 10^{-6}$ ;  $10^4 : 10^{-3}$ ;  $10^3 : 10^{-7}$ .
3. Картадан Алматы мен Астананың ең жақын арақашықтығын километрмен анықтаңдар. Осы аралықты ықшам түрде метрмен көрсетіңдер.

4. Ұзындығы  $5,1 \cdot 10^2$  см, ені  $3,2 \cdot 10^2$  см, биіктігі  $25,0 \cdot 10^2$  см бөлменің көлемін есептеңдер. Сандардың ықшам түрлерін пайдалана отырып, көбейту амалын орындаңдар. Көлемнің мәнін метр кубпен жазыңдар.

5. Мына сандарды екі таңбалы цифрлар дәлдігімен ықшам түріне келтіріңдер: 0,00315; 1 540 000; 0,00000005; 43 000.



6. Жарық жылдамдығының мәнін ықшам түрінде жазыңдар:

ә) бірінші көбейткішті алдымен үш таңбалы цифрлар дәлдігімен, ә) екі таңбалы цифрлар дәлдігімен жазыңдар.

7. Тәулікте 24 сағат, сағатта 60 минут, минутта 60 секунд бар. Тәуліктегі секунд санын анықтаңдар; оны төрт таңбалы цифрлар дәлдігімен стандарт түрінде жазыңдар.

8. Бір жыл 31 556 925, 9747 секундқа пара-пар. Бұл санды үш таңбалы цифрлар дәлдігімен ықшам түрінде жазыңдар.

9. Бір астрономиялық бірлік (а.б.) 149 597 868 километрге тең. Марстан Күнге дейінгі арақашықтық 1,5 а. б.-ке тең. Осы санды үш таңбалы цифрлар дәлдігімен километрмен және метрмен көрсетіңдер.



### Практикалық тапсырмалар

1. Мектеп зертханасындағы мензурка шкаласы **бөліктерінің құнын** анықтаңдар. Мензуркамен сұйықтың ең үлкен қандай көлемін литр бірлігінде өлшеуге болатынын анықтаңдар.

2. **Ұзындық** бірліктерінің атауларында мына қосымшалар нені білдіреді: *кило-, гекто-, дека-, деци-, санти-, милли-, микро-*? **1 м** ұзындықты мысалға алып, олардың арақатынасын **сандарды стандартты жазу** бойынша көрсетіңдер.

3. Өз бөлмеңнің көлемін **м, дм және см** өлшемдері бойынша **стандартты жазумен** анықтаңдар.

4. Мектепке барарда өз үйлеріңнің ауласындағы бағананың көлеңкесін үшкір таспен сызып белгілеңдер. Мектептен оралған соң көлеңке орнын тағы да белгілеңдер. Неге бағана көлеңкесі бұрылады? Қандай уақыт аралығында көлеңке толық шеңбер жасайды? Осы құбылысты пайдаланып, күн сағатын жасауға бола ма? Бұл жобаны ұстаздарың және ата-аналарыңмен бірге талқылаңдар. Бұндай сағаттардың артықшылығы мен кемшілігі неде?

5. Үйлеріңдегі балалар шөлмегі, медициналық шприц, өлшеуіш тостағаны бөліктерінің құнын анықтап жазыңдар. Өздерің пайдаланатын ыдыстың көлемін (сыйымдылығын) **см<sup>3</sup>** және **литр** бойынша анықтаңдар.

## № 1 зертханалық жұмыс. Кішкентай денелердің өлшемін анықтау

**Жұмыстың мақсаты:** қатарлау тәсілімен өлшеп үйрену.

**Құрал-жабдықтар:** сызғыш, кішкентай денелердің жиынтығы (бытыра, подшипник шариктері, бұршақ, тары, сымның қиындылары т. б.), астауша, бұранда, бұранда шеге, гайка.

### 1-тапсырма. Шариктің диаметрін өлшеу

**Жұмыстың барысы:**

1. Астаушаға шариктердің бірнешеуін салыңдар да, оның екі жағындағы жылжымалы тиекті қозғай отырып, оларды бір-біріне түйістіріңдер



Сурет 1.22. Астаушадағы шариктер қатары

(сурет 1.22). Сызғышпен екі тиектің  $L$  арақашықтығын өлшеп алыңдар. Оны астаушадағы шариктердің  $N$  санына бөліп, бір шариктің диаметрін анықтаңдар:

$$d = \frac{L}{N}.$$

2. Ұсақ денелердің өлшемдерін анықтайтын мұндай тәсіл *қатарлау тәсілі* деп аталады. Қатарлау тәсілімен жоғарыда аталған басқа да материалдардың өлшемдерін (диаметрлерін) анықтауға болады.

3. Өлшеу мен есептеу нәтижелерін мына кестеге жазыңдар:

| Зерттелетін дене | Қатардағы бөлшектер саны ( $N$ ) | Қатардың ұзындығы ( $L$ , мм) | Диаметрі ( $d$ , мм) | Диаметрдің өлшеу қателігі ( $h_x$ , мм) |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| Шарик            |                                  |                               |                      |                                         |
| Бұршақ           |                                  |                               |                      |                                         |
| Сым              |                                  |                               |                      |                                         |

**2 - тапсырма . Бұранда қадамын өлшеу**

*Жұмыстың барысы:*

1. *Бұранда қадамы* деп қатар жатқан орам оймасының арақашықтығын айтады. Бұранда қадамы өте аз шама болуы да мүмкін. Сондықтан оны анықтау үшін де қатарлау тәсілі қолданылады.

2. Бұранданың немесе бұранда шегенің орам оймалары орналасқан бөлігінің  $L$  ұзындығын сызғышпен өлшеп алыңдар. Одан кейін оймалардың  $N$  орам санын мұқият санап шығыңдар. Бұранда қадамы:  $d = L/N$  өрнегімен анықталады.

3. Бұранда қадамын анықтауда (әсіресе оймасы ішкі жағында болатын гайкалар үшін) бұранда оймасының бедерін қағаз бетіне түсіріп алып өлшеу ұтымды болады. Ол үшін бұранда оймасы орналасқан бетті сия немесе жұмсақ графитпен (қарындашпен) бояп алу керек.

4. Өлшеулер мен есептеулердің нәтижелерін мына кестеге жазыңдар:

| Зерттелетін дене | Ойма ұзындығы ( $L$ , мм) | Орам саны ( $N$ ) | Бұранда қадамы ( $d$ , мм) | Бұранда қадамын өлшеу қателігі ( $h_x$ , мм) |
|------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| Бұранда          |                           |                   |                            |                                              |
| Гайка            |                           |                   |                            |                                              |
| Бұранда шеге     |                           |                   |                            |                                              |

**№ 2 зертханалық жұмыс. Физикалық шамаларды өлшеу**

**Жұмыстың мақсаты:** ұзындықты және уақытты өлшейтін құралдардың бөліктерінің құнын анықтау; сынып үстелінің енін, ұзындығын өлшеп, ауданын табу; физика оқулығының көлемін табу; кішігірім денелердің әртүрлі биіктіктен құлау уақыттарын есептеу.

**Құрал-жабдықтар:** сызғыш; миллиметр, сантиметр, дециметр және метрлерге бөлінген таспа (рулетка); секундомер және секундтік тілі бар сағат; 10 теңгелік тиын, теннис шаригі.

**1 - тапсырма. Өлшеуіш құралдарының (сызғыштың, рулетканың, секундомер немесе секундтік сағаттың) құнын анықтау**

**Жұмыстың барысы:**

1. Қолданған өлшеуіш құралдарының шкалаларында көрсетілген бірліктерін, бөліктерінің құнын және аспаптық қателікті анықтаңдар.

2. Өлшеуіш құралдарының сипаттамаларын төмендегі кестеге жазыңдар:

| Өлшеуіш құралдарының аталуы | Шкалада көрсетілген бірліктері | Шкала бөліктерінің құны | Аспаптық ең үлкен қателік |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Сызғыш                      |                                |                         |                           |
| Таспа                       |                                |                         |                           |
| Секундомер немесе сағат     |                                |                         |                           |

**2 - тапсырма. Оқушы үстелінің ауданын және физика оқулығының көлемін халықаралық бірліктер жүйесінде табу**

**Жұмыстың барысы:**

1. Оқушы үстелінің ұзындығын ( $x$ ) және енін ( $y$ ) өлшеу арқылы оның ауданын ( $S=x \cdot y$ ) халықаралық бірліктер жүйесінде екі сандық дәлдікпен анықтаңдар.

2. Өлшеулер мен есептеулерде алынған шамаларды төмендегі кестеге жазыңдар:

| Өлшеу нысаны | Аспаптық қателігі көрсетілген өлшемдері |         |                          |
|--------------|-----------------------------------------|---------|--------------------------|
|              | ұзындығы (м)                            | ені (м) | ауданы (м <sup>2</sup> ) |
| Оқушы үстелі |                                         |         |                          |

3. Физика оқулығының ұзындығын ( $x$ ), енін ( $y$ ) және қалыңдығын ( $z$ ) өлшеп, көлемін ( $V= x \cdot y \cdot z$ ) халықаралық бірліктер жүйесінде үш цифрлық дәлдікпен табыңдар да, төмендегі кестені толтырыңдар:

| Өлшеу нысаны   | Аспаптық қателігі көрсетілген өлшемдері |         |               |                          |
|----------------|-----------------------------------------|---------|---------------|--------------------------|
|                | ұзындығы (м)                            | ені (м) | қалыңдығы (м) | көлемі (м <sup>3</sup> ) |
| Кітап (оқулық) |                                         |         |               |                          |



**3 - тапсырма. 10 немесе 20 теңгелік монета мен теннис шаригінің әртүрлі биіктіктен құлау уақыттарын табу**

*Жұмыстың барысы:*

1. Монета мен теннис шаригінің  $h_1=1$  м және  $h_2=2$  метр биіктіктен еденге құлаған уақыттарын секундтік дәлдікпен үш рет өлшеп табыңдар.

2. 1 м және 2 м биіктіктен құлаған монета мен шариктің орташа құлау уақыттарын  $t_{op} = \frac{t_1+t_2+t_3}{3}$  формуласы бойынша табыңдар да, өлшеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар:

| Өлшеу нысаны | Өлшеу реттері | Денелердің құлау уақыттары (с) |           | Орташа құлау уақыты |           |
|--------------|---------------|--------------------------------|-----------|---------------------|-----------|
|              |               | $h_1=1$ м                      | $h_2=2$ м | $h_1=1$ м           | $h_2=2$ м |
| Монета       | №1            | $t_1=$                         | $t_1=$    | $t_{op}=$           | $t_{op}=$ |
|              | №2            | $t_2=$                         | $t_2=$    |                     |           |
|              | №3            | $t_3=$                         | $t_3=$    |                     |           |
| Шарик        | №1            | $t_1=$                         | $t_1=$    | $t_{op}=$           | $t_{op}=$ |
|              | №2            | $t_2=$                         | $t_2=$    |                     |           |
|              | №3            | $t_3=$                         | $t_3=$    |                     |           |

3. Мына сұрақтарға жауап іздеп, бір-бірлеріңмен пікір бөлісіңдер:

а) Әртүрлі денелердің бірдей биіктіктен ауада түскен уақыттары бірдей болды ма? Ауасыз кеңістікте (вакуумде) түссе қалай болар еді?

б) 2 м биіктіктен түскен дененің уақыты оның 1 м биіктіктен құлау уақытынан екі есе ұзақ болды ма? Өлшеу көрсеткіштерін салыстырып, егер екі есе ұзақ болмаса, оны қалай түсіндіруге болады?

**I тараудағы ең маңызды түйіндер**

1. **Табиғат құбылыстары** – табиғаттағы кез келген өзгерістер.

2. **Физика** – табиғаттағы физикалық құбылыстарды зерттейтін ғылым және оқу пәні.

3. **Табиғатты зерттеудің негізгі әдістері:**

- 1) бақылау;
- 2) эксперимент (тәжірибе);
- 3) теориялық талдау.

4. **Гипотеза (болжам)** – ғылыми деректер негізінде ұсынылған болжам.

5. **Физикалық теория** – физикалық құбылыстарды, олардың өзара байланыстарын түсіндіретін жүйелі білім.

6. **Өлшеу** – физикалық шаманы бірлік үшін қабылданған басқа біртекті шамамен салыстыру.

7. **Физикалық шама** – физикалық нысанды немесе құбылысты сипаттайтын өлшем бірлігі бар сан.

8. **Скаляр** – бағыты ескерілмейтін, тек санмен ғана өрнектелетін шама.

9. **Вектор** – түзу бойындағы бағытталған кесінді.

10. **Сандарды стандартты жазу** – сандарды екі көбейткіш түрінде дәрежесі бар 10 санын пайдаланып жазу.



ТАРАУ

2



Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті *«механикалық қозғалыс», «материялық нүкте», «қозғалыс траекториясы», «орын ауыстыру», «бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыс», «жылдамдық», «орташа жылдамдық»* сияқты физика ғылымының тілін меңгеру үшін аса қажетті негізгі ұғымдар қарастырылады.

## § 7

## МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫС ЖӘНЕ ОНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ. САНАҚ ЖҮЙЕСІ

**1.** Біз өміріміздің алғашқы күндерінен бастап-ақ айналамыздағы болып жатқан алуан түрлі өзгерістерге назар аударамыз. Сондай өзгерістердің бірі – қозғалыс. Мысалы, жүзіп келе жатқан кемені, көкке көтерілген ғарыш зымыранын (сурет 2.1) немесе аспандағы қалықтаған бұлтты, ұшып бара жатқан ұшақты, жүріп келе жатқан адамдар мен мәшинелерді (сурет 2.2) көреміз. Бұл жағдайлардың бәрінде де дене қозғалды дейміз. Үлкен денелердің де, кіші денелердің де қозғалысын табиғи құбылыс ретінде физиканың *механика* деп аталатын арнайы бөлімі зерттейді.



а)



ә)

Сурет 2.1. Қозғалыстағы кеме және зымыран

*Барлық қозғалыстар үшін дененің басқа денемен салыстырғанда орнын өзгертуі – олардың кеңістіктегі орналасу күйін анықтайтын ортақ белгісі болып табылады.* Сондықтан қозғалыстағы дененің орналасу күйін анықтау үшін арнайы таңдап алынған басқа дене *санақ денесі* деп аталады.

Дене кей жағдайда тұтас қозғалмай, оның жеке бөліктері ғана қозғалуы мүмкін. Мысалы, денешынықтыру кезінде тік тұрған адамның қолы немесе аяғы денесіне қатысты бастапқы орнын өзгертеді. Сол сияқты серіппе созылғанда не сығылғанда оның бөліктерінің орны салыстырмалы өзгереді. Мұндай жағдайда да дене қозғалыс жасайды дейді, өйткені оның бір бөлігі екінші бөлігіне қарағанда орнын өзгертеді.

Жоғарыдағы мысалдардан мынадай маңызды тұжырым жасауға болады: *механикалық қозғалыс деп дененің уақыт өтуіне қарай басқа денемен салыстырғанда орнының өзгеруін айтады.*



Сурет 2.2. Жаяу адамның және мәшиненің қозғалыс траекториялары

**2.** Көп жағдайда механикалық қозғалыстарды сипаттағанда қозғалыстағы денені *материялық нүкте* ретінде қарастырады. Расында да, дененің өлшемдері оның өзінен екінші бір денеге дейінгі арақашықтықпен салыстырғанда тым аз болса, дененің әрбір нүктесінің қозғалысын сипаттаудың қажеті жоқ. Ондай жағдайда дененің өз өлшемдерін ескермей-ақ, оны нүкте ретінде қарастырып сипаттау жеткілікті. Мысалы, Күнді айнала қозғалатын планеталарды қарастырғанда оларды материялық нүкте деп есептеуге болады. Расында да, Жердің радиусы оның Күнге дейінгі қашықтығымен салыстырғанда 2400 есе кіші. Міне, осындай жағдайларда Жердің бір ғана нүктесінің, яғни центрінің қозғалысын қарастыру жеткілікті. Алайда, бұл нүктенің *материялық* екенін және оның өлшемдері болмайтынын ұмытпаған жөн.

Сонымен *материялық нүкте* деп *қарастырып отырған жағдайында өлшемдерін елемуге болатын денені* айтады.

Шындығына келгенде, табиғатта ешқандай материялық нүкте жоқ. Ол нақты дененің ойдан алынған қарапайым нүктелік *модель* болып табылады. Бұл ұғым механикадағы кейбір мәселелерді шешудің ыңғайлы әрі оңтайлы болуы үшін ғана енгізілген.

**3.** Денелерді материялық нүкте деп қарастыруға болмайтын жағдайлар да жиі кездеседі. Мысалы, кемені құрастырып жасағанда немесе жағаға келіп тоқтағанда оны материялық нүкте деп есептей алмаймыз. Сол сияқты күн мен түннің белгілі бір аймақтардағы ауысуын қарастыра отырып, Жерді нүкте деп қабылдай алмаймыз.

Қандай да бір қозғалысты қарастырғанда қайсыбір денені материялық нүкте ретінде қарастыру не қарастырмау, сол дененің өзіне емес, көбінесе қозғалыстың сипатына, жауабы ізделініп отырған сұрақтың мазмұнына байланысты. Егер дененің нақты өлшемі мәселені шешуде басты рөл атқармайтын болса, онда оны материялық нүкте деп қарастыруға болады. Ал дененің салыстырмалы өлшемі қарастырылып отырған қозғалыста маңызды орын алатын болса, онда денені материялық нүкте ретінде қарастыруға болмайды.

**4.** Механикалық қозғалысты сипаттау үшін *қозғалыс траекториясы, орын ауыстыру және жүрілген жол* деген ұғымдар да енгізіледі.

Жолаушы Алматыдан Астанаға дейін ұшақпен немесе пойызбен сапар шегеді делік. Бұл кезде ұшақ пен пойыздың шын мәнінде қозғалған сызықтары бір-бірімен беттеспейді. Олай дейтініміз, ұшақ біршама түзу сызық сызып, төтесінен ұшатын болса, пойыз жол-жөнекей басқа қалаларға да тоқтап, қисық сызық бойымен қозғалады.

Тағы бір мысал ретінде  $A$  нүктесінен  $B$  нүктесіне қарай қозғалған жаяу адам мен автомобиль қозғалыстарын қарастырайық (сурет 2.2). Олар санақ денесі – Жермен салыстырғанда  $B$  нүктесіне әртүрлі сызықтардың бойымен қозғала отырып жетеді.

*Дененің немесе материалдық нүктенің санақ денесімен салыстырғандағы қозғалысы кезінде сызық түрінде қалдырған ізі қозғалыс траекториясы деп аталады.*

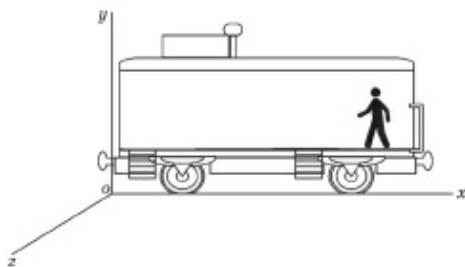
*Қозғалыс траекториясының ұзындығын жүрілген жол деп атайды.*

**Орын ауыстыру векторы** – қозғалыстағы дененің бастапқы орнын оның келесі орнымен қосатын бағытталған кесінді ( $\overline{AB}$ , сурет 2.2).

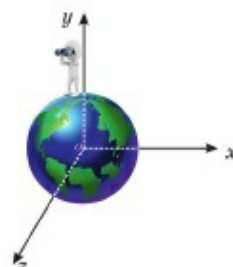
Орын ауыстыру векторын қысқаша **орын ауыстыру** деп жиі атайды. Жоғарыдағы 2.2-суретте орын ауыстыру векторы бағытталған  $\overline{AB}$  кесіндісімен бейнеленген, ал қозғалыс траекториялары үзілісті сызықтармен кескінделген. Жүрілген жол – скалярлық шама; әдетте оны « $s$ » әрпімен белгілейді. Суретте адамның жүрген жолы үзілісті көк сызықтармен, ал мәшиненің жүрген жолы үзілісті қызыл сызықтармен бейнеленген.

**5.** Механикалық қозғалысты толық сипаттау үшін қозғалыстағы дененің кеңістіктегі орналасу күйін *уақыт* бойынша және *жүрілген жол* арқылы анықтау қажет.

Жүрілген жолды (дененің орналасу күйін) анықтау үшін тікбұрышты **декарттық координаталар** ( $x, y, z$ ) *жүйесі* қолданылады. Декарттық координаталар жүйесі салыстырмалы түрде «қозғалмайтын» *санақ денесіне* бекітіледі. Мұндай «қозғалмайтын» санақ денелеріне бірқалыпты қозғалатын вагон (сурет 2.3), Жер (сурет 2.4) немесе оның бетінде орналасқан басқа да нысандар, сондай-ақ Күн немесе басқа да жұлдыздар мысал бола алады.



Сурет 2.3. Вагонға бекітілген санақ жүйесі



Сурет 2.4. Жерге бекітілген санақ жүйесі

Қозғалыстың уақыт кезеңдерін анықтау үшін координаталар жүйесінің әртүрлі нүктелеріне бір-бірімен үндес (синхронды) жүретін сағаттар тізбесін орналастырады. Осылайша қозғалыс барысының уақыт ағымындағы сипаттамасы алынады.

Таңдап алынған санақ денесі шартты түрде қозғалмайтын нүктелік дене деп есептеледі де, декарттық координаталар жүйесіне бекітіледі. Санақ денесі бекітілген декарттық координаталар жүйесі мен уақытты есептейтін сағаттар тізбесін байланыстыра отырып, материялық нүктенің кеңістіктегі орналасу күйін анықтайтын *санақ жүйесі* таңдалып алынады.

*Таңдап алынған санақ денесімен байланысқан координаталар жүйесі мен сағаттар тізбесі механикада санақ жүйесі деп аталады.*



### Сұрақтар

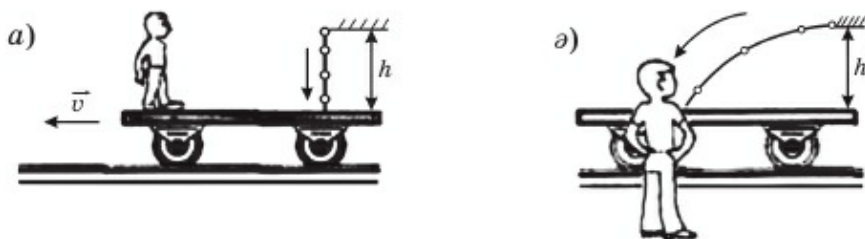
1. Механикалық қозғалыстарды физиканың қандай бөлімі зерттейді? Механикалық қозғалыс деп нені айтады? Мысалмен түсіндіріңдер.
2. Материялық нүкте дегеніміз не? Денелерді қандай жағдайда материялық нүкте ретінде қарастыруға болады немесе болмайды?
3. Қозғалыс траекториясы деп нені айтады?
4. Дененің жүрген жолы дегеніміз не?
5. Орын ауыстыру векторы деп нені айтамыз?
6. Дененің кеңістіктегі механикалық қозғалысын толық сипаттау үшін қандай шамаларды анықтау қажет және ол үшін не істеу керек?
7. «Санақ денесі» деп қандай денені айтады? «Санақ жүйесі» деп қандай жүйені айтады?

## § 8

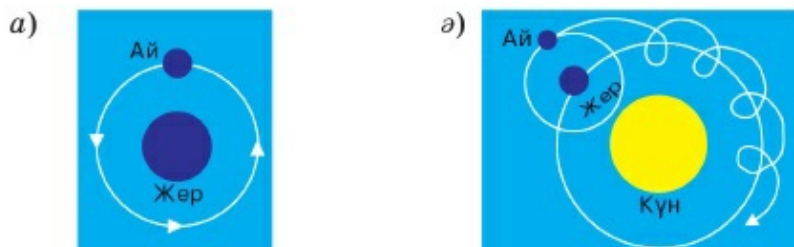
### МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҒЫ

**1.** Қозғалатын дененің траекториясын «қозғалмайды» деп алынатын әртүрлі санақ денелеріне қатысты қарастырсақ, онда траекторияның түрліше өзгеретінін байқаймыз. Оған былайша көз жеткізуге болады. Мысалы,  $v$  жылдамдықпен бірқалыпты қозғалып келе жатқан вагонның жоғарғы сөресінен доп құлап түсті делік (сурет 2.5). Вагондағы адам доптың тік төмен түскенін көреді (сурет 2.5, а). Ал Жерде тұрған бақылаушы доптың қозғалыс траекториясының қисықсызықты екенін байқайды (сурет 2.5, ө). Бірінші жағдайда санақ денесі ретінде алынған вагонмен салыстырғанда доптың траекториясы тік (вертикаль) сызық болса, санақ денесі – Жермен салыстыратын екінші жағдайда парабола қисығы болып табылады.

Траекторияның мұндай өзгерістері аспан денелерінің қозғалыстарынан да байқалады. Мысалы, Айдың Жермен салыстырғандағы траекториясы



Сурет 2.5. Вагонға және Жерге қатысты санақ жүйелеріндегі құлаған доптың траекториясы



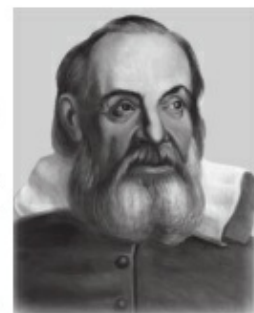
Сурет 2.6. Жерге және Күнге қатысты санақ жүйелеріндегі Ай қозғалысының траекториясы

дөңгелек болып келеді (сурет 2.6, а), ал Күнмен салыстырғанда оның қозғалыс траекториясы Жер орбитасы бойымен созылған серіппеге ұқсайды (сурет 2.6, б).

Міне, мұның бәрі механикалық қозғалыстың салыстырмалылығының нақты көріністері болып табылады.

**2.** Өртүрлі санақ жүйелеріндегі механикалық қозғалыстарды зерттей келіп, Галилей қозғалыстардың салыстырмалылығы туралы тұңғыш рет ғылыми қорытынды жасады. Оның жасаған қорытындысы ғылым тарихына Галилейдің салыстырмалық принципі деген атаумен енді.

Галилей тынық суда тыныш тұрған немесе бірқалыпты қозғалып келе жатқан кемелердің жабық каютасында отырып, механикалық қозғалысқа байланысты талай тәжірибелер жасады. Алайда, ол қаншама тәжірибелер жасаса да, кемелің тыныш тұрғанын немесе бірқалыпты қозғалып келе жатқанын анықтай алмады.



Галилео Галилей  
(1564–1642)



Сөйтіп ол мынадай дұрыс қорытынды жасады: *механикалық қозғалысқа байланысты барлық құбылыстар, кемең тыныштықта тұрғанына немесе бірқалыпты тұзуысызқты қозғалысына қарамастан, барлық жағдайларда бірдей өтеді.*

Галилейдің салыстырмалық принципі деп аталып кеткен бұл қорытынды жалпы түрде былайша түйінделеді: *бір-біріне қатысты тұзуысызқты бірқалыпты қозғалатын барлық санақ жүйелерінде кез келген дененің қозғалысы бірдей өтеді.*

3. Галилей ішінде отырып тәжірибелер жасаған тыныштықта тұрған кеме бір бөлек санақ жүйесі болып табылады. Ал, тұзуысызқты бірқалыпты қозғалатын кеме басқа бір санақ жүйесі болып табылады. Алайда, екі санақ жүйесінде де механикалық құбылыстар абсолютті бірдей өтеді. Сондықтан механикалық құбылыстар бірдей өтетін мұндай санақ жүйелерін физикада *инерциялық санақ жүйелері* деп аталады.

Ендеше, *бір-біріне қатысты бірқалыпты тұзуысызқты қозғалатын барлық санақ жүйелері инерциялық санақ жүйелері болып табылады.*



#### Сұрақтар

1. Қозғалыстың салыстырмалылығын қалай түсіндіруге болады?
2. Галилейдің салыстырмалылық принципі қандай тәжірибелер негізінде тағайындалды және ол қалай тұжырымдалады?
3. Қандай санақ жүйесі инерциялық санақ жүйесі деп аталады?



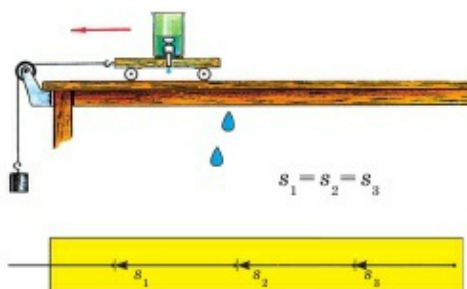
## § 9

### ТҰЗУСЫЗҚЫТ БІРҚАЛЫПТЫ ЖӘНЕ БІРҚАЛЫПСЫЗ ҚОЗҒАЛЫСТАР

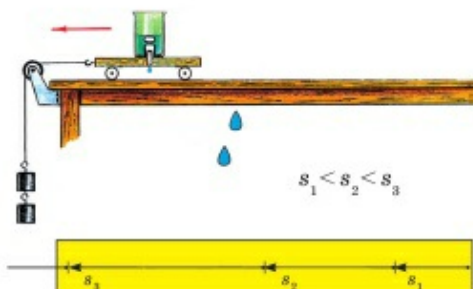
1. Алуан түрлі қозғалыстардың арасында дененің кез келген тең уақыт аралықтарында бірдей орын ауыстыратын қозғалысы да кездеседі.

*Дене кез келген тең уақыт аралықтарында ұзындығы бірдей жол жүрсе, ондай қозғалыс бірқалыпты қозғалыс деп аталады.*

Бірқалыпты қозғалыстың ең қарапайым түрі – *тұзуысызқты бірқалыпты қозғалыс*. Мысалы, пойыз теміржолдың тұзу тегіс бөлігінде бірқалыпты қозғала алады. Мұндай қозғалыс кезінде дөңгелектер ұзындықтары бірдей рельстердің түйіскен жеріне соғылғанда шығатын дыбыс та бірдей уақыт аралықтарында естіледі. Сондай-ақ, терезеден қарағанда аралары бірдей болатын телеграфтық бағаналар да бірдей уақыт аралықтарында тұсымыздан өтіп, артта қалып жатады.



Сурет 2.7. Бірқалыпты қозғалыс



Сурет 2.8. Бірқалыпсыз қозғалыс

Бірқалыпты қозғалыстың мысалдарына жаңбыр тамшысының, парашюті ашылғаннан кейінгі дененің қозғалысын жатқызуға болады. Алайда, бірқалыпты қозғалыс табиғатта өте сирек кездеседі.

**2.** Қозғалыстың көпшілігі бірқалыпты болмайды. Мәселен, пойыз орнынан қозғала бастағанда өзара тең уақыт аралықтарында оның жүрген жолының ұзындығы барған сайын артып отырады. Ал келесі бекетке жетіп тоқтар алдында, керісінше, өзара тең уақыт аралықтарында оның жүрген жолының ұзындығы барған сайын кемиді. Автомобиль мен конькиші де дәл сол сияқты өз қозғалысының бастапқы кезі мен соңында тең уақыт аралықтарында әртүрлі жол жүреді.

*Дене кез келген тең уақыт аралығында әртүрлі жол жүріп өтсе, ондай қозғалысты бірқалыпсыз қозғалыс деп атайды.*

**3.** Бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыстарды бақылау үшін мынадай тәжірибе жасауға болады. Кішкентай арбашаның үстіне бірдей уақыт өткен сайын боялған су тамшылап тұратын тамызғыш орнатайық. Блок арқылы арбашаға байланған жіпке әртүрлі жүктер іле отырып, оны қозғалысқа келтіреміз де, қағаз бетіне тамған тамшылардың арақашықтарын өлшейміз. Егер қағаз бетіне тамған тамшылардың арақашықтықтары өзара тең болса ( $s_1 = s_2 = s_3$ ), онда бұл арбашаның бірқалыпты қозғалатындығын білдіреді (сурет 2.7).

Ал егер бірдей уақытта тамған тамшылардың арақашықтары әртүрлі болса ( $s_1 < s_2 < s_3$ ), онда бұл арбашаның бірқалыпсыз қозғалғандығын көрсетеді (сурет 2.8).



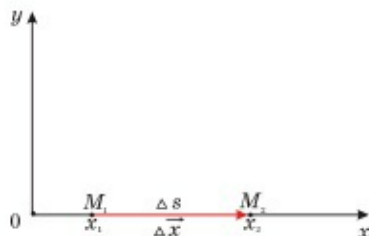
### Сұрақтар

1. Қандай қозғалыс бірқалыпты қозғалыс деп аталады?
2. Бірқалыпсыз қозғалыс деп қандай қозғалысты айтамыз?
3. Бірқалыпты қозғалысқа өмірден қандай мысал келтіре аласыңдар?
4. Бірқалыпсыз қозғалысқа өмірден қандай мысалдар келтіре аласыңдар?
5. Бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыстарды қандай тәжірибе жасап бақылауға болады?

§10

**ЖЫЛДАМДЫҚ ЖӘНЕ ОРТАША ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ЕСЕПТЕУ**

**1.** Траекториялары түзусызықты болатын қозғалыстарды қарастырайық. Дене  $Ox$  осі бойымен (сурет 2.9) бірқалыпты қозғалып  $x_1$  нүктеден  $x_2$  нүктесіне жетсін делік. Сонда  $\Delta \vec{x}$  немесе  $\overline{M_1M_2}$  бағытталған кесінді орын ауыстыру векторы болып табылады ( $\overline{M_1M_2} = \Delta \vec{x}$ ).



Сурет 2.9.

Денелердің қозғалыстарын бақылай отырып, белгілі бір қашықтықты әртүрлі денелер әртүрлі уақытта жүріп өтетінін білеміз. Екінші сөзбен айтқанда, белгілі бір уақыт ішінде әртүрлі дене әртүрлі жол жүреді. Расында да, 1 минутта адам 100 метрдей жол жүрсе, Жер серігі осы уақыт ішінде 500 км, ал жарық сәулесі 18 миллион км қашықтыққа самғайды.

Міне, сондықтан денелердің қозғалыстарын салыстыру үшін **қозғалыс жылдамдығы** деген ұғым енгізіледі.

**Бір өлшем уақытта жүрілген жолды жылдамдық деп атайды.** Жылдамдық орын ауыстырудың ( $\Delta \vec{x}$ ) оған кеткен уақытқа ( $\Delta t$ ) қатынасы арқылы анықталады:

$$\text{жылдамдық} = \frac{\text{орын ауыстыру}}{\text{уақыт}}, \text{ яғни } \vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}.$$

Жоғарыдағы анықтама мен формуладан **жылдамдықтың орын ауыстыру векторына тура пропорционал болатынын көреміз. Ендеше жылдамдық та векторлық шама болып табылады.**

**2.** Түзусызықты бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыстардың жылдамдықтарын анықтайық.

Дене  $\Delta t = t_2 - t_1$  уақыт аралығында бірқалыпты түзусызықты қозғалғанда орын ауыстыру векторының модулі жүрілген жолға тең:  $|\Delta \vec{x}| = \Delta s$  (сурет 2.9). Ендеше, **бірқалыпты түзусызықты қозғалыстың жылдамдығы** мына формуламен де анықталады:

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

Бірқалыпты түзусызықты қозғалыс үшін  $\Delta s$  шамасы да,  $\Delta t$  шамасы

да тұрақты шамалар:  $\Delta s = s = \text{const}$ ;  $\Delta t = t = \text{const}$ . Ендеше соңғы формуланы бірқалыпты қозғалыс үшін мына қарапайым түрде жаза аламыз:

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

Бұл формула бойынша кез келген бірқалыпты қозғалыстың жылдамдығының сан мәні (модулі) анықталады.

**3.** Дене түзу сызық бойымен бірқалыпсыз қозғалатын болса, онда оның *орташа жылдамдығын* есептейді.

Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығын есептеу үшін барлық жүрген жолды ( $s = s_1 + s_2 + \dots + s_n$ ) оның әр бөлігіндегі қозғалыстардың уақыттарының қосындысына ( $t = t_1 + t_2 + \dots + t_n$ ) бөледі:

$$v_{\text{оп}} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}.$$

*Ескерту:* Жолдың әр бөлігіндегі жылдамдықтардың математикалық орташа мәні ( $v_{\text{оп}} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$ ) бірқалыпсыз қозғалыстың физикалық орташа жылдамдығына ( $v_{\text{оп}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$ ) тең болмайтындығын есте ұстау қажет.

**4.** Бірліктердің Халықаралық жүйесінде *жылдамдықтың бірлігіне секундына метр (м/с)* алынады. Бұндай жылдамдық бірқалыпты түзу сызықты қозғалатын нүктенің 1 секунд ішінде 1 метрге орын ауыстыратынын білдіреді.

Дене немесе материалдық нүкте жылдамдығының бағыты оң не теріс болуы мүмкін. Егер нүкте координата осі бойымен оң бағытта қозғалса, онда жылдамдықтың бағытын да оң деп алу келісілген.

Ал егер де нүкте координата осінің бағытына қарама-қарсы бағытта қозғалса, онда жылдамдықтың бағыты теріс деп алынады. Мысалы, координата осін жоғары бағыттап, сол бағытта допты лақтырсақ, онда оның жоғары көтерілгендегі жылдамдығының бағыты оң болады, ал төмен түскендегі жылдамдығының бағыты теріс болады.

Дененің бірқалыпты қозғалысының жылдамдығы белгілі болса, сол арқылы дененің белгілі бір уақыт ішінде жүрген жолын анықтауға болады:

$$s = v \cdot t.$$

Сондай-ақ егер дененің бірқалыпты қозғалысының жылдамдығы мен жүрген жолы белгілі болса, сол қозғалысқа кеткен уақытты табуға болады:

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

**Есеп шығару мысалдары:**

1. Алматыдан шыққан автобус Сарыөзекке дейінгі 180 км жолды 2,5 сағ жүреді. Автобустың қозғалысын бірқалыпты деп ұйғарып, оның жылдамдығын Халықаралық бірліктер жүйесінде анықтау керек.

Кез келген есепті шығаруда оқушылардың ой қарекетін, ең алдымен, есептің мазмұнын теориялық талдауға бағыттайтын төмендегі жазу үлгісін ұсынамыз.

| Берілгені:                                 | SI бірлігі бойынша                                        | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $s=180 \text{ км}$<br>$t= 2,5 \text{ сағ}$ | $s=18 \cdot 10^4 \text{ м}$<br>$t=9 \cdot 10^3 \text{ с}$ | Автобус бірқалыпты қозғалғандықтан, оның жылдамдығы $v=s/t$ формуласы бойынша табылады. Физикалық шамаларды, әдетте, SI бірлігінде анықтайды. Сондықтан:<br>$s=180 \text{ км}=180 \cdot 1000 \text{ м}=18 \cdot 10^4 \text{ м};$<br>$t= 2,5 \text{ сағ}=2,5 \cdot 3600 \text{ с}=9 \cdot 10^3 \text{ с}.$ |
| $v = ?$                                    |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

$$\text{Шешуі: } v = \frac{s}{t} = \frac{18 \cdot 10^4 \text{ м}}{9 \cdot 10^3 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Жауабы: 20 м/с.

2. Жер Күнді айнала 30 км/с жылдамдықпен қозғалады. Бір сабақ өткенде, яғни 45 мин ішінде Жер қандай жол жүреді?

| Берілгені:                                 | SI бірлігі бойынша                                          | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $v=30 \text{ км/с}$<br>$t= 45 \text{ мин}$ | $v=3 \cdot 10^4 \text{ м/с}$<br>$t=27 \cdot 10^2 \text{ с}$ | Жер Күнді бірқалыпты қозғалыс жасап айналады. Сондықтан бірқалыпты қозғалыстың формуласын пайдаланып, оның жүрген жолын анықтауға болады: $s=v \cdot t$ . Берілген шамаларды SI бірлігіне көшіреміз:<br>$v=30 \text{ км/с}=30 \cdot 10^3 \text{ м/с}=3 \cdot 10^4 \text{ м/с};$<br>$t=45 \text{ мин}=45 \cdot 60 \text{ с}=27 \cdot 10^2 \text{ с}.$ |
| $s = ?$                                    |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

$$\text{Шешуі: } s=v \cdot t=3 \cdot 10^4 \text{ м/с} \cdot 27 \cdot 10^2 \text{ с} = 81 \cdot 10^6 \text{ м} = 81 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \text{ км} = 81 \cdot 10^3 \text{ км} = 81 \text{ 000 км}.$$

Жауабы:  $s = 81 \text{ 000 км}.$

3. Автомәшине 1500 м жолды 36 км/сағ жылдамдықпен жүріп өтті. Осы жолды жүруге кеткен уақытты анықтау керек.

| Берілгені:                                                | SI бірлігі бойынша                       | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $s=1500 \text{ м}$<br>$v=36 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$ | $s=1500 \text{ м}$<br>$v=10 \text{ м/с}$ | Атомәшине тұрақты жылдамдықпен бірқалыпты қозғалған. Ендеше бірқалыпты қозғалыстың $s = v \cdot t$ теңдеуін пайдаланып, уақытты табамыз: $t = \frac{s}{v}$ . Берілген шамаларды SI бірлігіне көшіреміз:<br>$v=36 \text{ км/сағ} = 36 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ |
| $t = ?$                                                   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Шешуі:  $t = \frac{s}{v} = \frac{1500 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 150 \text{ с} = \frac{150}{60} \text{ мин} = 2,5 \text{ мин} = 2 \text{ мин } 30 \text{ с.}$

*Жауабы:*  $t = 2 \text{ мин } 30 \text{ с.}$



4. Автомобиль алғашқы 40 минутта 60 км/сағ жылдамдықпен, одан кейінгі 20 мин ішінде 30 км/сағ жылдамдықпен қозғалды. Автомобильдің орташа жылдамдығы км/сағ және м/с бірлігінде қандай болады?

| Берілгені:                                                                                         | SI бірлігі бойынша                                                                              | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t_1=40 \text{ мин}$<br>$v_1=60 \text{ км/сағ}$<br>$t_2=20 \text{ мин}$<br>$v_2=30 \text{ км/сағ}$ | $t_1=2400 \text{ с}$<br>$v_1 = 17 \text{ м/с}$<br>$t_2=1200 \text{ с}$<br>$v_2 = 8 \text{ м/с}$ | Автомобиль әртүрлі жылдамдықпен бірқалыпсыз қозғалған. Өйткені жолдың 1-бөлігінде автомобиль $v_1$ жылдамдықпен бірқалыпты қозғалса, жолдың 2-бөлігінде басқа $v_2$ жылдамдықпен бірқалыпты қозғалған. Ендеше қозғалыстың 1-бөлігінде жүрілген жол $s_1=v_1 \cdot t_1$ , ал 2-бөлігінде жүрілген жол $s_2=v_2 \cdot t_2$ формулалары бойынша табылады. Мұндай жағдайда орташа жылдамдық қозғалыстың екі бөлігінде жүрілген жолдардың қосындысын $s=s_1+s_2$ сол аралықтардағы уақыттардың қосындысына $(t=t_1+t_2)$ бөлу арқылы табылады: |
| $v_{\text{оп}} - ?$                                                                                |                                                                                                 | $v_{\text{оп}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} .$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

$$v_{\text{оп}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2} = \frac{17 \text{ м/с} \cdot 2400 \text{ с} + 8 \text{ м/с} \cdot 1200 \text{ с}}{2400 \text{ с} + 1200 \text{ с}} = 14 \text{ м/с.}$$

*Жауабы:*  $v_{\text{оп}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Ескерту: бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығын жолдың әртүрлі бөлігіндегі қозғалыс жылдамдықтарының арифметикалық орта шамасы ( $v_{\text{оп}}^I = \frac{v_1 + v_2}{2}$ ) ретінде табу қате болып табылады. Расында да, бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы ( $v_{\text{оп}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = 14 \text{ м/с}$ ) оның әр бөлігіндегі қозғалыстардың арифметикалық орташа жылдамдығына ( $v_{\text{оп}}^I = \frac{v_1 + v_2}{2} = 12,5 \text{ м/с}$ ) тең емес ( $14 \text{ м/с} > 12,5 \text{ м/с}$ ).



## Сұрақтар

1. Орын ауыстыру деп қандай шаманы айтады?
2. Жүрілген жолдың орын ауыстырудан айырмашылығы неде? Мысал келтіріңдер.
3. Футбол ойынын бақылай отырып, шабуылшының ойын кезінде шамамен 12 км жүгіретіні анықталды. Осы қашықтық орын ауыстыру ма әлде жолдың ұзындығы ма?
4. Жолаушылап қайтқан автомобиль жүргізушісі есептеуіштің көрсетуі 300 километрге артқанын көрді. Бұл нені білдіреді: автомобильдің жүрген жолы ма әлде орын ауыстыруы ма?
5. Жылдамдық деп нені айтамыз? Қандай бірліктермен өлшенеді?
6. Жылдамдықтың бағытын қандай жағдайда оң, ал қандай жағдайда теріс деп алу келісілген?
7. Бірқалыпты тұзусызықты қозғалыстың жылдамдығы және жылдамдықтың модулі қандай формулалармен анықталады?
8. Қандай жағдайда орташа жылдамдық деген шама енгізіледі және ол қалай есептеледі?



## Жаттығу 2.1

1. Дененің бастапқы орны мен жүріп өткен жолының ұзындығы белгілі болса, оның соңғы орнын табуға бола ма? Жауаптарыңды мысал келтіре отырып дәлелдендер.
  2. Қосымшадағы 3-кестеден жаяу адамның, конькишінің, тепловоздың жылдамдығын табыңдар және олардың 10 с ішінде жүрген жолын анықтаңдар (ауызша).
  3. Велосипедші бірқалыпты қозғалып, 30 мин ішінде 9 км жол жүрген. Велосипедшінің жылдамдығын м/с-пен есептеп табыңдар.
  4. 750 км/сағ жылдамдықпен қозғалатын ұшақ 6 сағ ішінде қандай аралықты ұшып өтеді?
  5. Күннен Жерге дейінгі қашықтық шамамен 150 млн км. Жарық жылдамдығы 300 000 км/с. Жарық Күннен Жерге қанша уақытта жетеді?
  6. Дене  $t_1=20$  с уақыт ішінде  $v_1=20$  м/с жылдамдықпен және  $t_2=20$  с уақыт ішінде  $v_2=30$  м/с жылдамдықпен қозғалды. Орташа жылдамдықты табу керек.
  7. Автомобиль бір қаладан екінші қалаға жету уақытының жартысында 60 км/сағ тұрақты жылдамдықпен жүрді. Егер оның қозғалысының орташа жылдамдығы 65 км/сағ-қа тең болса, қалған уақытта ол қандай тұрақты жылдамдықпен жүрген?
  8. Автобус алғашқы 9 км жолды 36 км/сағ жылдамдықпен, ал келесі 27 км жолды 54 км/сағ жылдамдықпен жүрді. Автобус қозғалысының орташа жылдамдығы қандай?
  9. Велосипедші алғашқы 0,5 сағатта 10 км жол жүрді. Келесі 12 минутта ол 25 км/сағ жылдамдықпен қозғалды. Ол соңғы 9 км жолда 18 км/сағ жылдамдықпен жүрді.
- Велосипедшінің: а) барлық жүрілген жолдағы; ә) жолдың бірінші жартысындағы орташа жылдамдығын табу керек.



## Практикалық тапсырма

1. Сурет 2.10-да Қазақстанда жасалған тепловоз бен вагондар көрсетілген. Солардың бірі «Тұлпар – Тальго» пойызы Алматы мен Астана арасында жолаушылар тасиды. Ғаламтордағы ақпарат көздерінен Қазақстанда шығарылатын тепловоздар мен вагондардың сипаттамалары туралы қысқаша реферат жазыңдар.



Сурет 2.10. «Тұлпар – Тальго пойызы»

2. Мектеп пен үйдің арасында жүрген жолдарының жуық траекториясын белгілі масштабпен сызып көрсетіңдер. Мектепке барып, үйге қайта келгенде барлығы қанша жол жүрдіңдер? Орын ауыстыруларың неге тең? Жауаптарыңды түсіндіріңдер.

3. Дененің тұзусызықты бірқалыпты қозғалысы кезіндегі жылдамдығын анықтаңдар.

*Жабдықтар:* ішінде суы бар шыны түтік, стеарин шар (ауа көпіршігі), таймер немесе секундомер, маркер, өлшейтін сызғыш.

Ішінде суы бар шыны түтікті вертикаль орналастырып, стеарин шар түтіктің жоғарғы ұшына жеткенше ұстап тұрыңдар. Таймерді қосқан мезетте түтікті 180°-қа төңкеріңдер де, шардың түтіктің барлық ұзындығын жүріп өткен уақытын анықтаңдар.

Маркермен түтіктің тең жартысын белгілеп алып, қозғалыс уақытының тең жартысында шар түтік бойының жартысын жүріп өткеніне көз жеткізіңдер. Енді түтікті теңдей үш бөлікке, сосын төрт бөлікке бөліңдер де, тәжірибе жүргізе отырып, уақыттың үштен бір, төрттен бір бөлігінде шар түтік бойының сәйкес бөліктерін жүріп өткеніне көз жеткізіңдер. Сосын  $v = s/t$  формуласын пайдалана отырып, әр жағдайдағы қозғалыс жылдамдығының шамасын анықтаңдар. Шардың (ауа көпіршігінің) қозғалысы бірқалыпты екеніне көз жеткізіңдер.



Бірқалыпты тұзусызықты қозғалыс кезіндегі жүрілген жолдың ( $x$ ) уақытқа ( $t$ ) тәуелділігі  $x(t)$  графигін сызып, қорытынды жасаңдар.

4. Ойыншық мәшине, рулетка, секундомерлерді пайдаланып, мәшине қозғалысының орташа жылдамдығын анықтаңдар.

## § 11

## ӘРТҮРЛІ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТАРДЫҢ ГРАФИКТЕРІ

**1.** Әртүрлі механикалық қозғалыстарды график көмегімен сипаттауға болады. Ол үшін әртүрлі қозғалыстардың уақытқа тәуелді қозғалыс теңдеулерін білу қажет. 7-сыныпта тек бірқалыпты тұзусызықты қозғалыстың теңдеуі қарастырылады да, оның уақытқа тәуелді графигері әртүрлі қырларынан салынады. Сонымен бірқалыпты тұзусызықты қозғалыстың теңдеуін анықтап алайық.



Бастапқы  $t_0 = 0$  болған мезетте дененің  $Ox$  осіндегі координатасы  $x_0$ , ал кез келген  $t$  уақыт мезетіндегі координатасы  $x$  болсын. Сонда тұзусызықты қозғалыстағы орын ауыстыру  $(x - x_0)$  жүрілген жолға тең болады:  $s = x - x_0$ . Екінші жағынан, бірқалыпты қозғалыс кезіндегі жүрілген жол  $s = v \cdot t$  формуласымен анықталады. Осы екі өрнекті салыстыра отырып, былай жазуға болады:

$$x - x_0 = v \cdot t$$

немесе

$$x = x_0 + vt.$$

Бұл өрнек бірқалыпты тұзусызықты қозғалатын дененің **қозғалыс теңдеуі** деп аталады.

**2.** Бірқалыпты тұзусызықты қозғалыстың теңдеуін қолдана отырып, дененің кез келген  $t$  уақыт мезетіндегі  $x$  координатасын табуға болады. Жалпы алғанда  $x = x_0 + vt$  өрнегімен анықталатын  $x$  координатасының  $t$  уақытқа тәуелділігін кесте немесе график түрінде бейнелеп көрсетуге болады. Жекелеген жағдай үшін осындай байланыстың графиктерін салып көрсетейік.

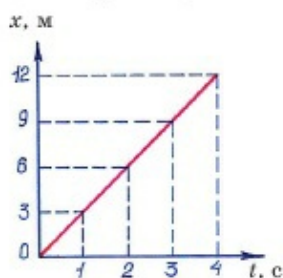
Айталық, дене  $v = 3$  м/с жылдамдықпен координатаның бас нүктесінен ( $x_0 = 0$ ) бірқалыпты қозғалсын және уақыт қозғалыс басталған мезеттен есептелсін ( $t_0 = 0$ ). Бұл жағдай үшін дене қозғалысының теңдеуі  $x = 3t$  өрнегімен сипатталады. Ал дене координатасының  $t = 0$  с, 1 с, 2 с т.с.с. уақытқа тәуелділігі төмендегі кесте түрінде беріледі:

|                    |   |   |   |   |    |    |
|--------------------|---|---|---|---|----|----|
| $t, \text{с}$      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  |
| $x = 3t, \text{м}$ | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |

Мұндай кесте арқылы біз дененің кез келген уақыт мезетіндегі орнын, яғни координатасын және оның қандай да бір орын ауыстыруға жіберген уақытын анықтай аламыз.

Енді осы кестедегі мәліметтерді пайдаланып, дене қозғалысының графигін сызайық. Ол үшін горизонталь оське (абсциссалар осіне) өткен уақытты, ал вертикаль оське (ординаталар осіне) дене координатасының мәндерін сәйкес масштабпен саламыз. Сонда  $x = 3t$  өрнегімен сипатталатын қозғалыстың графигі түзу сызық болып шығады (сурет 2.11). Бұл бірқалыпты қозғалатын дене координатасының уақытқа сызықтық тәуелді екенін білдіреді. Сөйтіп, *бірқалыпты тұзусызықты қозғалатын дененің координатасы уақыттың сызықтық функциясы болып табылады* деген тұжырым жасалады.

Дене координатасының уақытқа тәуелділігі графигін дененің қозғалыс траекториясымен шатастыруға болмайды.



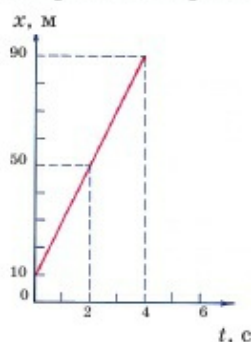
Сурет 2.11.  $x = 3t$  қозғалыс теңдеуінің графигі

**3.** Координатаның уақытқа тәуелділігі графигінің кескініне қарап, қозғалыс жылдамдығы туралы да айтуға болады. График кескіні неғұрлым тіктеу болса, онда бұл жылдамдықтың соғұрлым үлкен болатынын білдіреді.

Бұған көз жеткізу үшін  $v=20$  м/с жылдамдықпен бірқалыпты қозғалатын материялық нүкте қозғалысының графигін сызайық.

Уақыттың бастапқы мезетінде ( $t_0 = 0$  с) дене (материялық нүкте) координаталардың бас нүктесінен оң бағытқа қарай 10 м қашықтықта болсын ( $x_0=10$  м). Олай болса, дене қозғалысының теңдеуі  $x = 10 + 20t$  өрнегімен сипатталады. Осы теңдеу бойынша  $t_0=0$  с;  $t_1=2$  с;  $t_2=4$  с уақыт мезеттері үшін нүкте координаталарын есептеп шығарамыз. Алынған мәндерді төмендегі кестеге жазамыз:

|                      |    |    |    |
|----------------------|----|----|----|
| $t, c$               | 0  | 2  | 4  |
| $x = (10 + 20 t), m$ | 10 | 50 | 90 |



Сурет 2.12.  
 $x = 10 + 20t$   
қозғалыс теңдеуінің  
графигі

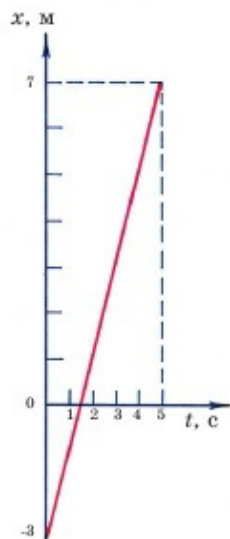
Кестедегі мәліметтерді пайдаланып, материялық нүкте қозғалысының графигін сала аламыз (сурет 2.12). Бұл жағдайда да материялық нүктенің бірқалыпты тұзусызықты қозғалысының графигі *түзу сызықтың кесіндісі* болып шығады.

Өртүрлі жылдамдықпен ( $v_1=3$  м/с және  $v_2=20$  м/с) қозғалатын денелердің графиктерін салыстырып (сурет 2.11 және 2.12), мынадай қорытынды жасай аламыз: *дененің жылдамдығы үлкен болған сайын оның графигі де тігірек сызық болып келеді.*

**4.** Бірқалыпты тұзусызықты қозғалыстағы дененің қозғалыс графигі түзу сызық болып табылатындықтан, оны екі нүкте арқылы да салуға болады. Мысалы,  $v=2$  м/с жылдамдықпен бірқалыпты және тұзусызықты қозғалатын дененің қозғалыс графигін салайық. Оның бастапқы координатасы  $x_0=-3$  м болсын. Ендеше, мұндай қозғалыс  $x = -3 + 2t$  теңдеуімен сипатталады. Қозғалыс теңдеуінен дененің  $t=5$  с өткеннен кейінгі координатасының  $x = 7$  м болатынын табамыз.

Осы мәндерді кестеге жазамыз:

|                    |    |   |
|--------------------|----|---|
| $t, c$             | 0  | 5 |
| $x = -x_0 + 2t, m$ | -3 | 7 |



Сурет 2.13.  
 $x = -3 + 2t$  қозғалыс  
теңдеуінің графигі

Осы екі нүкте арқылы қозғалыс графигін сызамыз (сурет 2.13).

**5.** Енді  $v = -5$  м/с жылдамдықпен бірқалыпты және түзусызықты қозғалатын дене қозғалысының графигін сызайық.

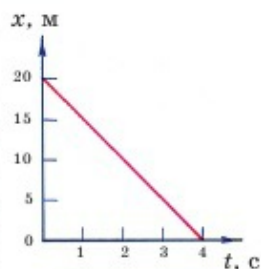
Мұндағы «минус» таңбасы дененің координата осі бойынша теріс бағытта қозғалатынын білдіреді. Алғашқы мезетте ( $t_0 = 0$  с) дене координата осьтері бойынша оң бағытта координаталардың бас нүктесінен 20 м қашықтықта болсын, яғни оның бастапқы координатасы  $x_0 = 20$  м делік. Бұл жағдай үшін дене қозғалысының теңдеуі мына түрде жазылады:  $x = 20 - 5t$ .

Қозғалыс теңдеуінен дененің  $t_1 = 4$  с өткеннен кейінгі координатасының  $x_1 = 0$  м болатынын есептеп шығарамыз да, оны кестеге жазамыз:

|                         |    |   |
|-------------------------|----|---|
| $t, \text{с}$           | 0  | 4 |
| $x = 20 - 5t, \text{м}$ | 20 | 0 |

Осы екі нүкте арқылы қозғалыс графигін сызамыз (сурет 2.14).

**6.** Біз алдын ала берілген жылдамдықтарды пайдаланып,  $x = x_0 + vt$  өрнегімен сипатталатын бірқалыпты түзусызықты қозғалыстардың кестелерін жасап, графиктерін сызып көрсеттік. Көп жағдайларда керісінше денелердің жылдамдығын олардың қозғалыс графиктері бойынша табуға тура келеді. Ол үшін  $x = x_0 + vt$  қозғалыс теңдеуіндегі  $x$  пен  $x_0$  және  $t$  шамалары берілген графиктен анықталады да, жылдамдықтың шамасы төмендегі өрнек бойынша табылады:



Сурет 2.14.  
 $x = 20 - 5t$  қозғалыс теңдеуінің графигі

$$v = \frac{x - x_0}{t}.$$



### Сұрақтар

1. Бірқалыпты түзусызықты қозғалыс теңдеуін қалай жазуға болады? Формуладағы әрбір әріптің мағынасын түсіндіріңдер.
2. Бірқалыпты түзусызықты қозғалыстың жылдамдығы  $x = x(t)$  тәуелділігі бойынша салынған графиктің көмегімен қалай анықталады?
3. Мына жағдайларда дененің қозғалыс графигі қандай болады:
  - а)  $x_0 = 0$  және  $v < 0$ ;
  - ә)  $x_0 > 0$  және  $v > 0$ ;
  - б)  $x_0 < 0$  және  $v > 0$ ;
  - в)  $x_0 > 0$  және  $v < 0$ ?



### Жаттығу 2.2

1. Мына жағдайлар үшін бірқалыпты тұзусызықты қозғалыс графиктерін сызындар:

а)  $v=18$  км/сағ және  $x_0=0$ ;

ә)  $v=5$  м/с және  $x_0=2$  м;

б)  $v=-3$  м/с және  $x_0=6$  м.

2. Сурет 2.15-те пойыздың бірқалыпты тұзусызықты қозғалыс графигі келтірілген. Пойыздың қозғалысын сипаттаңдар. Мына сұрақтарға жауап беріңдер:

а) пойыз координата осінің оң бағытында қанша уақыт қозғалды? ә) қанша уақыт аялдамада тоқтап тұрды? б) ол координата осі бойынша теріс бағытта қанша уақыт қозғалды? в) оның аялдамаға келген мезеттегі координаталары қандай? г) пойыздың орын ауыстыруы мен барлық уақыт ішіндегі жүрген жолын анықтаңдар.

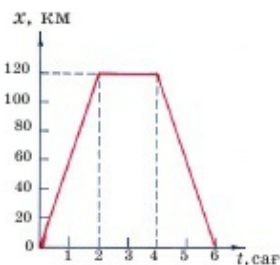


3. Төменде екі дененің (I және II) бірқалыпты қозғалыс графиктері берілген (сурет 2.16). Олардың қайсысының жылдамдығы үлкен? Жауаптарыңды дәлелдеңдер.

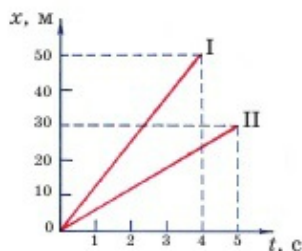
4. Бірқалыпты қозғалыстағы материялық нүктенің  $t_1=2$  с уақыт мезетіндегі координатасы  $x_1=4$  см; ал  $t_2=4$  с уақыт мезетіндегі координатасы  $x_2=-1$  см болса, осы материялық нүктенің жылдамдығы мен графигі қандай?



5. Ертіс өзенімен жүк таситын теплоход ағыспен  $600 \frac{\text{км}}{\text{тәулік}}$  жылдамдықпен, ал ағысқа қарсы  $336 \frac{\text{км}}{\text{тәулік}}$  жылдамдықпен жүретін болса, өзен ағысының жылдамдығы қандай?



Сурет 2.15



Сурет 2.16

## II тараудағы ең маңызды түйіндер

**Механикалық қозғалыс** – дененің уақыт өтуіне қарай басқа денемен салыстырғандағы бастапқы орнының өзгеруі.

**Материялық нүкте** – қозғалыстың қарастырылып отырған жағдайында өлшемдерін елемеуге болатын дене.

**Қозғалыс траекториясы** – дененің немесе материялық нүктенің санақ денесімен салыстырғандағы қозғалысы кезінде сызық түрінде қалдырған ізі.

**Орын ауыстыру** – қозғалыстағы дененің бастапқы орнын оның келесі орнымен қосатын бағытталған кесінді.

**Бірқалыпты қозғалыс** – дене кез келген тең уақыт аралықтарында ұзындығы бірдей жол жүретін қозғалыс.

**Бірқалыпты емес қозғалыс** – дене кез келген тең уақыт аралықтарында әртүрлі жол жүретін қозғалыс.

**Жылдамдық векторы** – берілген уақыт ішіндегі орын ауыстыру векторының сол уақыт аралығына қатынасы:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}.$$

**Бірқалыпты қозғалыстың жылдамдығының модулі** – бір өлшем уақытта жүрілген жол:

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

Бірқалыпты түзусызықты қозғалатын дененің **қозғалыс теңдеуі**:

$$x = x_0 + vt.$$

**Бірқалыпсыз қозғалыстың орташа жылдамдығы**:

$$v_{op} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n},$$

мұндағы  $s_1 + s_2 + \dots + s_n = s$  – барлық жүрілген жол;

$t_1 + t_2 + \dots + t_n = t$  – жолдың әр бөлігіндегі қозғалыс уақыттарының қосындысы.



# 3

ТАРАУ



Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті *«инерция», «өзара әрекеттесу», «масса», «заттың тығыздығы», «күш», «деформация», «серпімділік күші», «Гук заңы», «ауырлық күші», «дененің салмағы», «сырғанау үйкеліс күші»* сияқты физика үшін ғана емес, ғылымның басқа салалары үшін де аса маңызды ұғымдар мен заңдар қарастырылады.

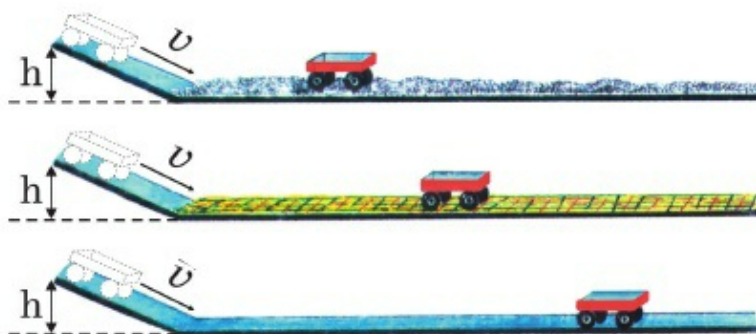
§12

ИНЕРЦИЯ ҚҰБЫЛЫСЫ

**1.** Күнделікті тәжірибеден біз белгілі бір бағытта қозғалған дене өзінің қозғалыс жылдамдығын сол бағытта сақтауға тырысатынын байқаймыз. Ондай денені тоқтату үшін оған басқа дене әрекет етуі керек. Сондай-ақ қандай да бір санақ денесіне қатысты тыныштықта тұрған нәрсенің өздігінен қозғалысқа келмейтінін күнделікті бақылаулардан білеміз. Мысалы, жерде жатқан доп оны аяқпен тепкеннен кейін ғана қозғалысқа келеді; хоккей шайбасы оны таяқпен ұрғаннан кейін барып мұз үстімен сырғанайды; өткеншек қолмен тербеген кезде қозғалысқа келеді.

Осы мысалдардың өзі-ақ *кез келген дене егер оған басқа денелер әрекет етпесе немесе олардың әрекеттері бірін-бірі теңгеріп тұрса, онда дене тыныштығын сақтайды немесе бірқалыпты түзу сызықты қозғалады.*

Мұндай пайымдаудың дұрыстығына көз жеткізу үшін көлбеу беттен тұрақты  $v$  жылдамдықпен үш түрлі төсеніші бар горизонталь жолға келіп түскен арбашаның қозғалысын қарастырайық (сурет 3.1). Алғашқыда ол құм төселген жолға, одан кейін қалың мата жабылған жолға, соңында тегіс жалтыр шыны жолға келіп түссін делік.



Сурет 3.1. Өртүрлі төсеніші бар жолдардағы арбашаның қозғалысы





Сурет 3.2. Жол бұрылысындағы автомобиль

Бірдей биіктіктен қозғалған арбашаларды бақылай отырып, бірінші жолда азғана жол жүріп, жылдамдығын күрт азайтқанын байқаймыз. Екінші жолда арбаша бірінші жағдайға қарағанда біршама көбірек жол жүреді және жылдамдығын да ұзағырақ сақтайды. Ал үшінші жолда ол анағұрлым ұзақ жол жүріп, жылдамдығын да ұзақ сақтайды. Сөйтіп, арбашаның жолындағы кедергі неғұрлым азайған сайын, ол алғашқы жылдамдығын ұзағырақ сақтайды және қозғалыс соғұрлым бірқалыпты қозғалысқа жуықтайды.

**2.** Егер қозғалыстағы дененің жолындағы барлық кедергі жойылған болса, ол қалай қозғалар еді? Бұл сұраққа Италияның атақты ғалымы Галилео Галилей мұқият жүргізілген тәжірибелер арқылы былайша жауап берген болатын.

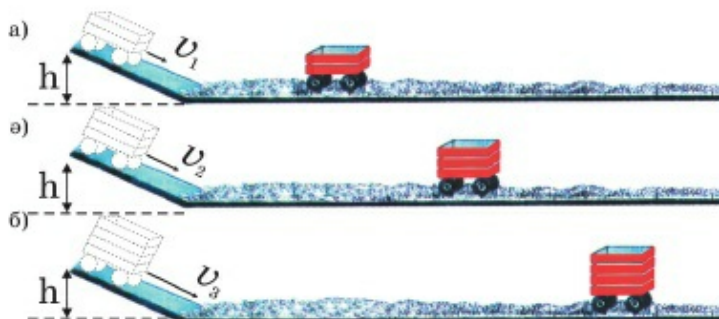
*Денеге басқа денелер әрекет етпесе, онда ол Жер бетіне қатысты тыныштық күйінде тұра береді немесе тұзусызықты бірқалыпты қозғалысын сақтайды.*

Физикада әртүрлі денелердің тыныштық күйін немесе бірқалыпты қозғалыс қалпын түрліше сақтайтын қасиеттерін сипаттау үшін *инерция* және *денелердің инерттілігі* деген ұғымдар қолданылады.

*Денеге басқа денелер әрекет етпеген кезде қалыптасқан жылдамдығын сақтау құбылысы инерция* деп аталады. Латынша *inertia (инерция)* – қозғалыста емес, әрекетсіздік деген мағына береді.

Адамдар күнделікті өмірде инерциямен жиі ұшырасады. Мысалы, көліктің кез келген түрінде кетіп бара жатқан жолаушы көлік кенет тоқтағанда алға қарай еңкейіп, ал жылдамдығын күрт арттырғанда, артқа қарай шалқаяды. Өте жылдам жүгіріп келе жатқан адамның не-

месе шапшаң қозғалған автомобильдің (сурет 3.2) жолдың бұрылысында өздерінің алғашқы түзусызықты қозғалыс бағыттарын сақтауға тырысатынын білеміз. Ал кейде құлап немесе аударылып жататынын да жиі кездестіреміз. Өйткені барлық денелер өздерінің алғашқы бағыттағы қозғалу жылдамдықтарын өзгертпей сақтауға тырысады. Міне, бұл мысалдардың бәрі де инерция құбылысын сипаттайды.



Сурет 3.3. Төсеніші бірдей жолдағы әртүрлі жүгі бар арбашаның қозғалысы

**3. Денелердің инерттілігін** түсіну үшін жоғарыдағы тәжірибені арбашаның үстіндегі жүкті екі, үш т.с.с. есе өсіре отырып, қайыра жасап көрейік (сурет 3.3). Үш жағдайда да әртүрлі жүгі бар арбаша тек құм төселген жолмен жүретін болсын. Тәжірибе жүкті екі есе (сурет 3.3, ә), одан кейін үш есе (сурет 3.3, б) өсіргенде арбашаның бірінші жолдағысымен салыстырғанда екі есе, одан кейін үш есе артық жол жүретінін және жылдамдықтарын да соншама арттырып ( $v_3 > v_2 > v_1$ ), ұзағырақ сақтайтынын көрсетеді. Міне, осындай салыстырмалы жағдайларда жүгі көп денені, жүгі аз денеге қарағанда, *инерттілеу дене* деп атайды. Яғни 1-арбашаға қарағанда 2-арбашаның инерттілігі екі есе, ал 3-арбашаның инерттілігі үш есе мол дейміз. Осылайша дененің инерттілігі *оның бойындағы заттың мөлшеріне тура пропорционал* деген қорытындыға келеміз.

*Инерция мен инерттілік* ұғымдары денелердің *массасы және тығыздығы* деген ұғымдармен тікелей байланысты. Оған келесі тақырыптарда бірте-бірте көз жеткізетін боламыз.



#### Сұрақтар

1. Денеге еш нәрсе әрекет етпесе, ол қалай қозғалар еді?
2. Инерция деп нені айтады?
3. Өздеріңді қоршаған ортадағы, микроәлемдегі, ғарыштағы инерция бойынша қозғалатын денелерге мысалдар келтіріңдер.

4. Лифтімен кенет көтерілген сәтте немесе кілт төмен түскенде жүрегіміз қобалжып, басымыз айналғандай болатыны неліктен?
5. Биіктен секіріп түскенде адам неге тізесін сәл бүгіңкірейді?
6. Балғаны саптағанда қандай құбылыс пайдаланылады (сурет 3.4)?
7. Салыстырмалы түрде инертті дене деп қандай денелерді айтамыз және оны қалай түсіндіруге болады?
8. Жылдам келе жатқан көліктің алдынан кесе-көлденең өту қауіпті болатыны неліктен?



Сурет 3.4.  
Балғаны саптау

## § 13

### ДЕНЕЛЕРДІҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІ. МАССА ЖӘНЕ ДЕНЕЛЕРДІҢ МАССАСЫН ӨЛШЕУ

**1. Денелердің өзара әрекеттесуі.** Күнделікті өмірлік тәжірибе денелердің бір-біріне әрекет етуінің екіжақты болатынын көрсетеді. Оған кез келген екі дененің соқтығысуы да, сондай-ақ бір-бірімен серіппе немесе жіп арқылы байланысқан денелердің өзара әрекеттесуі де мысал бола алады.

Өзара әрекеттесу – бұл денелердің бір-біріне әрекет етуі. Біз бұл жерде күнделікті өмірде көріп жүрген өзара әрекеттесудің қарапайым мысалдарын ғана қарастырамыз. Кейінірек, білімімізді жинақтай келе, оның күрделі түрлерімен танысатын боламыз.

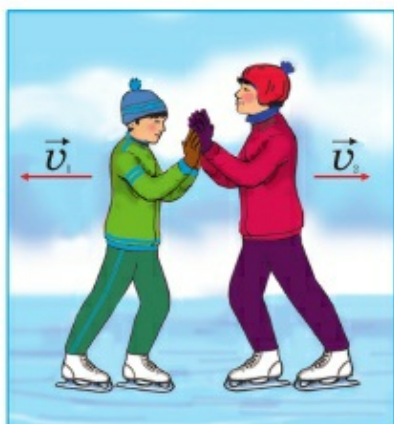
Мұзайдынында аяқтарына коньки байлаған екі баланың бірі екіншісін қолымен итеріп жіберді делік (сурет 3.5). Сол кезде екеуі де бағыттары қарама-қарсы жаққа қарай сырғанайтын болады. Бақылау кішірек баланың ересектеуіне қарағанда үлкенірек жылдамдықпен ( $\vec{v}_1 > \vec{v}_2$ ) алысырақ қашықтыққа қозғалатынын көрсетеді.

Қайықта отырған адам суды ескекпен есе отырып, сумен әрекеттеседі. Соның нәтижесінде көлдегі сумен салыстырғанда әлдеқайда жеңіл қайық ілгері қарай жылжып, ал су іс жүзінде орнында қалады (сурет 3.6).

Әдетте, дене бір немесе бірнеше денемен өзара әрекеттесуге қатысады. Мысалы, адам ауыр шкафты орнынан қозғалтпақ болып итерген кезде ол Жермен және шкафпен өзара әрекеттеседі.

Бұл келтірілген мысалдар денелердің бір-біріне ықпалы әрдайым екіжақты сипат алатынын көрсетеді. Сондықтан *денелердің бір-біріне әрекеті өзара әрекеттесу* деп аталады.

**2. Дененің массасы.** Жоғарыдағы мысалдар әртүрлі денелердің өзара әрекеттесу барысында туындайтын қозғалыс жылдамдықтары да түрліше өзгертіндігін көрсетеді. Егер дене басқа денемен әрекеттесуі кезінде



Сурет 3.5. Екі баланың әрекеттесуі



Сурет 3.6. Ескекшінің сумен әрекеттесуі

жылдамдығын азырақ өзгертетін болса, онда бұл денені басқа денемен салыстырғанда *инерттілеу* деп айтады. Мысалы, ірі денелі бала екінші балаға қарағанда инерттілеу болып табылады (сурет 3.5). Көлдегі су қайыққа қарағанда әлдеқайда инертті (сурет 3.6).

*Дененің қалыптасқан қалпын (тыныштығын немесе тұзусыздықты қозғалысын) өзгертуге қарсылық жасай алатын қасиеті инерттілік* деп аталады.

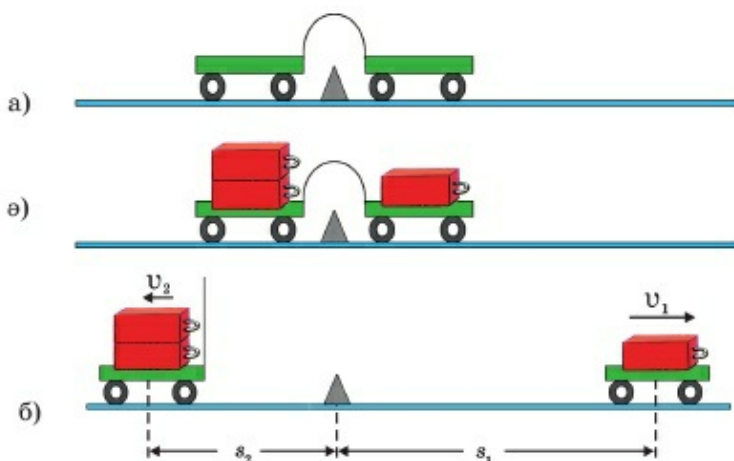
Өртүрлі денелердің инерттілігін салыстыру үшін *масса* деп аталатын физикалық шама пайдаланылады.

Масса ұғымы – күрделі ұғымдардың бірі. Оның ғылыми мағынасы физиканың тарихи даму барысында тереңірек ашылып, кеңейе түсті. Мысалы, Ньютон өз заманында *денедегі заттың мөлшерін масса* деп қабылдаған еді. Бұндай пайымдау массаның тек бір қырын ғана ашады. Кейінірек массаның екінші қыры – дененің инерттілік қасиетінен көрініс берді. Сондықтан масса ұғымына мынадай анықтама бере аламыз:

*Дененің инерттілігін сипаттайтын физикалық шама масса* деп аталады.

Сонымен *масса дененің инерттілігінің өлшемі* болып табылады. Масса скалярлық шама болып табылады, оны *m* әрпімен белгілейді.

**3.** Денелердің өзара әрекеттесуі кезіндегі жылдамдықтарының өзгерісі бойынша олардың массаларын салыстыруға болады. Массаның дене инерттілігінің өлшемі болатындығына көз жеткізу үшін денелердің әрекеттесу барысында алған жылдамдықтары мен массаларының арасындағы байланысты анықтайық. Ол үшін үстел үстінде жеңіл қозғалатын бірдей екі арбашаны серіппе көмегімен қозғалысқа келтірейік. Серіппе ретінде жіппен байланған металл сызғышты пайдалануға болады (сурет 3.7, а). Егер жіпті күйдіріп жіберсек, арбашалар бір-бірімен әрекеттесіп, үстелге қатысты қозғалысқа түседі.



Сурет 3.7. Жүктері әртүрлі арбашалардың қозғалысы

Арбашалардың үстіне бірдей материалдан (ағаштан немесе темірден т.с.с.) және бірдей көлемде жасалған білеушелерді қойып, тәжірибе жасайық. Сол жақтағы арбашаға екі білеуше, оң жақтағы арбашаға бір білеуше салып (сурет 3.7, ә), оларды қозғалысқа келтірейік. Сонда бірдей  $t$  уақыт аралығында оң жақтағы арбашаның жүріп өткен  $s_1$  жолы екіншісінің  $s_2$  жолынан екі есе артық ( $s_1=2s_2$ ) болатынын өлшеулер көрсетеді (сурет 3.7, б).

Ал жылдамдықтар  $v_1 = \frac{s_1}{t}$  және  $v_2 = \frac{s_2}{t}$  формулаларымен анықталатынын ескерсек, онда  $v_1=2v_2$  болатынына оңай көз жеткіземіз. Демек, сол жақтағы арбашаның инерттілігі оң жақтағысына қарағанда 2 есе артық болып шығады. Ендеше сол жақтағы білеушенің массасы оң жақтағы білеушеден 2 есе артық деп қорытынды жасай аламыз.

Сөйтіп, массасы үлкен дене массасы кіші денеге қарағанда өзінің жылдамдығын аз шамаға өзгертеді. Бұдан, шынында да, дененің инерттілігінің өлшемі – масса деп берік байлам жасаймыз.

Жоғарыдағы тәжірибелерден мынадай қорытынды туындайды: *екі дененің массаларының қатынасы олардың өзара әрекеттесуі кезінде алған жылдамдықтарының модульдерінің қатынасына кері пропорционал болады, яғни*

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

**4. Дененің массасын өлшеу.** Қандай да бір дененің массасын өлшеу үшін оны бірлік ретінде қабылданған екінші дененің массасымен салыстырады. Бірліктердің халықаралық жүйесінде (SI) масса бірлігіне **килограмм (кг)** алынған. Бұл – платина мен иридийдің қорытпасынан құйылып жасалған цилиндр



Сурет 3.8. Масса эталоны

түріндегі эталондық гiрдiң массасы. Килограмның халықаралық үлгiсi Париж қаласының жанындағы Севр қаласындағы эталондар мұражайында сақтаулы (сурет 3.8). Бiрқатар елдерде осы үлгiнiң дәл көшiрмелерi де бар. Күнделiктi тұрмыстағы масса эталондары үшiн шамалары әртүрлi таразы гiрлерi дайындалады.

Тұрмыста дененiң массасын оның басқа денелермен әрекеттесуi арқылы емес, таразыға тартып өлшеу арқылы анықтаған қолайлы (сурет 3.9).

Дененi таразыға тартып өлшеу *теңестiру принципiне* негiзделген. Әртүрлi гiрлер жиынтығын пайдалана отырып, таразыны тепе-теңдiк қалпына келтiруге болады.

Таразының тепе-теңдiк жағдайында дененiң массасы гiрлердiң массасына тең болады. Массаны өлшеу үшiн килограмның мыңдық және миллиондық үлесi – **грамм** және **миллиграмм**, сондай-ақ массасы үлкен дененi өлшеу үшiн **центнер** (**ц**), **тонна** (**т**) бiрлiктерi пайдаланылады.

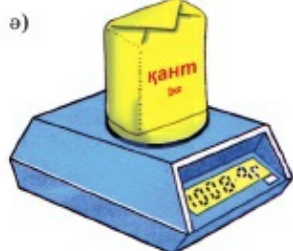
$$1 \text{ ц} = 100 \text{ кг} = 10^2 \text{ кг}.$$

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} = 10^3 \text{ кг}.$$

$$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} = 10^{-3} \text{ кг}.$$

$$1 \text{ мг} = 0,000001 \text{ кг} = 10^{-6} \text{ кг}.$$

Таразылардың көптеген түрi бар. Желдiң сәл лебiн сезетiн таразылардан бастап, темiржол вагонын өлшеуге арналған таразылар болады. Олардың iшiнде өздерiңе таныс мектептегi иiндi таразылар (сурет 3.9, а) және азық-түлiк дүкендерiнде пайдаланатын электрондық таразылар да (сурет 3.9, ә) бар. Әртүрлi иiндi таразылардың жұмыс iстеу принциптерi 37-параграфта сипатталған.



Сурет 3.9. Күйентелi таразы мен гiр тастары және электрондық таразы



### Сұрақтар

1. Денелердiң өзара әрекеттесуi деген не және нәтижесi неге әкеледi? Мысалдар келтiрiңдер.
2. Өзара әрекеттесушi екi дененiң жылдамдықтары туралы не айтуға болады?
3. Қозғалыстағы қайық пен су өзара әрекеттескенде су қандай жылдамдық алады? Жауаптарыңды дәлелдендер.
4. Инерттілік дегеніміз не?
5. Екi дененiң массаларын өзара қалай салыстыруға болады?
6. Масса бiрлiгi ретiнде не қабылданған?
7. Дененiң массасын анықтау тәсiлдерiн атаңдар.



### Жаттығу 3.1

1. Суреттерде (3.10 және 3.11) көрсетілген мысалдарға қарап, өзара әрекеттесу құбылысын сипаттаңдар.
2. Массалардың төменде берілген мәндерін килограмм арқылы өрнектеңдер: шыбынның қанаты 0,00005 г; теннис добы 2,5 г; футбол добы 400 г; автомобиль 1,45 т.
3. Дене 100 г; 50 г; 10 г; 1 г жүктер жиынтығымен теңестірілген. Дененің массасы қандай?
4. Алақандарыңа қандай да бір денені салып, оның массасын бағалаңдар, сонан соң оны таразыға тартып өлшеп, қаншаға қателескендеріңді тексеріңдер.
5. Роликті коньки киген екі бала бір-бірінен кері итеріліп, қарама-қарсы жаққа қарай сәйкес 3 м/с және 4 м/с жылдамдықпен сырғанап кетті. Бірінші баланың массасы 40 кг. Екінші баланың массасы неге тең?



Сурет 3.10



Сурет 3.11



### Практикалық тапсырмалар

1. Стақан мен қатырма қағаз алыңдар. Стақанды қатырма қағаздың үстіне қойыңдар. Алдымен қатырма қағазды ақырындап тартып алыңдар. Екінші жолы қатырма қағазды лезде тартып алыңдар. Не байқадыңдар?
2. Мектеп таразысын пайдаланып, а) мата қиындысының; ә) бұршақтың; б) қаламның; в) өздеріңді қызықтыратын басқа денелердің массаларын анықтаңдар.
3. Көлемі 200 см<sup>3</sup> тоспағанға толтыра құйылған судың, сүттің, күнбағыс майының массасын анықтаңдар.



### Теориялық зерттеу

1. Сендер орындықта отырсыңдар. Осы кездегі өзара әрекеттесетін денелерді сипаттаңдар.
2. Бірінші тапсырмада байқағандарыңды теориялық жолмен түсіндіріңдер.

## § 14

### ЗАТТЫҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫ ЖӘНЕ ТЫҒЫЗДЫҚТЫҢ ӨЛШЕМ БІРЛІГІ. ТЫҒЫЗДЫҚТЫ ЕСЕПТЕУ

**1.** Бізді қоршаған денелердің өздеріне ғана төн пішіні, көлемі, ауданы, массасы болады. Қажет болған жағдайда, денелердің осындай сипаттамаларын өлшеулер мен есептеулер арқылы анықтай аламыз. Алдыңғы параграфта көрсеткеніміздей, дененің массасын анықтау үшін оны таразыға тартып өлшейді. Өртүрлі денелердің массасы олардың өлшеміне және қандай заттан жасалғанына байланысты түрліше болады. Мысалы, көлемі 1 м<sup>3</sup> темірдің массасы 7800 кг, ал көлемі дәл сондай қорғасынның массасы 13 000 кг. Демек, денелердің көлемдері бірдей болғанымен, олардың массалары өртүрлі болып шықты. Ендеше, *денелердің бір өлшем көлемдеріне келетін массаларын* білудің маңызы зор.

Бұдан заттың тағы бір қасиетін сипаттайтын **тығыздық** деп аталатын физикалық ұғымды енгізу қажеттігі туындайды.

**Заттың тығыздығы деп сол заттың бір өлшем көлеміндегі массасын айтады.**

Сонымен **заттың тығыздығын табу үшін дененің массасын оның көлеміне бөлу керек.** Заттың тығыздығын –  $\rho$  (грек әрпі «ро»), дененің массасын –  $m$ , көлемін –  $V$  әріптерімен белгілесек, онда заттың тығыздығы мына формуламен анықталады:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

**2.** Зат тығыздығының бірлігі үшін Халықаралық бірліктер жүйесінде (SI) **килограмның метр кубқа қатынасы ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )** алынған. Бұл – көлемі  $1 \text{ м}^3$ , ал массасы  $1$  килограммға тең біртекті заттың тығыздығы. Есептеулер жүргізу кезінде тығыздықтың  $\text{г}/\text{см}^3$ ,  $\text{т}/\text{м}^3$  сияқты басқа да бірліктері қолданылады:

$$1 \text{ г}/\text{см}^3 = 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3; \quad 1 \text{ т}/\text{м}^3 = 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Қосымшадағы 6, 7, 8-кестелерде кейбір газтәрізді, қатты және сұйық заттардың тығыздықтары берілген.

**3.** Заттардың тығыздығын білу олардың агрегаттық күйлері туралы, массалары жайында және көптеген басқа да қасиеттері жөнінде мол деректер береді. Міне, бұлардың барлығы тығыздықтың физикалық мағынасын түсінуге жәрдемдеседі. Расында да, газ молекулаларының арақашықтығы өте үлкен, ал сұйықтар мен қатты күйдегі денелердің молекулалары өте тығыз орналасқан. Сондықтан газдардың тығыздығы сұйықтар мен қатты денелердің тығыздықтарымен салыстырғанда өте аз. Сұйық зат газ күйіне көшкенде оның тығыздығы шамамен 1000 есеге дейін кемиді.

Заттың тығыздығы және дененің көлемі белгілі болса, онда өлшеулер жүргізбей-ақ оның массасын анықтауға болады:

$$m = \rho \cdot V.$$

**4.** Заттардың тығыздықтарын есептеуге мысалдар келтірейік.

**1-мысал.** Өлшемдері  $a = 250$  мм,  $b = 120$  мм,  $c = 65$  мм болатын біртекті сазбалшықтан жасалған кірпіштің массасы 3,6 кг. Кірпіштің  $\text{кг}/\text{м}^3$  бірлігіндегі тығыздығы қандай?

Кірпіштің тығыздығын  $\rho = \frac{m}{V}$  формуласы бойынша табамыз. Мұндағы:  $m = 3,6$  кг – *кірпіштің массасы*,  $V = a \cdot b \cdot c$  – параллелепипед пішінді кірпіштің көлемі. Кірпіштің көлемін  $\text{м}^3$  бірлігінде анықтаймыз:  $V = a \cdot b \cdot c = = 0,25 \text{ м} \cdot 0,12 \text{ м} \cdot 0,065 \text{ м} = 0,00195 \text{ м}^3 \approx 0,002 \text{ м}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ . Кірпіштің тығыздығын есептейміз:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,6 \text{ кг}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3.$$



Көп жағдайда бір дене құрылымы әртүрлі заттардан жасалады (сурет 3.12). Мұндай жағдайда  $\rho = m/V$  формуласы бойынша есептеулер жүргізе отырып, денені құрайтын материалдың орташа тығыздығын ( $\rho_{\text{орт}}$ ) табады. Тығыздықты бұлайша есептеу төмендегі мысалда қарастырылады.



Сурет 3.12

**2-мысал.** Жалпы массасы  $2 \cdot 10^4$  тонна болатын кемеңің көлемі  $4 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ . Кемеге көлемдері бірдей темір және массасы 150 тонна таскөмір тиелген. Кемеңің өз тығыздығы неге тең және тиелген темірдің массасы қандай?

Әуелі кемеңің өз тығыздығын табамыз:

$$\rho_{\text{кеме}} = \frac{m_{\text{кеме}}}{V_{\text{кеме}}} = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ т}}{4 \cdot 10^4 \text{ м}^3} = \frac{2 \cdot 10^7 \text{ кг}}{4 \cdot 10^4 \text{ м}^3} = 500 \text{ кг/м}^3.$$

Табылған шама кемеңің орташа тығыздығы ( $\rho_{\text{орт}} = 500 \text{ кг/м}^3$ ) болып табылады. Өйткені кемеңің негізгі бөлігі болаттан тұрады, оның әртүрлі заттардан жасалған (ағаш, шыны, пластмасса, түсті металл т.б.) бөліктері де бар. Әсіресе, кемеңің көп аумағын ауа толтырып тұрады. Міне, сондықтан кемеңің орташа тығыздығы ( $\rho_{\text{орт}} \approx 500 \text{ кг/м}^3$ ) судың тығыздығынан екі есе аз болады да, кеме суға батпайды.

Енді кемеге тиелген таскөмір мен темірдің көлемін табайық. Есептің шарты бойынша темір мен көмірдің көлемдері бірдей ( $V_{\text{көмір}} = V_{\text{темір}} = V$ ).

Тығыздықтың формуласын пайдаланып, көмір үшін  $V$  көлемді табамыз:

$$V = \frac{m_{\text{көмір}}}{\rho_{\text{көмір}}},$$

мұндағы  $\rho_{\text{көмір}}$  тығыздығы қосымшадағы кестеден табылады. ( $\rho_{\text{көмір}} = 1500 \text{ кг/м}^3$ ). Сонымен:

$$V = \frac{m_{\text{көмір}}}{\rho_{\text{көмір}}} = \frac{150 \text{ т}}{1500 \text{ кг/м}^3} = \frac{150\,000 \text{ кг}}{1500 \text{ кг/м}^3} = 100 \text{ м}^3.$$

Темірдің де көлемі осы шамаға ( $V=100 \text{ м}^3$ ) тең болғандықтан, оның массасын  $m_{\text{темір}} = \rho_{\text{темір}} \cdot V$  формуласы бойынша табамыз, темірдің тығыздығын қосымшалардағы кестеден анықтаймыз ( $\rho_{\text{темір}} = 7900 \text{ кг/м}^3$ ).

Темірдің массасы:  $m_{\text{темір}} = \rho_{\text{темір}} \cdot V = 7900 \text{ кг/м}^3 \cdot 100 \text{ м}^3 = 790\,000 \text{ кг} = 790 \text{ т}$ .



### Сұрақтар

1. Заттың тығыздығы деп нені айтамыз? Оның қандай физикалық мағынасы бар?
2. Заттың тығыздығын қалай анықтауға болады?
3. Қандай тығыздық бірліктерін білесіңдер?

- Дененің массасын тығыздығы мен көлемі бойынша қалай есептейді?
- Дененің көлемін массасы мен тығыздығы бойынша қалай есептейді?
- Орташа тығыздық қандай жағдайларда анықталады?



### Жаттығу 3.2

- Массасы 3 кг, ал көлемі 200 см<sup>3</sup> металдың тығыздығы қандай?
- Пішіні күрделі ыдыстың көлемін табу үшін оны өлшейді, сонан соң оны суға толтырып, қайта өлшейді. Сонда бос ыдыстың массасы 10 кг, суы бар ыдыстың массасы 20 кг болады. Судың тығыздығы  $1,0 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Ыдыстың көлемін анықтаңдар.
- Қандай да бір тетік көлемінің  $\frac{1}{3}$  бөлігі қорғасыннан, қалған  $\frac{2}{3}$  бөлігі қалайыдан жасалған. Осы тетік жасалған материалдың орташа тығыздығы қандай?
- Ұзындығы 8 см, ені 4 см, қалыңдығы 2 см алтын кесегінің массасын анықтаңдар. Алтын судан 19,3 есе тығызырақ.
- Бөлменің өлшемі: ұзындығы 4 м; ені 2,5 м; биіктігі 2 м. Егер осы бөлмедегі ауаның тығыздығы 1,3 кг/м<sup>3</sup> болса, онда бөлмені толтырып тұрған ауаның массасы қандай?
- Табанының ауданы  $0,4 \times 0,2$  (м) тікбұрышты параллелепипед түріндегі аквариум 0,15 м биіктігіне дейін сумен толтырылған. Аквариумдегі судың көлемін анықтаңдар. Осы судың массасы қандай? Судың тығыздығы 1000 кг/м<sup>3</sup>.



### Эксперименттік зерттеу

- Мензурка көмегімен таза су мен сүттің көлемдерін, ал таразымен массаларын анықтаңдар. Осы мәліметтерді пайдаланып, олардың тығыздығын табыңдар. Бұл анықталған мәндерді кестеде берілген мәліметтермен салыстырыңдар.



### Теориялық зерттеу

- Қазақстанда шығарылатын жүк таситын вагонның ұзындығы 13 м, ені 3,2 м; биіктігі 3,5 м; таситын жүктің шекті салмағы 60 т; өз салмағы 15 т. Вагонмен ең көп дегенде қандай көлемде темір, көмір және ағаш тасуға болатынын есептеңдер. Түрлі жағдай үшін жүгі бар вагонның орташа тығыздығын анықтаңдар.
- Дүкеннен сатып алған алманың тығыздығын анықтаудың бірнеше айла-тәсілдері болуы мүмкін. Өздерің ұсынған амалдар мен тәсілдерді жазбаша түрде баяндап, сыныптағы достарыңмен талқылаңдар.

**№ 3 зертханалық жұмыс. Қатты денелер мен сұйықтардың тығыздығын анықтау**

**Жұмыстың мақсаты:** таразы көмегімен дененің массасын анықтауды үйрену.

**1 - т а п с ы р м а.** Денені таразыға тарту арқылы массасын өлшеу

**Құрал-жабдықтар:** иінді таразы, ұсақ гирлер, параллелепипед төрізді білеуше және массасы әртүрлі кішігірім бірнеше дене.

**Жұмыстың барысы.** Дененің массасын анықтау тәсілдерінің бірі – таразы көмегімен өлшеу. Осындай таразылармен өлшеу кезінде оның

бір табақшасына (сол жақтағы) массасы белгісіз дене, ал екіншісіне (оң жақтағы) таразыны теңгеретін гiрлер салынады. Дененің массасы таразыны теңгеретін гiрлердің массасына тең. Ол үшін:

1) таразыны өлшеуге дайындаңдар. Таразының дұрыс теңгерілгеніне көз жеткізiңдер;

2) таразының тепе-теңдігін бұзып алмау үшін өлшенетін денені және гiрлерді таразы табақшаларына жайлап қою керек;

3) денені гiрлермен теңгеріп болғаннан соң, таразы табақшасындағы гiрлердің жалпы массасын есептеңдер.

Өлшеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар:

| Тәжірибе реті | Өлшенетін дене | Дененің массасы, г | Дененің массасы, кг |
|---------------|----------------|--------------------|---------------------|
| 1.            |                |                    |                     |
| 2.            |                |                    |                     |
| 3.            |                |                    |                     |

### 2 - тапсырма. Қатты денелердің тығыздығын анықтау

*Құрал-жабдықтар:* тығыздығы анықталатын денелер, иінді таразы, ұсақ гiрлер, мензурка, сызғыш, жіп.

*Жұмыстың барысы:* 1) алдыңғы берілген тапсырмадағы массасы анықталған денелерді алыңдар. Параллелепипедтің көлемін анықтау үшін сызғышпен оның қабырғаларын өлшендер, сонан соң оның көлемін ( $V = a \cdot b \cdot c$ ) есептеңдер; 2) пішіні күрделі болып келген басқа денелердің көлемін мензурка көмегімен анықтаңдар. Дене тығыздығын формуласымен есептеп, оны  $\text{г}/\text{см}^3$  және  $\text{кг}/\text{м}^3$ -пен өрнектеңдер. Өлшеу және есептеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар:

| Тәжірибе реті | Тығыздығы анықталатын дене | Дененің массасы, г | Дененің көлемі, $\text{см}^3$ | Тығыздық $\rho = \frac{m}{V}$ |                        |
|---------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
|               |                            |                    |                               | $\text{г}/\text{см}^3$        | $\text{кг}/\text{м}^3$ |
| 1.            |                            |                    |                               |                               |                        |
| 2.            |                            |                    |                               |                               |                        |
| 3.            |                            |                    |                               |                               |                        |

### 3 - тапсырма. Сұйықтардың тығыздығын анықтау

*Құрал-жабдықтар:* иінді таразы, ұсақ гiрлер, бөліктері көрсетілген мензурка, зерттелетін сұйықтар (тұздың судағы ерітіндісі, глицерин, керосин т.с.с.).

*Жұмыстың барысы:*

1) Бос мензурканың  $m_1$  массасын таразыда өлшеп анықтаңдар.

2) Мензуркаға зерттейтін сұйықты құйып, оның  $V$  көлемін анықтаңдар және сұйық құйылған мензурканы таразыда өлшеп, олардың жалпы  $m_2$  массасын анықтаңдар.

3) Зерттейтін сұйықтардың массаларын  $m = m_2 - m_1$  формуласы бойынша табыңдар.

4) Формуланы пайдаланып, сұйықтардың тығыздығын есептеңдер.

5) Өлшеу және есептеу нәтижелерін төмендегі кестеге жазыңдар.

| Тәжірибе реті | Тығыздығы анықталатын сұйық | Сұйықтың массасы, г | Сұйықтың көлемі, см <sup>3</sup> | Тығыздық          |                   |
|---------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
|               |                             |                     |                                  | г/см <sup>3</sup> | кг/м <sup>3</sup> |
| 1.            |                             |                     |                                  |                   |                   |
| 2.            |                             |                     |                                  |                   |                   |
| 3.            |                             |                     |                                  |                   |                   |

## § 15

## КҮШ

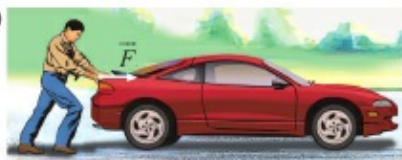
**1.** Күнделікті өмірде біз «күш» ұғымы арқылы бір дененің екінші бір денеге әрекетін сипаттаймыз. Мысалы, қолдың допқа, желдің қайық желкеніне, магниттің темірге, судың жүзгішке әрекеті туралы айтуға болады. Күш ұғымы физиканың негізгі ұғымдарының біріне жатады.



Сурет 3.13

Инерция құбылысын қарастыра отырып, басқа денелермен әрекеттеспейтін дене санақ денесіне қатысты тұзусызықты және бірқалыпты қозғалатынына көзімізді жеткіздік. Ал дененің басқа денелермен әрекеттесуі оның қозғалыс бағытын да, жылдамдығын да өзгертуге өкеледі. Мысалы, ұшып бара жатқан теннис добының қозғалыс бағытын қалақшамен өзгертуге болады (3.13, а-сурет). Өткеншекті тербелткенімізде, онда тыныштықта отырған бала тербелу бағытында қозғала бастайды (3.13, ә-сурет). Бұл келтірілген мысалдар дененің басқа денелермен әрекеттесуі оның қозғалыс бағытының да, жылдамдығының да өзгеруіне өкелетінін көрсетеді. Осындай жағдайларда *денелердің жылдамдығы күш әрекетінен өзгереді* деп айту қабылданған.

Сонымен, **күш** – дененің немесе оның бөліктерінің жылдамдығын өзгертетін **себеп** болып табылады. Ағылшынның ұлы физик-ғалымы Исаак Ньютон күш ұғымына мынадай анықтама берді: «Түсірілген күш дененің тыныштық күйін немесе бірқалыпты қозғалысын өзгертуге жасаған әрекет болып табылады». Күшті бағыттамасы бар  $\vec{F}$  әрпімен, ал оның модулін бағыттамасыз  $F$  әрпімен таңбалайды.



Сурет 3.14



Сурет 3.15

**2.** Массасы әртүрлі дененің қозғалыс жылдамдығын бірдей шамаға өзгерту үшін оған шамасы әртүрлі күш түсіруіміз керек. Мысалы, автомобильді (3.14, а-сурет) немесе жүгі жоқ және жүгі бар арбаларды (3.14, б) орындарынан қозғалтып, оларға бірдей жылдамдық беру үшін әртүрлі күштер түсіріледі. Демек, күштің сан мәні көп те, аз да болуы мүмкін. Сонымен қатар күштің әрекеті сан мәніне (модуліне) ғана емес, оның бағытына да байланысты болады.

Сөйтіп, күш – **векторлық шама**, яғни ол сандық мәнімен қатар, өзінің әрекет ету бағытымен де сипатталады.

Күштің дененің қандай **нүктесіне** түсірілетіндігінің де мәні зор. Расында да, мұны есіктің тұтқасына және топсасына таяу нүктелеріне күш түсіріп ашқанда байқауға болады.

Күш сызбада түсу нүктесі де, бағыты да көрсетілген түзу кесінді түрінде беріледі (сурет 3.15). Кесіндінің ұзындығы шартты түрде қандай да бір таңдап алынған масштабтағы күштің шамасын көрсетеді. Оның бағыты күш әрекетінің бағытымен сәйкес келеді. Бағытталған кесіндінің бастау нүктесі **күштің түсірілу нүктесі** болып табылады.

**3.** Халықаралық SI жүйесінде күш бірлігіне **ньютон (Н)** алынған. Бұл күш бірлігі ұлы ғалым Исаак Ньютонның құрметіне **ньютон** деп аталады. Бір ньютон (1Н) – массасы бір килограмм (1 кг) дененің жылдамдығын бір секунд (1 с) ішінде күштің әрекет ету бағытында әр секунд сайын бір метрге (1 м/с) өзгертетін күш. Ньютон бірлігіне еселенетін бірліктер, мысалы: **килоньютон (кН)**, **меганьютон (МН)** т.б. және оның үлестік бірліктері – **миллиньютон (мН)**, **микроньютон (мкН)** т.б. қолданылады.



Исаак Ньютон  
(1643–1727)

**Ғылым мен техниканың даму тарихынан**

Қартайған шағында Исаак Ньютон өзін даңққа бөлеген Бүкіләлемдік тартылыс заңын қалай ашқандығы туралы сыр шерткен екен.

Бірде жас Ньютон түс мезгілінде ата-анасының қонысындағы алма бағында серуендеп жүргенде піскен алманың бұтақтан үзіліп түскенін көреді. Аспандағы Айға көз салады...

Оның осы уақытта қозғалыс заңдарын зерттеп жүрген кезі екен. Айдың Жерді айнала қозғалатынына көзі жеткен болатын. Сөйтіп ол алманың да қозғалысына, Айдың да қозғалысына бір ғана күш – Жердің денелерді тарту күші себеп болады деген болжамға келіпті. Кейінірек осы болжам негізінде Бүкіләлемдік тартылыс заңын ашады.

**Сұрақтар**

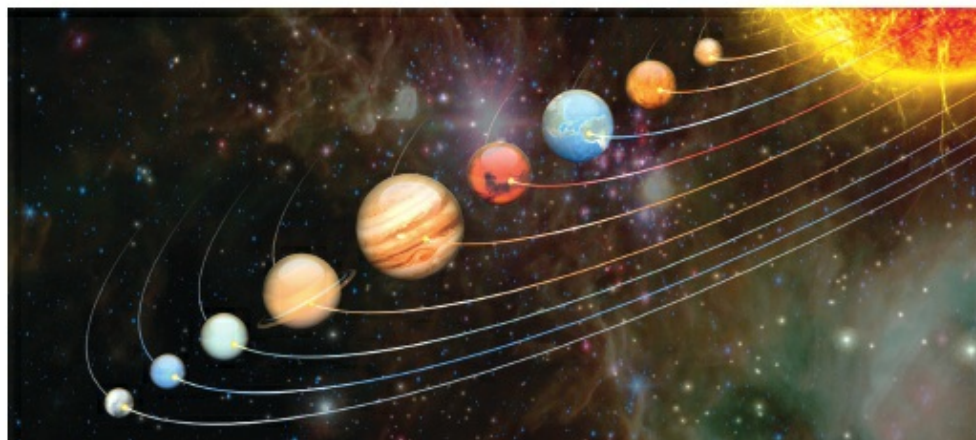
1. Бір дененің екінші денеге әрекеті қалай байқалады?
2. Физикада «күш» деген сөздің мағынасын қалай түсінеді? Күш ұғымына Ньютон қандай анықтама берді?
3. Күш дененің қозғалыс сипатына қалай әрекет етеді?
4. Күш немен сипатталады және сызбада қалай кескінделеді?
5. Күш бірлігі ретінде не қабылданған?
6. Қандай күш бір ньютонға (1Н) тең болады?

**§ 16****ТАРТЫЛЫС ҚҰБЫЛЫСЫ ЖӘНЕ АУЫРЛЫҚ КҮШІ**

**1. Тартылыс құбылысы.** Балалық шағымыздан әрқайсысымызға денелердің Жерге тартылуы жақсы таныс. Мысалы, тебілген доп та, бұтағынан үзілген алма да Жерге түседі. Демек, денелерге Жер тарапынан күш әрекет етеді. Жер өзіне барлық денелерді тартады және өз кезегінде, Жер де барлық денелерге тартылады. Өзара тартылу Ғаламның барлық денелеріне тән. Мысалы, Күнді айнала қозғалатын планеталар мен астероидтар (кіші планеталар) Күнге де тартылады және өздері де бір-біріне тартылады (сурет 3.16).

Ғаламның барлық денелерінің бір-біріне өзара тартылуы *гравитациялық өзара әрекеттесу* деп аталады (латын «gravitas» – тартылыс деген сөз).

Денелердің үлкен-кішілігіне және кеңістіктегі орындарына қарамай, бір-біріне тартылысын қамтамасыз ететін айрықша қасиеті



Сурет 3.16. Күннің тарту күші планеталар мен астероидтарды өз орбиталарында ұстап тұрады

бар орта **гравитациялық өріс** деп аталады. Ал тартылыс күштерін **гравитациялық күштер** деп атайды.

**2. Бүкіләлемдік тартылыс заңы.** Екі дененің арасында әрекет ететін тартылыс күштері немесе басқаша айтқанда, гравитациялық күштер ұлы ағылшын ғалымы Исаак Ньютон тұжырымдаған **Бүкіләлемдік тартылыс заңымен** анықталады.

Бүкіләлемдік тартылыс заңы денелердің массалары неғұрлым үлкен болса, олардың арасындағы тартылыс күші де соғұрлым үлкен болатынын айғақтайды. Ал денелердің массалары азайған сайын және арақашықтықтары артқан сайын тартылыс күштері кему береді. Сондықтан массалары аз және өте алыста орналасқан денелердің тартылыс күштерін сезіну өте қиын.

Денелердің өзара тартылысы массаның тағы бір маңызды қырын ашады: **масса денелердің инерттілігінің өлшемі ғана емес, олардың өзара гравитациялық әрекеттесуінің де өлшемі** болып табылады.

Аспан денелерінің арасындағы тартылыс күштері аса үлкен. Өйткені олардың массалары да орасан зор шамаларды құрайды. Мысалы, Жердің массасы  $6 \cdot 10^{24}$  кг, ал Айдың массасы  $7,35 \cdot 10^{22}$  кг; ал Жерден Айға дейінгі қашықтық шамамен 384 000 км. Ал, олардың массалары өте үлкен болғандықтан, өзара тартылыс күші

$2 \cdot 10^{20}$  ньютоны құрайды. Жердің массасы Ай массасынан 81,6 есе үлкен. Сондықтан Ай Жердің тартуынан босай алмай, оны төңіректеп 29,5 тәулікте бір рет айналып отырады. Алайда, Ай да Жерді  $2 \cdot 10^{20}$  ньютон күшпен тартады. Міне, осы күш Жер бетіндегі мұхит суларының тасуы мен қайтуын тудырады. Тәулігіне екі рет судың орасан зор массалары Айға қараған бетте бірнеше метрге дейін көтеріліп, ал қарсы бетте кері қайтып отырады.



Сурет 3.17.  
Ауырлық күші  
Жердің центріне  
қарай бағытталады

**3. Ауырлық күші.** Бүкіләлемдік тартылыс күшінің Жердегі көрінісін жоғары лақтырылған дененің Жерге қарай тартылып, кері құлауынан да байқаймыз.

*Денелердің Жерге тартылу күшін ауырлық күші* деп атайды, оны  $\vec{F}_a$  әрпімен белгілейді және ол әрқашан төмен Жердің центріне қарай бағытталады (сурет 3.17).

Жүргізілген көптеген тәжірибелерден денеге әрекет ететін ауырлық күші дененің массасына тура пропорционал болатыны анықталған. Оған төмендегі тәжірибе арқылы көз жеткізуге болады. Егер динамометр (серіппелі таразы) ілгегіне кезекпен массалары  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  денелерді іліп, әр жолы динамометр көрсететін  $F_{a1}$ ,  $F_{a2}$ ,  $F_{a3}$  ауырлық күштерін белгілеп отырсақ, онда  $F_{a1}/m_1$ ,  $F_{a2}/m_2$  және  $F_{a3}/m_3$  қатынастарының тұрақты екеніне көз жеткіземіз:

$$\frac{F_{a1}}{m_1} = \frac{F_{a2}}{m_2} = \frac{F_{a3}}{m_3} = \text{const.}$$

Сонымен барлық денелер үшін ауырлық күшінің дене массасына қатынасы тұрақты шама болады. Бұл тұрақты шаманы  $g$  (латынша оқылуы «же») әрпімен белгілеп, яғни  $\frac{F_a}{m} = g$  формуласын аламыз. Бұл формуланы мына түрде жазамыз:

$$F_a = mg.$$

Бұдан *денеге әрекет ететін ауырлық күші дене массасына тура пропорционал* болатынын көреміз.

Жерге құлаған денелер үшін тұрақты  $g$  шамасы жуықтап алғанда 9,8 ньютон килограмға ( $g=9,8$  Н/кг) тең. Бұл шама массасы 1 кг кез келген денені Жердің 9,8 Н күшпен тартатындығын көрсетеді. Оны *еркін түсу үдеуі* деп атайды (еркін түсу үдеуі ұғымымен жоғары сыныптарда танысатын боламыз).

Өте дәл өлшеулер  $g$  тұрақтысының мәні Жердің географиялық ендігіне байланысты болатынын көрсетеді. Мысалы, солтүстік полюсте



$g=9,832$  Н/кг болса, экваторда  $g=9,780$  Н/кг,  $45^\circ$  географиялық ендікте  $g=9,806$  Н/кг. Еркін түсу үдеуінің мұндай ауытқулары Жер пішінінің түп-тура шар тәріздес еместігін көрсетеді. Шынында да, Жер полюстерден экваторға қарай қысыңқы шар тәріздес болып келеді. Сонымен қатар бұл шама дененің Жер бетінен көтерілу биіктігіне байланысты азая береді. Теңіз деңгейінде  $g=9,8066$  Н/кг, Хантөңірі шыңында (6995 м) –  $9,78$  Н/кг.

Жер бетіндегі денелер үшін есептеулер жүргізу кезінде бұл шаманың аздаған өзгерістерін елемей, оның орташа шамасы алынады ( $g=9,8$  Н/кг).

Ауырлық күші мен массаның арасындағы тура пропорционалдық дене массасын динамометрмен өлшеуге де мүмкіндік туғызады. Ол үшін Жердегі немесе басқа аспан денелеріндегі (мысалы, Айдағы, Марстағы т.с.с.) динамометрлердің шкалалары эталондық массалар арқылы масса бірліктеріне градуирленеді. Осылайша градуирленген динамометрлердің 1 кг массаны ілген кездегі созылуы әртүрлі аспан денелерінде әртүрлі болады (сурет 3.18).



Сурет 3.18. Бірдей массаны аспан денелері әртүрлі күшпен тартады

**4. Басқа планеталардағы ауырлық күші.** Әртүрлі планеталарда массалары бірдей денелерге әрекет ететін ауырлық күші түрліше болады. Аспан денесінің массасы неғұрлым аз болса, оның денелерді өзіне тартатын күші соғұрлым аз болады. Мысалы, массасы 1 кг денені Жер –  $9,81$  Н, Ай –  $1,62$  Н, Марс –  $3,86$  Н күшпен тартады (сурет 3.18), яғни ауырлық күші Жердегіге қарағанда Айда 6 есе, Марста 2,6 есе аз.

Сондықтан  $\frac{F_g}{m}=g$  қатынасы да (яғни  $g$  еркін түсу үдеуінің шамасы да) әр планетада әртүрлі болады. Мысалы, Жерде  $g=9,8$  Н/кг, ал Меркурийде  $g_{\text{Мерк}}=3,7$  Н/кг, Шолпанда  $g_{\text{Ш}}=8,8$  Н/кг, Марста  $g_{\text{Марс}}=3,8$  Н/кг, Юпитерде  $g_{\text{Ю}}=24$  Н/кг, Сатурнда  $g_{\text{С}}=9,1$  Н/кг болса, Уранда  $8,69$  Н/кг болады. Ал Айдағы тартылыс күші Жердегіден 6 есе аз, сондықтан дененің Айға құлағандағы еркін түсу үдеуі де аз ( $g_{\text{Ай}}=1,6$  Н/кг) болады.



### Сұрақтар



1. Гравитациялық өзара әрекеттесу, гравитациялық өріс және гравитациялық күштер деп нені айтамыз?
2. Денелердің тартылыс күшін кім ашқан және ол қандай шамаларға байланысты өзгереді?
3. Қандай күш ауырлық күші деп аталады?
4. Денеге әрекет ететін ауырлық күші мен оның массасының арасындағы қатынасы қандай?
5. Ауырлық күші мен массаның арасында қандай байланыс бар?
6. Күн жүйесінің қай планетасында денеге әрекет ететін ауырлық күшінің шамасы көбірек?
7. Неліктен денелердің Айға тартылуы Жердегіге қарағанда аз?



### Жаттығу 3.3



1. Денеге әрекет ететін ауырлық күші 10 кН. Ол дененің массасы қандай?
2. Орта ендікте денеге әрекет ететін ауырлық күші 196,12 Н. Дененің массасы қандай? Осы денеге экваторда, полюсте әрекет ететін ауырлық күштерінің шамасы қандай болады?
3. Жүктің массасы 10 кг. Оған қандай ауырлық күші әрекет етеді?
4. Тартылыс күшінің әрекеті тұрғысынан түсіндірілетін, Жер бетінде байқалатын құбылыстарға мысал келтіріңдер.
5. Жерде және Күн жүйесінің басқа планеталарында өздеріңе әрекет етуі мүмкін ауырлық күшін анықтаңдар. Өздеріңнің массаларыңды біледі деп есептейміз.
6. Сендер бір планетада болып, ондағы бір дененің массасын және оған әрекет ететін ауырлық күшін есептеңдер делік. Нәтижелері:  $m=150$  г,  $F=0,57$  Н. Сендер қандай планетада тұрсыңдар?
7. Массасы 2 кг денеге Ай бетінде әрекет ететін ауырлық күшін табыңдар.



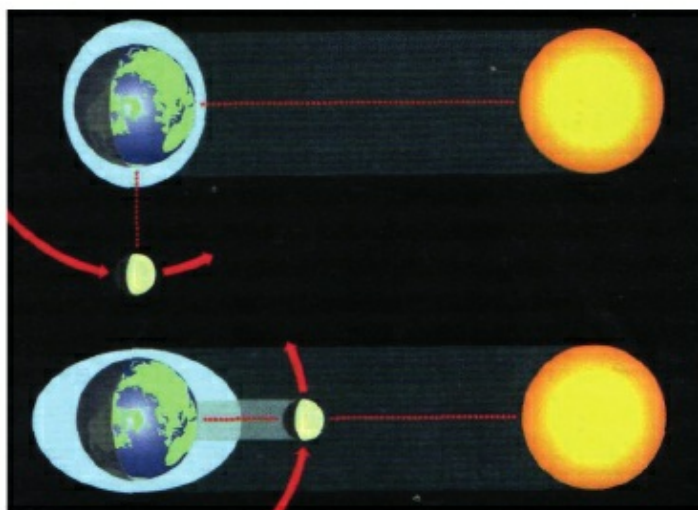
### Практикалық тапсырмалар

1. Мектеп динамометрін пайдаланып, физика кабинетіндегі кейбір жүктердің Жерге тартылу күшін анықтаңдар. Жүктерді таңдағанда мектеп динамометрінің өлшеу шегі – 4 Н екенін ескеру қажет.
2. Кішкене шар алып оны жіпке іліңдер. Жіптің көмегімен шарды көтеріңдер. Шар тербелісін тоқтатқаннан кейін оны бос қоя беріңдер. Шардың құлауын бақылаңдар. Төмендегі сұрақтарға жауап беріңдер:
  - а) неліктен шар жіпті созып тартады?
  - ә) шар қай бағытта құлайды?



### Теориялық зерттеу

Сурет 3.19-да үш аспан денесінің (Күннің, Жердің, Айдың) екі түрлі орналасуы көрсетілген. Жерді қоршаған мұхит суының толықсуы да бейнеленген. Суретті мұқият зерттеп, қандай құбылыстардың орын алып отырғанын және оның себептерін жазбаша талдап түсіндіріңдер. Сонымен қатар Жерді қоршаған ауа қабатының орналасу күйін екі жағдай үшін суреттерін салып сипаттап жазыңдар. Мына сұраққа жауап даярлаңдар: Неге Жерді қоршаған ауа бос ғарыш кеңістігіне тарап кетпейді?

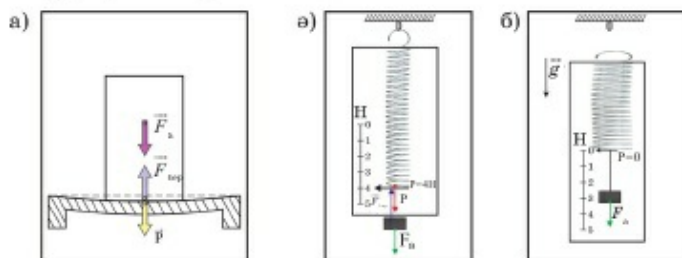


Сурет 3.19. Ай мен Жердің және Күннің әртүрлі орналасқан қалыптары

§ 17

САЛМАҚ

**1.** Қозғалмайтын тіректің үстінде орналасқан денені қарастырайық (сурет 3.20, а). Мұндай жағдайда дене мен тірек өзара әрекеттеседі. §13-те көрсеткеніміздей, денелердің бір-бірімен әрекеті екіжақты сипат алады. Өзара әрекеттесу барысында дене тіректі төмен қарай майыстыра  $\vec{P}$  күшпен қысады. Дененің тірекке түсіретін күшін, әдетте, *салмақ* деп атайды. Өз кезегінде тірек те денеге жоғары қарай бағытталған  $\vec{F}_{сер.}$  күшпен әрекет етеді.



Сурет 3.20

Егер денені аспаға іліп қойса (сурет 3.20, ә), ондай жағдайда да осыған ұқсас көрініс байқалады. Яғни аспа (мысалы: жіп, арқан, сым, серіппе т.с.с.) дененің түсіретін  $\vec{P}$  күшінің әрекетінен керіле созылады. Сөйтіп, майысқан тіректегі сияқты, аспада  $\vec{F}_{сер.}$  күші пайда болады да,  $\vec{P}$  күшіне қарсы бағытта денеге әрекет етеді.

Екінші жағынан, барлық жағдайларда да Жердің тартуы салдарынан денеге  $\vec{F}_a = mg$  ауырлық күші үнемі әрекет етеді. Жоғарыда көрсетілген күштердің мынадай ерекшеліктері бар:

- $\vec{F}_a$  ауырлық күші денеге түсіріледі және оған тұрақты әрекет етеді (сурет 3.20);

- $\vec{P}$  күші тірекке немесе аспаға түсіріледі, ал  $\vec{F}_{сер.}$  күші денеге түсіріледі (сурет 3.20, а және ә);

- егер Жермен салыстырғанда, тірек немесе аспа қозғалмайтын болса (сурет 3.20, а және ә), онда ауырлық күші мен салмақтың модульдері тең болады ( $F_a = P$ ); басқа жағдайларда бұл теңдіктің бұзылуы мүмкін ( $F \neq P$ ).

Сонымен, **Жердің тартуы салдарынан дененің өзімен салыстырғанда қозғалмайтын горизонталь тірекке немесе аспаға түсіретін күші дененің салмағы деп аталады.**

**Ауырлық күші ( $\vec{F}_a$ )** – Жердің денені тартатын күші. Ауырлық күші денеге түседі.

**Дененің салмағы ( $\vec{P}$ )** – дене тарапынан тірекке немесе аспаға әрекет ететін күш. Дененің салмағы тірекке немесе аспаға түседі.

Ауырлық күші денеге үнемі әрекет етеді ( $\vec{F}_a = \text{const}$ ), ал салмақ тірекке немесе аспаға үнемі әрекет ете бермейді. Салмақ жағдайдың өзгеруіне байланысты «өртүрлі мәндерді қабылдай алады (мысалы:  $P = 0$ ,  $P = F_a$ ;  $P < F_a$ ;  $P > F_a$ ). Ендеше салмақ пен ауырлық күштері мүлдем басқаша өртүрлі күштер болып табылады.

**Дененің салмағы – векторлық физикалық шама** және ол  $\vec{P}$  таңбасымен белгіленеді. Басқа күштер сияқты салмақ та ньютонмен (**Н**) өлшенеді.



**2.** Тірек немесе аспа денемен бірге еркін түскен (құлаған) кезде дене тірекке немесе аспаға әрекет етпейді (сурет 3.20, б), яғни салмақ нөлге теңеледі ( $P=0$ ). Дененің өз салмағын жоғалтып, тірекке немесе аспаға әрекет етпейтін ерекше күйі **салмақсыздық** деп аталады. Мысалы, жолаушылар дөңес көпірден (немесе жолдың дөңес бөлігінен) мәшиненен жүйткіп өткенде және өртүрлі аттракциондарда қас қағым сәтте салмақсыздық күйін сезінеді.

Жерді айнала орбита бойымен ұшқан ғарыш кемесінің қозғалтқышы өшірілгеннен кейін, ол тек Жердің тартылыс күші әрекетінен ғана қозғалады. Мұндай жағдайда кеме Жер бетіне

қарай үнемі еркін құлап отырады. Жерге еркін құлап отыратын осындай кеме ішіндегі денелер де, ғарышкерлер де *салмақсыздық* күйін кешіп, еркін «қалықтап жүреді» (сурет 3.21).



Сурет 3.21. Салмақтың жоғалуы

**3.** Дене тірегімен немесе аспамен қоса ауырлық күшінің әрекет ету бағытында немесе оған қарсы бағытта бірқалыпсыз қозғалатын болса, онда салмақ пен ауырлық күшінің арасындағы қатынас өзгертін болады ( $P \neq F_a$ ). Бұл жағдайда дененің салмағы ауырлық күшінен көп немесе аз болуы мүмкін. Мысалы, ғарыш кемесінің Жерден көтерілуі кезінде немесе Жерге оралатын тежелуі кезінде ғарышкерлер асқын салмаққа ұшырайды ( $P > F_a$ ). Мұндай кезде ғарышкерлердің салмағы бірнеше есе артып кетеді де, *асқын салмақтың* батпан күші оларды орындыққа сығымдап қысып тастайды. Асқын салмақ он есе өскен кезде, адамның есінен танатыны тәжірибеде анықталған. Асқын салмақты жолаушылар лифтімен көтеріле бастаған сәтте, жеңіл мәшинемен жолдың ойыс бөлігінен өткен кезде сезінеді.

**4.** Ғарышкерлер аса қиын жағдайда асқын салмақ астында қала отырып та, немесе салмағын жоғалта жүріп те ғарыш кемесін шебер басқарып қана қоймай, күрделі ғылыми-зерттеу жұмыстары мен эксперименттер жүргізеді. Адамзаттың тұңғыш ғарышкері Ю.А. Гагарин 1961 жылы қазақтың киелі өңірі – Байқоңырдан ұшып, тұңғыық Ғаламның қақпасын ашты. Ғарышқа самғаған біздің отандастарымыз – Т. Өубәкіров, Т. Мұсабаев және А. Айымбетовтер де аса күрделі техниканы басқаруда ерлік пен біліктілік үлгісін көрсетті. Ғылымға да, техникаға да, өндіріске де пайдасы зор зерттеулер жүргізді. Өйткені олар басқа да ғарышкерлер сияқты, талай ұшақтарды аспан төрінде ойнатқан аса білікті әрі маман, әрі жаттыққан



Юрий Гагарин



Тоқтар Әубәкіров



Талғат Мұсабаев



Айдын Айымбетов

ұшқыштар еді. Мысалы, Тоқтар Әубәкіров ғарышқа ұшпастан бұрын дыбыстан да жылдам жүйіткітін ұшағын дауылды күні алып толқындармен арпалысып тұрған кемеге қондырып, Кеңестер Одағының Батыры атағын алған болатын.

Гагарин де, Әубәкіров те, Мұсабаев та, Айымбетов те және басқа астронавтар да техника мен физиканың тілдерін жетік меңгерген, жан-жақты дамыған «сегіз қырлы, бір сырлы» тұлғалар ретінде адамзат ұрпағының есінде мәңгі қала береді.



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Орыс ғарышкерлік ілімінің негізін салушы К. Э. Циолковский өзінің «Реактивтік аспаптармен әлем кеңістігін зерттеу» деген еңбегінде асқын салмақ және салмақсыздық туралы төмендегі теориялық деректерді келтіреді.

«... Барлығы да дайын дейік: жобаланды, жасалды, сыналды және біз де зымыранға жайғасып, көтерілуге даярландық...

Ұшуға белгі берілді; құлақ тұндырар шу аралас жарылыс басталды. Зымыран да дір етіп, көкке қарай самғай жөнелді. Біз батпан ауырлықты сезіндік... Зымырандағы ауырлық 10 еседей артса керек. Оны серіппелі таразы немесе динамометр бізге айғақтап тұр...

... Бізді тозақтай жанышқан зілді салмақ... жарылыс пен оның дүмпуі бітпейінше жалғаса береді. Содан кейін өлі тыныштық орнайды да, салмақ әп-сәтте қалай пайда болса, солай жоғалады... Зымыранға бекітілмеген нәрселердің барлығы да өз орындарын тастап, ештеңеге жанаспай, ауада қалықтап жүр; ал егер жанаса қалса, тірекке де, бір-біріне де қысым түсірмейді».

Айта кету керек, адамның ғарышқа ұшуынан әлдеқайда бұрын шыққан Циолковскийдің бұл теориялық еңбегі ғылыми теорияның

эвристический прогнозный роль тамаша ашып көрсетеді. Шынында да, ғарышқа ұшқан барлық ғарышкерлер Циолковскийдің теориялық болжамын практика жүзінде өз бастарынан кешірді.



### Сұрақтар

1. Жермен салыстырғанда дене қозғалмайтын тіректің үстінде орналасқан болса, оларға қандай күштер әрекет етеді? Дененің салмағы дегеніміз не?
2. Дененің салмағы мен денеге әрекет ететін ауырлық күшінің арасындағы айырмашылық неде?
3. Қандай жағдайда дене салмақсыздық күйде болады? Оның зияны бар ма? Талқылап көріңдер.
4. Асқын салмақ қандай жағдайда пайда болады? Оның зияны бар ма?
5. Дене салмақсыздық күйге түскенде, оның Жерге тартылу күші жойыла ма? Дәлелді жауап беріңдер.
6. Адамзаттың тұңғыш ғарышкері туралы және қазақ ғарышкерлері туралы қандай қосымша деректерді білесіңдер?



### Жаттығу 3.4

1. Массасы 1 кг дененің полюстегі және экватордағы салмағын анықтаңдар.
2. Салмағы 500 Н бала салмағы 50 Н қандай да бір денені ұстап тұр. Ол жерді қандай күшпен қысады?
3. Массасы 40 кг баланың Айдағы салмағын анықтаңдар. Айдағы  $g_{\text{Ай}} = 1,6 \text{ Н/кг}$ .
4. Массасы 1 кг денеге Айда 1,6 Н ауырлық күші әрекет етеді. Массасы 50 кг адамның Ай бетіндегі салмағы қандай?



### Практикалық тапсырмалар

1. Ұзындық өлшеуішпен бөлмелеріңнің өлшемін (ұзындығын, енін, биіктігін) анықтаңдар, оларды метрмен өрнектеңдер де, бөлменің көлемін  $V = a \cdot b \cdot c$  формуласы бойынша есептеп шығарыңдар. Ауаның тығыздығын біле отырып, бөлмедегі ауаның массасын  $m = \rho V$  және салмағын  $P = mg$  есептеңдер. Қорытынды жасаңдар.
2. Отандық ғарышкерлер жайында, Циолковский және басқа да зымыран конструкторлары туралы қосымша әдебиеттерден деректер жинап, физика үйірмесінде баяндама жасаңдар; үздік баяндамаларды қабырға газетінде жариялаңдар.

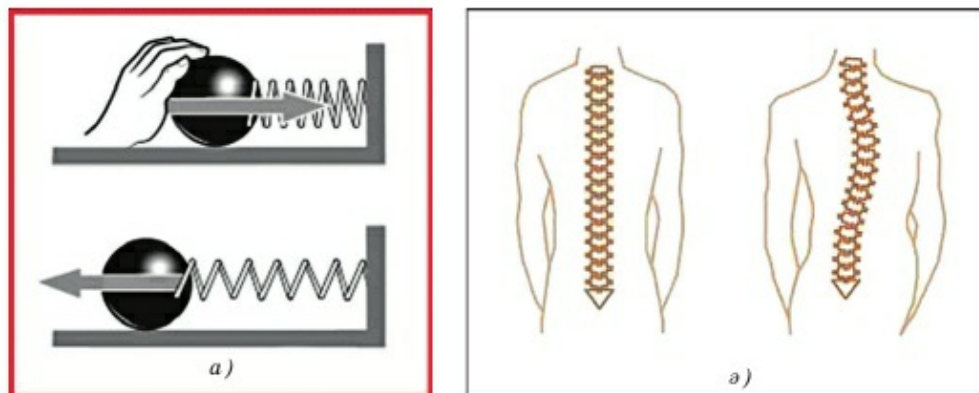
**1.** Денелер бір-бірімен әрекеттескен кезде оларды құрайтын жеке бөліктері қозғалысқа келіп, өздерінің пішіні мен өлшемдерін өзгертеді. Мысалы, серіппе денеге әрекет ете отырып созылады, жұқа таяқша иіледі, қолдың бұлшық еттері қатаяды.

*Дене пішінінің немесе өлшемдерінің өзгеруін деформация деп атайды* (латынша *deformatio* – пішіннің өзгеруі, бұрмалану) деген мағына береді.

Деформация денелердің өзара әрекеттесуі кезінде жүзеге асатындықтан, оған қатысатын екі дене де деформацияланады. Мысалы, қолдың (серіппеге әрекетін алайық (сурет 3.22, а)). Серіппені қысқанда немесе созу кезінде қолдың бұлшық еттері қатаяды, серіппе де өз пішінін өзгертеді. Сол сияқты адамдардың (әсіресе бұғанасы қатпаған жастардың) бір жағына үнемі қисайып отыруы немесе еңкейіп басын салбыратып жүруі салдарынан олардың омыртқа жоталарының да майысып деформациялануы жиі кездеседі (сурет 3.22, ә). «Сколиоз» деп аталатын бұндай ауру оқушылар арасында көп тараған. Зардабын кейінірек таттыратын сколиоздық деформация соңғы кездері ұялы байланыс немесе планшет сияқты электрондық құралдардың экрандарына күндіз де, түнде де жабысып қалған жастар арасында белең алып барады.

**2.** Деформация *пластикалық* және *серпімді* болып бөлінеді.

*Күштің әрекеті тоқтағаннан кейін, дене өзінің бастапқы пішіні мен өлшемін өзгертетін болса, мұндай деформация пластикалық деп аталады.*



Сурет 3.22. Денелердің деформациялануы



Пластикалық деформациядан кейін дене өзінің жаңа пішіні мен өлшемін сақтаса, ондай дене *пластикалық дене* деп аталады. Мысалы, сазбалшықтан көп күш түсірмей-ақ қандай да бір пішіндегі дене жасауға болады. Ал қолымыздың әрекет етуі тоқтағаннан кейін сазбалшық өзінің жаңа пішінін сақтайды.

*Күштің әрекеті тоқтағаннан кейін дененің бастапқы пішіні мен өлшемі қайтадан қалпына келетін болса, мұндай деформация серпімді деп аталады.*

Мысалы, допты тепкен кезде, ол өзінің пішінін өзгертеді, яғни деформацияланады (сурет 3.23, а). Күш әрекеті тоқтағаннан кейін доп бастапқы қалпына келеді. Сол сияқты аздап үрленген ауа шары да оны босатып жібергеннен кейін бастапқы пішінін алады (сурет 3.23, ә).

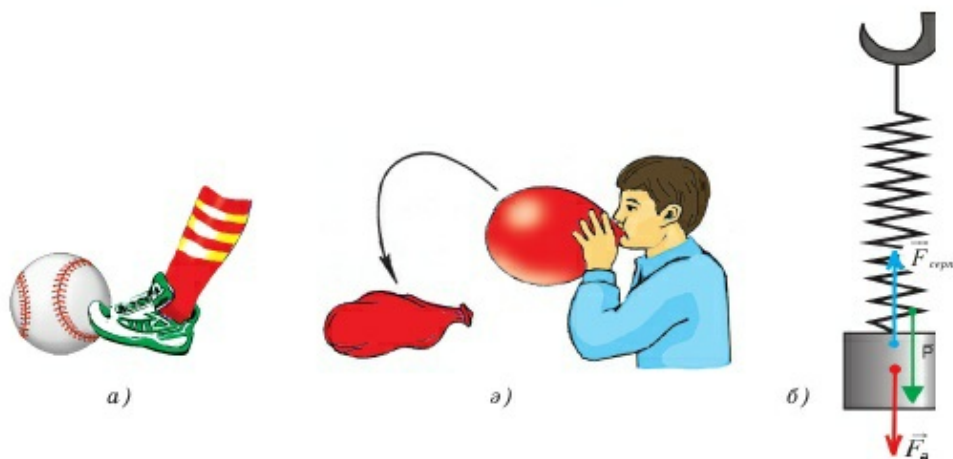
**3.** Дене мен тіректің (аспаның) деформациялануы  $\vec{F}_{серп}$  серпімділік күшінің пайда болуына әкеледі.

*Денелердің деформациясы салдарынан пайда болатын күш серпімділік күші* деп аталады.

Серпімділік күші денелердің алғашқы көлемі мен пішінін сақтау үшін деформацияланған бетке тік бағытталады.

Сонымен серпімділік күші денені *қысқанда, созғанда, майыстырғанда, игенде* пайда болады. Серіппенің ұзаруын қарастырайық (сурет 3.23, б). Серіппеге түсірілген ауырлық  $F_a$  күшінің әрекетінен серіппе деформацияланады. Деформациялануға қарсылық көрсететін әрекет күші –  $F_{серп}$  серпімділік күші пайда болады. Серпімділік күші деформацияны тудыратын денеге (жүкке) түсіретіндігіне назар аударындар.

Серпімділік күші дененің деформациялануы кезінде ғана пайда болады. Дене деформацияланбаған кезде серпімділік күші де болмайды.



Сурет 3.23. Деформация түрлері

Күнделікті өмірде пайдаланылатын көптеген нысандарды (тұрғын үйлерді, тұрмыста және өндірісте кеңінен пайдаланатын нәрселерді) көбінесе қатты әрі берік материалдардан жасайды. Ондай материалдардың деформациясын (созылуын немесе сығылуын) жай көзбен байқап, сезіну мүмкін емес. Сондықтан өртүрлі құрылыс нысандарын салғанда қолданылатын материалдардың өртүрлі деформацияға (созуға, сығуға, бұрауға, т.с.с.) беріктігін алдын ала зерттеуге үлкен мән беріледі.

Тіректің деформациялануы анық байқалмайтын жағдайда (сурет 3.20, а) оның денеге өрекет ететін  $\vec{F}_{серп}$  серпімділік күшін *тіректің реакция күші* деп атайды.



### Сұрақтар

1. Деформация деп нені айтады?
2. Дененің деформациясы қалай пайда болады?
3. Пластикалық деформация деген не?
4. Қандай деформация серпімді деп аталады?
5. Серпімділік күші деп қандай күшті айтады? Ол қалай қарай бағытталған?
6. Қандай жағдайда серпімділік күшін тіректің реакция күші деп атайды?

## § 19

## ГУК ЗАҢЫ

**1.** Серпімділік күші мен серпімді деформацияның арасындағы байланысты 1660 жылы ағылшын физигі Роберт Гук (1635–1703) анықтаған болатын. Кейінірек бұл анықталған байланыс бізге **Гук заңы** деген атпен белгілі болды. Бұл заң былайша тұжырымдалады: *дененің созылуы (немесе сығылуы) кезіндегі серпімділік күшінің модулі дене ұзындығының өзгеруіне тура пропорционал:*

$$F_{серп} = k \cdot |\Delta x|,$$

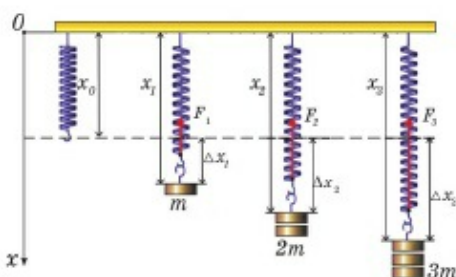
мұндағы  $F_{серп}$  – серпімділік күшінің модулі,  $\Delta x = (x - x_0)$  – дененің созылу немесе сығылу шамасы, яғни дененің ұзындығының өзгеруі;  $x_0$  – дененің бастапқы ұзындығы;  $x$  – деформацияланған дененің ұзындығы;  $k$  – **қатаңдық** деп аталатын пропорционалдық коэффициент. SI жүйесінде қатаңдық *ньютонның метрге қатынасымен (Н/м)* өрнектеледі.

Гук заңынан көрініп тұрғандай, қатаңдық берілген нақты дене үшін тұрақты шама болып табылады:

$$k = \frac{F_{серп}}{\Delta x} = const.$$

**2.** Гук заңының дұрыстығына қарапайым тәжірибе жасап, көз жеткізуге болады (сурет 3.24).

Деформацияланатын дене ретінде серіппені таңдап, оны штативке ілейік. Серіппе ретінде динамометрді алуға болады; оның жәрдемімен  $F$  серпімділік күшін бірден өлшей аламыз. Серіппенің созылуын  $Ox$  осіндегі координаталары бойынша анықтайық. Оның бастапқы ұзындығы  $x_0$  болсын. Массалары бірдей үш жүк алып, олардың бірін серіппеге ілсек, онда серіппе созылады да, оның ұзындығы  $x_1$  болады. Серіппенің созылуын  $\Delta x_1 = x_1 - x_0$  өрнегімен анықтаймыз. Деформацияланған серіппеде оның деформациялануына қарсы әрекет ететін  $F_1$  серпімділік күші пайда болады. Оны динамометрдің көрсетуінен жазып аламыз.



Сурет 3.24. Серпімді деформация

Тәжірибені осылайша жалғастырып, серіппеге қосынды массасы  $2m$  болатын екі жүк, одан кейін қосынды массасы  $3m$  болатын үш жүк ілейік. Өлшеулер серіппенің екі жүк ілгендегі ұзаруын  $\Delta x_2 = 2 \cdot \Delta x_1$  шамасына тең болғанын, ал үш жүк ілгендегі ұзаруын  $\Delta x_3 = 3 \cdot \Delta x_1$  шамасына тең болғанын көрсетеді. Ал, динамометрдің көрсетулеріндегі серпімді күштердің шамаларын салыстырсақ, олардың да ең алғашқы серпімділік күшіне қарағанда екі және үш есе өскенін көрсетеді:

$$F_2 = 2 F_1; \quad F_3 = 3 F_1.$$

Енді барлық үш жағдай үшін төмендегі қатынастарды анықтайық:

$$\frac{F_1}{\Delta x_1}; \quad \frac{F_2}{\Delta x_2} \quad \text{және} \quad \frac{F_3}{\Delta x_3}.$$

Тәжірибеден алынған шамаларды қатынастардағы орындарына қойып, олардың барлығы да тұрақты бір ғана шама екеніне көзіміз жетеді:

$$\frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{F_2}{\Delta x_2} = \frac{F_3}{\Delta x_3} = k = \text{const.}$$

Бұдан  $k$  қатаңдық коэффициентінің берілген серіппе үшін тұрақты шама болып табылатынын байқаймыз. Мұндай қорытынды Гук заңынан да туындайды.

Жоғарыда сипатталған тәжірибеге негіздеп, берілген нақты материалдың қатаңдығын анықтауға болады.

**3.** Тәжірибелер  $k$  қатаңдықтың дене материалына және оның өлшемі мен пішініне байланысты болатынын көрсетеді. Мысалы, ұзындықтары мен диаметрлері бірдей жіңішке сым мен резеңкеге бірдей жүктерді ілсек,

резеңке көбірек созылады. Бұл сымның қатаңдығына қарағанда резеңкенің қатаңдығының аз екенін көрсетеді. Сондай-ақ, жуан сымнан жасалған серіппені, жіңішке сондай сымнан жасалған серіппеге қарағанда созу немесе сығу үшін әлдеқайда көп күш жұмсалады.

Өртүрлі материалдардың серпімділік қасиеттері де түрліше болады. Сондықтан Гук заңын кез келген материалға қолдануға болмайды. Ол тек серпімді денелер үшін және деформация шамасы аз болған жағдайда ғана орындалады. Деформация шамасы едәуір көп болғанда, бұл заң орындалмайды, ал тіпті үлкен деформацияларда дене серпімділік қасиетін жоғалтып, бұзыла бастайды.



### Сұрақтар

1. Гук заңы қалай тұжырымдалады?
2. Гук заңы қандай деформация кезінде орындалады?
3. Серіппенің қатаңдығы деп нені айтамыз? Ол қандай формуламен анықталады?
4. Халықаралық бірліктер жүйесінде қатаңдық қандай бірлікпен өлшенеді?
5. Тәжірибе көмегімен серіппенің немесе резеңке таспаның қатаңдығын қалай анықтауға болады?
6. Біртекті заттан өртүрлі формада жасалған материалдардың қатаңдығы бірдей бола ма? Түсіндіріңдер.



### Жаттығу 3.5

1. Резеңке таспаның қатаңдығы  $7,2 \cdot 10^4$  Н/м. Егер таспаға 10 кН күш әрекет ететін болса, онда ол қандай шамаға созылады?
2. Болат серіппе 245 Н күш әрекетінен 35 мм-ге ұзарды. Серіппенің қатаңдығын анықтаңдар.
3. Серіппенің қатаңдығы  $5 \cdot 10^3$  Н/м. Оның серпімділік қасиеті сақталатын шектік ұзаруы 16 мм. Егер серіппеге 50 Н, 100 Н күш түсіретін болсақ, серіппенің серпімділік қасиеті сақтала ма?
4. Гук заңы орындалатын жіңішке спираль серіппе тірекке вертикаль бекітілген және 160 Н күш әрекетінен 72 мм-ге ұзарған. Серіппеге қосымша 120 Н күш түсірілді. Серіппенің ұзаруын табыңдар.

### № 4 зертханалық жұмыс. Серпімді деформацияларды зерделеу

**Жұмыстың мақсаты:** Серпімділік күшінің серіппенің ұзаруына тәуелділік графигінен қатаңдық коэффициентін анықтау.

**1-тапсырма.** *Серпімді бөлігі серіппе болып келетін мектеп динамометрін градуирлеу*

**Құрал-жабдықтар:** динамометр, миллиметрлік жолақ қағаз, өрқайсысының массасы 102 г болатын жүктер жиыны, қысқышы, сақинасы және жалғастырғышы (муфтасы) бар штатив.

**Жұмыстың барысы:**

1) динамометр шкаласын ақ қағазбен бүркеңдер. Қағаздың екі жағы резеңке сақиналардың көмегімен динамометрге бекітіледі;

2) динамометрге массалары 102 г, 204 г, 306 г және т.б. жүктерді іле отырып, 1 Н, 2 Н, 3 Н т.с.с. күштерге сәйкес келетін көрсеткіш орнын белгілеңдер;

3) көршілес сызықшалардың арасын өлшеңдер. Олар өзара тең бе? Неліктен? Осы шкалада ньютонның оннан бір үлестерін белгілеңдер;

4) өздерің жасаған шкаланы зауытта градуирленген динамометрдің шкаласымен салыстырыңдар;

5) өлшеу дәлдігін бағалаңдар.

**2 - т а п с ы р м а.** *Серпімді дененің ұзаруы мен оған әрекет ететін ауырлық күші арасындағы байланысты графикте анықтау және дененің қатаңдық коэффициентін табу.*

**Құрал-жабдықтар:** қысқышы, сақинасы және жалғастырғышы (муфтасы) бар штатив. Ұзындықтары 15–20 см болатын бірдей екі резеңке жіп, ұзындығы 35–40 см жолақ ақ қатырма қағаз (картон), миллиметрлік қағаз, жүктер жиынтығы, сымнан жасалған ілгек, сызғыш, мектеп динамометрі.

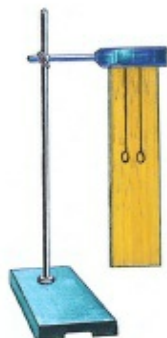
**Жұмыстың барысы:**

1) резеңке жіптердің бір ұшын ілмектеп байлаңдар, екінші жағын қатырма қағазбен бірге штатив қысқышына бекітіңдер (сурет 3.25). Резеңкелердің ұштары бір деңгейде тұруына көңіл аударыңдар. Ол деңгейді қатырма қағазда белгілеп қойыңдар;

2) ілгектің көмегімен массалары  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 2m$ ,  $m_3 = 3m$  жүктерді кезекпен бір жіпке іліңдер;

3) резеңкенің созылған кездегі орнын белгілеңдер;

4) денені ілгектің көмегімен екі жіпке қатар іле отырып, тәжірибені қайталаңдар; өлшеу нәтижелерін кестеге жазыңдар.



Сурет 3.25

| Тәжірибе реті | Резеңкелер саны | Жүктің массасы, г | Ауырлық күші, $F=mg$ , Н | Жіптің ұзаруы, мм | Қатаңдық, Н/м |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| 1.            | біреу           | $m_1 =$           | $F_1 =$                  | $x_1 =$           | $k_1 =$       |
| 2.            | біреу           | $m_2 =$           | $F_2 =$                  | $x_2 =$           |               |
| 3.            | біреу           | $m_3 =$           | $F_3 =$                  | $x_3 =$           |               |
| 1.            | екеу            | $m_1 =$           | $F_1 =$                  | $x_1 =$           | $k_1 =$       |
| 2.            | екеу            | $m_2 =$           | $F_2 =$                  | $x_2 =$           |               |
| 3.            | екеу            | $m_3 =$           | $F_3 =$                  | $x_3 =$           |               |

5) ауырлық күші (серпімділік күші) мен серпімді деформацияның (ұзарудың) арасындағы байланысты координаталар остерін пайдаланып, миллиметрлік қағазда график жүзінде көрсетіңдер. Графиктің кез келген нүктесін алып, оған сәйкес келетін ұзару мен серпімділік күшін екі жағдай үшін анықтаңдар да, қатаңдықты  $k=F/x$  өрнегі бойынша табыңдар. Эксперимент дәлдігі ауқымында Гук заңы орындала ма? Тексеріңдер.

**1. Үйкеліс күші.** Шананы қара жолмен сүйрегеннен гөрі мұз бетімен немесе қар үстімен сүйреген жеңіл болатынын білесіңдер. Тетік-бөлшектері майланбаған велосипедті тебу де, тұрмыстық жиһаздарды еден бетімен жылжыту да қиынға түседі (сурет 3.26).



а)

Домалау үйкелісі



ә)

Тыныштық үйкелісі  
Сурет 3.26.

Тәжірибелер бір дене екінші дененің бетімен қозғалған кезде қозғалыс жылдамдығына қарама-қарсы бағытталған, яғни дененің қозғалысына кедергі жасайтын күш пайда болатынын көрсетеді.

Расында да, кедергі күшінің өрекетінен жол бойымен келе жатқан мәшиненің қозғалтқышы өшірілгеннен кейін ол тоқтайды. Мұзайдынында коньки теуіп жүрген бала да, төбешіктен сырғанап түскен шана да, домалап келе жатқан доп та біраздан соң тоқтайтын болады.

*Дене қозғалған кезде жанасқан беттердің бойымен қозғалысқа қарсы бағытта пайда болатын күш үйкеліс күші деп аталады.*

**2.** Жанасатын денелердің бір-біріне қатысты қозғалысына қарай үйкеліс *сырғанау үйкелісі*, *домалау үйкелісі* және *тыныштық үйкелісі* болып бөлінеді. Бір дене екінші дененің бетімен сырғанаған жағдайда (мысалы, шананың қар үстімен сырғанауы) *сырғанау үйкелісі* туралы айтылады (сурет 3.27, а), дөңгелектердің айналуы



а) Сырғанау үйкелісі



ә) Домалау үйкелісі



б) Тыныштық үйкелісі

Сурет 3.27

жағдайында *домалау үйкелісі* пайда болады (сурет 3.27, ө). Егер денелер бір-біріне қатысты тыныштық қалпын сақтаса (мысалы, дене тау беткейінде жатыр), *тыныштық үйкелісі* туралы айтылады. Өйткені тау беткейінде тыныш жатқан денені сырғытпай ұстап тұрған күш үйкеліс күші болып табылады (сурет 3.27, б).

**Жанасатын беттердің кедір-бұдыр болуы үйкелістің пайда болу себептерінің бірі болып табылады.** Жанасатын беттердегі сансыз көп төмпешіктер бір-біріне ілінісіп, дененің сырғанауына кедергі туғызады. Сондықтан үйкелісті азайту үшін үйкелетін беттерді өңдейді.

Алайда жанасатын беттер өте мұқият өңделген жағдайда олардың молекулаларының бір бөлігі бір-біріне өте жақын орналасады да, өзара әрекеттесу күштері байқала бастайды. **Жанасатын беттердегі молекулалардың өзара тартылысы үйкелістің пайда болуының басты себебі болып табылады.**

**3.** Үйкелісті азайтудың мүмкін жолдарының бірі – *үйкелетін беттерді майлау*. Май қабаты денелердің үйкелетін беттерінің арасын ажыратады да, олардың бір-біріне тікелей жанасуын туғызбайды.

Сондай-ақ материалдардың тиісті түрін таңдау арқылы да үйкеліс күшін өзгертуге болады. Мысалы, резеңкенің топырақ, асфальт, ағаш беттерімен ілінісуі ағаштың ағаш бетімен немесе металдың металл бетімен ілінісуіне қарағанда күштірек. Сондықтан үйкелісті арттыру үшін кейбір тетік-бөлшектерді резеңкеден немесе резеңке қосылған материалдардан жасайды.

Жанасатын беттерді әртүрлі күшпен қысу арқылы да үйкелістің шамасын өзгертуге болады.

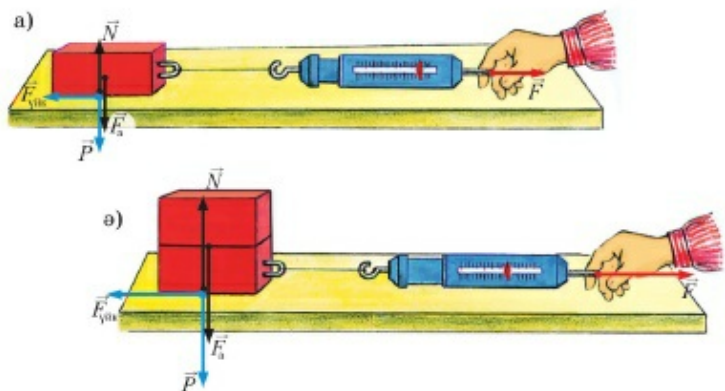
Сонымен *үйкеліс жанасатын беттердің қандай материалдан жасалғандығына*, олардың *өңделу сапасына* және *бір беттің екінші бір бетке түсіретін қысым күшіне* тәуелді болады.

**4.** Жоғарыда айтылғандардың бәрі үйкелісті тек сапалық тұрғыдан сипаттайды. Бұларға қоса үйкелісті (нақтырақ айтқанда, *үйкеліс күшін*) сандық тұрғыдан да сипаттауға болады.

Мысалы, сырғанау үйкеліс күшін сандық жағынан сипаттап анықтау үшін динамометрге байланған ағаш білеушені горизонталь жатқан тақтай үстімен бірқалыпты қозғалысқа келтірейік (сурет 3.28, а). Бірқалыпты қозғалыста қарама-қарсы бағытталған тарту күші мен үйкеліс күші бір-біріне тең болады. Сондықтан динамометрдің көрсететін тарту күші үйкеліс күшінің модулін де анықтайды. Білеушенің үстіне әртүрлі жүк қоя отырып, оның тақтай бетіне түсіретін қысым күшін өзгертуге болады. Бұл кезде үйкеліс күші де өзгереді (сурет 3.28, ө).

**Дененің өзі жанасып тұрған бетке перпендикуляр түсіретін күшін нормаль қысым күші деп атайды.**

Нормаль қысым күшінің модулі тіректің реакция күшіне тең. Нормаль қысым күшінің де, тіректің реакция күшінің де модулін  $N$  таңбасымен белгілейді.



Сурет 3.28. Үйкеліс күшін динамометрмен анықтау

Дененің горизонталь бет бойымен қозғалысы кезінде нормаль қысым күші мен тіректің реакция күшінің модульдері сан мәні бойынша ауырлық күшіне тең болады:  $N=mg$  (сурет 3.28).

Жүргізілген көптеген тәжірибелер **сырғанау үйкеліс күшінің** модулі нормаль қысым күшінің модуліне тура пропорционал екенін көрсетеді, яғни:

$$F_{\text{үйк}} = \mu N,$$

мұндағы  $F_{\text{үйк}}$  – *үйкеліс күшінің модулі*;  $N$  – *нормаль қысым күшінің модулі*;  $\mu$  – *үйкеліс коэффициенті* деп аталатын шама.

Үйкеліс коэффициенті жанасатын беттердің күйіне байланысты болады. Өртүрлі материалдар жұбы үшін сырғанау үйкеліс коэффициентінің мәндері қосымшадағы 4-кестеде келтірілген. Алайда, үйкеліс коэффициенті тек материалдың түріне ғана емес, сондай-ақ олардың өңделу сапасына және басқа да жағдайларға байланысты болатынын ескерген жөн.

**5.** Үйкеліс пайдалы да, зиянды да болуы мүмкін. Сондықтан техникада үйкелісті күшейтуге де, азайтуға да үлкен мән беріледі. Мысалы, мұздақ тротуарлар мен жолдарға құм себіледі. Көлік дөңгелектері мен жол арасындағы жанасуды күшейту үшін жолдарға асфальт, бетон, қиыршық тас төселеді. Дөңгелектердің мұндай жол төсеніштерімен жанасуының өте жоғары болатынын төмендегі үйкеліс коэффициенттері арқылы бағалауға болады: құрғақ асфальтта – 0,6; ылғал асфальтта – 0,4; құрғақ бетонда – 0,95; ылғалды бетонда – 0,85; қара жолда – (0,5–0,7); құм төсеніште – (0,3–0,5). Үйкеліс коэффициенті өте аз ( $\mu=0,15$ ) болатын мұздақ жолда көлікті басқару үшін жүргізушінің асқан шеберлігі қажет болады.

Техникада мәшинелер мен тетіктердің жанасатын беттері арасындағы үйкеліс оларды тез істен шығаруға әкеледі. Сондықтан техникада үйкелісті азайту үшін көбінесе *майлау* қолданады және *подшипниктер (мойынтірек)* мен *ауа жастықтарын пайдаланады*.



1) Жанасатын беттердің арасына май немесе басқа бір сұйық қабатын енгізгенде үйкеліс күрт азаяды. Өйткені үйкелетін беттер бір-біріне тікелей жанаспайды, май немесе басқа сұйық қабаттары арқылы жанасады. Бұны конькимен сырғанау кезінде де байқаймыз. Расында да, конькимен мұз үстімен сырғанау кезінде оның табаны астындағы мұздың еруінен үйкеліс өте аз болады.

2) Шарикті және роликті подшипниктерді пайдаланғанда да үйкеліс азаяды. Өйткені сырғанау үйкелісі домалау үйкелісімен алмастырылады. Мұндай жағдайда үйкелістің ондаған есе азаятындығы зерттеулерде дәлелденген. Сонымен подшипниктерді пайдалану үшін оның ішкі сақинасын мәшиненің (тетіктің) білігіне кигізіп бекітеді. Ал сыртқы сақинасы тірекке орнатылады. Мәшиненің қозғалтқышын қосқан кезде білік пен тірек бір-біріне тікелей жанаспай, подшипниктің сақиналары арасындағы шариктер (кішкене шарлар) мен роликтер (доңғалақ) арқылы жанасып айналады. Подшипниктерді пайдалану жанасатын беттер арасындағы үйкелісті 20–30 есе азайтуға мүмкіндік береді (сурет 3.29).



Сурет 3.29. Подшипниктер

Қазіргі кезде өнеркәсіпте диаметрі шамамен 1 мм-ден 1,5 м-ге дейінгі подшипниктер жасалынады. Мұндай подшипниктермен барлық үлкенді-кішілі мәшинелер жабдықталған. Үлкен мәшинелерге арналып жасалатын подшипниктердің массасы 1 тоннадан да асып кетеді.

3) Ауа жастығын пайдалану арқылы үйкелісті азайту мәшине мен үйкелісетін тіректің арасында жоғары қысымдағы ауа қабатын туғызу нәтижесінде жүзеге асады. Ауа жастығы су және басқа да көліктерде пайдаланылады.



### Сұрақтар



1. Қандай күшті үйкеліс күші деп айтамыз?
2. Үйкеліс не себептен пайда болады?
3. Сендер үйкелістің қандай түрлерін білесіңдер?
4. Горизонталь және көлбеу бетте тыныштықта тұрған денелердің үйкеліс күштерінің айырмашылықтары бар ма?
5. Үйкелу арқылы нәрселер тозады, ескіреді. Өздеріңнің күнделікті өмір тәжірибелеріңнен мысалдар келтіріңдер.
6. Үйкеліс күшін қалай өлшеуге болады?
7. Үйкелістің пайдалы жақтарын көрсететін мысалдар келтіріңдер.
8. Мұз қатқан жолмен автомәшинені жүргізу нәліктен қауіпті? Жаю адам мұндай жағдайда қандай сақтық жасауы қажет?
9. Үйкелісті арттырудың немесе кемітудің қандай тәсілдері бар?



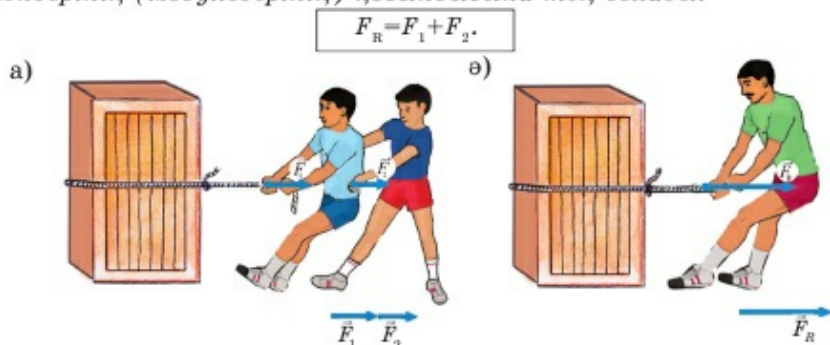
§ 21

**БІР ТҮЗУДІҢ БОЙЫМЕН ДЕНЕГЕ ӘРЕКЕТ  
ЕТЕТІН КҮШТЕРДІ ҚОСУ**

**1.** Күнделікті өмірде де, табиғатта да денеге бір күш емес, бірнеше күш әрекет етеді. Түсірілген бірнеше күштің әрекетінен дене қозғалыс жылдамдығын өзгертуі немесе тыныштық қалпын сақтауы да мүмкін. Тәжірибелер дене жылдамдығының нақ осындай өзгерісін бір ғана күш жұмсау арқылы алуға болатынын көрсетеді. Бұдан: *денеге екі немесе бірнеше күш әрекет етсе, онда осы күштерді әрекеті жағынан оларға тең болатын бір ғана күшпен алмастыруға болады* деген қорытынды жасаймыз.

*Денеге бір мезгілде әрекет ететін бірнеше күштердің әрекеттерін алмастыратын бір ғана күшті сол күштердің теңәрекетті күші деп атайды.*

**2.** Бір түзудің бойында жатқан күштердің теңәрекетті күшін табу үшін §3-те қарастырылған векторларды қосу немесе азайту ережелерін қолданамыз. Өйткені күш векторлық шама болып табылады. Өуелі түзудің бойымен бір бағытта әрекет ететін күштерді қосуды қарастырайық. Мысалы, екі бала бір бағытта біреуі  $\vec{F}_1$  күш, ал екіншісі  $\vec{F}_2$  күш жұмсап, жүк салынған контейнерді орнынан қозғалтсын дейік (сурет 3.30, а). Ал осы контейнерді ересек адам  $\vec{F}_R$  күш жұмсай отырып, бір өзі дәл солай қозғалта алады (сурет 3.30, ө). Бұл жағдайда әрекет етуші  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  және  $\vec{F}_R$  күштерінің бағыттары бірдей, яғни  $\vec{F}_R$  күші  $\vec{F}_1$  және  $\vec{F}_2$  күштерінің *теңәрекетті күші* болып табылады.  $\vec{F}_R$  теңәрекетті күші  $\vec{F}_1$  және  $\vec{F}_2$  күштерін қосу арқылы алынады. Сонымен, *егер екі күш денеге бір бағытта әрекет ететін болса, онда олардың теңәрекетті күші де сол түскен күштердің бағытымен бағытталады, ал модулі осы күштердің сан мәндерінің (модульдерінің) қосындысына тең болады:*



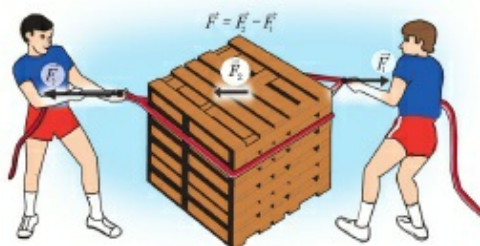
Сурет 3.30. Бағытас әрекет ететін күштерді қосу

**3.** Енді бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытталған күштерді қарастырайық (сурет 3.31). Суретте бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытталған күштердің теңәрекетті күшінің бағыты көрсетілген. Ал оның модулі үлкен күштің модулінен кіші күштің модулін алғанға тең, яғни  $F_R = F_2 - F_1$ . Сонымен бір түзудің бойымен қарама-қарсы әрекет ететін екі күштің теңәрекетті күші туралы мынадай қорытынды жасай аламыз: *егер денеге (материялық нүктеге) қарама-қарсы бағытталған екі күш әрекет ететін болса, онда олардың теңәрекетті күші түсірілген үлкен күш бағытымен бағытталады, ал модулі осы күштердің сан мәндерінің (модульдерінің) айырмасына тең болады:*

$$F_R = F_2 - F_1.$$

Мысалдағы  $\vec{F}_1$  және  $\vec{F}_2$  күштерінің модульдері тең болса, онда тепе-теңдік орын алады да, жүк орнынан қозғалмайды.

Сонымен егер денеге (материялық нүктеге) мәндері бойынша тең, ал бағыттары қарама-қарсы екі күш әрекет етсе, онда олардың теңәрекетті күші нөлге тең болады, яғни  $F_R = 0$ .



Сурет 3.31. Қарама-қарсы бағытталған күштер

Денеге (материялық нүктеге) бірнеше күш түсірілгенімен, олардың теңәрекетті күші нөлге тең болса, ондай дене тыныштық қалпын немесе тұзусызықты бірқалыпты қозғалысын сақтайды.



#### Сұрақтар

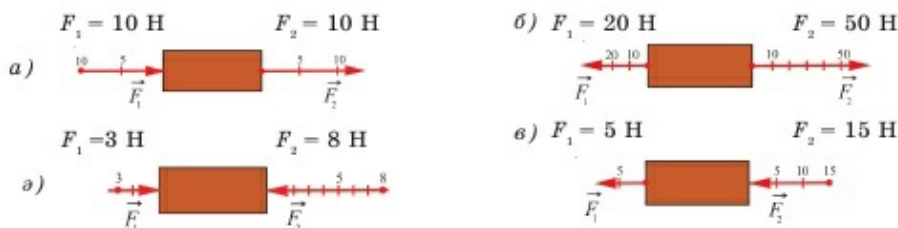
1. Қандай күшті теңәрекетті күш деп атаймыз?
2. Бір түзудің бойымен бір жаққа қарай бағытталған екі күштің теңәрекетті күші неге тең?
3. Бір түзудің бойымен қарама-қарсы жаққа қарай бағытталған екі күштің теңәрекетті күші неге тең? Ол күш қай жаққа қарай бағытталады?
4. Денеге бірнеше күш әрекет еткенде ол тыныштық немесе тұзусызықты қозғалыс қалпын сақтай ала ма? Түсіндіріңдер.





**Жаттығу 3.7**

1. Денеге бір түзудің бойымен бір бағытта үш күш әрекет етеді:  $F_1=50$  Н;  $F_2=100$  Н;  $F_3=150$  Н. Олардың теңәрекетті күші неге тең?
2. Дененің қандай да бір нүктесіне әрекет ететін екі күштің шамасы модулі бойынша 3 Н және 5 Н. Неліктен олардың теңәрекетті күші 8 Н немесе 2 Н болуы мүмкін екенін түсіндіріңдер.
3. 3.32-суретте көрсетілген білеушеге әрекет ететін екі күштің шамалары мен бағыттары бойынша олардың теңәрекетті күшін анықтаңдар. Теңәрекетті күштердің қай жаққа қарай бағытталғанын түсіндіріңдер.



Сурет 3.32

**III тараудағы ең маңызды түйіндер**

**Инерция** – кез келген дененің, егер оған басқа денелер әрекет етпесе, өзінің тыныштық күйін немесе тұзусызықты бірқалыпты қозғалысын сақтау қасиеті.

**Өзара әрекеттесу** – денелердің бір-біріне әрекет етуі.

**Масса** – денелердің инерттілігінің өлшемі.

**Зат тығыздығы** – сол заттың көлем бірлігіндегі массасына тең физикалық шама:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

**Күш** – денелердің өзара әрекеттесуін сипаттайтын физикалық шама.

**Деформация** – дене пішінінің немесе өлшемдерінің өзгеруі.

**Серпімділік күші** – деформацияланған денеде пайда болатын күш.

**Гук заңы:** дененің созылуы (немесе сығылуы) кезіндегі серпімділік күшінің модулі дене ұзындығының өзгеруіне тура пропорционал:

$$F_{\text{серп}} = k \cdot \Delta x.$$

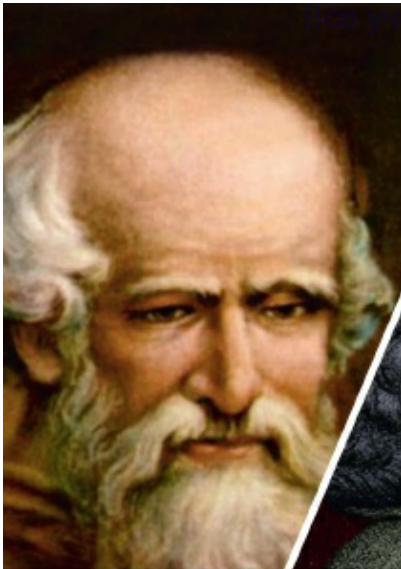
**Ауырлық күші** – Жердің денені тарту күші:

$$\vec{F}_a = m\vec{g}.$$

**Дененің салмағы** – дененің тірекке немесе аспаға түсіретін күші.

**Сырғанау үйкеліс күші** – бір дене екінші дененің бетімен жылжыған кезде пайда болатын күш. Үйкеліс күшінің модулі:

$$F_{\text{үйк}} = \mu N.$$



# 4

ТАРАУ



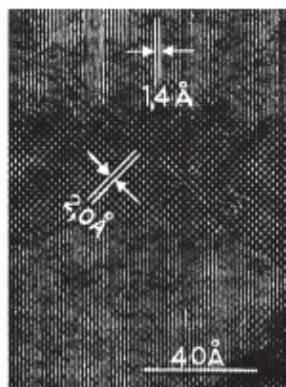
Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті «қысым», «қатты дененің, сұйықтар мен газдардың қысымы», «қысымды өлшейтін аспаптар», «қатынас ыдыстар», «гидравликалық машиналар», «Архимед заңы» сияқты физика ғылымы мен техниканың тілдерін меңгеру үшін аса қажетті негізгі ұғымдар мен заңдар қарастырылады.

§ 22

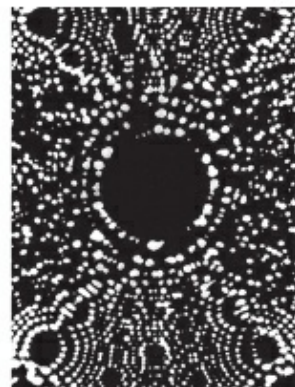
ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ, СҮЙЫҚТАР МЕН ГАЗДАРДЫҢ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ

**1.** Алғаш рет денелердің барлығы да өте кішкентай бөлшектерден тұрады деген көзқарас ертедегі Эллада елінде қалыптасты. Оның негізін салушы – грек ғұламасы Демокрит (б.з.б. 460–370). Ол кез келген денені ұсақтап бөле отырып, ең соңында бөлінбейтін бөлшек – **атомды** (грекше *атомос* – бөлінбейтін) алуға болады деді. Атомдар үздіксіз қозғалады, өртүрлі денелердің атомдарының пішіні мен көлемдері де өртүрлі болады деп пайымдады.

Демокриттің денелер атомдардан тұрады деген данышпан болжамы екі мың жыл өткеннен кейін эксперименттік зерттеулерде дәлелденді. Расында да, электрондық микроскоптың жүздеген мың үлкейтуімен түсірілген суретте алтын кристалындағы атомдардың орналасу тәртібі және олардың арақашықтықтары айқын көрінеді (сурет 4.1). Мұнда бір ангстрем ( $1\text{Å}$ )  $1\text{ см}/100\,000\,000=10^{-8}$  сантиметрге немесе  $1\text{ м}/10\,000\,000\,000=10^{-10}$  метрге тең. Ал иондық проектордың миллиондаған есе үлкейтуімен алынған кескінде вольфрам атомдарының нобайы да жақсы бейнеленген (сурет 4.2).



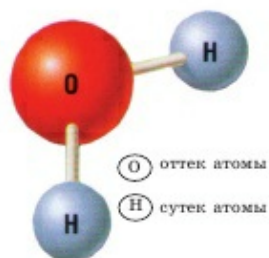
Сурет 4.1. Алтын атомдарының орналасу тәртібі



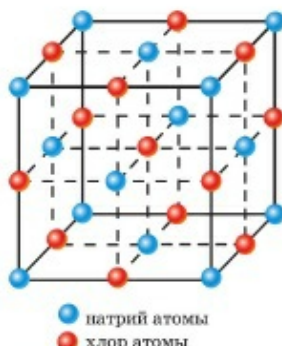
Сурет 4.2. Вольфрам атомдарының көрінісі



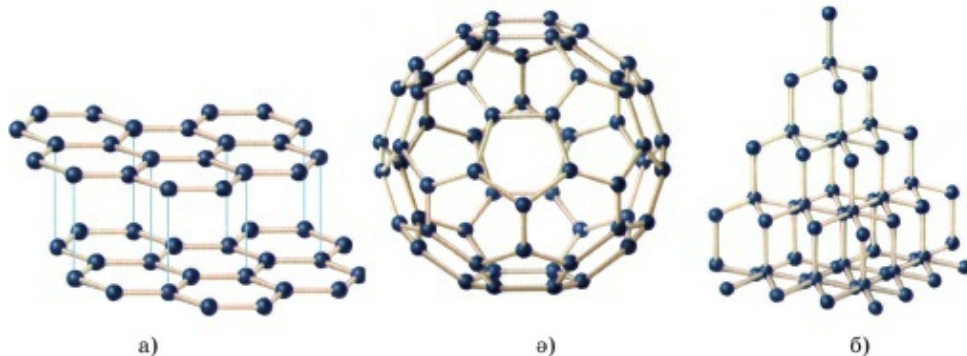
2. Бір-біріне ұқсамайтын әртүрлі атомдар әр-түрлі химиялық элементтердің (мысалы: оттектің, көмірдің, темірдің т.с.с.) қасиеттерін сипаттайды. Атомдар молекулаларға бірігеді. Молекулалар күрделірек заттардың қасиеттерін сипаттайды. Мысалы, судың (будың да, мұздың да) молекуласы екі түрлі химиялық элементтің атомдарынан тұрады (сурет 4.3). Оның құрамында бір-біріне байланысқан бір оттек (химиялық белгіленуі «О») және екі сутек (белгіленуі «Н») атомы бар. Сондықтан су молекуласының формуласын химияда  $H_2O$  деп жазады. Ас тұзының молекуласы натрийдің (Na) бір атомынан және хлордың (Cl) бір атомынан тұрады. Химиялық формуласы: NaCl. Олар кристалдық тор түрінде бір-бірімен химиялық байланысқа түседі (сурет 4.4). Сонымен қатар молекулалары тек біртекті химиялық элементтердің атомдарынан тұратын заттар да жиі кездеседі. Мысалы, үш түрлі зат: *графиттің, алмаздың және фуллереннің* молекулалары тек көміртектің атомдарынан құралған (сурет 4.5). Алайда, олардың молекулалық құрылымдарының әртүрлілігіне байланысты қасиеттері де түрліше болып келеді. Мысалы, графит (сурет 4.5, а) өте жұмсақ және отқа төзімсіз болса, алмаз (сурет 4.5, б) ең қатты зат. Ал, фуллерен (сурет 4.5, ә) жұмсақ, бірақ жоғары температураға төзімді зат. Оның доп тәрізді құрылымындағы молекуласы 60 және одан да көп атомдардың байланысынан құралған.



Сурет 4.3. Су молекуласы



Сурет 4.4. Ас тұзының кристалдық торы



Сурет 4.5. Кристалдық тор: а) графит; ә) фуллерен; б) алмаз

**3.** Сонымен кез келген *дене* немесе зат атомдар мен молекулалардан құралады. Физикада кең қолданылатын *материя*, *зат* және *дене* ұғымдары бір-бірімен байланысты. Алайда, *материя* ұғымы *зат* ұғымына қарағанда кеңірек, ал *зат* ұғымының мағынасы *дене* ұғымына қарағанда ауқымдырақ. Өйткені *дене деп нақты көлемі мен пішіні бар нәрсені айтады*. Ал *зат деп денелерді де, атомдар мен молекулалардан тұратын кез келген басқа нәрсені де айта береді*. Мысалы, будың немесе басқа бір газдың өздеріне төн нақты пішіні мен көлемі жоқ. Ендеше олар *дене емес, бірақ зат қатарына жатады*.

*Дүниеде не бар болса, соның бәрін материя дейді*. Дүниеде денелер мен заттарға қоса әртүрлі сәулелер мен өрістер (мысалы: магнит өрісі, электр өрісі, гравитациялық өріс) бар. Міне, осылардың барлығы – *заттар* да, *өрістер* де *материяға* жатады.

**4.** Көпғасырлық зерттеулердің мәліметтеріне сүйеніп, зат құрылысы молекулалық теориясының үш қағидасын былайша тұжырымдауға болады:

1) *барлық заттар өте ұсақ бөлшектерден – молекулалар мен атомдардан тұрады;*

2) *молекулалар мен атомдар үздіксіз ретсіз қозғалыста болады;*

3) *молекулалар мен атомдар өзара әрекеттеседі.*

Кез келген заттың үш түрлі агрегаттық күйін (қатты, сұйық және газ тәріздес күйлерін) сол заттардағы атомдар мен молекулалардың орналасу қалыптары мен өзара әрекеттері сипаттайды. Қатты күйдегі дененің молекулалары оның сұйық күйіне қарағанда өте тығыз орналасады. Ал сұйық күйдегі молекулалар газ күйіне қарағанда анағұрлым жақынырақ жайғасады. Алайда, *дене қандай күйде болса да молекулалардың қозғалысы мен өзара әрекеті тоқтамайды*. Заттардың молекулалық-кинетикалық теориясының негізгі мағынасы да осыған саяды.

Көптеген денелер қатты күйге ауысқанда оны құрайтын молекулалар (атомдар) *кристалдық тор* құрайды. Барлық металдардың атомдары да кристалдық торларды құрайды. Молекулалары белгілі бір ретпен қайталанып орналасатын денелер – *кристалл денелер*, ал молекулалары ретсіз орналасатындары – *аморф денелер* деп аталады. Кристалл денелерге таза металдар (сурет 4.1 және 4.2), ас тұзы (сурет 4.4) және судың қатты күйі – мұз мысал бола алады. *Шыны* аморф денеге жатады.

5. Заттардың әртүрлі агрегаттық күйде болуы олардың молекулаларының арасындағы өзара әрекеттесу күштерінің әртүрлілігімен түсіндіріледі. Расында да, молекулалардың арасында *тартылыс күші* де, *тебіліс күші* де болады. Белгілі бір  $r_0$  арақашықтықта молекулалардың арасындағы тартылыс күші тебіліс күшін теңгереді. Ал молекулалардың  $r$  арақашықтығы  $r_0$ -ден кіші болса ( $r < r_0$ ), онда олардың арасындағы тебіліс күші тартылыс күшінен үлкен болады. Сөйтіп, қатты денені сығу қиындай түседі. Кері жағдайда, яғни  $r > r_0$  болса, онда молекулалардың арасындағы тартылыс күші тебіліс күшінен артық болады да, қатты денені созу қиынға соғады.

*Пішіні мен көлемін сақтау – қатты денеге тән қасиет.*

6. Әлбетте, қатты дененің ішінде «бос кеңістік» жоқ сияқты сезіледі. Алайда, оның атомдары мен молекулалары бір-бірімен түйісіп тұрмайды (сурет 4.4), жоғарыда айтқандай, белгілі бір  $r_0$  аралықта орналасады. Сөйтіп қатты дене көлемінің орасан мол бөлігін бос кеңістік құрайды. Тіпті, біртұтас атомның да аса үлкен бөлігі «бос кеңістік» болып табылады. Оны төмендегі суреттен оңай аңғаруларыңа болады. Егер атомның орталық ядросын шиенің дөңегіндей етіп үлкейтіп, футбол алаңының ортасына орналастырсақ, онда оны айнала қозғалатын атомның электрондарының орбиталары стадионның ең шеткі орындарына дейін ұлғаяр еді (сурет 4.6).

Денелердің атомдары мен молекулаларының арасындағы бос кеңістікке басқа заттардың атомдары мен молекулалары еніп, орналаса алады.

*Бір заттың молекулаларының арасындағы кеңістікке екінші заттың атомдары мен молекулаларының өтуін диффузия деп атайды.*



Сурет 4.6. Атом көлемінің үлкен бөлігі «бос кеңістік» болып табылады

Диффузияның пайдасы да, зияны да бар. Пайдасына келсек, қоректік заттар мен таза ауадағы оттегі адамның ішкі органдарына өтіп, ағзасын сауықтырады. Ал зиянды жақтарына келер болсақ, ауру тарататын микробтар, түрлі улағыш заттар (темекі түтіні, арақ пен есірткі молекулалары т.с.с.) адам организміне оңай сіңіп, зор зардап шектіреді. Мысалы, адам темекіні қанша рет сорса, сонша минут оның өмірі қысқарады. Арақ пен есірткі естен тандырып, адамды аздырады, қыршынынан қияды. Сондықтан қоршаған ортаның, өз денеңнің тазалығын сақтау, зиянды өдеттен аулақ болу әркімнің адамдық борышы.

**7. Сұйық күйдегі** зат өзінің пішінін оңай өзгертеді, бірақ көлемін сақтайды. *Сұйық* құйылған ыдыстың пішінін қабылдайды. *Аққыштық, көлемін сақтау және пішінін оңай өзгерту – сұйыққа тән қасиет.* Сұйықтың бұл қасиеті күрделі пішінді металл бұйымдарын жасауға пайдаланылады. Ол үшін балқыған металды арнайы жасалған қалыптарға құйып, қатырады.

Сұйықтың молекулалары қатты денелердің молекулаларына қарағанда бір-бірінен алшақ орналасады. Сондықтан олардың арасындағы тартылыс күштері де, тебіліс күштері де қатты денелерге қарағанда кем болады. Сөйтіп, сұйық оңай ағады, оңай бөлінеді. Соған қарамастан сұйықтың *көлемін өзгерту өте қиын.* Өйткені сұйықтардың молекулалары да белгілі бір  $r_0$  арақашықтықта тартылыс күші мен тебіліс күштерінің тепе-теңдігін сақтауға тырысады.

**8. Дененің газ күйіндегі** молекулалары оның басқа күйлеріне қарағанда тіптен алшақ орналасады. Сондықтан газ молекулаларының арасындағы тартылыс күші де, тебіліс күші де іс жүзінде білінбейді. Сол себепті газдың көлемі оңай өзгереді және молекулалары ретсіз үздіксіз қозғала отырып, берілген көлемнің барлық бағытына тарайды.

Ауа – әртүрлі газдардың қоспасы. Ауаның бар екенін, оның газ молекулаларынан тұратынын тыныстап дем алғанда, жел соққанда, жүйрік атпен жүйткі шапқанда сезінеміз. Ауаның бар екенін тәжірибе жасап та байқауға болады. Мысалы, суға шыны стақанды немесе басқа бір ыдысты төңкеріп батыратын болсақ, олардың көлемін су толық толтырмайды. Бұдан ыдыстың «бос» көлемі басқа бір затпен толы екеніне көзіміз жетеді. Ол зат – ауа, дәлірек айтсақ, ауа құрамындағы әртүрлі газдар: мысалы, азот, оттегі, судың буы т.б. заттар.

Зат газ күйіне ауысқанда молекулалардың арақашықтығы әр молекуланың өлшемдерінен анағұрлым үлкен болады да, газ өзінің «пішіні» мен «көлемін» оңай өзгертеді.

Газдардың қатты денелерден де, сұйықтықтардан да басты айырмашылығы – олар берілген көлемді түгел қамтып орналасады. *Газдың тұрақты көлемі мен нақты пішіні болмайды, ол берілген көлемді түгел қамтиды.*

Қорыта айтқанда, кез келген заттың қатты, сұйық және газ күйін, біріншіден, молекулалардың орналасуларына қарап, екіншіден, олардың қозғалыстарына қарап, үшіншіден, молекулалардың өзара әрекеттесуіне қарап айырамыз.



### Сурақтар



1. Зат қандай бөлшектерден тұрады? Зат құрылысы туралы Демокриттің данышпандық болжамы қандай еді және ол қалай дәлелденді?
2. «Дене», «зат» және «материя» ұғымдары арасындағы байланыстар мен айырмашылықтар қандай?
3. Зат құрылымының молекулалық теориясының үш қағидасы қалай тұжырымдалады?
4. Заттың үш агрегаттық күйі қалай аталады және олардың бір-бірінен айырмашылығы қалай түсіндіріледі?
5. Заттың қатты күйіне тән қасиеттері қандай? Кристалл және аморф денелер дегеніміз қандай денелер?
6. Диффузия деп қандай құбылысты айтады? Не себепті диффузия туындайды және оның пайдасы мен зияны қандай?
7. Заттың сұйық күйіне тән қасиеттері қандай?
8. Заттың газ күйіне тән қасиеттері қандай?

## § 23

### ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚЫСЫМЫ

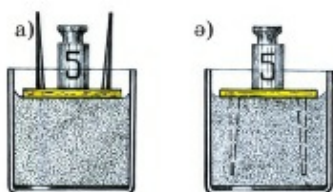
**1.** Біз күнделікті тұрмыста пышақ, қайшы, ине сияқты алуан түрлі құралдарды пайдаланған кезде оларға белгілі бір күш түсіреміз. Алайда, олардың әрекеті осы күш түсетін беттің ауданына тәуелді болатынын байқай бермейміз.

Мысалы, матаны ұшы доғал инеге қарағанда, үшкір инемен тесу оңай; өткір пышаққа қарағанда өтпейтін пышақпен кесу қиын; сол себепті құралдардың кесетін жүзінің ауданын кішірейтіп, өткірлеу үшін әр уақытта да оларды мұқият қайрауға тырысады. Сондықтан құралдар мен аспаптардың әрекетін есептегенде бір дененің басқа бір денеге түсіретін күшінің мәнін ғана емес, осы күш түсетін беттің ауданын да білу маңызды.

Мынадай тәжірибені қарастырайық. Жіңішке төрт аяғы бар кішкене үстелді төңкеріп, ыдыстағы құмның үстіне қояды да, оны массасы 5 кг гір таспен бастырады. Бұл жағдайда үстелдің аяғы құмға батпайды (сурет 4.7, а).

Ал үстелдің бетін жоғары қаратып, үстіне сондай гір тас қойғанда, оның аяғы құмға батып кетеді (сурет 4.7, ө).

Сол сияқты адамның қармен жүруі қиын, өйткені ол қадам басқан сайын қарға омбылайды. Ал аяғына шаңғы байлаған адам қар үстімен



Сурет 4.7



Сурет 4.8

жеңіл жүре алады (сурет 4.8). Мұның себебі не? Шаңғымен де, шаңғысыз да адам қарды өзінің салмағына тең бірдей күшпен басады. Бірақ ол күштің бұл екі жағдайдағы әрекеті бірдей емес. Өйткені шаңғы бетінің ауданы адамның табанының ауданынан жиырма еседей үлкен. Сондықтан ол шаңғымен тұрғанда қар бетінің әрбір шаршы сантиметр ауданын шаңғысыз тұрғандағыдан гөрі жиырма еседей аз күшпен қысады.

Міне, осындай жағдайларда белгілі бір күштің әртүрлі бетке түсіретін әрекеттерінің нәтижелері де әртүрлі болатындығын көрсету үшін *қысым* деген шама енгізіледі. *Қысым түсетін күштің модуліне ғана емес, осы күш перпендикуляр бағытта әрекет ететін беттің ауданына да тәуелді* болады.

*Қысым – дененің бір өлшем бетінің ауданына перпендикуляр бағытта түсетін күш:*

$$\boxed{\text{қысым} = \frac{\text{күш}}{\text{аудан}}} \text{ немесе } \boxed{p = \frac{F}{S}},$$

мұндағы:  $p$  – қысым;  $F$  – бетке перпендикуляр бағытта әрекет ететін күш немесе қысым күші;  $S$  – күш түсетін беттің ауданы.

Сонымен, *қысым деп бір өлшем бетке перпендикуляр бағытта түсетін күшті айтады.*

*Қысым қатты денелерде әрекет ететін күштің бағытымен беріледі.*

Жоғарыдағы формуланы түрлендіріп, қысым күшін және күш түсетін беттің ауданын табуға болады:

$$\boxed{F = pS} \text{ немесе } \boxed{S = \frac{F}{p}}.$$

**2.** SI жүйесінде қысым *паскальмен* (қысқаша Па) өлшенеді. Ол француз ғалымы Паскальдің құрметіне осылай аталған. *Бір паскаль – 1 Н күштің 1 м<sup>2</sup> ауданға түсіретін қысымы: 1 Па=1Н/м<sup>2</sup>.*

Тәжірибеде қысымның *гектопаскаль* (гПа), *килопаскаль* (кПа), *мегапаскаль* (МПа) сияқты неғұрлым үлкен бірліктері де пайдаланылады:

$$\begin{aligned} \text{гПа} &= 100 \text{ Па} = 10^2 \text{ Па}; \\ \text{кПа} &= 1000 \text{ Па} = 10^3 \text{ Па}; \\ \text{МПа} &= 1\ 000\ 000 \text{ Па} = 10^6 \text{ Па}. \end{aligned}$$

**Есеп шығару мысалы.**

Күйтабаққа ине 0,27 Н күшпен әрекет етеді. Егер иненің ұшының ауданы 0,0003 см<sup>2</sup> болса, оның күйтабаққа түсіретін қысымы қандай?

| Берілгені                                         | SI бірлігі бойынша                                        | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F = 0,27 \text{ Н}$<br>$S = 0,0003 \text{ см}^2$ | $F = 0,27 \text{ Н}$<br>$S = 3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$ | Ине күйтабаққа перпендикуляр бағытта $F$ күшпен әрекет етеді. Ендеше ине ұшының табаққа түсіретін қысымы<br>$p = \frac{F}{S}$ формуласы бойынша табылады. |
| $p = ?$                                           |                                                           |                                                                                                                                                           |

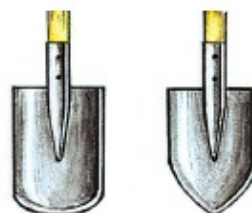
Шешуі:  $p = \frac{F}{S} = \frac{0,27 \text{ Н}}{3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2} = \frac{27 \cdot 10^{-2} \text{ Н}}{3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2} = 9 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9 \text{ МПа}.$

Жауабы: 9 МПа.



**Сұрақтар**

1. Қолмен іс тіккен кезде неліктен бармаққа оймақ киеді? Шаңғысыз жүргенде адам неліктен қарға омбылайды? Жүк машиналарының артқы дөңгелектері қос-қостан болатыны неліктен?
2. Қысым деп нені айтады?
3. Қысымды қалай анықтайды?
4. Қысымның қандай бірліктерін білесіңдер?
5. Қысымды арттырып немесе кемітуге бола ма? Ол үшін не істеу керек?
6. Күректердің қайсысымен жер қазу жеңілрек (сурет 4.9)?



Сурет 4.9. Күректер



**Жаттығу 4.1**

1. 100 см<sup>2</sup> ауданға 50 Н күш әрекет етеді. Қысымды анықтаңдар.
2. Қар үстінде тұрған шаңғышының салмағы 780 Н. Оның әр шаңғысының ұзындығы 1,95 м, ал ені 6 см. Шаңғышының қар бетіне түсіретін қысымын табыңдар.
3. Шынжыр табанды ДТ-75М тракторының массасы 6610 кг, ал оның екі шынжыр табанының тіреу ауданы 1,4 м<sup>2</sup>. Осы трактордың топырақ бетіне түсіретін қысымын анықтаңдар.



**Практикалық тапсырмалар**

1. Тікбұрышты білеушені әр қырымен үстелге қойғанда, ол үстелдің бетіне қандай қысым түсіреді? Динамометрдің көмегімен білеушенің салмағын анықтап алып, оның әртүрлі үш қырының ауданын табыңдар. Үш жағдайдағы қысымның мәнін есептеп, нәтижелерін салыстырыңдар.

2. Еденге қандай қысым түсіретіндеріңді есептеп шығарыңдар.

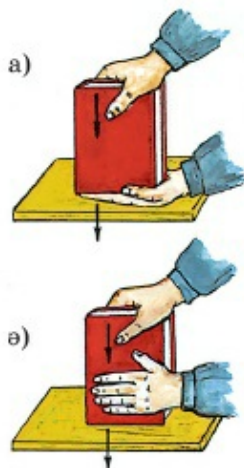
*Жабдықтар:* жайпақ таразы және торкөзді (0,5x0,5 см) қағаз.

Таразы көмегімен өз массаларыңды анықтаңдар. Сендерге әрекет ететін ауырлық күшін есептеп шығарыңдар ( $F = mg$ ). Бір бөтецкеңіз ауданын анықтаңдар: аяқты торкөз сызықты қағазға қойып, табанның контурын сызып алыңдар. Контурдың ішіндегі толық квадраттарды санаңдар ( $N_1$ ) да, оған контур сызықтары өткен толық емес квадраттар санының ( $N_2$ ) жартысын қосыңдар: ( $N = N_1 + N_2$ ). Алынған санды бір квадраттың ауданына көбейтіп, табанның ауданын ( $S$ ) табыңдар. Бетке перпендикуляр әрекет ететін күшті және ауданды біле отырып, өздерің тұрғанда және жүріп бара жатқанда еденге түсіретін қысымды анықтаңдар. Алынған нәтижені салыстырыңдар және қорытынды жасаңдар (қысымның тіреу ауданына байланыстылығы).

§ 24

**СҮЙЫҚТАР МЕН ГАЗДАРДАҒЫ ҚЫСИМ.  
ПАСКАЛЬ ЗАҢЫ**

**1.** 23-параграфтағы материалдарды оқи отырып, қатты денелердің түсіретін қысымы бір бағытта болатынын аңғарамыз. Бұған тағы бір мынадай тәжірибе жасап көз жеткізуге болады: сол қолыңның ашылған алақанын үстел үстіндегі кітаптың қырымен төмен қарай қысып бас (сурет 4.10, а). Сол қолың қысымның артуын сезе ме? Әрине, сезеді. Енді кітапты үстелге қырымен қой да, сол қолыңды кітаптың бүйір бетіне жаната тигізіп, оң қолыңмен кітапты үстінен бас (сурет 4.10, ө). Осы кезде сол қол қысымның артуын сезе ме? Бұл жолы сезбейді.



Сурет 4.10. Қатты дене қысымды тек бір бағытта түсіреді

Міне, осы тәжірибені жасай отырып, кітаптың өзіне түсірілген қысымды бір ғана бағытта (сыртқы әрекет күшінің бағытында ғана) тарататынына көз жеткізуге болады. Ендеше барлық қатты денелер қысымды тек бір бағытта ғана таратады. Мұны қатты денені құрайтын молекулалардың бір нүктенің төңірегінде тербеліп, алысқа ұзап кете алмайтын құрылымы арқылы түсіндіре аламыз. Мұндай молекулалар тербелетін нүкте маңынан ұзап кетпей, тек сыртқы күш бағытына қарай едәуір ығыса алады.

**2.** Ал сұйықтар мен газдарда қысымның берілуі басқаша болады. *Сұйықтар мен газдар қысымды, қатты дене сияқты бір бағытта ғана емес, жан-жаққа бірдей таратады.* Өйткені олардың молекулалары барлық бағытта оңай қозғала алады. Ал қатты дененің молекулалары тек түскен күштің бағытына қарай ығысады.



Ауаның қысымды барлық жаққа бірдей жеткізетінін резеңке шарды үрлеген кезде бақылауға болады. Үрлеген кезде ауаның бір бағытта берілетініне қарамастан, шар барлық бағытта біркелкі ұлғаяды.

Енді сұйықтар мен газдарда қысымның шынында да қалай тарайтынын анықтау үшін Паскаль шары деп аталатын құралмен тәжірибе жасап көрейік. Паскаль шары жан-жаққа бағытталған бірнеше саңылаулары бар шардан және поршеньді цилиндрден тұрады (сурет 4.11). Егер шарға су толтырып, поршеньді бассақ, шар бетіндегі саңылаулардан су барлық бағытта және бірдей ұзындықта шапшып шығатынын байқаймыз. Бұдан қысымның барлық бағытқа бірдей тарайтыны және мәндерінің де бірдей болатыны көрінеді. Бұл сұйықтар мен газдардың өзіне түсірілген қысымды барлық бағытқа бірдей жеткізетінін дәлелдейді.

Көптеген бақылауларға сүйене отырып, француз ғалымы Блез Паскаль сұйықтар мен газдардың қысымы туралы мынадай қорытынды жасады:

**Сұйыққа немесе газға түсірілген қысым барлық бағыт бойынша өзгеріссіз беріледі.** Бұл қағида Паскаль заңы деп аталады.

Сұйықтар мен газдардың қысымды барлық жаққа бірдей жеткізе алуы оларды құрайтын молекулалардың еркін және бейберекет қозғалғыштығымен түсіндіріледі.

**3.** Расында да, газ молекулалары үлкен жылдамдықпен ретсіз қозғалып жүретіні белгілі. Сонда олар бір-бірімен де, өзі тұрған ыдыстың қабырғаларымен де соқтығысады (сурет 4.12). Газдың молекулалары өте көп, сондықтан олардың соқтығысу саны да көп. Мысалы, бөлмедегі ауа молекулаларының 1 с ішінде  $1 \text{ см}^2$  ауданға келетін соқтығысу саны жиырма үш таңбалы ( $10^{23}$ ) санмен өрнектелетіні есептеулер арқылы анықталған. Жеке молекулалардың соққысы әлсіз болғанымен, барлық молекулалар соққысының ыдыс қабырғасына тигізетін әрекеті едәуір үлкен болып шығады. Міне, осыдан газ қысымы пайда болады.

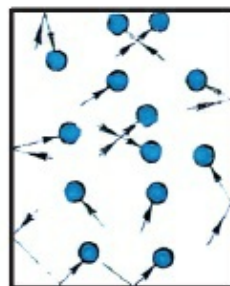
Сөйтіп, газдың ыдыс қабырғасына (немесе газдың ішіндегі денеге) түсіретін қысымы газ молекулаларының бейберекет қозғалып, соқтығысуынан пайда болады және барлық бағытта өзгеріссіз беріледі.



Сурет 4.11. Паскаль шары



Блез Паскаль (1623–1662)



Сурет 4.12. Газ молекулаларының бейберекет қозғалысы



Сурет 4.13. Газ көлемі азайғанда қысымы артады

Егер газдың массасы өзгермейтіндей етіп, оның көлемін азайтса, онда газдың әрбір текше сантиметріндегі молекулалар саны артады (сурет 4.13), соған байланысты газдың тығыздығы да, молекулаларының ыдыс қабырғасына соқтығысу саны да көбейеді, яғни газдың қысымы артады. Ал газдың көлемін үлкейтсек, әрбір  $\text{см}^3$  көлемге келетін оның молекулаларының саны азаяды да, газдың қысымы төмендейді.

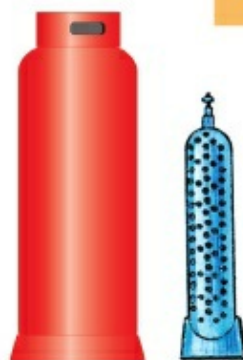
Сонымен газдың массасы мен температурасын өзгертпей көлемін кішірейтсе, оның қысымы артады, ал көлемін үлкейтсе, қысымы кемиді.

Газдарды сақтағанда және тасымалдағанда қатты сығылатындықтан, олардың қысымы артады. Сондықтан газдарды өте берік арнаулы болат баллондардың ішінде ұстайды (сурет 4.14).

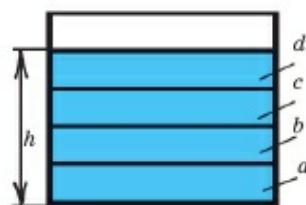
4. Сұйықтардағы қысымды сипаттау үшін ыдыс ішіндегі сұйықты ойша бірнеше қабатқа бөліп қарастырайық (сурет 4.15). Сонда жоғарғы қабаттардағы сұйықтың ауырлық күштері, Паскаль заңы бойынша әрі төмен, әрі жан-жаққа бағытталған қысым түсіреді. Олай болса, ең үлкен қысым  $h$  тереңдіктегі  $a$  қабатқа түседі.

Сөйтіп, сұйық қабаты неғұрлым төмен (тереңде) орналасқан сайын, оның ішіндегі қысым соғұрлым үлкен болады.

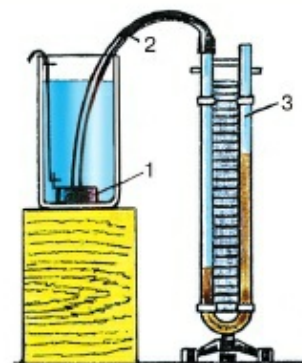
Бұл қорытындыны тәжірибе жасап тексеруге болады. Ол үшін кішкене қорапшаны (1) пайдаланамыз (сурет 4.16). Оның бір жағы жұқа резеңке жарғақпен жабылған.



Сурет 4.14. Қатты сығылған газ болат баллондарда сақталады



Сурет 4.15. Ең үлкен қысым сұйықтың төменгі қабатына түседі



Сурет 4.16. Қысымның тереңдікке байланысты өзгеруі

Қорапша резеңке түтік (2) арқылы манометр (3) деп аталатын құралмен жалғанған. Манометрдің көрсетуі бойынша мынаны бақылаймыз: құралды суы бар ыдысқа неғұрлым терең батырған сайын оған қысым көбірек түседі. Бұл сұйық ішіндегі қысымның тереңдік артқан сайын ұлғаятынын дәлелдейді. Мұндай қорытынды газдар үшін де дұрыс.

Сұйық ішіндегі қысымның тереңдікке тәуелді болатынын адам суға сүңгу кезінде есте ұстауы қажет. Арнайы жаттығусыз үлкен тереңдікке түсу мүмкін емес, өйткені жоғары қысымның әсерінен адам қаны атмосфералық азотпен қанығады. Судың бетіне тез көтерілуге де болмайды, себебі қысымның кенеттен азаюынан азот көпіршік түрінде қаннан бөлініп шығады, яғни қан қайнағандай болады. Азот көпіршіктері қан тамырларын бітеп тастайды да, көп жағдайда адамды ауыр науқасқа шалдықтырады. Егер сүңгуір өзін нашар сезіне бастаса, оны барокамераға орналастырады. Ондағы ауаның қысымы өте жоғары. Сол жерде белгілі бір уақыт ұстағаннан кейін қысымды біртіндеп қалыпты деңгейге түсіреді.

**5.** Енді сұйықтың ыдыс түбіне және қабырғаларына түсіретін қысымын есептеуді қарастырайық. Қысымды есептеп шығару үшін нормаль қысым күшін ол әрекет ететін беттің ауданына бөлу керек екені мәлім.

Мысалы, табанының ауданы  $S$  болатын цилиндр тәрізді ыдысқа массасы  $m$  сұйық құямыз. Сұйықтың ыдыс табанына түсіретін қысым күші берілген сұйыққа әрекет ететін ауырлық күшіне тең. Ауырлық күші сұйық бағанының салмағына тең: ( $F=P=mg$ ). Бұдан ыдыс түбіне түсетін қысым

$$p = \frac{P}{S} \text{ немесе } p = \frac{mg}{S} \text{ болатынын көреміз.}$$

Сұйықтың массасын оның тығыздығы арқылы:  $m = \rho V$ ; ал көлемін – ыдыс табаны ауданын сұйық бағанының биіктігіне көбейту арқылы өрнектеуге болады:  $V=Sh$ . Осы шамаларды жоғарыдағы формулаға қойып, сұйық бағанының ыдыстың табанына түсіретін қысымын анықтаймыз:

$$p = \frac{\rho S h}{S} = \rho g h, \text{ яғни } \boxed{p = \rho g h.}$$

*Алынған формула сұйықтың қысымының ыдыс табанының ауданына тәуелді болмайтынын, тек қана сұйық бағанының  $h$  биіктігіне және оның  $\rho$  тығыздығына тәуелді болатынын көрсетеді.*

Мысалы, биіктіктері бірдей ( $h_{\text{сын}} = h_{\text{су}}$ ) сынап бағаны су бағанына қарағанда ыдыстың табанына 13,6 есе артық қысым түсіреді. Өйткені сынаптың тығыздығы судың тығыздығынан 13,6 есе артық ( $\rho_{\text{сын}} = 13,6 \rho_{\text{су}}$ ).

**6.** Жер шарын тереңдігі 11 километрге дейін болатын мұхит сулары мен биіктігі жүздеген километрге жететін атмосфералық газ қабаттары қоршап тұрады (форзацтың 3-беті). Газдарға келетін болсақ, олардың жоғарғы қабатының төменгі қабатқа түсіретін қысымы да сұйықтағы сияқты,  $p = \rho gh$  формуласымен анықталады. Өйткені қысым түсіру жағынан алғанда, газдардың сұйықтардан өзгешелігі жоқ. Газдың да салмағы бар. Бірақ газдың тығыздығы сұйықтың тығыздығынан жүздеген есе кем екенін есте ұстау керек.

Ең үлкен атмосфералық қысым теңіз деңгейіне сәйкес келеді. Ал теңіз деңгейінен жоғарылаған сайын газдағы атмосфералық қысым азая береді.



### Сұрақтар

1. Қатты дене қысымды қалай жеткізеді? Оны қалай түсіндіруге болады?
2. Сұйықтар мен газдар неліктен қысымды барлық жаққа бірдей жеткізеді? Оны қалай түсіндіруге болады?
3. Паскаль заңы қалай айтылады?
4. Неліктен газдың қысымы сығылғанда артады, ал ұлғайғанда кемиді?
5. Сұйықтар мен газдардың қабаттарының түсіретін қысымы қандай формуламен анықталады және ол қандай шамаларға тәуелді?
6. Цилиндр тәрізді өртүрлі екі ыдысқа массасы бірдей су құйылған (сурет 4.17). Судың ыдыстар табанына түсіретін қысым күші бірдей бола ма? Жауаптарыңды дәлелдендер.
7. Саңылаулары бар цилиндрдегі сұйық ең жоғарғы саңылаудан жақынға, ал ең төменгі саңылаудан неғұрлым алысқа шапшиды (сурет 4.18). Бұл құбылысты қалай түсіндіруге болады?
8. Ішінде суы бар ыдысты таудың биік шыңына орналастырғанда; таудың етегіне орналастырғанда оның бүйіріндегі саңылаудан судың шапшып шығу жылдамдығы бірдей бола ма?
9. Ішінде суы бар ыдыстың резеңке табаны (түбі) Жерде және Айда бірдей майыса ма? Құбылысты түсіндіріңдер.
10. Салмақсыздық жағдайында ғарыш кемесінің кабинасына орналастырылған суы бар ыдыстың резеңке түбі қандай күйде болады?



Сурет 4.17. Өртүрлі ыдыстардағы массасы бірдей сұйық



Сурет 4.18. Ыдыстың төменгі шүмегінен шыққан сұйық алысқа шапшиды



### Жаттығу 4.2

1. Судың, керосиннің, сынаптың 0,6 м тереңдіктегі қысымын табыңдар.
2. Теңіздің 10 900 м болатын ең терең жеріндегі су қысымын есептендер. Теңіз суының тығыздығы  $1030 \text{ кг/м}^3$ .
3. Адам суда 9 м тереңдікке дейін сүңги алады. Осы тереңдіктегі адамға әрекет ететін су қысымын есептеп табыңдар. (Теңіз суының тығыздығы  $1030 \text{ кг/м}^3$ .)
4. 10 балдық дауыл желінің тосқауылға түсіретін қысымы  $1100 \text{ Па}$ . Ауданы  $24 \text{ м}^2$  үй қабырғасына желдің түсіретін қысым күші қандай?



### Практикалық тапсырмалар

1. Биік бір ыдыс алып, оның түбінен және бүйірінен әртүрлі биіктікте кішкентай үш тесік жасаңдар. Ол тесіктерге шырпы тығып бекітіп, ыдысқа толтыра су құйыңдар. Одан соң тесіктерді ашып, олардан шапшып аққан судың ағысын бақылаңдар. Сұйық тереңдеген сайын қысымның ұлғаятындығы неден көрінеді?
2. Шыны ыдысқа (стақанға немесе банкаға) қалаған мөлшерде су құйыңдар. Қажетті өлшеулерді орындаңдар және судың ыдыс түбіне түсірген қысымын есептеңдер.
3. а) Шыны түтікті ішінде суы бар стақанға батырыңдар. Түтіктің жоғарғы ұшын саусақпен қатты жауып тұрып, оны судан шығарыңдар. Түтіктен су неге төгілмейді? Түтіктің жоғарғы ұшын ашыңдар. Енді неліктен су төгіле бастайды?  
ә) Поршені бар шыны түтікті ішінде суы бар стақанға батырыңдар да поршеньді жоғары тартыңдар. Неліктен су поршеньмен ілесе көтеріледі?  
б) Пипеткамен су алыңдар. Суды пипеткадан стақанға төгіңдер. Өз әрекеттеріңді ретімен талдай отырып, сол кездерде байқалған құбылыстарды түсіндіріңдер.

## § 25

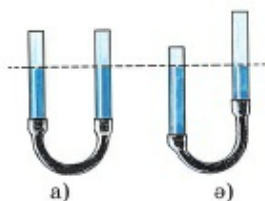
## ҚАТЫНАС ЫДЫСТАР

**1. Ортақ түптері бар ыдыстар қатынас ыдыстар деп аталады** (сурет 4.19). Мұндай ыдыстардың пішіні мен көлемі түрліше болуы мүмкін. Мысалы, өздерің күнделікті көріп жүрген шөйнек, құмған, кофе қайнатқыш (сурет 4.20) қатынас ыдыстарға жатады.

Қатынас ыдыстардың жұмыс принципі түсіну үшін қарапайым тәжірибе жасайық.

Екі шыны түтікті резеңке түтікпен жалғап, оны сумен толтырайық (сурет 4.19, а). Сөйтіп оларды бір-бірімен жоғары-төмен қозғалтып салыстырғанда түтіктердегі судың деңгейі өзгермейтінін көреміз (сурет 4.19, ә).

Сұйық бағанының қысымы оның биіктігіне байланысты болатыны белгілі. Бірақ оң жақтан да, сол жақтан да бірдей атмосфералық қысым түседі, сондықтан қатынас ыдыстың екі тармағындағы *біртекті сұйық* бірдей деңгейде тепе-теңдікте болады.



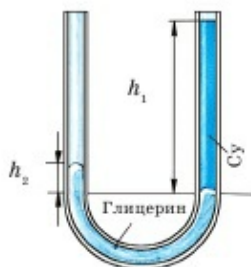
Сурет 4.19.  
Қатынас ыдыстар



Сурет 4.20. Шөйнектер –  
қатынас ыдыстар



Сурет 4.21. Өртгүрлі пішінді қатынас ыдыстар



Сурет 4.22. Глицерин және су құйылған қатынас ыдыстар

Енді суретте көрсетілген шыны түтіктердің біреуін әртүрлі пішінді түтіктермен алмастырып, тәжірибені қайталаймыз. Сонда кез келген пішінді қатынас ыдыстардағы сұйық деңгейлерінің де бірдей болатынын көреміз (сурет 4.21).

Бұдан біз мынадай ережені тұжырымдай аламыз: *кез келген пішінді қатынас ыдыстардағы біртекті сұйықтың беттеріне түсетін ауаның атмосфералық қысымы бірдей болса, онда біртекті сұйықтың әр тармақтағы деңгейлері де бірдей болады (сурет 4.19 және 4.21).*

**2.** Егер қатынас ыдыстардың әр тармағына *әртекті* сұйық құйылса, онда сұйықтар тепе-теңдікке келгенде олардың деңгейлері бірдей болмайды. Мысал үшін мынадай тәжірибе қарастырайық. Қатынас ыдыстар тармақтарының біріне глицерин, ал екіншісіне су құйыық (сурет 4.22). Сонда біз глицериннің  $h_2$  бағаны судың  $h_1$  бағанын теңгеретінін байқаймыз, яғни  $h_1 > h_2$ . Өйткені сұйықтың ыдыс түбіне түсіретін қысымы сұйық бағанының биіктігі мен оның

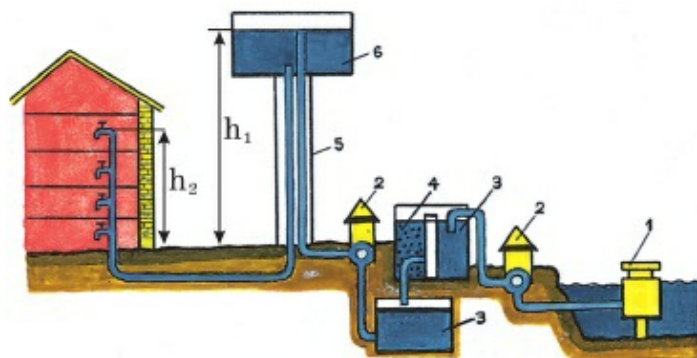
тығыздығына тура пропорционал ( $p = \rho gh$ ) болатынын білеміз. Демек, екі тармақтағы қысымдар тең болғанда, тығыздығы үлкен сұйық бағанының биіктігі тығыздығы аз сұйық бағанының биіктігінен кем болады ( $h_2 < h_1$ ) (сурет 4.22).

Екі (оң және сол) тармақтардағы қысымдардың теңдігі ( $p_1 = p_2$ ) сұйықтардың да тепе-теңдік шарты болып табылатынын ескерсек:  $g\rho_1 h_1 = g\rho_2 h_2$  теңдігін аламыз. Бұдан:

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

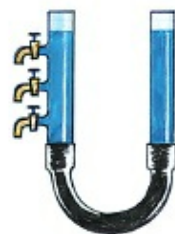
Олай болса мынадай қорытындыға келеміз: *қатынас ыдыстардағы әртекті сұйық бағандарының биіктігі олардың тығыздықтарына кері пропорционал.*

**3.** Қатынас ыдыстарына негіздеп *суқұбырлары* салынады. Олардың көмегімен қаланы, ауылды, өндіріс пен шаруашылық орындарын бір орталықтан сумен қамтамасыз етеді. *Тұрмыстық суқұбыры* тұрғындарға ауызсуды жеткізуге және зауыттар мен мекемелердегі адамдардың тұрмыстық қажетін қанағаттандыруға арналған. *Өнеркәсіптік суқұбыры* тек қана өндірістік және технологиялық қажеттіліктерді қанағаттандырады.



Сурет 4.23. Суқұбыры жүйесі

1-су жинағыш, оған су қоймасынан (өзеннен не көлден) су құйылады; 2-сорғылар, 3-тұндырғыштар, 4-сүзгі, 5-суқұбыры мұнарасы, 6-мұнарадағы таза су жиналатын ыдыс (резервуар).



Сурет 4.24. Шүмектері әр деңгейдегі қатынас ыдыстар

Суқұбырының (сурет 4.23) жұмыс істеу принципі қатынас ыдыстарға (сурет 4.24) негізделген. Қажетті су мөлшерін жинау үшін биік мұнара үстіне үлкен ыдыс орнатылады. Одан үйлерге, тұтынушыларға қарай тармақталған құбырлар жүргізіледі. Құбырдың үйдегі немесе пәтердегі ұшы (шеті) шүмекпен жабылады. Мұнара тармағындағы судың қысымы шүмек тармағындағы судың қысымынан жоғары, өйткені  $h_1 > h_2$  ( $\rho g h_1 > \rho g h_2$ ). Сондықтан шүмекті ашқанда су ағатын болады.

Су қоймасынан мұнара үстіндегі ыдысқа сусорғы арқылы құйылады. Ол өз жолында су жинағыштан, тұндырғыштан, сүзгіден өтеді.



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Ең алғашқы қарапайым суқұбырлары бірнеше мың жылдар бұрын салынған болатын. Ертедегі Мысырда жерасты сулары терең құдықтардан су көтергіштермен көтеріліп, қыш немесе ағаш құбырлар арқылы тұтынушыларға жеткізіліп отырған. Ежелгі Римде одан неғұрлым күрделірек жүйе пайдаланылған. Онда суқұбырлары жыралар, өзендер, жолдар және т. б. арқылы өткізілген. Батыс Еуропада (Парижде) XVII ғасырдың аяғында ағаштан жасалған суқұбырлары салынды. XVIII ғасырда суқұбырын салу Англияда қолға алына бастады. Мәскеуде 1804 жылы орталықтандырылған тұрмыстық суқұбыры, ал Алматыда 1933 жылы алғашқы ағаштан жасалған суқұбыры салынды. 1935 жылдан бастап суқұбырын салу жоспарлы түрде дами бастады. Онда темір-бетон және қыш (керамика) құбырлар пайдаланылды.

Қазақстанда күйдірілген қыштан жасалған суқұбырлары Х–ХІІ ғасырларда Отырар қаласында, Х–ХІ ғасырларда Тараз қаласында салынғаны археологиялық қазба жұмыстарынан белгілі.



### Сұрақтар

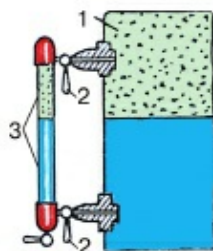
1. Қатынас ыдыстарға қандай мысалдар келтіре аласыңдар?
2. Қатынас ыдыстардың үш тармағы бар. Оларға су, керосин және сынап құйылған. Осы әртекті сұйықтардың еркін беттері қалай және қандай ретпен орналасады? Түсіндіріңдер.
3. Қатынас ыдыстардың қасиеттері қандай тұрмыстық бұйымдарда пайдаланылады?
4. Суқұбырының жұмыс істеу принципі неге негізделген?
5. Мұнаралық суқұбырының құрылысы қандай? Суқұбырының мұнарасы неліктен ең биік жерге салынады?
6. Артезиан құдығы қалай жұмыс істейді?



### Жаттығу 4.3

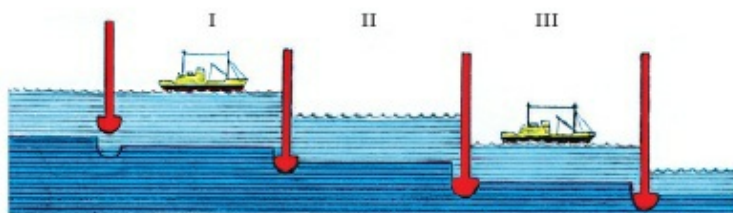


1. Суреттегі қондырғының жұмысын түсіндіріңдер. Бу қазанындағы (сурет 4.25) сұйық деңгейін анықтаңдар. Мұндағы 1-бу қазаны, 2-кран, 3-су деңгейін өлшеуіш шыны.



Сурет 4.25. Бу қазаны үлгісі

2. Субұрқақты (фонтан) қалай жасауға болатынын ойлап көріңдер. Оның сызбанұсқасын сызыңдар және мұндай қондырғының қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңдер.
3. Төменде кемеңі шлюздеу бейнеленген (сурет 4.26). Осы суретке жақсылап назар аударыңдар. Шлюздің (кемеңі деңгейі төмен не жоғары арнаға ауыстыратын гидротехникалық құрылғы) қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңдер. Оның жұмыс істеуінде қандай құбылыс пайдаланылады?



Сурет 4.26. Кеме өткізетін шлюздер





**Практикалық тапсырма**

**Қатынас ыдыстардағы сұйықтың деңгейін бақылау**

*Қажетті жабдықтар:* резеңке түтікпен жалғастырылып, ішіне су толтырылған екі шыны түтік, штатив.

*Тапсырманы орындау реті.* Суы бар түтіктің біреуін штатив қысқышына бекітіп, екінші түтікті әртүрлі бағытта қозғалтыңдар. Мұны су түтіктен төгіліп кетпейтіндей етіп, абайлап орындау керек. Түтіктердегі сұйық деңгейлері қалай орналасатынына назар аударыңдар. Дәптерлеріңе осы тәжірибелердің суреттерін салып, түсініктеме беріңдер.

**§ 26**

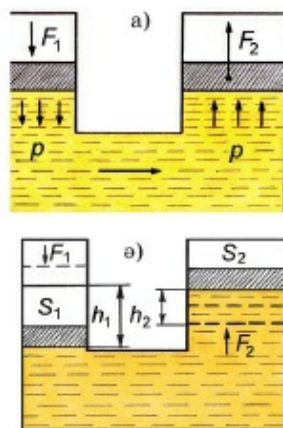
**ГИДРАВЛИКАЛЫҚ МӘШИНЕЛЕР**

**1.** *Жұмыс істеу әрекеті қатынас ыдыстардағы сұйық қысымның таралу заңдарына негізделіп жасалған қондырғылар гидравликалық мәшинелер деп аталады* (грекше *гидор* – су, *аулос* – түтік).

Мақтаны, қағазды, ағаш жаңқасын престоу үшін қолданылатын гидравликалық престер; автомобильдер мен жүк мәшинелеріндегі гидравликалық тежегіштер; тракторлардағы ауыр жүкті көтеруге арналған гидравликалық көтергіштер – міне, осылардың барлығы гидравликалық мәшинелер болып табылады. Өйткені бұлардың барлығында да сұйықтардағы қысым күші пайдаланылады.

Қарапайым гидравликалық мәшине көлденең қималарының аудандары әртүрлі екі цилиндрден тұрады (сурет 4.27). Цилиндрлер бірімен-бірі қатынас ыдыстары арқылы жалғастырылып, оларға сұйық (әдетте *техникалық май*) толтырылады. Цилиндрлерге жылжымалы поршеньдер орнатылған.

Кіші поршеннің көлденең қимасының ауданы  $S_1$ , ал үлкен поршеньдікі  $S_2$  болсын. Егер кіші цилиндрдегі поршеньге  $F_1$  күш әрекет етсе, онда сұйыққа  $p = F_1 / S_1$  қысым түсіріледі. Паскаль заңы бойынша сұйық бұл қысымды өзгеріссіз ( $p = \text{const}$ ) үлкен поршеньге береді. Соның нәтижесінде үлкен поршеньге  $F_2 = p S_2$  күш әрекет етеді, мұндағы  $p = \frac{F_1}{S_1}$ .



Сурет 4.27. Гидравликалық мәшинелердің жармасы

Олай болса,

$$F_2 = pS_2 = \frac{F_1}{S_1} S_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}.$$

Сонымен,  $F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$  өрнегінен мына қатынастардың тепе-теңдігін аламыз:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Бұл теңдіктегі  $\frac{S_2}{S_1} > 1$ , өйткені  $S_2 > S_1$ . Ендеше  $\frac{F_2}{F_1} > 1$ , яғни  $F_2 > F_1$ .

Бұдан мынадай қорытынды туындайды: **гидравликалық машиненің үлкен поршенінің көлденең қимасының ауданы кішісінен қанша есе үлкен болса, үлкен поршеньге сонша есе артық күш әрекет етеді.**

Сөйтіп, гидравликалық машинені пайдаланып, күштен ұтуға болады. Сол себепті де олар техниканың көптеген салаларында кеңінен қолданылады.

Қазіргі қуатты гидравликалық престер 700 000 килоньютонға дейін күш өндіруге мүмкіндік береді. Мұндай престер зауыттарда металл бұйымдарға қажетті пішін мен өлшем беру үшін қолданылады.

**2.** Алайда, гидравликалық престің көмегімен күштен ұтыс алсақ та, арақашықтықтан ұту мүмкін емес. Оған былай көз жеткізуге болады. Кіші поршень (сурет 4.27, ө)  $F_1$  күштің әрекетінен төмен қарай  $h_1$  тереңдікке орын ауыстырып, көлемі  $V = h_1 S_1$  сұйықты ығыстырады. Ығысқан сұйық ауданы үлкен поршеньге қарай өтеді де, оны  $h_2$  биіктікке көтереді: ( $V = h_2 S_2 = h_1 S_1 = \text{const}$ ).

Сөйтіп, үлкен поршень кіші поршеньге қарағанда аз жүріс жасайды ( $h_2 < h_1$ ). Сонда біз күштен ұтып, арақашықтықтан ұтыламыз. Алайда, үлкен поршеньге қарай ағып өтетін сұйықтың көлемі өзгермейді:

$$h_1 S_1 = h_2 S_2 \quad \text{немесе} \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{S_1}{S_2}.$$

Соңғы өрнекті жоғарыдағы  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$  өрнегімен салыстырып, мына

қатынасты аламыз:  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{h_1}{h_2}$ .

Бұл қатынас **күштен қанша есе ұтсақ, арақашықтықтан сонша есе ұтылатынымызды көрсетеді.** Алайда, адам өзінің күші жетпейтін ең ауыр жұмыстарды престің көмегімен орындай алады.



### Сұрақтар

1. Гидравликалық машинелер деп қандай машинелерді айтады? Олардың жұмысына қандай заң пайдаланылады?

2. Гидравликалық прeстiң құрылысы қандай? Ол не үшін қолданылады?

3. Гидравликалық прeстiң Жердегi және Айдағы әрекетiнде айырмашылық бола ма? Олардың бетiндегi массалары бiрдей жүктердi бiрдей биiктiкке көтеруге прeсс иiнiне бiрдей күш түсiруге керек пе? Дәлелдендер.



#### Жаттығу 4.4

1. Гидравликалық мәшиненiң кiшi цилиндрiнiң диаметрi 4 см-ге тең, ал үлкенiнiкi – 50 см. Бұл мәшине күштен қандай ұтыс бередi?

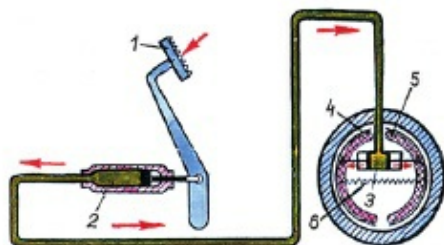
2. Гидравликалық прeсс  $2,7 \cdot 10^3$  Н күш өндiруге керек. Кiшi поршенiнiң диаметрi 3 см, ал үлкенiнiкi – 90 см. Кiшi поршеньге қандай күш түсiруге керек?

3. Гидравликалық прeстiң кiшi поршенiнiң ауданы 5 см<sup>2</sup>, үлкен поршенiнiкi 500 см<sup>2</sup>. Кiшi поршеньге 400 Н, үлкен поршеньге 36 кН күш әрекет етедi. Бұл прeсс күштен қанша ұтыс бередi? Прeстiң күштен максимал (ең көп шамада) ұтыс бере алмайтын себебi неде? Поршень мен прeсс қабырғалары арасында үйкелiс күшi жоқ болған жағдайда бұл прeсс күштен қандай ұтыс беруге тиiс едi?



#### Практикалық тапсырма

Төменде автомобильдiң гидравликалық тежегiшiнiң сызбасы кескiңделген (сурет 4.28). Мұндағы: 1-тежегiш педаль, 2-поршенi бар цилиндр, 3-тежегiш цилиндрлерi, 4-тежегiш қалыптары, 5-тежегiш барабандары, 6-серiппе. Цилиндрлер мен түтiкке сұйық толтырылған. Осы сызба бойынша тежегiштiң қалай жұмыс iстейтiнiн түсiндiрiңдер.



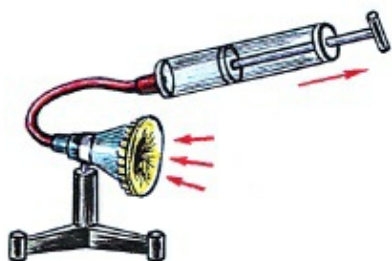
Сурет 4.28. Мәшиненiң гидравликалық тежегiшiнiң сызбасы

## § 27

### АТМОСФЕРАЛЫҚ ҚЫСЫМ. АТМОСФЕРАЛЫҚ ҚЫСЫМДЫ ӨЛШЕУ

**1.** Сендер Жердiң бетiн ауа қабығы – **атмосфера** қоршап тұратынын бiлесiңдер. (Атмосфера – грекше *атмос* – бу, ауа және *сфера* – шар деген екi сөзден құралған.)

Атмосфера бiрнеше қабаттан тұрады. Ауырлық күшiнiң әрекетiнен оның жоғарғы қабаттары төменгi қабаттарына қысым түсiредi. Атмосфера – газ, сондықтан ол Паскаль заңы бойынша өзiне түскен қысымды барлық



Сурет 4.29. Атмосфералық қысымның әрекетін көрсететін құрал

бағытта таратады. Соның салдарынан Жер бетіне және ондағы барлық денелерге *атмосфералық қысым* түседі.

Атмосфералық қысымның әрекетін түсіну үшін мынадай тәжірибелер жасап көрейік. Шыны воронканың бетін ауа шарының үлбір қабығымен жауып, воронканың ішіндегі ауасын сорғымен сорып шығарамыз (сурет 4.29). Сонда үлбір қабық ішке қарай тартылады. Ауаны сорып шығарғанға дейін қабыққа екі жағынан бірдей қысым түседі де, оның керілген беті

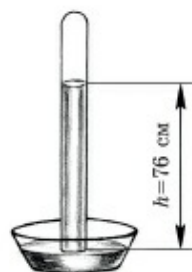
жап-жазық боп тұрады. Воронкадан ауаны сорып шығарған кезде оның ішіндегі ауа азаяды, ал сыртқы атмосфералық қысым қабықшаны ішке қарай қабыстырады.

Екінші тәжірибеде ішкі қабырғаларына тығыз кептеліп тұратын жылжымалы поршені бар шыны түтік алынады. Оны ішінде суы бар ыдысқа батырып, поршеньді сумен жанасқанға дейін түсіреді де, сонан соң қайтадан жоғары қарай жылжытады (сурет 4.30). Сонда поршеньмен ілесіп, су да жоғары көтеріле бастайды. Мұның мәнісі мынада. Атмосфера су бетіне төмен қарай бағытталған қысыммен әрекет етеді. Паскаль заңы бойынша ол қысым барлық бағыттарға бірдей беріледі. Міне, суды поршеньмен ілестіре көтеретін күш нақ осы сыртқы атмосфералық қысым болып табылады.

**2.** Атмосфералық қысымды XVII ғасырда итальяндық ғалым Э. Торричелли тәжірибе жасап зерттеді. Ол ұзындығы 1 м, бір жағы бітеу шыны түтікті сынаппен толтырды. Содан кейін түтіктің аузын жауып, оны сынап құйылған ыдысқа төңкереді (сурет 4.31). Сынаптың ішінде түтіктің төңкерілген аузын ашады. Сонда сынаптың аз бөлігі ыдысқа құйылып, түтік ішінде биіктігі 76 см сынап бағаны қалады.



Сурет 4.30. Атмосфералық қысымның әрекетінен су поршеньмен ілесе жоғары көтеріледі



Сурет 4.31. Атмосфералық қысым сынап бағанасын төмен түсірмей ұстап тұрады

Торричелли өз тәжірибесінің нәтижесін түсіндіріп, сынап бағанын төмен түсірмей ұстап тұрған күш – сыртқы атмосфералық қысым деп дұрыс қорытынды жасады. Атмосфералық қысымның ауа райына байланысты өзгеретінін де алғаш байқаған Торричелли болатын. Кейін *Торричелли қондырғысы* атмосфералық қысымды өлшеу үшін пайдаланыла бастады.

Атмосфералық қысымды сынап бағанының биіктігі (сурет 4.31) бойынша өлшейді. Атмосфералық қысымның бірлігі ретінде *1 мм сынап бағаны (1 мм сын. бағ.)* алынады.

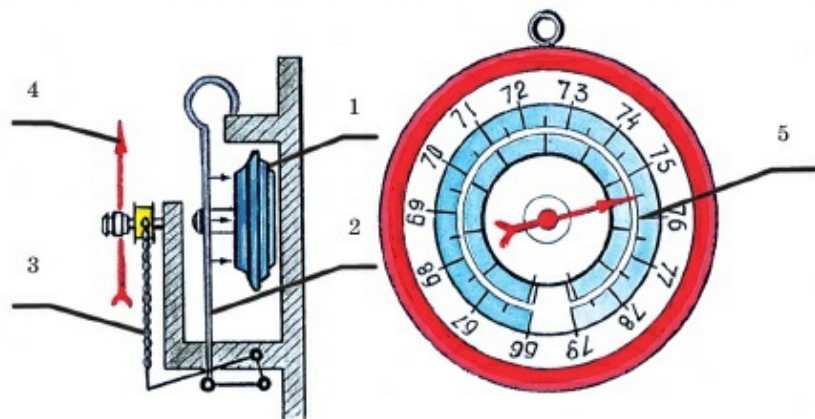
1 мм сын. бағ. = 133,3 Паскаль = 1,33 гектопаскаль (гПа).

**3.** Атмосфералық қысымды өлшеуге арналған құрал *барометр* деп аталады (грекше *барос* – ауырлық, *метрео* – өлшеймін).

Торричелли тәжірибесіндегі сынапты түтікке вертикаль шкала орнатып, қарапайым *сынапты барометр* жасауға болады.

Сынапты барометрдегі сынап бағанының биіктігі 1 метрге жуық болуы керек және оны сынап құйылған ыдысымен бірге тік қалыпта орнату немесе іліп қою қажет. Сондықтан ондай барометрлерді алып жүрудің қиындығы мен ыңғайсыздығын айтпағанның өзінде, олардың аса қауіпті екенін де ескергеніміз жөн, өйткені сынаптың буы – улы зат. Әсіресе кемеде, ұшақта, барометр өте қажет болатын басқа да жағдайларда оны қолдану тіпті мүмкін емес.

Міне, сондықтан атмосфералық қысымды өлшеу үшін қауіпсіз **барометр-анероидтар** (грекше *анероид* – сұйықсыз) кеңінен қолданылады. Барометр-анероид беті толқын тәрізді қатпарланған дөңгелек жұқа металл қорапшадан (1) тұрады (сурет 4.32). Оның ішіндегі ауа сорып шығарылған. Атмосфералық қысымның әрекетінен қорапша қабысып қалмауы үшін оны серіппе (2) арқылы керіп қояды. Атмосфералық қысым өзгергенде қорапшаның көлемі де өзгереді. Соның салдарынан серіппе созылады немесе сығылады. Мысалы, атмосфералық қысым артқанда қақпақ төмен



Сурет 4.32. Барометр-анероид сызбасы

қарай майысады да, серіппе керіліп ұзарады. Ал қысым кемігенде қақпақ қайтадан орнына келеді де, серіппе, керісінше, жиырылады. Беріліс тетігі (3) серіппенің осы қозғалысын құралдың шкаласы бойымен жылжып отыратын көрсеткіш тілшеге (4) береді. Шкала (5) миллиметр сынап бағанымен (мм сын.бағ.), кейде килопаскальмен ( $10^3$  Па) градуирленеді.

Атмосфералық қысым атмосфералық құбылыстармен байланысты болғандықтан, барометр шкаласының көрсетулеріне қарап ауа райын да болжауға болады.



### Сұрақтар



1. Атмосфералық қысымның пайда болу себебі не?
2. Э. Торричелли тәжірибесінің мәнісі неде?
3. Адам неліктен атмосфералық қысымға төзіп, шыдай алады? Адамның тыныс алуы қандай физикалық себептер арқылы жүзеге асады?
4. Атмосфералық қысымның өлшем бірлігіне не алынады?
5. Барометр не үшін қолданылады?
6. Барометр-анероидтың құрылысы қандай? Ол қалай жұмыс істейді?
7. Жер шарының әртүрлі орындарында атмосфералық қысымды үнемі өлшеп отыру не үшін қажет? Мұның метеорологияда қандай мәні бар?



### Практикалық тапсырма

1. Стақанды суға толтырып, оны судың ішінде төңкеріңдер. Одан соң оны жайлап судан шығарыңдар. Сонда стақанның жиегі судың ішінде тұрғанда неге оның ішіндегі су төгілмейді? Жауаптарыңды түсіндіріңдер.
2. Стақанға жартылай су құйып, бетін бір парақ қағазбен жабыңдар. Қағазды қолмен басып тұрып, стақанды төңкеріңдер. Егер қолды қағаздан тартып алсақ, стақандағы су төгілмейді (сурет 4.33). Қағаз стақанның жиегіне жабысып қалғандай болады. Неліктен? Жауаптарыңды дәлелдендер.



Сурет 4.33

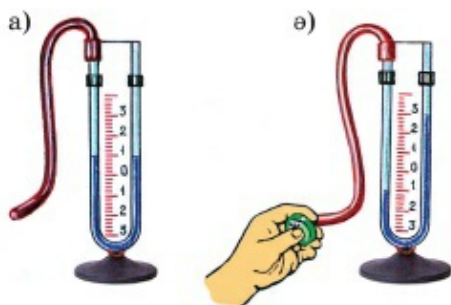
## § 28

## МАНОМЕТРЛЕР. СОРҒЫЛАП

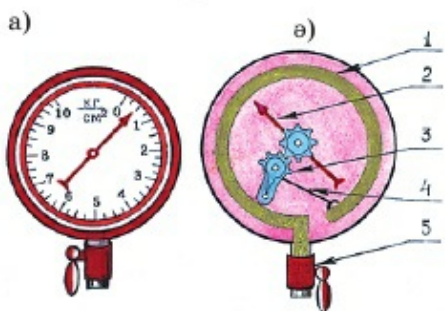
**1.** Табиғат пен техникада қысымы атмосфералық қысымнан жоғары немесе төмен болатын құбылыстар жиі байқалады. Көп жағдайда құбылмалы қысымды арнайы аспаптармен бақылап отыру қажет. Қысымды өлшеуге арналған арнайы аспаптарды *манометрлер* деп атайды. Грекше *манос* – сирек, тығыз емес, ал *metreo* – өлшеймін деген мағына береді.

Қарапайым манометр ішіне сұйық құйылған латынның  $U$  әрпі пішіндес шыны түтіктен (қатынас ыдыстарынан) тұрады (сурет 4.34, а). Сұйық ретінде көбіне су, спирт, май қолданылады. Түтіктің бір тармағы резеңке түтікшемен жалғасады. Егер түтіктің екі ұшы да ашық болса, онда құйылған сұйық оның екі тармағында да бір деңгейде болады (сурет 4.34, а), өйткені ыдыс тармақтарындағы сұйық бетіне тек сыртқы атмосфералық қысым ғана әсер етеді. Енді мензурканың резеңке түтікше кигізілген ұшын «груша» – «алмұрт» пішінді резеңке доппен жалғастырып қосайық (сурет 4.34, ә). Допты жайлап қысатын болсақ, манометрдің бір тармағындағы сұйықтың деңгейі төмен түседі де, екінші тармағындағы сұйықтың деңгейі жоғары көтеріле бастайды. Допты неғұрлым күштірек қыссақ, соғұрлым манометр тармақтарындағы сұйық деңгейлерінің айырымы үлкен болады. Себебі резеңке допты қысқан кезімізде оның көлемі кішірейеді де, ауаның қысымы артады. Паскаль заңы бойынша бұл қысым манометрдегі сұйыққа да беріледі. Сығылған ауаның артық қысымы манометрдің екінші тармағындағы сұйық бағанының түсіретін қысымымен теңгеріледі.

**2.** Техникада көбінесе сұйықтың, газдың немесе будың қысымын өлшеу үшін түтікті металл манометр қолданылады (сурет 4.35). Түтікті манометрді 1848 ж. француз ғалымы Бурдон ойлап тапты. Сондықтан оны *Бурдон манометрі* деп те атайды. Оның жұмыс істеу принципі үрлеген кезде тұзулене түсетін имек түтікшенің қозғалысына негізделген (сурет 4.36). Расында да, металл манометрдің негізгі бөлігі – доға тәрізді иілген металл түтікшеден (1) тұрады (сурет 4.35, ә). Оның бір жағы бітеу болады да, екінші жағы кран (5) арқылы қысымы өлшенетін ыдыспен жалғанады. Қысым артқан



Сурет 4.34



Сурет 4.35.

Металл манометр (Бурдон манометрі)



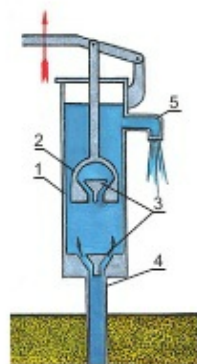
Сурет 4.36. Имек түтікше



Сурет 4.37.  
Медициналық манометр



Сурет 4.38.  
Шприцтер



Сурет 4.39.  
Су сорғысы

кезде түтік түзулене бастайды да, оның бітеу ұшының қозғалысы иіндіктің (4) және тісті тегершіктердің (3) көмегімен аспаптың шкаласы бойымен жылжитын тілшеге (2) беріледі. Қысым кеміген кезде, түтік, керісінше, иіліп, тілше кері бағытта қозғалады.

Адамның қан айналымы жүйесіндегі қысым арнайы құрал сфигмоманометрмен (грекше *sphygmos* – жүрек соғуы) немесе қазір *тонометр* деп аталатын құралмен өлшенді. Бұл құрал адамның қолына кигізілетін манжеттен

және манжет ішінде қысым тудыруға арналған алмұрт пішінді резеңке доп пен ауа қысымын өлшейтін манометрден тұрады. Бұларға қоса сфигмоманометр (тонометр) манжеттегі ауаның өзгерісін тіркейтін электрондық құрылғымен жабдықталады (сурет 4.37).

Қан қысымының жоғары немесе төмен болуын білу оны өзгеріске ұшырататын ауруларды дәл анықтауға көмектеседі. Дені сау адамның қанының жоғары қысымы 110–120 мм сын. бағ., төменгісі 70–80 мм сын. бағ. шамасында болады.

**3.** Атмосфералық қысымның әрекетіне негізделген құрылғылардың біріне *сорғылар* жатады. Сорғылардың кейбір түрін пайдалану арқылы сұйықтар мен газдардың бағытталған қозғалысын тудыруға болады.

Шприц көмегімен дәрі жіберу өздеріңе жақсы таныс. Шприц поршенін жоғары қарай тартқан кезде (сурет 4.38, а), цилиндр ішіндегі қысым кемиді де, атмосфералық қысым әсерінен дәрі оның ішіне енеді. Поршеньді басқан кезде, сұйық үлкен қысыммен тар саңылау арқылы ығысып шығады (сурет 4.38, ә).

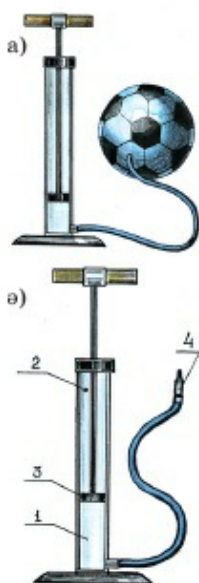
Поршеньді су сорғысының әрекеті де атмосфералық қысымға негізделген (сурет 4.39). Су сорғысы жоғары-төмен алма-кезек тығыз жылжи алатын поршені (2) бар цилиндрден (1) тұрады. Цилиндрдің төменгі бөлігімен поршеньге қақпақшалар (3) орнатылған. Поршень жоғары қозғалғанда, құдықтарға су атмосфералық қысымның әрекетінен құбыр (4) бойымен көтеріліп, төменгі қақпақшаны ашады да, су поршень астындағы цилиндрге енеді. Поршень төмен түскенде, оның астындағы су төменгі қақпақшаны басып жабады. Осы кезде судың түсіретін қысымынан поршеньдегі қақпақша ашылады да, су



жоғары көтеріліп, шүмек (5) арқылы сыртқа құйылады. Поршень қайта жоғары қозғалғанда құбыр (4) бойымен жаңадан су көтеріліп, төменгі қақпақша арқылы поршень астына енеді. Поршень қайтадан төмен түскенде бұл су жоғары көтеріліп, сыртқа ағады.

Сорғының тағы да бір кеңінен таралған түріне велосипед немесе автокөлік камераларына ауа толтыруға арналған сорғылар жатады (сурет 4.40).

Мұндай сорғыларда поршеньді (3) жоғары қарай тартқанда, ауа саңылау (2) арқылы сорғының корпусына (1) енеді (сурет 4.40, ә). Поршеньді басқанда, саңылау жабылады да, ауа қысылып, нипель (4) арқылы камераға енеді. Нипель дегеніміз – екі жағы бұрандалы металл түтік. Ол резеңке түтіктің ұшына немесе допқа, доңғалаққа қақпақшасы бар резеңке түтікше арқылы жалғанады. Ауа сорғыдан қысыммен келген кезде түтікше созылып, оны камераға жібереді. Онда камера ішіндегі қысым сорғы цилиндріндегі қысымнан едәуір артады. Бұл кезде резеңке түтікше қақпақшаны жабады да, ауа түтік арқылы кері қарай өте алмайды. Сорғы цилиндрі ауамен қайтадан толтырылса, барлық үдеріс тағы да қайталанады.



Сурет 4.40.  
Ауа сорғысы



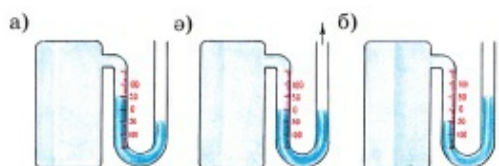
### Сұрақтар

1. Атмосфералық ауа қысымынан жоғары немесе төмен болатын қысымды өлшеуге арналған құралдар қалай аталады?
2. Манометрдің жұмыс істеу принципі қандай заңға негізделген?
3. Ашық сұйықтық манометр қалай жасалған және қалай жұмыс істейді?
4. Металл манометр қалай жұмыс істейді?
5. Су сорғысының құрылысы қандай және ол қалай жұмыс істейді?
6. Шприцтің әрекеті қандай заңға негізделген?
7. Допқа, велосипедке ауа толтыруға арналған қарапайым сорғының құрылысы қандай және ол қалай жұмыс атқарады?

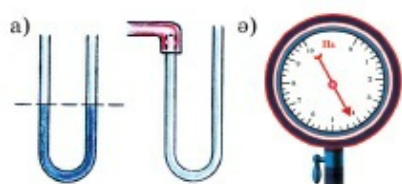


### Жаттығу 4.5

1. Ашық сұйықтық манометрлер ыдыстармен жалғастырылған (сурет 4.41). Осы ыдыстардың қайсысындағы газдың қысымы атмосфералық қысымға тең немесе одан жоғары, немесе одан төмен екенін анықтаңдар.
2. Егер манометрді (сурет 4.42, а) атмосфералық қысымнан төменірек ауасы бар ыдыспен жалғастыратын болсақ, ондағы сұйықтың деңгейі қалай өзгереді?
3. Суретте кескінделген сұлбаны дәптерлеріңе салып толықтырыңдар. Сурет 4.42, ә бойынша манометр қандай қысымды көрсетіп тұр? Манометр шкаласының бір бөлігінің құны неге тең?
4. Сорғылардың поршені неліктен сорғы түтігінің қабырғасына тығыз жанасып тұрады?



Сурет 4.41



Сурет 4.42

5. Ауасыз кеңістікте су сорғысы жұмыс істей ала ма?

6. Атмосфералық қысым сынапты 760 мм-ге дейін көтереді, ал су сынаптан 13,6 есе жеңіл. Сорғының көмегімен су қоймасынан суды қандай биіктікке дейін көтеруге болады?

7. Сорғының көмегімен спиртті қандай биіктікке көтеруге болады? Мұнайды ше?

## § 29

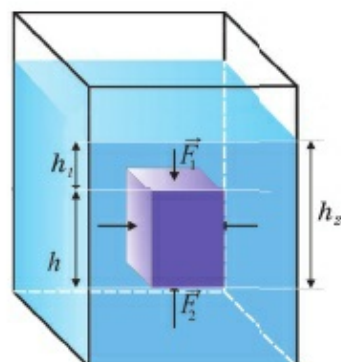
## КЕРІ ИТЕРУШІ КҮШ. АРХИМЕД ЗАҢЫ

**1.** Біз күнделікті өмірде суда жүзіп жүретін денелерді көптеп кездестіреміз. Алып кемелер әлем мұхитының суларында емін-еркін жүзеді (сурет 4.43). Сонда мұндай денелердің сұйыққа батпауының себебі неде? Қандай кері итеруші күш оларды сұйыққа батырмай ұстап тұрады? Бұл сұрақтардың жауабын тұңғыш рет ертедегі грек ғалымы Архимед тапты.



Сурет 4.43. Мұхиттағы кеме

Енді біз де сұйықтағы денеге кері итеруші күшті табуға тырысайық. Ол үшін сұйыққа батырылған биіктігі  $h$ , табанының ауданы  $S$  болатын параллелепипед тәрізді денені қарастырайық (сурет 4.44). Сұйықтың түсіретін қысым күші барлық жаққа тарайды. Дененің бүйір жақтарына сұйық тарапынан әрекет ететін күштер тең және олар бірін-бірі теңгеріп тұрады. Бұл күштердің әрекетінен дене тек сығылады. Ал сұйықтың төменгі қабатындағы қысым оның жоғарғы қабатының қысымынан үлкен. Сондықтан сұйыққа батырылған денеге жоғары қарай бағытталған **кері итеруші күш** әрекет етеді. Бұл күшті теориялық есептеу жолымен және тәжірибе жасап анықтауға болады.



Сурет 4.44. Сұйыққа батырылған денеге әрекет ететін күштер

**2.** Сұйыққа батырылған денеге әрекет ететін кері итеруші күштің нақты шамасын теориялық есептеу жолымен табайық.

Дененің жоғарғы бетіне қалыңдығы  $h_1$  сұйық қабатының төмен қарай бағытталған  $\vec{F}_1$  күші әрекет етеді. Оның модулі қысымның формуласы ( $p = F/S$ ) бойынша табылады:

$$F_1 = p_1 S = \rho_c g h_1 S,$$

мұндағы:  $p_1 = \rho_c g h_1$  – дененің үстіндегі биіктігі  $h_1$  сұйық бағанының түсіретін қысымы,  $\rho_c$  – сұйықтың тығыздығы.

Дененің төменгі бетіне жоғары қарай бағытталған  $\vec{F}_2$  күші әрекет етеді, өйткені биіктігі  $h_2$  сұйық қабатының түсіретін қысымы барлық жағына тарайды. Оның модулі мына формула бойынша табылады:  $F_2 = p_2 S = g \rho_c h_2 S$ .

Мұндағы  $p_2 = \rho_c g h_2$  – биіктігі  $h_2$  сұйық бағанының қысымы.  $F_2$  күші  $F_1$  күшінен үлкен болғандықтан, бұл екі күштің айырымын ( $F_2 - F_1$ ) жоғары қарай бағытталған **кері итеруші күш** ( $F_k$ ) деп атайды:  $F_k = F_2 - F_1 = \rho_c g (h_2 - h_1) S$ .

Кубтың биіктігі  $h = h_2 - h_1$  екенін ескерсек, онда:

$$F_k = \rho_c g h S \text{ немесе } F_k = \rho_c g V_d$$

формуласын аламыз. Мұндағы  $V_d = Sh$  – дененің сұйыққа батқан бөлігінің көлемі.

Дененің сұйыққа батқан көлемі қанша болса, дене сонша көлемдегі сұйықты ығыстырып шығаратыны анық, яғни  $V_d = V_{\text{м.с.}}$ , мұндағы  $V_d$  – дененің сұйыққа батқан бөлігінің көлемі,  $V_{\text{м.с.}}$  – ығысқан сұйық көлемі.

Олай болса:  $F_k = \rho_c \cdot g \cdot V_d = \rho_c \cdot g \cdot V_{м.с.}$  мұндағы:  $\rho_c$  – сұйықтың тығыздығы,  $g$  – еркін түсу үдеуі деп аталатын Жер үшін тұрақты шама ( $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ),  $V_{м.с.}$  – ығыстырылған сұйықтың көлемі.

Соңғы формуладағы ығысқан сұйықтың  $\rho_c$  тығыздығы мен  $V_{м.с.}$  көлемінің көбейтіндісі оның  $m$  массасына тең:

$$m = \rho_c \cdot V_{м.с.}$$

Ал,  $m$  масса мен  $g$  еркін түсу үдеуінің көбейтіндісі дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең:  $P_{м.с.} = mg$ .

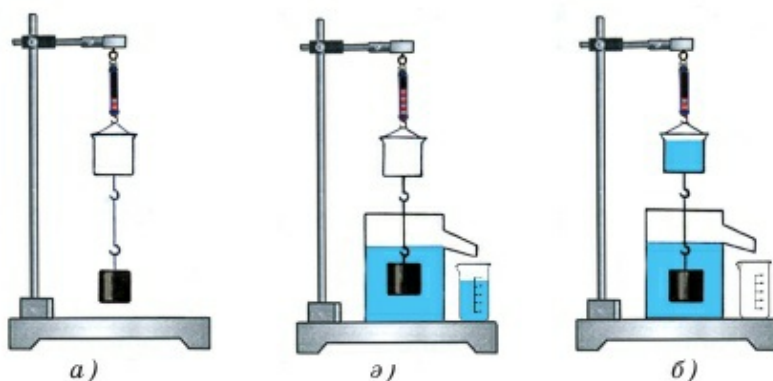
Ендеше, *суға батқан денені кері итеретін күштің модулі осы дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең:*

$$F_k = \rho_c \cdot g \cdot V_{м.с.} = mg = P_{м.с.}$$

**3.** Жоғарыда сұйыққа батырылған денені кері итеретін күштің мөнін біз теориялық түрде қорытып шығардық. Енді кері итеруші күштің мөнін тәжірибе арқылы анықтайық.

Динамометр ілгегіне цилиндр тәрізді ыдысты және бір денені ілейік (сурет 4.45, а). Осыдан кейін денені суға батырғанға дейінгі динамометр көрсетуін белгілеп алайық. Үстелге шүмегінің деңгейіне дейін су құйылған ыдыс пен шүмектің астына кішірек мензурка қояйық. Енді динамометрге ілінген денені абайлап ыдыстағы суға батырамыз. Сонда динамометр серіппесінің көрсеткіші жоғары көтеріле бастайды. Дене суға батқан сайын суды ығыстыра түседі де, ығыстырылған су сауытқа құйылады. Дене суға толық батқан кезде, динамометр дененің судағы салмағы қаншаға азайғанын көрсетеді (сурет 4.45, ө).

Егер динамометрге ілінген ыдысқа дене ығыстырып шығарған сұйықты құйсақ, онда динамометр көрсеткіші (сурет 4.45, б) өзінің бастапқы орнына келетін болады (сурет 4.45, а). Бұдан *сұйыққа батырылған денені кері*



Сурет 4.45. Архимед заңын тексеру

*итеретін күш сол дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең* екенін байқаймыз, яғни:

$$F_k = P_{\text{м.с.}} = mg.$$

Мұндағы:  $g=9,8$  Н/кг,  $m$  – ығысқан сұйықтың массасы.

Сөйтіп эксперимент (тәжірибе) кері итеруші күш туралы теориялық қорытындының дұрыстығын дәлелдеп берді.

Осындай эксперименттік қорытындыға Архимед те келген болатын. Сондықтан **кері итеруші күшті Архимед күші** деп те айта береді ( $F_k = F_A$ ). Сонымен кері итеруші күш, яғни Архимед күші мына формулалармен өрнектеледі:

$$\boxed{F_A = \rho_c g V_c} \quad \text{немесе} \quad \boxed{F_A = \rho_c g V_d}.$$

Мұндағы:  $V_c$  – ығысқан сұйықтың көлемі,  $V_d$  – дененің сұйыққа батқан бөлігінің көлемі; бұл екі көлем бір-біріне тең:  $V_c = V_d$ .

Ал тәжірибе қорытындысы **Архимед заңы** деп аталып кетті. Бұл заң былайша тұжырымдалады: **сұйыққа батырылған денеге осы дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең күш әрекет етеді.**

Формуладан көрініп тұрғандай, Архимед күші берілген сұйықтың тығыздығына тәуелді болады. Ал сұйыққа батырылған дененің тығыздығына, оның бату тереңдігіне және пішініне байланысты болмайды.

Архимед заңын тұжырымдауда біз «салмақ» сөзін қолдандық. Салмақ дегеніміз – дененің тірекке әрекет ететін күші екенін есімізге түсірейік. Тірек жерге қатысты қозғалмайтын болса, онда дененің салмағы өзінің сан мәні жағынан ауырлық күшіне тең болады. Біз «салмақ» ұғымын салмақ пен ауырлық күшінің сан мәндері (модулдері) бір-біріне тең болатын жағдайлар үшін қолдандық және қолданатын боламыз.

**4.** Ауадағы немесе кез келген газдағы денеге де кері итеруші күш әрекет етеді. Егер бір денені газға батырып, жоғарыдағыдай тәжірибе жасаған болсақ, онда газ ішіндегі денені кері итеруші күш сол дене ығыстырған газдың салмағына тең болатындығын байқаймыз. Бұл күш денеге әрекет ететін ауырлық күшінен едәуір аз болғандықтан, оны байқау да қиын. Алайда, осы кері итеруші күш есебінен ауа шарлары, дирижабльдер жоғары көтеріледі.

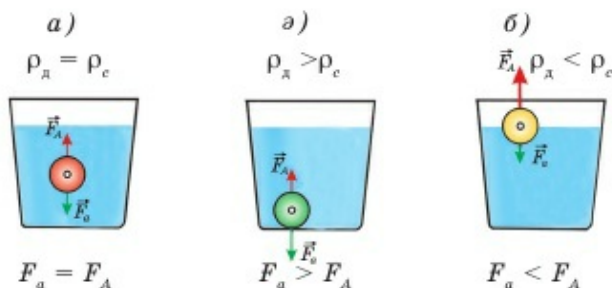
Гелийдің тығыздығы ауаның құрамындағы барлық газдардың тығыздығынан аз болғандықтан, гелий толтырылған шар ауада ең жоғары биіктікке көтеріле алады.

**5. Денелердің жүзу шарттары.** Дене сұйықта төменде көрсетілген үш шартқа сәйкес үш түрлі орналасып, жүзе алады.

а) *Егер дене сұйыққа толық батып, оның ішінде жүзіп жүрсе, онда денеге әрекет ететін ауырлық күшінің модулі Архимед күшінің модуліне тең, яғни  $F_A = F_n$  (сурет 4.46, а). Ендеше  $\rho_d g V_d = \rho_c g V_{\text{м.с.}}$  теңдігі орын алады. Ығыстырылған сұйықтың көлемі дененің көлеміне тең екендігін ( $V_{\text{м.с.}} = V_d$ ) ескерсек,  $\rho_d = \rho_c$  болады. Ендеше, *сұйық пен дененің тығыздықтары бірдей болғанда, дене сұйық ішінде жүзеді (сұйық ішінде жүзу шарты:  $\rho_d = \rho_c$ ;  $F_n = F_A$ ).**

ә) Егер денеге әрекет ететін ауырлық күші Архимед күшінен артық, яғни  $F_a > F_A$  болса, онда дене сұйыққа батады. Өйткені  $\rho_d g V_d > \rho_c g V_x$  немесе  $\rho_d > \rho_c$  шарттары орындалады (сурет 4.46, ә). Олай болса, дененің тығыздығы сұйықтың тығыздығынан артық болғанда, дене сұйыққа батады (**бату шарты:  $\rho_d > \rho_c$ ;  $F_a > F_A$** ).

б) Егер ауырлық күші Архимед күшінен кем, яғни  $F_a < F_A$  болса, онда дене сұйық бетінде қалқып жүзеді (сурет 4.46, б). Сонымен, дененің тығыздығы сұйық тығыздығынан аз болса, онда дене сұйық бетінде қалқып жүзеді (**қалқып жүзу шарты:  $\rho_d < \rho_c$ ;  $F_a < F_A$** ).



Сурет 4.46. Ауырлық күштері мен Архимед күштерінің арақатынасының үш түрлі жағдайы

Дененің жүзу шарттарын және Архимед заңын қолдануға мысалдар келтірейік.

**Мысал 1.** Мұздың тығыздығы  $\rho_m = 900 \text{ кг/м}^3$ , ал судың тығыздығы  $\rho_{cy} = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Мұздың суға батқан бөлігінің көлемі неге тең? Мұздың  $V_m$  жалпы көлемінің  $9/10 = 900/1000$  бөлігі суға батады. Ендеше, оның суға батқан көлемі:

$$V_{\text{б.т.}} = \frac{900}{1000} V_m = 0,9 V_m,$$

мұндағы  $V_m$  – мұздың толық көлемі. Сөйтіп мұздың көп бөлігі су ішінде болады.

Мұны тәжірибе жасап, өздерің де тексеріп көрулеріңе болады.

**Мысал 2.** Адам денесінің орташа тығыздығы  $\rho = 1036 \text{ кг/м}^3$ . Адамның массасы  $m = 50 \text{ кг}$ . Адамға әрекет ететін ауырлық күші қандай? Қандай суда жүзу жеңілірек?

Адамға әрекет ететін ауырлық күші:  $F = mg = 50 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 490 \text{ Н}$ .

$$\text{Адам денесінің көлемі } V = \frac{m}{\rho} = \frac{50 \text{ кг}}{1036 \text{ кг/м}^3} = 0,048 \text{ м}^3.$$

Тұщы суда адам денесіне әрекет ететін Архимед күші  $F_A = \rho \cdot V \cdot g = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,048 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 470 \text{ Н}$ .

Бұл шама ауырлық күшінен бар болғаны 20 Ньютонға аз. Алайда, мұндай есептеулер адамның денесі суға толық батқан кезде дұрыс болады. Теңіз суының тығыздығы адам денесінің орташа тығыздығына жақындау, сондықтан тұщы көл суына қарағанда, теңізде жүзу оңайырақ.



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

Гректің аса көрнекті ұлы ғұламасы Архимед алғашқы математикалық және астрономиялық білімін өз әкесі Фидийден алды. Одан кейін сол кездегі ең ірі ғылым орталығы саналатын Египеттің Александрия қаласында білімін молықтырып, Сицилиядағы Сиракуз қаласына қайта оралады. Оның өнертапқыштық таланты, физика мен математикадан ашқан жаңалықтары осы қаланың атымен тығыз байланысты. Аңыз бойынша Сиракуз қаласын Рим әскерінен қорғауда 75 жастағы Архимед ерен еңбек сіңірген. Оның жасаған тас атқыш мәшинесі, көтергіш крандары бір жағынан 250 кг тастарды лақтыра алса, екінші жағынан қамал іргесіндегі жау кемелерін иінді қысқаштарымен көтеріп алып, қайыра лақтырып қиратқан.



Архимед  
(б.з.б. 287–212)

Бізге Архимедтің сегіз ғылыми еңбегі жетіп отыр. Олардың қатарында мына еңбектері бар: «Денелердің жүзуі туралы», «Шар мен цилиндр туралы», «Шеңберді өлшеу», «Параболаның квадратурасы» т.б. Ол 40-тан астам өнертапқыш құралдар мен механизмдер ойлап тапты.

Аңызда айтылатындай, Сиракуз патшасы Гиерон Архимедке зергер жасаған тәждің таза алтыннан немесе қоспадан жасалғанын анықтауды тапсырады. Бұл есепті (патша төжінің нақты көлемін қалай табуға болатынын) шеше алмай, Архимед көп күн әуреленді. Бір күні толтыра су құйылған ваннаға түскен кезде асып төгілген суды көріп, оның ойына өлгі есептің шешуі келген-мыс. Өзінің ашқан жаңалығына шаттана қуанғаны сонша, ол ваннадан атып шыққан бойда: «Эврика – Эврика!» (Таптым – Таптым!) – деп, Сиракуз көшесімен балаша жүгіріпті дейді.

Ұлы ғұлама өзінің ең тамаша жетістігі ретінде шардың көлемі мен бетінің ауданын тапқан формуласын атаған екен.



### Сұрақтар

1. Сұйық өзіне батырылған денеге неліктен төменнен жоғары қарай бағытталған қысым түсіреді?
2. Кері итеруші күшті теориялық жолмен қалай анықтайды?
3. Кері итеруші күшті тәжірибе жолымен қалай анықтауға болады? Тәжірибе қорытындысы не дейді?



4. Кері итеруші күшті неге Архимед күші деп атайды? Архимед күші қандай формуламен өрнектеледі?
5. Архимед күші қандай шамаларға тәуелді және оны заң жүзінде қалай тұжырымдайды?
6. Сұйыққа толық батқан денеге әрекет ететін Архимед күшін қалай есептеуге болады?
7. Дененің сұйықта (газда) жүзуінің барлық шарттарын тұжырымдап, мысалдар келтіріңдер.



#### Жаттығу 4.6

1. Суға көлемі  $100 \text{ см}^3$  болатын дене батырылған. Осы денеге әрекет ететін ығыстырушы күшті анықтаңдар. Судың тығыздығы  $1000 \text{ кг/м}^3$ .
2. Керосинге массасы  $500 \text{ г}$  темір кесегі батырылған. Ығыстырушы күшті анықтаңдар (темірдің тығыздығы  $- 7900 \text{ кг/м}^3$ , ал керосиндікі  $- 820 \text{ кг/м}^3$ ).
3. Су ішінде массасы  $600 \text{ кг}$ , көлемі  $0,23 \text{ м}^3$  тасты көтеру үшін қандай күш жұмсау керек?
4. Ұзындығы  $20 \text{ см}$ , көлденең қимасының ауданы  $4 \text{ см}^2$  және тығыздығы  $1250 \text{ кг/м}^3$  дене серіппеге ілініп, тығыздығы  $800 \text{ кг/м}^3$  сұйыққа батырылған. Дененің судағы салмағын анықтаңдар. Егер дене жартылай ғана сұйыққа батырылған болса, динамометр көрсетуі қалай өзгереді?
5. Алюминийден жасалған бұйымның ауадағы салмағы  $- 15 \text{ Н}$ , ал суға батырылғандағы салмағы  $- 9,5 \text{ Н}$ . Алюминийдің тығыздығын анықтаңдар.
6. Бұйымның ауадағы салмағы  $- 5 \text{ Н}$ , ал оның судағы салмағы  $- 4,5 \text{ Н}$ . Бұйым таза күмістен жасалған ба, әлде онда мыстың қоспасы бар ма?
7. Гиерон патшасының алтын тәжінің ауадағы салмағы  $20 \text{ Н}$ , ал судағы салмағы  $18,75 \text{ Н}$  болсын. Тәж затының тығыздығы қандай? Алтынға тек күміс қосылған деп болжап, тәждің құрамында қанша алтын, қанша күміс барын табыңдар. Алтынның орташа тығыздығы  $2 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ , ал күмістікі  $10^4 \text{ кг/м}^3$  деп есептеңдер.
8.  $30 \text{ Н}$  күш жұмсап, тасты су ішінде ұстап тұрған болсаңдар, тастың ауадағы массасы қандай болғаны? Тастың тығыздығы  $- 2500 \text{ кг/м}^3$ .
9. Суы бар зертханалық ыдыста мұздың үлкен кесегі жүзіп жүр. Мұз ери бастағанда ыдыстағы судың деңгейі өзгере ме? Түсіндіріңдер.
10. Тығын су бетінде жүзіп жүр. Тығынның үстіне кішкене металл кесегін қойғанымызда, тығын суға көбірек батады, бірақ жүзіп жүреді. Түсіндіріңдер.
11. Массасы  $100 \text{ кг}$ , көлемі  $0,2 \text{ м}^3$  дене суат бетінде жүзіп жүре ме, әлде батып кете ме?
12. Мұздың кесегі бензинде, керосинде, глицеринде жүзіп жүре ала ма?
13. Іші қуыс мыс шар суда төпе-теңдік қалыпта қалқып жүр. Егер қуыстың көлемі  $V = 17,75 \text{ см}^3$  болса, шардың көлемі қандай?



#### Практикалық тапсырмалар

1. Біреуіне таза су, екіншісіне тұзды су құйылған екі шыны ыдыс алыңдар. Картопты әуелі бір ыдыстағы суға, сонан соң екінші ыдыстағы суға салыңдар. Бақылауда нені байқадыңдар? Тәжірибе нәтижесін түсіндіріңдер.
2. Тереңдеу ыдысқа су құйып, оған абайлап қағаз қыстырғышты (скрепка), қарындаш, тиын, тығын, кішірек картоп салыңдар. Осыдан кейін стақанға су құйып, оған екі ас қасық тұз қосып, араластырыңдар. Табаққа батқан нәрселерді стақанға салыңдар. Байқаған құбылысты сипаттаңдар. Сұйық пен дененің тығыздығына байланысты денелердің жүзу шартын анықтаңдар. Қорытынды жасаңдар.





**Теориялық зерттеу**

Мұхит тұңғығына тереңдеген сайын су салқындап, қараңғылық басып, қысым да арта береді (форзацтың 3-бетін қараңдар). Мұхит тереңінде өмір сүретін жануарлар ғаламат қысымға бейімделген. Сондықтан олар қысымы аз судың беткі қабаттарда өліп қалады. Мұхиттардың тұңғығын және ондағы тіршілік иелерін зерттеу үшін қуатты прожекторлармен және үлгілерді жинайтын механикалық «қолдармен» жабдықталған кішігірім субмариндер қолданылады. Американдық аппарат «Алвин» 4575 м, ал ресейлік «Мир» субмарині 6100 м тереңдікке дейін сүңгиді. Жапондық «Синкай-6500» (сурет 4. 47) субмарині тереңге сүңгудің рекордшысы болып табылады (6527 м). Мұхиттың алып жануарларының ішінде тереңге сүңгудің рекорды кашалоттарға тиесілі; олар ірі кальмарларды іздеп, 3 км тереңдікке дейін сүңгиді. Теориялық есептеулер жүргізіп, әрбір субмарин мен кашалотқа түсетін қысымды анықтаңдар. Денелердің жүзу шарттарын ескере отырып, олардың осындай тереңдіктерге қалайша сүңги алатындықтарын өзара талқылаңдар.



Сурет 4.47. Субмарин «Синкай – 6500»

**№6 зертханалық жұмыс. Архимед заңын зерделеу**

**1 - тапсырма. Су ішінде массасы 100 г денеге әрекет ететін ығыстырушы күшті анықтау.**

**Құрал-жабдықтар:** суы бар ыдыс, массасы өртүрлі жүктер, динамометр, мензурка, жіп.

**Жұмыстың барысы:** 1. Мензурка көмегімен жүктің (дененің)  $V_d$  көлемін анықтаңдар.

2. Дененің өлшенген  $V_d$  көлемі мен судың тығыздығы бойынша дене ығыстырып шығарған судың салмағын табыңдар.

3. Денені жіпке байлап, динамометр ілгегіне іліндер және оған әрекет ететін ауырлық күшінің (дененің ауадағы салмағының) мәнін табыңдар.

4. Динамометр ілгегіне ілінген жүкті түгелімен суға батырып, оның су ішіндегі салмағын анықтаңдар және ығыстырушы күштің мәнін есептеңдер.

5. Ығыстырушы күш ығыстырылған су салмағына тең бе? Тексеріңдер.

6. Тәжірибені басқа денемен жасаңдар.

7. Тәжірибе нәтижелерін кестеге жазыңдар:

| Тәжірибе реті | Дененің көлемі, $V_d, \text{ м}^3$ | Дене ығыстырған сұйық салмағы, $P_0, \text{ Н}$ | Дененің ауадағы салмағы, $P_1, \text{ Н}$ | Дененің судағы салмағы, $P_2, \text{ Н}$ | Ығыстырушы күш, $F_{\text{и}}, \text{ Н}$ |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
|               |                                    |                                                 |                                           |                                          |                                           |

8. Бұл тәжірибеде Архимед заңы қандай дәлдікпен орындалатынын бағалаңдар.

**2 - тапсырма.** *Сұйыққа батырылған денеге әрекет ететін  $F_m$  ығыстырушы (кері итеруші) күштің дене көлеміне байланысты екенін тексеру.*

*Құрал-жабдықтар:* мектеп таразысы (табақшаларсыз), әрқайсысының массасы 100 г болатын көлемдері әртүрлі екі дене, суы бар екі ыдыс.

*Жұмыстың барысы:* 1. Жүктерді таразы иіnderіне бекітіп, таразыны тепе-теңдік қалпына келтіріңдер (сурет 4.48).

2. Егер екі денені де суы бар ыдыстардың ішіне батырсақ, таразының тепе-теңдігі бұзыла ма? Сұраққа жауап беріңдер.

3. Жауаптарыңды тәжірибеде тексеріңдер.



Сурет 4.48

**3 - тапсырма.**  *$F_m$  ығыстырушы күштің  $\rho_c$  сұйық тығыздығына байланысты екенін тексеру.*

*Құрал-жабдықтар:* мектеп таразысы (табақшаларсыз), массалары мен көлемдері бірдей екі жүк, суы бар және судан басқа кез келген сұйық құйылған ыдыстар.

*Жұмыстың барысы:* 1. Жүктерді таразы иіnderіне бекітіп, таразыны тепе-теңдік қалпына келтіріңдер.

2. Егер бір жүкті суы бар ыдысқа, екіншісін басқа сұйық құйылған ыдысқа бірауақытта батырса, таразының тепе-теңдігі бұзыла ма? Сұраққа жауап беріңдер.

3. Жауаптарыңды тәжірибеде тексеріңдер.

**№7 зертханалық жұмыс.** *Дененің сұйықта жүзу шарттарын анықтау*

*Жұмыстың мақсаты:* эксперимент жүзінде дененің сұйықта жүзу шарттарын тексеру.

**Тапсырма.** *Денелерді суға батырған кезде олардың суда жүзетінін, батып кететінін немесе қалқып шығатынын анықтау.*

*Құрал-жабдықтар:* динамометр, суы бар ыдыс, мензурка, ішіне массалары әртүрлі құм салынған бірдей үш пробирка немесе құты, тығыздығы белгілі сұйығы бар ыдыс (мысалы, тұз қосылған су).

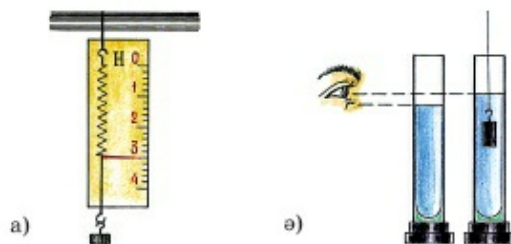
*Жұмыстың барысы:* 1. Динамометр көмегімен (4.49, а) денеге әрекет ететін  $F_a$  ауырлық күшін өлшеңдер.

2. Мензурканы пайдаланып (4.49, ө-сурет), дененің  $V_d$  көлемін анықтаңдар.

3. Денені сұйыққа батырған кезде оған әрекет ететін ығыстырушы күшті яғни  $F_a$  Архимед күшін есептеңдер:

$$F_m = \rho_c g V_d.$$

4.  $F_a$  ауырлық күші мен  $F_m$  ығыстырушы күшті салыстыру арқылы тапсырмада қойылған сұраққа жауап беріңдер.



Сурет 4.49

5. Денені берілген сұйыққа батырып, жауаптарыңды тәжірибе жүзінде тексеріңдер.

6. Кестені толтырыңдар.

| Тәжірибе реті | Сұйық | $F_A, H$ | $V_d, м^3$ | $F_{\text{ш}}, H$ | $F_A$ мен $F_{\text{ш}}$ қатысы | Батады, жүзеді немесе қалқып шығады |
|---------------|-------|----------|------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|               |       |          |            |                   |                                 |                                     |

#### IV тараудағы ең маңызды түйіндер

1. **Қысым** – белгілі бір бетке түсетін күш әрекетінің нәтижесін сипаттайтын шама.

Қысым бетке перпендикуляр бағытта әрекет ететін күштің осы беттің ауданына қатынасы арқылы анықталады:

$$\text{қысым} = \frac{\text{күш}}{\text{аудан}} \quad \text{немесе} \quad p = \frac{F}{S}.$$

2. Ауырлық күші әрекет еткен сұйықтың қысымы ыдыс табанының ауданына тәуелді болмайды, тек қана сұйық бағанының биіктігіне және оның тығыздығына тәуелді:

$$p = \rho gh.$$

3. **Қатынас ыдыстардағы** әртекті сұйық бағандарының биіктіктері олардың тығыздықтарына кері пропорционал:

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

4. **Қалыпты атмосфералық қысым** – 0°C температурадағы биіктігі 760 мм сынап бағанының қысымы.

Қалыпты атмосфералық қысым 760 мм сын. бағ. тең.

760 мм сын. бағ. = 10<sup>5</sup> Па.

5. **Манометр** – сұйықтың немесе газдың қысымын өлшеуге арналған аспап.

6. **Архимед заңы:** сұйыққа батырылған денеге осы дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең ығыстырушы күш әрекет етеді:

$$F_A = \rho_c g V_d = g m_c = P_c,$$

$$\text{мұндағы } V_d = V_{\text{ш.с.}}$$



ТАРАУ

5



## ЖҰМЫС. ҚҰАТ. ЭНЕРГИЯ

### Бағдарламалық мақсаттар:

- механикалық жұмыстың физикалық мағынасын түсіндіру;
- қуаттың физикалық мағынасын түсіндіру;
- механикалық жұмыс пен қуаттың формулаларын есептер шығаруда қолдану;
- механикалық энергияның екі түрін ажырату;
- кинетикалық энергия формуласын есептер шығаруда қолдану;
- жоғары көтерілген дене үшін потенциалдық энергияның формуласын есептер шығаруда қолдану;
- энергияның бір түрден екінші түрге айналуына мысалдар келтіру;
- механикалық энергияның сақталу заңын есептер шығаруда қолдану;
- «күш моменті» ұғымының физикалық мағынасын түсіндіру;
- жазық фигураның массалар центрін тәжірибеде анықтау;
- тәжірибеде иіндіктің тепе-теңдік шарттарын анықтау;
- тепе-теңдікте тұрған денелер үшін күш моменттер ережесін тұжырымдау және есептер шығаруда қолдану;
- қарапайым механизмдерді қолдануға мысалдар келтіру және «Механиканың алтын ережесін» тұжырымдау;
- көлбеу жазықтықтың пайдалы әрекет коэффициентін тәжірибеде анықтау.



Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті «механикалық жұмыс», «қуат», «энергия», «кинетикалық энергия», «потенциалдық энергия», «ауырлық күші әрекет ететін дененің потенциалдық энергиясы», «деформацияланған дененің (серіппенің) потенциалдық энергиясы», «механикалық энергия», «механикалық энергияның сақталу заңы», «күш моменті», «моменттер ережесі», «механиканың алтын ережесі», «пайдалы әрекет коэффициенті» сияқты физика ғылымы мен техниканың тілдерін меңгеру үшін аса қажетті ұғымдар, заңдар мен ережелер қарастырылады.

## § 30

## МЕХАНИКАЛЫҚ ЖҰМЫС

**1.** Тұрмыста және физикада «жұмыс» деген ұғым жиі қолданылады. Мысалы, адамдардың да, аққан су мен соққан желдің де, құмырсқа мен бал арасының да, құлаған денелердің де жұмысы туралы айтуға болады. Сондай-ақ, ғарыш зымыранының, сүңгуір қайықтың және өртүрлі қозғалтқыштардың жұмыстарын анықтау мәселелері де қойылады. Физика «жұмыс» ұғымына нақты мағына береді. Мысалы, физиканың «механика» деп аталатын бөлімінде белгілі бір күш әрекетінен дене орын ауыстырса ғана *жұмыс* істеледі деп есептейді.

Сонымен, *күш әрекетінен дене орын ауыстырғанда атқарылған жұмыс механикалық жұмыс* деп аталады.

Денені қозғалту үшін оған басқа дене белгілі бір күшпен әрекет етуі керек. Түсірілген күштің бағыты дененің қозғалу бағытына сәйкес келсе, онда оның орын ауыстыруы *s жүрілген жолға* тең болады. Денеге әрекет ететін *F күштің шамасы* үлкен болған сайын істелетін жұмыс та арта түседі. Сондай-ақ, дененің *орын ауыстыруы* өскен сайын атқарылатын жұмыс та өсе береді. Мұндай пайымдау күнделікті өмірлік тәжірибеден туындайды.

Сөйтіп, *дененің қозғалу бағытында әрекет ететін күштің механикалық жұмысы күшке де, жүрілген жолға да тура пропорционал* өседі. Бұл қорытынды қысқаша мына өрнек түрінде беріледі:

$$\text{Жұмыс} = \text{күш} \times \text{жол}, \quad \text{яғни} \quad A = F \cdot s,$$

мұндағы: *A* – механикалық жұмыс; *F* – күш; *s* – жүрілген жол.

Бұл формуламен дене қозғалысы бағытында әрекет ететін күштің жұмысын анықтаймыз. Ал дене қозғалысының бағытына бұрыш жасай әрекет ететін күштің жұмысы жоғары сыныптарда қарастырылады.

**2.** Жұмыстың өлшем бірлігіне *1 Ньютон күштің денені 1 метрге жылжытқандағы жұмысы (1Н × 1 м) алынады. Жұмыстың мұндай*

халықаралық бірлігі XIX ғасырдағы ағылшын ғалымы Д. Джоульдің құрметіне джоуль деп аталады (қысқаша Дж деп белгіленеді).

Жоғарыдағы формуладан: 1 Дж жұмыс деп 1 Н күш пен 1 м жолдың көбейтіндісіне тең шаманы айтады:

$$1 \text{ джоуль} = 1 \text{ ньютон} \times 1 \text{ метр} \quad \text{немесе қысқаша түрде} \\ 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Жұмыстың джоульден үлкен де, кіші де бірліктері бар:

$$1 \text{ килоджоуль (1 кДж)} = 1000 \text{ Дж} = 10^3 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ миллиджоуль (1 мДж)} = 0,001 \text{ Дж} = 10^{-3} \text{ Дж};$$

$$1 \text{ микроджоуль (1 мкДж)} = 0,000001 \text{ Дж} = 10^{-6} \text{ Дж}.$$

### Есеп шығару мысалы.

**Есеп.** Көлемі  $0,5 \text{ м}^3$  гранит тасын 20 м биіктікке бірқалыпты көтергенде істелетін жұмысты есептеңдер. Граниттің тығыздығы  $2500 \text{ кг/м}^3$ .

| Берілгені:                                                                  | SI бірлігі бойынша                                                                                    | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V = 0,5 \text{ м}^3$<br>$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$<br>$h = 20 \text{ м}$ | $V = 0,5 \text{ м}^3$<br>$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$<br>$h = 20 \text{ м}$<br>$g = 9,8 \text{ Н/кг}$ | Тасты тік жоғары бірқалыпты көтерген. Мұндай жағдайда тасты бірқалыпты көтеруге жұмсалған $F$ күші тек тастың Жерге тартылатын ауырлық күшін жеңуге жұмсалады, яғни $F = F_a = mg$ .<br>Мұндағы: $m$ тастың массасы, оны тығыздықтың формуласынан табамыз: $m = \rho \cdot V$ ; $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ .<br>Тасты бірқалыпты көтергенде істелген жұмыс $A = F \cdot s = F \cdot h$ формуласы бойынша табылады. |
| $A = ?$                                                                     |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

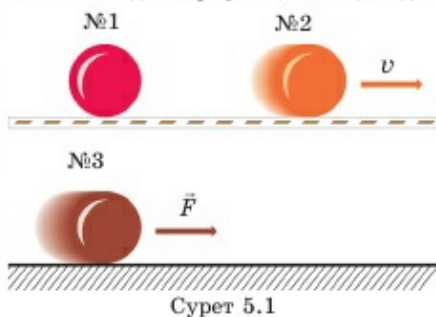
$$\text{Шешуі: } A = F \cdot h = mgh = \rho Vgh = 2500 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,5 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м} = \\ = 245\,000 \text{ Дж} = 245 \text{ кДж}.$$

$$\text{Жауабы: } A = 245 \text{ кДж}.$$



### Сұрақтар

1. Механикалық жұмыс деп нені айтамыз және қандай жағдайда жұмыс істеледі?
2. Денеге күш әрекет етіп, бірақ ол орнынан қозғалмаса, онда механикалық жұмыс атқарыла ма? Дене қозғалыста болып, оған күш әрекет етпесе, онда механикалық жұмыс істеле ме?
3. Істелген нақты жұмысты қандай формуламен есептейді? Формула қалай оқылады?
4. Халықаралық бірліктер жүйесінде жұмыс бірлігі қалай аталады?
5. №1 шар қозғалмайды, №2 шар жылтыр шыны бетінде инерциясымен қозғалады, ал №3 шар  $F$  күшінің әрекетінен орын ауыстырады (сурет 5.1). Қай жағдайда механикалық жұмыс жасалады? Неге?
6. Жәшікті бірқалыпты тік көтеріп, жұмыс жасағанда қандай күшті жеңуге тура келеді? Осы жәшік горизонталь бетте бірқалыпты орын ауыстырғанда ше? Түскен күштердің қайсысы кіші?





## Жаттығу 5.1

1. Мәшине 72 км/сағ жылдамдықпен бірқалыпты қозғалып келеді. Егер оның моторының тарту күші 2000 Н болса, онда ол 10 секундта қанша жұмыс атқарады?
2. Тереңдігі 5 м су түбінде жатқан көлемі 0,6 м<sup>3</sup> тасты су бетіне көтеру үшін қанша жұмыс атқарылады? Тастың тығыздығы 2500 кг/м<sup>3</sup>.
3. Арбаға жегілген ат 400 Н күш жұмсап, оны 0,8 м/с жылдамдықпен бірқалыпты қозғап келеді. Ат 1 сағатта қанша жұмыс істейді?

## § 31

## ҚУАТ

1. Белгілі бір жұмысты орындап шығу үшін өртүрлі қозғалтқыштар өртүрлі уақыт жұмсайды. Мысалы, Қарағанды шахталарында 1940–1950 жылдары көмір комбайндарын дүниежүзінде бірінші болып қолдана бастады. Бұл еңбек өнімділігін ерен арттыруға игі әсерін тигізді. Өйткені бір жұмысшының бірнеше сағат бойы қол еңбегімен істеген жұмысын көмір комбайны тез арада орындап шығады. Сондай-ақ нақты бір жұмысты адамға қарағанда көтергіш кран тезірек атқарады. Бұдан жұмыстың орындалу жылдамдығын сипаттайтын физикалық ұғымды енгізу қажеттігі туындайды.

*Жұмыстың орындалу жылдамдығын сипаттайтын шама қуат деп аталады.*

Қуатты табу үшін істелген жұмыстың шамасын сол жұмысты істеуге кеткен уақытқа бөлу керек:

$$Q_{уат} = \frac{\text{жұмыс}}{\text{уақыт}}$$

немесе

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

Мұндағы:  $N$  – қуат;  $A$  – жұмыс;  $t$  – жұмыс істеуге кеткен уақыт.

Қарапайым тілмен айтқанда, *қуат деп бір өлшем уақытта істелген жұмысты айтады.*

2. Тұрмыста да, техникада да *орташа қуат* деген ұғым жиі қолданылады. Оның себебі өртүрлі қозғалтқыштарды айтпағанның өзінде, тіпті, бір адамның өзі бір жұмысты өртүрлі уақытта орындайды. Егер әрбір секунд сайын шамасы бірдей жұмыс істелетін болса, онда қуат тұрақты болып қалар еді. Ал өмірде ондай жағдай кездесе бермейді. Сондықтан көп жағдайда  $A/t$  қатынасы орташа қуатты білдіреді.

3. *Қуатты өлшеудің бірлігіне 1 секундта істелетін 1 джоуль жұмыс алынады.*

Қуаттың мұндай бірлігін бу мәшинесін ойлап тапқан ағылшын ғалымы Джеймс Уаттың (1736–1819) құрметіне *ватт* деп атайды (қысқаша **Вт** деп белгіленеді).



Сонымен,  $1 \text{ Ватт} = \frac{1 \text{ Джоуль}}{1 \text{ секунд}}$  немесе  $1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж.}}{1 \text{ с}}$ .

Техникада аса қуатты қозғалтқыштармен қатар, қуаттылығы өте нәзік тетіктер де жиі қолданылады. Соған сәйкес қуаттың үлкен бірліктері де, мысалы, **киловатт (кВт)**, **мегаватт (МВт)**, сондай-ақ кіші бірліктері де, мысалы: **милливатт (мВт)**, **микроватт (мкВт)** енгізіледі.

$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт};$

$1 \text{ мВт} = 0,001 \text{ Вт} = 10^{-3} \text{ Вт};$

$1 \text{ мкВт} = 0,000\ 001 \text{ Вт} = 10^{-6} \text{ Вт}.$

Мысал ретінде кейбір қозғалтқыштардың орташа қуатын келтіре кетейік:

*Адамның қалыпты жұмыс істегендегі қуаты 70–80 Вт;*

*Алғашқы атом мұзжарғыш кемесінің қуаты 55 000 кВт;*

*«Восток» ғарыш зымыранының қуаты 15 000 000 кВт;*

*«Энергия» ғарыш зымыранының қуаты 125 000 000 кВт.*

Мәшинелердің қозғалтқыштарының қуаты мәлім болса, олардың белгілі бір уақыт аралығында істейтін жұмысын есептеп табуға болады. Расында да,  $N = \frac{A}{t}$  формуласынан жұмысты анықтай аламыз:

$$A = N \cdot t .$$

**Есеп шығару мысалы.**

**Есеп.** Егер плотинадан су 25 м биіктіктен құлап ағатын болса, су ағынының қуаты қандай? Судың әр минуттағы шығыны 120 м<sup>3</sup>.

| Берілгені:                                                         | SI бірлігі бойынша                                                                                | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $h = 25 \text{ м}$<br>$V = 120 \text{ м}^3$<br>$t = 1 \text{ мин}$ | $h = 25 \text{ м}$<br>$V = 120 \text{ м}^3$<br>$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$<br>$t = 60 \text{ с}$ | Ағынның қуаты: $N = \frac{A}{t}$ .                                                                                                                                                         |
| $N - ?$                                                            | $g = 9,8 \text{ Н/кг}$                                                                            | Мұндағы: $A = F \cdot h$ – құлап аққан судың істеген жұмысы; $F = mg$ суға әрекет ететін ауырлық күші; $m = \rho V$ – берілген уақыт ішінде аққан судың массасы, $\rho$ – судың тығыздығы. |

*Шешуі:*

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot h}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 120 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 25 \text{ м}}{60 \text{ с}} \approx$$

$\approx 500\ 000 \text{ Вт} = 500 \text{ кВт} = 0,5 \text{ МВт}.$

**Жауабы:**  $N = 0,5 \text{ Мегаватт (МВт)}.$



### Сұрақтар

1. Қуат ұғымы неліктен енгізілген?
2. Қуат дегеніміз не?
3. Қуатты қалай есептеуге болады?
4. Қуаттың Халықаралық бірліктер жүйесіндегі өлшем бірлігі қандай?



### Жаттығу 5.2

1. Биіктігі 10 м сарқырамадан 2 минутта  $50 \text{ м}^3$  су құлап ағады. Су ағынының қуаты қандай?
2. Қуаты 30 Вт желдеткіш 10 минутта қанша жұмыс істейді?
3. Моторының тарту күші  $5 \cdot 10^4 \text{ Н}$  ұшақ  $800 \text{ км/сағ}$  жылдамдықпен бірқалыпты ұшып келеді. Оның қуаты қандай? Осы есепті пайдаланып, қуатты табудың тағы бір формуласын қалай өрнектеуге болады?
4. Қуаты 600 Вт локомотив бірқалыпты қозғалып 200 м аралықты 20 с-та өтеді. Оның тарту күші қандай?
5. Сорғының пайдалы қуаты 10 кВт. 18 м тереңдіктен бір сағатта сорғы қандай көлемде су көтереді?



### Практикалық тапсырма

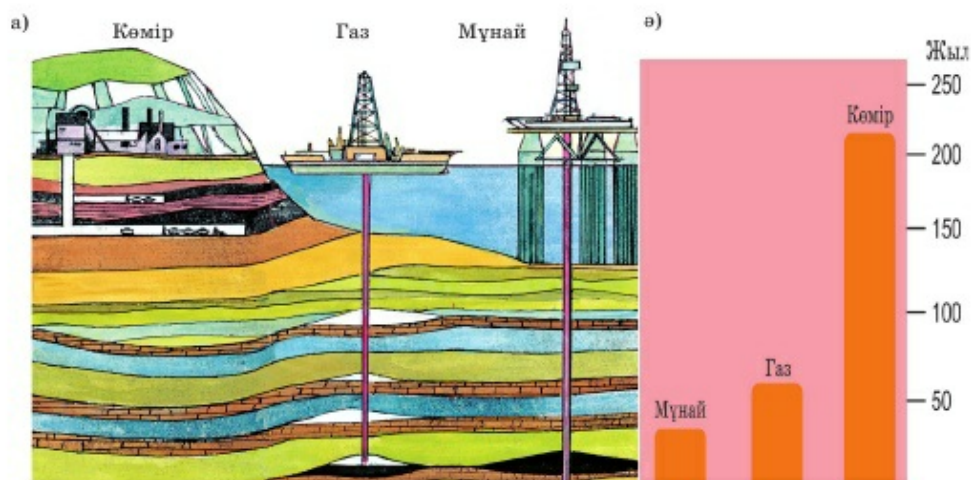
Кран масасы 3 т жүкті 25 м биікке 1 минутта бірқалыпты көтереді. Кранның қуаты қандай? Ал үш жұмысшы осы жүкті сол биікке көтеру үшін 8 сағат жұмсайды. Кранның және әр жұмысшының орташа қуаттарын салыстырыңдар.

## § 32

## МЕХАНИКАЛЫҚ ЭНЕРГИЯ. КИНЕТИКАЛЫҚ ЭНЕРГИЯ

**1.** Өмірде органикалық отын (таскөмір, мұнай, газ, шымтезек, ағаш, т.с.с.) энергиялары туралы мәселелер жиі көтеріледі. Жер қойнауынан өндірілетін органикалық отын қорларының (сурет 5.2) өте жылдам азаюы адамзатты қатты алаңдатып отыр. Өйткені жер бетіндегі тіршіліктің көзі — энергия. Барлық өндірілетін энергияның 80 пайызы органикалық отын есебінен алынады. Бір өкініштісі, Жер қойнауындағы қазба отындардың қоры күрт азайып барады. Төмендегі гистограммада (сурет 5.2, ө) қазба отындардың барланған қорларының қанша жылға жететіні көрсетілген. Отын таусылса, бірде-бір техника энергиясыз қозғалысқа келіп, жұмыс істей алмайды. Сондықтан ғалымдар күн, жел, су, атом энергияларын ұтымды пайдалану жолдарын үнемі іздестіріп келеді. Астанада ұйымдастырылған дүниежүзілік «Экспо–2017» көрмесі де энергияның балама көздерін тауып, тиімді пайдалану мәселелеріне арналған. Сонымен энергия дегеніміз не?

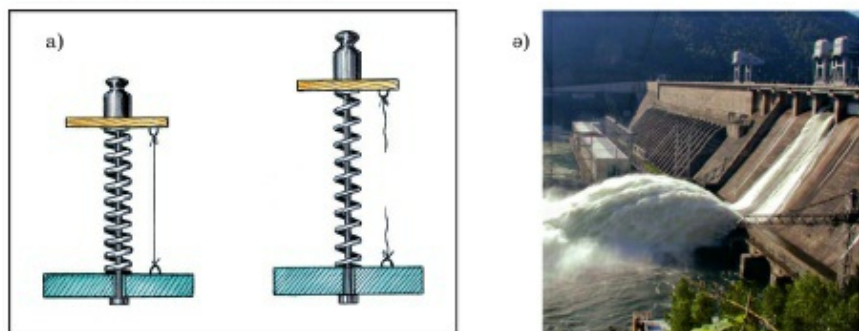
**2.** *Энергия* ұғымы «жұмыс» және «қозғалыс» ұғымдарымен тығыз байланысты. Тек *қозғалыстағы денелер ғана жұмыс істеуге қабілетті.*



Сурет 5.2. а) Жер астындағы органикалық отындар (көмір, газ, мұнай);  
 ә) органикалық отын қорларының қанша жылға жететінін көрсететін гистограмма

Мысалы, сығылған серіппенің кері тебілу барысында денелер қозғалысқа келіп, жұмыс істеледі (сурет 5.3, а). Бұдан сығылған серіппенің жұмыс істеуге *қабілетті* екенін көреміз. Арынды аққан су турбиналарды айналдырып, энергия өндіру үшін жұмыс жасайды (сурет 5.3, ә).

Биік тау бетінен ылдифа қарай құлаған қар немесе сусымалы топырақ көшкіндері де, су тасқындары да жолындағы денелерді қозғалысқа түсіріп, жұмыс істейді. Ендеше су тасқындары да, қар мен топырақ көшкіндері де *жұмыс істеу қабілетіне* ие.



Сурет 5.3. а) Серіппе жүк көтеріп, жұмыс істеуге қабілетті;  
 ә) Шығыс Қазақстандағы Бұқтырма су электр стансысы

Егер дене жұмыс істеуге қабілетті болса, мұндай қасиет дененің энергияға ие болатындығын білдіреді. Мысалы, сығылған серіппе жұмыс істеуге қабілетті, ал оның энергиясы серіппені сығуға кеткен жұмысқа тең.

Сөйтіп, «жұмыс», «энергия» ұғымдарының арасында тура байланыс бар. Міне, осы байланыс энергияның физикалық мағынасын ашады. Ендеше энергияға мынадай анықтама беруге болады:

**Энергия дененің жұмыс істеуге қабілеттілігінің өлшемі болып табылады.**

Бұл анықтамадан энергияның өлшем бірлігі мен жұмыстың өлшем бірліктерінің бір-біріне дәл келетіні көрінді, яғни екі шама да *джоульмен* өлшенеді.  $A = N \cdot t$  өрнегі бойынша:

**1 джоуль = 1 ватт · 1 секунд немесе 1 Дж=1Вт · с.**

Тұрмыста энергияның өлшем бірлігі ретінде *киловатт · сағат* (кВт · сағ) қолданылады.

**1 киловатт · сағат = 1000 Вт · 3600 с = 36 · 10<sup>5</sup> Дж.**

**3.** Механикада энергияның екі түрін қарастырады: бірі – *кинетикалық энергия*, екіншісі – *потенциалдық энергия*.

Кинетикалық энергия да, потенциалдық энергия да немесе олардың қосындылары да *механикалық энергия* болып табылады.

**Механикалық энергия деп денелердің қозғалыстары мен өзара әрекеттесулерін сипаттайтын физикалық шаманы айтады.**

Оқулықта механикалық энергия  $E$  (кейде  $W$ ) таңбасымен, кинетикалық энергия  $E_k$  таңбасымен, потенциалдық энергия  $E_n$  таңбасымен белгіленеді.

**4.** *Кинетикалық энергия деп денелердің қозғалу салдарынан туындайтын энергияны айтады.* Грекше «*кинетикос*» – «*қозғалыс*» деген мағына береді.

Дененің істейтін жұмысы оның  $v$  қозғалыс жылдамдығына және  $m$  массасына тәуелді екені тәжірибеден белгілі. Расында да, жылдамдықтары бірдей бола тұрса да, массасы аз мылтық оғына қарағанда, массасы үлкен зеңбірек снарядының істейтін жұмысы анағұрлым мол болады. Сондай-ақ, массалары бірдей, бірақ жылдамдықтары әртүрлі денелердің істейтін жұмыстары да әртүрлі болып келеді.

Энергия – дененің жұмыс істеу қабілетінің өлшемі болғандықтан, денелердің кинетикалық энергиясы да жұмыс сияқты сол денелердің массалары мен жылдамдықтарына тәуелді өзгереді. Тәжірибеде тағайындалған бұл тәуелділік былай оқылады: **дененің кинетикалық энергиясы оның массасына және жылдамдығының квадратына тура пропорционал:**

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

Мұндағы:  $m$  – дененің массасы;  $v$  – дененің жылдамдығы.

Қозғалыстағы денелердің барлығының да кинетикалық энергиясы болады. Мысалы, аққан су мен соққан желдің белгілі бір массалары мен жылдамдықтары болатындықтан, олардың аса мол кинетикалық энергиялары бар. Желдің кинетикалық энергиясын пайдалануда Қазақстанның мүмкіндігі орасан зор.

**5.** Денелердің энергиялары – салыстырмалы шама. Өйткені олардың энергияларының шамалары таңдап алынған санақ жүйесіне қатысты өзгеріп отырады. Мысалы, ұшақпен ұшып бара жатқан адамдардың кинетикалық энергияларын ұшаққа қатысты және Жерге қатысты салыстырып көрейік (сурет 5.4). Адамдардың ұшақпен салыстырғандағы жылдамдығы нөлге тең болғандықтан, олардың ұшақпен салыстырғандағы кинетикалық энергиясы да нөлге тең. Ал олардың Жермен салыстырғандағы жылдамдығы ұшақ жылдамдығымен бірдей. Ендеше Жермен салыстырғанда ұшақтағы адамдардың кинетикалық энергиясы үлкен шамаға жетеді. Сонымен қарастырып отырған денелердің басқа бір денелермен салыстырғандағы энергиялары әртүрлі шамаларды қабылдайды.

**6.** Денелердің әртүрлі энергиялық күйлерін сипаттау үшін физикада *энергия деңгейі* деген ұғым енгізіледі. Әрбір энергия деңгейіне механикалық энергияның нақты шамалары:  $E_1, E_2, E_3$  т. с. с. сәйкес келеді. Олардың айырымдарының абсолют шамасы, мысалы,  $E_2 - E_1 = \Delta E$  *энергия өзгерісі* деп аталады.

Энергия өзгерістерінің нақты физикалық мағынасы бар. Энергия өзгерісін біле отырып, жұмыс пен энергия арасындағы байланысты былайша толықтыруға болады: *дененің механикалық энергиясының  $\Delta E$  өзгерісі атқарылған жұмыстың шамасына тең:*

$$A = E_2 - E_1 = \Delta E.$$

Мұндағы  $\Delta$  (дельта) белгісі дененің екі түрлі күйлеріне сәйкес келетін энергияларының айырымын білдіреді. Сөйтіп, потенциалдық энергияның өзгерісі кезінде де, кинетикалық энергияның өзгерісі кезінде де жұмыс атқарылады:

$$A = |E_{n2} - E_{n1}| = \Delta E_n; \quad A = |E_{k2} - E_{k1}| = \Delta E_k.$$

Дененің энергиясы оның басқа бір денелермен әрекеттесуі кезінде өзгереді. Ал денелердің өзара әрекеттесуін *күш* ұғымымен сипаттағанбыз. Ендеше күштің жұмысы энергияның өзгерісін сипаттайды. Сондықтан жоғарыдағы анықтаманы екінші сөзбен былай да айтуға болады: *күштің жұмысы энергия өзгерісінің өлшемі болып табылады.*

### Есеп шығару мысалдары

5.4, б-суретте екінші дүниежүзілік соғыста Кеңес Одағының Батыры атағын екі мәрте алған әуе полк командирі Талғат Бигелдинов басқарған шабуыл (шабуылдаушы – штурмовик) «Ил-2» көрсетілген.



Сурет 5.4. Ұшақтар: а) «МиГ-15»; ә) «Су-27»; б) «Ил-2»

Сонымен қатар дыбыстан да жылдам ұшатын қазіргі «Су-27» (сурет 5.4, ә) және «МиГ-15» (сурет 5.4, а) сияқты қырғи (истребитель) ұшақтары да көрсетілген. Тоқтар Әубәкіров ғарышқа ұшпас бұрын қырғи ұшағын кемеге қондырып, Кеңес Одағының Батыры атағын алған болатын.

**Есеп.** Егер Талғат пен Тоқтардың массалары бірдей  $m_1=m_2=70$  кг, ал «Ил-2» ұшағының жалпы массасы  $m_3=2$  тонна, жылдамдығы 360 км/сағ, «Су-27» ұшағының жалпы массасы  $m_4=10$  тонна, жылдамдығы 3600 км/сағ болса, онда: 1) батырлардың Жермен және өз ұшақтарымен салыстырғандағы кинетикалық энергиялары қандай? 2) ұшақтардың Жермен салыстырғандағы кинетикалық энергиялары қандай?

| Берілгені:                                                                                                                      | SI бірлігі бойынша                                                                                                                        | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m_1=m_2=70$ кг<br>$v_1=360 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$<br>$v_2=3600 \frac{\text{км}}{\text{сағ}}$<br>$m_3=2$ т<br>$m_4=10$ т | $m_1=m_2=70$ кг<br>$v_1=10^2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$<br>$v_2=10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$<br>$m_3=2 \cdot 10^3$ кг<br>$m_4=10^4$ кг | Жерге бекітілген санақ жүйесіндегі ұшқыштардың кинетикалық энергиялары:<br>$E_{k1} = \frac{m_1 v_1^2}{2}; E_{k2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}$ .<br>Ұшаққа бекітілген санақ жүйесіндегі ұшқыштардың кинетикалық энергиялары:<br>$E'_{k1} = \frac{m_1 (v'_1)^2}{2}; E'_{k2} = \frac{m_2 (v'_2)^2}{2}$ .<br>Ұшақтардың Жерге бекітілген санақ жүйелеріндегі кинетикалық энергиялары:<br>$E_{k3} = \frac{m_3 v_1^2}{2}; E_{k4} = \frac{m_4 v_2^2}{2}$ . |
| $E_{k1} - ? E_{k2} - ?$<br>$E'_{k1} - ? E'_{k2} - ?$<br>$E_{k3} - ? E_{k4} - ?$                                                 |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Шешуі:**

$$E_{k1} = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{70 \text{ кг} \cdot (10^2 \text{ м/с})^2}{2} = 35 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 350 \text{ кДж.}$$

$$E_{k2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{70 \text{ кг} \cdot (10^3 \text{ м/с})^2}{2} = 35 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 35 \text{ МДж.}$$

$$E_{к3} = \frac{m_3 v_1^2}{2} = \frac{20 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot (10^2 \text{ м/с})^2}{2} = 10^7 \text{ Дж} = 10 \text{ МДж}.$$

$$E_{к4} = \frac{m_4 v_2^2}{2} = \frac{10^4 \text{ кг} \cdot (10^3 \text{ м/с})^2}{2} = 5 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 5000 \text{ МДж}.$$

Үшқыштардың ұшақпен салыстырғандағы жылдамдықтары нөлге тең ( $v'_1 = 0$ ;  $v'_2 = 0$ ). Ендеше олардың санақ денесі – ұшақпен салыстырғандағы  $E'_{к1}$  және  $E'_{к2}$  кинетикалық энергиялары да нөлге тең болады.

**Жауабы:**  $E_{к1} = 350 \text{ кДж}$ ;  $E_{к2} = 35 \text{ МДж}$ ;  $E'_{к1} = 0$ ;  $E'_{к2} = 0$ ;  $E_{к3} = 10 \text{ МДж}$ ;  $E_{к4} = 5000 \text{ МДж}$ .



### Сұрақтар

1. Жұмыс пен энергияның өзара байланысын қандай мысалдар келтіріп көрсетуге болады?
2. Қандай жағдайда дененің энергиясы бар деп айтуға болады?
3. Энергия дегеніміз қандай шама?
4. Жұмыс пен энергияның бірліктері қандай?
5. Механикалық энергия деп нені айтамыз және оның қандай түрлері бар?
6. Дененің кинетикалық энергиясы қандай шамалармен сипатталады? Кинетикалық энергияны есептеу формуласы қандай?
7. Тұрған жерінде денелердің (желдің, судың) кинетикалық энергиясын пайдалану мүмкіндігі бар ма?
8. Энергия деңгейлері айырымдарының физикалық мағынасы қандай?



### Жаттығу 5.3

1. Жалпы массасы 50 т реактивті ұшақты ұшқыш Жермен салыстырғанда 300 м/с жылдамдықпен басқарып келеді. Ұшақтың кинетикалық энергиясы қандай?
2. Массасы 9,0 г оқ винтовка ұңғысынан 800 м/с жылдамдықпен шығады. Оның кинетикалық энергиясы қандай?
3. Тарту күші  $6 \cdot 10^4 \text{ Н}$  болатын мәшиненің жылдамдығы 2 м/с-тен 8 м/с-ке дейін артады. Мәшиненің жалпы массасы 8 т. Мәшиненің кинетикалық энергиясының өзгерісін, тарту күшінің жұмысын және оның орын ауыстыру аралығын табыңдар. Үйкеліс есептелмейді.
4. Жүк көлігінің массасы жеңіл автомобильдің массасынан 18 есе артық, ал жүк көлігінің жылдамдығы жеңіл автомобильдің жылдамдығынан 6 есе кем. Олардың кинетикалық энергиясын салыстырыңдар.

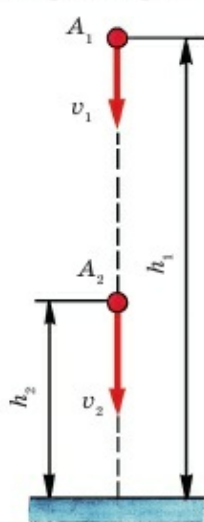


### Теориялық зерттеу

1. Резеңке мен ермексаздан (пластилин) жасалған шарлар үстелден еденге құлағанда, қандай құбылыс болатынын байқаңдар. Олардың құлаған кезінде орын алатын энергияның түрленуін сипаттап жазыңдар. Бұл үдерістердің айырмашылығын көрсетіңдер.
2. Жер бетіндегі ұшу алаңында тұрған ұшақ қандай механикалық энергияны иеленеді? Ұшу алаңынан қозғалып, әуеге көтерілер алдында қандай энергияны иеленеді?

**1. Потенциалдық энергия деп әрекеттесуші әртүрлі денелердің немесе бір дене бөліктерінің өзара орналасуы бойынша анықталатын энергияны айтады.** (Латынша *потенция* – әлеует немесе *тегеурін*, *құш-қуат* деген мағынаны білдіреді). Физиканың ғылыми тілінде «потенция» сөзінің түбірі қазақ тілінде де сақталып қалады.

Мысалы,  $h$  биіктіктен Жерге құлаған дененің әр сәттегі орналасу күйлері үнемі өзгеріп отырады. Ендеше, құлаған дененің Жермен салыстырғанда потенциалдық энергиясы бар және оның шамасы  $h$  биіктіктің шамасына тәуелді өзгеріп отырады. Сол сияқты созылған немесе сығылған серіппенің де потенциалдық энергиялары бар. Төменде олардың потенциалдық энергияларының қандай формулалармен анықталатынын көрсетейік.



Сурет 5.5. Еркін құлаған дене

**2. Ауырлық күші әрекетінен еркін құлаған дененің потенциалдық энергиясы.** Жер бетімен салыстырғанда дене  $h_1$  биіктіктен төмен қарай  $A_1$  нүктесінен  $A_2$  нүктесіне дейін құлады делік (сурет 5.5). Сонда  $F$  ауырлық күшінің істеген жұмысын табайық. Ол үшін өзімізге белгілі  $A = F \cdot s$  өрнегін пайдаланамыз. Екі нүктенің арасында дененің жүрген жолы  $s = h_1 - h_2$ . Дененің қозғалыс бағытында әрекет ететін  $F$  күші – Жердің тарту күшіне тең болады. Бұл күш ауырлық күші деп аталып,  $F = mg$  өрнегі бойынша анықталады.

Сонымен дененің құлаған кездегі ауырлық күшінің істейтін жұмысы:  $A = F \cdot s = mg \cdot (h_1 - h_2)$ . Жақшаны ашып:  $A = mgh_1 - mgh_2$  өрнегін аламыз.

Бұдан ауырлық күшінің жұмысы  $mgh$  түріндегі екі шаманың өзгерісіне (айырымына) тең екенін көреміз. Жұмыспен байланысты ондай физикалық шама алдыңғы параграфтағы  $A = E_1 - E_2 = \Delta E$  өрнегіне сәйкес тек қана энергия бола алады.

Жоғарыдағы энергетикалық айырым ауырлық күшіне ( $mg$  шамасына) және дененің орналасу қалпына ( $h_1$ ,  $h_2$  биіктіктеріне) тәуелді болып отыр. Ал ондай тәуелділік тек потенциалдық энергияны сипаттайды. Ендеше  $mgh$  түріндегі шама тек потенциалдық энергия болып табылады:

$$E_n = mgh.$$

Бұл формула Жерден  $h$  биіктікте тұрған дененің потенциалдық энергиясын анықтайды. Сонымен, мынадай қорытынды жасай аламыз:



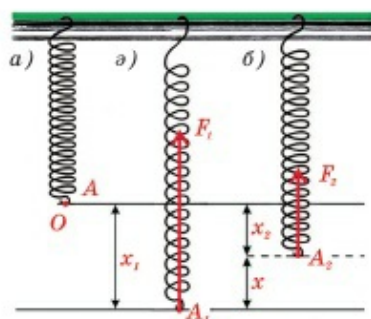
1) ауырлық күш өрісіндегі дененің потенциалдық энергиясы оның Жер бетімен салыстырғандағы орналасу биіктігіне ( $h$ ) және оған әрекет ететін ауырлық күшіне ( $F=mg$ ) тура пропорционал өзгереді;

2) ауырлық күшінің  $A$  жұмысы дененің потенциалдық энергиясының  $\Delta E_n$  шамасына *кемуі* есебінен өндіріледі:

$$A = E_{2n} - E_{1n} = \Delta E_n.$$

**3. Серпімді деформацияланған серіппенің потенциалдық энергиясы.** Жоғарыда біз дененің басқа денемен (Жермен) өзара орналасу күйлеріне байланысты потенциалдық энергиясын анықтадық. Енді бір дененің әртүрлі бөліктерінің өзара орналасуына байланысты туындайтын потенциалдық энергиясын анықтайық. Ол үшін серіппенің сызылуы немесе созылуы кезінде істелетін жұмысты қарастырайық. Деформацияланған серіппеге (сурет 5.6) Гук заңына сәйкес  $F=k \cdot \Delta x$  *серпімділік* күші әрекет етеді. Мұндағы:  $\Delta x$  – серіппенің абсолют ұзаруы;  $k$  – «қатаңдық» деп аталатын пропорционалдық коэффициент. Координатаның бас нүктесі ретінде деформацияланбаған серіппенің бос ұшына сәйкес келетін  $O$  нүктесін аламыз (сурет 5.6, а). Серіппені қалыпты күйден шығарып  $A_1$  нүктесіне дейін  $x_1$  аралығына созайық, сонда оған  $F_1$  серпімді күші әрекет етеді (сурет 5.6, ә). Серпімді күштің әрекетінен серіппенің бекітілмеген ұшындағы  $A_1$  нүктесі  $A_2$  күйіне дейін орын ауыстырсын. Осы кезде оған  $F_2$  серпімді күші әрекет етеді (сурет 5.6, б) және оған серіппенің  $x_2$  созылуы сәйкес келеді. Серпімділік күші серіппенің  $x$  ұзаруына тәуелді ұдайы өзгеріп отыратын айнымалы шама болып табылады:

$$F_1 = k \cdot x_1; \quad F_2 = k \cdot x_2, \text{ т.с.с.}$$



Сурет 5.6

Сондықтан серпімділік күшінің жұмысын анықтау үшін оның орташа мәнін аламыз:

$$F_{\text{орт}} = \frac{1}{2} (F_1 + F_2) = \frac{1}{2} (kx_1 + kx_2).$$

Сонда серпімділік күшінің істеген жұмысы мынаған тең болады:

$$A = F_{\text{орт}} \cdot x = F_{\text{орт}} (x_1 - x_2) = \frac{1}{2} (kx_1 + kx_2) (x_1 - x_2).$$

Жақшаларды бір-біріне көбейтсек:

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} \text{ өрнегі шығады.}$$

**4.** Сөйтіп серпімді күштің жұмысы  $\frac{kx^2}{2}$  түріндегі екі

шаманың айырымына (өзгерісіне) тең болып отыр. Ал жұмысқа тең болатын мұндай айырым тек энергетикалық деңгейлердің өзгерісі ( $A = E_2 - E_1 = \Delta E$ ) болып табылады. Ендеше  $\frac{kx^2}{2}$  өрнегі кинетикалық немесе потенциалдық энергия болуы керек. Бұл өрнектегі  $k$  тұрақты шама, ал  $x$  серіппе бөлігінің орналасу қалпын сипаттайды. Мұндай қасиет тек потенциалдық энергияға тән. Ендеше,  $\frac{kx^2}{2}$  шамасы серіппенің потенциалдық энергиясын сипаттайтын өрнек болып табылады. Сонымен серпімді деформацияланған серіппенің потенциалдық энергиясы мына формуламен анықталады:

$$E_n = \frac{kx^2}{2}.$$

Жоғарыдағы формулаларды бір-бірімен салыстыра отырып, төмендегі қорытындыға келеміз: **серпімділік күшінің істеген  $A$  жұмысы серіппенің потенциалдық энергиясының**

**$\Delta E_n$  өзгерісіне тең:**  $A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = E_{n1} - E_{n2} = \Delta E_n.$

#### Есеп шығару мысалы

**Есеп.** Серіппелі тапаншадағы серіппенің қатаңдығы 4000 Н/м. Оқтың массасы 5 г. Серіппені 2 сантиметрге сығып қысады. Оқ тапаншадан қандай жылдамдықпен ұшып шығады? Серіппенің серпімділік күші неге тең? (Ауаның кедергі күші және үйкеліс ескерілмейді.)

| Берілгені:                                                        | SI бірлігі бойынша                                                                                    | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m = 5 \text{ г}$<br>$k = 4000 \text{ Н/м}$<br>$x = 2 \text{ см}$ | $m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$<br>$k = 4 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$<br>$x = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ | <p>Серпімділік күші (<math>F</math>) серіппе <math>x</math> ұзындыққа созылғанда жұмыс жасайды. Бұл жұмыс <math>A = F \cdot x</math> формуласымен өрнектеледі. Екіншіден, серпімділік күшінің жұмысы серіппенің потенциалдық энергиясының өзгерісіне тең:</p> $A = \Delta E_n = \frac{kx^2}{2}.$ <p>Үшіншіден, ұшып шыққан оқтың кинетикалық энергиясы серпімділік күшінің істеген жұмысының есебінен өндіріледі: <math>A = \frac{mv^2}{2}</math>.</p> |
| $v = ?$<br>$F = ?$                                                |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Шешуі: Есеп мазмұнын талдауға сүйеніп, екі теңдік аламыз:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} \quad \text{және} \quad F \cdot x = \frac{kx^2}{2}.$$

Бірінші теңдіктен оқтың жылдамдығын табамыз:

$$v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \text{ Н/м} \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}} \approx 18 \text{ м/с}.$$

*Ескерту:* Барлық өлшем бірліктер SI жүйесіне аударылғандықтан, жылдамдық осы жүйедегі м/с бірлігінде беріледі.

Екінші теңдіктен серіппенің серпімділік күшін табамыз:

$$F = \frac{kx}{2} = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ Н/м} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{2} = 40 \text{ Н}.$$

*Жауабы:*  $v = 18 \text{ м/с};$   
 $F = 40 \text{ Н}.$



### Сұрақтар

1. Потенциалдық энергия дегеніміз не?
2. Ауырлық күші әрекет ететін дененің потенциалдық энергиясының формуласы қалай өрнектеледі?
3. Ауырлық күшінің жұмысы мен потенциалдық энергияның арасында қандай байланыс бар?
4. Неліктен потенциалдық энергия салыстырмалы сипат алады?
5. Сығылған (созылған) серіппенің потенциалдық энергиясы қандай формуламен өрнектеледі?





6. Серпіпнің потенциалдық энергиясының өзгерісі мен серпімділік күші жұмысының арасындағы байланыс қалай өрнектеледі?
7. Тұрған жеріңде желдің, судың, басқа да денелердің потенциалдық энергиясын пайдалану мүмкіндігі бар ма? Талдау жасаңдар.



#### Жаттығу 5.4



1. Массасы 100 кг дене 10 м биіктіктен биіктігі 3 м үйдің төбесіне құлап түсті. Ауырлық күшінің істеген жұмысы қандай?

2. 800 м биіктіктегі тау шоқысының төбесінде алма ағашы өсіп тұр. Биіктігі 5 м алма ағашының бұтағындағы массасы 0,5 кг алманың Жер бетімен және ағаш түбімен салыстырғандағы потенциалдық энергиялары қандай?



3. Нүрек су электр стансысында (СЭС) су 275 м биіктіктен құлап ағады. Өрбір секунд сайын СЭС-тің бір турбинасынан 155 м<sup>3</sup> су ағып өтеді. Бұл турбинада 1 с ішінде қанша энергия өндіріледі?



4. Дененің Жер және Ай беттерінен бірдей биіктіктегі потенциалдық энергиялары бірдей бола ма?



5. Қатаңдығы  $k=2 \cdot 10^3$  Н/м серпіпке серпімділік күшінің әрекетінен 3 см-ге ұзарады. Созылған серпіпнің потенциалдық энергиясы қандай?

6. 250 Н серпімділік күшінің әрекетінен серпіпке 30 см-ге ұзарады. Серпіпнің потенциалдық энергиясын және осы күштің жұмысын табыңдар. Егер осы күштің әрекетінен серпіпке тағы да 20 см-ге созылса, онда оның потенциалдық энергиясы қандай болады? Потенциалдық энергияны өзгерту үшін қанша жұмыс жасалады?

7. Серпіпні 6 см-ге созғанда оның потенциалдық энергиясы 180 Дж болды. Серпіпнің қатаңдығы қандай?

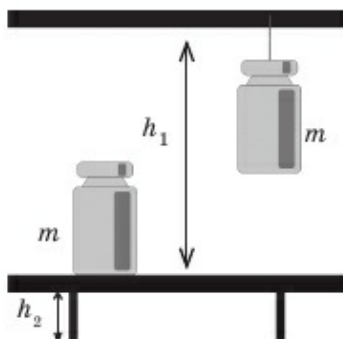


#### Теориялық зерттеу

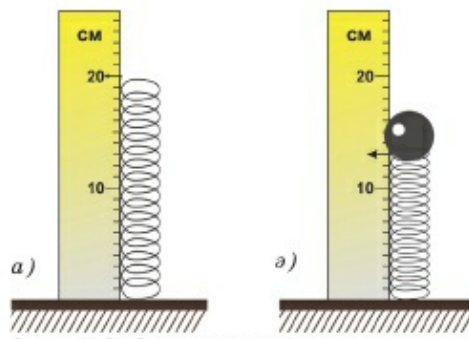
1. 5.7-суретте көрсетілген денелердің қайсысында үстел бетімен және Жермен салыстырғанда энергия бар? Бұл қандай энергия және ол қандай формулалармен өрнектеледі?

2. Мына жұмысты атқарыңдар.

Серпіпке сызғышты жанастырып (сурет 5.8, а), ұзындығын өлшеңдер де, оған массасы 1 кг шарды қойыңдар (сурет 5.8, ә). Пайда болған серпімділік күші неге тең? Қандай жұмыс жасалды? Бұл жұмыс қандай энергияның өзгерісі негізінде жасалды? Жазбаша жоба түрінде толық баяндалар.



Сурет 5.7



Сурет 5.8. Сызғылған серпіпке потенциалдық энергияға ие болады

**1.** Потенциалдық энергия немесе кинетикалық энергия тек белгілі бір денеге ғана тән емес. Кез келген дене, кейбір жеке жағдайларды ескермегенде, энергияның екі түрін бірдей иемденеді. Мысалы, аспандағы ұшақтың Жермен салыстырғанда потенциалдық энергиясы да, кинетикалық энергиясы да бар.

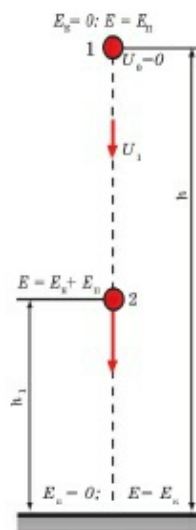
*Тұйық жүйенің кез келген уақыттағы кинетикалық және потенциалдық энергияларының қосындысы механикалық энергия деп аталады:  $E = E_k + E_n$ .* Сөйтіп механикалық энергия дененің жылдамдығына да, орналасқан қалпына да байланысты өзгереді.

Табиғатта да, техникада да механикалық энергияның бір түрі екінші түріне үздіксіз айналып отырады. Мысалы, тербеліп тұрған маятникте кинетикалық энергия потенциалдық энергияға және керісінше ауысып отырады. Сондай-ақ серпімді денелер бір-біріне соқтығысқанда да энергия бір түрден екінші түрге айнала алады.

**2.** Енді біз екі денеден тұратын жүйедегі энергиялардың түрленуін қарастырайық. Бұл жүйеде ауырлық күші мен серпімділік күштері ғана әрекет етсін. Бірде-бір сыртқы күш (ауаның кедергісі немесе үйкеліс күштері) әрекет етпейтін болсын. Тысқарғы күштермен әрекеттеспейтін денелердің идеал жүйесін *тұйық жүйе* деп атайды. Болат шар мен болат тақтадан тұратын тұйық жүйедегі механикалық энергияның түрленуін қарастырайық (сурет 5.9).

Шар  $h$  биіктікте қозғалмай тұрған кезде оның кинетикалық энергиясы нөлге тең, сондықтан толық механикалық энергия тек потенциалдық энергиядан тұрады ( $E = E_n$ ). Шар құлаған кезде оның потенциалдық энергиясы бірте-бірте кемиді, ал кинетикалық энергиясы, керісінше, арта береді. Себебі шар төмендеген сайын оның орналасу биіктігі кемиді де, потенциалдық энергиясы азаяды. Бірақ жылдамдығы арта түседі де, шардың кинетикалық энергиясы өседі.

Шар тақтаның бетіне жанасар сәтте ( $h=0$ ) оның потенциалдық энергиясы нөлге теңеледі де, ал оның жылдамдығы (демек, кинетикалық энергиясы) ең үлкен шамаға жетеді. Сөйтіп, шардың потенциалдық энергиясы тұтасымен оның кинетикалық энергиясына айнала



Сурет 5.9.  
Болат шардың механикалық энергиясының түрленуі

ды. Тақтаға соғылар сәтте шардың толық механикалық энергиясы тек кинетикалық энергиядан тұрады ( $E=E_k$ ).

Одан әрі шар болат тақтаға соғылады да, оның жылдамдығы кенет нөлге теңеледі. Осы кезде оның кинетикалық энергиясы қайтадан нөлге айналады. Кинетикалық энергияның нөлге теңелуі оның із-түзсіз жоғалып кетуі емес.

Шар тақтаға соғылған кезде шар да, тақта да деформацияланады, яғни соғылады. Сөйтіп шардың кинетикалық энергиясы тұтасымен соғылған серпімді шар мен тақтаның потенциалдық энергиясына айналады. Соғылған денелердің потенциалдық энергиясының өзгерісі есебінен жұмыс жасалып, шар қайтадан жоғары қарай серпіле қозғалады. Осылайша дененің механикалық энергиясы тұйық жүйеде біресе кинетикалық энергияға, біресе потенциалдық энергияға ауысып отырады. Алайда, *кинетикалық және потенциалдық энергиялардың қосындысы өзгермейді:  $E=E_k+E_n = \text{const}$  (тұрақты).*

Тұйық жүйедегі энергиялардың түрленуі мен сақталуы механикалық энергияның айналу және сақталу заңы деп аталады да, былайша оқылады: *тұйық жүйенің механикалық энергиясы денелердің кез келген орналасу қалпында өзгеріссіз сақталады, алайда бір түрден екінші түрге айналады.*

**3.** Тұйық жүйеде механикалық энергияның тұрақты сақталатынына теория жүзінде көз жеткізу үшін 1-нүктеден 2-нүктеге дейін құлаған дененің істейтін жұмысын анықтайық (сурет 5.9). Ауырлық күшінің істейтін жұмысы дененің потенциалдық (немесе кинетикалық) энергияларының өзгерістеріне (айырымына) тең болатынын ескеріп, төмендегі теңдіктерді жазамыз:

$$A=E_{n1}-E_{n2} \text{ немесе } A=E_{k2}-E_{k1}.$$

Бұл теңдіктердің сол жағы өзара тең, өйткені мұндағы  $A$  жұмысы еркін құлап түсетін дененің екі деңгей арасында істейтін жұмысы. Сондықтан теңдіктердің оң жақтары да бір-біріне тең:

$$E_{n1}-E_{n2}=E_{k2}-E_{k1}, \text{ немесе} \\ E_{n1}+E_{k1}=E_{n2}+E_{k2}=\text{const} \text{ (тұрақты).}$$

Бұдан механикалық энергия – потенциалдық және кинетикалық энергиялардың қосындысы екенін біле отырып, мына теңдіктерді аламыз:  $E_1=E_{n1}+E_{k1}$ ;  $E_2=E_{n2}+E_{k2}$ .

Ендеше жоғарыдағы теңдіктерді мына түрде жаза аламыз:

$$E_1=E_2=\text{const} \text{ және } E=E_k+E_n=\text{const}.$$

Сөйтіп еркін түсетін дененің әртүрлі деңгейлердегі механикалық энергиясы тұрақты болып қалатынын көреміз.

Механикалық энергияның сақталу заңын қолдану көптеген күрделі мәселелерді шешуге жәрдемдеседі. Мысалы, техникада әртүрлі тетіктердің қозғалысын есептеуде; астрономияда аспан денелерінің (жұлдыздардың, планеталардың т.с.с.) қозғалыстарын алдын ала болжауда; ғарыштануда (зымырандардың, серіктердің) қозғалыс траекторияларын анықтауда қолданылады. Оны ғарыштағы сәтті сапарлар, жүргізілген тәжірибелер айғақтайды.

Механикалық энергияның түрлену және сақталу заңы табиғатта орын алатын әмбебап энергияның сақталу және түрлену заңының бір көрінісі болып табылады. Табиғаттың іргелі де әмбебап бұл заңының басқа да көріністерімен жоғары сыныптарда танысатын боламыз.

**4.** Денелер сыртқы ортамен байланыста болмайтын оқшауланған жүйені құру мүмкін емес. Сондықтан сөреден еденге құлаған доп қайтадан сөре деңгейіне көтеріле алмайды. Өйткені доптың механикалық энергиясының бір бөлігі қоршаған ауаның кедергісін жоюға, яғни сыртқы ортаның жылу энергиясына шығындалады. Міне, сондықтан үйкеліс (кедергі) күштері әрекет еткен жағдайда механикалық энергияның сақталу заңы орындалмайды. Бұл жайтты механикалық энергияның сақталу заңын қолданғанда ескеру қажет. Осындай жағдайларды ескеріп, қателеспеу үшін **механикалық энергияның сақталу заңын былайша тұжырымдаймыз: *тұйық жүйені құрайтын денелер арасында тек қана ауырлық күші мен серпінділік күші әрекет ететін болса, онда тұйық жүйенің механикалық энергиясы өзгеріссіз сақталады.***

**Есеп шығару мысалы.**

Массасы  $m=10$  г оқ  $v_1=800$  м/с жылдамдықпен ағашқа тиеді де  $s=10$  см тереңдікте тоқтайды. Ағаштың  $F$  кедергі күшін тұрақты деп есептеп, оның шамасын табу керек.

| Берілгені:                                                | SI бірлігі бойынша                                              | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m = 10$ г<br>$v_1 = 800$ м/с<br>$v_2 = 0$<br>$s = 10$ см | $m = 10^{-2}$ кг<br>$v_1 = 8 \cdot 10^2$ м/с<br>$s = 10^{-1}$ м | $E_{v_1} = \frac{mv_1^2}{2}$ – оқтың ағашқа тиердегі кинетикалық энергиясы.<br>$A = F \cdot s$ – оқтың ағаш кедергісін жеңуге істеген жұмысы.<br>Екінші жағынан оқтың жұмысы оның ағаш ішіндегі кинетикалық энергиясының өзгерісіне тең: $A = \Delta E$ .<br><br>$\Delta E = E_{v_1} - E_{v_2} = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$ . |
| $F = ?$                                                   |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Шешуі:** Есеп мазмұнын талдауға сүйеніп, мынаны аламыз:

$$\frac{mv_1^2}{2} = F \cdot s, \text{ бұдан } F = \frac{mv_1^2}{2s}.$$

**Есептелуі:**

$$F = \frac{mv_1^2}{2s} = \frac{10^{-2} \text{ кг} \cdot (800 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10^{-1} \text{ м}} = 32\,000 \text{ Н} = 32 \text{ кН}.$$

**Жауабы:**  $F=32$  кН.



### Сұрақтар

1. Дененің толық механикалық энергиясы деп қандай энергияны айтады?
2. Тұйық жүйе деп қандай жүйені айтады?
3. Тұйық жүйедегі энергияның айналу және сақталу заңы қалай оқылады?
4. Тұйық жүйеде механикалық энергияның сақталатыны теориялық жолмен қалай дәлелденеді?
5. Үйкеліс күші бар болса, механикалық энергия сақтала ма? Сақталмаса оны қалай түсіндіруге болады?
6. Қандай шарттар орындалса, механикалық энергия сақталады деп айта аламыз? Нақты шарттар көрсетілген механикалық энергияның сақталу заңы қалай аталады?



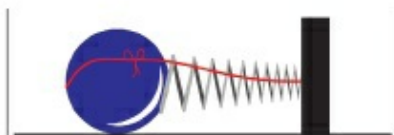
### Жаттығу 5.5

1. Массасы 9,0 г оқ қалыңдығы 5,0 см тақтайға 600 м/с жылдамдықпен соғылып, 200 м/с жылдамдықпен тесіп өтеді. Оның кинетикалық энергиясын, істеген жұмысын және тақтайдың кедергі күшін анықтаңдар. Кедергі күші өзгермейді деп алыңдар.
2. Массасы 100 т ұшақ Жерден 1 км биіктікке көтерілгенде жылдамдығы 200 м/с болады. Оның Жермен салыстырғандағы механикалық энергиясы қандай?
3. Массасы 5 т жер серігін 100 км биіктікке 8 км/с болатын бірінші ғарыштық жылдамдықпен шығару үшін қандай жұмыс шығындалады? Жер серігінің орбитадағы механикалық энергиясы неге тең?



### Теориялық зерттеу

Бір ұшы үстел бетіндегі шарикке бекітілген серіппені (сурет 5.10) қысып байлаған жіпті жағып жіберсе не болар еді? Мұнда энергияның қандай түрленуі орын алады? Серіппенің серпімділік күшінің жұмысын тәжірибеде анықтауға тырысыңдар. Оның мәнін теориялық есептеулеріңдегі алынған шамамен салыстырыңдар. Жұмыс нәтижесін және жауаптарыңды үйірме отырысында талқылап, қабырға газетінде жариялаңдар.



Сурет 5.10. Сығылған серіппеге бекітілген шарик



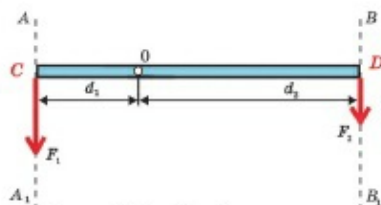
§ 35

КҮШ МОМЕНТІ. ДЕНЕНІҢ МАССАЛАР ЦЕНТРИ

**1.** Айналатын денелер өндірісте өте кең қолданылады, табиғатта да жетекші орын алады. Айналу осі бар денелердің қозғалысын сипаттау үшін **күш моменті** деген ұғым енгізіледі. Бұл ұғымды түсіндіру үшін айналатын қарапайым дене – **индікті (рычагты)** қарастырайық. **Қозғалмайтын тіреудің немесе біліктің (осьтің) төңірегінде айнала алатын кез келген дене индік деп аталады.**

Төменде көрсетілген индікке  $AA_1$  және  $BB_1$  түзу сызықтары бойымен сыртқы  $F_1$  және  $F_2$  күштері әрекет етсін (сурет 5.11). Мәселені күрделендірмеу үшін индіктің екі бөлігінің ауырлық күштерін ескермейміз. **Индіктің айналу осі өтетін  $O$  нүктесін тіреу нүктесі деп атайды.**

Айналу білігінен күш векторы орналасқан түзуге дейінгі ең қысқа қашықтықты **күш иіні деп атайды.** Суретте  $F_1$  күшінің иіні  $d_1=OC$ , ал  $F_2$  күшінің иіні  $d_2=OD$  болып табылады.



Сурет 5.11. Индікке әрекет ететін күштер

**2. Денеге әрекет ететін күштің өз иініне көбейтіндісі күш моменті деп аталады:**

$$M = F \cdot d.$$

Мұндағы:  $M$  – күш моменті,  $F$  – күш,  $d$  – күш иіні.

Жоғарыдағы анықтама күш моментінің физикалық мағынасын анықтайды. Нақтырақ айтсақ: күш моменті қатты денеге түсірілген күштің айналдырғыштық әрекетін сипаттайды және оның күш иініне де тәуелді болатындығын көрсетеді.

**Күш моментінің бірлігі үшін иіні 1 метрге тең 1 ньютон күштің моменті алынады.** Ол **ньютон · метр (Н · м)** деп белгіленеді.

$$1 \text{ Ньютон} \cdot \text{метр} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Жоғарыдағы суретте  $F_1$  күшінің моменті:

$$M_1 = F_1 \cdot d_1;$$

$F_2$  күшінің моменті

$$M_2 = F_2 \cdot d_2.$$

Күш сияқты, күш моменті де векторлық шама. Оның бағыты түскен күштің бағытымен сәйкес келеді.

Мысалы,  $M_1$  моменті,  $F_1$  күші сияқты, иіндікті сағат тілі қозғалысына қарама-қарсы бағытта бұруға тырысады.  $M_2$  моменті,  $F_2$  күші сияқты, сағат тілі қозғалысымен бағытас әрекет етеді.

**3.** Енді айналатын денеге өзінің өртүрлі бөліктерінің ауырлық күші ғана әрекет ететін жағдайды қарастырайық. Біз жоғарыда күш моменті ұғымын енгізгенде мәселені күрделендірмеу үшін иіндіктің (сурет 5.11) екі бөлігінің ауырлық күштерін ( $F=mg$ ) ескермейміз дедік. Алайда, кез келген дененің массасы бар және оның әр бөлігіне ауырлық күштері әрекет етеді. Бұндай ауырлық күштерінің айналатын денелердің қозғалысына тигізетін әсері де айтарлықтай зор. Міне, осындай жағдайларда айналатын денелер үшін **массалар центрі** деген ұғым енгізіледі.

Дененің (немесе денелер жүйесінің) массалар центрін табудың маңызы зор. Мысалы, техникалық құрылғыларда айналатын денелердің айналу осін олардың массалар центрінен тыс жатқан нүктелер арқылы өткізсе қауіпті инерция күші пайда болады да, ондай құрылғылар тез істен шығады. Ал, айналу осі денелердің массалар центрі арқылы өтсе, ондай қатерлі жағдайлар орын алмайды. Міне, сондықтан автокөліктердің дөңгелектерінің массалар центрін айналу осьтерімен сәйкестендіру үшін оларды үнемі тексеріп, «балансир» – «жүктеме» арқылы теңгеріп отырады. Сонымен дененің массалар центрі деп қандай нүктені атайды?

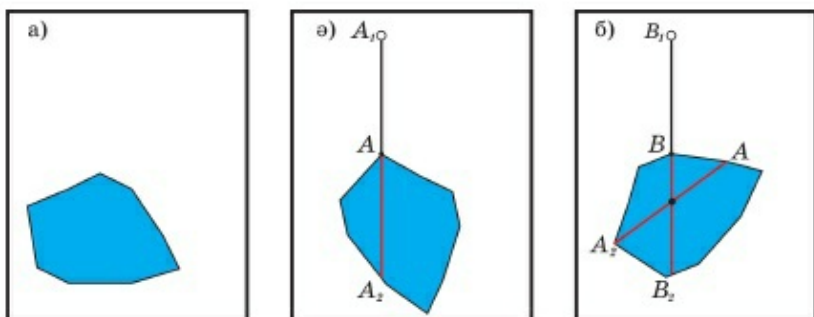
*Егер сыртқы күштердің әрекеті болмаған жағдайда дене қандай да бір нүкте арқылы жүргізілген өзінің айналу осіне қатысты тыныштық (немесе бірқалыпты қозғалыс) қалпын сақтайтын болса, ондай нүкте осы дененің массалар центрі деп аталады.*

Мұндай центрде дененің бүкіл массасы жинақталған деп есептеледі. Сондықтан ондай нүктелік центрді дененің **инерция центрі** деп те, **ауырлық центрі** деп те атайды.

Дененің массалар центрін **эксперименттік және есептеу тәсілдерімен** анықтауға болады.

**4. Жазық фигураның массалар центрін тәжірибеде анықтау.** Өртүрлі пішіндегі жазық фигураның массалар центрін табудың эксперименттік тәсілін көрсету үшін кез келген бір жазық бұйым (сурет 5.12, а) алайық та, оның массалар центрін табайық.

Ол үшін бұйымның кез келген шеткі А нүктесіне жіптің бір ұшын бекітіп, екінші ұшымен бұйымды көтеріп  $A_1$  нүктесіне ілеміз (сурет 5.12, ә). Керілген жіптің бойымен (яғни ауырлық күшінің бағытымен) бұйымның бетіне  $AA_2$  сызық түсіреміз. Одан кейін бұйымды босатып, оның басқа бір В нүктесіне жіпті қайыра байлап тәжірибені қайталаймыз (сурет 5.12, б). Соңғы жағдайда керілген жіптің бойымен бұйымның бетіне екінші  $BB_2$  сызық жүргіземіз. Сонда бұйым бетіндегі сызықтардың қиылысқан О нүктесі жазық бұйымның массалар (ауырлық) центрін анықтайды.



Сурет 5.12. Жазық дененің масса центрін анықтау

**5.** Енді екі дененің массалар центрін теориялық есептеу тәсіліне тоқталайық. Массалары  $m_1$  және  $m_2$  болатын екі дене берілсін. Есептеуді жеңілдету үшін екі денені  $Ox$  осіне орналастырайық (сурет 5.13). Олардың массаларының центрі  $C$  нүктесі болсын. Мұндай жағдайда екі дененің массалар центрінің координатасы мына формула бойынша табылады:

$$x_c = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2},$$

мұндағы  $x_1$  және  $x_2$  сәйкес денелердің координаталары болып табылады.

**6.** Массалар центрін теориялық есептеудің мысалы ретінде Ай – Жер жүйесінің массалар центрінің қайда орналасқанын анықтайық. Төмендегі есепті шығарайық. Есептеуді оңайлату үшін декарттық координаталар жүйесінің бас нүктесін Жердің центріне дәл келетіндей етіп, Ай мен Жерді  $Ox$  осі бойына орналастырамыз. Сонда Жер координатасы:  $x_{ж} = 0$ ;  $y_{ж} = 0$ ;  $z_{ж} = 0$ . Ай координатасы:  $y_{ай} = 0$ ;  $z_{ай} = 0$ ;  $x_{ай} = 384\,000$  км (Айдың Жерден қашықтығы). Ендеше,  $Ox$  осіндегі Жер – Ай жүйесінің массалар центрінің ( $C$  нүктесінің) координатасы мына формула бойынша табылады:

$$x_c = \frac{m_{ж} \cdot x_{ж} + m_{ай} \cdot x_{ай}}{m_{ж} + m_{ай}}.$$

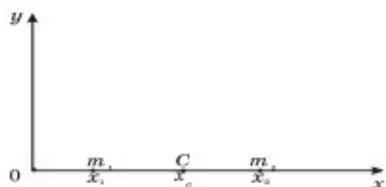
Мұндағы:

$m_{ж} = 5,978 \cdot 10^{24}$  кг –

Жер массасы,  $x_{ж} = 0$ ,

$m_{ай} = 7,35 \cdot 10^{22}$  кг – Ай

массасы,  $x_{ай} = 384\,000$  км.



Сурет 5.13.  $x_c$  екі денеден тұратын жүйенің массалар центрі

Формулаға көрсетілген шамалардың тиісті мәндерін қойып, Ай – Жер жүйесінің массалар центрінің Ох осіндегі координатасын табамыз:

$$\text{яғни } x_c = \frac{m_{\text{ж}} \cdot x_{\text{ж}} + m_{\text{ай}} \cdot x_{\text{ай}}}{m_{\text{ж}} + m_{\text{ай}}} = \frac{m_{\text{ай}} \cdot x_{\text{ай}}}{m_{\text{ж}} + m_{\text{ай}}} = \frac{7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг} \cdot 384\,000 \text{ км}}{5,978 \cdot 10^{24} \text{ кг} + 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}} \approx 4666 \text{ км.}$$

Сонымен Жер–Ай жүйесінің массалар центрі Жер центрінен 4666 км қашықтықта орналасады. Бұл нүкте Жердің ішінде орналасқан, өйткені Жер радиусы оның координатасынан үлкен, нақтырақ көрсетсек:  $6378 \text{ км} > 4666 \text{ км}$ .



### Сұрақтар

1. Иіндік дегеніміз не?
2. Күш иіні деп нені айтамыз?
3. Күш моменті дегеніміз не?
4. Массалар центрінің анықтамасы қалай айтылады? Массалар центрін анықтаудың қандай қажеттілігі бар?
5. Дененің (немесе денелер жүйесінің) массалар центрін қандай тәсілдермен анықтайды?
6. Эксперименттік тәсілмен дененің (денелер жүйесінің) массалар центрі қалай анықталады?
7. Екі дененің массалар центрін қандай теориялық формуламен анықтайды? Формулалардағы физикалық шамалар нені білдіреді?
8. Қалай ойлайсыңдар: Ай жердің центрін төңіректен айнала ма, жоқ әлде Жер мен Ай жүйелерінің массалар центрін төңіректен айнала ма? Жауаптарыңды ұжымдаса талқылаңдар.



**№8 зертханалық жұмыс. Жазық фигураның массалар центрін анықтау (сабақтан тыс уақытта орындау үшін)**

**Жұмыстың мақсаты:** Оқулықта (§35) сипатталған «жазық фигураның массалар центрін тәжірибеде анықтаудың» дұрыстығына көз жеткізу.

**Құрал-жабдықтар:** қатырма қағаз, қайшы, штатив (аспа), біз (шеге), жіп, жүк (гір тасы).

**1-тапсырма.** Қатырма қағаздың бетіне сол қолыңның алақанын төсеп, суретін сызып алыңдар да, қайшымен қиып жазық фигура жасаңдар. Оның кез келген шетінен бізбен үш тесік жасап, біреуінен жіп өткіз де қатырма қағазды аспаға іліп қойыңдар. Жүкке (гір тасына) жіп байлап, оны да аспаға іліп қойыңдар.

**2-тапсырма.** Қатырма қағаздың бетіне ауырлық күші түсетін вертикаль сызықты мұқият түрде сызып алыңдар. Қатырма қағаздағы басқа тесік арқылы жіп өткізіп, тәжірибені қайталап жасаңдар да, оның бетіне ауырлық күші түсетін екінші вертикаль сызықты жүргізіңдер. Жүргізілген екі сызықтың қиылысқан нүктесі зерттеп отырған дененің массалар центрі болатын О нүктесін көрсетеді. Оған көз жеткізу үшін қатырма қағазды оның үшінші тесігі арқылы іліп, ауырлық күші түсетін тағы бір сызық салатын болсақ, барлық үш сызық та осы О нүктесі арқылы өтетін болады.

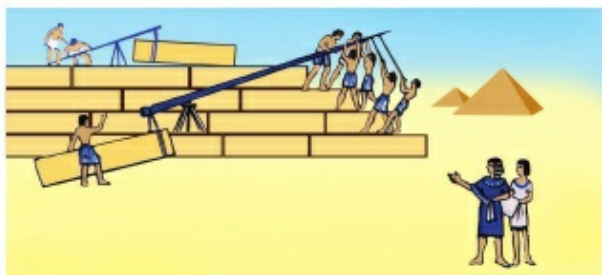
Енді экспериментте анықтаған  $O$  нүктесі шын мәнінде дененің массалар центрі болып табыла ма? Соған көз жеткізіндер. Ол үшін осы нүкте арқылы денені қарындаштың немесе қаламның ұшына іліп көтеру қажет. Егер дене алғаш ілінген қалпында қалса, онда  $O$  нүктесі шынында да дененің массалар центрі болып табылады. Оны басқа да жолмен тексеруге болады. Ол үшін  $O$  нүктесі тұсынан тесік жасап, оған шеге өткізу қажет (шеге дененің айналу осі рөлін атқарады). Егер дене ось төңірегінде алғашқы тұрған қалпын өзгертпесе, онда  $O$  нүктесі шынында оның массалар центрі болып табылады.

**3-тапсырма.** Жасаған эксперименттік жұмыстарыңның барысын оқулықта айтылған 7 талапты орындай отырып (§2 қара), жұмыс дәптерлерінде баяндап жазыңдар да, ұстаздарыңның қатысуымен өзара талқылаңдар. Қорытындысында мына сұраққа жауап беріңдер: қарындаш ұшындағы қатырма қағазға әрекет ететін күштердің теңәрекетті күші неге тең?

§ 36

**ЖАЙ МЕХАНИЗМДЕР.  
«МЕХАНИКАНЫҢ АЛТЫН ЕРЕЖЕСІ»**

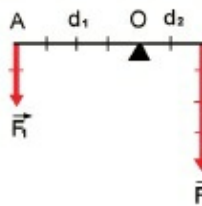
**1.** Құрылыс салуда (суреттер 5.14–5.17), сондай-ақ күрделі техникалық қондырғылардың жекелеген қарапайым бөліктері ретінде **жай механизмдер** деп аталатын көптеген құралдар қолданылады. Жай механизмдер, біріншіден, *күштен ұтыс алу үшін*, екіншіден, *денеге түсетін күш пен оның қозғалысының бағытын өзгерту үшін*



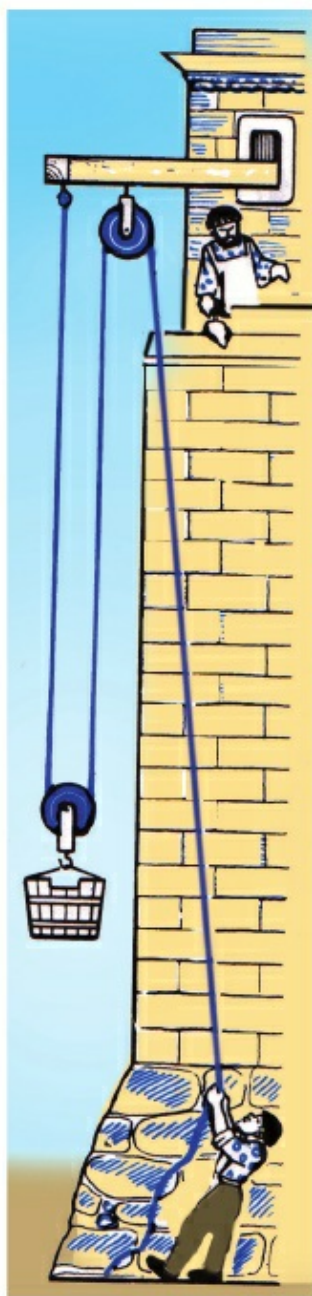
Сурет 5.14. Жай механизмдер жәрдемімен пирамида тұрғызу



Сурет 5.15. Көлбеу жазықтықпен жүк көтеру



Сурет 5.16. Индікке әрекет ететін күштер



Сурет 5.17. Блоктарды құрылыстарда қолдану

қолданылады. Мысалы, ауыр жүкті тік көтеру орнына оны сол биіктікке көлбеу жазықтықты (сурет 5.15) пайдаланып көтереді.

**Күшті түрлендіріп, қозғалыс бағытын өзгерту үшін қолданылатын құралдар жай механизмдер деп аталады.**

Жай механизмдерге мыналар жатады: *индік* (сурет 5.14), *блок* (сурет 5.17 және 5.18), *көлбеу жазықтық* (сурет 5.15) және олардың өзге түрлері: *шығыр, сына, бұранда*.

**2.** Жай механизмдерді пайдаланып күштен қанша есе ұтуға болады? Бұл сұраққа жауап алу үшін индіктегі күш моменттерінің тепе-теңдік шартын пайдаланамыз (сурет 5.16).  $F_1$  күші жұмысшының жұмсайтын күші, ал  $F_2$  – көтеретін жүктің ауырлық күші болсын. Айнала алатын дененің тепе-теңдік шарты бойынша:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \quad \text{немесе} \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{F_2}{F_1}.$$

Мұндағы:  $d_1$  – жұмысшы күшінің иіні,  $d_2$  – жүктің ауырлық күшінің иіні.

Жоғарыдағы қатынастардың теңдігінен мынадай қорытынды туындайды: *жұмысшы күшінің иіні ауырлық күшінің иінінен неше есе үлкен болса, жұмысшы күштен сонша есе ұтады.*

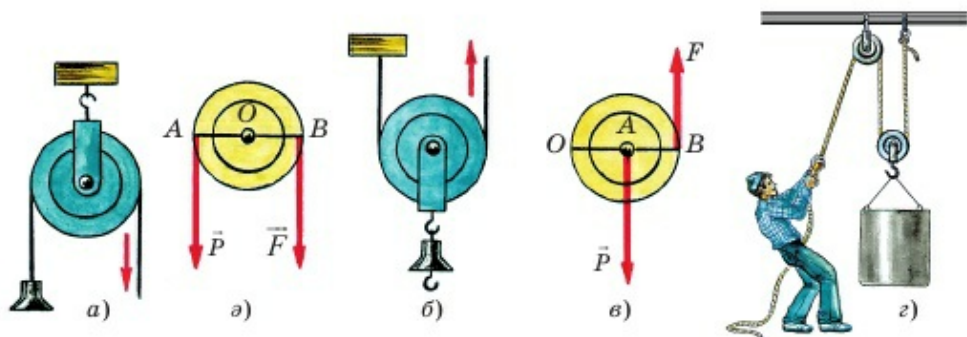
**3.** Жай механизмдердің тағы бір түрі – блок.

*Блок дегеніміз – өз осінің төңірегінен айнала алатын, шетінде науасы бар доңғалақ тегершік* (сурет 5.17 және 5.18). Блок науасы арқылы арқан, трос немесе шынжыр тасталады. Блоктар *жылжымалы* және *жылжымайтын* болып екіге бөлінеді.

*Жүк көтергенде айналу осі не жоғары, не төмен қозғалмайтын блок – жылжымайтын блок деп аталады* (сурет 5.18, а).

Жылжымайтын блокты теңінді ( $OA=OB=r$ ) индік деп қарастыруға болады (сурет 5.18, ә). Ондай блок күштен ұтыс бермейді ( $P=F$ ), бірақ күш әрекетінің бағытын өзгертуге мүмкіндік жасайды.

*Жүкпен бірге блоктың айналу осі де көтеріліп немесе төмен түсіп отырса, ондай блок жылжымалы блок деп аталады* (сурет 5.18, б).



Сурет 5.18

Жылжымалы блок (сурет 5.18, в) индік ретінде кескінделген, мұндағы  $O$  – индіктің тіреу нүктесі,  $P$  ауырлық күшінің иіні –  $AO$ ,  $F$  жұмыс істейтін күштің иіні –  $BO$ .

$BO$  иіні  $AO$  иінінен 2 есе артық болғандықтан,  $F$  күші  $P$  күшінен 2 есе кем. Шынында да, индіктер үшін сағат тілі жүрісімен бағытталған және қарама-қарсы бағытталған күштердің күш моменттерінің тепе-теңдік шарты бойынша  $P \cdot OA = F \cdot OB$ .

Бұдан:

$$\frac{P}{F} = \frac{OB}{OA}, \quad \frac{P}{F} = \frac{2OA}{OA} = 2, \quad \text{яғни } F = \frac{P}{2}.$$

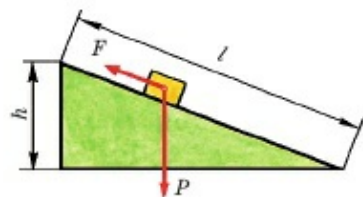
Сонымен қарастырған мысалда жылжымалы блок күштен 2 есе ұтыс береді.

Күштен ұту үшін, әдетте, жылжымайтын және жылжымалы блоктарды бірге пайдаланады (сурет 5.18, а және 5.18, г). Жылжымайтын блок жұмысты атқару ыңғайлы болу үшін ғана қолданылады. Ол күштен ұтыс бермегенмен, күштің әрекет ету бағытын өзгертуге мүмкіндік береді. Мысалы, жерде тұрып, жүкті жоғары көтеруге болады (сурет 5.17).

**4.** Жоғарыда жай механизмдерді пайдаланып, күштен ұтуға болатынын дәлелдедік. Ал жолдан ұта аламыз ба? Бұл сұраққа жауап алу үшін көлбеу жазықтықты пайдаланып, жасалатын жұмысты анықтайық.

Массасы  $m$  денені ұзындығы  $l$  көлбеу жазықтықтың бойымен бірқалыпты қозғай отырып,  $h$  биіктікке көтерейік (сурет 5.19). Сонда денеге екі күш әрекет етеді:  $P$  – ауырлық күші,  $F$  – тарту күші. Есептеуді жеңілдету үшін үйкеліс күшін ескермейміз.

Денені көлбеу жазықтықтың бойымен тарту күшіне бағыттас жылжытқанда оның орын ауыстыруы  $l$  ұзындыққа сәйкес келеді. Сонда  $F$  тарту күшінің істейтін жұмысы:  $A = F \cdot l$ .



Сурет 5.19. Көлбеу жазықтық

Дене  $h$  биіктікке көтерілгенде, оның Жер бетімен салыстырғандағы потенциалдық энергиясы  $\Delta E_n = E_{n2} - E_{n1} = mgh$  шамасына өседі. Энергияның бұл өзгерісі денені көлбеу жазықтықтың бойымен жылжытқанда жасалған жұмысқа тең:  $A = \Delta E_n = mgh$ . Бұл теңдікті,  $A = F \cdot l$  өрнегін пайдаланып, мына түрде жазамыз:  $F \cdot l = mgh$ .

Бұдан  $P = mg$  екенін ескеріп,  $F \cdot l = Ph$  теңдігін аламыз немесе

$$\frac{F}{P} = \frac{h}{l}.$$

Бұл қатынастардың теңдігінен мынадай қорытынды туындайды: *көлбеу жазықтықтың бойымен денеге әрекет ететін тарту күші оның ауырлық күшінен неше есе кем болса, көлбеу жазықтықтың ұзындығы оның биіктігінен сонша есе артық болады.*

Жоғарыдағы мысалдарды жалпылай келе мынадай тұжырым жасаймыз: *жай механизмдерді пайдаланып, күштен қанша есе ұтсақ, жолдан сонша есе ұтыламыз.*

Жай механизмдердің барлық түрлеріне ортақ бұл қағида «механиканың алтын ережесі» деп аталады.



### Сұрақтар

1. Қандай механизмдер жай механизмдер деп аталады? Жай механизмдерге мысалдар келтіріңдер
2. Жай механизмдердің қандай түрлерін білесіңдер?
3. Жай механизмдер жұмыстан ұтыс бере ме?
4. Иіндікті не үшін қолданады?
5. Блок дегеніміз қандай құрал? Жылжымалы, жылжымайтын блоктар несімен ерекшеленеді?
6. «Механиканың алтын ережесі» қалай оқылады? Көлбеу жазықтықтың мысалында түсіндіріңдер.



### Жаттығу 5.6

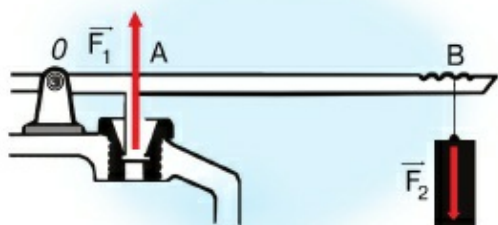
1. Төменде көрсетілген (сурет 5.20) иіндіктердің тірек нүктелерін және күш иіндерін сызба түрінде анықтаңдар.
2. Сурет 5.20-дан а) және ә) жағдайларын қарастырыңдар. Таяқтағы жүктің қай орналасуында оның ауырлық күшінің моменті үлкен болады?



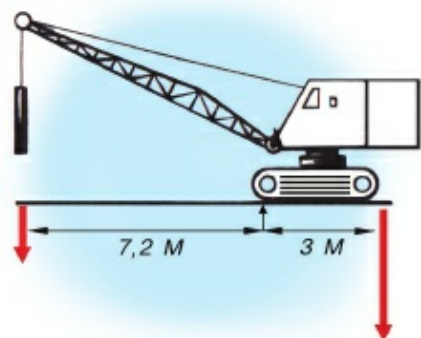
Сурет 5.20



3. Сақтандырғыш клапанның (сурет 5.21) қимасына қарап, бу клапаннан шықпас үшін иіндікке қандай жүк ілуге болатынын есептеңдер. Қазандағы будың қысымы қалыпты атмосфералық қысымнан 12 есе артық. Клапанның ауданы  $S=3 \text{ см}^2$ . Иіндік пен клапанның салмағы ескерілмейді. Күштердің иіндерін суреттен өлшеп табыңдар. Егер қазандағы будың қысымы артағын немесе кемитін болса, жүкті қай жаққа жылжыту керек? Жауаптарыңды негіздендер.



Сурет 5.21



Сурет 5.22

4. Көтергіш крандағы (сурет 5.22) қарсы салмақтың массасы 1000 кг болса, бұл кранның жәрдемімен қандай жүк көтеруге болатынын есептеңдер. Есептеуді күш моменттерінің теңдігіне сүйеніп жасаңдар.



#### Практикалық тапсырма

1. Үйлеріндегі әртүрлі қысқаштардың, тістеуіктердің, қаңт және жаңғақ шаққыштардың, қайшылардың құрылысын қарастырыңдар. Олардың айналу біліктерін (тірек нүктелерін), әрекет және кедергі күштерінің күш моменттерін анықтаңдар. Сызбасын салып, ондағы күштер мен олардың иіндерін көрсетіңдер. Бұл құралдың күштен қандай ұтыс бере алатынын есептеңдер.
2. «Адамның, жануарлар мен жәндіктердің денелеріндегі иіндіктер» деген тақырыпқа баяндама даярлап, үйірме отырыстарында талқылаңдар. Онда 1-тапсырма бойынша жасаған зерттеу жұмыстарының нәтижелерін қорғаңдар.
3. «Механиканың алтын ережесін» тауып, күштен орасан ұтуға болатынын білген Архимед: «Маған тіреу нүктесін беріңдер, мен Жерді де төңкеріп тастаймын» деген екен. Архимед иіндіктің «қозғалмайтын» тіреу нүктесін Айға орналастырып, Жерді 100 Н күшпен көтеруі үшін оның пайдаланатын иіндігінің ұзындығы қандай болар еді? Бұл сұраққа жауапты өз беттеріңмен іздестіріп, үйірме жұмысында баяндаңдар.

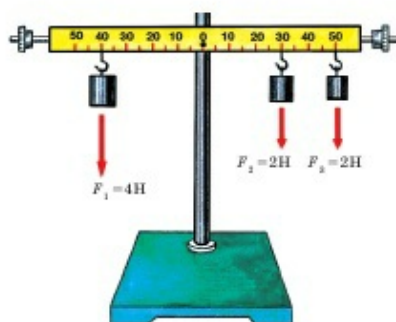


#### Эксперименттік зерттеу

4. Динамометрдің жәрдемімен қандай да бір жүкке әрекет ететін ауырлық күшін анықтаңдар. Сонан соң жүкті жіпке байлап, оның екінші ұшын қозғалмайтын блок арқылы асырып тастаңдар. Енді жіпті тарта отырып, жүкті бірқалыпты көтеріңдер. Қозғалмайтын блок күштен ұтыс бере ме, бермей ме, динамометрмен тексеріңдер. Ұтыс бермесе, мұндай блоктарды не үшін қолданатынын түсіндіріңдер.

**1.** Айналатын денелердің, солардың ішінде иіндіктің де тепе-теңдік шартын анықтауға күш моменті мүмкіндік береді. Иіндік тепе-теңдікте тұруы үшін оған сағат тілі жүрісіне бағытталған әрекет ететін күш моментінің модулі сағат тілі жүрісіне кері бағытталған күш моментіне тең болуы керек:

$$M_1 = M_2.$$



Сурет 5.23. Сызғыш-иіндік

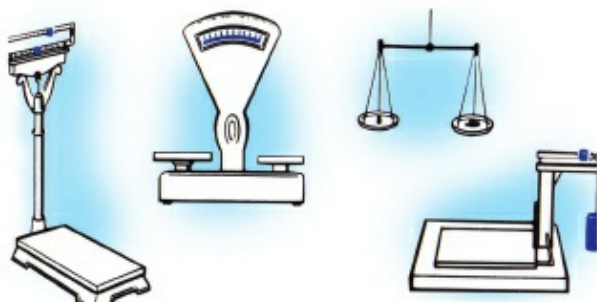
Мұндай пайымдау тәжірибеден алынған. Оған сызғыш-иіндікті (сурет 5.23) пайдаланып тәжірибе жасау арқылы көз жеткізе аламыз.

Салмағы әртүрлі жүктерді иіндікке іле отырып, оны тепе-теңдік күйге келтірейік. Сызғыштың бетіндегі шкалалар арқылы ауырлық күштерінің иіндерін оңай таба аламыз. Түсірілген күштер мен олардың иіндерін біле отырып, сызғыштың оң жағындағы күштердің моменттерінің қосындысы мен сол жағындағы күштердің

моменттерінің қосындысын анықтайық. Сонда тепе-теңдікте тұрған иіндіктің оң жағындағы күштердің моменттерінің қосындысы ( $M_1 = F_2 \cdot d_2 + F_3 \cdot d_3 = 2\text{H} \cdot 0,3\text{ м} + 2\text{H} \cdot 0,5\text{ м} = 1,6\text{ Н} \cdot \text{м}$ ) оның сол жағындағы күш моментіне ( $M_2 = F_1 \cdot d_1 = 4\text{H} \cdot 0,4\text{ м} = 1,6\text{ Н} \cdot \text{м}$ ) тең екенін көреміз ( $M_1 = M_2$ ). Сонымен иіндіктің сол жағындағы күштердің күш моменттерінің қосындысы оның оң жағындағы күштердің күш моменттерінің қосындысына тең болатынын тәжірибе растайды.

Салмағы әртүрлі жүктер үшін тәжірибені қайталай отырып, моменттер ережесі деп аталатын мынадай тәжірибелік қорытынды жасаймыз: *айналлатын дененің тепе-теңдігін сақтау үшін, денені сағат тілі жүрісіне бағытталған айналдыратын күш моменттерінің қосындысы ( $\sum_i M_i$ ) оны сағат тілі жүрісіне қарсы бағытта айналдыратын күш моменттерінің қосындысына ( $\sum_i M_i'$ ) тең болуы керек:*

$$\sum_i^n M_i = \sum_i^m M_i'$$



Сурет 5.24. Өртүрлі таразылар

**2. Иінді таразылардың** (сурет 5.24) жұмыс істеу принципі айналатын дененің тепе-теңдік шартына негізделеді. Зертханалық теңінді таразының бір табақшасына массасы өлшенетін денені, ал екінші табақшасына гир тастарын салып теңестірейік. Дене мен гир тасының ауырлық күштерін тиісінше  $P_1 = m_1 g$  және  $P_2 = m_2 g$  деп белгілейік. Таразы тепе-теңдікте тұрғандықтан, бұл күштердің күш моменттері тең болуы керек, яғни:

$$M_1 = M_2 \text{ немесе } P_1 d_1 = P_2 d_2.$$

Зертханалық теңінді таразыда күш иіндері тұрақты шама:  $d_1 = d_2$ . Ендеше  $m_1 g = m_2 g$  немесе  $m_1 = m_2$ .

Бұдан кері қорытынды да жасай аламыз: *егер гир тастарының массасы өлшенетін дененің массасына тең болса, онда теңінді таразы тепе-теңдік күйде болады.*

Сонымен **иінді таразылар дененің массасын өлшеу үшін қолданылады.**

**3. Аса ауыр денелердің** (жүк мәшинелерінің, вагондардың т.с.с.) массаларын өлшейтін таразының *иіндері* өртүрлі ұзындықтарда жасалады. Мысалы, бір иіні  $l$  болса, екінші иіні одан 100 есе кіші  $L = l/100$  болуы мүмкін. **Иіндері он санына еселік болып келетін таразылар ондық таразылар** деп аталады. Сонда ондық таразылардың тепе-теңдік шарты былай жазылады:

$$gml = gML,$$

мұндағы  $m$  – гир тасының массасы;  $M$  – өлшенетін дененің массасы.

$L=l/100$  шамасын жоғарыдағы теңдікке қойып,  $m = M/100$  өрнегін аламыз. Бұдан таразының гир тасының массасы, өлшенетін дененің массасынан 100 есе кем екенін көреміз. Осылайша, шағын гир тастарын пайдаланып, ауыр денелердің массаларын таразыда өлшеп таба аламыз.

### Есеп шығару мысалдары

**Есеп.** Сызғыш-иіндікке бір жағдайда төрт күш (сурет 5.25, а), екінші жағдайда үш күш (сурет 5.25, ә) әрекет етеді. Қандай жағдайда иіндік тепе-теңдікте болады, егер тепе-теңдік болмаса, ол қай бағытқа бұрылады?

1. Есепті бірінші жағдай үшін шығарайық.

| Берілгені:                                                                                                                                     | SI бірлігі бойынша                                                                                                                                               | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_1=2\text{H}$<br>$F_2=3\text{H}$<br>$F_3=2\text{H}$<br>$F_4=1\text{H}$<br>$d_1=20\text{ см}+10\text{ см}$<br>$d_4=10\text{ см}+30\text{ см}$ | $F_1=2\text{H}$<br>$F_2=3\text{H}$<br>$F_3=2\text{H}$<br>$F_4=1\text{H}$<br>$d_1=0,3\text{ м}$<br>$d_2=0,1\text{ м}$<br>$d_3=0,1\text{ м}$<br>$d_4=0,4\text{ м}$ | Сағат тілі жүрісіне қарсы айналдыратын күш моменттерінің қосындысы: $M_1+M_2$ .<br>Сағат тілі жүрісіне бағыттас айналдыратын күш моменттерінің қосындысы: $M_3+M_4$ .<br>Моменттер ережесі бойынша иіндікті сағат тілі жүрісіне қарсы бағытта айналдыратын екі күштің күш моменттерінің қосындысы ( $M_1+M_2$ ) иіндікті сағат тілі жүрісіне бағыттас айналдыратын екі күштің күш моменттерінің қосындысына ( $M_3+M_4$ ) тең болса, иіндік тепе-теңдікте болады. Бұл шарт орындалмаса, иіндік не оңға немесе солға қарай бұрылатын болады. |
| $(M_1+M_2)=?$<br>$(M_3+M_4)=?$                                                                                                                 |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

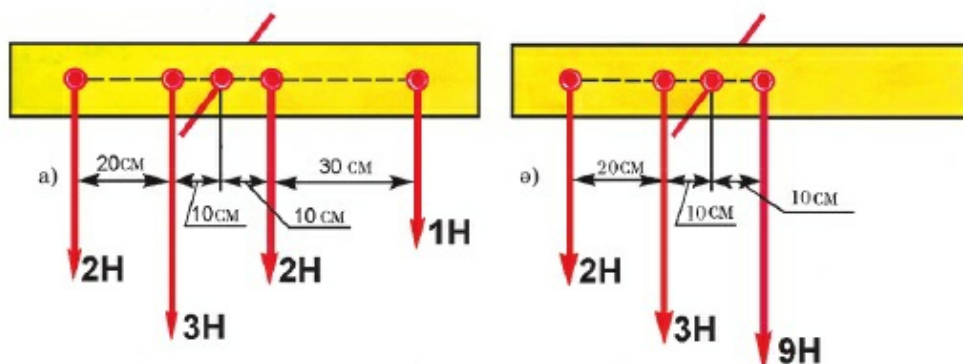
Шешуі:

$$M_1+M_2=F_1 \cdot d_1+F_2 \cdot d_2=2\text{H} \cdot 0,3\text{ м}+3\text{H} \cdot 0,1\text{ м}=0,9\text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_3+M_4=F_3 \cdot d_3+F_4 \cdot d_4=2\text{H} \cdot 0,1\text{ м}+1\text{H} \cdot 0,4\text{ м}=0,6\text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Бұдан  $(M_1+M_2)>(M_3+M_4)$ ; немесе  $0,9>0,6$ .

**Жауабы:** Бірінші жағдайда сызғыш-иіндік тепе-теңдікте тұра алмайды. Ол сағат тілі қозғалысына қарсы бағытта айналатын болады.



Сурет 5.25. Сызғыш-иіндіктер

2) Есепті екінші жағдай үшін шығарайық.

| Берілгені:                                                                                                                           | SI бірлігі бойынша                                                                                                      | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_1=9\text{H}$<br>$F_2=3\text{H}$<br>$F_3=2\text{H}$<br>$d_1=10\text{ см}$<br>$d_2=10\text{ см}$<br>$d_3=10\text{ см}+20\text{ см}$ | $F_1=9\text{H}$<br>$F_2=3\text{H}$<br>$F_3=2\text{H}$<br>$d_1=0,1\text{ м}$<br>$d_2=0,1\text{ м}$<br>$d_3=0,3\text{ м}$ | $M_1$ – сағат тілі жүрісіне бағытталған айналдыратын күш моменті.<br>$M_2+M_3$ – сағат тілі жүрісіне қарсы айналдыратын күш моменттерінің қосындысы.<br>Иіндік тепе-теңдікте болу үшін мына шарт орындалуы керек:<br>$M_1=M_2+M_3$ . |
| $M_1=?$<br>$M_2+M_3=?$                                                                                                               |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                      |

$$M_1=F_1 d_1=9\text{H} \cdot 0,1\text{ м} = 0,9\text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_2+M_3=F_2 d_2+ F_3 d_3=(3\text{H} \cdot 0,1\text{ м} + 2\text{H} \cdot 0,3\text{ м})=0,9\text{ Н}\cdot\text{м}.$$

**Жауабы:** Бұл жағдайда иіндік тепе-теңдікте болады, себебі  $M_1=M_2+M_3$ .



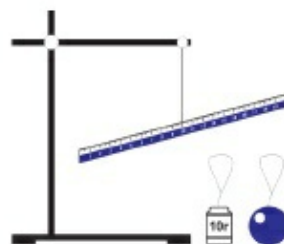
**Сұрақтар**

1. Қандай шарт орындалғанда қозғалмайтын ось төңірегінде айнала алатын дене тепе-теңдікте тұра алады? Моменттер ережесі қалай оқылады?
2. Теңінді таразылар мен ондық таразылардың жұмыс істеу принциптері қандай? Иінді таразылар қандай мақсаттар үшін қолданылады?
3. Қандай шарттар орындалғанда теңінді және ондық таразылар тепе-теңдікке келеді?
4. Иінді таразының Ай бетіндегі көрсетуі мен Жер бетіндегі көрсетуі бірдей бола ала ма? Жауаптарыңды дәлелдеңдер.
5. Салмақсыздық жағдайында таразы жұмыс істей ала ма?
6. Бір ғана гир тасымен жұмыс істейтін таразы түрі бар ма? Бар болса, оның жұмыс істеу принципі қандай?



**Практикалық тапсырма**

Сендерге мына құралдар беріледі (сурет 5.26) (жоқтарын жинап аласыңдар): сызғыш-иіндік, сым тұзағы бар массасы 10 г гир, массасы белгісіз дене (мысалы, саф алтыннан жасалынды деген бұйым). Осы дененің массасын анықтаңдар. Алған нәтижелеріңнің дұрыстығын таразыда өлшеу арқылы тексеріңдер. Бұйымның саф алтыннан жасалғанын қалай анықтауға болады? Тәжірибе жасап көріңдер.



Сурет 5.26

**1.** Мәшинелердің қандай түрін алсаңдар да, олардың жұмыстарының бір бөлігі белгілі ортадағы (ауадағы, сұйықтағы, қатты денелердегі) кедергі немесе үйкеліс күштеріне қарсы жұмыс атқаруға жұмсалады. Сөйтіп, механизмдерге берілген энергия олардың қозғалысқа келтіретін денелеріне тұтас күйінде жете алмайды. Осыдан барып механизмдер істейтін *жалпы* (немесе *толық*) *жұмыс және пайдалы жұмыс* – деген ұғымдар енгізіледі.

*Механизмдердің өздерін қозғалысқа келтіретін жұмыс жалпы* (немесе *толық*) *жұмыс делінеді*.

*Механизмдердің қажетті денелерді қозғалысқа келтіретін жұмысы пайдалы жұмыс деп аталады*.

*Механизмнің немесе машиненің пайдалы өрекет коэффициенті (ПӨК) деп пайдалы жұмыстың толық жұмысқа қатынасын айтады:*

$$\text{Пайдалы өрекет коэффициенті} = \frac{\text{Пайдалы жұмыс}}{\text{Толық жұмыс}},$$

немесе:

$$\eta = \frac{A_n}{A_r}.$$

Әдетте, ПӨК-ті пайызбен (%) көрсетеді, сондықтан жоғарыдағы қатынасты жүз пайызға (100%-ға) көбейтеді

$$\eta = \frac{A_n}{A_r} \cdot 100\%.$$

**2.** Жұмыс пен қуат арасындағы тура пропорционалдық байланысты ( $A=N \cdot t$ ) ескеріп, ПӨК-ті пайдалы қуаттың ( $N_n$ ) толық қуатқа ( $N_r$ ) қатынасы арқылы да өрнектеуге болады:

$$\eta = \frac{N_n}{N_r} \cdot 100\%.$$

Мәшинелер мен механизмдердің пайдалы өрекет коэффициенттері әрқашан 1-ден немесе 100% (пайыздан) кем болады. ПӨК-і 1-ге (100 пайызға) тең болатын мәңгі қозғалтқыштарды жасау мүмкін емес. Өйткені толық жұмыс дененің механикалық әрі ішкі жылулық энергияларының өзгерісі арқылы сипатталады, ал пайдалы жұмыс тек

механикалық энергияның өзгерісін білдіреді. Сондықтан  $A_n < A_T$  болады да ірі қондырғылардың ПӘК-і 30–40 пайыздан аспайды. Дегенмен, мәшинелер мен механизмдердің ПӘК-ін үздіксіз жоғарылатудың мүмкіндігі шексіз мол. ПӘК-ті сәл көтерудің өзі ғылым мен техника үшін аса зор табыс болып қабылданады. Отын қорының қарқынды азаюына байланысты энергияны үнемдеп пайдаланатын қозғалтқыштар мен қондырғыларды жасау – алда тұрған үлкен міндеттердің бірі. Өртүрлі механизмдердің ішінде сағат өзiрге ПӘК-і ең жоғары механизм болып табылады. Оның ПӘК-і 90% (пайыздан) жоғары.

### Есеп шығару мысалдары

**Есеп.** Иіндіктің ұзын иініне 2,5 кН күш түсіріп, қысқа иініне бекітілген массасы 1 т жүкті көтереді. Жүк 0,8 м биіктікке көтерілгенде, иіндіктің күш түсірілген нүктесі 4 м төмен түсті. Иіндіктің пайдалы әрекет коэффициенті қандай?

| Берілгені:                                                                        | SI бірлігі бойынша                                                                    | Есеп мазмұнын теориялық талдау                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m=1 \text{ т}$<br>$F=2,5 \text{ кН}$<br>$h_1=0,8 \text{ м}$<br>$h_2=4 \text{ м}$ | $m=10^3 \text{ кг}$<br>$F=2500 \text{ Н}$<br>$h_1=0,8 \text{ м}$<br>$h_2=4 \text{ м}$ | Иіндіктің ПӘК-і: $\eta = \frac{A_n}{A_T} \cdot 100\%$<br><br>Пайдалы жұмыс: $A_n = Ph_1$<br>Толық жұмыс: $A_T = Fh_2$<br>Жүктің салмағы: $P = gm$ |
| $\eta - ?$                                                                        |                                                                                       |                                                                                                                                                   |

*Шешуі:*

$$P = g \cdot m = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 10^3 \text{ кг} = 10^4 \text{ Н.}$$

$$A_n = P \cdot h_1 = 10^4 \text{ Н} \cdot 0,8 \text{ м} = 8 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$$

$$A_T = F \cdot h_2 = 2500 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 10^4 \text{ Дж.}$$

$$\eta = \frac{A_n}{A_T} \cdot 100\% = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{10^4 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 80\%.$$

*Жауабы:*  $\eta = 80\%$ .



### Сұрақтар

1. Жалпы жұмыс пен пайдалы жұмыстың айырмашылығы неде?
2. Пайдалы әрекет коэффициенті қалай анықталады?
3. «Мәңгі қозғалтқыш» жасау мүмкін бе?

**Жаттығу 5.7**

1. Ұзындығы 4,5 м, биіктігі 1,5 м көлбеу жазықтық бойымен массасы 30 кг жәшікті тартады. Жәшіктің көлбеу бетпен үйкеліс күші 20 Н. Атқарылған пайдалы және толық жұмысты есептеңдер, көлбеу жазықтың ПӘК-ін анықтаңдар.

2. Қуатын 25 кВт-қа дейін арттырып, сорғының қозғалтқышы 100 м<sup>3</sup> мұнайды 6 м биіктікке 8 минутта көтереді. Қондырғының ПӘК-ін табыңдар.

**Практикалық тапсырма**

1. Егер сендердің әрбір қадамдарыңда 20 Дж орташа жұмыс атқарылатын болса, онда мектепке жаяу барып қайтқандарыңда атқаратын жұмыстарыңды есептеңдер.

2. Баспалдақпен көршілес қабатқа көтерілгендеріңде атқаратын жұмыстарыңды анықтаңдар. Үй қабаттарының арақашықтығын метрлік белгілері бар тіктеуішпен (немесе рулеткамен), ал өз денелеріңнің массаларын ондық таразының жәрдемімен анықтаңдар.

3. Үстел бетінде 10 дойбы немесе сонша домино тастары жатыр. Оларды бір бағанаға тік жоғары жинастырғанда, атқаратын жұмыстарыңды анықтаңдар. Жұмысты анықтау үшін миллиметрлік сызғышты, қолдан жасалған динамометрді немесе тұрмыстық серіппелі таразыны қолданыңдар.

4. Бақан немесе арқан бойымен тік жоғары өрмелегендеріңде жасайтын жұмыстарыңды және дамытатын қуаттарыңды анықтаңдар. Жұмыс пен қуатты анықтау үшін сантиметрлік лентаны немесе метрлік бөліктері бар тіктеуішті, секундтық тілі бар сағатты қолданыңдар.

5. Миллиметрлік сызғыштың таза бетіне домино тасын қойыңдар. Сызғыш бойымен тас баяу жылжитындай етіп, оны көлбеулеп орналастырыңдар. Көлбеу жазықтықтың биіктігін, тастың массасын өлшеңдер. Тастың жылжуы басталар сәтіндегі потенциалдық энергиясын анықтаңдар. Бұл тәжірибедегі энергия айналуларының түрлерін атаңдар.

6. Горизонталь созылған қолдан еденге дейінгі қашықтықты сантиметрлік лентамен өлшеңдер. Массасы алдын ала динамометрмен немесе тұрмыстық серіппелі таразымен өлшенген допты созылған қол деңгейінен түсіріп жіберіңдер. Өлшеулердің мәліметтері бойынша доптың траекториясының ең жоғарғы нүктесіндегі потенциалдық энергиясын және ең төменгі нүктесіндегі кинетикалық энергиясын анықтаңдар. Қайталап жасалған тәжірибелердегі доптың механикалық энергиясының сан мәрте түрленулеріне зер салыңдар.

7. Миллиметрлік сызғыштың көмегімен иіндіктердің (қайшының, бұранда кілтіннің, құлып кілтіннің, суқұбыры кранының т.с.с.) иіндерін өлшеңдер. Қарастырылған қарапайым механизмдердегі күш ұтыстарын анықтаңдар.

**№ 9 зертханалық жұмыс. Иіндіктің тепе-теңдік шарттарын анықтау**

**Жұмыстың мақсаты:** Күш моменттері ережесінің дұрыстығын иіндікті пайдаланып, эксперимент жүзінде тексеру.

**Құрал-жабдықтар:** штативке орнатылған иіндік, жүктер жиынтығы, масштабты сызғыш, динамометр (сурет 5.27).

**1-тапсырма. Екі күштің әрекетіндегі иіндіктің тепе-теңдік шартын тексеру.**

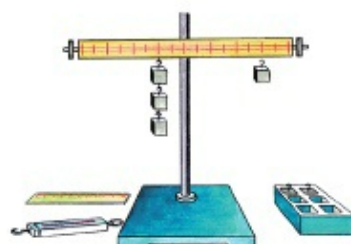


**Жұмыстың барысы:**

1) оқулықтағы «Иіндік»; «Иіндікке түскен күштердің тепе-теңдігі»; «Күш моменттері» туралы материалды қайталаңдар;

2) иіндіктің екі ұшындағы бұрандаларды бұрап, оны горизонталь орналасатындай етіп теңгеріңдер;

3) иіндіктің сол жағына айналу білігінен  $l_1$  қашықтыққа массаларының қосындысы  $m_1$  болатын екі жүк іліңдер. Тәжірибе жасап, иіндіктің оң жағына оны тепе-теңдікке келтіретін бір жүкті айналу білігінен қандай  $l_2$  арақашықтықта ілуге болатынын анықтаңдар. Алынған мәліметтерді төмендегі кестеге жазыңдар:



Сурет 5.27

| Біліктің сол жағы |                |                |                          | Біліктің оң жағы  |                |                |                          |
|-------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Масса, $m_1$ (кг) | Иін, $l_1$ (м) | Күш, $F_1$ (Н) | Күш моменті, $M_1$ (Н·м) | Масса, $m_2$ (кг) | Иін, $l_2$ (м) | Күш, $F_2$ (Н) | Күш моменті, $M_2$ (Н·м) |
|                   |                |                |                          |                   |                |                |                          |

4)  $M_1$  және  $M_2$  күш моменттерін салыстыра отырып, алынған эксперимент нәтижелерінің күш моменттер ережесінен қаншалықты ауытқитынын анықтаңдар. Ауытқуды анықтау үшін күш моменттерінің айырымын  $(M_1 - M_2)$  олардың орташа мәніне  $\frac{(M_1 + M_2)}{2}$  бөлу керек:

$$Ауытқу = (M_1 - M_2) : \frac{(M_1 + M_2)}{2} \cdot 100\% .$$

**2-тапсырма. Әртүрлі нүктелерге түсірілген күштердің әрекетіндегі иіндіктің тепе-теңдік шартын тексеру.**

**Жұмыстың барысы:**

1) біліктің екі жағындағы кез келген ілгекке әртүрлі жүкті іле отырып, иіндікті тепе-теңдік күйге келтіріңдер;

2) иіндікті сағат тілінің бағытында (шартты түрде оң бағытта) айналдыратын күштердің күш моменттерінің қосындысын табыңдар:

$$M_{оң} = M_1 + M_2 + \dots + M_n ;$$

3) иіндікті сағат тіліне кері бағытта (шартты түрде сол бағытта) айналдыратын күштердің күш моменттерінің қосындысын анықтаңдар:

$$M_{сол} = M_1 + M_2 + \dots + M_n ;$$

4) оң және теріс күш моменттерін салыстыра отырып, экспериментте алынған нәтижелердің моменттер ережесіне сәйкестігін көрсетіңдер.

### **№ 10 зертханалық жұмыс. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін анықтау**

*Жұмыстың мақсаты:* Денені  $h$  биіктікке бірқалыпты тік жоғары көтергенде істелетін пайдалы жұмыстың сол денені осы биіктікке көлбеу жазықтық бойымен көтергенде істелетін толық жұмыстан кем болатынын көрсету.

*Құрал-жабдықтар:* тақтай, динамометр, өлшеуіш таспа немесе сызғыш, ағаш білеуше, жылжымалы қысқышы бар штатив.

**1-тапсырма.** Денені  $h$  биіктікке бірқалыпты тік жоғары көтергенде істелетін жұмысты анықтау.

Денені  $h$  биіктікке бірқалыпты тік жоғары көтеру үшін  $F_1$  күші  $A_1$  жұмысын істейді:  $A_1 = F_1 h$ .

Денені бірқалыпты тік жоғары көтеретін  $F_1$  күші дененің  $P$  ауырлық күшіне тең:  $F_1 = P$ . Оны динамометрмен тікелей өлшеу керек.

*Жұмыстың барысы.* 1) білеушені көтеретін  $h$  биіктігін таңдап алыңдар; 2) білеушенің ауырлық күшін динамометрмен өлшеңдер; 3) білеушені  $h$  биіктікке бірқалыпты тік жоғары көтергенде істелетін жұмысты есептеп шығарыңдар.

**2-тапсырма.** Денені көлбеу жазықтың бойымен  $h$  биіктікке бірқалыпты көтергенде істелетін жұмысты анықтау.

Денені жоғарыдағы таңдап алынған  $h$  биіктігіне тік көтерудің орнына,  $F_2$  күшін түсіріп ұзындығы  $l$  көлбеу жазықтықты пайдаланып көтеруге де болады. Алайда, көлбеу жазықтықты пайдаланғанымызда, механиканың алтын ережесі бойынша күштен ұтқанымызбен ( $F_2 < F_1$ ), оның есесіне жолдан ұтыламыз ( $l > h$ ). Көлбеу жазықтықты пайдаланғанда істелген  $A_2$  жұмыс мынаған тең:  $A_2 = F_2 \cdot l$ .

«Алтын ережеге» сәйкес үйкеліс есепке алынбаған жағдайда  $A_1$  және  $A_2$  жұмыстары бір-біріне тең:  $A_1 = A_2$  немесе  $F_1 h = F_2 l$ .

Практикада үйкелісті болдырмау мүмкін емес, сондықтан толық жұмыс  $A_2$  пайдалы  $A_1$  жұмыстан іс жүзінде үлкен:  $A_2 > A_1$ .

*Жұмыстың барысы:*

1) Тақтайды көлбеу орналастырыңдар (сурет 5.19) ( $h$  биіктік пен көтеретін білеуше өзгеріссіз қалуы керек);

2) көлбеу жазықтықтың  $l$  ұзындығын өлшеңдер;

3) білеушеге динамометрді іліп, оны көлбеу жазықтықтың бойымен жоғары қарай бірқалыпты қозғалтып тартыңдар да,  $F_2$  тарту күшін өлшеңдер;

4) білеушені көлбеу жазықтықтың бойымен бірқалыпты көтергенде істелетін  $A_2$  жұмысты есептеңдер.

**3-тапсырма. Көлбеу жазықтықтың пайдалы әрекет коэффициентін (ПӘК-ін) табу.**

Көлбеу жазықтықты пайдаланып, білеушені көтергендегі көлбеу жазықтықтың ПӘК-і пайдалы  $A_1$  жұмысты толық  $A_2$  жұмысқа бөлгенге тең:

$$\eta = \frac{A_1}{A_2} \text{ немесе пайызбен (\%)} \text{ есептесек: } \eta = \frac{A_1}{A_2} \cdot 100\%.$$

**Жұмыстың барысы:**

1) көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін есептеңдер;

2) механиканың «алтын ережесін» пайдаланып, үйкеліс есепке алынбаған жағдайда, көлбеу жазықтық күштен қандай ұтыс беретінін есептеңдер. Есептелген  $F_2$  мәнімен динамометр арқылы өлшенген  $F_2$  мәнін салыстырыңдар;

3) көлбеу жазықтықтың  $h$  биіктігін өзгертіңдер де, істелген жұмыстарды (пайдалы және толық жұмыстарды) және көлбеу жазықтың ПӘК-ін анықтаңдар;

4) зертханалық жұмыстың барлық тапсырмалары бойынша алынған нәтижелерді берілген кестеге түсіріңдер.

| Тәжірибе реті (№) | Көлбеу жазықтық бойымен тарту күші, $F_2$ (Н) | Ауырлық күші, $F_1$ (Н) | Білеушені көлбеу жазықтықтың бойымен қозғалтып көтергенде істелетін толық жұмыс, $A_2 = F_2 \cdot l$ (Дж) | Көлбеу жазықтықтың ұзындығы, $l$ (м) | Көлбеу жазықтықтың биіктігі, $h$ (м) | Білеушені тік жоғары көтергенде істелетін пайдалы жұмыс, $A_1 = F_1 h$ (Дж) | Көлбеу жазықтықтың ПӘК-і (%) |
|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                   |                                               |                         |                                                                                                           |                                      |                                      |                                                                             |                              |

### V тараудағы ең маңызды түйіндер

**1. Механикалық жұмыс** – күш әрекетінен дене орын ауыстырғанда істелетін жұмыс:

$$A = F \cdot s.$$

Жұмыс джоульмен өлшенеді:

**1 Джоуль (1 Дж) = 1 Ньютон · 1 метр = 1 Н · м.**

**2. Қуат** – бір өлшем уақытта істелген жұмыс:

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

**1 Ватт (1 Вт) =  $\frac{1 \text{ Джоуль}}{1 \text{ сек}}$  = 1 Дж/с.**

**3. Энергия** – дененің жұмыс істеу қабілеттілігін сипаттайтын физикалық шама.

**4. Кинетикалық энергия** – дененің қозғалуы салдарынан туындайтын энергия:

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

мұндағы  $m$  – қозғалыстағы дененің массасы,  $v$  – оның жылдамдығы.

**5. Потенциалдық энергия** – денелердің немесе бір дене бөліктерінің өзара орналасуы бойынша анықталатын энергия.

**5.1. Ауырлық күші әрекет ететін дененің потенциалдық энергиясы:**

$$E_n = mgh,$$

мұндағы  $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ ;  $m$  – дене массасы,  $h$  – дененің басқа дене (мысалы, Жер) бетінен биіктігі.

**5.2. Деформацияланатын серіппенің потенциалдық энергиясы:**

$$E_n = \frac{kx^2}{2},$$

мұндағы  $k$  – серіппе қатаңдығы,  $x$  – серіппенің абсолюттік ұзаруы.

**6. Механикалық энергия** – дененің кинетикалық және потенциалдық энергиясының қосындысы:

$$E = E_k + E_n.$$

**7. Механикалық энергияның сақталу заңы:** денелер сыртқы денелермен әрекеттеспейтін, тек ауырлық күшінің немесе серпімділік күшінің ғана әрекетінде тұратын тұйық жүйеде механикалық энергия сақталады:

$$E = E_k + E_n = \text{const.}$$

**8. Күш моменті** – қатты денеге түсірілген күшке және оның иініне тура пропорционал физикалық шама:

$$M = F \cdot d,$$

мұндағы  $F$  – иіндікке әрекет ететін күш,  $d$  – күш иіні. Күш моменті Ньютон-метрмен өлшенеді.

**1 Ньютон · 1 метр = 1 Н · м.**

**9. Айталушы дененің тепе-теңдік шарты моменттер ережесімен анықталады:** денені сағат тілінің қозғалу бағытына қарсы айналдыратын күш моменттерінің қосындысы осы денені сағат тілінің бағыты бойынша айналдыратын күш моменттерінің қосындысына тең болса, онда бекітілген осьтің айналасында айнала алатын дене тепе-теңдікте тұрады.

**10. «Механиканың алтын ережесі»:** қарапайым механизмдерді пайдалану кезінде күштен қанша есе ұтсақ, қашықтықтан сонша есе ұтыламыз.

**11. Механизмнің немесе жәшіненің пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК)** – пайдалы жұмыстың толық жұмысқа қатынасы:

$$\eta = \frac{A_n}{A_r} \cdot 100\%,$$

мұндағы  $A_n$  – пайдалы жұмыс;  $A_r$  – толық жұмыс.



# 6

ТАРАУ



## ҒАРЫШ ЖӘНЕ ЖЕР



### Бағдарламалық мақсаттар:

- геоцентрлік және гелиоцентрлік жүйелерді салыстыру;
- Күн жүйесінің нысандарын жүйелеу;
- жыл мезгілдерінің ауысуын және әртүрлі ендіктердегі күн мен түннің ұзақтығын түсіндіру.

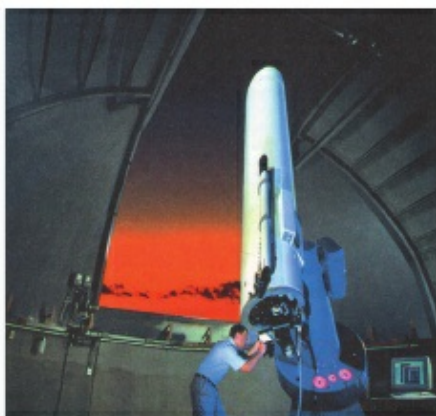
Бұл тарауда оқушылар терең игеруге міндетті алдыңғы бетте көрсетілген бағдарламалық оқу мақсаттарымен қатар, әр оқушының есінде ұзақ сақталуға тиісті *«Ғаламның жаратылуы мен құрылымы», «әлемнің геоцентрлік жүйесі», «гелиоцентрлік жүйе (Күн жүйесі)», «жыл мезгілдерінің ауысуы», «күн мен түннің ұзақтығы», «күнтізбе»* сияқты астрономия мен физиканың және басқа да дүниетанымдық ғылымдардың тілдерін меңгеру үшін аса қажетті негізгі ұғымдар қарастырылады.

§ 39

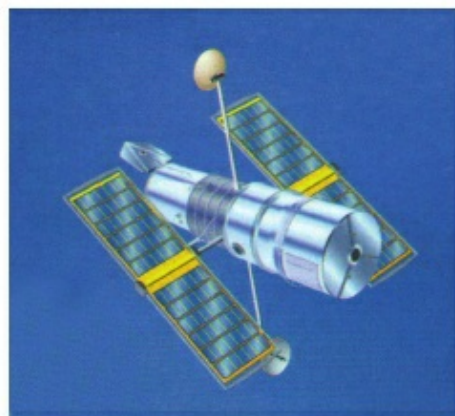
АСПАН ДЕНЕЛЕРІ ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМ

**1.** Аспан денелерін зерттейтін ғылым *астрономия* деп аталады. *Астрономия* грекше *астрон* – «жұлдыз», ал *номос* – «заң» деген ұғымдарды білдіреді. Астрономия да физика сияқты – табиғат туралы көне ғылымдардың бірі. Оның дамуына ертедегі адамдардың тұрмыс-тіршілігіне байланысты қажеттілік себеп болды. Ол кезде уақытты, бағыт-бағдарды дәл көрсететін құралдар мен жабдықтар болмаған. Сондықтан да адамдар Күн мен Айға, аспандағы жұлдыздарға қарап жыл мерзімі мен уақытты айыратын болған, сапар шеккенде бағыт-бағдарларын анықтаған. Сөйтіп, практикалық қажеттілік астрономия ғылымының дамуына ең басты түрткі болды.

**2.** *Астрономияның басты мақсаты аспан денелерінің қозғалысы мен даму заңдарын тағайындау болып табылады.* Аспан денелеріне галактикалар, жұлдыздар, планеталар мен олардың серіктері, астероидтар мен кометалар, метеориттер мен шаң-тозаңдардан тұратын бұлттар жатады.



Сурет 6.1



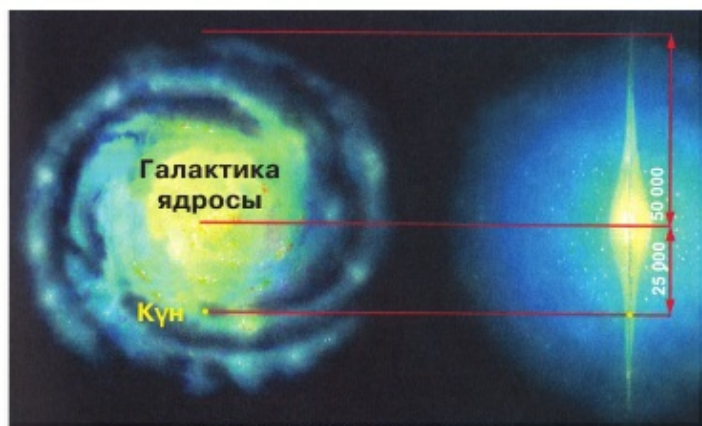
Сурет 6.2



Қазіргі астрономияның зерттеу ауқымы кеңейіп, көпсалалы ғылымға айналды. Астрономия мен физика ғылымдарының бір-біріне кірігуі барысында Ғаламның дамуы және оның жалпы құрылымы туралы астрономиялық физика (*астрофизика*) деп аталатын ғылым саласы пайда болды. Астрофизика ғылымының жетістіктері таңдай қақтырады. Бұл ғылымның қарыштап дамуына аспан денелерін Жер бетінен зерттейтін әртүрлі телескоптармен (сурет 6.1) қоса, ғарыш кеңістігіне зымырандар арқылы шығарылған зерттеу обсерваториялары да (сурет 1.9 және сурет 6.2) зор көмегін тигізуде. Астрофизикалық құралдардың арқасында жинақталған деректерді теориялық талдаулардың негізінде Ғаламның дамуы мен құрылымы туралы жаңа ғылыми көзқарас қалыптасты.

Бұл көзқарас бойынша Ғаламның жаралғанына 15 миллиард жылдан асты. Ғаламның пайда болуы «Үлкен жарылыс» деген атаумен ғылымға енген алапат зор жарылыстан басталады (форзацтың 2-бетіндегі сурет). Үлкен жарылысқа дейін бізге үйреншікті «уақыт» та, «кеңістік» те болмаған, яғни уақыт пен кеңістіктің де пайда болуы осы Жарылыстан бастау алады.

**3.** Ғаламның құрылымындағы ең ірі астрономиялық нысандарға галактикалар жатады. Телескоптардың жәрдемімен ашылған галактикалардың саны бірнеше ондаған миллиардты құрайды. Солардың бірі – Біздің Галактика (сурет 6.3), оның жасы 12 миллиард жылдай. Күн біздің Галактикадағы 200 миллиардтай жұлдыздардың ішіндегі кішірек келетін жұлдыз, жасы 5 миллиардтай жылға жетеді. Оның бойындағы ядролық энергия қоры 5–10 миллиард жылға жетеді деп есептеледі. Күн Біздің Галактиканың сыртқы шетіне қарай орналасқан. Ол Галактика центрін (ядросын) секундына 250 км жылдамдықпен 180 миллион жылда бір рет айналып шығады. Бұл уақыт аралығын *бір галактикалық жыл* дейді. Жердің Күнді бір рет айналуына кеткен уақытты *бір жыл* дейміз.



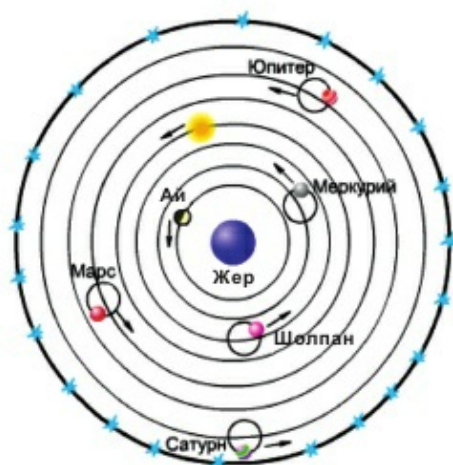
Сурет 6.3. Біздің Галактика

4. Біздің дәуіріміздің 1600–1700 жылдарына дейін Әлемнің қозғалмайтын кіндік центрі Жер деген Клавдий Птолемей ұсынған жалған ілім үстемдік алып келді. Бұл ілім ғылым тарихына «Әлемнің геоцентрлік жүйесі» (грекше «гео» – «Жер») деген атаумен енді. Бұл ілім бойынша барлық аспан денелері Жерді айналып отырады (сурет 6.4).

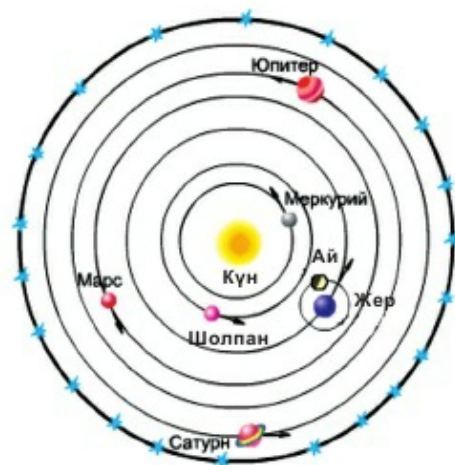
Алайда, ғылыми астрономияның дамуы барысында Жер өлемнің қозғалмайтын кіндігі емес, Күнді айнала қозғалатын планеталардың бірі ғана екендігі дәлелденді (сурет 6.5). Осылайша «Әлемнің гелиоцентрлік жүйесі» («гелио» – «Күн») қалыптасты. Астрофизика ғылымның одан әрі дамуы барысында Күн де Ғаламның центрі емес, Біздің Галактиканың ядросын айнала қозғалатын көп жұлдыздардың бірі ғана екендігі белгілі болды.

5. Алғаш рет Күн жүйесінің ғылыми құрылымын жасап, дұрыс түсіндірген поляк ғалымы Николай Коперник болды. Ол ғасырлар бойы адамдардың санасына ұялап қалған «Жер дүниенің қозғалмайтын центрі» деген геоцентрлік көзқарасты теріске шығарды. Алайда геоцентрлік көзқарастарының тұтқынынан шыға алмаған ғалымдар онымен бірден келісе алмады. Тіпті Коперниктің өзі де қырық жыл бойы шіркеудің азапты отынан қаймығып, қайтыс боларының алдында ғана баспаға берген кітабын әлсіз саусағымен парақтап жатып көз жұмды. Теңдесі жоқ есептеу жұмыстары мен тікелей жүргізілген бақылаулар негізінде даярланған оның «Аспан сфераларының айналуы туралы» еңбегі 1543 жылы жарық көрді.

Міне, осылайша ғұламалар мен ұлы астроном-ғалымдардың бірегей ұрпақтарының еңбектері арқасында бізге ең жақын әлем бөлігінің гелиоцентрлік жүйесі, яғни Күн жүйесі жасалды.



Сурет 6.4. Геоцентрлік жүйе



Сурет 6.5. Гелиоцентрлік жүйе

6. Ғарыш кеңістігі, ондағы денелер физиктер үшін тамаша зертхана болып табылады. Мысалы, Жер бетінде ауасыз кеңістік (терең вакуум) алу немесе денелердің температурасын миллиондаған градустарға көтеру аса қиын жұмыс. Ал Аспан денелерінде бұл жағдайлардың барлығы да бар. Мысалы, Ай бетінде ауа мүлдем жоқ. Сондықтан онда Жердегідей нақты вакуум алатын күрделі қондырғысыз-ақ тәжірибелер жүргізіп, ғылыми-зерттеу жұмыстарын жасауға болады. Ай – Жердің табиғи серігі. Ол Жерге ең жақын тұрған аспан денесі. Оған бірінші рет 1969 жылы Америка азаматтары Н. Армстронг пен Э. Олдрин табан тіреп (сурет 6.6), аман-есен оралды. Осылайша адамзат баласы Ай бетінен өзінің туған ыстық мекені – аспандағы көгілдір Жер шарын суретке түсіріп алды (сурет 6.7). Сонымен қатар Кеңес Одағы Ай бетіне өздігінен жүретін «Луноход» автоматын бірінші болып қондырды (сурет 6.8). Олар Ай бетін суретке түсіріп, Жерге қайта оралатын қондырғыға Ай топырағының үлгілерін салып беріп отырды.



Сурет 6.6. Ай бетіндегі Н.Армстронг



Сурет 6.7. Жердің Ай бетінен түсірілген көрінісі



Сурет 6.8. Ай бетіндегі Луноход

**7.** Ю. А. Гагариннің тұңғыш рет ғарышқа көтерілуінен бастап, астрономияның жаңа саласы – *ғарышкерлік (космонавтика)* – грекше *космос* – ғарыш және *наутик* – кеме жүргізу) жедел дамып келеді. **Космонавтика** әлем кеңістігіндегі ғарыш аппараттарының қозғалысын талдап зерттейді.

Қазіргі астрономия сонымен қатар бірнеше басқа салаларды да қамтиды. Аспан денелерінің пайда болуын және дамуын зерттейтін астрономия саласын *ғарыштану (космогония)* деп атайды. **Космогония** әлемдегі галактикалар мен жұлдыздар және басқа денелер қашан және қалай пайда болды, оларда қандай өзгерістер жүріп жатыр, деген сұрақтарға жауап береді.

Сондай-ақ біртұтас Ғаламның жаралуы мен оның жалпы қасиеттерін зерттейтін астрономия саласын *ғарышнама (космология)* дейді.



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан



Сурет 6.9. Ұлықбек обсерваториясының жерасты бөлігі

**1.** Ғылыми астрономияның дамуына көптеген ғалымдар үлес қосты. Олардың алдыңғы қатарында Орталық Азиядан шыққан ғұламалар да бар. Солардың бірі – Самарқаннан шыққан даңқты астроном Мұхаммед Тарағай Ұлықбек.

Атақты Әмір Темірдің немересі Ұлықбек туралы оның замандасы, өзбектің ұлы ақыны Әлішер Науаи былай деп жазды: «Сұлтан Ұлықбек – Әмір Темірдің әулеті... Ұлықбек десе аспан аласарып, жұлдыздар жақын келер еді. Оның ашқан заңдары мен ережелері әр уақытта адамдар көдесіне жарай береді...». Ол Платон, Аристотель, Птолемей сияқты грек ғалымдарының еңбектерімен ерте танысады. Орта Азияның даңқты ғұламалары әл-Фараби, әл-Бируни, Ибн Сина, Насыраддин Туси т.б. еңбектерін жете меңгереді. Өзінің саналы ғұмырын аспан денелерін зерттеуге арнады. Сол үшін

Самарқанда өз заманында теңдесі жоқ аспан шырақтарын бақылауға арналған зәулім обсерватория салдырады. Оның жер астындағы бөлігі Самарқанда қазір де сақталған (сурет 6.9).

Ұлықбек обсерваториясында жүргізілген зерттеу-бақылаулар нәтижесінде «Жаңа астрономиялық таблицалар» атты көлемді ғылыми еңбек жазылды. Мұнда астрономияның теориялық негіздерімен қатар, аспандағы

1018 жұлдыздың орнын көрсететін каталог жасалды. Ұлықбектің өлшеулері бойынша бір жылда 365 күн 6 сағат 10 минут 98 секунд бар деп есептелді. Сондағы жіберілген қате 1 минуттан да аз еді.

Ұлықбектің ғылыми еңбектері «дүниенің қозғалмайтын кіндігі – Жер» дейтін діни көзқарастарға қайшылық туғыза бастады. Сөйтіп, оған «діннен безген» деген атақ тағылып, 55 жасында жеңдеттер қолынан қаза болды. Бұл оқиға осындай айыппен Римде тірідей отқа өртелген екінші ұлы астроном – Джордано Бруноның өлімінен 151 жыл бұрын болған еді. Ұлықбектің шәкірті Әли-Құсшы оның негізгі еңбектерін дер кезінде Стамбұлға жасырын алып кетіп, сақталып қалуына қамқорлық жасайды. Кейін Еуропада бірнеше рет басылып, ғылым игілігіне айналды.

2. Астрономияның дамуына Орталық Азиядан шыққан тағы бір ғалым – Хорезмде дүниеге келген Әбу Райхан Бирунидің қосқан үлесі айтарлықтай зор. Оның 150 еңбегінің 50-і астрономияға арнаған. Ол Птолемей құрған *геоцентрлік* (грекше *geo* – Жер) әлем жүйесінің дұрыстығына күмәнданып, *гелиоцентрлік* (грекше *гелио* – Күн) көзқарасқа бет бұрған еді. Алғаш рет, Коперниктен 500 жыл бұрын, Жердің Күнді айнала қозғалатыны туралы Бирунидің болжам жасағаны тарихтан мәлім. Ол Жердің қозғалысы мен пішіні, Жер шарының радиусын анықтау тәсілі туралы зерттеп, Жер глобусын жасады. 20 жыл бойы Күннің қозғалысын бақылап, Күн төжінің түтінге ұқсас табиғаты жайлы пікір айтты.

Бируни аспан шырақтарына қарап, бағдарлаудың түрлі тәсілдерін ойлап тапты. Жинақтаған материалдары мен бақылауларын қорыта отырып, ол 1031 жылы астрономияның әртүрлі мәселелерін баяндауды қамтитын үлкен еңбек жазды. Ол кітап 1887 жылы Лондонда жаңадан араб тілінде басылып шықты. Көптеген елдерде Бируни шығармалары бірнеше ғасыр бойы астрономия оқулығы ретінде қолданылып келді.

3. Тұңғыш рет аспан денелерін жай көзбен емес, арнайы құрал – үлкейткіш оптикалық түтіктің жәрдемімен зерттеген итальян оқымыстысы Г. Галилей болды. Ол үлкейткіш оптикалық түтікті құрастырып (сурет 6.10), аспан денелерін зерттей бастады.



Сурет 6.10. Галилейдің оптикалық түтігі

Галилей Күн бетінде күңгірт дақтардың бар екенін анықтады. Бұл дақтардың бір орында тұрақтамай, ығысып отыратынын байқап, Күннің өз осінен айналатынын дәлелдеді. Ол алып Юпитер планетасын айналып жүрген төрт серігін ашып, ал Жердің серігі Ай деген қорытындыға келді. Сөйтіп Жердің де, басқа планеталардың да өз серіктерімен қоса Күнді айнала қозғалатынын анықтады.

Галилейдің ашқан жаңалықтары *аспан денелері Жерді айнала қозғалады* деген Птоломейдің *геоцентрлік* (грекше «гео» – «Жер») көзқарасына және оны қолдаған шіркеу іліміне қатты соққы болып тиді. Осылайша ол Бирунидің болжамын және Джордано Бруно мен Николай Коперниктің *Жер де, басқа планеталар да Күнді айнала қозғалады* деген *гелиоцентрлік* (грекше «гелио» – «Күн») көзқарастарының дұрыстығын дәлелдеп берді. Алайда, оны шіркеу тарапынан, өз пікірінен таймаған Бруноны Рим алаңында тірідей отқа жаққаны сияқты, қатал жаза күтіп тұрды. 1633 жылы шіркеу діншілдері қарт ғұламаға сот ұйымдастырып, «көзқарасымнан қайттым» деуге мәжбүр етті.



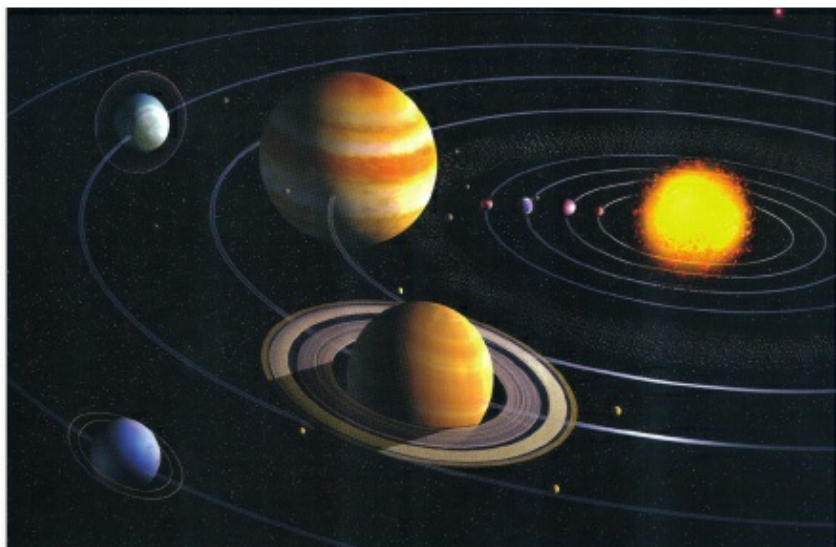
### Сұрақтар

1. Астрономия ғылымының дамуына қандай жағдайлар түрткі болды?
2. Астрономияның негізгі мақсаты қандай, нені зерттейді?
3. Астрономияның дамуына Орталық Азиядан шыққан қандай ғалымдар елеулі үлес қосты?
4. Галилейдің астрономияға қосқан жаңалықтарының басты ерекшелігі не?
5. Қандай ғалымдарды ғылыми астрономияның негізін салушылар деуге болады?
6. Птоломейше Өлем жүйесінің құрылысы қалай аталады және онда қандай тұжырым жасалған?
7. Птоломей тұжырымына қарсы пікір білдірген ғалымдар кімдер еді? Олардың ғылыми еңбектері және тағдырлары туралы не білесіңдер?
8. Өлемнің гелиоцентрлік жүйесінің мәнісін қалай түсіндіруге болады? Оны Коперниктің атымен неге байланыстырады?

## § 40

## КҮН ЖҮЙЕСІ

1. Күнді айнала қозғалатын аспан денелері (планеталар, астероидтар, кометалар, метеориттер) *Күн жүйесін* құрайды (сурет 6.11); форзацтың 1 және 4-беттері). Солардың ішінде көлемі жағынан да, ғылыми мәнділігі жағынан да айрықша орын планеталарға беріледі. Күн жүйесінің құрамында сегіз планета бар (сурет 6.12). Бұлар Күнді



Сурет 6.11. Күн жүйесі

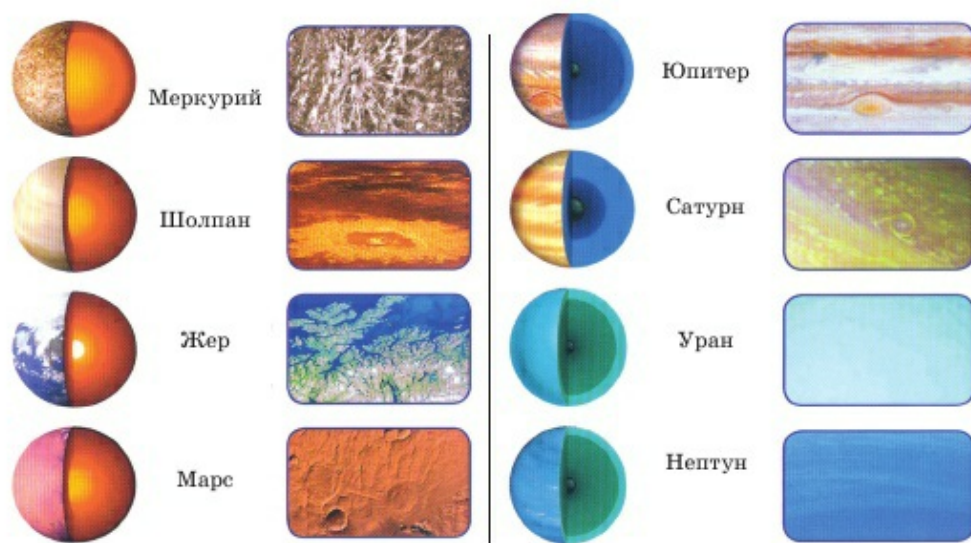
эллипстік орбиталар бойымен айналып жүреді. Күннен алыстау орналасуына қарай, олар: *Меркурий* (1), *Шолпан* (2), *Жер* (3), *Марс* (4), *Юпитер* (5), *Сатурн* (6), *Уран* (7) және *Нептун* (8) деп аталады.

Құралсыз көзбен бес планетаны – Меркурий, Шолпан, Марс, Юпитер және Сатурнды көруге болады. Сыртқы түріне қарап планетаны жұлдыздан ажырату оңай емес, оның үстіне ол көп жағдайда жұлдыздан гөрі жарық бола бермейді.

Планеталар аспан сферасының тәуліктік қозғалысына қатысып қана қоймайды, олар сонымен бірге шоқжұлдыздар аясында ығысатын (кейде елеусіз ғана) шырақтар қатарына жатады. Грекше «планета» сөзі қазақша «қыдырма» немесе «адасқан кезбе» мағынасын береді. Ертедегі гректер өзара салыстырмалы орындарын өзгертпейтін жұлдыздарға қарағанда, «қыдырмашыл» шырақтарды планета деп атаған.

Күнге ең жақын планета – *Меркурий* (қазақша аты – *Болпан* немесе *Кіші Шолпан*). Сондықтан да оны бақылау қиын. Өйтсе де, соңғы радиобақылаулық мәліметтер бойынша Меркурийдің өте баяу айналатыны анықталды, яғни бұл планетадағы тәулік шамамен жердегі 176 тәулікке тең. Бірақ ол Күнге жақын орналасқандықтан, оның орбитасы Жердікіне қарағанда кіші. Меркурий өлшемдері жағынан да, массасы жағынан да кішкене болғандықтан, ол өзінің айналасында атмосфераны ұстап тұра алмайды.

Күнге жақындығы және елеулі атмосферасының болмауы салдарынан Меркурий бетінде температураның тәуліктік күрт өзгеруі орын алады.



Сурет 6.12. Планеталар

Мысалы, күндіз температура  $+300^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жетсе, ал түнде шамамен  $-200^{\circ}\text{C}$  болады. Атмосфера болмаған соң, онда бұлт та болмайды. Меркурий аспаны қап-қара болып, жұлдыздар жарқырап, орасан зор Күн төжі анық көрініп тұрады.

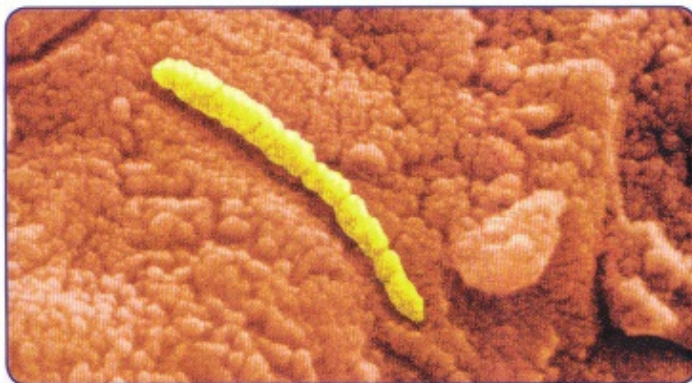
**Шолпан** көлемі мен массасы жағынан Жерге жуық болғандықтан, ерте кезден-ақ ғалымдарды өзіне ерекше назар аударуға мәжбүр етті. Алайда, оны тұтасқан ақ бұлт қабаты қоршап жататындықтан, бұл планетаның табиғаты мен қозғалысын оптикалық бақылаулар арқылы анықтау қиындық келтіруде. Дегенмен, радиобақылаулар нәтижесі күтпеген мөлiметке қол жеткізді. Шолпан (Уранды есептемегенде) барлық планеталар айналатын жаққа кері бағытта, яғни өз осінің төңірегінде өзінің Күнді айнала қозғалатын бағытына қарсы айналатын болып шықты. Ондағы тәулік шамамен Жердегі 118 тәулікке тең.

**Жер** – Күннен қашықтығы бойынша үшінші планета. Жер бір тәулік ішінде өз осін бір рет айналады, ал бір жылда Күнді толық бір айналып шығады.

Жердің өз осінен айналуы салдарынан өзен суы оның бір жағасын кеулеп шайып отырады, ауа құйындары және жел Жердің солтүстік жартышарында оң жаққа, ал оңтүстік жартышарында сол жаққа ауытқиды.

Жер Күнді эллипстік орбита бойымен айналады. Жердің Күнді айнала қозғалатынының бір дәлелі – бізге жақын орналасқан жұлдыздардың көрінерлік ығысуы болып табылады. Мұндай ығысулар ең алғаш рет XIX ғасырдың 30-шы жылдарында бақыланған болатын.





Сурет 6.13. Тас болып қалған «тіршілік иесінің» қаңқасы

Жер бетіндегі көктем, жаз, күз және қыс жыл мезгілдерінің ауысуының үш себебі бар. Олар: Жердің Күнді айнала қозғалуы, Жердің айналу осінің орбита жазықтығына көлбеу болатыны және Жер Күнді айнала қозғалғанда оның осінің өзіне-өзі параллель қалпын сақтауы.

Күнді айналу орбитасында орналасуына сәйкес Жердің оңтүстік және солтүстік жартышарларына күн сәулесінің түсу бұрышы мен түсетін жылудың мөлшері өзгереді. Сол себепті оңтүстік жартышарда жаз болғанда, солтүстік жартышарда қыс болады.

**Марс** (қазақша аты – *Аңырақай* немесе *Қызыл жұлдыз*) диаметрі жағынан Жерден екі есе кіші. Соңғы жылдары Марсқа автоматты стансы – зертханалар жіберіліп, соның арқасында бұл планета жайындағы мәліметтер шұғыл түрде өсті. Жерден берілген бұйрық бойынша олар планета бетін суретке түсіріп, көптеген ғылыми өлшеулер жүргізіп, ақпаратты радио және теледидар арқылы Жерге жеткізіп отырды.

Қазіргі зерттеулер бойынша Марстағы жыл Жердегіден екі еседей дерлік ұзақ. Марста жыл мезгілдері ауысып тұрады. Өйткені оның айналу осі дәл Жердікі сияқты өзінің орбита жазықтығына көлбеу орналасқан. Ондағы тәуліктің ұзақтығы 24 сағат 37 минут 23 секунд болатыны аса дәлдікпен өлшенген. Жазда – ең жылы аймағында күндіз температура  $+20^{\circ}\text{C}$ , ал қыста – түнде  $-125^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Көбінесе көмірқышқыл газдан тұратын атмосферасы Жердегіге қарағанда жүз есе сирек.

Ғалымдар Марста тіршілік болған деп есептейді. Марстан келген метеоритті зерттеп, олар «жауын құртына» ұқсас құрылымды анықтады (сурет 6.13). Ғалымдар оны Марстағы тірі организмнің «тас» болып қалған қаңқасы деп отыр.

Алып планеталардың ішіндегі ең жақсы зерттелгені – **Юпитер** (қазақша аты – *Есекқырған*). Ол диаметрі бойынша Жерден 11 есе, ал массасы

жағынан 300 есе үлкен. Оның Күнді айналу периоды 12 жылға жуық. Юпитердің айналу осі оның орбита жазықтығына перпендикуляр болғандықтан, онда ешқандай жыл мезгілдерінің ауысуы болмайды. Ондағы тәулік – 9 сағат 50 минут. Ол басқа алып планеталар сияқты өз осі төңірегінде өте тез айналады.

Күн жүйесіндегі ерекше бір түзіліс – сақиналы **Сатурн** планетасы (қазақша аты – *Қоңырқай*). Оны айнала қоршаған жалпақ сақинаның қалыңдығы бірнеше километрге созылып жатады. Сақина планетаның экватор жазықтығында орналасқан, ал бұл жазықтықтың планета орбитасының жазықтығына көлбеулігі  $27^\circ$ . Сондықтан Сатурн 30 жыл ішінде Күнді бір рет айналып шыққанда, бізге бұл сақина бірде әжептәуір ашылып көрінсе, бірде тура қырынан көрінеді. Қырынан келгенде оны жіңішке сызық түрінде үлкен телескоптың көмегімен ғана көруге болады.

**Уранның** өз осінен айналу бағыты өзге планеталардың (Шолпаннан басқа) айналу бағытына қарама-қарсы. Оның осі орбита жазықтығымен небары  $8^\circ$  бұрыш жасайды, сондықтан ол бүйірінен қисайып жатып айналады. Осының салдарынан бұл планетада жыл мезгілдерінің күрт ауысуы болып отырады. Урандағы жыл Жердегі 84 жылдай уақытқа созылады. Уран мен Шолпан – өз осьтерінен барлық басқа планеталар айналатын бағытқа қарсы айналатын бірден-бір планеталар.

Теориялық болжамдар мен есептеулерге негізделген ғылыми жетістіктердің жарқын мысалы ретінде *Нептун* планетасының ашылуын айтуға болады.

Францияда Урбен Леверье және Англияда Джон Адамс көп жылдар бойы ең шеткі деп саналып келген Уран орбитасын ауытқытып тұрған тағы бір белгісіз планета бар деген теориялық болжам жасаған еді. Олар белгісіз планетаның орны мен өлшемдерін және орбитасын математикалық



Сурет 6.14. Астероидтар



Сурет 6.15. Комета

жолмен өте дәл есептеген болатын. Расында да, ғалымдардың меңзеген тұсынан 1846 жылы телескоптың көмегімен бұл планета табылды. Ол планета **Нептун** деп аталды.

1930 жылғы 18 ақпанда Клайд Томбо Американың Ловелл обсерваториясында Күн жүйесінің тағы бір ең кіші жаңа планетасын тапқан еді. Бұл планета **Плутон** деген атқа ие болды. Оның диаметрі 3000 километрге жуық. Ол Күннен шамамен 6 млрд километр қашықтықта баяу қозғала отырып, оны 248 жылда бір айналып шығады. Кейінірек Плутон Халықаралық астрономиялық одақтың шешімімен (Прага, тамыз, 2006 ж.) астероидтар «ергежейлі планета» аталып, астероидтар қатарына 134340 нөмірімен жатқызылды.

**2.** Күн жүйесіне планеталардан басқа сан мыңдаған астероидтар (сурет 6.14 және форзацтың 4-беті), олардан кішірек кометалар (сурет 6.15 және форзацтың 1-бетіндегі Галлей кометасы), метеориттер және басқа да «ұсақ» денелер кіреді. Алайда, «ұсақ» денелермен соқтығысудың өзі Жер үшін өте қауіпті. Мысалы, 20-ғасырдың басында (1907 ж.) Сібірге құлаған метеориттің салдарынан Жер сілкініп, өрт шығып, тайганың қалың орманын жапырып кетті. Пайда болған соққы толқын Жер шарын үш рет айналып өтіп, Күннің көзі шаң-тозаңмен торланды. Ал 1891 жылы Американың Аризона штатына құлаған метеорит Жер бетінде диаметрі 1265 м кратер, 1947 жылы Австралияға құлаған метеорит диаметрі 840 м болатын кратер ойдымдарын қалдырды.

Қазіргі кезде Күн жүйесіне енетін планеталар және олардың серіктері Жерден ұшырылған автоматты қондырғылар арқылы жан-жақты зерттелу үстінде. Әсіресе, Жерге жақын орналасқан Марс планетасына деген қызығушылық артып келеді. Оған таяу он жылдықтарда адамзат баласының табаны тиеді деген үмітке толы арман бар. Иә, шынында да, Абай айтқандай: «Дүниенің тиянағы – үміт», Бұқар жырау толғағандай: «Ай нұрын ұстап мінсек те, аралап жұлдыз жүрсек те арманға тоймас адамзат»!



### Сұрақтар

1. Күн жүйесіне қандай аспан денелері енеді? Неге оларды «Күн жүйесі» денелері деп атайды?
2. «Планета» деген сөз нені білдіреді? Олардың бұлай аталуы неліктен?
3. Уран мен Шолпанның басқа планеталардан ерекшелігі неде?
4. Марс планетасына қызығушылық не себептен артып отыр?



### Практикалық тапсырма

1. Глобусты пайдаланып, таңғы, күндізгі, кешкі, түнгі мезгілдердің қалай ауысатынын көрсетіңдер.
2. Өр планета туралы қосымша деректер жинап, физика үйірмесінде талқылаңдар.



## Теориялық зерттеу

7-сынып физикасы көлемінде алған білімдерің кез келген метеориттің ең аз кинетикалық энергиясын оның Жер бетінде қалдырған кратерінің диаметрі бойынша бағалауға мүмкіндік береді. Америка аймағында Жермен соқтығысып, диаметрі 1265 м кратер (сурет 6.16) қалдырған метеориттің кинетикалық энергиясын есептеңдер. Метеориттің массасы белгісіз. Метеориттердің орташа жылдамдығы 20 км/с. Кратерден шыққан жер топырағының орташа тығыздығы  $1500 \text{ кг/м}^3$ . Зерттеу гипотезаларының бірі бойынша жарылыс кезінде кратер сферасының жарты көлемін алып жатқан топырақ оның диаметріндей биіктікке көтерілуге тиіс. Өйтпесе кратер пайда болмас еді. Көтерілген топырақтың бір бөлігі кратердің кемерінен аса лақтырылған, біраз бөлігі кратер табынана қайта шөккен. Зерттеулерінде құлаған метеориттің массасының қанша болғанын да шамалаңдар.



Сурет 6.16.  
Метеориттік кратер

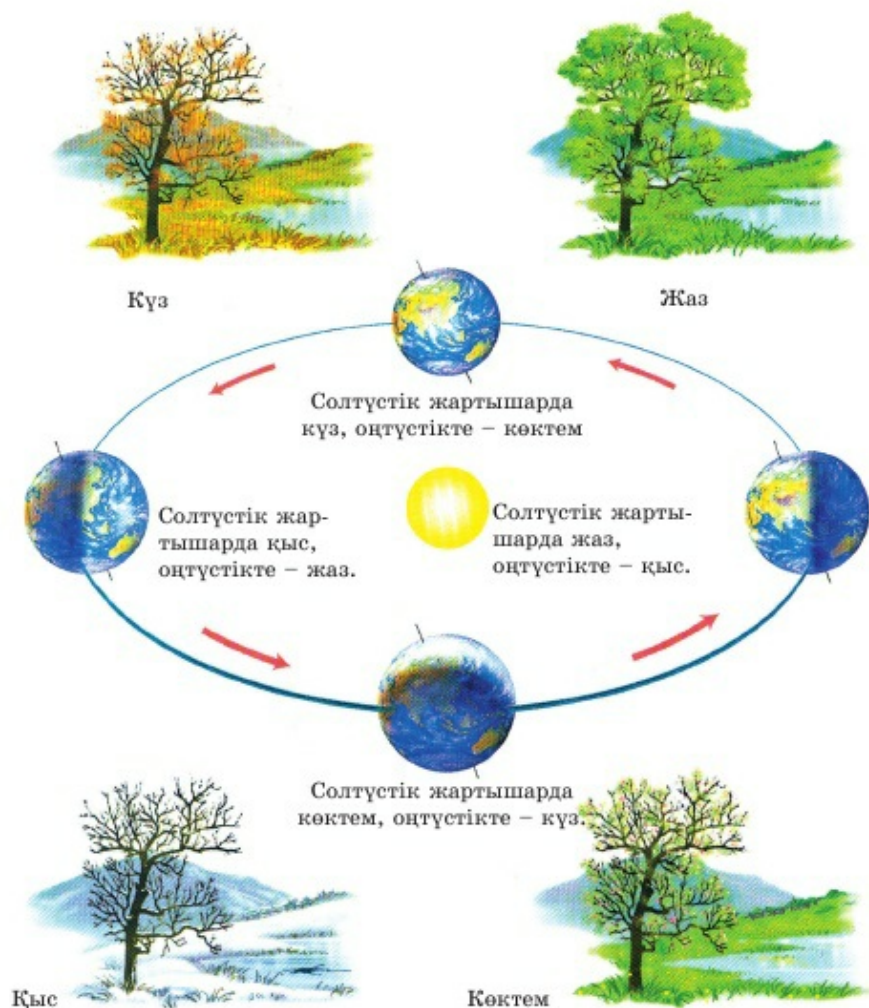
## § 41

## КҮНТІЗБЕ НЕГІЗДЕРІ

1. Ерте заманнан-ақ Күн мен Айдың, кейбір жұлдыздардың қозғалыстарын мұқият бақылау – адамдарға уақыт санауға және әртүрлі күнтізбе жасауға арқау болды. Кейбір жұлдыздардың шығу, бату мерзімдерін анықтау арқылы жыл мезгілдерінің келу уақыты есептелді. Осындай бақылаулар нәтижесінде құрылған күнтізбелер адамдарға ауылшаруашылық жұмыстарын уақытымен ұйымдастыруға мүмкіндік туғызды.

**Күнтізбе** – аспан денелерінің қайталанатын (периодты) қозғалыстарына негіздеп жасалған уақытты есептеу жүйесі. Күнтізбелік жүйеде уақыттың негізгі бірліктері ретінде астрономиялық бақылаулар бойынша анықталған **тәулік**, **ай** және **жыл** алынады. **Тәулік** – аспандағы белгілі бір санақ денесіне қатысты Жердің өз осінен толық бір айналым жасауға кеткен уақыты. Егер санақ денесі ретінде Күн алынса, онда **күн тәулігі**, ал басқа бір жұлдыз алынса – **жұлдыз тәулігі** туралы сөз болады. Жер тұрғындары ұзақтығы тұрақты 24 сағат болатын **орташа күн тәулігін** пайдаланады.

Жер орбита бойымен Күнді 365 тәулік 5 сағат 48 минут 46 секундта (яғни 365,2422 тәулікте) бір айналады. Мұндай мерзім **тропиктік жыл**



Сурет 6.17. Жыл мезгілдері

(қысқаша – *жыл*) деп аталады. Ол Күннің көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесі арқылы қатарынан екі рет өтуіне қажет уақыт аралығына тең. Әдетте, тропиктік жыл ұзақтығының он екіден бір бөлігін *бір ай* деп есептейді.

**2.** Жыл мезгілдерінің (жаз, күз, қыс, көктем) өзгеруі Жердің орбита бойымен Күнді айнала қозғалуы арқылы түсіндіріледі (сурет 6.17). Жердің айналу осі орбита жазықтығына вертикаль күйден 23 градусқа ығысқан. Сондықтан Жердің солтүстік жартышары Күнге қарай жантайып, оның

бетіне Күн сәулесі молынан түскенде жаз айы келеді де, оңтүстік жартышарда, керісінше қыс түседі. Ал Жердің Күнмен салыстырғандағы орналасу күйі өзгергенде солтүстік жартышарда қыс түсіп, оңтүстік жартышарда жаз шығады.

Күн мен түннің ауысуы Жердің өз осінен айналуы арқылы түсіндіріледі. Жер осінің вертикаль күйден ығысуының салдарынан әр ендіктегі күн мен түннің ұзақтығы бірдей емес. Тек көктемгі және күздегі күн тоқырау кезінде ғана күн мен түннің ұзақтығы теңеледі. Өйткені бұл күндері (яғни 20–22 наурыз бен 22–23 қыркүйекте) Жердің айналу осі орбита жазықтығына вертикаль орналасады.

Солтүстік жартышарда жаз айындағы ең ұзақ күн 20–21 маусымға, қыс айындағы ең қысқа күн 21–22 желтоқсанға сәйкес келеді. Оңтүстік жартышарда бәрі керісінше орындалады.

**3.** Ең көне күнтізбе – *Ай күнтізбесі*. Бұл күнтізбе біздің дәуірден бірнеше мың жыл бұрын өліаралық ай мерзімі негізінде пайда болған. Ай фазалары (мысалы, туған Айдың «бір жаңасы») 29,53 тәулік сайын қайталанып отырады. Бұл мерзім *өліаралық ай* деп аталады. Ал Айдың жұлдыздарға қатысты өз орнына қайта келуіне 27,32 тәулік қажет. Бұл мерзім *жұлдыздық ай* деп аталады.

Ай күнтізбесінде әр айдың басы мүмкіндігінше жаңа туған Аймен сәйкестендіріледі. Тақ санды айларда 30, жұп санды айларда 29 тәулік бар. Демек, айдың орташа ұзақтығы 29,5 тәулікке тең. Бұл мерзім өліаралық ай ұзақтығынан қысқа болғандықтан, күнтізбеде біртіндеп айдың басталуы мен жаңа Айдың тууы аралығында сәйкессіздік пайда бола бастайды. 30 жылда Ай 11 күн ерте туатын болады. Бұл мәселені шешу үшін әр 30 жылда 11 рет кәбиса (високостық) жыл енгізіледі. Кәбиса жылдардағы қосымша тәулік жылдың соңғы айында қосылады.

**4.** Кейінірек *Күн қозғалысына негізделген күнтізбе* пайда болды. Оны жасауда екі мақсат көзделді. Біріншіден, күнтізбелік жылдың ұзақтығы тропиктік жыл ұзақтығына өте жақын болуы керек, екіншіден, көктемгі күн мен түннің теңелу сәті 21 наурызға дәл келіп отыруы қажет.

Ежелгі Мысыр (Египет) күнтізбесінде жыл 365 тәуліктен түзілген. Сириус жұлдызының алғаш рет таңмен (таң алдында) бірге тууы жыл басы саналған. Ол кезде бұл жазғы күн тоқырауына және Ніл өзенінің тасуына сәйкес келген. Жыл 12 айдан, әр ай 30 күннен тұрады, жыл соңында қосымша 5 тәулік енгізілген.

Осындай күнтізбе көне парсылар мен қазақтардың арғы тегі сақ тайпаларында да болған. Ғылымда оны *Соғды күнтізбесі* деп атайды. Сақ тайпаларының ұрпақтары болып келетін қазақтар да осы күнтізбені пайдаланды. Олар жыл соңында қосылатын бес күнді «бес қонақ» немесе «бес балақ сан» деп атаған. Соғды күнтізбелерінің ең озық үлгісі *Омар Хайям жасаған күнтізбе* болатын. Омар Хайям Шығыс поэзиясының

жұлдызы ғана емес, әрі әйгілі математик, әрі астроном-ғалым да еді. Оның XI ғасырда жасаған күнтізбесі өзінің дәлдігі бойынша осыған дейін жасалған күнтізбелердің ішіндегі ең озықтарының бірі болып саналады. Оның күнтізбесінде 33 жылдық мерзімнің 11-і көбісә жыл. Жылдың орташа ұзақтығы 365,24242 тәулік, бұл тропиктік жылдан небәрі 22 секундқа ғана ұзақ.

**5.** Қазіргі кезде халықаралық деңгейде қолданылып жүрген күнтізбенің тарихы біздің дәуірімізге дейінгі 46-жылдан басталады. Сол жылы Рим императоры Юлий Цезарь қол астындағы елдерде бірегей күнтізбе енгізген болатын. *Юлиан күнтізбесі* немесе *ескі тәсіл* деп аталатын бұл күнтізбеде ұзақтығы 365,25 тәулік, яғни тропиктік жылдан 11 мин 14 с шамасына ұзағырақ. Бұл күнтізбедегі алшақтық жинала келе 128 жылда шамамен 1 тәулікке, ал XVI ғасырда 10 тәулікке жетті. Сөйтіп көктемгі күн мен түннің теңелуі 21 наурызға емес, 11 наурызға сәйкес келді.

Көктемгі күн мен түннің теңелуін табиғи орнына қайтарып, әрі ол болашақта жылжымауы үшін 1582 жылы күнтізбелік реформа жасалды. Реформа бойынша күнтізбеден 10 тәулік алып тасталынды және бұдан былай Юлиан күнтізбесінде (ескі тәсілде) көбісә жыл деп саналатын ғасыр соңындағы жылдар 400-ге бөлінбейтін болса (мысалы, 1700, 1800, 1900 жылдар), онда олар жай жыл болып саналатын болды. Сөйтіп, алдағы уақытта ескі тәсілде 400 жылда жиналатын 3 тәулік есепке қосылмайды. Осылай есептелген *Григориан күнтізбесіндегі* (жаңа тәсілдегі) орташа жыл ұзақтығы тропиктік жылдан небәрі 26 секундқа артық болып шықты. Алайда, күнтізбедегі екінші мақсат – көктемгі күн мен түннің теңелу мезетін дәл 21 наурызға келтіру жүзеге аспады.



### Ғылым мен техниканың даму тарихынан

#### Күнтізбелерге байланысты тарихи аңыздар

1. Күнтізбелерде уақыт аралықтарын көрсететін «жыл», «ай», «күн», «тәулік» атауларымен қатар, «апта» және «мүшел» деген кезеңді қайталап отыратын уақыт аралықтары да бар. 7 күн сайын қайталанатын уақыт аралығын «апта» деп, ал 12 жыл сайын қайталанатын уақыт аралығын «мүшел» деп атайды.

Әр аптаға кіретін 7 күнді рет-ретімен: *дүйсенбі, сейсенбі, сәрсенбі, бейсенбі, жұма, сенбі* және *жексенбі* деп атайды. Көне заманда-ақ жай көзге көрінген ең жақын 7 аспан шырағының (Күн, Ай, Меркурий, Шолпан, Марс, Юпитер, Сатурн) құрметіне 7 саны «киелі» сан деп қабылданған. Қазақтар арасында осы киелі 7 санына орай ата-бабаларына ас бергенде «ақсарбас» айтып, 7 қой немесе оған барабар ірі қара мал

сойып құрбандық шалған; кедейлер мен кемтарларға 7 бағалы монетадан таратып, 7 шелпектен дәм татқызған; наурызкөжені 7 түрлі азық-түлік қосып пісіріп үлестіру сияқты дәстүрлер осы уақытқа дейін сақталған.

2. 12 жылда қайталанып отыратын «мүшелдік» жыл санау да, әуелі Ұлы Дала елінде қолданыс тауып, кейінірек Монғолияға, Қытайға, Жапонияға, Индияға, Мысырға (Египетке) Иранға және басқа да елдерге тараған. Қайталанып отыратын мүшелдің де, оның әр жылының да өздеріне тән ерекшеліктерінің табиғат құбылысының және адам ағзасының өзгерістеріне сәйкес келетіні ғылымда дәлелденген.

Мүшелге кіретін 12 жылды қазақтар рет-ретімен былайша атайды: 1) *тышқан*, 2) *сыыр*, 3) *барыс*, 4) *қоян*, 5) *қлу*, 6) *жылан*, 7) *жылқы*, 8) *қой*, 9) *мешін*, 10) *тауық*, 11) *ит*, 12) *доңыз*.

Түркітілдес халықтарда, әсіресе, қазақтар арасында адамның жасаған жасын, туған және өмірден озған жылдарын, сондай-ақ маңызды оқиғалардың болған уақыттарын мүшелмен көрсету қалыптасқан. Мысалы, 8 мүшел жасаған адамды (97 жыл) жүз жыл жасады деп айрықша құрметпен атап өткен; көптеген хандардың алдында халық мұңын жоқтаушы «от ауызды, орақ тілді» атақты Бұқар жырау туралы 10 мүшел (121 жыл) жасап өмірден озды деген сөз қалған. Сол сияқты 732 жылдың қаңтарында қайтыс болған атақты қаған Күлтегіннің құлпытасында түркі жұртының ежелгі көне жазуымен: «Күлтегін *«қой»* жылы қайтыс болды, тас *«мешін»* жылы қойылды» деп жазылған.

Қазақтар баланың ананың бойында көтерген жылын 1 жылға балап, 1-мүшел жасты 13 жыл деп есептеп, келесі мүшелдерге 12 жылды қосып отырған: мысалы, 2-мүшел 25 жыл, 3-мүшел 37 жыл т.с.с. Адамның мүшел жасының аяқталар кезеңінде кедейлерге қайыр-садақа беріп отырған. Сондай-ақ адамның туған жылының қай жануардың атына сәйкес келетінін табудың жолын да көрсеткен. Ол үшін туған жылыңнан 3 санын алып тастап, қалған санды 12 санына бөлу керек. Сонда қалған қалдық қанша болса, ол мүшелдегі жануардың ретін білдіреді. Мысалы, 2004 жылы туған адамның жыл санаудағы қай жануарға сәйкес келетінін табайық:  $2004 - 3 = 2001$ ; 2001 санын 12-ге бөлсек, 9 қалдық шығады. Ендеше бұл адам 9-орындағы жануарға сәйкес *«мешін»* жылы туған болып шығады. Егер қалдық қалмаса, бұл ең соңғы *«доңыз»* жылына сәйкес келеді.

3. 22 наурызда – көктемдегі күн мен түннің теңелген кезінде, солтүстік жартышарда қар еріп, өзендерде сең жүріп, Ұлы Дала гүлдей бастаған кезде Жаңа жыл келеді деп есептелген. Жаңа жылдың келуін адамдар да, жан-жануарлар да аңсап күтеді екен. Адамдарға ұлан-асыр той жасау жүктеліпті де, аңдар мен жан-жануарларға Жаңа жылды қарсы алу міндеттеліпті-мыс.



Сонымен қазақ ертегісі бойынша, есте жоқ ескі заманда жануарлар Жаңа жылды қарсы алуға жиылыпты. Өзара келісімге келіп, бірінің соңынан бірі келе жатқан 12 жыл шеруін қай жануар қандай ретпен көрсе, әр жылға сол жануардың аты берілсін деп шешіпті. Түйе өзінің бойына сеніп, маңғаз күйде тұра беріпті. Алайда тышқан маңғазсып тұрған түйенің өркешіне шығып, шерудің алдында келе жатқан Жылды бірінші көріпті. Мүшелдік жыл санауда көрсетілген өзге жануарлар рет-ретімен басқа жылдарды көріп, өз аттарын беріпті. Бойына сенген түйе жаңа жылдан құр қалып, тойға да қалмай маң Далаға қашып кетіпті. Содан бері түйе әр жылдың наурыз айы келген сайын ашуға басып, тиісерге жан таппай буырқанып жүретін болыпты.

Қашқарлық Махмудтың 1072–1074 жылдары жазған «Түркі сөздер жинағында» 12 жылдық мүшелдік жыл санауға байланысты аңыздың басқа нұсқасы келтірілген. Бағзы заманда түбі бір түркі жұртының бір ханы баяғыда өтіп кеткен соғыстың тәжірибесін зерделеу үшін сұрастыра келсе, ешкім де жылдарды шатастырып оның дәл өткен уақытын айта алмапты. Хан өз жұртының ақылгөй абыздарымен ақылдаса келіп, болашақ ұрпаққа мәңгілік ескерткіш ретінде қалдыру үшін әр жылы 12 зодиактық шоқжұлдызға сәйкес 12 айдан тұратын 12 мүшелдік жыл тізбесін енгізуді бұйырыпты. Сонымен қатар, жылсанауда қателеспес үшін әр жылға белгілі бір жануардың аты қойылсын деп шешіпті. Ал 12 жылға аттарын беретін жануарлардың ретін анықтау үшін оларды Жаңа жыл қарсаңында (22 наурызда) Ила өзенінен өткізіп, қарсы жағаға бұрын шыққан 12 жануардың атын рет-ретімен келе жатқан жаңа жылдарға берілсін деген ортақ пәтуаға келіпті. Сонымен аңшылар мен қуғыншылар аңдар мен жан-жануарларды Ила өзеніне қарай қаумалай қуған екен дейді.

Көктемде тасып жатқан өзеннің сең-сең мұздарының үстімен қарсы жағаға бірінші болып тышқан, одан кейін мүшелдік жыл санауда көрсетілген ретпен басқа жануарлар шығыпты дейді аңыз.



### Сұрақтар



1. Күнтізбелік есептеу жүйесінде уақыт ұзақтығы ретінде қандай бірліктер алынады?
2. Жыл мезгілдерінің өзгерісін, күн мен түннің ауысуын қалай түсіндіруге болады?
3. Өліаралық және жұлдыздық ай астрономиялық жолмен қалай анықталады? Олардың ұзақтығы қандай?
4. Тропиктік жыл ұзақтығы қалай анықталады? Оның ұзақтығы қандай?
5. Ежелгі Мысыр (Египет) күнтізбесінде жыл ұзақтығы неше тәулік болған?
6. Жыл ұзақтығы тәуліктердің бүтін санынан тұрмайтыны белгілі. Бөлшек үлесті жыл ұзақтығына ендіру үшін қандай тәсілдер қолданылған? Жауаптарыңды мысалдармен толықтырыңдар.
7. Ескі тәсіл бойынша Юлиан күнтізбесінің ұзақ уақыт қолданыста болуы қандай қайшылық тудырды?

## VI тараудағы ең маңызды түйіндер

1. *Әлемнің геоцентрлік жүйесі* – бүкіл Ғаламның қозғалмайтын орталық кіндігі Жер деп санайтын жалған ілім.

2. *Гелиоцентрлік жүйе (Күн жүйесі)* – Жермен қоса басқа да планеталардың (*Меркурийдің, Шолпанның, Марстың, Юпитердің, Сатурнның, Уранның және Нептунның*) Күнді айнала қозғалатыны туралы ғылыми дәлелді ілім.

Сонымен қатар Күн де бүкіл әлемнің кіндік центрі емес. Күн өз төңірегіндегі планеталармен қоса 200 миллиардтан астам жұлдыздары бар біздің Галактиканың центрін айнала қозғалады. Біздің Галактика секілді басқа да ашылған галактикалар бірнеше ондаған миллиардты құрайды.

3. *Жыл мезгілдерінің ауысуы және өртүрлі ендіктердегі күн мен түннің ұзақтығы* Жердің созылықы (шеңбер емес) орбита бойымен Күнді айнала қозғалысымен және өз осінің төңірегінде айналуымен түсіндіріледі.

4. *Күнтізбе* – Аспан денелерінің (Жердің, Айдың, Күннің және басқа да жұлдыздардың) периодты қозғалыстарының негізінде ұзақ мерзімге арналып жасалған уақыт кестесі.

## Жаттығулардың жауаптары

- Жаттығу 1.1. 11)  $1 \cdot 10^{-3}$  см.
- Жаттығу 2.1. 4) 4500 км; 5) 500 с; 6) 25 м/с; 7) 70 км/сағ;  
8) 48 км/сағ; 9) 20 км/сағ; 21 км/сағ.
- Жаттығу 2.2. 4)  $-2,5$  см/с; 5) 5,5 км/сағ.
- Жаттығу 3.1. 5) 30 кг.
- Жаттығу 3.2. 1)  $1,5 \cdot 10^4$  кг/м<sup>3</sup>; 2) 10 дм<sup>3</sup>; 3)  $8,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  
4) 1,2 кг; 5) 26 кг; 6) 0,012 м<sup>3</sup>; 12 кг.
- Жаттығу 3.3. 1) 1т; 2) 20 кг; 196,64 кг/м<sup>3</sup>; 195,6 кг/м<sup>3</sup>;  
3) 98 Н; 6) Марста; 7) 3,2 Н.
- Жаттығу 3.4. 1) 98,3 Н; 97,8 Н; 2) 550 Н; 3) 64 Н; 4) 80 Н.
- Жаттығу 3.5. 1) 14 см; 2)  $7 \cdot 10^3$  Н/м; 3) иә, жоқ; 4) 126 мм.
- Жаттығу 3.6. 2) 500 Н; 3) 210 Н; 4) 0,4; 5) 0,5.
- Жаттығу 3.7. 1) 330 Н; 3) 20 Н; 5 Н; 30 Н; 20 Н.
- Жаттығу 4.1. 1) 5 кПа; 2) 3, 3 кПа; 3) 47 кПа.
- Жаттығу 4.2. 1)  $\approx 6$  кПа;  $\approx 4,8$  кПа;  $\approx 82$  кПа; 2)  $\approx 112000$  кПа;  
3)  $\approx 92,7$  кПа; 4) 2,6 кН.
- Жаттығу 4.4. 1) 156 есе; 2) 300 Н; 3) 90 есе, 100 есе.
- Жаттығу 4.6. 1) 1 Н; 3) 0,5 Н; 4) 3,7 кН; 5) 0,36 Н; 0,18 Н;  
6)  $2,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; 7)  $10^4$  кг/м<sup>3</sup>; 8)  $1,6 \cdot 10^4$  кг/м<sup>3</sup>;  
9) 5 кг.
- Жаттығу 5.1. 1)  $A = 400$  кДж; 2) 45 кДж; 3)  $\approx 1,2 \cdot 10^3$  кДж.
- Жаттығу 5.2. 1)  $N = 41$  кВт; 2)  $A = 18$  кДж; 3)  $N = 10$  МВт;  
4)  $F = 60$  кН; 5)  $V = 200$  м<sup>3</sup>.
- Жаттығу 5.3. 1)  $E_k = 2,3 \cdot 10^9$  Дж = 2,3 ГДж; 2)  $E_k = 2,9$  кДж;  
3)  $A = \Delta E_k = 240$  кДж;  $s = 4$  м; 4)  $E_1 = 2 E_2$ .
- Жаттығу 5.4. 1)  $A = 6,86$  кДж; 2)  $E_{n1} = 3,9$  кДж,  $E_{n2} = 24,5$  Дж;  
3)  $E_n = 417,7$  МДж; 4)  $E_n = 90$  Дж; 5)  $A_1 = E_{n1} = 37,5$  Дж;  
 $A_2 = \Delta E = 37,5$  Дж;  $E_{n2} = 62,5$  Дж;  
6)  $k = 10^5$  Н/м.
- Жаттығу 5.5. 1)  $A = \Delta E = 1,4$  кДж;  $F = 2,9 \cdot 10^4$  Н = 29 кН;  
2)  $E_n = 3 \cdot 10^9$  Дж; 3)  $A = W = 165 \cdot 10^9$  Дж.
- Жаттығу 5.7. 1)  $A_n = 450$  Дж;  $A_T = 900$  Дж;  $\eta = 50\%$ ; 2)  $\eta = 40\%$ .

## ҚОСЫМШАЛАР

1-кесте

### Тіркес сөздердің белгіленуі, сан мәндері мен жазылуы

| Тіркес сөздер атауы | Белгіленуі | Сан мәндері | Қысқаша жазылуы |
|---------------------|------------|-------------|-----------------|
| Мега                | М          | 1 000 000   | $10^6$          |
| Кило                | к          | 1 000       | $10^3$          |
| Гекто (еселеу)      | г          | 100         | $10^2$          |
| Дека                | да         | 10          | $10^1 = 10$     |
| Деци                | д          | 0,1         | $10^{-1}$       |
| Сантi               | с          | 0,01        | $10^{-2}$       |
| Милли               | м          | 0,001       | $10^{-3}$       |
| Микро               | мк         | 0,000 001   | $10^{-6}$       |

2-кесте

### Планеталардың Күннен орташа қашықтығы және беткі температурасы

| Планета  | Күннен орташа қашықтығы (млн км) | Беткі температурасы (°C) |
|----------|----------------------------------|--------------------------|
| Меркурий | 57                               | +400-ден -200-ге дейін   |
| Шолпан   | 107                              | +400                     |
| Жер      | 149                              | +40-тан -50-ге дейін     |
| Марс     | 276                              | +25-тен -110-ға дейін    |
| Юпитер   | 773                              | -138                     |
| Сатурн   | 1 417                            | -180                     |
| Уран     | 2 752                            | -190                     |
| Нептун   | 4 469                            | -220                     |

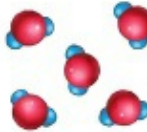
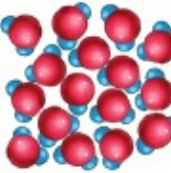
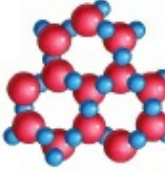
**Табиғатта және техникада кездесетін кейбір жылдамдықтардың орташа мәндері**

| Нысандар            | Жылдамдығы (м/с)      | Нысандар                                | Жылдамдығы (м/с) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------------|------------------|
| Тасбақа             | 0,02<br>(70 м/сағ)    | Калашников автоматының қозғалыстағы оғы | 715              |
| Ұлу                 | 0,0015<br>(5,4 м/сағ) | Ай Жерді айналғанда                     | 1000             |
| Жаяу адам           | 1,3                   | Сутегі молекуласы (0°C)                 | 1693             |
| Бөлмедегі шыбын     | 5                     | Сутегі молекуласы (25°C)                | 1770             |
| Конькиші            | 13-ке дейін           | Жердің жасанды серігі                   | 8000             |
| Қараторғай          | 20                    | Жер Күнді айналғанда                    | ≈ 30 000         |
| Түйеқұс             | 22                    | Жарық және радиотолқындар               | 300 000 000      |
| Пойыз               | 28-ге дейін           |                                         |                  |
| Автомобиль          | 40                    |                                         |                  |
| Ұшақ                | 180                   |                                         |                  |
| Ауадағы дыбыс (0°C) | 332                   |                                         |                  |

**Сырғанау үйкеліс коэффициенті**

| Үйкелісетін денелер   | Үйкеліс коэффициенті |
|-----------------------|----------------------|
| Ағаш мұз бетімен      | 0.0035               |
| Болат мұз бетімен     | 0,015                |
| Ағаш ағаш бетімен     | 0,07–0,50            |
| Металл ағаш бетімен   | 0,1                  |
| Металл металл бетімен | 0,15–0,20            |

**Заттың әртүрлі күйлерінің қасиеттері**

| Заттың күйі | Негізгі қасиеттері                                                                           | Молекулаларының арақашықтығы (бір молекуланың диаметрімен салыстырғанда)                           | Суреті (су молекулалары мысалында)                                                  | Молекулалары қалай қозғалады                           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Газ         | Негүрлым үлкен көлем алуға тырысады; көлемін де, пішінін де сақтамайды; оңай сығылады        | Молекуланың өз өлшемінен ондаған есе артық                                                         |    | Өзіне берілген көлем ішінде ретсіз, шапшаң қозғалады   |
| Сұйық       | Өзі құйылған ыдыстың пішінін алады; көлемін сақтайды (сығылмайды); пішінін сақтамайды; аққыш | Молекуланың өз өлшеміндей                                                                          |    | Орнықты күйінің маңайында секірмелі, тербеле қозғалады |
| Қатты       | Көлемін де, пішінін де сақтайды                                                              | Молекулалары белгілі бір ретпен орналасады, көршілерінің арақашықтығы молекуланың өз өлшемінен кем |  | Тепе-теңдік күйіне қатысты тербеле қозғалады           |

## Қатты денелердің тығыздығы

| Қатты зат | ρ                 |                   | Қатты зат | ρ                 |                   |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|
|           | кг/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |           | кг/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |
| Алмас     | 3500              | 3,5               | Қарағай   | 400               | 0,4               |
| Алтын     | 19000             | 19,3              | (құрғақ)  |                   |                   |
| Алюминий  | 2700              | 2,7               | Қорғасын  | 11 400            | 11,4              |
| Бетон     | 2300              | 2,3               | Мәрмәр    | 2700              | 2,7               |
| Болат     | 7800              | 7,8               | Мұз       | 900               | 0,9               |
| Германий  | 5320              | 5,3               | Мырыш     | 7180              | 7,18              |
| Гранит    | 2600              | 2,6               | Мыс       | 8900              | 8,9               |
| Емен      | 1020              | 1,02              | Никель    | 8800              | 8,8               |
| Капрон    | 1100              | 1,1               | Платина   | 21600             | 21,6              |
| Кварц     | 2600              | 2,6               | Сүйек     | 1700 –            | 1,7–2,0           |
| Кірпіш    | 1800              | 1,8               |           | 2000              |                   |
| Күміс     | 10500             | 10,5              | Темір     | 7900              | 7,9               |
| Корунд    | 4000              | 4,0               | Тығын     | 240               | 0,24              |
| Қант      |                   |                   | Тұз       | 2200              | 2,2               |
| (шақпақ)  | 1600              | 1,6               | Фарфор    | 2400              | 2,4               |
| Қалайы    | 7300              | 7,3               | Уран      | 1900              | 1,9               |
| Қайың     |                   |                   | Янтарь    | 1100              | 1,1               |
| (құрғақ)  | 880               | 0,8               |           |                   |                   |

## Кейбір сұйықтардың тығыздығы

| Сұйықтық   | $\rho$            |                   | Сұйықтық   | $\rho$            |                   |
|------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|
|            | кг/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |            | кг/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |
| Ацетон     | 790               | 0,79              | Сүт        | 1030              | 1,03              |
| Бензин     | 710               | 0,71              | Сынап      | 13600             | 13,6              |
| Глицерин   | 13100             | 1,3               | Май        |                   |                   |
| Керосин    | 800               | 0,8               | (күнбағыс) | 930               | 0,93              |
| Көмір      |                   |                   | Май        |                   |                   |
| қышқылы    | 1800              | 1,8               | (мәшине)   | 900               | 0,90              |
| Су         | 1000              | 1,0               | Мұнай      | 800               | 0,8               |
| Су (теңіз) | 1030              | 1,03,             | Эфир       | 710               | 0,71              |

## Кейбір газдардың тығыздығы

| Газ                       | $\rho$           |                   | Газ     | $\rho$            |                   |
|---------------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|
|                           | г/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |         | кг/м <sup>3</sup> | г/см <sup>3</sup> |
| Азот                      | 1,250            | 0,00125           | Оттегі  | 1,430             | 0,00143           |
| Ауа (құрғақ)              | 1,290            | 0,00129           | Неон    | 0,170             | 0,00017           |
| Гелий                     | 0,180            | 0,00018           | Су буы  |                   |                   |
| Тұншықтыр-<br>ғыш улы газ | 1,250            | 0,00125           | (100°С) | 0,590             | 0,00059           |
| Көмірқышқыл<br>газы       | 1,980            | 0,00198           | Сутегі  | 0,090             | 0,00009           |



**Есептеулерге қажет өлшем бірліктер**

$$1 \text{ км} = 1000 \text{ м} = 10^3 \text{ м}$$

$$1 \text{ дм} = 0,1 \text{ м} = 10^{-1} \text{ м}$$

$$1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ м}^2$$

$$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$1 \text{ мл} = 0,001 \text{ л} = 1 \text{ см}^3$$

$$1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н} = 10^3 \text{ Н}$$

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} = 10^3 \text{ кг}$$

$$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$1 \text{ мг} = 0,000001 \text{ кг} = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$1 \text{ кПа} = 1000 \text{ Па} = 10^3 \text{ Па}$$

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па} = 10^2 \text{ Па}$$

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

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж} = 10^3 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}$$

Грек әліпбиінің әріптері

|            |            |         |            |            |         |
|------------|------------|---------|------------|------------|---------|
| <i>A α</i> | <i>Α α</i> | альфа   | <i>N ν</i> | <i>Ν ν</i> | ню      |
| <i>B β</i> | <i>Β β</i> | бета    | <i>Ξ ξ</i> | <i>Ξ ξ</i> | кси     |
| <i>Γ γ</i> | <i>Γ γ</i> | гамма   | <i>Ο ο</i> | <i>Ο ο</i> | омикрон |
| <i>Δ δ</i> | <i>Δ δ</i> | дельта  | <i>Π π</i> | <i>Π π</i> | пи      |
| <i>Ε ε</i> | <i>Ε ε</i> | эпсилон | <i>Ρ ρ</i> | <i>Ρ ρ</i> | ро      |
| <i>Ζ ζ</i> | <i>Ζ ζ</i> | дзэта   | <i>Σ σ</i> | <i>Σ σ</i> | сигма   |
| <i>Η η</i> | <i>Η η</i> | эта     | <i>Τ τ</i> | <i>Τ τ</i> | тау     |
| <i>Θ θ</i> | <i>Θ θ</i> | тэта    | <i>Υ υ</i> | <i>Υ υ</i> | ипсилон |
| <i>Ι ι</i> | <i>Ι ι</i> | йота    | <i>Φ φ</i> | <i>Φ φ</i> | фи      |
| <i>Κ κ</i> | <i>Κ κ</i> | каппа   | <i>Χ χ</i> | <i>Χ χ</i> | хи      |
| <i>Λ λ</i> | <i>Λ λ</i> | ламбда  | <i>Ψ ψ</i> | <i>Ψ ψ</i> | пси     |
| <i>Μ μ</i> | <i>Μ μ</i> | мю      | <i>Ω ω</i> | <i>Ω ω</i> | омега   |

Латын әліпбиінің әріптері

|            |            |         |            |            |            |
|------------|------------|---------|------------|------------|------------|
| <i>A a</i> | <i>A a</i> | а       | <i>N n</i> | <i>N n</i> | эн         |
| <i>B b</i> | <i>B b</i> | бе      | <i>O o</i> | <i>O o</i> | о          |
| <i>C c</i> | <i>C c</i> | це      | <i>P p</i> | <i>P p</i> | пе         |
| <i>D d</i> | <i>D d</i> | де      | <i>Q q</i> | <i>Q q</i> | ку         |
| <i>E e</i> | <i>E e</i> | е       | <i>R r</i> | <i>R r</i> | эр         |
| <i>F f</i> | <i>F f</i> | эф      | <i>S s</i> | <i>S s</i> | эс         |
| <i>G g</i> | <i>G g</i> | ге, же  | <i>T t</i> | <i>T t</i> | те         |
| <i>H h</i> | <i>H h</i> | ха, аш  | <i>U u</i> | <i>U u</i> | у          |
| <i>I i</i> | <i>I i</i> | и       | <i>V v</i> | <i>V v</i> | ве         |
| <i>J j</i> | <i>J j</i> | йот, жи | <i>W w</i> | <i>W w</i> | дубль-ве   |
| <i>K k</i> | <i>K k</i> | ка      | <i>X x</i> | <i>X x</i> | икс        |
| <i>L l</i> | <i>L l</i> | эль     | <i>Y y</i> | <i>Y y</i> | игрек      |
| <i>M m</i> | <i>M m</i> | эм      | <i>Z z</i> | <i>Z z</i> | зет (зета) |

### Қосымша әдебиеттер

1. Ол кім? Бұл не? – Төменгі сынып оқушыларына арналған 3 томдық энциклопедия. – Алматы: Қаз. кең. энцикл. бас ред. 1985–1986.
2. Энциклопедический словарь юного физика / Сост. В.А. Чуянов. – 2 изд., испр. и доп. – М.: Педагогика. 1991. – 336 с.: ил.
3. Факты. Люди. Даты. События: Малый энциклопедический справочник: Пер. с англ. – М.: ООО «Изд-во Астрель»: ООО «Изд-во АСТ», 2002. – 736 с.: ил.
4. Рекорды космоса. Иллюстративная детская энциклопедия. Перевод с англ. М.: «Планета детства», «Изд-во Астрель», 2000. – 48 м.: ил.
5. Физика: Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған/ Р. Башарұлы, У. Тоқбергенова, Д. Қазақбаева. – 4 бас., өнд. – Алматы: Атамұра, 2016. – 240 бет.

### Электрондық ресурстар

1. <http://www.krugosvet.ru/>
2. Bilimland kz.VideoLike.
3. WWW.ychitel.com.
4. <http://festival.1september.ru/>

## МАЗМУНЫ

### І т а р а у

#### Физика – табиғат туралы ғылым

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Физика – табиғат туралы ғылым.....                                                                                    | 6  |
| § 2. Табиғатты зерттеудің ғылыми әдістері .....                                                                            | 10 |
| § 3. Физикалық шамалар. Скаляр және векторлық шамалар.<br>Халықаралық бірліктер жүйесі .....                               | 15 |
| § 4. Физикалық шамаларды өлшеу. Өлшеуіш аспаптармен жұмыс.<br>Дұрыс және дұрыс емес пішінді денелердің көлемін өлшеу ..... | 19 |
| § 5. Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі .....                                                                              | 25 |
| § 6. Үлкен және кіші сандарды ықшамдап жазу .....                                                                          | 27 |
| № 1 зертханалық жұмыс. Кішкентай денелердің өлшемдерін анықтау ....                                                        | 30 |
| № 2 зертханалық жұмыс. Физикалық шамаларды өлшеу.....                                                                      | 32 |

### ІІ т а р а у

#### Механикалық қозғалыс

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| § 7. Механикалық қозғалыс және оның сипаттамалары.<br>Санақ жүйесі ..... | 36 |
| § 8. Механикалық қозғалыстың салыстырмалылығы.....                       | 39 |
| § 9. Түзусызықты бірқалыпты және бірқалыпсыз<br>қозғалыстар .....        | 41 |
| § 10. Жылдамдық және орташа жылдамдықты есептеу.....                     | 43 |
| § 11. Өртүрлі механикалық қозғалыстардың графиктері.....                 | 48 |

### ІІІ т а р а у

#### Денелердің өзара әрекеттесуі

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 12. Инерция құбылысы.....                                                        | 56 |
| § 13. Денелердің өзара әрекеттесуі.<br>Масса және денелердің массасын өлшеу .....  | 59 |
| § 14. Заттың тығыздығы және тығыздықтың өлшем<br>бірлігі. Тығыздықты есептеу ..... | 63 |
| № 3 зертханалық жұмыс. Қатты денелер мен сұйықтардың<br>тығыздығын анықтау.....    | 66 |
| § 15. Күш .....                                                                    | 68 |
| § 16. Тартылыс құбылысы және ауырлық күші.....                                     | 70 |
| § 17. Салмақ .....                                                                 | 75 |
| § 18. Деформация. Серпімділік күші .....                                           | 80 |
| § 19. Гук заңы .....                                                               | 82 |
| №4 зертханалық жұмыс. Серпімді деформацияларды<br>зерделеу.....                    | 84 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| § 20. Үйкеліс күші. Үйкеліс әрекетін техникада ескеру.....        | 86 |
| №5 зертханалық жұмыс. Сырғанау үйкеліс күшін зерттеу .....        | 90 |
| § 21. Бір түзудің бойымен денеге әрекет ететін күштерді қосу..... | 91 |

#### IV т а р а у

##### Қысым

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 22. Қатты денелердің, сұйықтар мен газдардың молекулалық құрылымы ..... | 96  |
| § 23. Қатты денелердің қысымы .....                                       | 101 |
| § 24. Сұйықтар мен газдардағы қысым. Паскаль заңы .....                   | 104 |
| § 25. Қатынас ыдыстар.....                                                | 109 |
| § 26. Гидравликалық мәшинелер .....                                       | 113 |
| § 27. Атмосфералық қысым. Атмосфералық қысымды өлшеу .....                | 115 |
| § 28. Манометрлер. Сорғылар .....                                         | 118 |
| § 29. Кері итеруші күш. Архимед заңы.....                                 | 122 |
| №6 зертханалық жұмыс. Архимед заңын зерделеу.....                         | 129 |
| №7 зертханалық жұмыс. Дененің сұйықта жүзу шарттарын анықтау .....        | 130 |

#### V т а р а у

##### Жұмыс. Қуат. Энергия

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| § 30. Механикалық жұмыс.....                                         | 134 |
| § 31. Қуат .....                                                     | 136 |
| § 32. Механикалық энергия. Кинетикалық энергия .....                 | 138 |
| § 33. Потенциалдық энергия.....                                      | 144 |
| § 34. Энергияның сақталуы және айналуы .....                         | 149 |
| § 35. Күш моменті. Дененің массалар центрі.....                      | 153 |
| №8 зертханалық жұмыс. Жазық фигураның массалар центрін анықтау ..... | 156 |
| § 36. Жай механизмдер. «Механиканың алтын ережесі» .....             | 157 |
| § 37. Иіндіктің тепе-теңдік шарты .....                              | 162 |
| § 38. Пайдалы әрекет коэффициенті.....                               | 166 |
| №9 зертханалық жұмыс. Иіндіктің тепе-теңдік шарттарын анықтау.....   | 168 |
| №10 зертханалық жұмыс. Көлбеу жазықтықтың ПӘК-ін анықтау.....        | 170 |

## VI т а р а у

### Ғарыш және Жер

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| § 39. Аспан денелері туралы ғылым .....                                                         | 176        |
| § 40. Күн жүйесі .....                                                                          | 182        |
| § 41. Күнгізім негіздері .....                                                                  | 188        |
| <br>                                                                                            |            |
| <b>Жаттығулардың жауаптары .....</b>                                                            | <b>195</b> |
| <br>                                                                                            |            |
| <b>Қосымшалар .....</b>                                                                         | <b>196</b> |
| <i>1-кесте.</i> Тіркес сөздердің белгіленуі, сан мөндері мен жазылуы.....                       | 196        |
| <i>2-кесте.</i> Планеталардың Күннен орташа қашықтығы және беткі температурасы.....             | 196        |
| <i>3-кесте.</i> Табиғатта және техникада кездесетін кейбір жылдамдықтардың орташа мөндері ..... | 197        |
| <i>4-кесте.</i> Сырғанау үйкеліс коэффициенті.....                                              | 197        |
| <i>5-кесте.</i> Заттың әртүрлі күйлерінің қасиеттері .....                                      | 198        |
| <i>6-кесте.</i> Қатты денелердің тығыздығы.....                                                 | 199        |
| <i>7-кесте.</i> Кейбір сұйықтардың тығыздығы .....                                              | 200        |
| <i>8-кесте.</i> Кейбір газдардың тығыздығы.....                                                 | 200        |
| <i>9-кесте.</i> Есептеулерге қажет өлшем бірліктер .....                                        | 201        |
| <i>10-кесте.</i> Грек әліпбиінің әріптері .....                                                 | 202        |
| <i>11-кесте.</i> Латын әліпбиінің әріптері .....                                                | 202        |
| Қосымша әдебиеттер.....                                                                         | 203        |

Оқу басылымы  
Башарұлы Рахметолла

**ФИЗИКА**

Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық  
*4-басылымы, өңделген*

Редакторы *Ү. Өмірзақ*  
Суретшілері *А. Өбдіқадыров, А. Баттал*  
Көркемдеуші редакторы *М. Нұрбеков*  
Техникалық редакторы *Ү. Рысалиева*  
Корректорлары *Ү. Зәуірбекова, Е. Амангелді*  
Компьютерде беттеген *Г. Тасыбаева*

**ИБ № 041**

Теруге 12.01.2017 берілді. Басуға 26.05.2017 қол қойылды. Пішімі 70x90<sup>1/16</sup>.  
Офсеттік қағаз. Өріп түрі «мектептік». Офсеттік басылыс. Шартты баспа табағы 15,21.  
Есеттік баспа табағы 11,7. Таралымы 100 000 дана. Тапсырыс № 2466.  
«Атамұра» корпорациясы» ЖШС-і, 050000, Алматы қаласы, Абылай хан даңғылы, 75.  
Қазақстан Республикасы «Атамұра» корпорациясы ЖШС-інің Полиграфкомбинаты.  
050002, Алматы қаласы, М. Мақатаев көшесі, 41.