

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі ұсынған

Н.А. Закирова  
Р. Р. Аширов

# ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептің  
8-сыныбына арналған оқулық

8



ӘОЖ 373.167.1  
КБЖ 22.3Я72  
3 16

Закирова Н.А. ж.б.

3 16 **Физика.** Жалпы білім беретін мектептің 8-сыныбына арналған оқулық/ Н.А. Закирова, Р. Р. Аширов – Астана: «Арман-ПВ» баспасы, 2018. – 304 6.

ISBN 978-601-318-099-1

«Физика» оқулығы негізгі орта білім беру деңгейінің жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасына сәйкес жазылған. Материалдарды ұсынуда оқытудың ғылыми ұстанымдары мен оқушылардың жас ерекшеліктері ескерілген.

ӘОЖ 373.167.1  
КБЖ 22.3Я72

ISBN 978-601-318-099-1

© Закирова Н.А.,  
Аширов Р.Р., 2018  
© «Арман-ПВ» баспасы, 2018

Барлық құқығы қорғалған. Баспаның рұқсатынсыз көшіріп басуға болмайды.

## Шартты белгілер

### Анықтамалар

#### Бақылау сұрақтары

Теориялық материал бойынша өзін тексеруге арналған сұрақтар

#### Жаттығу

1

Сыныпта орындалатын жаттығулар

#### Жаттығу

1

Үй жұмысы

#### Эксперименттік тапсырмалар

Зерттеу жұмыстарына арналған тапсырмалар

#### Шығармашылық тапсырма

Шығармашылық деңгейдегі тапсырмалар

#### Физика біздің өмірімізде

Халықаралық зерттеулер (TIMSS, PISA) форматындағы тапсырмалар

##### 2 Жауабы қандай?

Физикалық құбылыстардың мәнін түсіндіруді талап ететін сұрақтар

##### Тапсырма

Сыныпта орындалатын тапсырмалар

##### Өз тәжірибел

Сыныпта орындалатын эксперименттік тапсырмалар

##### Бұл қызық!

Тақырыпқа қатысты қосымша ақпараттар

##### 3 Маңызды ақпарат

Тақырыпты тереңірек түсіну үшін қажетті ақпараттар

##### Естеріне түсіріңдер!

Менгерілген материалды қайталауға арналған тапсырмалар

##### ! Назар аударыңдар!

Жаттығуды орындау кезінде қындық тудыратын оқу материалы

##### ✓ Есте сақтандар!

Жадынама

## Алғы сөз

Күрметті оқушылар! Физика – өмір бойы оқып-үйренуді қажет ететін ғылым. Бізді қоршаған әлем үздіксіз қозғалыста болып, үнемі өзгеріп отырады, сондықтан сыры ашылмаған құпия да, шешімін күткен мәселелер де көп. Колдарыңдағы оқулық табиғат құбылыстарын және техника мен тұрмыста қолданылатын физика зандарын танып-білуге, электрлік, жылулық, магниттік және оптикалық құбылыстармен танысуга көмектеседі. Алайда физика ғылымын бір оқулық көлемінде менгеру жеткіліксіз, сондықтан қосымша материалдарды да қолданып отырған дұрыс. Оқулықта ұсынылған тапсырмаларды орындау шығармашылық ізденісті қажет етеді, бұл физикалық құбылыстарды терең зерттеп, занылыштарын жете түсінуге мүмкіндік береді.

Оқулық «Жылулық құбылыстар», «Заттың агрегаттық құйлерінің өзгеруі», «Термодинамика негіздері», «Электростатика негіздері», «Тұракты электр тогы», «Электромагниттік құбылыстар», «Жарық құбылыстары» атты 7 тараудан тұрады. Ұсынылған иллюстрациялық материалдардың тақырыпты тереңірек түсінуге көмегі зор.

Әр параграф соңында бақылау сұрақтары, жаттығулар, эксперименттік және шығармашылық тапсырмалар берілген. Бақылау сұрақтары менгерілген материалды бекітуге көмектеседі, ал эксперименттік тапсырмалар зерттеудағысының қалыптасуына ықпал етеді. Оқулық жаттығулары сыныпта және үйде жеке өз бетінше орындауға арналған.

Әр тараудан соң «Физика біздің өмірімізде» айдарымен халықаралық зерттеулер (TIMSS, PISA) форматындағы тапсырмалар енгізілген. Оқулық соңында зертханалық жұмыстар, кестелік мәндер мен есептердің жауаптары берілген.

Оқулықта көптеген пайдалы ақпарат әртүрлі айдарлармен ұсынылған. Мысалы, «Маңызды ақпарат» айдарынан ғылыми-танымдық деректерді, «Бұл қызық» айдарынан жаңа тақырыптың мазмұнына қатысты қосымша қызықты ақпаратты аласындар. «Назар аударындар» айдары жаттығуды орындауда қындық туғызуы мүмкін материалдарды қамтиды, ал «Естеріңе түсіріндер» және «Есте сақтаңдар» айдарларында өткен материалдарды қайталауға және жаңадан өткен тақырыпты есте сақтауға қатысты мәліметтер қамтылды.

Физиканы, яғни өзіміз өмір сүріп отырған әлемді зерттеуде табыс тілейміз!

Авторлар

## I ТАРАУ

# ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

Жылу құбылыстары молекулалардың (атомдардың) қозғалысы мен өзара әрекеттесуіне, дene температурасының өзгеруіне және заттардың агрегаттық күйіне байланысты.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

- молекулалы-кинетикалық теорияның негізгі қағидаларын растайтын мысалдар келтіруді және тәжірибелерді сипаттауды;
- температуралық шкалаларда қарастыруды, температуралық өлшеуді жылулық ұлғаю негізінде сипаттауды;
- ішкі энергияның өзгеру тәсілдерін сипаттауды;
- жылуберілудің түрлерін салыстыруды, олардың тұрмыста және техникада қолданылуына мысалдар келтіруді;
- тірі ағзалардың әртүрлі температураға бейімделуіне мысалдар келтіруді;
- жылуберілу кезінде алынған немесе берілген жылу мөлшерін анықтауды;
- заттың меншікті жылусыйымдылығының физикалық мағынасын түсіндіруді;
- отын жанған кезде бөлінетін жылу мөлшерінің формуласын есептер шығару кезінде қолдануды;
- жылу құбылыстарындағы энергияның сақталу және айналу заңын зерттеуді;
- жылулық тепе-тендік теңдеуін есептер шығаруда қолдануды үйренесіндер.

## § 1. Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс, диффузия

### Күтілетін нәтиже

Парарафты оқып сендер:

- жылулық, броундық қозғалыстарға және диффузияға келтірілген мысалдар арқылы МКТ-ның (молекулалық кинетикалық теория) неізігі қағидаларын дәлелдейсіңдер;
- бұл құбылыстардың үқасстықтары мен айырмашылықтарын көрсетесіңдер;
- броундық қозғалыс пен диффузия құбылысының тұрмыста және техникада пайдаланылуына мысалдар кептіре аласыңдар.



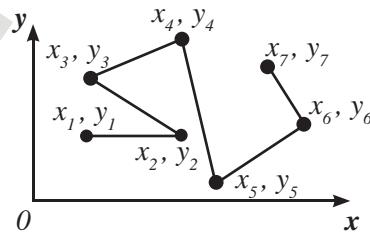
### Жауабы қандай?

1. Неліктен өзен, теңіз және мұхиттағы тіршілік иелері су астында көп уақыт ауасыз жүзе алады?
2. Неліктен қант кесегі сүкін суға қарағанда ыстық суда тезірек ериді?
3. Неліктен жер атмосферасында оттек және азот молекулалары біркелкі тараптап? Оттек молекуласының ауырырақ екені белгілі.

### I Жылулық қозғалыс

Газ ішіндегі молекуланың қозғалысын мұзайдындағы шайбаның қозғалысымен салыстырайық. Шайбаның қозғалыс траекториясы сынық сзызықты (1-сурет) болады. Қозғалысты анықтау аспабын қолдана отырып, шайбаның координаталарын, жүрілген жолды, орын ауыстыруды, орташа жылдамдықты анықтауға болады. Демек, шайбаның қозғалысы механикалық қозғалыс болып табылады.

Молекуланың қозғалысын электронды немесе ионды микроскопты қолдану арқылы бақылайды. Молекуланың қозғалыс траекториясы да сынық сзызық болып табылады, бірақ молекулалар мөлшерінің көптігіне байланысты бірлік көлемде олардың жүрген жолын, орын ауыстыруын және жылдамдығын анықтау мүмкін емес (2-сурет). Көлемі 1  $m^3$  ауда шамамен  $2,4 \cdot 10^{25}$  молекула бар. Осыған байланысты денені құрайтын бөлшектердің қозғалысын сипаттау үшін басқа теория жасау қажеттілігі туындалады.



1-сурет. Шайбаның қозғалыс траекториясы



2-сурет. Молекуланың қозғалыс траекториясы

7-сыныптың физика курсында молекулалардың қозғалыс жылдамдығы артқанда денениң температурасы көтерілетінін анықтағанбыз. Осы

тәуелділік жылу құбылыстарын зерттеуге негіз болды. Молекулалар мен атомдардың қозғалыстары жылулық қозғалыстар деп аталды.

### Молекулалар мен атомдардың ретсіз қозғалысы жылулық қозғалыс деп аталады.

Жылулық қозғалыстар теріс температура кезінде де токтамайды. Мәселен, аязды құндері қарағай қылқанының, жанаңмай стансыларында жанар-жағар майдың ісін сезіне аламыз. Заттардың ісі және оның таралуы төменгі температураларда да молекулалардың қозғалысы болатынын көрсетеді.

## II Броундық қозғалыс

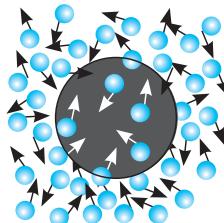
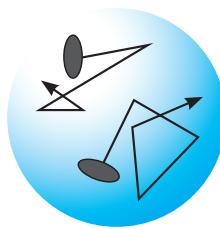
Қатты денелердің ұсақ бөлшектері, мысалы: газдағы немесе сүйіктегі шаңдар, түйіршіктер, тозандар молекулалар сияқты ретсіз қозғалады. Осылай ұсақ бөлшектердің қозғалысын ағылшын ботанигі Р. Броунның құрметіне *броундық қозғалыс* деп атаған. Суда еріген гүл тозандарын микроскоппен бақылау кезінде Броун қатты бөлшектердің ретсіз қозғалысын байқаған. Ол өз зерттеулерін көмірдің, күйенің, шаңың ұсақ бөлшектерімен жүргізе бастады. Зерттеулер ұсақ бөлшектердің қозғалыс жылдамдығы ірілерінің жылдамдығынан артық екендігін көрсетті. Сүйіктегі температурасын арттырғанда бөлшектердің жылдамдығы да артады. Алайда Броун бұл қозғалыстың себебін түсіндіре алмады.

Броундық қозғалыс теориясын 1904 жылы М.Смолуховский, 1905 жылы А.Эйнштейн бір-бірінен тәуелсіз қорытып шығарды. Броундық қозғалыс молекулалардың жылулық қозғалыстарының әсерінен болады. Ортандық молекулалары броундық бөлшекті үздіксіз итеріп отырады, молекулалардың соққысы бір-бірін тәңгермейді (3-сурет). Тен әрекетті күштің мәні мен бағытының өзгеруі кездейсоқ сипатта болады. Тен әрекетті күштің әсерінен броундық бөлшектер хаосты (бейберекет) қозғалыс жасайды. Ортандық температурасы жоғарылаған сайын молекулалардың соққысы да күштірек бола түседі, бөлшекте тезірек қозғалады. Бір күш әсер еткен жағдайда да өлшемі жағынан ұсақ бөлшектердің жылдамдығы ірілерге қарағанда жоғары болады. 1908 жылы француз физигі Ж.Перрен эксперимент арқылы броундық бөлшектің орын ауыстыруының сандық өлшемдерін анықтады.



### Ез тәжірибел

- Шыны тілігінің үстіне тамызғышпен бір тамшы су тамызындар. Су сәл ғана боялатындей етіп, суға қылқаламмен азғантай туш жағындар. Шыны тілігін құжат-камераның объективіне орналастырындар. Экраннан туштың кішкентай бөлшектерінің қозғалысын бақыландар.
- Ушкір тамызғыштың көмегімен желатиннен жасалған қоймалжың-гельдің ортасына калий перманганатының түйіршігін мұқият енгізіндер. Процесті 2–3 минут бақыландар. Өздерің бақылаған құбылысты түсіндіріндер.



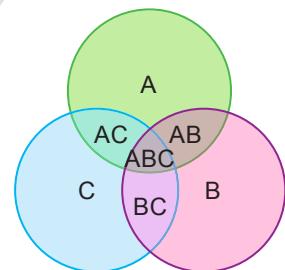
*3-сурет. Броундық бөлшектердің бейберекет (хаосты) қозғалысы*

**Броундық қозғалыс дегеніміз – молекулалардың соққысының әсерінен сұйықта немесе газда қалқып жүретін қатты дененің ұсақ бөлшектерінің үздіксіз ретсіз қозғалысы.**

Күн сәулемесіндегі тозандардың хаосты қозғалысы осы қозғалысқа мысал бола алады.

#### Тапсырма

- Веңн диаграммасын күріндар. Оның дәңгелектеріне: А) жылулық қозғалыс, В) броундық қозғалыс, С) диффузия қасиеттерін жазындар. Үш дәңгелекке ортақ ABC аймағында 3 құбылыстың, AB, BC, AC аймақтарында сәйкес 2 құбылыстың ортақ қасиеттерін жазындар.
- Газда, сұйықта, қатты денелерде болатын диффузия құбылысына бір-бірден мысал келтіріңдер. Олар МКТ-ның қандай қағидасын дәлелдейтінін ашып түсіндіріңдер.



### III Диффузия

Сендер 7-сыныптың физика курсынан бір заттың молекулалары жылулық қозғалыстың салдарынан басқа заттың молекулааралық кеңістігіне ене алатынын білесіндер.

Бұл қасиет барлық үш агрегаттық күйдегі заттарға тән. Бұл құбылыс **диффузия** деп аталады.

**Диффузия – бір заттың молекулалары мен атомдарының басқа бір заттың молекулалары мен атомдарымен өзара араласу процесі, соның нәтижесінде бөлшектердің бүкіл аймақта бірқалыпты таралуы жүзеге асады.**

Диффузия нәтижесінде Жер атмосферасындағы газдар араласады; су қоймаларында өзен мен теңізді мекендейтін тіршілік иелеріне қажетті ауа молекулалары болады. Диффузияның арқасында бояу суда ериді. Бұл құбылыс адам өмірінде де үлкен рөл атқарады, өкпеге ауа диффузия құбылысының арқасында енеді.

## IV Молекулалық-кинетикалық теорияның (МКТ) негізгі қағидалары

Біз жылулық қозғалысты, броундық қозғалысты және диффузияны қарастырдық, олар МКТ-ның және оның үш қағидасының айқын дәлелі болып табылады. МКТ-ның үш қағидасы:

- Барлық заттар өте ұсақ бөлшектерден – молекулалар мен атомдардан тұрады.*
- Заттың бөлшектері үздіксіз және бейберекет түрде қозгалады.*
- Молекулалар немесе атомдар арасында тартылыс және тебу күштері әрекет етеді.*

Молекулалық-кинетикалық теорияны жасауда неміс физигі Р.Клаузиус, ағылшын физиктері Дж.Джоуль, Дж.Максвелл, аустриялық физик Л.Больцман, орыс ғалымы М.Ломоносов үлкен рөл атқарды.

## V Броундық қозғалыс пен диффузияны тұрмыста және техникада қолдану

Физикалық құбылыстарды зерттеу арқылы алған біліміміздің күнделікті өмірде немесе техникада пайдалануымызға болады. Мысалы, броундық қозғалыс өлшеу аспаптарының дәлдігін шектейді. Тізбектегі әлсіз токтарды анықтайтын айналы гальванометрдің жеңіл тілшесінің дірілдеуі ауа молекулаларының соққысының әсерінен болады.

Металдарды дәнекерлеу, бұйымның бетін металл қабатымен қаптау, заттардың беткі қабаттарын жабыстыру диффузия құбылысы негізінде орындалады.

Диффузия өндірісте кеңінен пайдаланылады. Бірақ ол сонымен қатар қоршаған ортаның ластануына да үлес қосады. Кәсіпорынның тұтін мұржаларынан атмосфераға көмірқышқыл газы, азот пен құкірт оксидтері шығарылады, олар одан әрі атмосфераның барлық қабаттарына енеді (4-сурет). Атмосферадағы көмірқышқыл газының шамадан тыс көп болуы табиғаттағы көміртек айналымын бұзады, қышқыл жаңбырдың түзілуіне, жылыжай эффектісінің пайда болуына әкеліп соғады. Өзендер, теңіздер және мұхиттар өндірістік және тұрмыстық ағынды сулармен ластанады. Су қоймалары су астындағы тіршілік үшін жарамсыз болып қалады. Ішуге пайдаланылатын суларды да тазартуға тұра келеді.



### Жауабы қандай?

- Не себепті молекулалардың қозғалысын механикалық қозғалыс ретінде қарастыра алмаймыз?*
- Неге ірі бөлшектерде броундық қозғалыс байқалмайды?*
- Неге молекулалардың қозғалысы жылулық қозғалыстар деп аталады?*
- Броундық қозғалыстың жылулық қозғалыстан айырмашылығы неде?*



4-сурет. Жылу электрстансысы

## Бұл қызық!

Диффузия құбылысы ауыр және жеңіл өнеркәсіптегі әртүрлі технологиялық процестерде қолданылады. Мысалы, тоқыма өнеркәсібінде матаны өндіру және бояу кезінде осы құбылыс аса маңызды рөл атқарады. Қазақ халқы киіз үй жабдықтарын жасау үшін жұнді түрлі түстерге бояған, ал жұн бояу үдерісі диффузия арқылы іске асады.

Диффузия құбылысының арқасында әже, апаларымыз бізге томпақ бауырсақ пісіріп беріп жүр.



*Түрлі түске боялған жабдықтармен безендірілген киіз үйдің ішкі көрінісі*

## Бақылау сұрақтары

- Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс деп қандай қозғалыстарды атайды?
- Дене температурасы дененің қозғалыс жылдамдығымен қалай байланысады?
- Қандай құбылысты диффузия деп атایмыз?

## Шығармашылық тапсырма

Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша хабарлама дайындаңдар:

- «Шынайы өмірдегі броундық қозғалыс теориясы» немесе «Далада немесе орманда адассан, өзінді қалай ұстауың керек».
- Тұрмыстағы және техникадағы диффузия.
- Фалымның өмірінен (Р.Клаузиус, Дж.Джоуль, Дж.Максвелл, Л. Больцман, М.Ломоносов, Р.Броун, Ж.Перрен, А.Эйнштейн) мәлімет.

## § 2. Температура, температураны өлшеу әдістері, температура шкалалары

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жылулық ұлғау негізінде температураны өлшеу тәсілдерін түсіндіре аласыңдар;
- температураны Кельвин және Цельсий температуралық шкалаларында қарастыруды үйренесіңдер.

### I Температура.

#### Сүйиқтық термометрінің құрылышы

Дене температурасының мәнін термометрмен (грек. *термо* – жылу; *метрео* – өлшеймін) өлшеуге болады.

**Термометр – дененің немесе қоршаған ортандың температурасын өлшеуге арналған аспап.**



### Жауабы қандай?

- Термометрлер өлшемдері бойынша неліктен температурасы өлшемнің денелерден кіші болуы керек?
- Дәрігер не себепті термометр көрсеткішиң температураны өлшеуге қойған соң 5–7 минут өткеннен кейінғанда анықтайды?
- Термометрде қолданылатын сүйік неге шынысына қарағанда көбірек ұлғаюы керек?
- Неге Кельвин және Цельсий шкалалары бойынша температураның өзгеру мәндері сәйкес келеді?
- Бұл тұжырымға қандай дәлел келтіре аласыңдар?

Дененің жылулық күйі молекулардың қозғалыс жылдамдығымен анықталады. Молекуалы-кинетикалық теорияға сәйкес денеге берілетін энергия дене температурасын көтеріп, молекулардың қозғалыс энергиясына айналады. Жылулық қозғалысты және дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама *температура* деп аталған.

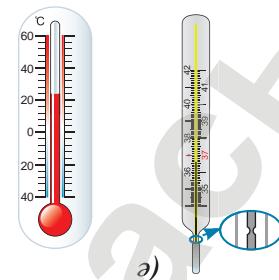
**Температура – дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.**

Сүйиқтық термометрі жіңішке тұтікшеден және сынаппен немесе спиртпен толтырылған кішкене дөңгелекшеден тұрады. Тұтікше өлшем бірліктері көрсетілген шкалаға бекітілген (5, a) сурет). Температурасын өлшейтін денемен жана сәттеңде, дөңгелекше ішіндегі сүйік қызып, ұлғаяды да, температураның мәніне байланысты тұтікше бойымен жоғары көтеріле бастайды.



**Андерс Цельсий** (1701–1744) – швед астрономы, физигі, Упсала университетінің астрономия профессоры (1730–1744). И.Ньютоның «Жердің өз осінен айналуына байланысты полюсте арақашықтық кішірейіп, сығылады» деген гипотезасын тексеру мақсатында үйімдастырылған экспедиция мүшесі. 1742 жылы жұз градустық термометр шкаласын сипаттайтын еңбегін жариялады. Ол кейіннен Цельсий шкаласы деген атқа ие болды.

Медициналық термометрдің құрылышының зертханалық термометрден айырмашылығы: дөнгелекше жанындағы түтікше каналы тарылған (5, ә) сурет). Бұл көрсеткіштің ұзақ уақыт бойы сақталуы үшін керек, себебі медициналық термометр көрсеткішін анықтау кезінде ол денеден алынады. Термометрді қайта қолданар алдында, сұйық қайта орнына келу үшін оны сілкіп-сілкіп жіберу қажет. Бөлмегі немесе зертханалық термометрді сілкүдің қажеті жоқ, өйткені оның ішіндегі сұйық температуrasesы өзі орналасқан органың температурасымен бірге өзгеріп отырады. Бұл термометрлердегі сұйықтың қозғалысына ештеңе кедергі болмайды.



5-сурет. Сұйықтық термометр



### Естеріне түсіріндер!

Бөлік құнын анықтау үшін аспап шкаласындағы өзара көрші сандардың айырымын олардың арасындағы бөлікке бөлу қажет.

Термометр үшін:

$$\text{б.к.} = \frac{t_2 - t_1}{N}$$

## II Температураны өлшеу.

### Жылулық тепе-тендік

Термометрлер табиғаттың ең негізгі заңдарының бірі – жылулық *тепе-тендік* заңын ашуға мүмкіндік берді. Оның мәні мынада: уақыт өтө келе жанасқан екі дененің температуралары тепе-тен қүйге келеді.

**Жанасқан денелердің температураларының бірдей күйге келуі жылулық тепе-тендік деп аталады.**

Температураны термометрдің көмегімен өлшеу жылулық *тепе-тендік* заңына негізделген. Дене мен термометр жылулық тепе-тендік жағдайына келгенде, олардың температуралары бірдей болады. Термометр өзінің температуrasesын көрсетеді. Термометрдің көмегімен дене температуrasesын өлшегендеге, дене мен термометр арасында жылулық тепе-тендік орнағанға дейін біраз уақыт керек.

## III Температура шкалалары

Көптеген ғалымдар термометрді жасап шығаруда дене көлемінің температураға тәуелділігін қолданды. Сұйықтық термометрлерін дайындауда спирт пен сынап кеңінен қолданыла бастады.

Аспапқа шкаланы енгізу үшін заттың екі күйін және оларға сәйкес келетін температура мәндерін таңдалу алу жеткілікті болды. Таңдаудағы әртүрлілік түрлі мемлекеттерде шкалалары әртүрлі термометрлердің пайда болуына әкеліп соқты. Көптеген мемлекеттерде Цельсий шкаласы кеңінен қолданылады. Ал зертханаларда Кельвин шкаласы қолданылады.



### Есте сақтандар!

Накты көрсеткіш беретін аспап – газ термометрі.

**Цельсий шкаласы.** Цельсий шкаласындағы 0 °C судың қату температурасына сәйкес келеді, ал 100 °C – судың қалыпты атмосфералық қысымдағы қайнау температурасы. Аспаптың осы шкаладағы нөлден жоғары көрсеткіші – он, ал нөлден төмен көрсеткіші теріс деп есептеледі. Термометрмен өлшеудің шекті мәндері әртүрлі болуы мүмкін. Ол құралдың нені өлшеуге арналғанына байланысты.

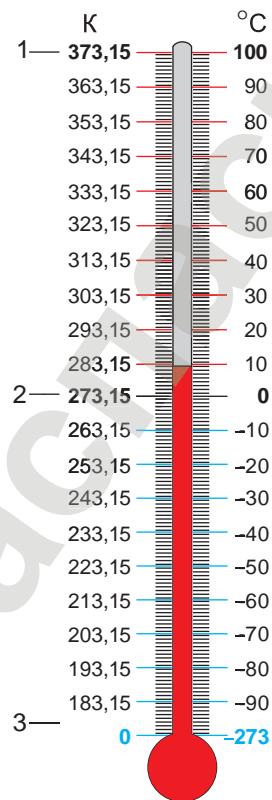
**Кельвин шкаласы.** Лорд Кельвин лауазымын алған ағылшын физигі **Уильям Томсон** теріс (–) температуралық мәні жоқ шкаланы енгізді. Оның шкаласындағы нөлдік мәнге заттардың барлық бөлшектері қозғалысын тоқтататын күйін сәйкес келеді. Кельвин шкаласы бойынша нөлден төмен температураның мәні тек Жердеғанда емес, бүкіл әлемде де жоқ. Заттың мұндай күйін «жылулық өлім» деп атайды. Есептеулер бұл температураның мәні Цельсий шкаласы бойынша  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге немесе жуықтап алғанда  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге тен екенин көрсетті (6-сурет).

Кельвин шкаласының бөлік құны Цельсий шкаласының бөлік құнына тең. Сондықтан бұл шкалалардың температураларын аудару формуларапы өте қарапайым:

$$T = (t + 273) \text{ K};$$

$$t = (T - 273) \text{ }^{\circ}\text{C};$$

Мұнда:  $T$  – Кельвин шкаласымен берілген температура,  $t$  – Цельсий шкаласымен берілген температура.



1. Судың қайнау температурасы
2. Мұздың еру температурасы
3. Абсолют нөл

**6-сурет. Термометр шкаласы**

#### Есте сақтаңдар!

$$T = (10 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273) \text{ K} = 283 \text{ K}.$$

$$t = (623 \text{ K} - 273) \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

## Қосымша

### Фаренгейт шкаласы

Бірқатар мемлекеттерде, мысалы, Англияда және Америкада неміс ғалымы Г. **Фаренгейт** ұсынған температура шкаласы қолданылады. Бұл шкаладағы 0 °F температураға *тұз, мұсәтір* және *мұз қоспаларының температурасы* алынды. Фаренгейттің ойынша, бұл жасанды температураның мүмкін болатын ең төменгі мәні болды. 100 °F деп ол *адам денесінің температурасын қабылдады*. Кейінректе оның шкаласы жетілдірілді. Фаренгейт

шкаласы бойынша судың қату температурасы  $32^{\circ}\text{F}$ , ал қайнау температурасы  $212^{\circ}\text{F}$ -ке тең, Фаренгейт шкаласының бөлік құны мен Цельсий шкаласының бөлік құнының арақатынасын орнату қын емес:

$$1^{\circ}\text{C} = 1,8^{\circ}\text{F}.$$

$20^{\circ}\text{C}$ -ді Фаренгейт градусына айналдырайық:

$$20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 \frac{{}^{\circ}\text{F}}{{}^{\circ}\text{C}} + 32^{\circ}\text{F} = 68^{\circ}\text{F}.$$

Цельсий шкаласынан Фаренгейт шкаласына өту формуласы мына түрде болады:

$$t^{\circ}\text{F} = t^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 \frac{{}^{\circ}\text{F}}{{}^{\circ}\text{C}} + 32^{\circ}\text{F}.$$

Адамның қалыпты температурасы  $36,6^{\circ}\text{C}$ , ал Фаренгейт шкаласы бойынша  $98^{\circ}\text{F}$ -ке тең. Фаренгейт шкаласымен берілген медициналық термометр өлшемі  $94^{\circ}\text{F}$ -тен  $110^{\circ}\text{F}$ -ке дейін болса, ал Цельсий шкаласы бойынша  $34^{\circ}\text{C}$  пен  $42^{\circ}\text{C}$  аралығында беріледі.



### Тапсырма

Қосымшада берілген Цельсий шкаласынан Фаренгейт шкаласына өту формуласын қолдана отырып, кері формуланы қорытып шығарыңдар.



### Назар аударыңдар!

Қазақстан Республикасында Цельсий шкалаларымен берілген термометрлермен қатар Цельсий және Фаренгейт шкалалары қатар көрсетілген термометрлер кеңінен қолданылады.

## Бақылау сұрақтары

1. Қандай аспапты термометр деп атайды?
2. Қандай температура шкалаларын білесіндер? Олардың айырмашылығы неде?



### Жаттығу

1

1.  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $37^{\circ}\text{C}$  температура мәндерін кельвинге ауыстырыңдар.
2.  $300\text{ K}$ ,  $100\text{ K}$ ,  $673\text{ K}$  температура мәндерін Цельсий бойынша градусқа айналдырыңдар.
3.  $40^{\circ}\text{C}$  температура мәнін  $^{\circ}\text{F}$ -ке айналдырыңдар.



1. 50 К, 273 К, 347 К температура мәндерін Цельсий бойынша градуска айналдырындар.
2.  $-47^{\circ}\text{C}$ ,  $125^{\circ}\text{C}$  температура мәндерін кельвинге ауыстырындар.
3. Қазақстандағы ең жоғары температура  $+53^{\circ}\text{C}$  Оңтүстік Қазақстандағы Сарыагаш қаласында (Дарбаза) тіркелген. Қазақстандағы ең төмен температура  $-57^{\circ}\text{C}$  Ақмола облысындағы Атбасар қаласында тіркелген. Температура мәндерін кельвинге аударындар.
4.  $86^{\circ}\text{F}$  шкаласынан  $^{\circ}\text{C}$ -ге айналдырындар.

### Эксперименттік тапсырма

Тәжірибе жасандар: үш стақан алыңдар, олардың біреуіне краннан сұық су, екіншісіне ыстық су, үшіншісінің жартысына сұық, жартысына ыстық су құйындар. Оң қолдың саусағын сұық суға, сол қолдың саусағын ыстық суға бір мезгілде салындар. Оларды стақандағы судың температурасына біраз үйренгенше сонда ұстандар. Содан соң саусақтарынды бірден үшінші стақандағы жылды суға салындар. Дене температурасын адам тері арқылы қаншалықты дәл сезініп, анықтай алатындығы туралы қорытынды жасандар.

### Шығармашылық тапсырма

1. Өлшеуіш аспап – термометрдің моделін жасандар, оған паспорт жазындар. Паспортта аспаптың қалай қолданылатынын көрсетіндер.
2. Анықтамалық әдебиеттер мен Интернет желісін пайдаланып, Күн жүйесіндегі аспан денелерінің ең төменгі және ең жоғары температуралық мәндерін  $^{\circ}\text{C}$  және К бойынша анықтап, кесте жасандар. Планеталардағы температура мәндерінің ауытқуын Жердегі температураларын өзгерісімен салыстырындар. Мәліметтерді диаграммада көрсетіндер.
3. Ғылыми әдебиеттерді пайдаланып, Microsoft PowerPoint-та «Термометрлер түрлері», «Г. Галилейдің термоскопы», «Термометрлердің шкалалары» тақырыптарының бірі бойынша презентация дайындаңдар.

## § 3. Ішкі энергия. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері

### Күтілетін нәтиже

- Параграфты оқып сендер:
- ішкі энергияны механикалық энергиядан ажыратма аласыңдар;
  - ішкі энергияны өлшеудегі тәсілдерін атап аласыңдар;
  - денениң ішкі энергиясын өзгерту тәсілдеріне мысал келтіре аласыңдар.

### Ішкі энергия

Әлемде не бар соның бәрі *материя* деп аталады. Материяның зат және *өріс* деп аталатын екі түрі болатынын біз 7-сыныпта өткенбіз. Олар әрдайым қозғалыста болады және өзара әрекеттеседі.

Материялардың өзара әрекеттесуі мен әртүрлі қозғалыс формаларының сандық өлшемі энергия (грек. *energeia* – әрекет, *iс*-әрекет) деп аталады. Зат бөлшектері қандай да бір энергияға ие, өйткені МКТ бойынша олар үнемі қозғалыста болады және өзара әрекеттеседі.

### Жауабы қандай?

- Неліктен баллоннан ауаны сығып шығару кезінде қалған ауа бөлігінің ішкі энергиясы азаяды?
- Тұтіктегі ауаның ішкі энергиясының мәнін қандай әдістермен қалпына келтіруге болады?
- Не себепті метеориттер атмосфераның тығызы қабаттарына енгенде жанып кетеді?
- Неліктен ұн дірмен мастиарынан ыстық болып шығады?

**Денени құрайтын бөлшектердің қозғалыс энергиясын кинетикалық энергия деп атайды.**

Затты құрайтын бөлшектердің кинетикалық энергиясы (грек. *kinematos* – қозғалыс) молекулалардың массасына және қозғалыс жылдамдығына тәуелді.

**Денени құрайтын бөлшектердің өзара әрекеттесу энергиясын потенциалдық энергия деп атайды.**

Молекулалардың өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясы (лат. *potentia* – мүмкіндік, қабілет) олардың арақашықтығына тәуелді.

**Ішкі энергия – жылулық қозғалыстың кинетикалық энергиясы мен дене бөлшектерінің өзара әрекеттесуі кезіндегі потенциалдық энергиясының қосындысына тең физикалық шама.**

Денениң ішкі энергиясы **U** әрпімен белгіленеді, өлшем бірлігі ағылшын физигі **Джеймс Джоульдің** құрметіне джоуль деп аталған:  $[U] = 1 \text{ Дж.}$

*Ішкі энергияны өзгертудің екі тәсілі бар: жұмыс істейу және жылуберілу.*  
Енді соларды қарастырайық.



**Джеймс Прескотт Джоуль** (1818–1889) – ағылшын физигі. Жылуды, газдың қасиеттерін зерттеумен айналысқан. Ол газ молекулаларының қозғалыс жылдамдығын анытады, температура шкаласының бірін ұсынды. Джеймс Джоуль – энергияның сақталу заңын ең алғаш тәжірибе жүзінде анықтаған ғалым.

## II Механикалық жұмыс – ішкі энергияны өзгерту тәсілі

Денелердің үйкелетін беттері қызатының байқау қыын емес. Әртүрлі материалдарды бұрылағанда және кескенде, пышақты қайрағанда, екі дene де (бұйым да, құрал да) қыздады. Мәселен, балғаның соққысынан шегениң басы қыздады. Қысым күшінің және үйкеліс күшінің әсерінен гидравликалық мәшиненің майы да қыздады. Дене температурасының жоғарылауы затты құрайтын бөлшектердің қозғалыс жылдамдығының және дененің ішкі энергиясының артуын білдіреді.

Жұмыс атқару арқылы тек қатты денелер мен сұйықтың ғана емес, сонымен қатар газ тәрізді заттардың да ішкі энергиясын арттыруға болады. «Ауа оттығы» аспабымен тәжірибе жасап көрейік (7-сурет).

Цилиндр ішіне спиртке батырылған мақтаны саламыз, сонда аспалтың іші жылдам жанатын спирт буына толады. Поршенді тез басу арқылы спирт буын қозғалысқа келтіріп, жұмыс жасаймыз. Сығылған будың ішкі энергиясы артады, температура жану температурасына жеткенде, мақта тұтандып, жана бастайды да, цилиндр іші тұтінге толады. *Демек, денемен жұмыс істеген кезде оның ішкі энергиясы артады.*

Кепі процесті – дененің ішкі энергияның есебінен механикалық жұмыс жасаудың қарастырайық. Бұл кезде ішкі энергия азаяды деп



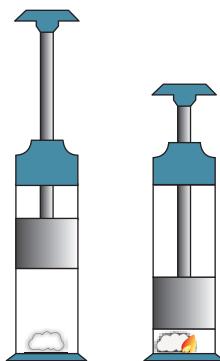
### Өз тәжірибелен

7 және 8-суретте көрсетілген тәжірибелерді жасандар.



### Жауабы қандай?

1. *Берілген тәжірибедегі спирт және су буының ішкі энергиясын қандай әдіспен өлшейтін едіндер?*
2. *Тәжірибе нәтижелерінің айырмашылығы неде?*



**7-сурет.** Қысқан кездегі спирт буының өздігінен жануы

болжауға болады. Бұл молекулалардың қозғалыс жылдамдығының азауына әкеліп соғуы керек, оны дene температурасының төмендеуінен оңай анықтауға болады. Осы болжамды тәжірибе жүзінде тексеріп көрейік.

Суы бар сынауықтың (пробирка) аузын тығынмен жабамыз да, суреттегідей таған (штатив) қыстырығышына бекітеміз (8-сурет) және астына спирт шамын қойып, от жағамыз. Су қайнағанда сынауықтың іші су буына толады. Бу қысымының әсерінен тығын атылып шығады. Будың ішкі энергиясы тығынның кинетикалық энергиясына айналды, бу механикалық жұмыс атқарды. Бу сұыған кезде сынауық қабырғаларында су тамшылары пайда болады. Табиғатта да температура төмендеғендеге ауадағы су буы сұйыққа айналады, шөпте және ағаш жапырақтарында шық пайда болады. Осы тәжірибелің негізінде біз мынадай қорытынды жасаймыз: *егер бу жұмыс атқарса, ішкі энергия азаяды.*

*Демек, дененің ішкі энергиясын жұмыс атқару арқылы өзгертуге болады. Егер денемен жұмыс жасалса, оның ішкі энергиясы артады. Егер газ немесе бу жұмыс атқарса, оның ішкі энергиясы кемиді.*



8-сурет. Будың жұмыс атқарғандағы ішкі энергиясының өзгеруі



### Оз тәжірибелен

Тынды ағашқа үйкеген кездегі оның ішкі энергиясының өзгеруінің үйкеліс күшінің шамасына және жүрілген жолға тәуелділігін зерттедер. Жүрілген жолды өлшеу үшін, алдын ала белгіленген бөліктегі тынды әрі-бері үйкендер. Тынға түсірілген қысым күшін арттыру немесе кеміту арқылы үйкеліс күшін өзгертуге болады. Қорытынды жасандар: алынған нәтиже теорияны дәлелдей ме?

### III Жылуберілу – ішкі энергияны өзгерту тәсілі

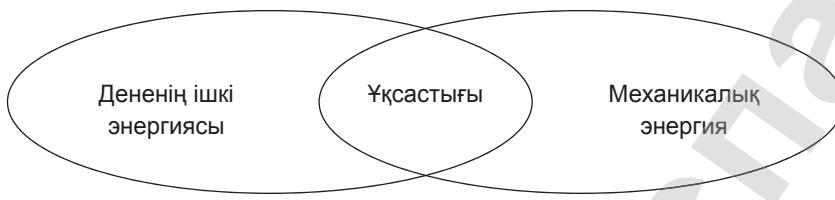
Денелер жанасқанда энергия қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге беріледі. Мысалы, ыстық суға батырылған қасық, ыстық пештің үстіне қойылған суы бар ыдыс қыза бастайды. Қосымша энергия алған сұық дененің бөлшектері жылдамырақ қозғала бастайды да, дene температурасы жоғарылады. Энергиясын жоғалтқан ыстық дene бөлшектерінің қозғалыстары, керісінше, баяулап, дene температурасы төмендейді. Бұны жылуберілу деп атайды.

**Жылуберілу – энергияның қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге берілу құбылышы.**

Жылуберілу екі дененің температурасы бірдей болғандағанда тоқтайды. Бұл жағдайда энергия алмасқан дene бөлшектері бірдей орташа қозғалыс жылдамдығына ие болады.

### Тапсырма

- Ішкі энергияны өзгерту тәсілдерінің ішкі энергияны арттыра да, кеміте де алатын түрлерінің әрқайсысына екі мысалдан келтіріндер.
- Венн диаграммасын құрып, дененің ішкі энергиясын механикалық энергиямен салыстырындар.



### Бұл қызық!

Сығылған газдардың ішкі энергиясы жылу қозғалтқыштарында, амортизаторларда, пневматикалық құрылғыларда қолданылады.



Пневматикалық қауіпсіздік жасыры



Пневматикалық домкрат

### Бақылау сұрақтары

- Қандай энергияны кинетикалық энергия деп атайды? Қандай энергияны потенциалдық энергия деп атайды?
- Дененің ішкі энергиясы нені білдіреді?
- Дененің ішкі энергиясын қандай тәсілдермен өзгертуге болады?
- Егер денемен жұмыс жасалса, оның ішкі энергиясы қалай өзгереді? Егер газ немесе бу жұмыс жасаса ше?
- Жылуберілу деп қандай құбыльсты айтады?

**Жаттығу****2**

- Бір стақанға суық су, екіншісіне тұра сол көлемде ыстық су құйылған. Қай стақандағы судың ішкі энергиясы көбірек?
- Үйдистағы су қыздырылды. Судың ішкі энергиясы артты деп айтуда бола ма? Суға қандай да бір жылу мөлшері берілді деп айтуда бола ма?
- Егер денеге қатысты 15 Дж-ға тең жұмыс атқарылса, оның ішкі энергиясы қаншаға өзгереді?

**Жаттығу****2**

- Теріс температуралы, мысалы  $-15^{\circ}\text{C}$ , дене ішкі энергияға ие бола ма?
- Жабық сынауықты ыстық суға батырса, сынауықтың ішіндегі ауа молекулаларының кинетикалық және потенциалдық энергиялары өзгере ме? Өзгерсе, қалай өзгереді?
- Бір ыдыстың ішінде сиретілген газ бар, тұра сондай екінші ыдыстың ішінде сығылған газ бар. Егер олардың температуралары бірдей болса, қайсысының ішкі энергиясы көбірек? Неге?

**Эксперименттік тапсырма**

- «Ысқырығы бар» шәйнектің құрылышын зерттеңдер, дыбыстық құрылғы қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңдер.
- Интернет желісін пайдалана отырып, мұндай шәйнектерді шығаратын өнеркәсітердің Қазақстанда бар-жоғын анықтаңдар.



## § 4. Жылуоткізгіштік, конвекция, сәуле шығару

### Күтілетін нәтиже

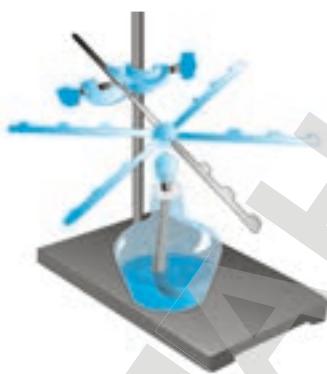
Парарафты оқып сендер:

- жылуберілудің үш түрін салыстырып, олардың ерекшеліктерін атап аласыңдар;
- жылуберілу қандай жағдайда орындалатынын түсінідіре аласыңдар;
- жылуберілудің әр түріне мысалдар келтіре аласыңдар.



### Жауабы қандай?

1. Күн ыстық кезде металдардың беті неге ағашқа қаражанда ыстығырақ болады?
2. Киіз үйді неліктен киізбен қаптайды?
3. Қар орманға қаражанда елді мекенде неге тез ериді?



**9-сурет.** Металдардың жылуоткізгіштігі әртүрлі

Бөлшектері жанасқан беттің бөлшектерімен жылдам энергия алмасады, сондықтан металдарды ұстағанда сүйк болып көрінеді.

**Сүйықтардың жылуоткізгіштігі.** Сүйықтардың жылуоткізгіштігі қатты денелерге қаражанда нашарлау болады. Бұған тәжірибе арқылы көз жеткізуге болады: спирт шамын сынауықтағы судың жоғарғы бөлігін қыздыратындей етіп

Жылуберілудің үш түрі бар: жылуоткізгіштік, конвекция, сәуле шығару. Оларда энергияның қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге қалай берілетінін қарастырайык.

### I Жылуоткізгіштік

Денениң температурасы жоғарылаған сайын оның бөлшектерінің қозғалыс жылдамдығы да арта түсетін белгілі. Қатты денелерде бөлшектердің тербелмелі қозғалысы арта түседі. Тербелмелі қозғалыстың артуы молекулалардың өзара әрекеттесуін күшайте түседі. Денениң ыстығырақ молекулаларының тербеліс қарқындылығы сүйкірақ бөлігінің молекулаларына беріледі. Бөлшектер бір-біріне жақын орналасқан сайын жылуберілу жылдамырақ болады, бірақ зат тасымалданбайды.

**Жылуоткізгіштік дегеніміз – жылулық қозғалыстың және дене бөлшектерінің өзара әрекеттесіүі нәтижесінде энергияның денениң қатты қыздырылған бөлігінен азырақ қыздырылған бөлігіне берілу құбылысы.**

**Қатты денелердің жылуоткізгіштігі.** Бөлмегегі денелер жылулық тепе-тендікте болғандықтан, олардың температуралары да бірдей болады, бірақ темірден жасалған заттар қолмен сипағанда ағаш заттарға қаражанда сүйкірақ көрінеді. Қолмен қандай да бір денені ұстағанда, олардың жанасқан нүктелерінде жылуберілу процесі басталады. Металдардың жылуоткізгіштігі өте жақсы, олардың

қояйық. Су қайнай бастайды, бірақ сұнауықтың астынғы жағына қолымызды тигізсек, оның сол алғашқы сұық қалпында қалғанын сеземіз (10-сурет). Жылуоткізгіштігі нашар болғандықтан, судың жоғарғы бөлігінің молекулалары алған энергия тәменгі бөліктегі молекулаларға берілмейді.

**Газдардың жылуоткізгіштігі.** Газдардың молекулалары алыс орналасқан және бір-бірімен әрекеттесуі нашар болғандықтан, олардың жылуоткізгіштік қасиеттері де өте нашар болады. Ауаның жылуоткізгіштігі өте нашар болғандықтан, біз қатты қыздырылған денелердің жанына, мысалы, 600–800 °C температурада жанып жатқан пештің қасына жақындай береміз.

Жылуды нашар өткізетін заттарды жылуоткізулағыштар деп атайды. Мақта, ағаш, жұн, құрғақ ағаш кесінділері және қар жақсы жылуоткізулағыш болып табылады. Олардың ішінде ауа көп болады.

Вакуумда молекулалардың саны өте аз, мардымсыз болғандықтан, ондағы энергия жылуоткізгіштік арқылы берілмейді.



10-сурет. Сұйықтың жылуоткізгіштігі нашар



#### Өз тәжірибел

9 және 10-суреттерді қараңдар. Түрлі металдардың жылуоткізгіштіктері әртүрлі болатындығына, судың жылуоткізгіштігі өте аз екендігіне тәжірибе арқылы көз жеткізіңдер.

## II Конвекция

Архимед қүшінің әрекетінен бөлме ішіндегі ауа қабаттарға бөлінген: астында ен сұық қабат, үстінде ен жылы қабат. Терезені ашқанда сұық ауаның бөлменің тәменгі жағына еніп, жылы ауаны бөлменің төбесіне қарай



### Жауабы қандай?

Неге қазақтар және басқа да көшпенді халықтар көбінесе ағаштан жасалған ыдыстарды қолданған?



Ұлттық ыдыс-аяқ. Алматы қ.

ығыстыратынын байқауга болады. Егер қыздырғыш төменде орналасса, онда бөлмеге ауаның барлық көлемі қыздырылады. Қыздырғыштан жылу алған ая өзінен сұық ауаға орын беріп, жоғары қарай ығыса бастайды (11, а) сурет). Қазіргі үйлерде бөлме бірқалыпты және тез жылының үшін еден аумағына түгелдей қыздырғыш қояды (11, ә) сурет). Энергия басқа заттар арқылы берілетін жылуберілудің қарастырылып отырған түрі **конвекция** (лат. *convection* – ауыстыру) күбілісі деп аталады.

### Конвекция – энергия сұйық немесе газ ағыны арқылы берілетін жылуберілудің бір түрі.

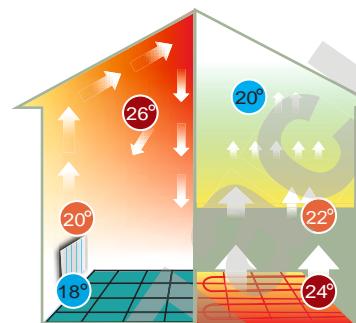
Стакандағы суды қыздырғыш салып қыздырамыз. Судың қыздырғыштан жоғары бөлігінің қайнағанын байқаймыз. Судың тығыздығы төмен қызған қабаты Архимед күшінің әрекетінен жоғары ығысады, ал астынғы қабаты салқын күйінде қала береді (13, а) сурет). Энергия сұйық көлеміне бірқалыпты таралуы үшін қыздырғышты ыдыстың астына орналастыру керек (13, ә) сурет).



13-сурет. Конвекциялық ағындар арқылы сұйықтың қызуы

### III Сәуле шығару

Пештің немесе жанып жатқан оттың жанында тұрғанда, олардың жылуын сезінеміз. Жаздың ыстық күнінде Күн шуағымен жылынуға болады.



а) Қадімей жылымту жүйесі  
ә) «Жылым еден»

**11-сурет.** Бөлмені жылымтудағы әртүрлі жылымту жүйесінің конвекциялық ағыны

### Оз тәжірибелен

12-суретке қарап, тәжірибе жүргізіндер. Дәптерлерінде колбаның суретін салып, ондағы конвекциялық ағынның бағытын көрсетіндер. Қыздыру кезінде сұйықтағы қозғалыс қандай күштің әрекетінен болады?



12-сурет. Конвекциялық ағынның қозғалысы

Осы жағдайларда жылуберілу қалай жүреді? Жанып жатқан от пен біздің денеміздің арасында ауа бар, ал Құн мен Жердің арасында – ауасыз кеңістік. Демек, бұл жағдайларда жылу конвекция арқылы да, жылуөткізгіштік арқылы да беріле алмайды. Бұл жағдайда жылу сәуле шығару арқылы беріледі.

Сәуле шығару – материяның өріс түріндегі формасы, бұл – электромагниттік толқындар.

**Сәуле шығару – сәуле энергиясын бөліп шығару, тасымалдау және оның жұтылуы кезінде жүретін денелер арасындағы жылу-берілу.**

Бұл өрістің ең негізгі қасиеті – кеңістікте зат бөлшектері болмаса да, энергияны тасымалдау қабілеті. *Сәуле шығару арқылы энергия тасымалдау үшін қандай да бір ортандың қажеті жоқ.* Жылуберілуді тоқтату өте оңай, ол үшін жылуберілуге қатысып тұрған екі дененің арасына экран қойсақ болғаны. Істық күндері бұндай экранның рөлін түрлі қалқалар және басқиімдер атқара алады.

Аз қыздырылған денелердің барлығы сәуле энергиясын жұтады.

**Жұтылу – сәуле шығару энергиясының дененің ішкі энергиясына айналу процесі.**

Бақылаулар мен тәжірибелер қара түсті денелердің жұту қабілеті ақ түсті және жылтыр айналық беттерге қарағанда жоғары екенін көрсетті. Мысалы, ормандағы таза қарға қарағанда елді мекендегі шаң-тозаң араласқан қар тезірек ериді. Қара түсті шәйнекке қарағанда ақшыл түсті шәйнекте ыстық су баяуырақ салқындаиды. *Жоғары жұту қабілетіне ие денелер жоғары сәуле шығару қабілетіне де ие болады, олар тез сүиды.*



### Тапсырма

Жылуберілу түрлеріне салыстырмалы кесте құрастырындар. Салыстыру параметрлерін оқулықты оқып толықтыруға болады.

| Жылуберілу түрлері             |                 |           |              |
|--------------------------------|-----------------|-----------|--------------|
| Салыстыру параметрі            | Жылуөткізгіштік | Конвекция | Сәуле шығару |
| Жылуберілу мүмкін болатын орта |                 |           |              |
| Жылуберілу техникасы           |                 |           |              |
| Зат тасымалы                   |                 |           |              |

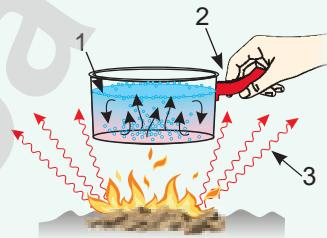
Қорытынды жасаңдар: жылуберілудің үш түрінің ортақ қасиеттері және айырмашылығы қандай?

**Бақылау сұрақтары**

- Жылуберілудің қандай түрлерін білесіңдер?
- Жылуәткізгіштік арқылы энергияның берілуі қалай жүзеге асады?
- Жылуберілудің екі тәсілі – жылуәткізгіштік пен конвекцияның басты айырмашылықтары неде?
- Дененің түсі мен жұту қабілетінің арасында қандай байланыс бар?
- Жылуберілудің үш түріне анықтама беріңдер.

**Жаттығу****3**

- 14-суретке қарап, 1–3 цифрларымен белгіленген жылуберілу түрлерін атаңдар.
- Қағаз тез жанып кетеді. Осыған қарамастан қағаз қорапта суды қайнатуға бола ма?
- Бір оқушы «Жазда ақ киіммен жүрсөн, салқын жүресін, себебі ақ түс сәулені жақсы шағылдырады және аз қызды» деді, ал екінші оқушы оған: «Қара киімде жүрсөн, салқынырақ жүресін, себебі қара түстің сәуле шығаруы жақсы» деді. Қай оқушы дұрыс айтты?

*14-сурет. Жылуберілу түрлері***Жаттығу****3**

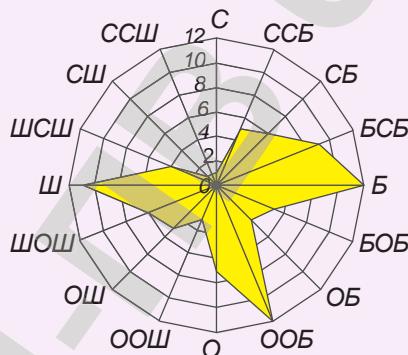
- Қандай температурада металл да, ағаш та қолмен ұстағанда бірдей қызған сияқты болып көрінеді?
- Күздің суық ауа райында теңіз жағалауында соғатын желдің бағытын алдын ала болжап білуге бола ма? Болса, онда жел қалай қарай соғады?
- Күн ыстық кезде қайсысы қаттырақ қызды: жыртылған жер ме әлде жасыл желең пе?
- Қазақстанның далалы аймақтарына қандай жергілікті жел тән? Олардың пайда болу себебі қандай?

## Эксперименттік тапсырма

- Ағаштан және темірден жасалған қасықтарды ыстық суға салып, ағаш пен темірдің жылуоткізгіштіктерін салыстырыңдар. Денелердің жылуоткізгіштігін қандай белгілері бойынша салыстырыңдар?
- Бөлменің еденге жақын жеріндегі және төбесіндегі ауаның температурасын өлшеңдер, қорытынды шығарыңдар. Терезені ашыңдар. Балауыздың жалынына қарап, бөлмедегі ауа ағынының бағытын бақылаңдар.

## Шығармашылық тапсырма

- Келесі сайтардағы материалдарды оқыңдар: allatra – scient.org. Желдер картасы. Климатты онлайн бақылау, <http://www.silkadv.com/ru/node/633> Қазақстан климаты. Өз өнірлерінде соғатын желдердің тізімін жазыңдар.
- Өздеріңнің елді мекендеріңнің желдер картасын құрастырыңдар (суретке қарандар). Желдер картасын құру нұсқаулығын Интернеттен табыңдар.



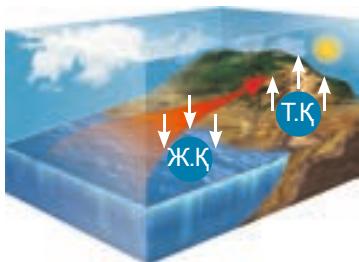
*Бір жыл ішиңдегі Бангкок қаласында желдердің таралу бағыттары*

## § 5. Табиғаттағы және техникадағы жылуберілу

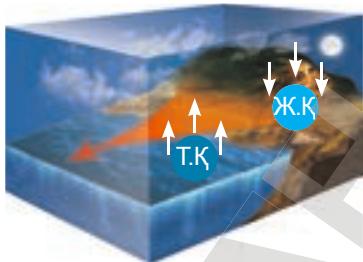
### Күтілетін нәтиже

Парарафты оқып сендер:

- табиғаттағы, тұрмыстағы және техникадағы жылуберілуге мысалдар көлтіре аласыңдар;
- өздерің көлтірген мысалдағы жылуберілудің түрін анықтайсыңдар.



15-сурет. Күндізгі самал жел



16-сурет. Түнгі самал жел



### Тапсырма

1. 15, 16-суреттерді пайдалана отырып, түнгі және күндізгі самал желдердің пайда болуын түсіндіріңдер.
2. Бақыланған құбылыстың қандай заңын негізінде түсіндіруге болады?

Жылуберілудің барлық түрлері табиғатта маңызыды рөл атқарады және техникада кеңінен қолданылады. Біздің планетамыздың климаттық жағдайлар, өсімдіктер мен жануарлар әлемі жылуберілумен байланысты. Жылусыз тірі ағзалардың тіршілік етуі мүмкін емес. Жануарлар дүниесінің эволюциясы оларға Жердің сұық бөліктеріне қоныстануға мүмкіндік берді. Адамдар табиғаттағы жылуберілуді зерттей отырып, оның заңдылықтарын техникада пайдалануды үйренді.

### I Ауа массаларының қозғалысындағы конвекция мен сәулеленудің рөлі

Жұлдыздардың энергиялары аспан денелеріне сәулелену арқылы беріледі. Күн сәулелері мен Жердің жылудымен бірқалыпты жылдытылмаған атмосфера қабаттары жоғары және төменгі қысым аймақтарын тудырады, соның нәтижесінде конвекциялық ағындар түзіледі. Тығыздығы мен қысымы төмен жылы қабаттар ауаның сұық масаларына орын беріп, жоғары көтеріледі, содан жел пайда болады. Атмосфераның сиретілген қабатында сұтылған ауа қайтадан Жер бетіне түседі. Ауа массалары араласа отырып, өндірістік қалалардың үстіндегі атмосфераның тазалануына әсер етеді және дала мен шөлдерге ылғал әкеледі. Біздің планетамыздың айналасындағы атмосфералық ағындардың сипаты курделі.

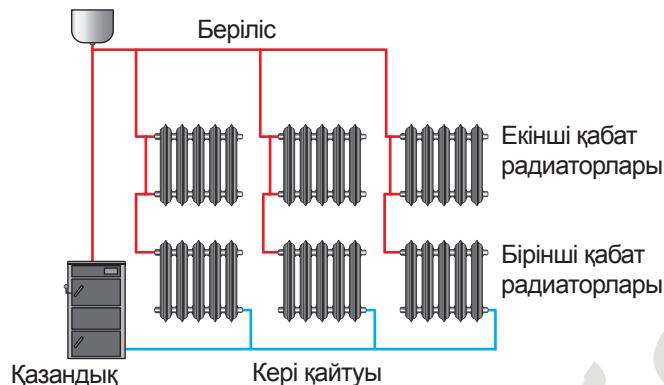
Жағалаулардағы самал жел конвекциялық ағынға мысалы бола алады (15, 16-сурет).

### II Тұрғын үйлерді жылдыту жүйелері және олардағы жылуды сақтау әдістері

Адам өзіне жылы әрі жайлы үй тұрғызады. Ол салған үйдегі жылдыту жүйесінің құрылышы конвекция арқылы жылуберілу заңдылықтарына негізделген. Көп жағдайда ыстық су үйге бірінші қабаттан бастап беріледі (17-сурет). Жылдыту

жүйесінің батареялары терезенің астында орналасады, ал ол өз кезегінде бөлмеде ауаның конвекциялық ағындарын туғызады.

Ашық типтегі  
кеңейткіш бак



17-сурет. Жылдам жүйесінің сұлбасы

Вакуумдық шыныпакеттері бар пластик тере зелер қыста сүйкітан сенімді түрде қорғайды, вакуум жақсы жылуоқшаулағыш болып табылады.

Құрамында ауасы бар кеуекті құрылым материалдары үйдегі жылуды сақтайты. Топырақтың жылууеткізгіштік қасиетінің төмендігін пайдаланып, жылдам жүйелерін, су құбырларын және көріз құбырларын жерді тереңірек қазып орналастырады, сонда құбырлардағы су қатпайды (18-сурет).



Жауабы қандай?

1. Неліктен қатты кірпіштерге қарағанда кеуекті кірпіштердің жылууеткізгіштігі жоғары болады?
2. Қазақстанда үй түрғызы ушін қандай материалдар қолданылады?



18-сурет. Алматы қаласының жылдам жүйесі

### III Агротехникадағы жылуберілу

Жылуберілу заңдылықтары агротехникада қолданылады. Бірқатар мысалдар келтірейік.

Жеміс ағаштарын ұсуден сактау үшін қысқа қарай ағаш айналасындағы шенберді шымтезек, көң және ағаштың жонқа қабаттарымен жабады. Бұл материалдардың барлығының жылууеткізгіштігі нашар, себебі оларда ауа көп. Егістіктерде қар тоқтату шаралары жүргізіледі. Қар жақсы жылуоқшаулағыш болып табылады. Осы мақсатпен тірі қоршаулар ретінде ағаштар отырғызылады.



19-сурет. Караганда облысы «Топар жылдыжайы» ЖШС-да өсірілген папай

Көгөністерден, гүлдерден ертерек өнім алу үшін, сонымен қатар экзотикалық және жылуды жақсы көретін дақылдарды өсіру үшін көшетханалар, жылыжайлар тұрғызылады (19-сурет). Бұл жылыжайларда жылыжай эффективи орындалады. Күн сәулелері үлдір мен шыны арқылы өтіп, жер бетін жылтыгады да, шыны пен үлдірден өте алмайтын жылу энергиясына айналады. Жылыжайды температура қоршаған орта температурасынан 10 °C-дей жоғары болады.

#### IV Термос

Термосты ойлап тапқан адам өз құрылғысында жылу жоғалуының барлық жолдарының – жылуөткізгіштікің, конвекцияның және сәулеленудің алдын алған. Термостың негізгі бөлігі – ортасында вакуумы бар қос қабырғалы шыны сауыт. Вакуум жақсы оқшаулағыш болып табылады, вакуумның жылуөткізгіштігі өте төмен. Сауыттың қабырғасы күміс түстес, сондыктан ол сәулелену арқылы жылудың жоғалуын азайтады. Сауыттың қақпағы термостағы сұйық бетіндегі ауа конвекциясымен жылудың жоғалуына кедергі келтіреді. Қос қабырғалы сауыт корпусқа орнатылады да, қақпак-стақанмен жабылады (20-сурет).

Термостағы ыстық су қоршаған ортамен жылуберілудің әлсіз болуына байланысты баяу салқынрайды. Сонымен қатар термосқа салынған мұз да баяу жылиды. Термосты тоңазытқыш ретінде де пайдалануға болады.

#### V Мәжбүр конвекция

Тұрмыс пен техникада табиги конвекциямен қатар мәжбүр конвекция да қолданылады. Сүйкіткің, газдың және сусымалы заттардың барлық қабаттарын тезірек қыздыру немесе салқыннату үшін оларды бұлғауышты немесе сорғыны пайдаланып, арапастыруға тұра келеді. Ғимаратта ауаның желдеткіштік әсерінен қозғалуы мәжбүр конвекцияға мысал бола алады. Орталық жылтыту жүйесінде мәжбүр конвекция қолданылады: су ағыны гидросорғының қысымы арқылы жүзеге асады.



20-сурет. Термос

#### Тапсырма

«Табиғаттағы және техникадағы жылуберілу» кестесін құрастырыңдар.

| Қолданылу аймағы                   | Жылуөткізгіштік | Конвекция | Сәуле шығару |
|------------------------------------|-----------------|-----------|--------------|
| Табиғатта, тұрмыста және техникада |                 |           |              |

**Бақылау сұрақтары**

1. Қандай материалдар жақсы жылуоқшаулағыш болып табылады?
2. Жылыжайлар қандай табиғи құбылысқа негізделіп жасалады?
3. Термостың негізгі бөліктерін атап шығып, олардың қызметтерін түсіндіріңдер.
4. Табиғи конвекцияның мәжбүр конвекциядан айырмашылығы неде?

**Жаттығу****4**

1. Тігін өндірісінің жылуөткізгіштігі төмен екі бұйымын мысалға келтіріңдер. Олар кайда қолданылады?
2. Жылуоқшаулағыш болып табылатын құрылыш материалдарына мысал келтіріңдер.
3. Неліктен Жердің жасанды серіктерінің бөліктерін бірқалыпты қызыдуру үшін мәжбүр конвекция пайдаланылады?

**Эксперименттік тапсырма**

Полиэтиленді үлдір мен газет қағазының жылуоқшаулау қасиеттерін зерттеңдер. Олармен ыстық суы бар бөтелкені орандар, материалдар қабатының қалындығы бірдей болуы керек, әрі қабаттар арасында ауа болмауы тиіс. Үлдір мен қағаздың қалындығын қатарлар әдісімен анықтаңдар. Әр 5 минут сайын бөтелкедегі сулардың температурасын өлшеңдер. Бір координаталық жазықтықта су температурасының бақылау уақытына тәуелділік графигін салыңдар. Нәтижелерді салыстырып, қорытынды жасаңдар: қайсысының жылуөткізгіштігі жоғары?

**Шығармашылық тапсырма**

1. Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша хабарлама дайындаңдар:
  - Табиғатта және техникада жылуоқшаулағыштарды қолдану.
  - Қазақстанның жылыжайлары мен көшетханалары.
  - Жетісу (Жонғар) қақпаларында желдің пайда болуы.
  - Термосты ойлап тапқан адам туралы.
  - Авиация мен ғарышкерлік үшін жылуберілудің маңызы.
2. Термостың құрылышы мен қолданылу мақсатын анықтап, оны қолда бар материалдардан жасаңдар. Жасалған термосты сынап көріңдер.

## § 6. Тірі ағзалардың тіршілігінде жылу құбылыстарының атқаратын рөлі

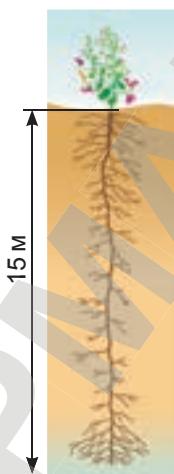
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып, сендер:

- *тірі ағзалардың әртүрлі температурага бейімделуіне мысал келтіре аласыңдар;*
- *ағзаны төменегі температурадан қорғау әдістерін көрсете аласыңдар.*



**21-сурет.** Планетамыздың ең биік ағаштарының бірі (Калифорния штаты, АҚШ)



**22-сурет.** Жантактың тамыр жүйесі

Қоршаған ортаның температуралық режимі әртүрлі ағзалардың тіршілік әрекетіне әсер етеді, температураның елеулі түрде төмендеуі немесе жоғарылауы тірі ағзалардың қырылуына әкеліп соғады. Тірі ағзалардың көптеген түрлері үшін тиімді температуралық режим  $15^{\circ}\text{C}$ -ден  $30^{\circ}\text{C}$ -ге дейінгі аралық. Өте төмен немесе өте жоғары температурага шыдамды ағзалар да бар. Кейбір бактериялар мен балдырылар сүйнің температурасы  $85\text{--}87^{\circ}\text{C}$ -ге тең ыстық бұлақтарда тіршілік етеді. Температураның ауытқуына жәндіктердің дернәсілдері, бактерия споралары, өсімдіктер тұқымдары шыдамды келеді.

Өсімдік және жануарлар сияқты тірі ағзалар түрлерінің біздің ғаламшарымыздың климаттық жағдайына қалай бейімделгенін және оларда жылу реттеу қалай жүретінін қарастырайық.

### I Өсімдіктердің әртүрлі климаттық жағдайларға бейімделуі

Қоршаған ортамен жылу алмасу нәтижесінде кез келген дене өзінің бетінің ауданына пропорционал энергия жоғалтады. Өсімдіктердің эволюциясы нәтижесінде сүйк аймақтарда жылы климаттық жағдайда өсетін ағаштарға қарағанда өлшемі кіші ағаштар сақталып қалды. Экваторға жакын аймақтарда жалпақ жапырақты тропикалық ормандар басым, орта ендіктері ормандарда қылқанжапырақты ағаштар өседі, ал тундраға жақындаған сайын аласа ағаштар кездесе бастайды. Планетамыздың ең биік ағаштарының биіктігі 115 м-ге дейін жететін болса, ергежейлі аққайындардың биіктігі 120 см-ге әрек жетеді (21-сурет). Құзде ағаштар жапырақ тастайды. Бұл жапырақ бетінен ылғалдың булануының, құргау мен үсідің алдын алады. Процестер баяулап, шырынның қозғалысы тоқтайды, ағаштар өте төмен температурада тіршілік ету қабілетіне ие болады.

Қысқа қарай шөптектес өсімдіктердің бүкіл жер бетіндегі бөлігі курап, жер астында қар жамылғысы арқасында сұықтан аман қалатын өсу бүршіктепі ғана қалады.

Шелдің аптаңында тек тамыр жүйесі үлкен тікенек өсімдіктер ғана есе алады (22-сурет). Кактустар су тапшы жағдайда және ыстықта өмір сұруғе бейімделген: олардың жапырақтары болмайды, ал діңін ылғалдың булануынан қалың қабат қорғап тұрады.

## II Жылу құбылыстарының жануарлар тіршілігіндегі рөлі

Жануарлар дүниесіндегі төмен температурадан сақтану жолдары өсімдіктердің үқсас, сұық өнірлерде тіршілік ететін жануарлар өлшемі жағынан кішірек болып келеді. Мысалы, орта ендіктердегі қызылт тұлқі поляр тұлқисіне қарағанда үлкенірек. Поляр тұлқисінің орташа салмағы 3,5 кг, ал қызыл тұлқінің салмағы 6–10 кг аралығында болады. Тек солтустік аюларының белсенді тірліктерінің арқасында жыл бойына тері астындағы майы қалың, терісі тығыз болады және өлшемі бойынша қоңыр аюдан асып түседі. Көптеген жануарлар аязды күндері денесінің ауданын кішірейтуді жылу реттеу әдісі ретінде қолданады. Дөңгеленіп бүктеліп жату арқылы жануарлар өз денесінің жылуын сақтайды (23-сурет).

Эволюция барысында сұық климат жағдайында тіршілік ететін жануарлар қоршаған сұық орта мен ағзаның арасында арнайы жылуоқшаулағыш қабат болып табылатын мамық, жұн, тері астындағы майға ие болады. Аязды күндерде бұтақта отырған құстар қауырсындарын қомпайтып отырады, мамық пен қауырсын арасындағы ауа көлемін молайту жылуоқшаулауды арттырады (24-сурет).

Жер бетінде қыс мезгілінде үйқыға кететін көптеген жануарлар бар, мысалы, аюлар, борсықтар, жанаттар, әртүрлі кеміргіштер. Олар анабиоз жағдайына енеді: зат алмасу ең төменгі деңгейге түседі, дene температуrasы төмендейді, сонда ағза өте төмен температураны энергия жоғалтпай-ақ көтере алатын қабілетке ие болады. Қыста балықтардың белсенділігі азаяды: тамактану толығымен тоқтайды немесе бірден азаяды, зат алмасу ағзада жинақталған энергетикалық ресурстың, бірінші кезекте май қыртыстарының есебінен жүреді.



**23-сурет.** Дөңгеленіп жатқан тұлқі өз денесінің жылуын сақтайды.



**24-сурет.** Қауырсын мен мамықта ауа көлемін арттыру арқылы жылууды реттейу.

*Анабиоз – ағзадағы тіршілік процесінің уақытыша бәсекедеуі немесе тоқтатылуы.*

Жануарлардың сүйктан, қардан, жаңбырдан қорғануының тағы бір әдісі – тұратын жай (апан, ін, ұя) жасау (25-сурет). Жайдағы ауа қоршаған ортамен жылу алмасуды шектейді, сол арқылы ағзаның жылуын сақтайды.



25-сурет. Ін – сүйкөнен ыстықтан қорғайтын сенімді орын.

### III Адамдар сүйкөндегі жағдайда

Адамдардың өмір сүруі үшін міндettі шарттардың бірі – дене температурасының тұрақты болуы. Бұл ішкі органдар мен бұлшықеттер үшін маңызды. Терінің температурасы қоршаған ортаға байланысты өзгеріп отырады. Денениң ішкі органдары мен терінің температурасының айырмашылығы 10 °C-қа дейін болуы мүмкін. Жылу алмасу қан айналымының арқасында жүреді: қан капилляrlарға жеткенде, денениң жеке бөліктегіне жылу жеткізеді. Ағзаның жоғалтқан жылуы сол дәрежеде орнына келуі керек, әйтпесе аса қатты қызу немесе өте қатты тону орын алады. Тұрақты температураның сақталуына жылу реттеу механизмдері жауап береді.

Сүйкетің әсерінен жылу реттеудің физикалық механизмдері іске қосылады: өкпе ұяшықтары және тері тамырлары тарылады. Егер физикалық жылу реттеу механизмі жеткіліксіз болса, онда химиялық механизмдер қосылады: бұлшықет тонусы көтеріледі, бұлшықет дірілі пайда болады, бұл оттекті тұтынуды қүшетуге әкеледі. Соған байланысты қан қысымы, бұлшықеттегі қан ағысының жылдамдығы көтеріледі. Діріл теріде орналасқан бұлшықет талшықтарының тартылуының нәтижесінде пайда болады. Бұл – ағзада жылу жоғалту артқанда пайда болатын табиғи реакция. Діріл бірде бәсендеп, бірде қүшетіп, бірнеше сағатқа дейін созылуы мүмкін.

Сүйкета жүру жиі қайталанатын болса, адамның ағзасында қорғаныс механизмі жұмыс жасайтын болады, ұсуге қарсы төзімділік артады. Солтүстікте өмір сүретін адамдарда бұл қасиет генетикалық тұрғыда қалыптасқан.

#### Жауабы қандай?

- Неге қаралғай мен шыршалар қылқан жапырақтарын тастамайды? Қылқан жапырақтылар неге өте қатты сүйкета үсімейді?
- Қоян неге қыста түсін өзгертеді?
- Шөл даланың жануарлары неге түнде белсенді болады?
- Женіл өнеркәсіпте жылы күймдер тігің үшін неліктен жылуоқшалагыш материалдар қажет?
- Киіз үй, чум (бұғы өсірушілердің баспанасы) қандай материалдардан жасалады? Неліктен?
- Неге аяқтім тар болса, аяқ тоңады?

#### IV Адамның сүйқтан қорғануы

Адам табиғаттан ой түйіп, оны өз қажетіне жарата білген. Жануарлар мен құстарды сүйқтан қалың жүндөрі мен қауырсындары қорғайды, ал адамдар жылуоқшаулағыштық қасиетке ие болатын аяқ қабаттары бар киімдер киеді. Әр адамның өз үй-жайы болады. Адам эволюциясына байланысты адам тұратын үй үнгірден зәулім үйлерге дейін дамыды. Бірақ оның негізгі мәні өзгерген жок, ол – адамды қоршаған органдың қолайсыз әсерінен (ыстықтан, сүйқтан, жауыннан) қорғау.

#### Бақылау сұрақтары

- Жануарлар мен өсімдіктердің ағзаларындағы жылу реттеу қалай жүзеге асырылады?
- Адам тоңғанда ағзасында қандай реакция болады?
- Адам сүйқ пен ыстықтан қалай қорғанады?

#### Эксперименттік тапсырма

Киім тігілетін материалдар – синтепон мен теріні зерттеңдер. Температура-лары бірдей ( $50-60^{\circ}\text{C}$ ) жылы су құйылған екі банканы осы материалдармен орандадар. Материалдардың қалыңдығы бірдей болуы керек. Біраз уақыт, мысалы, 10 минут өткеннен кейін, екі банкадағы судың температурасын өлшеңдер, салыстырыңдар, материалдардың жылуоқшаулағыштық қасиеттері жөнінде қорытынды жасаңдар. Тәжірибе барысында кез келген материалдардың қасиеттерін зерттеуге болады.

#### Шығармашылық тапсырма

Microsoft PowerPoint-та төмендегі тақырыптардың бірі бойынша презентация дайындандар:

- Шөл жануарларына тән жылу алмасу және жылу реттеу.
- Жылу құбылыстарының су асты жануарларының тіршілігіндегі рөлі.

## § 7. Жылу мөлшері, заттың меншікті жылусыйымдылығы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жылуберілу процесі кезінде алғынған немесе берілген жылудың мөлшерін анықтауды;
- меншікті жылусыйымдылығының физикалық мағынасын түсіндіруді;
- дene температура-сының уақытқа немесе берілген жылу мөлшеріне тәуелділік графиктерін оқуды білесіңдер.



### Есте сақтаңдар!

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ МДж} = 1000000 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ мДж} = 0,001 \text{ Дж}.$$

Жылу мөлшері – жылуберілу кезіндегі дененің ішкі энергиясының өзгериуінің сандық шамасы.



### Маңызды ақпарат

Дененің жылусыйымдылығы заттың меншікті жылусыйымдылығы мен дененің массасының көбейтіндісіне тең:  $C_d = mc$ .

Дене жылусыйымдылының өлшем бірлігі –

$$[C_d] = \frac{\text{Дж}}{\text{°С}}$$

### I Жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгеруі

Жылуберілу нәтижесінде молекулалардың қозғалыс жылдамдығы мен энергиясы өзгереді. Жылуберілу процесін сипаттайтын тағы бір физикалық термин – жылу мөлшері.

**Жылу мөлшері – дененің жылуберілу ке-зінде алған немесе жоғалтқан энергиясы.**

Жылу мөлшері  $Q$  әрпімен белгіленеді. ХБЖ-да (SI) жылу мөлшерінің негізгі өлшем бірлігі – джоуль:

$$[Q] = \text{Дж}.$$

Іс жүзінде өлшем бірліктері еселік және үлестік қосымшалармен қолданылады.

Дене энергия алғанда немесе жоғалтқанда оның ішкі энергиясы өзгереді. Ишкі энергияның өзгерісін  $\Delta U$  деп белгілейік, сонда:

$$\Delta U = U_2 - U_1,$$

мұндағы  $U_1$  – дененің жылуберілуге дейінгі ішкі энергиясы,  $U_2$  – дененің жылуберілуден кейінгі ішкі энергиясы.

Жылуберілу кезіндегі жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгерісі тең:

$$\Delta U = Q.$$

### II Жылу мөлшерінің температуралың өзгерісіне және дененің массасына тәуелділігі

Суды жылдытуға қарағанда қайнатуға көбірек уақыт кетеді. *Массасы тұрақтыдененің температурасы өзгерген сайын, дененің алған немесе берген жылу мөлшері де өзгереді.*

Температуралың өзгерісін  $\Delta t$  деп белгілейік, сонда:

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

мұндағы  $t_1$  – дененің жылуберілуге дейінгі температурасы,  $t_2$  – дененің жылуберілуден кейінгі температурасы.

*Жылу мөлшері мен температура өзгерісінің арасында тұра пропорционал тәуелділік бар екені тәжірибе жүзінде дәлелденген:*

$$Q \sim (t_2 - t_1).$$

Дененің массасы артқанда оның молекулаларының саны да артады. Демек, заттың қандай да бір температураға дейін қыздыру кезінде, қосылған барлық молекулаларға да қосымша энергия беру қажет. Дененің массасы артқан са-йын, оның температурасын белгілі бір мәнге арттыру үшін жұмсалатын жылу мөлшері де көбейе береді. Жылу мөлшері мен массаның арасында тұра пропорционал тәуелділік бар:

$$Q \sim m.$$

### III Заттың меншікті жылусыйымдылығы

Массалары бірдей әртүрлі заттардың температураларын бірдей мәнге жеткізу үшін әртүрлі жылу мөлшері қажет. Осыған байланысты заттың жылуды жинау және сактау қасиетін көрсететін арнайы физикалық шама енгізілген. Бұл шама заттың меншікті жылусыйымдылығы деп аталады.

**Заттың меншікті жылусыйымдылығы – массасы 1 кг заттың температуrasын 1°C-ге өзгерту үшін қанша жылу мөлшері керек екенін көрсететін физикалық шама.**

Кейбір заттардың меншікті жылусыйымдылығының мәндері 2-қосымшаның 6-кестесінде берілген. Заттың меншікті жылусыйымдылығы с әрпімен белгіленеді. Оның өлшем бірлігі:

$$[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Барлық заттардың ішінде меншікті жылусыйымдылығы ең жоғары зат – су. Судың көп мөлшерде жылу жинақтау қасиеті техникада, мысалы, жылыту



#### Назар аударындар!

- Мыстың жылусыйымдылығы 400  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ -ге тең. Бұл массасы 1 кг мыстың температурасын 1 °C-ге арттыру үшін оған 400 Дж жылу мөлшері қажет дегенді білдіреді.
- Меншікті жылусыйымдылық заттың ішкі құрылымына байланысты. Әртүрлі агрегаттық күйде тұрған бір заттың меншікті жылусыйымдылығы да әртүрлі болады. Мысалы, мұздың меншікті жылусыйымдылығы 2100  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , судікі 4200  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , су буынікі 2130  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

жүйесінде кеңінен қолданылады. Теніз жағалауының жылы климатын судың жоғары жылусыыймдылығымен түсіндіруге болады.

*Заттың менишікті жылусыыймдылығы жоғары болған сайын, температурасы өзгергенде оған берілетін немесе одан бөлінетін жылу мөлшері арта туғаседі.*

#### IV Затқа берілетін немесе заттан бөлінетін жылу мөлшерін есептеу

Жоғарыда айтылғандарға сүйенсек, дene қызған немесе салқындаған кездегі жылу мөлшері заттың меншікті жылусыыймдылығы, дene массасы және температура өзгерісінің көбейтіндісіне тең:

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

немесе  $Q = cmt$ .

Дене қызған кезде  $t_2 > t_1$ , жылу мөлшері оң мәнге ие болады. Дене салқындаған кезде  $t_2 < t_1$ , жылу мөлшерінің көрсеткіші теріс мәнге ие болады. Бұл жағдайда теріс таңба энергияның денеден бөлінетінің көрсетеді, энергияның өзінің теріс мәні болмайды.

#### V Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі

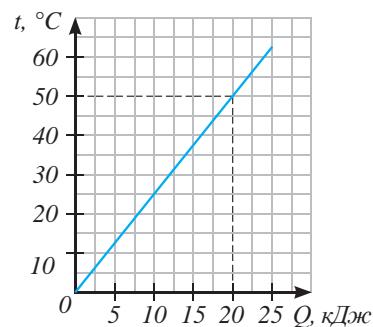
Дене энергияны көп мөлшерде алса немесе бөлсө, температура да көп мөлшерде өзгереді. Егер дененің бастапқы температурасы  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болса, онда тұра пропорционал тәуелділік

$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m}$  графигі координата басып

өтетін түзу болады (26-сурет). Графиктегі абсцисса осінде денеге берілген жылу мөлшерінің мәндері, ал ордината осінде температурасы мәндері берілген. Графикten дene 20 кДж жылу алғанда, оның температурасы  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін көтерілгенін көруге болады. Табиғатта және тұрмыста қызу немесе салқындау қоршаған ортандың температурасынан басталады. Бастапқы температурасың мәні есепке алынған график

#### Тапсырма

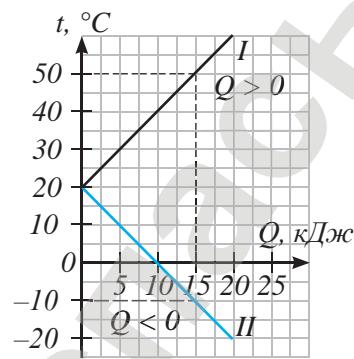
1. Жылу мөлшерін есептейтін формуланы заттың массасын, меншікті жылусыыймдылығын, температура өзгерісін, сонымен қатар дene температурасының бастапқы және соңғы мәндерін есептеуге пайдаланатындей етіп түрлендіріңдер.
2. Осы формулаларды дененің меншікті жылу сыйымдылығын пайдаланып жазыңдар.



**26-сурет.** Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі

27-суреттегідей түрде болады. I – дененің қыздыру процесінің графигі. II – дененің суу процесінің графигі. Графиктерінде абсцисса осінде денеге берілген немесе денеден бөлінген жылу мөлшері, ал ордината осінде температура мәндері берілген. Денелердің бастапқы температурасы  $20^{\circ}\text{C}$ .

График бойынша дene температурасының қалай өзгергенін және осыған орай қанша жылу мөлшерін алғанын немесе жоғалтқанын байқауға болады. Мысалы, бірінші жағдайда дененің температурасын  $20^{\circ}\text{C}$ -ден  $50^{\circ}\text{C}$ -ге көтеру үшін 15 кДж энергия қажет болды.

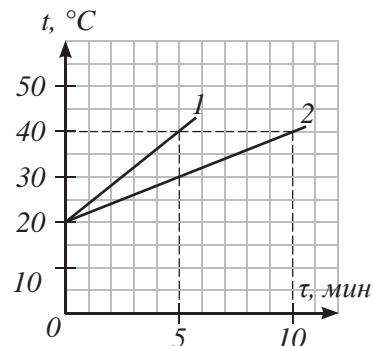


**27-сурет.** Дененің қыздыру және суу процесстерінің графигі

## VI Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі

28-суретте дene температурасының уақытқа тәуелділігінің екі графигі көрсетілген, уақыт абсцисса осінде  $\tau$  әрпімен берілген. Салынған графиктерде бір дененің әртүрлі қыздырғыштармен қыздырылуы көрсетілген. Бірінші жағдайда дene температурасын  $20^{\circ}\text{C}$ -ден  $40^{\circ}\text{C}$ -ге өзгерту үшін 5 мин, ал екінші жағдайда 10 мин қажет болды. Бірінші қыздырғыш жылу беруге екінші қыздырғышқа қарағанда екі есе аз уақыт жұмсады.

*Бір денеге арналған температуралың уақытқа тәуелділік графигінде қуаттырақ қыздырғыш үшін уақыт осіне ауытқу бұрышы үлкенірек болады.*



**28-сурет.** Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі



### Тапсырма

- Екінші дененің  $20^{\circ}\text{C}$ -ден  $0^{\circ}\text{C}$ -ге дейін салқындаған кезде берген жылу мөлшерін анықтандар (27-сурет).
- Қыздырғыштың қуаты 2 есе кеміген кездегі дene температурасының уақытқа тәуелділік графигін салындар (28-сурет).

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ**

Ваннадағы көлемі 30 л, температурасы 80 °C ыстық су көлемі 60 л, температурасы 20 °C салқын сумен араластырылды. Араласқаннан кейін жылы судың температурасы 40 °C-ге тең болды. Ыстық судың салқындаған кезде қанша жылу мөлшерін бергенін, сұық судың жылыған кезде қанша жылу мөлшерін алғанын есептөндөр. Осы жылу мөлшерлерін салыстырындар.

| <b>Берілгені:</b>  | <b>ХБЖ</b>         | <b>Шешуі:</b>  |
|--|--------------------|--|
| $V_1 = 60 \text{ л}$   | $0,06 \text{ м}^3$ | Сұық судың алған жылу мөлшері:<br>$Q_1 = cm_1(t - t_1)$ , мұндағы<br>$t$ – соңғы температура,<br>$t_1$ – бастапқы температура,<br>$m_1$ – сұық судың массасы.<br>$m_1 = \rho V_1$ .  |
| $t_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$                              | $0,03 \text{ м}^3$ | $m_1 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,06 \text{ м}^3 = 60 \text{ кг.}$  |
| $V_2 = 30 \text{ л}$   |                    | $Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot { }^{\circ}\text{C}} \cdot 60 \text{ кг} \cdot (40 \text{ }^{\circ}\text{C} - 20 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 5040000 \text{ Дж.}$   |
| $t_2 = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$                              |                    | Ыстық су бөлген жылу мөлшері:<br>$Q_2 = cm_2(t - t_2)$ , мұндағы<br>$t$ – соңғы температура,<br>$t_2$ – бастапқы температура,<br>$m_2$ – ыстық судың массасы.<br>$m_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,03 \text{ м}^3 = 30 \text{ кг.}$ |
| $t = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$                                |                    | $Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot { }^{\circ}\text{C}} \cdot 30 \text{ кг} \cdot (40 \text{ }^{\circ}\text{C} - 80 \text{ }^{\circ}\text{C}) = -5040000 \text{ Дж.}$  |
| $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot { }^{\circ}\text{C}}$ |                    | «→» белгісі энергияның бөлінуін білдіреді.   |
| $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$                       |                    |  |
| $Q_1 - ?$  |                    |  |
| $Q_2 - ?$  |                    |  |

Есептеудің нәтижесінде мынадай қорытынды шығады:

Ыстық судың берген жылу мөлшері мен сұық судың алған жылу мөлшері өзара тең болады. Тәжірибеде және іс жүзінде тек ыдыстың және қоршаған

ортаны қыздыруға энергия шығындалмаған жағдайда ғана бұндай қорытынды жасауға болады.

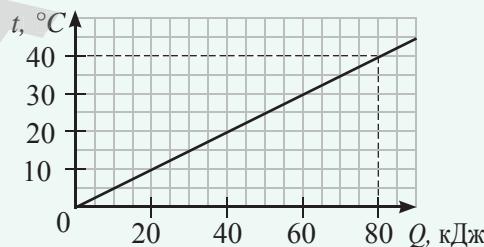
### Бақылау сұрақтары

- Жылу мөлшері дегеніміз не? Оның өлшем бірлігі қандай?
- Жылуберілу кезіндегі жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгерісі бір-бірімен қалай байланысқан?
- Заттың меншікті жылусыйымдылығы дегеніміз не? Оның өлшем бірлігі қандай?
- Заттың меншікті жылусыйымдылығы мен дene жылусыйымдылығының арасында қандай байланыс бар?
- Дене температурасының оған берілген жылу мөлшеріне тәуелділік графигі бойынша қыздырыштың қандай түрі тиімдірек екенін қалай анықтауға болады?
- Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі бойынша қай дененің жылусыйымдылығы көбірек екенін қалай анықтауға болады?

### Жаттығу

5

- Жездің меншікті жылусыйымдылығы  $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Бұл нені білдіреді?
- Массасы 50 г, температурасы  $25^\circ\text{C}$  алюминий қасықты температурасы  $75^\circ\text{C}$  ыстық суға салса, қасық қанша жылу мөлшерін алады?
- Массасы 200 г затты  $12^\circ\text{C}$ -ден  $16^\circ\text{C}$ -ге қыздыру үшін 304 Дж жылу мөлшері кетті. Заттың меншікті жылусыйымдылығын анықтаңдар.
- Массасы 300 г алюминийден жасалған ыдыста көлемі 5 л, температурасы  $20^\circ\text{C}$  су бар. Судың температурасын  $100^\circ\text{C}$ -ге көтеру үшін қанша жылу мөлшері қажет?
- Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигінен (29-сурет) заттың неден жасалғанын табыңдар. Дененің массасы 4 кг.



**29-сурет.** Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі



- Стакандағы температурасы 80 °C ыстық шай 20 °C бөлме температурасына дейін сұығанда қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады? Шайдың массасын 200 г деп алындар.
- Температурасы 15 °C құдықтан көлемі 10 л шелекпен су алғып, Күннің астына қойды. Шелектегі судың температурасы 5 °C-ге артты. Судың ішкі энергиясының өзгерісін анықтаңдар.
- 168 кДж жылу мөлшерін жұмсап, қанша мөлшердегі суды 10 °C-ге қыздыруға болады?
- Массасы 0,8 кг алюминий шәйнектің жылусыйымдылығын анықтаңдар.

### Эксперименттік тапсырма

Газда және электр шәйнекте қайнаған су температурасының уақытқа тәуелділік графигін құрындар. Судың бастапқы температурасын термометрмен өлшеңдер. Ал судың қайнау температурасын 100 °C деп алындар.

### Шығармашылық тапсырма

Өткен тақырып бойынша техникалық және экологиялық мазмұны бар есеп құрастырындар.

## § 8. Отынның энергиясы, отынның меншікті жану жылуы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- отын жанған кезде белінген жылу мөлшерін анықтауды;
- берілген жылу мөлшерін алу үшін қажетті отын мөлшерін анықтауды үйренесіңдер;
- Еліміздің негізгі отын қорларын; сарқылмайтын және қалпына келтірілетін қорлар туралы білесіңдер.

### I Отын түрлері

Құрамында көміртек бар отындарды органикалық отындар деп атайды. Органикалық отындардың көптеген түрлері бар. Оларға өздерінде таныс шымтезек, көмір, мұнай, газ жатады. Олар – ертеде Жерде өсken ағаштардың және бұталардың шіруі және түрлерінің өзгеруінен пайда болған өнімдер. Өсімдіктердің жасыл жапырақтары Күн сәулесі энергиясының арқасында су және көмірқышқыл газы молекулаларынан органикалық отындар кеңін *Күн қоймасы* деп атайды. Бұндай отын түрлерінің барлығының құрамында көміртек, оттек, сутек, азот сияқты химиялық элементтер болады.

| Отын түрі          | Көміртегі мөлшері, % |
|--------------------|----------------------|
| Ағаш отын          | 50                   |
| Шымтезек           | 60                   |
| Қоңыр көмір        | 64–77                |
| Табиғи газ (метан) | 74                   |
| Таскөмір           | 75–80                |
| Мұнай              | 86                   |
| Мазут              | 86–88                |
| Антрацит (көмір)   | 90–95                |



### Тапсырма

Кестеде берілген отынның қай түрі жанған кезде көбірек жылу мөлшерін белеттін анықтаңдар.

**1 кг отын толығымен жанғанда бөлініп шығатын жылу мөлшерін отынның меншікті жану жылуы деп атайды.**

Отынның меншікті жану жылуын  $q$  әрпімен белгілейді, өлшем бірлігі (ХБЖ-да)  $[q] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

Отынның меншікті жану жылуын тәжірибе арқылы анықтайды. Тәжірибе нәтижелері 2-қосым-

шадағы 7-кестеде берілген. Отын жанғанда бөлініп шығатын жылу мөлшерін табу үшін, отынның массасын сол отынның меншікті жану жылуына көбейтеміз:

$$Q = q \cdot t .$$

**Кез келген массасы  $m$  отын толық жанғандағы  $Q$  жылу мөлшері отынның меншікті жану жылуы мен сол отынның массасының көбейтіндісіне тең.**

Белгілі жылу мөлшерін алу үшін қажетті отын массасын мына формуламен табады:

$$m = \frac{Q}{q} .$$

### III Қазақстан энергетикасындағы негізгі отын қорлары

Қазақстанда органикалық отынның мол қоры бар.

Қазақстан мұнай қоры бойынша әлемде сегізінші орын алады. Оның алдында Сауд Арабиясы, Иран, Ирак, Кувейт, Біріккен Араб Әмірліктері, Венесуэла және Ресей тұр. Каспий аумағындағы мұнай қоры 8 млрд тоннаға дейін жетеді деп болжануда. Жылына 80 млн тонна мұнай өндіргеннің өзінде ол қор 100 жылға жетеді.

Мұнайды отын түрінде пайдалану тиімсіз. Ол мұнайхимиялық өндірістің құнды шикізаты болып табылады. 2011 жылы Атырау облысында түрлі пластмассаларды, жол битумын, каучук өндіретін және автокөлік дөңгелектерін де шығаруды жоспарлап отырған мұнайхимиялық кешен құрылышы басталды. 2016 жылы бензол, мұнайхимиялық өнім, бензин шикізатын өндейтін кешен іске қосылды (30-сурет).

Әлем елдерінің ішінде көмір қоры бойынша Қазақстан алғашқы ондыққа кіреді. Майқебе, Екібастұз, Қарағанды бассейндері ең ірі кен орындары болып табылады. Көмір қоры орта есеппен 70-тен 100 жылға дейін жетеді деп болжануда. Қазақстандағы жылу және электр энергиясының 80%-ы көмірді жағу арқылы алынады.

Барланған табиғи газ қоры бойынша біздің мемлекетіміз әлемде 15-орын алады. Отын-энергетика өнеркәсібінде газ өндірісі – жаңадан және қарқынды дамып келе жатқан сала, өйткені газ толығымен жанып кетеді және оңай тасымал-



#### Назар аударындар!

Мұнайдың меншікті жану жылуы  $q = 4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ , бұл 1 кг мұнай толық жанғанда, одан  $4,4 \cdot 10^7$  Дж энергия бөлініп шығады дегенді білдіреді.



30-сурет. Атыраудагы мұнайхимиялық кешен

данады. Қазақстанның мұнай-газ өнеркәсібінің орталығы – Атырау облысында ең бірінші газхимиялық кешен салынады деп жоспарлануда.

#### **IV Отын-энергетика өндірісі және қоршаған орта. Сарқылмайтын және қайта қалпына келетін энергетикалық ресурстар**

Органикалық отын түрлерін пайдалану қоршаған ортаға зиянын тигізеді. Көмірді ашық әдіспен алу, мұнай сорғыларын және мұнарапарын орналастыру топырақ құнарлылығын бұзады (31-сурет). Отын жанғанда көмірқышқыл газы және басқа да зиянды заттар бөлініп шығады. Атмосферада көмірқышқыл газының көбеюі «жылыштайдырылған» тудырады, ал ол уақыт өте келе бүкіл планетаның климатының өзгеруіне әкеліп соғады.

Халықаралық қоршаған ортаны қорғау ұйымдары планетамыздың ластану проблемасының шешімі сарқылмайтын және қайта қалпына келетін энергетикалық корларды қолдануда деген ұйғарымға келді. Сарқылмайтын энергетикалық корларға жел, Құн, Жердің жылу энергиясы, т.б. жатады.

*Кайта қалпына келетін энергетика қорына тұрмыстық және ауылшаруашылық қалдықтары, т.б. жатады.*

#### **V Сарқылмайтын және қайта қалпына келетін энергетика ресурстарын пайдаланудың перспективалары**

Қазақстан үкіметі мен БҰҰ-ның Даму Бағдарламасы арасындағы келісім бойынша «Қазақстандағы жел энергетикасын дамытуды жетілдіру» жобасы жасалды. Алматы облысындағы Шелек дәлізіне және Жоңғар қақпасына арнайы метеорологиялық зерттеулер жүргізілді. Жел энергетикасын дамыту үшін әлемде ең тиімді жерлердің бірі Жоңғар қақпасы екендігі анықталды. Жоба әзірге аяқталған жоқ. Ауданы 60 га болатын алғашқы жел паркі 2015 жылдың желтоқсан айында Ақмола облысының Ерейментау ауданында пайдаланылуға берілді, жалпы қуаты 45 МВт болатын 22 турбина орнатылды (32-сурет).

Құн энергетикасын пайдалануға қатысты жобалар оңтүстік өңірлерде, әсіресе бұлтты күндер тауалды және таулы аудандарға қарағанда анағұрлым аз



#### **Жауабы қандай?**

1. Жалындал жана бастаған отты неге тығыз матамен жабу арқылы өшіруге болады?
2. Фарыш көністігінде не себепті сіріңке жағылмайды?
3. Мұнайды отын ретінде пайдалану неліктен тиімсіз?
4. Органикалық отынның өндірілуі мен қолданылуы қоршаған ортага көп зиян келтіретін болса да, неліктен энергияның негізгі көзі болып қала береді?
5. Сарқылмайтын және қайта қалпына келетін қорларды пайдаланудың неліктен болашағы зор?



31-сурет. Мұнай мұнарапары

болатын жазық жерлерде тиімді болып табылады. Қазақстанда күн энергиясын электр энергиясына айналдыратын күн батареяларын жасауда пайдаланылатын кремнийдің кені мол. Үйдің шатырында орналасқан күн батареялары тұрғындарды жылу және электр энергиясымен қамтамасыз ете алады. Қуаты 50 МВт болатын алғашқы күн электрстансысы 2015 жылы Жамбыл облысында қосылды (33-сурет).



*32-сурет.* Ерейментау ауданындағы  
жел паркі



*33-сурет.* Жамбыл облысындағы  
«Бурное Solar-1» күн электрстансысы

Қазақстанда мемлекет экономикасының негізгі бағыттарының бірі малшарашылығы мен егін шаруашылығы болғандықтан, дәнді дақылдардың қалдықтары мен биомасса қайта қалпына келтірілетін энергияның елеулі қорларын құрайды. Дәнді дақылдардың қалдықтары мен биомассаны пайдаланып биогаз алу жоспарда бар. Отынның бұл түрін көліктерде пайдаланауға болады. Қазақстан болашақта отынның экологиялық таза түріне көшуге ұмтылады. Еліміздің астанасында өткен Бүкіләлемдік ЭКСПО–2017 көрмесі осы мақсатты қөзdedі (34-сурет).



*34-сурет.* ЭКСПО-2017 көрме залдарының гимараты

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ**

Массасы 500 г тасқөмір толық жанғандағы жылу мөлшерін пайдаланып, судың қандай массасын  $20^{\circ}\text{C}$ -ден  $70^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздыруға болады?

**Берілгені:**

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ кг}$$

$$q = 3 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\underline{m_1 - ?}$$

**Шешуі:**

Отын жанғанда бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_2 = q m_2.$$

Суды қыздыруға қажет жылу мөлшері:

$$Q_1 = c m_1 (t_2 - t_1).$$

Бөлінген жылу мөлшері толығымен суга беріледі деп есептесек,

$$\text{онда: } Q_1 = Q_2 \text{ немесе } q m_2 = c m_1 (t_2 - t_1).$$

Алынған теңдеуден белгісіз шаманы табамыз:

$$m_1 = \frac{q m_2}{c(t_2 - t_1)}.$$

Судың массасын есептесек:

$$m_1 = \frac{3 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})} = 71,4 \text{ кг.}$$

**Жауабы:**  $m_1 = 71,4$  кг.

**Бақылау сұрақтары**

1. Қандай органикалық отын түрлерін білесіндер?
2. Отынның меншікті жану жылуы дегеніміз не? Өлшем бірлігі қандай?
3. Кез келген массадағы отын жанғанда бөлінетін жылу мөлшерін қалай табуға болады?
4. Қандай энергетикалық қор сарқылмайтын қор болып табылады? Қайта қалпына келетін қорға не жатады?



- Массасы 15 кг тасқөмір толық жанғанда қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады?
- Көлемі 5 л бензинмен толтырылған 230 МДж энергия алу үшін бензиннің осы мөлшері жеткілікті бола ма?
- Пеште көлемі 10 дм<sup>3</sup> аққайың және 5 кг шымтезек толығымен жаңып кетті. Пештен қанша жылу мөлшері бөлініп шықты? Аққайыңның тығыздығы  $600 \frac{кг}{м^3}$ .



- $2,2 \cdot 10^{10}$  Дж жылу мөлшерін алу үшін қанша мөлшердегі табиғи газды жағу керек?
- Көлемі 3 л бензин жанғанда бөлінетін жылу мөлшеріндей жылу мөлшерін алу үшін қанша тасқөмір жағу керек?

### Шығармашылық тапсырма

Мына тақырыптардың біріне баяндама дайындандар:

- Қоршаған ортаға жылу электрстансыларының әсері.
- Сарқылмайтын энергетикалық қорларды пайдаланудың перспективалары.
- Қалпына келетін энергетикалық ресурстарды пайдаланудың перспективалары.

## § 9. Жылу құбылыстарындағы энергияның сақталу және бір түрден екінші түрге айналу заны

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- түйік жүйе денелерінің жылу алмасу кезіндегі жылудық балансының тендеуін пайдалануды үйренесіңдер.

### I Жылуоқшауланған жүйелердегі энергияның сақталу заны

Жылуоқшауланған жүйедегі денелердің саны әртүрлі болуы мүмкін.

**Қоршаған ортамен жылу алмаспайтын денелер жүйесін жылуоқшауланған жүйе деп атайды.**

Жүйедегі денелердің жылу алмасуы олардың температуралары бірдей мәнге ие болғанша жүре береді. Энергия қабылдаған денениң жылу мөлшері оң көрсеткішке ие болады. Жүйеге кірмейтін қоршаған денелермен жылу алмасу жүрмейді, сондықтан денелер жүйесі үшін жылу мөлшері нөлге тең. *н* денеден тұратын жылуоқшауланған жүйе үшін жылудық тепе-тендік кезіндегі жылудық баланс тендеуі:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0.$$

**Екі денеден тұратын түйік жылуоқшауланған жүйедегі жылудық тепе-тендік кезінде ыстық денениң берген жылу мөлшері сұық денениң қабылдаған жылу мөлшеріне тең болады.**



35-сурет. Калориметр

### Тапсырма

20-сурет пен 35-сурет бойынша термос пен калориметрді салыстырыңдар. Оларда ортақ не бар және айырмашылықтары қандай?

$Q_1 = Q_2$ .  
мұндағы  $Q_1$  – ыстық денениң берген жылу мөлшері,  $Q_2$  – сұық денениң қабылдаған жылу мөлшері.

### II Механикалық энергияның жылу энергиясына айналуы және кері үдеріс

Ішкі энергия дene температуrasын анықтайды, демек ол жылу мөлшерімен байланысты. Ішкі энергияны екі әдіспен: жылуберілу және жұмыс атқару арқылы өзгертуге болады. Мысалы, темірші металл бұйымды өңдеу барысында оны екі әдіспен: қызып жатқан отқа салу немесе балғамен ұру арқылы қыздырады.

Ішкі энергияның механикалық энергияға айналуы да мүмкін. Жұмыс атқару арқылы бу немесе газ әртүрлі механизмдерді, мысалы, бөлшектерді қозғалысқа келтіруі мүмкін.

### III Жұмыс және жылу мөлшері

1798 ж. ағылшын физигі Б.Румфорд зеңбірек ұнғысын тесуде оның қызғанын байқаған. 1799 ж. Гемфри Дэви мұздың екі кесегін бір-біріне үйкегенде, олардың еруіне жеткілікті жылу мөлшерінің бөлінетінін анықтады. Тәжірибе жүзінде толық жұмыс денелердің тұйық жүйелерінің ішкі энергиясының өзгерісіне тең екені анықталды:

$$A = \Delta U.$$

Энергияның сақталу заңына сүйене отырып, Д.Джоуль бірнеше тәжірибе нәтижесінде жұмыс тың өлшем бірлігі мен жылу мөлшерінің өлшем бірлігі арасындағы қатынасты анықтады:

$$1 \text{ калория} \approx 4,19 \text{ Дж.}$$

Калория – XIX ғасырдағы жылу құбылыстарын зерттеуде қолданылған жылу мөлшерінің өлшем бірлігі. Тұйық жүйеде денелердің жылу алмасуы болған аспап *калориметр* («жылуды өлшеймін» дегенді білдіреді) деген атқа ие болды.

**1 калория – 1 г судың температурасын 1 °С-ге арттыруға қажетті жылу мөлшері.**

Қазіргі кезде физикада жылу мөлшерін джоульмен өлшайді. Калорияны тамақ өнеркәсібінде азық-түліктің энергетикалық құндылығының өлшем бірлігі ретінде қолданады. Калориясы жоғары азық-түліктің меншікті жану жылуы жоғары болады. Адам ағзасында азық-түлік бөлөтін энергия энергияның басқа түріне айналу – жұмыс жасауы үшін керек.

### IV Тұйық жылуоқшауланған жүйедегі толық энергияның сақталу заңы

Денелердің және бөлшектердің энергияларын сипаттайтын шама ретінде жұмыс пен жылу мөлшерінің эквиваленттілігі энергияның сақталу заңы негізгі заң екендігін көрсетті. Ол тек механикалық энергиямен шектелмей, энергияның барлық түрлерін біріктіреді. Механикалық және жылу құбылыстарын бірге қарастырғанда және осы процестердегі энергияның бір-біріне айналуын зерттегендеге «толық энергия» түсінігі қалыптасты.

#### Бұл қызық!

Сары майдың меншікті жану жылуы 7800 ккал/кг, құмшекердің 4100 ккал/кг, алманің 480 ккал/кг, жана піскен қиярдің 140 ккал/кг.

#### Назар аударындар

Жылу мөлшері – жылу алмасу кезінде энергияның қыздырылған денеден салқын денеге берілу өлшемі.

**Денелер жүйесінің толық энергиясы деп механикалық және ішкі энергияның қосындысын атайды.**

$$W = E + U,$$

$W$  – жүйенің толық энергиясы,  $U$  – ішкі энергия,  $E$  – толық механикалық энергия.

Формуладағы толық механикалық энергияның орнына  $E_p$  потенциалдық және  $E_k$  кинетикалық энергиялардың қосындысын қойсак, формула мына түрге келеді:

$$W = E_k + E_p + U.$$

Тұйық жылуоқшауланған жүйелерде толық энергияның сақталу заңы орындалады.

**Тұйық жылуоқшауланған денелер жүйесінде толық энергияның шамасы, жүйеде болып жатқан өзгерістерге қарамастан, тұрақты болып қала береді.**

XIX ғасырдың орта тұсында физик-ғалымдар мынадай қорытындыға келді:

**Табиғаттағы энергия жоқтан пайда болмайды және ешқайда жоғалмайды: ол тек бір түрден екінші түрге ауысады, бір денеден екінші деңеге беріліп отырады. Тұйық жүйедегі толық энергия тұрақты шама болып табылады.**

### ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ

200 м/с жылдамдықпен ұшып келе жатқан қорғасын оқ үйінді топыраққа тиді. Оқ температурасының қанша градусқа артқанын анықтаңдар.

**Берілгені:**

$$v = 200 \text{ м/с}$$

$$c = 130 \text{ Дж/кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t - ?$$

**Шешуі:**

Тұйық жүйенің екі жағдайын қарастырамыз: оқ – топырақ – үйінді:

Бірінші күй – оқ топырақ үйіндігে ұшып келе жатыр, екінші күй – оқ кедергі күшінің әсерінен топырақ үйіндігे тиіп, тоқтап қалды.

Бұл жүйені жылуоқшауланған жүйе деп санауга болады, себебі процесс өте аз уақыт аралығында жүреді, қоршаған ортамен жылу алмасу болмайды.

Бірінші күйдегі оқтың толық энергиясы:

$$W_1 = E_{p1} + E_{k1} + U_1. \quad (1)$$

Екінші күйдегі:  $W_2 = E_{p2} + E_{k2} + U_2$ . (2)

Толық энергияның сақталу заңы негізінде:

$$W_1 = W_2. \quad (3)$$

(1) және (2) формуланы (3) формулаға қойсақ:

$$E_{p1} + E_{k1} + U_1 = E_{p2} + E_{k2} + U_2. \quad (4)$$

$$E_{p1} \approx E_{p2}; \quad E_{k1} = \frac{mv^2}{2}; \quad E_{k2} = 0 \text{ екенін ес-}$$

керсек, (4) теңдікті мынадай түрде жазамыз:

$$\frac{mv^2}{2} = U_2 - U_1. \quad (5)$$

Оқтың ішкі энергиясының өзгерісі:

$$\Delta U = Q = cm\Delta t \quad (6)$$

(6) теңдікті (5) теңдікке қойсақ және  $\Delta t$  тапсак, формула мына түрге аудысады:

$$\Delta t = \frac{v^2}{2c}. \quad (7)$$

$$\text{Есептейік: } \Delta t = \frac{4 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 130 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 154^\circ\text{C}.$$

**Жауабы:**  $\Delta t = 154^\circ\text{C}$ .

### Бақылау сұрақтары

- Толық механикалық энергияның толық энергиядан қандай айырмашылығы бар?
- Толық энергияның сақталу заңы қандай жүйе үшін орындалады?
- Қандай жүйені тұйықталған, қандай жүйені жылуоқшауланған деп атайды?
- Энергияның сақталу заңының формуласын жазыңдар.



### Жаттығу

7

- Ваннада температурасы  $40^\circ\text{C}$  жылы су дайындау үшін температурасы  $10^\circ\text{C}$  сүық су мен  $60^\circ\text{C}$  ыстық су араластырылды. Сүық судың көлемі  $80 \text{ л}$ , ыстық судың көлемін анықтаңдар.

2. Шебер бір бөлшекті өңдеу кезінде болат егеуге 40 Н күш түсіріп, 46 қымыл жасады. Егеу ізі 8 см-ге тең. Массасы 100 г егеудің температурасы қанша градусқа көтерілгенін анықтаңдар.
3. 500 м биіктікten құлаған болат бөлшектің жер бетіне құлар сәттегі жылдамдығы 50 м/с болды. Ауа кедергісінің барлық жұмысы тек бөлшекті қыздыруға кетті деп алып, бөлшектің температурасы қанша градусқа өзгергенін есептендер.



## Жаттығу

7

1. Жылусыйымдылығы  $63 \frac{\text{Дж}}{\text{°C}}$  болатын калориметрге температурасы 12 °C-ге тең 250 г май құйылды. Массасы 500 г болатын температурасы 100 °C-ге тең мыс денені майға батырғанда ортаның жалпы температурасы 33 °C-ге тең болды. Майдың меншікті жылусыйымдылығын анықтаңдар.
2. 1 м биіктікке көтерілген, массасы 400 г балға 5 г темір шегеге бір рет соққы жасаған кездегі шегенің температурасының өзгерісін анықтаңдар. Балға температурасының өзгерісін есепке алмаңдар. Балғамен 5 рет соққы жасаған кездегі шегенің температурасының өзгерісін анықтаңдар.
3. Бала массасы 20 г алюминий сымды әрі-бері майыстырғанда, сымның температурасы 3 °C-ге көтерілген. Бала қанша жұмыс атқарған?

### Эксперименттік тапсырма

Массасы белгілі аз мөлшердегі суды ыдысқа құйындар да, оның температурасын өлшендер. Суды 5 мин бойы бұлғауышпен (миксер) араластырындар. Судың температурасын қайта өлшендер. Қорытынды шығарындар.

### Шығармашылық тапсырма

Адамның тамақта қатысты энергетикалық қажеттілігін зерттеңдер, бір тәулікке ас мәзірін жасандар.

## I тараудың қорытындысы

| Температура шкалаларының байланыс формулалары   | Жылу мөлшерін есептеу формулалары       |                   |
|---|---|-------------------|
|   | қызу мен суу кезінде                    | отын жанған кезде |
| $T = (t + 273) \text{ K}$   | $Q = cm(t_2 - t_1)$                     | $Q = qm$          |
| $t = (T - 273) \text{ }^{\circ}\text{C}$  | $Q = C_{\text{д}}(t_2 - t_1)$ , мұндағы |                   |
| $t \text{ }^{\circ}\text{F} = t \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 + 32 \text{ }^{\circ}\text{F}$   | $C_{\text{д}} = mc$                     |                   |
| $t \text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{t \text{ }^{\circ}\text{F} - 32 \text{ }^{\circ}\text{F}}{1,8 \frac{\text{ }^{\circ}\text{F}}{\text{ }^{\circ}\text{C}}}$ |   |                   |
| Тұйық жүйенің толық энергиясы   | Жылулық тепе-тәндік теңдеуі             |                   |
| $W = E_k + E_p + U$   | $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$           |                   |
|   | $Q_1 = Q_2$                             |                   |
| Тұйық жүйенің ішкі энергиясының өзгеруі   |   |                   |
| жылуберілу кезінде  | жұмыс атқарғанда                        |                   |
| $\Delta U = Q$  | $\Delta U = A$                          |                   |

### Толық энергияның сақталу заңы

Тұйық жылуоқшауланған денелер жүйесінде толық энергия сол жүйеде болған кез келген өзгерістер кезінде тұрақты шама болып қала береді.

### Глоссарий

**Дененің ішкі энергиясы** – дененің жылулық қозғалысының кинетикалық энергиясы мен дene бөлшектерінің өзара әрекеттесуі кезіндегі потенциалдық энергияларының қосындысы.

**Сәуле шығару** – сәуле энергиясын бөліп шығару және оның жұтылу және орын ауыстыру процесінде іске асатын денелер арасындағы жылуберілу.

**Калория** – 1 г судың температурасын 1 °C-ге арттыру үшін қажет жылу мөлшері.

**Жылу мөлшері** – дененің жылуберілу кезіндегі алған немесе берген энергиясы.

**Конвекция** – энергия газ немесе сұйық ағындары арқылы берілетін жылу берілудің бір түрі.

**Толық энергия** – тұйық денелер жүйесіндегі механикалық және ішкі энергиялардың қосындысы.

**Жұмыс** – энергияның бір түрден екінші түрге өзгеру мөлшері.

**Температура** – дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.

**Жылулық қозғалыс** – молекулалар мен атомдардың ретсіз қозғалысы.

**Жылулық тепе-тендік** – жанасқан денелердің температурасы бірдей болғандағы күй.

**Дененің жылусыйымдылығы** – дененің температурасын  $1^{\circ}\text{C}$ -ге өзгерту үшін қанша жылу мөлшері қажет екенін көрсететін физикалық шама.

**Жылуоқшауланған денелер жүйесі** – қоршаган ортамен жылу алмаспайтын жүйе.

**Жылуберілу** – энергияның қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге берілу процесі.

**Жылуоткізгіштік** – энергияның дененің қатты қыздырылған бөліктерінен азырақ қыздырылған бөліктеріне бөлшектерінің жылулық қозғалысы немесе өзара әрекеттесуі нәтижесінде берілуі.

**Термометр** – қоршаган ортаның немесе дененің температурасын өлшейтін аспап.

**Дененің меншікті жылусыйымдылығы** – массасы 1 кг затты  $1^{\circ}\text{C}$ -ге өзгертуге қажет жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама.

**Отынның меншікті жану жылуы** – 1 кг отын толық жанғанда бөлініп шығатын жылу мөлшері.

## Физика біздің өмірімізде

- Бекзат қой қамайтын қоршауды жөндеп жатыр. Ол мәшинесінің жұксалғышында суық суы бар бөтелке, шегелер қорабын және ағаш тақтайшалар қалдырыды. Мәшине 3 сағат Күн астында тұрғаннан кейін, оның ішіндегі температура 40 °С-ге жетті. Мәшине ішіндегі заттардың температурасы қалай өзгереді?
  - Барлық заттардың температурасы бірдей 40 °С болады.
  - Шегелер ағаш тақтайша мен суға қарағанда көбірек, 50 °С-ге дейін қызады.
  - Су суық күйінде қалады, ағаш тақтайшалар мен шегелер 40 °С-ге дейін қызады.
  - Ағаш тақтайшалар қызбайды, су мен шеге 40 °С-ге дейін қызады.  
Су суық күйінде қалу үшін не істей керек?
- Қыста киіз үйді жылыту үшін қай материалды таңдар едің: көбікті поліэтилен, шыны мақта, холлофайбер, киіз, синтепон? Неліктен жазда киіз үй үшін дәл сол материалды қолдануға болады? Бұл материалды ыстық күні қалай қолданады? Интернет ақпараттарын (<https://surak.baribar.kz/blog/2162/>) қолдана отырып, аталған жылыту материалдарының салыстырмалы кестесін құрастырындар.
- Сынған медициналық термометр**

Жағдайдың сипаты:

Сабакта отырған Олжастың басы ауырып, медициналық бөлмеге барды. Үстелдің үстінде стақанда термометр тұрған еді. Олжас дене қызыын өлшейін деп термометрді қолына алып еді, термометр қолынан түсіп кетіп, сынып қалды. Сынап кішкене тамшылар түрінде ағып кетті. Олжас сынап буы өте қауіпті екенін естіген. Термометр сынып қалса не істей керек?

### Анықтамалық материал

Сынап – күміс түстес металл. Ол бөлме температурасында ұшады: буы бөлмеге толық жайылады. Сынап суда өте нашар ериді: ауа жоқ кезде 1 л су сынаптың 0,06 мг бөлігін ғана еріте алады. Ол – өте қауіпті химиялық зат. Сынаптың рұқсат берілген шекті концентрациясы 0,0003 мг/м<sup>3</sup>-ты құрайды. Оны суға тастау өте қауіпті: улы метил сынабы жиналуы мүмкін. Сынап және оның қосылыштары жүйке жүйесіне, бауырга, бүйрекке, асқазан-ішек жолдарына, тыныс алу жолдарына зиянды әсер етеді. Женіл улану кезінде 2–3 аптадан кейін ағзадан сынаптың шығуына байланысты ағзаның бұзылған функциялары қалпына келеді. Егер ұзақ уақыт ішінде сынап адам ағзасына аз-аздан еніп отырса, созылмалы

улану пайда болады. Ол шамадан тыс шаршау, әлсіздік, ұйқышылдық, апатия, бас аурулары және бас айналу, психикалық ауытқулармен сипатталады. Концентрациясы  $0,25 \text{ мг}/\text{м}^3$ -тан аспайтын сынап буы бар ауамен тыныс алғанда, сынап ағзада сакталып, өкпеде жиналады. Жоғары концентрациялы сынаппен улану жағдайында тері тітіркенеді.

### **Жағдайды қорытындылау үшін тапсырмалар мен сұрактар**

Фимаратта бастапқы демекуризация (сынаптан арылту) жүргізу жаднамасы берілген. Бірақ ұсынылған әрекеттердің себебі берілмеген. Жаднаманың бос ұяшықтарын толтырыңдар.

### **Ғимаратта бастапқы демекуризация (сынаптан арылту) жүргізу жаднамасы**

| <b>№</b> | <b>Ереже</b>  | <b>Себебі</b> |
|----------|---|---------------|
| 1.       | Сынапты жинау алдында резенке қолғап және респиратор киу керек.   |               |
| 2.       | Шашылған сынап бөлшектерін жинаңдар. Сынапты жинаудың ең оңай тәсілі – екі парақ қағаз, медициналық резенке бүріккіш немесе жабысқақ таспа қолдану. Шаңсорғыш немесе сыйырғыш қолдануға болмайды. |               |
| 3.       | Жиналған сынапты сұық сұы бар банкіге салып, қақпағын жабыңдар.   |               |
| 4.       | Банкіні самалдыққа (балкон) апарып қойған дұрыс. Артынан 112 қызметтінің мамандарына тапсыру керек. Сынапты қоқыс жәшигіне тастауга, кәріске ағызып жіберуге болмайды.                            |               |
| 5.       | Ғимаратты желдетіндер.  |               |
| 6.       | Сынап төгілген жерді сірке қышқылы қосылған калий перманганатымен өндөндер.   |               |
| 7.       | Сабын-сода ерітіндісімен еденді жуып шығыңдар.  |               |
| 8.       | Сынап төгілген ғимаратта болған адамдарға бірнеше күн бойы көп мөлшерде сұйық ішкен пайдалы.  |               |

**Бақылау тесті****1-нұсқа**

- Молекулалар мен атомдардың ретсіз қозғалысы –**
  - A) Жылулық тепе-теңдік.
  - B) Конвекция.
  - C) Броундық қозғалыс.
  - D) Жылулық қозғалыс.
- Дененің жылулық күйін сипаттайдын физикалық шама –**
  - A) Температура.
  - B) Конвекция.
  - C) Жылуберілу.
  - D) Дененің меншікті жылусыйымдалиғы.
- Вакуумда болатын жылуберілу –**
  - A) Конвекция.
  - B) Сәуле шығару.
  - C) Жұтылу.
  - D) Жылуоткізгіштік.
- Жылулық қозғалыстың кинетикалық энергиясы мен дene болжектерінің өзара әрекеттесуі кезіндегі потенциалдық энергиясының қосындысына тен шама –**
  - A) Жылу мөлшері.
  - B) Меншікті жану жылуы.
  - C) Ишкі энергия.
  - D) Меншікті жылусыйымдалық.
- Отынның меншікті жану жылуы – массасы ... болатын отынның толық жаңуы кезінде бөлінетін жылу мөлшері.**
  - A) 2 кг.
  - B) 10 кг.
  - C) 12 кг.
  - D) 1 кг.
- Денеге берілетін немесе алынатын жылу мөлшерін есептейтін формула –**
  - A)  $Q = cm(t_2 - t_1)$ .
  - B)  $Q = cm(t_1 - t_2)$ .
  - C)  $Q = cm - (t_2 - t_1)$ .
  - D)  $Q = qm$ .
- Заттың меншікті жылусыйымдалығының өлшем бірлігі –**
  - A)  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$ .
  - B) Дж.
  - C)  ${}^\circ\text{C}$ .
  - D)  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .
- 30  ${}^\circ\text{C}$  температура мәнін кельвинде жазындар:**
  - A) 243 К.
  - B) 303 К.
  - C) 203 К.
  - D) 143 К.
- 300 МДж-ға тен энергия алу үшін тасқомірдің қанша мөлшері қажет екендігін анықтандар. Тасқомірдің меншікті жану жылуы  $30 \cdot 10^6$  Дж/кг-ға тен.**
  - A) 1 кг.
  - B) 0,1 кг.
  - C) 10 т.
  - D) 10 кг.
- 500 кг массасы бар кірпіштен соғылған пеш 10  ${}^\circ\text{C}$ -ге дейін суығанда өзінен қанша жылу мөлшерін боледі? Кірпіштің меншікті жылусыйымдалығы  $880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$ .**
  - A) 4,4 МДж.
  - B) 44 кДж.
  - C) 440 кДж.
  - D) 4400 Дж.

**2-нұсқа**

- 1. Денелердің температуralары бірдей болған кездегі күй –**
  - A) Жылулық тепе-тендік.
  - B) Жылуберілу.
  - C) Жылулық қозғалыс.
  - D) Конвекция.
- 2. Қоршаган органдың немесе дененің температурасын олшеуге арналған аспап –**
  - A) Барометр.
  - B) Гидрометр.
  - C) Термометр.
  - D) Ареометр.
- 3. Энергия сұйық немесе газ ағындарымен тасымалданатын кездегі жылуберілу тәсілі –**
  - A) Сәуле шығару.
  - B) Конвекция.
  - C) Жылуоткізгіштік.
  - D) Жұтылу.
- 4. Жылуберілусіз ішкі энергияның өзгеруінің бір тәсілі –**
  - A) Жұмыс істеу.
  - B) Жұтылу.
  - C) Конвекция.
  - D) Жылуоткізгіштік.
- 5. Отынның толық жану кезіндегі жылу мөлшерін есептейтін формула –**
  - A)  $Q = cm$ .
  - B)  $Q = cm(t_2 - t_1)$ .
  - C)  $Q = \lambda m$ .
  - D)  $Q = qm$ .
- 6. Дене температурасын  $1^{\circ}\text{C}$ -ге өзгерту үшін қанша жылу мөлшерінің қажет екендігін көрсететін физикалық шама –**
  - A) Жылуоткізгіштік.
  - B) Дененің жылусыйымдылығы.
  - C) Заттың меншікті жылусыйымдылығы.
  - D) Жылуберілу.
- 7. Сәуле шығару энергиясын дененің ішкі энергиясына түрлендіретін процесс –**
  - A) Конвекция.
  - B) Жылу мөлшері.
  - C) Жұтылу.
  - D) Шығару.
- 8.  $m = 20 \text{ кг}$  болатын болаттан жасалған бөлшек жонғыш білдекте  $50^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздырылды. Болаттың меншікті жылусыйымдылығы  $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ . Бөлшектің ішкі энергиясының арты –**
  - A)  $50 \text{ кДж}$ .
  - B)  $5 \text{ МДж}$ .
  - C)  $500 \text{ кДж}$ .
  - D)  $5000 \text{ Дж}$ .
- 9.  $m = 5 \text{ кг}$  болатын жанармай толық жанғанда қанша жылу мөлшері бөлініп шығады? Жанармайдың меншікті жану жылуы  $46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ .**
  - A)  $2,3 \cdot 10^5 \text{ кДж}$ .
  - B)  $1,15 \cdot 10^5 \text{ кДж}$ .
  - C)  $23 \cdot 10^6 \text{ кДж}$ .
  - D)  $2,3 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ .
- 10. 363 К температура мәнін Цельсий шкаласы бойынша градуста жазындар:**
  - A)  $100^{\circ}\text{C}$ .
  - B)  $90^{\circ}\text{C}$ .
  - C)  $110^{\circ}\text{C}$ .
  - D)  $636^{\circ}\text{C}$ .

## II ТАРАУ

# ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙЛЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ

Барлық заттар қатты, сұйық және газ тәрізді үш күйде болуы мүмкін. Олар заттың агрегаттық күйлері деп аталады. Заттың бір күйден басқа күйге ауысыумен байланысты жылулық құбылыстар заттардың ішкі құрылышы туралы білім негізінде қарастырылады.

### **Тарауды оқып-білу арқылы сендер:**

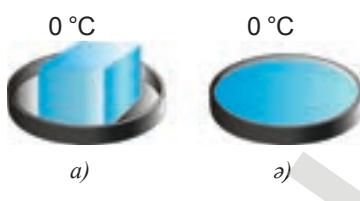
- молекулалы-кинетикалық теория негізінде заттың қатты күйден сұйық күйге немесе сұйықтан қатты күйге ауысуын сипаттауды;
- балқу/кристалдану кезінде жұтылатын/бөлінетін жылу мөлшерінің формуласын есептер шығаруда қолдануды;
- балқу және кристалдану кезінде температуралың уақытқа тәуелділік графигіне талдау жасауды;
- мұздың меншікті балқу жылуын тәжірибе жүзінде анықтауды;
- молекулалы-кинетикалық теория негізінде заттың сұйық күйден газ күйіне немесе газдан сұйық күйге ауысуын сипаттауды;
- булану және конденсация кезінде температуралың уақытқа тәуелділік графигіне талдау жасауды;
- су буын мысалға ала отырып, қанығу күйін сипаттауды;
- булану кезіндегі жылу мөлшерін анықтауды;
- қайнау температурасының сыртқы қысымға тәуелділігін түсіндіруді үйренесіндер.

## § 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы. Балқу температурасы, меншікті балқу жылуы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- молекулалық-кинетикалық теорияның неізіндегі заттың қатты күйден сұйық күйге немесе сұйықтан қатты күйге айналуын сипаттай аласындар;
- балқу кезіндегі жұтылған және қатаю кезіндегі белгінен төзілген жылу мөлшерінің формуласын есептер шығару кезінде қолдануды үйренесіндер;
- балқу және қатаю кезіндегі температуралың үзіліктерінің графигіне талдау жасай аласындар.



36-сурет. Мұздың еруі

### I Қатты денелердің балқуы және қатаюы. Балқу және қатаю температурасы

Қатты денелердің кристалдар және аморфтың денелер деп екі топқа бөлеміз. Молекулалары мен атомдары белгілі бір ретпен орналасып, кристалдық топ түзетін денелер кристалдар деп аталады. Аморфтың денелердің бөлшектерінің орналасуында реттілік байқалмайды, кристалдық торлары болмайды. Қатты кристалл деңе энергия алған соң температуралың белгілі бір мәнінде балқиды да, сұйыққа айналады (36-сурет). Балқу кезіндегі температура өзгермейді. Мысалы, балқу кезіндегі мұздың температурасы 0 °C-ге тең болып қалады. Басқа да кристалл деңелермен жасалған тәжірибелер бұл тұжырымды растирады және әртүрлі кристалл заттардың балқу температуралары әртүрлі болатындығын көрсетті.

Мысалы, стеариннің балқу температурасы – 71 °C, мырыштікі 420 °C. Қалыпты атмосфералық қысымдағы кейбір заттардың балқу температуралары 2-қосымшадағы 8-кестеде берілген.

**Балқу – заттың балқу температурасында қатты күйден сұйық күйге өтуі.**

**Қатты заттардың балқи бастаған температурасын балқу температурасы деп атайды.**

Энергиясын жоғалтқан сұйық қайта қатты күйге көшеді, яғни қатаяды. Тәжірибелер сұйықтың қатаю температурасы оның балқу температурасымен бірдей екендігін көрсетті. Зат қандай температурада балқыса, сол температурада кристалданады (қатаяды) немесе бір заттың қатаю және балқу температураларының мәні бірдей болады.

**Қатаю немесе кристалдану – заттың қатаю температурасында сұйық күйден қатты күйге өтуі.**

**Заттардың кристалдана (қатая) бастаған температурасын кристалдану температурасы деп атайды.**

Кристалдық торлары болмайтын ара балаузын қыздырғанда температура үздіксіз көтеріледі (37-сурет). Балауыз қызғанда оның тұтқырылығы азаяды, басқа күйге көшу орындалмайды. Балауыз, ермексаз, шыны сияқты заттарды өте тұтқыр, қою сүйік ретінде қарастыруға болады.

## II Балқу мен қатаюды МКТ тұрғысынан қарастыру

Қатты дene алған жылу энергиясы зат молекулаларының арасында таратылады, кристалдық тор түйіндеріндегі молекулалар мен атомдардың тербеліс амплитудасы мен жылдамдығы артады. Балқу температурасы кезінде кристалдық тор бұзылады, сырттан жеткізілетін барлық энергия атомдар немесе молекулалардың өзара әрекеттесінің потенциалдық энергиясына айналады. Зат бөлшектерінің қозғалыс жылдамдығы өзгермейді, дene температурасы көтерілмейді. Кристалдық торлары болмайтын заттарда сырттан жеткізілестін энергия бөлшектер қозғалысының кинетикалық энергиясын арттыруға ғана жұмсалады. Дene температурасы үнемі өзгеріп отырады.

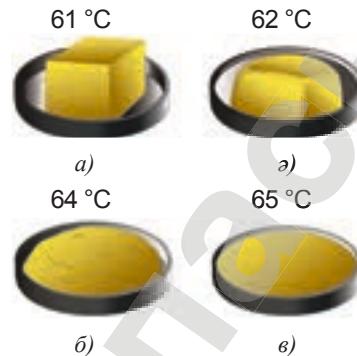
## III Меншікті балқу жылуы

Массалары бірдей әртүрлі кристалл заттарды балқыту үшін әртүрлі жылу мөлшері керек екенин тәжірибе көрсетті. Заттардың осы қасиетін сипаттайтын физикалық шама **меншікті балқу жылуы** деп аталады. Меншікті балқу жылуын л (лямбда) әрпімен белгілейді.

**Меншікті балқу жылуы – балқу температурасында тұрған массасы 1 кг кристалл дene толығымен сүйік күйге айналуы үшін қажет жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама.**

$$\lambda = \frac{Q}{m},$$

өлшем бірлігі:  $\lambda = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .



37-сурет. Аморфты заттардың қыздырған кезде олардың тұтқырылыштарының өзгеруі

### Бұл қызық!

Галлий адамның қолында балқиды, ыстық суда онай еріп кетеді.



### Назар аударындар!

Мыс үшін  

$$\lambda = 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}},$$
 бұл

балқу температурасы 1085 °C массасы 1 кг мысты толығымен сол температурадағы сүйік күйге айналдыру үшін оған  $2,1 \cdot 10^5$  Дж энергия қажет дегенді білдіреді.

Кейбір заттардың меншікті балқу жылуының мәндері 2-көсімшадағы 9-кестеде берілген.

#### IV Балқу және кристалдану кезіндегі жылу мөлшерін есептеу

Заттың балқуына қажет жылуды есептеу үшін сол заттың меншікті балқу жылуын дененің массасына көбейту керек:

$$Q = \lambda m.$$

Егер заттың температурасы балқу температурасынан төмен болса, оны алдымен балқу температурасына дейін қыздыру керек, содан кейін ғана ол балқи бастайды. Бұл жағдайдағы жылу мөлшерін *дененің қыздыруға қажет жылу мөлшері мен балқуга қажет жылу мөлшерінің қосындысы* арқылы табады:

$$Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m.$$

Зат қатты құйге айналғанда, балқуға жұтылған энергияға тең энергия бөліп шығарады, сондықтан бөлінген жылу мөлшерін есептеу үшін тұра сол формуланы қолданады. Тек зат қатты құйге айналғанда бөлініп шығатын жылу мөлшерін есептеу формуласының алдына « $-$ » таңбасын қоямыз. Бұл дene энергиясын қоршаған денелерге беретінін білдіреді.

$$Q = -\lambda m,$$

$$Q = cm(t_2 - t_1) - \lambda m.$$

#### V Балқығанда және қатайғанда дененің көлемінің өзгеруі

Зат қатты қүйден сүйық құйге ауысқанда үлкейеді. Тек су ғана керісінше, сүйектан қатты құйге өткенде үлкейеді. Бұл – суға ғана тән ерекшелік. Кристалдық тор құрылған кезде молекулалардың арақашықтығы үлкейеді (38-сурет). Мұз түзілген кезде тау қыртыстарының жырақтарын кеңейтіп жіберетін, металл құбырларды, ыдыстарды жарып жіберетін күштер пайда болады.

#### VI Балқу процесінің графигі

Қыздыру процесі сияқты балқу процесін де график түріне келтіруге болады. 39-суретте көрсетілген зат температурасының оған берілген жылу мөлшеріне тәуелділік графиктегі қарастырайық. *AB* бөлігінде температура жоғарылап барады, яғни қыздыру процесі жүріп жатыр. *BD* бөлігінде температура өзгермейді – бұл заттың басқа агрегаттық құйге ауысуының белгісі. Графиктегі заттың балқу температурасы 80 °C-ге тең. Балқу температурасының кестесін пайдалана отырып, біз ол заттың нафталин екенін анықтай аламыз.



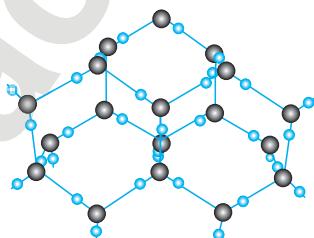
#### Есте сақтаңдар!

Балқу температурасында тұрган сүйық заттың ішкі энергиясы массасы тұра сондай қатты заттың ішкі энергиясына қарағанда көбірек болады.

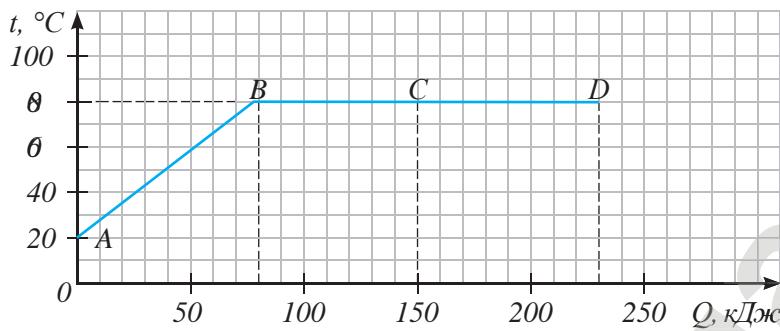


#### Жауабы қандай?

0°-тағы су мен мұздың айырмашылығы қандай?



38-сурет. Мұздың кристалдық торы

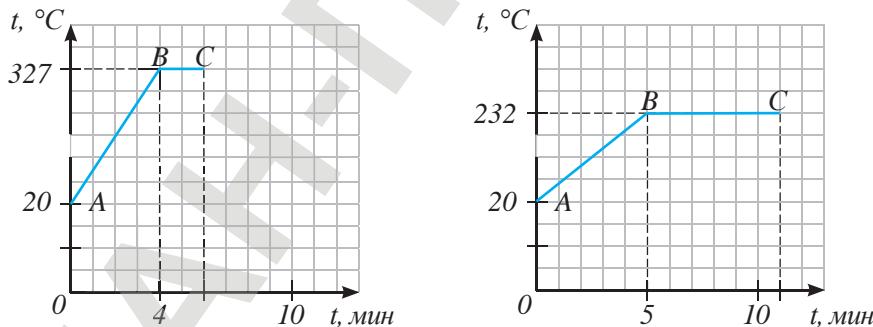


39-сурет. Графиктегі BD бөлігі заттың балқуына сәйкес келеді

Жылу мөлшері уақытқа тұра пропорционал болғандықтан, балқу графигін  $t$  – температура,  $t$  – уақыт координаталарында кескіндеуге болады. Ордината осі бойына  $t$ ,  $^{\circ}\text{C}$  температураны, абсисса осі бойына  $t$ , мин уақытты белгілейміз. Процесс уақыты қыздырғыштан энергияның жылдам берілуіне және заттың меншікті балқу жылуына тәуелді. Массасы бірдей екі түрлі зат – қорғасын және қалайыға бір қыздырғыштан энергия береміз. Қорғасынның меншікті балқу жылуы қалайыға қарағанда аз болғандықтан, ол қыздырғыш жалынында аз уақыттың ішінде балқи бастайды. Қорғасынның балқу графигіндегі BC бөлігі қалайының балқу графигіндегі бөлікке қарағанда қысқа болады (40-сурет).

**Тапсырма**

- 40-суреттеннен қорғасынның балқу графигін көрсетіңдер.
- Графиктері 41, б) суретте көрсетілген жылу процестерін сипаттаңдар. Олардың ұқсасығы мен айырмашылықтарын көрсетіңдер.



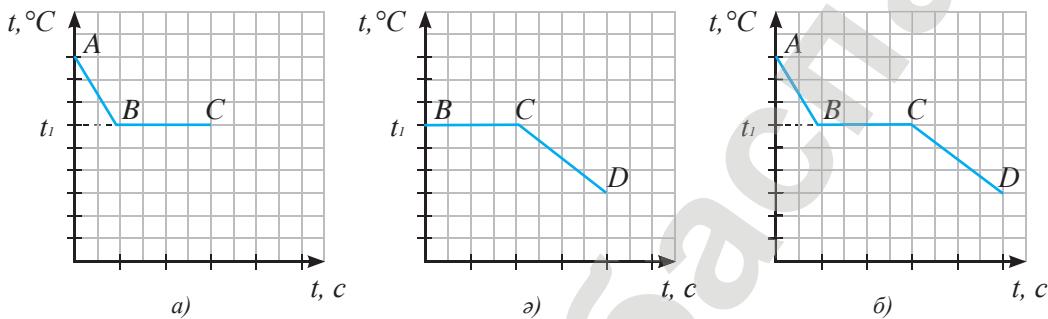
40-сурет. Массалары бірдей қорғасын мен қалайының балқу графигі

**VII Дененің кристалдану графигі**

Кристалдану кезінде дене температурасының қоршаған ортаға бөлген жылу мөлшеріне тәуелділік графигінің балқу графигінен айырмашылығы жоқ. Бір заттың қатаюы және балқуы бірдей температурада жүретіні белгілі. Балқуға қажетті жылу мөлшері зат қатайған кезде толығымен денеден бөлінеді. Суу және кристалдану графигін температура-уақыт координаталарында бейнелеуге болады (41-сурет). Кристалдану жүріп жатқанын біз сүйық не

қатты құйдегі заттың суу процесіне сәйкес келетін график бөліктеріне қарап білеміз. 41, а) суретте сұйықтың кристалдану температурасына дейін салқындауы  $AB$  және қатаюы  $BC$  көрсетілген. 41, ә) суретте заттың кристалдану  $BC$  және қатты қүде суу графигі  $CD$  көрсетілген.

Қатаю және балқу температурасының уақытқа тәуелділік графиктері бір-біріне ұқсамауы мүмкін. Денеге қыздырығыштан энергия берілуі деңеден қоршаган ортага энергия берілуінен тезірек жүреді.



41-сурет. Заттың суу және қатаю графиктері

### ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Массасы 10 г, температурасы  $27^{\circ}\text{C}$  қорғасынды толығымен балқыту үшін қанша энергия қажет болады?

**Берілгені:**  
 $m = 10 \text{ г}$

$$t_1 = 27^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 327^{\circ}\text{C}$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$\lambda = 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q - ?$$

**ХБЖ**  
 $0,01 \text{ кг}$

**Шешуі:**

Корғасынның балқу температурасы  $327^{\circ}\text{C}$ , демек ол осы температураға дейін қыздырылуы керек.

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q_1 = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг} (327^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}) = 420 \text{ Дж}.$$

Корғасын балқуы үшін төмендегі көрсеткішке тең жылу мөлшері қажет:

$$Q_2 = \lambda m.$$

$$Q_2 = 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = 0,25 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 250 \text{ Дж}.$$

Жалпы жылу мөлшері:

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

$$Q = 420 \text{ Дж} + 250 \text{ Дж} = 670 \text{ Дж}.$$

**Жауабы:**  $Q = 670 \text{ Дж}.$



## Жауабы қандай?

1. Қар жауған кезде неге күн жылына бастайды?
2. Суық аймақтарда сынашты термометрдің орнына неге спиртті термометрді қолданады?
3. Пішиңдері әртүрлі, күрделі ыдыстарды және бұйымдарды дайындауда неге шыныны қолданады?
4. Сұйық қүйдегі заттың ішкі энергиясы неге осы заттың балқу температурасындағы қатты қүйдегі ішкі энергиясынан көбірек болады?
5. Балқу температурасында тұрған заттың қатты және сұйық қүйдегі молекулаларының кинетикалық энергиясы неге бірдей болады?
6. Кристалл деңелердің балқуы неге белгілі бір температура мәнінде ғана жүреді?
7. Балқыған қүйдегі қандай металл суды мұз етіп тастайды?
8. Алюминий ыдыста мыс пен қорғасынды балқытуға бола ма?
9. Қыс мезгілінде ұзақ тоқтап тұратын автокөліктің радиаторының сұын неліктен төгіп тастайды?



## Тапсырма

Салыстырмалы кестені толтырыңдар:

| Жылу құбылышы | Орындалу шарттары | Негізгі белгілері |
|---------------|-------------------|-------------------|
| Қыздыру       |                   |                   |
| Балқу         |                   |                   |
| Суу           |                   |                   |
| Қатаю         |                   |                   |

## Бақылау сұрақтары

1. Қандай процесті балқу, қандай процесті қатаю (кристалдану) деп атайды?
2. Заттың балқу температурасы мен қатаю температурасының арасында қандай байланыс бар?
3. Қандай шаманы меншікті балқу жылуы деп атайды? Оның өлшем бірлігі қандай?
4. Затты балқыту және қыздыру кезіндегі температураның жылу мөлшеріне тәуелділік графиктерінің айырмашылығы неде?



## Жаттығу

8

1. Балқу температурасында тұрған массасы 100 кг темірді толығымен балқыту үшін қанша жылу мөлшері қажет болады?
2. Температурасы  $-20^{\circ}\text{C}$  мұздан температурасы  $20^{\circ}\text{C}$ , массасы 5 кг су алу үшін қанша жылу мөлшері керек екенін есептендер.

3. Массасы 1 кг су 40 °С-ден –10 °С-ге сұғандағы температураның жылу мөлшеріне тәуелділік графигін салындар.

**Жаттығу****8**

- Массасы 300 г темір қорапта 100 г қалайы балқытылды. Егер бастапқы температуралары 32 °С болса, қорапты қыздыруға және қалайыны балқытуға қанша жылу мөлшері жұмсалды?
- Сұйық қүйдегі 6 кг қалайыдан бұйым құйылды. Сол бұйым қатайып және 22 °С-ге дейін салқындағанша қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады?
- Массасы 2 кг жездің температурасының берген жылу мөлшеріне тәуелділік графигін салындар. Жөз қыздырылып және толығымен балқыған. Жездің бастапқы температурасы 20 °С. Барлық қажетті есептеулерді алдын ала жүргізіп алындар.

**Эксперименттік тапсырма**

Мұзы бар суға термометр салындар. Үйдистағы мұздың барлығы толығымен ерігенше термометрдің көрсеткішін бақыланадар. Бақылау нәтижелерінен қорытынды шығарындар.

## § 11. Булану және конденсация. Қаныққан және қанықпаған бу

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- молекулалық-кинетикалық теорияның негізінде заттың сұйық күйден газ күйіне немесе газдан сұйық күйге ауысуын сипаттай аласыңдар;
- булану және конденсация кезінде температуралық уақытқа тәуелділік графигіне талдау жасай аласыңдар;
- су буын мысалға ала отырып, қанығу күйін сипаттай аласыңдар.

### I Бу және газ. Булану

*Бу – заттың газ тәріздес күйі.* Будың газдан айырмашылығы – оны қалыпты атмосфералық қысымда салқыннату арқылы сұйыққа айналдыруға болады. Газды сұйыққа айналдыру үшін тек салқыннату жеткіліксіз, салқыннатумен қатар сығу керек. Газдан алынған сұйықтар, мысалы сұйық оттегі, қабырғалары қалың арнайы баллондарда сақталады.

**Булану – сұйықтың буға айналу құбылысы.**

Буланудың екі тәсілі бар: кебу және қайнау.

### II Кебу

Кебу кезінде сұйықтың тек беткі қабаттары буланады.

**Кебу – сұйықтың беткі қабаттарының булануы.**

Сендер «Жаратылыстану» курсынан кебу жылдамдығы сұйық температурасына, оның бетінің ауданына, желдің болуына (ая ағынының сұйық бетімен қозғалысына) тәуелді екенин білесіңдер. Егер сұйықтың температурасын арттырып, бетінің ауданын ұлкейтсек, осы беттің үстінен өтетін ая ағынын тудырсақ, кебу процесі

жылдам жүре бастайды. Заттардың молекулаларының өзара әрекеттесу күші әртүрлі болғандықтан, кебу жылдамдығы заттың тегіне де байланысты болады. Молекулалары бір-біріне аз күшпен тартылатын сұйықтар тез кебеді. Бұл жағдайда көрші молекулалардың тартылыс күшін жеңіп, су бетінен ұшып шығатын молекулалар саны көп болады.

«Буланды» дегенді естігенде бірден сұйық зат ойымызға келеді. Бірақ бұл қатты денелерге де тән қасиет. Біз нафталиннің, сабынның, кір жуғыш ұнтақтың ісін сеземіз. Бұл ауда сол заттардың бөлшектері бар дегенді білдіреді.

### Тапсырма

Қатты күйдегі заттардың булануына мысалдар келтіріңдер.

*Кебу кез келген температурада жүре береді.*  
Аязды құні даға ілінген су киім мұз болып қатып қалады, содан соң мұз буланып, киім кебеді.

Заттың қатты қүйден бірден газ тәріздес қүйге өтуін *сублимация* (лат. sublimo – ауыстыру, айналу) деп атайды. Балмұздакты сақтау үшін қолданылатын «күрғақ мұз» атмосфералық қысымда сұйық қүйге өтпей, бірден буга айналады (42-сурет). Нафтилиннің, йод кристалдарының және жай мұздың осындай қасиеттері бар.



42-сурет. «Күрғақ мұздың»  
сублимациясы

### III Кебу кезінде сұйықтың ішкі энергиясы мен температурасының өзгеруі

Молекулалы-кинетикалық теория бойынша, кебу – сұйықтың беткі қабатынан неғұрлым жылдам молекулалардың ұшып шығу процесі. Бұл молекулалардың кинетикалық энергиясы сұйықтың басқа молекулаларымен байланыс энергиясынан артық болады. Егер сұйық қоршаған басқа денелерден энергия алмаса, онда бұл процесс қалған молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының азаюына және сұйықтың салқындауына алып келеді. Мәселен, шомылыш жүрген адам жағаға шыққанда, бірден сұықты сезіне бастайды. Кебу қарқыны қүшейе түсетін болғандықтан, жел соғып түрғанда сұықты сезіну жоғары болады.

Күнделікті біз сұйықтың, мысалы, стақандағы судың айтарлықтай салқындауын көрмейміз, себебі кебу процесі ете баяу жүреді. Ондай кезде қоршаған ауа жылуберілу нәтижесінде шығындалған энергияның орнын толтырып отырады.

### IV Конденсация

Салқын денелермен жылу алмасу нәтижесінде бұ сұйыққа айналады.

#### Конденсация – будың сұйыққа айналу құбылысы.

Таңертеңгі шық, тұман табигаттағы конденсацияға мысал бола алады. Заттың газ тәрізді қүйден бірден (сұйыққа айналмастан) қатты қүйге айналуы *десублимация* деп аталады. Табигатта қыраудың пайда болуы десублимацияға мысал бола алады.



#### Назар аударындар!

Булану кезінде бұ сұйықтың беткі қабатынан болінеді.

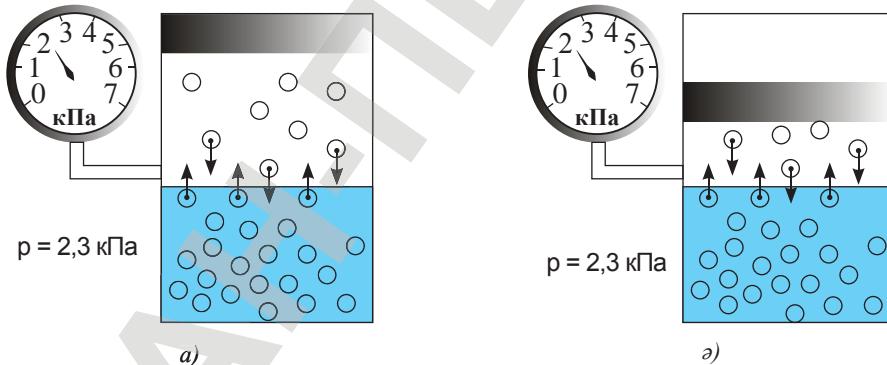
## V Қаныққан және қанықпаған булар

Ашық ыдыстағы судың беткі қабатында кебу процесі конденсацияға қарғанда қарқынды жүреді. Сұйық буы берілген көлемге толық таралады және ауа молекулаларының арасына біркелкі жайылады. Сұйық үстіндегі қысым өзгермейді және атмосфера қысымына тең болады. Жел болса, конденсация айтартылғатай баяулайды. Кебу процесі үдей түседі. Сұйық бетіндегі бу мұндай жағдайда қанықпаған болып табылады.

Жабық ыдыста сұйық бетіндегі бу ыдыстың тек үстінгі жағын ғана алып жатады. Бірдей уақыт аралығында сұйықты тастап кететін молекулалар саны мен сұйыққа қайта оралатын молекулалар саны тең болатын жағдай қалыптасады (43, а) сурет). Бұл жағдайды динамикалық *тепе-теңдік* деп, ал буды қаныққан бу деп атайды.

**Қаныққан бу – өзінің сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте болатын бу.**

Қаныққан бу берілген температурада молекулалардың көп мөлиерін үстап тұра алмайды, яғни үлкен тығыздықта бола алмайды. Газдың тығыздығын молекулалар соққысынан туындағының қысым анықтайды. Қаныққан будың көлемі азайғанда молекулалардың бір бөлігі сұйыққа қайта оралады, ал қысым өзгермейді (43, ә) сурет).



43-сурет. Қаныққан булардың қысымы олардың алып жатқан көлеміне тәуелді емес

Қалыпты жағдайда қаныққан бу қысымының мәні төмен заттар қатты немесе сұйық, ал қысым мәні жоғары заттар газ тәріздес болып кездеседі. Қысымының мәні орташа болса, онда зат тез буланатын сұйық немесе тез сығылатын газ болып табылады.



**Жауабы қандай?**

Температурасы  $100^{\circ}\text{C}$  қаныққан бу белгілі бір көлемді алып жатыр. Егер бастапқы температурасын сақтай отырып, оның көлемін екі есеге азайтсақ, су буының қысымы қалай өзгереді?

**20 °C температурадағы қаныққан будың қысымы, кПа**

|       |        |        |     |
|-------|--------|--------|-----|
| Сынап | 0,0002 | Эфир   | 60  |
| Су    | 2,3    | Фреон  | 567 |
| Спирт | 5,9    | Аммиак | 857 |

Кез келген газдың қысымы сияқты қаныққан будың қысымы да температура жоғарылаған кезде жоғарылайды.

**Егер бу өзінің сұйықтың динамикалық тепе-тендікте болмаса, онда оны қанықпаған бу деп атайды.**

**Тапсырма**

- Параграфта берілген қаныққан булар қысымы кестесімен танысып, келесі сұрақтарға жауап беріңдер:
  - Қысымы 101,3 кПа атмосфералық қысымнан артық заттарды тез буланатын сұйықтар деп санауға бола ма?
  - Неліктен Жер бетіндегі азоттан және оттектен тұратын өзен, көлдер жоқ?
- Тез буланатын сұйықтарға мысал келтіріңдер.

**Жауабы қандай?**

- Жаңбырдан соң неге сұық болады?
- Резенке киіммен құннің ыстығына шыдау неге қыын?
- Көктемде соққан жел қардың еруіне қалай әсер етеді?
- Ұлғал ағаш отын жанғанда неге ыстырлайды?
- Жаңбыр тамишлары неге жазда ірі, ал күзде ұсақ болады?
- Қиярдың температурасы неге кез келген ыстықта аяқ температурасынан бірнеше градусқа төмен болады?
- Ыстық құннен кейін неге шық молырақ болады?

**Бақылау сұрақтары**

- Қандай құбылыс булану деп аталады? Будың газдан айырмашылығы қандай?
- Буланудың қандай тәсілі кебу деп аталады? Сұйықтың кебу жылдамдығына қандай факторлар әсер етеді?
- Кебу кезінде сұйықтың ішкі энергиясы қалай өзгереді?
- Конденсация дегеніміз не?
- Қандай буды қаныққан бу деп атайды? Қанықпаған бу деген не?

## Эксперименттік тапсырма

Сүйиқтың кебуінің температураға, оның бетінің ауданына, желдің бар болуына және сүйиқтың тегіне тәуелділігін тексеріңдер:

1. Екі шыны тілікке этірдің бірдей екі тамшысын тамызыңдар. Бір тілікті екіншісінен алыстатып, оның үстінен қағазбен жедетіңдер. Қай тіліктегі этір тамшысы тезірек кебеді?
2. Осы тәжірибелі қайталандар, тек бір тамшыны тіліктің бойына жағып тастаңдар. Қай тамшы тезірек кебеді?
3. Кебу жылдамдығының температураға тәуелділігін тексеріңдер: бір тілікті тәжірибелі қайталамас бұрын қыздырып алыңдар.
4. Шыны тілікке су мен этірден бір тамшыдан тамызып, олардың кебу жылдамдығын салыстырыңдар.

Жасалған тәжірибелер бойынша есеп беруге дайындалыңдар.

## § 12. Қайнау, меншікті булану жылуы. Қайнау температурасының сыртқы орта қысымына тәуелділігі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- булану кезіндегі жылу мөлшерін анықтай аласыңдар;
- қайнау температура-сының сыртқы қысымға тәуелділігін түсіндіре аласыңдар.



### Назар аударыңдар!

Сұйық қайнаган кезде буга айналу процесі сұйық көлемін тұтас қамтиды.

### I Қайнау. Қайнау кезіндегі сұйықтың температурасы

Қайнау кезінде сұйықтағы еріген ауа көпіршіктерінің ішінде бу пайда болады. Көпіршіктердің көлемі ұлкейіп, Архимед күші артады. Көпіршіктер сұйықтың бетіне көтеріледі де, бу молекулаларын босатады (44-сурет). Сұйық тұрақты температурада қайнайды әрі шу естіледі.



44-сурет. Сұйықтың қайнады

**Сұйық қайнайтын температураны қайнау температурасы деп атайды.**

Әр сұйықтың қайнады температурасы әртүрлі болады. Бұл әртүрлі заттардың молекулаларының өзара әрекеттесу күштерінің айырмашылығымен түсіндіріледі. Молекулалардың өзара күшті әрекеттесуін жеңіп шығу үшін молекулалардың кинетикалық энергиясы үлкен мәнге ие болуы және температуralары да жоғары болуы керек.

**Қайнады – қайнады температурасында сұйықтың тұтас көлеміндегі булану процесі.**

2-қосымшадағы 10-кестеде бірқатар заттардың қалыпты атмосфералық қысымдағы қайнады температуralары берілген.

## II Меншікті булану жылуы

Сұйықты буға айналдыруға қажетті жылу мөлшерін есептеу үшін **меншікті булану жылуы** деп аталатын физикалық шама енгізіледі.

**Меншікті булану жылуы – қайнау температурасындағы 1 кг сұйықты буға айналдыру үшін қажет жылу мөлшеріне тең физикалық шама.**

Меншікті булану жылуының белгіленуі –  $r$ .

Формуласы:

$$r = \frac{Q}{m}.$$

$$\text{Өлшем бірлігі } [r] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

Қалыпты атмосфералық қысымдағы әртүрлі заттардың меншікті булану жылуы тәжірибелік жолмен анықталған. Олардың кейбіреулері 2-қоымшадағы 11-кестеде берілген.

## III Қайнау және конденсация кезіндегі жылу мөлшерін есептеу

Қайнау температурасында тұрған сұйықты буға айналдыру үшін қажет жылу мөлшері меншікті булану жылуы мен сұйықтың массасының көбейтіндісіне тең:

$$Q = rm.$$

Егер сұйықтың температурасы қайнау температурасынан төмен болса, оны қыздыру үшін қосымша энергия қажет болады. Бұндай жағдайдағы жылу мөлшерін анықтау үшін, сұйықты қыздыруға және қайнатуға кеткен энергиялардың қосындысы қажет:

$$Q = cm(t_2 - t_1) + rm.$$

Қайнау температурасына тең температурада будың сұйыққа айналатыны тәжірибе жүзінде анықталған. Сонымен бірге сұйықтың буға айналуы үшін кеткен жылу мөлшеріне тең жылу мөлшері бөлініп шығады. Будың конденсациялануы кезіндегі бөлінетін жылу мөлшерін мына формула бойынша анықтайды:

$$Q = -rm,$$

### Жауабы қандай?

- Неліктен заттың меншікті булану жылуы меншікті балқу жылуынан көбірек болады?
- Не себепті қайнау кезінде сұйыққа берілген жылу мөлшері мен конденсация кезінде бөлінген жылу мөлшерінің мәндері бірдей болады?
- Қайнау кезінде неге шуыл мен бұлкілдеу болады? Сұйықтағы қандай процесстер осындаидыбыстар шығарады?
- Әртүрлі заттардың қайнау температурасы неге әртүрлі болады?

### Есте сақтаңдар!

Газ күйіндегі заттың ішкі энергиясы қайнау температурасы кезінде оның сұйық күйіндегі ішкі энергиясынан көбірек болады.

### Назар аударындар!

Су үшін

$$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}, \text{ бұл}$$

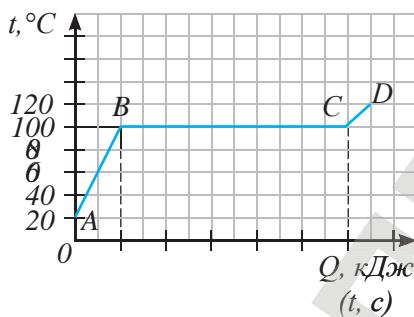
массасы 1 кг болатын судың 100 °C температурада буға айналуы үшін  $2,3 \cdot 10^6$  Дж энергия қажет болады дегенді білдіреді.

мұндағы «—» таңбасы конденсациялану кезінде бу жылу мөлишерін өзін қоршаган денелерге беретінін білдіреді.

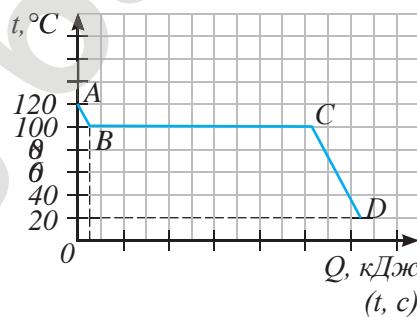
#### IV Булану және конденсация кезінде температураның уақытқа тәуелділік графигі

45-суреттегі графикте жылу процесі сипатталған:  $AB$  – судың қызыу бөлігі,  $BC$  – судың қайнау бөлігі,  $CD$  – су буының қызыуы. Сұйық буға айналғанға дейін қайнау температурасы тұрақты болып қала береді. Қыздырған кезде заттың температурасы көтеріледі. Заттың қайнау және балқу кезіндегі температурасының берілген жылу мөлишеріне тәуелділігінің графиктері бірдей болады.

Жылуберілу тоқтатылғаннан кейін бу температурасы төмендейді, 46-суреттегі графиктің  $AB$  бөлігі. 100 °C кезінде бу конденсацияланады. Бу сұйыққа айналғанға дейін қайнау температурасы тұрақты болып қала береді ( $BC$  бөлігі). Істық су сүйе, қоршаған ортаның температурасына жетеді ( $CD$  бөлігі).



45-сурет. Судың қызыу және қайнау графигі



46-сурет. Бұдың конденсациялану және суу графигі

#### V Қайнау және конденсация процесін МКТ негізінде түсіндіру

Қыздырғанда қосымша энергия алған судың молекулалары жылдам қозғала бастайды. Графиктегі (44-сурет) В нүктесіне сәйкес келетін күйде молекулалардың энергиясы қөрші молекулалардың тартылыс күшін жеңіп шығуға жеткілікті болады. Молекулалар сұйықтың тек беткі жағынан ғана емес, сонымен қатар сұйық ішіндегі көпіршіктердің беткі жағынан да бөлініп шыға бастайды. Молекулалардың арақашықтығы алшактайтын және байланыс үзілледі. Бірақ сұйық молекулаларының жылдамдығы мен температурасы өзгермейді.

Газ тәріздес заттың салқындауы молекулалардың қозғалыс жылдамдығы мен энергиясының азаюына алып келеді, молекулалардың арақашықтығы азаяды, бір-бірін тарту күштері өздерін жақын аралықта ұстап тұра алатын дәрежеге жетеді, бу сұйыққа айнала бастайды. Осы кезде қайнау процесінде молекулалардың байланысын бұзыу үшін жұмсалған энергияға тең энергия

бөлініп шығады. Ол конденсация кезінде сұйықта тұрақты температура ұстап тұрады. Бу толығымен сұйыққа айналғаннан кейін энергия жоғалту сұйықтың салқындауына алып келеді.

## VI Қайнау температурасының атмосфералық қысымға тәуелділігі

Сұйық бетіндегі қысымның өзгерісі қайнау температурасының мәніне әсер етеді.

*Қысымның төмендеуі қайнау температурасының төмендеуіне алып келеді.* Сұйықтың бөлме температурасында да қайнауы мүмкін, бұған сұы бар жабық ыдыстың ішіндегі ауаны ауа сорғышпен сорып алу арқылы көз жеткізуге болады (47-сурет). Атмосфералық қысымы төмен тау шынына шығатын альпинистерге судың төмен температурада қайнайтыны және оны 100 °C-ге дейін қызыдыру мүмкін емес екендігі белгілі.

*Қысымды қөбейіту арқылы, керісінше, сұйықтың қайнау температурасын арттыруға болады.* Бу қазанының әрекеті осы құбылысқа негізделген. Оның тығыз жабылған қақпағы қайнап жатқан сұйықтың буланған молекулаларының қоршаған кеңістікке таралуына кедергі келтіреді. Сұйық қызғанда және қайнаганда сұйықтың бетіндегі молекулалар мөлшері артады. Бу қысымы қөбейіп, атмосфералық қысымнан асып түседі. Қысым қөбейгенде қайнау тоқтатылады. Процесті қайтадан жалғастыру үшін сұйық температурасын арттыру керек болады. Өте жоғары температурада тамақ дайындауға аз уақыт кетеді, 48-суретте жылдам қайнататын қазан көрсетілген.

## VII Қайнау процесін техникада қолдану

Қайнау процесі атом реакторларының, реактивті қозғалтқыштардың беткі қабаттарын қарқынды түрде сұыту үшін кеңінен қолданылады. Қайнау ЖЭС бу қазандықтарында, тоңазытқыш техникаларда, әртүрлі химиялық технологияларда, тамақ өнеркәсібінде, тұщытқыш қондырылыштарда кебу бетін арттыру үшін пайдаланылады.



### Өз тәжірибел

47-суретте көрсетілген тәжірибелі жасандар. Суды 70–80 °C-ге дейін қызыдыру үсынылады.



**47-сурет.** Бөлме температурасындағы судың қайнауы



### Жауабы қандай?

Атмосфералық қысым азайғанда қайнау температурасы неліктен төмендейді?

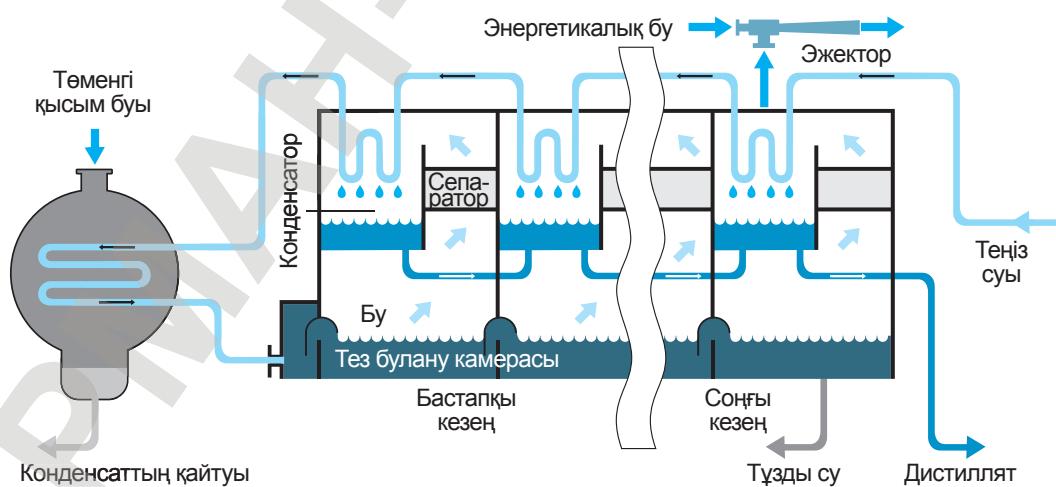


**48-сурет.** Жылдам қайнататын қазан

Маңғыстау облысының Ақтау қаласындағы тұщытқыш қондырғыда тұщыту процесі 75 °С-ге дейінгі төменгі қайнау температураларында қыздыра отырып, көпсатылы дистилляция әдісімен жүргізіледі (49-сурет). Дистилляция жүргізілетін құрылғы буландырығыш деп аталады, ол бірнеше сатыдан тұрады. Эр сатыда температураның біртіндеп бәсендеуі орын алады, булар жартылай конденсацияланып, алынған су ауыз су дайындау үшін қолданылады (50-сурет). Дистилляция әдісімен тазартылған суға жергілікті жерасты кен орнынан өндірілген минералды суды қосады. Буланудан қалған теңіз суын (тұзды суды) Каспий теңізіне жібереді.



49-сурет. Ақтау қаласындағы тұщытқыш қондырғы



50-сурет. Тұщытқыштың көп сатылы буландырығыштары

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІСІ**

Массасы 2 кг, температурасы  $15^{\circ}\text{C}$  суды толығымен бұға айналдыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?

**Берілгені:**

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q_1 - ?$$

$$Q_2 - ?$$

**Шешуі:**

Суды қайнатуға қажетті жылу мөлшерін анықтаймыз:

$$Q_1 = cm_1(t_2 - t_1).$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (100^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}) = 714000 \text{ Дж}.$$

Суды бұға айналдыруға қажетті энергияны мына формула бойынша есептейміз:

$$Q_2 = rm.$$

$$Q_2 = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

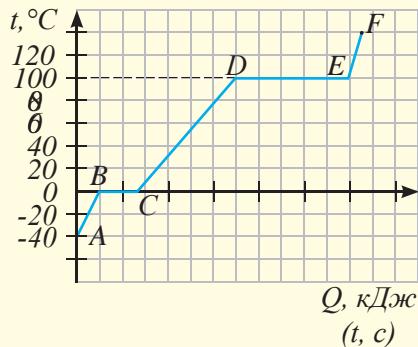
$$Q = Q_1 + Q_2.$$

$$Q = 714000 \text{ Дж} + 4,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 0,714 \cdot 10^6 \text{ Дж} + 4,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = (0,714 + 4,6) \cdot 10^6 \text{ Дж} = 5,314 \cdot 10^6 \text{ Дж} \approx 5,3 \text{ МДж}.$$

**Жауабы:**  $Q = 5,3 \text{ МДж}$ .

**Бақылау сұрақтары**

- Меншікті булану жылуы неге тең? Оның өлшем бірліктері қандай?
- Сүйық қайнау үшін қажет жылу мөлшерін есептеу формуласын атаңдар. Конденсация кезінде заттан бөлінетін жылу мөлшерін қалай анықтайды?
- Сүйық бетіндегі атмосфералық қысымның өзгеруі оның қайнау температурасына қалай әсер етеді?
- 51-суретте қандай жылу процестерінің графигі бейнеленген? Бұл қандай затпен жүріп жатқан процестер? Неліктен графикалтік  $AB$  және  $CD$  бөліктерінің көлбейу бүрыштарында айырмашылық бар?



51-сурет. Жылу процестерінің графигі

5. Қандай құбылысты қайнау процесі деп атайды?
6. Қандай температуралы қайнау температуrasesы деп атайды?
7. МКТ негізінде заттың қайнау процесін қалай түсіндіруге болады?
8. Конденсация кезінде сұйық температуrasesының тұрақтылығын МКТ негізінде қалай түсіндіруге болады?

 **Жаттығу**

9

1. Егер ғарышкер ғарыш кемесінен ашық ғарышқа шығып, суы бар ыдысты ашып жіберсе, не болады?
2. Температуrasesы  $57^{\circ}\text{C}$ , массасы 200 г сынапты буға айналдыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?
3. Қайнау температуrasesында тұрған спиртті буға айналдыру үшін 360 кДж энергия жұмсалды. Буланған спирттің массасын анықтаңдар.
4.  $100^{\circ}\text{C}$  температурадағы 1 кг су буы конденсацияланғанда бөлінген энергияны бере отырып, қандай мөлшердегі суды  $0^{\circ}\text{C}$ -ден  $60^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздыруға болады?
5. Графиктің (51-сурет) әр бөлігінде затпен жүріп жатқан процестерді атаңдар.
6. Температуrasesы  $300^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздырылған глицериннің салқындау графигін салыңдар. Коршаған ортасын температуrasesы  $15^{\circ}\text{C}$ . Графиктегі барлық бөлікті әріптермен белгілеңдер. Әр бөліктегі молекулалардың өзара әрекетін және қозғалысын МКТ негізінде сипаттаңдар. Әр бөліктे 1 кг глицерин үшін бөлінген жылу мөлшерін салыстырыңдар.

 **Жаттығу**

9

1. Қайнау температуrasesындағы 300 г эфир булануы үшін 0,12 МДж энергия жұмсалды. Осы жағдайдағы меншікті булану жылуын табыңдар. Нәтижені кестедегі мәнімен салыстырыңдар.
2.  $-25^{\circ}\text{C}$  температурадағы 2 кг мұз суға, ал су толығымен буға айналуы үшін қанша жылу мөлшері жұмсалады?
3. Сынапты  $-50^{\circ}\text{C}$ -ден  $400^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздырып және  $20^{\circ}\text{C}$  бөлме температуrasesына дейін салқыннатқан кездегі барлық жылулық процестерді график түрінде салыңдар. Графиктегі барлық бөліктерді

әріптермен белгілендер. Әр бөліктегі молекулалардың өзара әрекеттесуін және қозғалысын МКТ негізінде сипаттандар.

4. 1 кг сынапты балқу температурасында балқыту және қайнау температурасында бұға айналдыру үшін жұмсалатын жылу мөлшерін есептендер.

### Эксперименттік тапсырма

Жылдам қайнатқыш қазанда тамақ дайындауға кететін уақыт жай қазанда тамақ жасауға кететін уақыттан қанша есе аз екенін тәжірибе жүзінде анықтап көріндер.

### Шығармашылық тапсырма

«Өнеркәсіpte тәменгі және жоғарғы қысым кезінде қайнату процесін пайдалану» деген тақырыпта хабарлама дайындаңдар.

## II тараудың қорытындысы

| Жылу мөлшерін есептеу формулалары |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Балқу                             | Қайнау          |
| $Q = \lambda m$                   | $Q = rm$        |
| Кристалдану                       | Конденсациялану |
| $Q = -\lambda m$                  | $Q = -rm$       |

### Глоссарий

**Кебу** – сұйықтың бетіндегі булану процесі.

**Қайнау** – қайнау температурасында сұйықтың барлық бөлігінде булану процесінің жүруі.

**Конденсация** – будың сұйыққа айналу процесі.

**Қаныққан бу** – өзінің сұйығымен динамикалық тепе-тендікте тұрған бу.

**Қатаю немесе кристалдану** – заттың сұйық күйден қатты қатты күйге ауысу процесі.

**Булану** – сұйықтың буға айналу құбылысы.

**Балқу** – заттың қатты күйден сұйыққа айналу процесі.

**Қайнау температуры** – сұйықтың қайнау температуры.

**Кристалдану температуры** – заттың қатаятын температуры.

**Балқу температуры** – қатты заттың балқу кезіндегі температуры.

**Меншікті булану жылуы** – қайнау температурасында 1 кг сұйық буға айналуы үшін қажет жылу мөлшеріне тең физикалық шама.

**Меншікті балқу жылуы** – балқу температурасында тұрған 1 кг кристалл деңе толығымен сұйық күйге айналуы үшін жұмсалатын жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама.

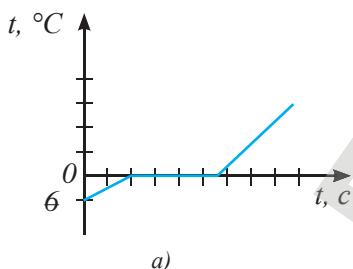
## Физика біздің өмірімізде

### 1. Суды мұздату арқылы тазалау

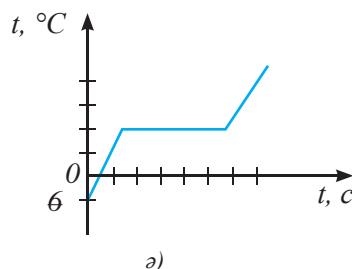
Ауыз су пәтерге тазалау құрылғыларынан өтіп, хлорлаудан кейін су құбырлары арқылы беріледі. Қарапайым су құбыры сүйнен құрамында  $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -де қатып қалатын ауыр су қоспалары бар. Құрамында органикалық байланыстар, улы қоспалар бар су  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурада, ал таза су  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -де қатады. Қату температураларының әртүрлі болуы суды мұздату арқылы тазалауға мүмкіндік береді. Бірінші ауыр судың қатуын күткінде көрсөткіңдер. Оның алғаш процеске қайтада оның тәсілін сұраңыз.

#### Тапсырма

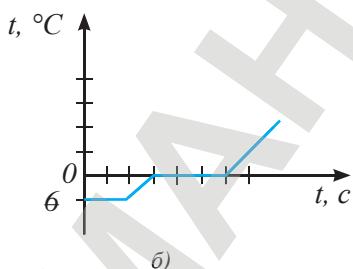
Әкесіне көмектесіп жүрген Әрсен сүы бар шелекті салынып жатқан үйде қалдырды. Түнде ауа температурасы  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін төмендеді. Әрсен таңертең сүйн тәсілін сұраңыз. Оның алғаш процеске қайтада оның тәсілін сұраңыз. Неліктен Әрсен мұзға айналмаған суды тәсілін сұраңыз?



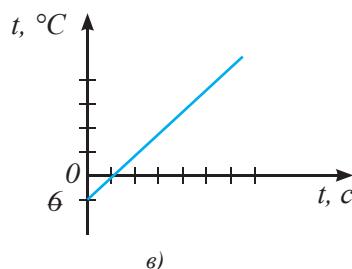
a)



a)



a)



a)

### 2. Бу қазандығы

Өндірісте бу қазандықтары көп мөлшердегі жылу энергиясын алыс қашықтықта беру үшін және пресс, балға сияқты технологиялық қуралдар жұмысы үшін қолданылады. Тұрмыста бу қазандықтары су жүйесіне қарағанда мұқият тығызыдауды қажет ететін бүмен жылдыту жүйелерінде қолданылады. Бүмен

жылыту жүйесінің артықшылығы жылу беру маусымында бүкіл жылыту жүйесіне кедергі келтірмей-ақ, жүйеге белгілі бір тармақтарды қосып, қайта өшіруге мүмкіндік береді. Жүйедегі бұттың температурасы 130 °С-ден 200 °С аралығында болады. Бумен жылыту үшін радиаторлардың аз ғана мөлшері жеткілікті, ал шағын ғимараттарда құбырлардың болуы жеткілікті. Ғимарат қазандық іске қосылғаннан кейін бірнеше минут ішінде жылына бастайды.

Бу қазандықтарының басты кемшілігі – жарылу қауіптілігі, жұмыс жасауды үшін таза су керек, тұнба қазандықтың жылулық тиімділігін төмендетіп, жарылыс қаупін арттырады.

### **Тапсырма**

1. Неліктен бумен жылыту қауіпті және қогамдық орындар мен көп қабатты үйлерде бумен жылыту жүйесін қолдануға тыйым салынған?
2. Температурасты 100 °С және құбырларда толығымен конденсацияланатын бумен жылыту жүйесі су 50 °С-ге дейін салқындастырып сумен жылыту жүйесіне қарағанда қаншалықты тиімді? Су және бу шығындарын бірдей деп алындар.
3. Неліктен бумен жылыту жүйесі қолданылатын өндіріс цехтарында құбырлар төбеге жақын орналасады?

### **3. Бұттігі**

#### **Тапсырма**

1. Интернет желісінің материалдарын пайдаланып, үтік құрылышын зерттеңдер, бу берілу жүйесін зерттеңдер (Қолданыстан шыққан ескі үтікті бөлшектеу ұсынылады).
2. Карапайым үтіктен тігінен үтіктеуге арналған үтіктің айырмашылығын анықтаңдар.

## Бақылау тесті

### 1-нұсқа

- Zаттың қатты күйден сұйық күйге айналу процесі –  
 А) Балқу.  
 В) Сублимация.  
 С) Кристалдану.  
 Д) Кебу.
- Zаттың сұйық күйден қатты күйге айналу температурасы ... деп аталады.  
 А) Кристалдану температурасы.  
 В) Қайнау температурасы.  
 С) Салқындау температурасы.  
 Д) Конденсация температурасы.
- Zаттың қатты сұйық күйге түспей, бірден газ күйіне қөшу процесі –  
 А) Десублимация.  
 В) Сублимация.  
 С) Кристалдану.  
 Д) Конденсация.
- Tұрақты температура кезінде сұйықтың тұтас қолемі бойынша бу түзілу процесі –  
 А) Кебу.  
 В) Буырқану.  
 С) Сублимация.  
 Д) Қайнау.
- Mенишкіті булану жылудының өлшем бірлігі –  
 А)  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .  
 В)  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot K}$ .  
 С)  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .  
 Д) Дж .
- Kебу кезінде сұйықтың ішкі энергиясы ...  
 А) Артады.  
 В) Өзгеріссіз қалады.  
 С) Кемиді.  
 Д) Минималды мәнге дейін кеміп, содан кейін тұрақты болып қалады.
- Sұйықпен динамикалық тепе-тендікте болатын бу –  
 А) Дымқыл.  
 В) Қатты қыздырылған.  
 С) Қанықпаған.  
 Д) Қанықкан.
- Zаттың кристалдану кезіндегі жылу мөлшерін есептей формуласы –  
 А)  $Q = rm$ .  
 В)  $Q = -\lambda m$ .  
 С)  $Q = qm$ .  
 Д)  $Q = cm\Delta t$ .

**2-нұсқа**

- 1. Кристалл заттың сұйық күйге айналу температурасы ... деп аталады.**
  - A) Қызу температурасы.
  - B) Қайнау температурасы.
  - C) Балқу температурасы.
  - D) Конденсация температурасы.
- 2. Заттың сұйық күйден қатты күйге айналу процесі –**
  - A) Кристалдану.
  - B) Қайнау.
  - C) Балқу.
  - D) Сублимация.
- 3. Массасы 1 кг кристалл деңе балқу температурасы кезінде толығымен сұйық күйге айналуы үшін қажет жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама –**
  - A) Меншікті балқу жылуы.
  - B) Меншікті жану жылуы.
  - C) Меншікті булану жылуы.
  - D) Меншікті жылусыйымдылығы.
- 4. Меншікті балқу жылуының өлшем бірлігі –**
  - A)  $\frac{Дж}{кг}$ .
  - B)  $\frac{Дж}{К}$ .
  - C)  $\frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ .
  - D)  $\frac{Дж}{моль \cdot K}$ .
- 5. Меншікті балқу жылуын есептейтін формула –**
  - A)  $\lambda = \frac{m}{Q}$ .
  - B)  $\lambda = \frac{Q}{m}$ .
  - C)  $\lambda = cm(t_2 - t_1)$ .
  - D)  $\lambda = Qm$ .
- 6. Сұйықтың бетінен ғана түзілетін булану –**
  - A) Кристалдану.
  - B) Қайнау.
  - C) Сублимация.
  - D) Кебу.
- 7. Сұйықтың кебу жылдамдығы ... тәуелді.**
  - A) Тек еркін беттің ауданы мен желдің бар болуына.
  - B) Тек температураға.
  - C) Тек заттың тегіне.
  - D) A), B), C) тармақтарында көрсетілген барлық себептерге.
- 8. Сұйықтың қайнау температурасы ... артады.**
  - A) Сұйықтың үстіндегі ауа қысымы азайғанда.
  - B) Сұйықтың үстіндегі ауа қысымы көбейгенде.
  - C) Сұйықтың үстінде ауа болмағанда.
  - D) Іздестің биіктігін азайтқанда.

## III ТАРАУ

# ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ

Термодинамика жылулық құбылыстарды заттардың ішкі құрылышы туралы түсініктерді қолданбай-ақ зерттейді. Термодинамикалық жүйені сипаттайтын негізгі параметрлер: температура, қысым, көлем. Параметрлердің мәні бойынша жүйенің құйін сипаттауға болады.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

- термодинамиканың бірінші заңын түсіндіруді;
- термодинамиканың екінші заңын түсіндіруді;
- жылу мәшинелеріндегі энергияның түрленуін сипаттауды;
- бу турбинасы мен іштен жану қозғалтқышының жұмыс істеу принципін сипаттауды;
- жылулық қозғалтқыштың пайдалы әрекет коэффициентін анықтауды;
- жылу мәшинелерін жетілдіру жолдарын ұсынуды;
- жылу мәшинелерінің қоршаған ортандың экологиялық жағдайына әсерін бағалауды үйренесіндер.

## § 13. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- термодинамиканың бірінші заңын түсіндіре аласыңдар;
- термодинамиканың бірінші заңы жылу процесстері үшін энергияның сақталу заңы болып табылатынын дәлелдей аласыңдар;
- заңды практикалық есептерді шығарғанда қолдана аласыңдар.



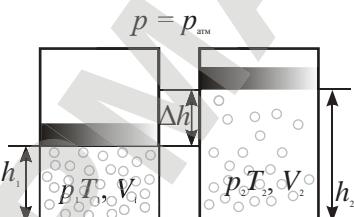
### Жауабы қандай?

- Жылуберілудің қандай үш түрін білесіңдер?
- Жұмыс жасалуы үшін қандай шарттар орындалуы керек?



### Естерінде түсіріндер!

Жылу мөлшері – бір денеден екіншіденеге энергияның берілу өлшемі. Жұмыс – бір энергия түрінің екінші энергия түріне айналу өлшемі.



**52-сурет.** Газды (буды) қыздырында, ол жұмыс жасайды

### I Термодинамиканың бірінші заңы

Дененің ішкі энергиясын өзгертудің екі тәсілі бар: жылуберілу және сыртқы құштердің әсерінен механикалық жұмыс жасау. Егер деңенің ішкі энергиясы бір уақытта екі тәсілмен де өзгерсе, онда бұл үдеріс үшін энергияның сақталу заңы мына түрге келеді:

$$\Delta U = Q + A'$$

Мұндағы  $\Delta U$  – ішкі энергияның өзгерісі,  $Q$  – жылу мөлшері,  $A'$  – сыртқы құштердің жұмысы.

**Бір қүйден екінші бір қүйге ауысқан**  
дененің ішкі энергиясының өзгерісі де-  
неге берілген жылу мөлшері мен сыртқы  
құштердің істеген жұмысының қосынды-  
ларына тең.

Жылу құбылыстары үшін энергияның сақ-  
талу заңы *термодинамиканың бірінші заңы* деп  
аталады.

### II Газдың және будың жұмысы

Қатты денелер мен сұйықтарға қарағанда, газ (бу) берілген көлемге толық таралады. Газды (буды) қыздырысқа, оның молекулаларының қозғалыс жылдамдығы артады, ыдыс қабырғасына жасалатын соққылар саны және соққы құші көбейеді, демек, газдың қысымы артады. Қызған газ ыдыстың жылжымалы қабырғасын, мысалы, цилиндр поршенин қозғалта алады (52-сурет). Газ механикалық жұмыс жасайды. Газдың жұмысын анықтайық:  $A = F_k \cdot \Delta h$ , мұндағы  $F_k$  – газдың қысым құші,  $\Delta h$  – поршеньнің орын ауыстыруы.

Газдың қысым құшін түсірілген газ қысы-  
мының поршень бетінің ауданына көбейтіндісі  
түрінде жазсақ:  $F_k = pS$ . Осыдан,  $A = pS\Delta h$ .

Алынған тенденциянан  $S\Delta h = \Delta V$ , мұндағы  $\Delta V$  – газ көлемінің өзгеруі, сонда:

$$A = p \cdot \Delta V.$$

Жылжымалы поршень бекітілмегендіктен, цилиндрдің сыртқы және ішкі қысымы бірдей болады. Демек, поршеньге сыртынан және ішінен әсер ететін қысым құштері де тең болады. Сондықтан сыртқы құштердің жұмысы, қысым құштері қарама-қарсы бағытталғандықтан, қарама-қарсы таңбалы газ жұмысының мәніне тең болады:

$$A' = -A.$$

Алынған тенденциді орындарына қойсақ, термодинамиканың бірінші заңы мына түрге келеді:

$$Q = \Delta U + A.$$

**Газға берілген жылу мөлшері оның ішкі энергиясының өзгерісіне және оның механикалық жұмыс атқаруына жұмсалады.**

### III Термодинамиканың бірінші заңы және бірінші ретті мәңгі қозғалтқыш

XX ғасырдың басында мәңгі қозғалтқыштарды жасауға алғашқы талпыныстар жасалды. Лос-Анджелес қаласында жарнама үшін қозғалатын шарлары бар жалған мәңгі қозғалтқыш орнатылды. *Мәңгі қозғалтқыш – отын немесе басқа энергия қорын жұмсамай-ақ механикалық жұмыс жасаій алатын қозғалтқыш* (53-сурет). Жылу мәшинелерінде жұмыс қыздырығыштың жылу энергиясының арқасында атқарылады. Демек, мәңгі қозғалтқыш ешқандай жылу энергиясын шығындаудай-ақ жұмыс жасауы керек:  $Q = 0$ .

Термодинамиканың бірінші заңы негізінде бұл үдеріс үшін

$$\Delta U + A = 0 \text{ немесе } A = -\Delta U.$$

Бұл қозғалтқыш құрылғының ішкі энергиясының есебінен механикалық жұмыс атқарады дегенді білдіреді. Газдың ішкі энергиясының үздіксіз төмендей беруі мүмкін емес, қозғалтқыш жұмыс жасаудың тоқтатады. Термодинамиканың бірінші заңы бірінші ретті мәңгі қозғалтқыш болмайды дегенге алып келеді.



53-сурет. Мәңгі қозғалтқыштың моделі

#### Есте сақтандар!

Газдың сыртқы ортамен жылу алмасусызы бір күйден екінші күйге өтуі адиабаттық үдеріс деп аталады. Табиғаттағы адиабаттық үдеріске мысал: атмосфераның үстіндегі қабаттарында ауаның көтеріліп келе жатқан ағындарының бұлттар түзе отырып кеңеюі.

**Жауабы қандай?**

- Неліктен бірінші ретті мәңгі қозғалтқыш жасау мүмкін емес?
- Неліктен газдың жұмысы мен сыртқы күштер жұмысының мәндері тең, бірақ таңбалары қарама-қарсы?
- Не себепті реактивті қозғалтқышы бар ұшақ ұшқанда, оның артында із қалып отырады?
- Неліктен сығу кезінде газ қызады?

**Бақылау сұрақтары**

- Термодинамиканың бірінші заңын тұжырымдандар.
- Газдың жұмысын қалай анықтайдай?
- Қандай жағдайда жылу мөлшері мен ішкі энергия өзгерісінің мәндері тең болады?

**Жаттығу****10**

- 2 МПа түрақты қысымда 2 л-ден 12 л-ге дейін көлемі ұлғайған газ қандай жұмыс жасайды?
- Ұлғауы кезінде 4400 Дж жұмыс жасаған сутекке қанша жылу мөлшері берілген? Сутектің ішкі энергиясы өзгерген жоқ.

**Жаттығу****10**

- 0,3 м<sup>3</sup>-тен 600 л-ге дейін көлемі ұлғайған газ 400 Дж жұмыс жасаған. Егер ол жұмыс жасау кезінде өзгермеген болса, газдың қысымы қаншаға тең болған?
- Адиабаттық үдеріс кезінде газ 10 Дж жұмыс жасаған. Оның ішкі энергиясы қандай шамаға өзгерген?

**Шығармашылық тапсырма**

«Бірінші ретті мәңгі қозғалтқыштың ұлғілері» тақырыбында хабарлама дайындаңдар.

## § 14. Жылу процесінің қайтымсыздығы, термодинамиканың екінші заңы

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- табиғаттағы қайтымсыз процестерді атап аласыңдар;
- термодинамиканың екінші заңын түсіндіре аласыңдар;
- термодинамиканың екінші заңын табиғат құбылыстарын түсіндіру үшін пайдалана аласыңдар.



**Уильям Томсон, лорд Кельвин (1824–1907)** – британдық физик және механик.

Термодинамика, механика, электродинамика салаларындағы еңбектерімен белгілі. Ол теориялық белімді практикада пайдалануды дамытуға үлкен үлес қосқан. Бірінші трансатлантикалық кабельдерді жүргізу кезінде бас ғылыми кенесші болған.

Бірқатар дәл өлшейтін аспаптарды құрастырып шығарған.

### I Жылу процестерінің қайтымсыздығы. Термодинамиканың екінші заңы

Табиғаттағы көптеген процестер қайтымсыз. Жылуберілу кезінде энергия қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге беріледі. Жерге құлайтын денениң механикалық энергиясы ішкі энергияға айналады. Бұл процестер табиғатта өздігінен кері қайтпайды, олар қайтымсыз. Термодинамиканың екінші заңы жылу процестерінің бағытын қарастырады. Ол тәжірибелерге және табиғатта болып жатқан құбылыстарға негізделіп тұжырымдалған. Заң жылу құбылыстарының қайтымсыздығын және олардың бір бағытта жүретінін білдіреді. Термодинамиканың екінші заңы туралы ғалымдар жасаған бірнеше анықтамалар бар. Біз екі ғалымның пікіріне тоқталайық.

В.Томсонның қорытындысы бойынша:

**Жеке бөлініп алынған энергия көзінің салқындауының арқасында үздіксіз жұмыс жасау мүмкін емес.**

Клаузиустың анықтамасы:

**Температурасы төмен денеден температурасы жоғары денеге жылу берілуі мүмкін емес.**

Томсон тұжырымдаған термодинамиканың екінші заңы бір ғана энергия көзінен алынған энергия есебінен механикалық жұмыс атқаратын екінші ретті мәнгі қозғалтқыш жасау мүмкін емес екенін түсіндіреді.

### II Қазіргі заман физикасындағы термодинамиканың рөлі

Екінші ретті мәнгі қозғалтқыш жасау мүмкін еместігі туралы тұжырым жасағаннан кейін, 1852 жылы В.Томсон Әлемнің «жылулық өлімі» тұжырымдамасына тоқталды.

«Жылулық өлім» – термодинамиканың термині, ол кез келген тұйықталған термодинамикалық жүйенің энергиясының барлық түрі жылу энергиясына ауысатын соңғы күйін білдіреді.

Томсонның пікірі бойынша, әлемде механикалық энергияның жылу энергиясына айналу үрдісі бар. Болашақта термодинамикалық тепе-тен-діктің арқасында барлық денелердің температуралары бір мәнге ие болады, сондықтан барлық процестер токтайды. Бұндай қорытындыға келгендердің арасында Клаузиус та бар еді. «Жылулық өлім» тұжырымдамасының қарсыластары Д. Максвелл, Л. Больцман болды, олар термодинамиканың екінші заңының қолданылу аймағы шектеулі, ол тек тұйықталған жүйелерге қолданылады, әлем бұған жатпайды деген тұжырымға келді. Томсон мен Клаузиустың әлемнің «жылулық өлімі» туралы тұжырымы бірқатар ғалымдардың – Эйнштейн, Фридман, Гамовтың әлемнің эволюциясы туралы ғылыми еңбектеріне және оны дамыту моделін жасауға бастау болды.

Термодинамиканың негізгі заңдары қазіргі заман физикасында Жердегі және бүкіл Әлемдегі жылу процестерін зерттеуде негізгі және басты рөл атқарады.

### III Шолпан, Марс және Айдағы термодинамикалық жағдайлар

Жүйенің күйін сипаттайтын параметрлерді *термодинамикалық параметрлер деп атайды*. Оларға көлем, температура және қысым жатады. Құн жүйесіндегі Жерге жақын аспан денелеріндегі соңғы зерттеу нәтижелерін көлтірейік.

**1. Ай.** Айдың бетінде әртүрлі пішіндегі қара дақтар көрінеді. XVII ғасырдан бастап Айда су бар деген болжаммен бұл дақтарды теңіздер, ал жарығырақ дақтарды құрғақ жер деп атады. 1753 жылы хорват астрономы Руджер Бошкович Айда атмосфераның жоқ екенін дәлелдеді, демек, теңіздердің де болуы мүмкін емес. Атмосфера болмаса, теңіздер буланып кетеді (54-сурет). Атмосфераның жоқтығынан күндіз Айдың беті 120–130 °C-ге дейін қызады. Тұнде –150 °C-ге дейін салқындейды. Температураның кенеттен бұлай құбылуы айдың бір тәулігінің ұзақтығы жердегі 29,5 тәулікке тең екендігімен түсіндіріледі.



#### Тапсырма

1. Табиғаттағы қайтымсыз процестерге мысал келтіріңдер.
2. Өздерің көлтірген мысалдар термодинамиканың бірінші заңына қашып келмейтіндігін дәлелдендер.



#### Жауабы қандай?

1. Әлемнің «жылулық өлімі» мәселесінің көтепрілүү неліктен теріс?
2. Неліктен Құн жүйесіндегі планеталардың термодинамикалық параметрлеріндегі айырмашылық бар?
3. Не себепті планеталардың түн жағындағы температурасы оның құн жағындағы температурасынан төмен? Бұл жағдай қай ғаламшарда орындалмайды? Не себепті?

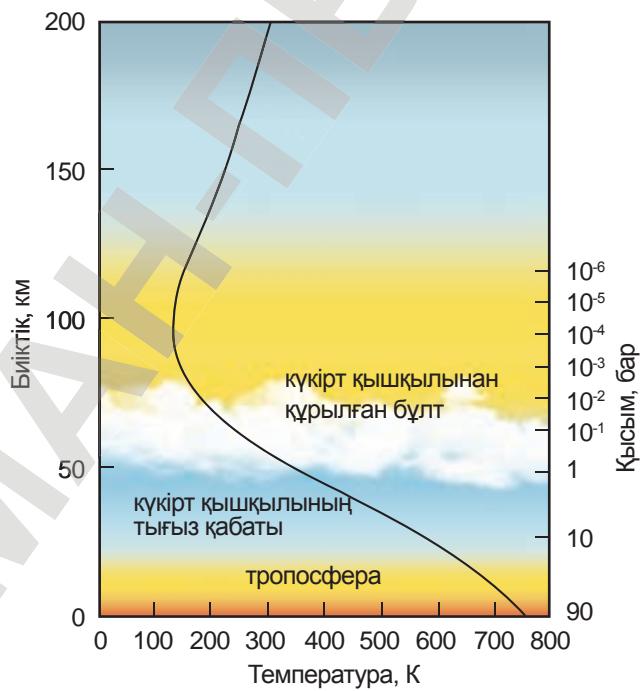
**2. Шолпан.** Ең тығыз атмосфера Шолпанда (55-сурет). Оның құрамында 96% көмірқышқыл газы және 4% азот бар. Оның бетіндегі қысым Жердегі атмосфералық қысымнан 90 есе көп. Бұлттары 80%-дық күкірт қышқылының ерітіндісінен тұрады, олар планетаны тығыз орап жатыр. Шолпанның газ қабықшасы – орасан зор оқшаулағыш. Шолпан бетіндегі температура 460 °C-ден 470 °C-ге дейін жетеді және тәуліктің қай уақыты екендігіне еш тәуелді емес (56-сурет).



54-сурет. Айда атмосфера жоқ



55-сурет. Шолпанның бетін атмосфераның тығызы қабаттары бүркемелейді



56-сурет. Шолпанның атмосферасында биіктеген сайын қысым мен температуралың өзгеруі

**3. Марс.** Марстың атмосферасы сирек, оның бетіндегі қысым Жердің атмосфералық қысымының 0,006-сын ғана құрайды (57-сурет). Оның құрамының 90%-ы көмірқышқыл газы, тек 4%-ы ғана азот пен аргонға тиесілі. Оттегі және су буы 1%-дан төмен. Марстағы орташа температура  $-40^{\circ}\text{C}$ . Жазда планетаның күндізгі беті  $20^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қызады. Қыста ая  $-125^{\circ}\text{C}$ -ге дейін салқындейды. Сиретілген атмосфера жылуды ұстап тұра алмайды. Атмосферада су буы өте аз, бірақ қысым мен температура төмендегендеге, ол қанығуға жақын күйде болады да, бұлтқа айналады. Күннің сұық уақыттарында ойпаттарын тұман басады. 1979 жылы қыста «Викинг-2» қону аймағында жұқа қабатты қар жауған. Фалымдар полюстық аумақтардағы қалпақшаларды зерттеді. Олар негізінен қатты күйдегі көмірқышқыл газы – «құрғақ мұздан» тұрады.



**57-сурет.** Марстың сиретілген атмосферасы

### Бақылау сұрақтары

1. Термодинамиканың екінші заңын тұжырымдаңдар.
2. Неліктен екінші ретті мәңгі қозғалтқыш жасау мүмкін емес?
3. Термодинамикалық параметрлерге қандай шамалар жатады?

### Шығармашылық тапсырма

1. «Екінші ретті мәңгі қозғалтқыш үлгілерінің құрылышы мен жұмыс істеу принципі» деген тақырыпта хабарлама дайындаңдар.
2. Құн жүйесіндегі планеталардың термодинамикалық параметрлеріне салыстырмалы талдау жүргізіңдер. Қай планетада тірі ағзалар болуы мүмкін?

## § 15. Жылулық қозғалтқыштар

### Күтілетін нәтиже

Парарафты оқып сендер:

- жылу мәшинелеріндегі энергияның түрленуін сипаттай аласыңдар;
- бу турбинасы мен іштен жану қозғалтқышының жұмыс істеу принципін сипаттай аласыңдар.

### I Жылулық қозғалтқыш

#### және оның жұмыс істеу принципі

Жылулық қозғалтқыштар газдың ішкі энергиясының бір бөлігін механикалық энергияға айналдырады. Оларда қызған газдың көлемі ұлғайған кезде жұмыс жасау қабілеті колданылады. Қозғалтқыштағы газды жұмыстық дene деп атау келісілген. Газдан басқа жұмыстық дene ретінде буды қолданады. Барлық жылулық қозғалтқыштар қыздырғыштан, сұытқыштан және жұмыстық дeneден тұрады (58-сурет). Қыздырғышпен жанасқанда жұмыстық дeneнің ішкі энергиясы артады. Сұытқышпен түйіскенде жұмыстық дene суиды және сыйылады. Осылайша, қыздырғышпен және сұытқышпен жылу алмасу кезіндегі жұмыстық дeneнің ұлғаюы және сыйылуы нәтижесінде жылулық қозғалтқыш жұмыс жасайды.



58-сурет. Жылулық қозғалтқыштың негізгі бөліктері

**Жылулық қозғалтқыш – газдың немесе будың ішкі энергиясын механикалық энергияға айналдыруға арналған құрылғы.**

### II Жылулық қозғалтқыштардың түрлері

Жылулық қозғалтқыштардың құрылышы әртүрлі. Қозғалтқыштар поршеньді және турбиналы болады. Поршеньді қозғалтқыштарда газ цилиндр ішіндегі поршеньді қозғалысқа келтіреді, ал турбиналы қозғалтқыштарда оське бекітілген диск қозғалысқа келтіріледі.

Жанармайдың жану камerasының орналасуына байланысты қозғалтқыштарды іштеп және сырттан жану қозғалтқыштары деп бөледі. Егер жанармай цилиндрдің ішінде жанатын болса, онда қозғалтқыш іштеп жану қозғалтқышты деп аталады (59-сурет). Бұндай қозғалтқыштарға бензинді қозғалтқыштар, дизель, реактивті қозғалтқыштар, газ турбиналары мысал бола алады. Сырттан жану қозғалтқыштарында жанармай цилиндрдің сыртында жанады. Мұндай қозғалтқыштарға бу мәшинесі, бу турбиналары жатады (60-сурет).



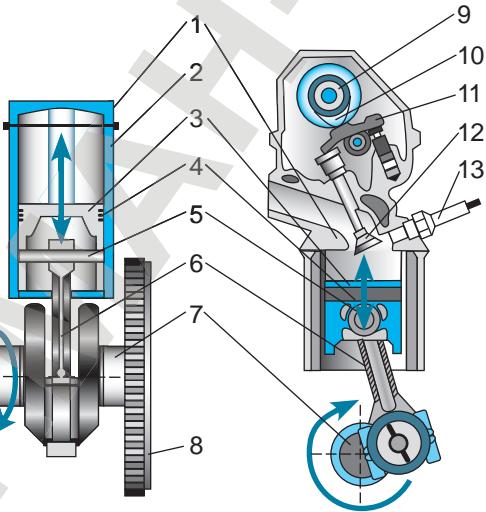
59-сурет. Поршеньді іштеп жасу қозгалтқышы



60-сурет. Турбиналы қозгалтқышы

### III Төрт тaktілі бензинді қозғалтқыштың құрылышы

Бензинді қозғалтқыштың негізгі бөлігі (61-сурет) – ішінде газ қысымының әсерінен қозгалатын поршні (3) бар цилиндр (2). Поршнеге серіппелі сақиналар (4) бекітілген. Поршеньді орамдар жанаармай жанғанда түзілген газдың поршненің сыртқы жағына шығып кетуіне кедергі келтіріп тұрады. Поршень шатунмен (6) металл өзек (стержень) – саусақ арқылы (5) жалғасқан. Шатун поршненің қозғалысын иінді білікке (7) береді. Білік біркелкі айналу үшін оған сермер (маховик) (8) бекітіледі. Цилиндр басында (1) екі клапан (12) орналасқан. Оның біреуіне карбюратордан жанаармай қоспасы беріледі, екіншісінен пайдаланылған газ шығарылады. Клапандар үlestіруші біліктен (9), жұдырықшадан (10) және інтіректен (рычаг) (11) тұратын бөлгіш құрылғысының көмегімен ашылады. Жанаармай тұтандыру білтесінен (13) шыққан ұшқыннан жана бастайды.



#### Тапсырма

61-суретті пайдалана отырып, ІЖК-ның негізгі бөліктерін атаңдар.

61-сурет. Іштеп жасу қозғалтқышының (ІЖК) құрылышы

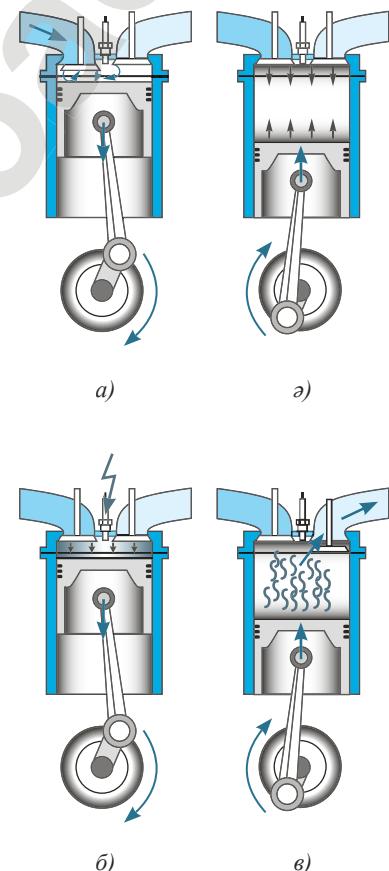
#### IV Төрт тaktілі іштен жану қозғалтқышының жұмысы

Бензинді қозғалтқыштардың жұмысы мынадай тектілерден құрылған циклден тұрады: енгізу, сыву, жұмыс жүрісі және шығару (62-сурет). Тект поршеньнің бір жүрісіндегі орындалады. Поршень жүрісі – цилиндрдегі поршеньнің ең шеткі орындары – олі нүктелері арасындағы қашықтық. Бірінші тект басталғанда енгізу клапаны ашылады, поршень төмен тусіп, жанармай қоспасын сорып алады (62, а) сурет).

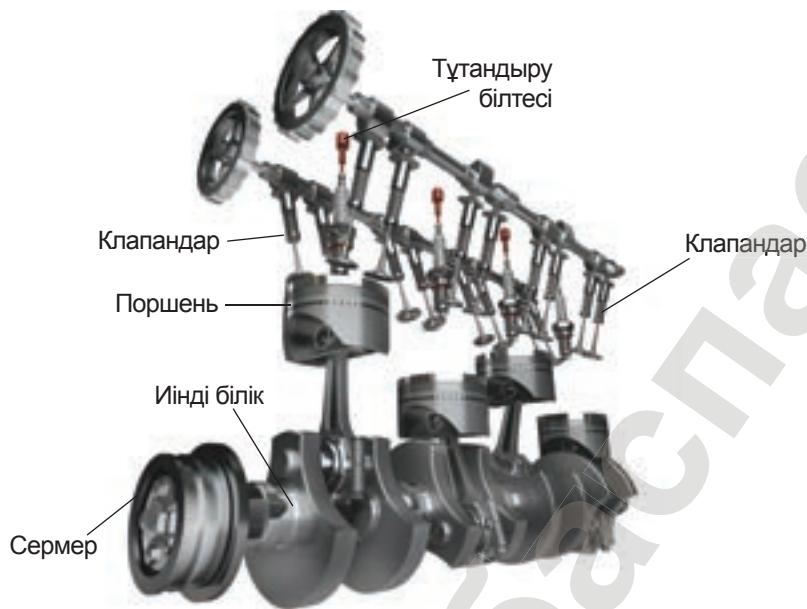
Сыву тектісіне 62, ә) сурет сәйкес келеді. Енгізу клапаны жабылады, поршень жоғары қозғала отырып, жанармай қоспасын сыйгады. Сығылған кезде қоспа қыздады. Поршень өз қозғалысының ең жоғары нүктесіне көтерілгенде, электродтар арасындағы білтеде үшқын пайда болады да, жанармай жана бастайды.

Жанармай қоспасы жанған кезде температурасы 1600–1800 °C-ге дейін жететін газдар түзіледі. Олар поршеньді төмен итеріп, механикалық жұмыс атқарады (62, б) сурет). Газдар көлемі үлкейгенде салқындауды, цилиндрдегі қысым төмендейді. Үшінші тектінің соңында, поршень ең төменгі нүктеге түскен кезде, шығару клапаны ашылады, жаңып біткен жанармай қоспасының қалдықтары дыбыстыншықтырығыш арқылы атмосфераға шығарылады, осылайша төртінші тект аяқталады (62, в) сурет).

Қозғалтқыштың төрт тектісінің ішінде үшінші тект қана жұмыс атқарады, сол үшін үшінші тектінің жұмыстық жүрісі деп атайды. Қозғалтқыштың поршени қалған текті кезінде сермердің кинетикалық энергиясының арқасында қозғалады. Бірцилиндрлі қозғалтқыштарды негізінен мотоциклдерге орнатады. Автокөліктеде көбінесе 4, 6 немесе 8 цилиндрлі қозғалтқыштар орнатылады. 12-цилиндрлі және 16-цилиндрлі қозғалтқыштар да бар. Цилиндрлердің поршеньдерінің барлығы бір інді білікке жалғанған, олардың әрқайсысы төрт-тектілі цикл бойынша өз бетімен жұмыс атқарады. Поршеньдердің циклі бір-біріне қатысты бір тектіге жылжып отырады, сондықтан барлық поршеньдердің бірлескен жұмысы автокөліктің бірқалыпты жүрісін қамтамасыз етеді (63-сурет).



**62-сурет.** Іштен жану қозғалтқышындағы төрт тект: а) енгізу, ә) сыву, б) жұмыс жүрісі, в) шығару



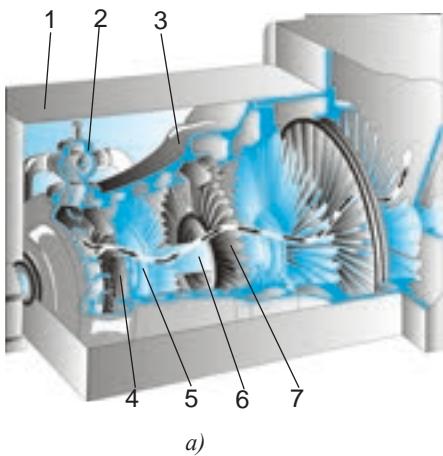
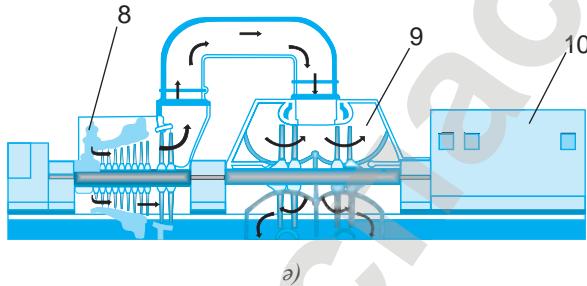
**63-сурет.** Төртцилиндрлі ІЖК құрылышының сұлбасы

## V Бу турбиналары

Бу турбинасы қозғалмайтын цилиндр пішінді корпустан (1) тұрады, оның ішінде иілген қалақшалары бар диск (5) бекітілген білік (6) орналасқан (64, а) сурет). Турбинаның қозғалмалы бөлігі *rotor*, ал қозғалмайтын бөлігі (3) *статор* деп аталады. Статордың бағытталған қалақшалары (7) болады. Жоғары қысымдағы бу шүмек (сопло) (4) және бу тасымалдағыш (2) арқылы бу қазандығынан бу турбинасына беріледі. Шүмектен шықкан бу жұмыс қалақшаларына қысым түсіріп, білікті айналымға келтіреді. Бу көлемі үлкейетін болғандықтан, әрбір келесі дисктің диаметрі және қалақшаларының көлемдері алдыңғыға қарағанда үлкен болады. Жұмыс қалақшаларының әр қатарын *turbina satысы* деп, ал турбинаның өзін *көпсатылы* деп атайды. Турбинаның ПЭК-ін көтеру үшін жоғары қысымды (8) және төмен қысымды (9) цилиндрлер жасалады (64, ә) сурет). Турбина арқылы өткен бу салқындан, конденсаторда суға айналады, содан соң бу қазандығына қайта оралады. Бу турбиналары электр тогы генераторларын (10) қозғалысқа келтіру үшін атом және жылу электростансыларында кеңінен қолданылады.

### Жауабы қандай?

- Неліктен бір цилиндрлі қозғалтқыштың сермері төрт цилиндрлі қозғалтқыштың сермерінен үлкен?
- Неліктен атыс қаруын іштеп жану қозғалтқышы ретінде қарастыруға болады?

*a)**б)*

**64-сурет.** а) бұтурбинасының құрылышы;  
б) турбинаның генератор роторын қозғалысқа келтіруі

### Бақылау сұрақтары

- Жылулық қозғалтқыш дегеніміз не? Қозғалтқыштардың қандай түрлерін білеңдер?
- Жылулық қозғалтқыштың жұмыс істеу принципі қандай?
- Іштен жану қозғалтқышының әр тектісінде қандай процестер орын алады?
- Электр энергиясын өндіруге арналған жылу мәшинесінің қай түрі кеңінен қолданысқа ие болды?

### Эксперименттік тапсырма

Бу қозғалтқышының үлгісін жасандар. Оны қозғалысқа келтіріп, сынап көріндер.

### Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптардың бірін таңдап, презентация-хабарлама дайындаңдар:

- Жылу мәшинелерінің тарихынан.
- Стирлинг қозғалтқышы.
- Газ турбиналары мен реактивті қозғалтқыштар.
- Теңіз жануарларының реактивті қозғалысы: медуза, кальмар, сегізаяқ.

## § 16. Жылулық қозғалтқыштың ПӘК-і

### Күтілетін нәтиже

Парарафты оқып сендер:

- жылулық қозғалтқыштың пайдалы әрекет коеффициентін анықтай аласыңдар;
- жылу мәшинелерін жетілдірудің жолдарын ұсына аласыңдар.

### Бұл қызық!

| Жасалған жылды | Жылулық қозғалтқыш түрлері | ПӘК, % |
|----------------|----------------------------|--------|
| 1784           | Уаттың бу мәшинесі         | 2      |
| 1878           | Оттоның ІЖК                | 22     |
| 1892           | Дизелдің ІЖК               | 44     |



**Сади Карно (1796–1832)** – француз физигі және математигі. «Оттың қозғалтқыш күші мен осы күшті дамытатын мәшинелер туралы ойлар» атты жұмыстың авторы. Ол «идеал жылулық мәшинелер» үғымын енгізді.

### I Жылулық қозғалтқыштардың ПӘК-і

Барлық жылулық қозғалтқыштарда қыздырығыш, жұмыстық дene және суытқыш болады (58-сурет, §15). Қыздырығыш жұмыстық денеге энергия  $Q_1$  береді. Ишкі энергиясы артқан жұмыстық дene механикалық жұмыс  $A$  атқарады. Жұмыстық дene механикалық энергияға айналдыра алмаған энергияның бөлігі  $Q_2$  суытқышқа беріледі.  $Q_1$  және  $Q_2$  мәндері белгілі болғанда газдың атқарған жұмысы осы шамалардың айырымына тең болады:

$$A = Q_1 - Q_2.$$

Жылу мәшинелері жылу энергиясын механикалық энергияға айналдыру үшін жасалған, мәшиненің тиімділігі пайдалы әрекет коеффициентімен анықталады.

**Жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коеффициенті – қыздырығыштан алынған энергияның қанша бөлігі механикалық энергияға айналатынын көрсететін физикалық шама.**

Демек,

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$$

$$\text{немесе } \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%; \quad \eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \cdot 100\%.$$

мұндағы  $\eta$  – пайдалы әрекет коеффициенті.

Ең алғашқы бу мәшинелерінің ПӘК-і өте төмен болды, ол 2% болатын.

### II Идеал жылулық мәшиненің ПӘК-і

Инженер-конструкторлар жылу мәшинелерінің пайдалы әрекет коеффициенттерін артыруға тырысты. Француз физигі **Сади Карно**

жүргізген зерттеулерінің нәтижесінде идеал жылулық мәшиненің ПӘК-і төмендегідей мәннен аса алмайды деген қорытындыға келді:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$$

мұндағы  $T_1$  – кельвинмен берілген қыздырғыштың температурасы,  $T_2$  – кельвинмен берілген сұытқыштың температурасы.

*Идеал жылулық мәшине* – жүргізілген жұмыс пен берілген және шығарылған жылу мөлшерінің айырымы тең болатын мәшине. Басқа денелермен жылу алмасу болмайды.

Алынған формуладан мынадай қорытынды шығады: мәшиненің ПӘК-і мына екі шарттың біреуі орындалған кезде ғана 100%-ға тең болады:

- 1) сұытқыштың температурасы абсолют нөлге тең болуы керек;
- 2) қыздырғыштың температурасы сұытқыштың температурасынан әлденеше есе үлкен болуы керек.

Егер бірінші шарт орындалған болса:  $T_2 = 0$ , онда ПӘК 100% мәнге ие болады:  $\eta = \frac{T_1}{T_1} \cdot 100\% = 100\%$ . Бірақ сұытқыштың температурасы нөлге тең бола алмайды. Жылу мәшинесі түйік циклде жұмыс жасайды. Демек, жұмыстық дene әр цикл сайын бастапқы температурасының мәнін қабылдау үшін сұытқышқа энергия беріп отырады, онда сұытқыш қызуы керек. Салқыннатқыш қоспалар атмосфералық ауамен жылулық тепе-тендікте болатындықтан, сұытқыш температурасының мәні шамамен 300 К болады.

Екінші шарт бойынша қыздырғыш температурасын өте үлкен мәнге көтеру керек, ал бұл мүлдем мүмкін емес. Қыздырғыштың температурасы қозғалтқыш дайындалған металдың балқу температурасымен шектелген. Есептеулер идеал жылулық мәшиненің ПӘК-інің максимал мәні шамамен 70% болатынын көрсетті. Шынайы өмірде жылу мәшинелерінің ПӘК-інің мәні шамамен 45%-ға жетеді.

### III Жылулық қозғалтқыштарын жетілдіру жолдары

Қалалар мен өнеркәсіп орталықтарында автокөліктің атмосфераны ластаудағы үлесі 70%-ға жетіп отыр. Бұл күрделі экологиялық проблемаға айналуда. Автокөлік қозғалтқыштарын жетілдіру қазіргі өзекті мәселелердің бірі болып тұр. Ишten жану қозғалтқыштарын жетілдіру үшін олардың қуатын арттыру керек, көлемі мен массасын кішірейтіп, жаңа конструкциялар жасау керек.



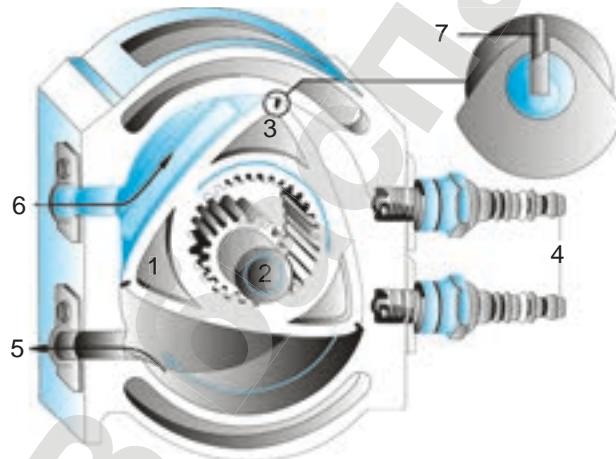
#### Жауабы қандай?

1. Идеал мәшиненің ПӘК-і неге 70%-дан аспайды?
2. Шынайы мәшиненің ПӘК-і неге идеал мәшиненің ПӘК-інен төмен?

**1. Ванкель қозғалтқышы.** 1957 жылы неміс инженері Ф.Ванкель роторлы-поршеньді қозғалтқыштар жасап шығарған (65-сурет). Қозғалтқышта айналмалы поршень (1) қолданылады (66-сурет). Ротор ерекше формадағы цилиндрге (3) ұқсас айналады және иінді білктің (2) айналуына алып келеді. Ротор және цилиндр арасындағы саңылаулар орақ тәрізді үш жану камерасын түзеді. Әрбір камерада поршені бар төрт тактілі іштен жану қозғалтқыштарында болатын қарапайым іштен жану процестері жүреді.



65-сурет. Ванкель қозғалтқышы



66-сурет. Ванкель қозғалтқышының құрылышы

Ротордың қозғалысы кезінде енгізу саңылауы (6) арқылы камераада сығылатын ауа-бензин қоспасы сорылып алынады. Тұтандыру білтесінің (4) ұшқыны қоспаны жағады, роторды итеретін газ көлемі ұлғаяды. Содан соң пайдаланылған газ шығару саңылауы (5) арқылы сыртқа шығады, осы үдеріс қайталана береді. Ротордың шығыс жақтарында ауа-отын қоспасын сорып алатын және оны сыйатын вакуум жасау үшін қажет герметизаторлар (7) орнатылады. Бұндай қозғалтқыштың техникалық артықшылығы – жоғары «еңбек өнімділігі». «Бұрку, сығу, тұтану, шығару» цикліне сәйкес келетін ротордың толық бір айналымында шығыс білігі үш толық айналым жасайды. 1957 жылғы роторлы қозғалтқыштардың бірінші сәтті демонстрациясынан кейін-ақ, жаңа технологияға лицензияны бүкіл әлемдегі жүзге жуық компаниялар иемденді, олардың арасында Rolls-Royce, Porsche, BMW және Ford сияқты ірі компаниялар да болды. Роторлы қозғалтқыштарды катерлерге, қарда жүретін техникаға және женіл ұшақтарға орната бастады. Қазіргі кездегі роторлы-поршеньді қозғалтқыштар сенімділік, шығарылған газдағы улы заттар көрсеткіші бойынша және отынды пайдалану жағынан әлемдік стандарттарға толығымен сәйкес келеді.

**2. Дизель.** Қоршаған ортасың ластануын азайтудың және қозғалтқыштың қуаттылығын арттырудың бір жолы – дизельді қолдануға көшу. Дизель отынына қорғасын қосындылары қосылмайды. Дизель ауага газдар мен улы

заттарды бөлу жағынан үшқынды тұтандырығышы бар бензинді қозғалтқыштармен салыстырғанда екі есеп таза. Дизельде жанғыш қоспалардың өздігінен жануы жоғары қысым мен жоғары температурада орындалады. Жанармайдың жануы кезінде температура 2200 К-ге дейін, қысым 6–10 атмосфералық қысымға дейін артады. Бұл дизель отынының басқаларға қарағанда толық жануын, ПӘК-тің артуын қамтамасыз етеді. Дизельдің ең басты артықшылықтарының бірі – биоотын қолдану мүмкіндігі. Ол ағып кетсе де, қоршаған ортаға зиянын тигізбей, тоғызымен биологиялық ыдырауға туседі.

**3. Болашақ қозғалтқышы.** Бензинді қозғалтқыштың орнына аккумулятордан қуатталатын электрқозғалтқыштар қолданылатын электр көліктерін жасап шығару мен сынақтан өткізу жолға қойылуда. Аккумулятор ток көзінен (67-сурет) немесе күн батареяларынан зарядталады. 68-суретте 2017 жылдың Австралияда өткізілген World Solar Challenge автокөлік жарысының жеңімпаздары, голландиялық инженерлерден құралған «Nuon» тобының электр көлігі көрсетілген. Күн батареялары арқылы зарядталатын автокөліктер жарысы 2 жылда 1 рет өткізіледі. Заманауи электр көліктегіңін жылдамдығы 180 км/сағ-қа дейін жетеді.



67-сурет. Nissan Leaf 2016 электр көлігі кернеулігі 220 В батараетын ток көзінен қуаттанады



68-сурет. Күн батареяларымен зарядталатын электр көлік



### Жауабы қандай?

1. Не себепті заманауи жылулық қозғалтқыштарды жасауда Күн энергиясына көп көңіл бөлінеді?
2. Сүтекті жанармайдың артықшылығы неде?
3. Сүтекті жанармайды пайдаланатын автокөлік жасаушылар қандай көдергілерге жолықты?

### Бақылау сұрақтары

1. Қозғалтқыштың ПӘК-і нені көрсетеді?
2. Жылулық қозғалтқыштарда нені жұмыстық дene деп атайды?
3. Идеал жылулық мәшиненің шынайы мәшинеден айырмашылығы қандай?
4. Идеал жылулық мәшиненің ПӘК-і қалай есептеледі?
5. Жылулық қозғалтқыштарды жетілдірудің қандай жолдарын білесіндер?

 **Жаттығу****11**

- 18,9 МДж жұмыс жасау үшін 1,5 кг дизель отынын қажет еткен трактор қозғалтқышының ПЭК-ін анықтаңдар.
- Жылулық қозғалтқыштың ПЭК-і 40%. Газ қыздырғыштан 5 қДж жылу алды. Қозғалтқыш қанша жұмыс атқарды? Қанша жылу мөлшері жоғалды?
- Қозғалтқышының ПЭК-і 25% болатын автокөлік 3 сағат жүріп, 35 л бензин жұмсады. Осы қозғалыс кезіндегі автокөлік қозғалтқышының орташа қуаты қандай?
- Егер турбинаға 480 °C температурада жіберілген бу 28 °C-ге дейін салқындаса, идеал бу мәшинесінің ПЭК-і қанша? Жауабын пайызбен көрсетіңдер.

**Жаттығу****11**

- Іштен жану қозғалтқышы 2 кг бензин жұмсан, 0,023 ГДж-ға тең пайдалы жұмыс жасады. Осы қозғалтқыштың ПЭК-ін табындар.
- Егер 1 с ішінде 12 қДж энергия бекер жұмсалған болса, осы уақыт ішінде ПЭК-і 35% жылулық қозғалтқыштың қыздырғыштан алатын жылу мөлшерін анықтаңдар.
- Идеал мәшиненің ПЭК-і 40%. Суытқыштың температурасы 7 °C. Қыздырғыштың температурасын анықтандар.

**Шығармашылық тапсырма**

Берілген тақырыптардың біреуін таңдап алып, презентация-хабарлама дайындаңдар:

1. Жылулық қозғалтқыштардың энергетиканың дамуындағы рөлі.
2. Сүтекті жанармаймен жүретін автокөліктер.

## § 17. Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- жылу мәшинелерінің қоршаған ортаның экологиялық жағдайына әсерін бағалай ала-сыңдар.



### Жауабы қандай?

- Неліктен жылу мәшинелерінің ПӘК мәнінің төмен болуы қоршаған ортаға зиян?
- Неліктен автокөліктерді су қоймаларының жаңына қоюға болмайды?



### Есте сақтаңдар!

Атмосфераның ластануының жартысынан көбі көліктің әсерінен болады екен.

Мөлдірлігін өзгертеді. Жер бетінен шығарылатын инфрақызыл сәулеленудің атмосфераға сінірліуі барған сайын артуда. Атмосферадағы көмірқышқыл газы мөлшерінде артуы оның температурасының көтерілуіне әкеп соғады. Атмосферадағы CO<sub>2</sub> артуы жылыштай эфектісінің күшеюіне алып келеді.

Ушіншіден, көмір мен мұнай жанған кезде атмосфера азот және күкірт қоспасымен ластанады, қышқылды жаңбыр түзіледі. Дыбыстан жылдам ұшақтар мен зымырандар жоғарғы биіктікте ұшқан кезде атмосферада пайда болатын азот тотығының артуы Жерді күннің қауіпті ультракүлгін сәулеленуінен қорғайтын озон қабатын бұзды.

Автокөлік қозғалтқыштары атмосфераға жылышта көміртек тотығы мен азот қоспасымен қатар 2–3 млн тонна қорғасын шығарады. Қорғасынмен ластанудың салдары топырақтың, судың және атмосфераның улануына

Автокөліктің және басқа да көлік түрлерінің, энергетиканың үзіліссіз дамуы, көмірді, мұнайды және газды өнеркәсіп пен тұрмыста тұтынудың өсуі адамның тіршілік қажеттіліктерін қанағаттандырудың мүмкіндігін арттырады. Бірақ қазіргі уақытта әртүрлі жылу мәшинелерінде жанатын отынның көлемі жыл сайын қобейе түскені соншалық, қоршаған ортаны жану өнімдерінің көрінен қорғау барынша күрделі мәселеге айналып бара жатыр (69-сурет).

### I Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері

Жылу мәшинелерінің қоршаған ортаға көрінен әртүрлі факторларға байланысты.

Біріншіден, отын жанған кезде атмосфералық ауадағы оттегі қолданылады, сондықтан ауадағы оттегі біртіндеп азаяды. 1 кг бензин жану үшін 2,5 кг оттегі қажет.

Екіншіден, отын жанғанда атмосфераға көмірқышқыл газы бөлінеді. Көміртек тотығының молекулалары инфрақызыл сәулеленудің сініре алады. Сондықтан атмосферада көмірқышқыл газы мөлшерінің артуы оның мөлдірлігін өзгертеді.

Жер бетінен шығарылатын инфрақызыл сәулеленудің атмосфераға сінірліуі барған сайын артуда. Атмосферадағы көмірқышқыл газы мөлшерінде артуы оның температурасының көтерілуіне әкеп соғады. Атмосферадағы CO<sub>2</sub> артуы жылыштай эфектісінің күшеюіне алып келеді.

әкеліп соғады. ІЖҚ жұмысы кезінде пайдаланылған мәшине майлары жерасты суларын ластайды, бұл таза тұщы су проблемасына әкеледі.

Мұнайды өндіргенде, тасымалдауда және қайта өндіу кезінде биосфера қабаты мұнай өнімдерімен ластанады, ол дүниежүзілік мұхит проблемасына әкеп соғады.



**69-сурет.** Паровоздардың ПЭК-i 2–3%-ды құрайды

## II Қалдықтардың адам ағзасына әсері

Жердің атмосфера қабатын басты ластаушылардың бірі көлік болып табылады (70-сурет). Автокөлік газдары – мындаған компоненттерден тұратын қоспа. Олардың ішінде көміртек тотығы, азот тотығы, альдегидтер, күйе, бензапирен, қорғасын қоспасы, формальдегид, бензол сияқты уландырығыш заттар бар. Күкірт газы мен азот тотығының қалдықтары тыныс алу жолдары ауруларының пайда болуына әкеліп соғады. Адам иісті газбен қатты уланғанда оттегінің жетіспеуінен өліп кетуі мүмкін. Азот қоспасы қанға және қан тамырларына жағымсыз әсер етеді. Қорғасынның бейорганикалық қоспасы зат алмасуын бұзады, балаларда ақылойының кемістігін, ми ауруларын тудырады. Бензапирен канцероген болып табылады, ол қатерлі ісікті тудырады. Альдегидтер көздің шырышты қабығы мен жоғарғы тыныс алу жолдарын тітіркендіреді, жүйке жүйелеріне зиянды әсер етеді.



**70-сурет.** Автокөліктегердің пайдаланылған газдары – атмосфераның ластануының негізгі көзі



### Назар аударындар!

| Бір көліктен бөлінетін    | Жылына, кг |
|---------------------------|------------|
| Көміртек тотығы           | 135        |
| Азот тотығы               | 25         |
| Көмірсутектер             | 200        |
| Күкірттің есленген тотығы | 4          |
| Күйе                      | 5–8        |

### III Жылу мәшинелері және табиғатты қорғау

Қоршаған ортаны қорғау үшін энергияны қолданудың тиімділігін арттыру қажет және энергияны үнемдеу технологияларына көшу керек. Атмосфераға зиянды заттарды шығаруға кедергі келтіретін сұзгілерді кеңінен пайдаланау қажет. Жанармайға қосылатын ауыр металл қоспаларын, әсіресе қорғасын қоспасын қолдануды шектеу; сутегін отын ретінде пайдаланатын қозғалтқыштарды жасауды аяқтау; электр көліктері мен күн энергиясын пайдаланатын автокөліктердің шығарылымын бастау; үйкеліске кететін энергияны және толық жанбау салдарынан жанармайды жоғалтуды азайту есебінен жылулық қозғалтқыштардың ПӘК-ін арттыруды жетілдіру.

Қоршаған ортаны қорғауга байланысты бағыттардың бірі – энергияны пайдаланудың тиімділігін арттыру, үнемділік үшін күрес.

Экологиялық жағдайды жақсарту үшін бір-қатар шаралар қабылданған: электровоздар тепловоздарды ығыстыруды; аккумуляторлы батареясы бар автокөліктер кеңінен таралуда; өнеркәсіптерге энергия сақтайтын технологиялар енгізілуде. Жылу алу үшін жылу энергиясын қоршаған ортадан өндіретін жылулық сорғыларды пайдалану ауаға көміртек тотығының шығарылуын азайтады және энергия қорларын сақтайды. Өнеркәсіптік қалалардың айналасына ағаштар отырызылуда.

#### Тапсырма

Өз қалаларыңдағы барлық автокөліктің жыл бойы шығаратын улы заттарының орта мәндерін анықтандар.

#### Назар аударыңдар!

| Улы газдар                 | Қозғалтқыштардан бөлінуі, % |           |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|
|                            | дизель                      | ІЖК       |
| Көміртек тотығы            | 0,2                         | 6         |
| Азот тотығы                | 0,35                        | 0,46      |
| Көмірсу-тектер             | 0,04                        | 0,4       |
| Күкірттің еселенген тотығы | 0,04                        | 0,007     |
| Күйе                       | 0,3 мг/л                    | 0,03 мг/л |

#### Бұл қызық!

Бір ағаш жылына 4 адамнан тұратын отбасына бір жылға қажетті оттеғін шығарады екен. Бір автокөлік жұмыс істеген 2 сағат ішінде бір ағаштың 2 жылда бөлөтін оттеғін жұтып қояды екен.

#### Тапсырма

Егер 4 адамнан тұратын отбасының мәшинесі күніне 3 сағат жұмыс істейтін болса, оларға қанша ағаш отырызу керек екендігін есептөндер.

### Бақылау сұрақтары

1. Жылулық қозғалтқыштарды пайдалану нәтижесінде қандай экологиялық мәселелер туындайды?
2. Қоршаған ортаны жылу мәшинелерінің қалдықтарының әсерінен қорғау үшін қандай шаралар атқарылып жатыр?

### Шығармашылық тапсырма (таңдау бойынша)

1. Интернет желісіндегі материалдарды қолдана отырып, ҚР теміржолдастырының қандай бөліктерінде тепловоздардың пайдаланылатынын зерттеңдер.
2. Ғылыми әдебиетті пайдаланып, қоршаған ортаны қорғау үшін ҚР ЖЭО-ларында қандай шаралар енгізілгенін анықтаңдар.
3. «Жылулық сорғылар және олардың әрекет ету принципі және тиімділігі. Елімізде тұрғын үйлерді қыздыру үшін жылулық сорғыларды пайдалану мүмкіндігі» деген тақырыпта хабарлама дайындаңдар.
4. Өсімдіктің қасиетін зерттеп, жолдар бойына, саябақтарда және қала саяжолдарына қандай ағаштар немесе бұталар отырғызу керек екенін анықтаңдар. Қешеттер аумағын қалай есептейміз? Ластанған атмосфераны тазалауда шөптер қандай рөл атқарады?

### III тараудың қорытындысы

| Термодинамиканың бірінші заңы:                             | Пайдалы әсер коэффициенті  |
|--|--|
| $\Delta U = Q + A'$<br>$Q = \Delta U + A$                  | <b>Жылу мәшинесінің ПЭК-і</b><br>$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$  |
| <b>Газ жұмысы</b><br>$A = p \cdot \Delta V = p(V_2 - V_1)$ | $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$<br><br><b>Идеал мәшиненің ПЭК-і</b><br>$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ |

#### Термодинамика заңдары:

**Бірінші заң.** Газға берілген жылу мөлшері оның ішкі энергиясын өзгертуге және механикалық жұмыс жасауга жұмсалады.

**Екінші заң.** Бір жеке алынған энергия көзінің есебінен үздіксіз жұмыс жасау мүмкін емес.

#### Глоссарий

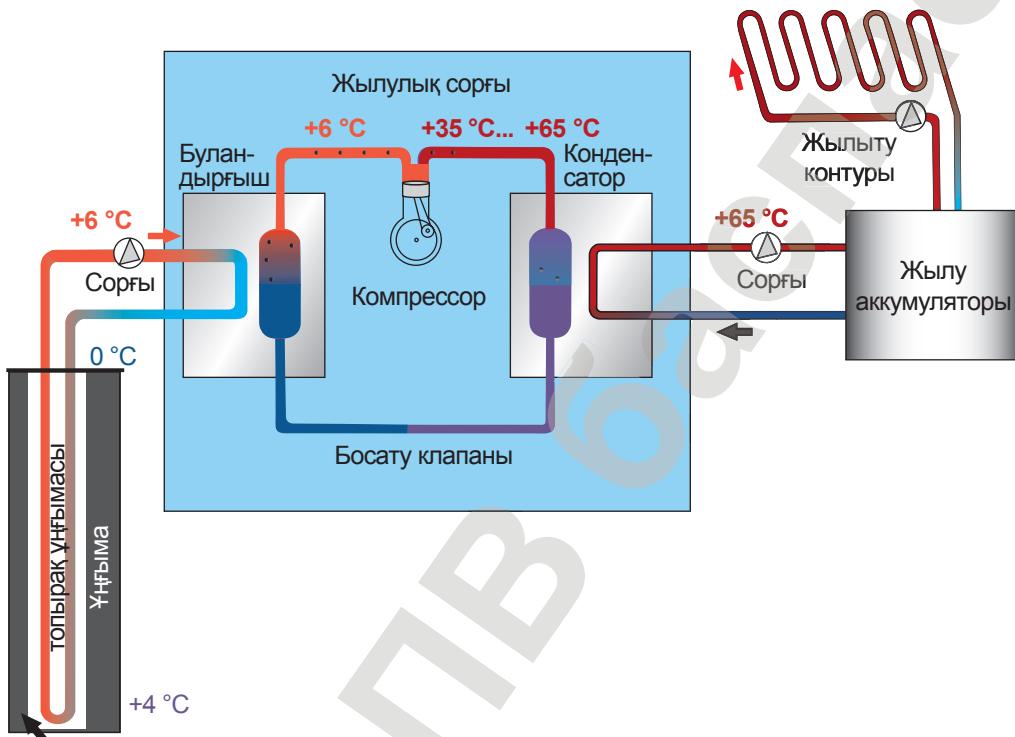
**Жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коэффициенті** – қыздырғыштан алынған энергияның қанша бөлігі механикалық энергияға айналатынын көрсететін физикалық шама.

**Жылулық қозгалтқыш** – жылу алмасу нәтижесінде отынның ішкі энергиясын пайдалану есебінен механикалық жұмыс атқаратын құрылғы.

## Физика біздің өмірімізде

### 1. Жылулық сорғы

Жылулық сорғы – жылу энергиясын температурасы төмен тұтынушыдан температурасы жоғары тұтынушыға тасымалдайтын қондырығы.



Жылулық сорғы үш контурдан тұрады. Бірінші контурда терең үнғымаға түсірілген құбыр орналасқан. Құбыр бойымен үнғыманың түбінде температурасы топырақ температурасына тең болатын сұйық ағып өтеді. Бірінші контурдағы сұйық топырактan алған жылу мөлшерін буландырғыштағы фреон қайнаған кезде екінші контурға береді. Фреонның қайнау температурасы  $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$  шамасында. Компрессорда  $24\text{--}28$  атмосфералық қысымда фреон сығылады да, температура  $+65^{\circ}\text{C}$ -ге дейін артады. Ушінші контур – ыстық сумен қамтамасыз ету және үйді жылтыру жүйесі. Конденсатордағы жылу алмасудан кейін фреон салқындайды, босату клапанындағы қысым төмендей, фреон қайтадан сұйыққа айналады. Цикл қайталанады. Топырақтың температурасы 1 м терендіктен әрі қарай өзгермейтін болғандықтан, топырақтан жыл бойы жылу алуға болады.

## Тапсырма

1. Жылулық сорғының жұмыс әрекеті термодинамиканың екінші заңына қайшы келмейтінін дәлелдеңдер.
2. Неліктен екінші контурда температурасы төмен сұйық қолданылады?
3. Неліктен бірінші контурда жылу тасымалдағыш ретінде үсімейтін сұйық – «тұздық» қолданылады?
4. Неге бірінші контур құбырлары пластиктен жасалады?
5. Неліктен көп қабатты үйлерді жылтыту үшін жылулық сорғыларды қолданбайды?
6. Еліміздің қай аймағында жер үйлерді жылтыуда жылулық сорғыларды қолдану тиімді?
7. Жылулық сорғыны пайдаланып, үйді қоршаған аудан немесе су қойма-сынан энергия алу мүмкін бе?
8. Ая-фреон, су-фреон жүйесінде жұмыс жасайтын жылулық сорғының сұлбасын салындар.
9. Интернет желісін қолданып, мына сұрақтарға жауап беріндер:
  - 1) Жылулық сорғылар өнеркәсіптік өндірісте қолданыла ма? Оларды орнатудың тиімділігі қандай?
  - 2) Елімізде сорғылар жасап шығарыла ма?
10. Жылулық сорғы қондырғысы мен тоңазытқыштың ұқсастықтарын анықтаңдар.

**Бақылау тесті****1-нұсқа**

- Термодинамиканың бірінші заңы –**
  - $\Delta U = Q + A'$ .
  - $\Delta U = Q + A$ .
  - $A = p \cdot \Delta V$ .
  - $Q = \Delta U$ .
- Қыздырығыштан алынған энергияның қанша бөлігі механикалық энергияға айналғанын көрсететін физикалық шама –**
  - Куат.
  - Пайдалы әрекет коэффициенті.
  - Механикалық жұмыс.
  - Жылу мөлшері.
- Энергияның бір денеден екіншісіне берілуін сипаттайтын шама –**
  - Жылу мөлшері
  - Жұмыс.
  - Қысым.
  - Көлемнің өзгеруі.
- Егер буга  $2 \cdot 10^5$  Па қысым түсірген кезде көлемі  $1 \text{ м}^3$ -ден  $5 \text{ м}^3$ -қа дейін ұлғайса, онда будың атқарған жұмысын анықтаңдар:**
  - $2 \cdot 10^5$  Дж.
  - $8 \cdot 10^5$  Дж.
  - $10^6$  Дж.
  - $10^5$  Дж.
- Ешқандай энергия жоғалтпай механикалық жұмыс атқаруы тиіс қондырығы –**
  - Мәңгілік қозғалтқыш.
  - Электрқозғалтқыш.
  - Жылулық қозғалтқыш.
  - Динамо-мәшине.
- Жылулық қозғалтқыш мыналардан тұрады:**
  - қыздырығыштан және сүйтқыштан.
  - жұмыстық денеден және қыздырығыштан.
  - қыздырығыштан, сүйтқыштан және жұмыстық денеден.
  - жұмыстық денеден және сүйтқыштан.
- Бір цилиндрлі бензинді қозғалтқыштың білікті бірқалыпты айналдыруға негізделген болігі –**
  - Шатун.
  - Поршень.
  - Сермер.
  - Клапандар.

8. «Газга берілген жылу мөлшері оның ішкі энергиясын өзгертуге және олардың механикалық жұмыс атқаруына жұмсалады» деген тұжырым –
- Термодинамиканың бірінші заңы деп аталады.
  - Термодинамиканың екінші заңы деп аталады.
  - Жылу баланс теңдеуі деп аталады.
  - Менделеевтің теңдеуі деп аталады.
9. Еш жұмыс жасалмастан 200 Дж энергия берілген деңенің ішкі энергиясының өзгерісін анықтаңдар:
- 200 Дж кеміді.
  - Өзгермеді.
  - 400 Дж кеміді.
  - 200 Дж артты.
10. Жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коеффициентін анықтаңдар. Суытқыштың температурасы 300 К, ал қыздырығыштың температурасы 600 К.
- 25%.
  - 50%.
  - 5%.
  - 2,5%.

## 2-нұсқа

- Жүйенің құйін сипаттайтын термодинамикалық параметрлер –**
  - Масса.
  - Тек температура.
  - Көлем, температура, қысым.
  - Масса, көлем, температура, қысым.
- Сырттан жану қозғалтқышы –**
  - Бензинді қозғалтқыш.
  - Дизель.
  - Газ турбинасы.
  - Бу трубинасы.
- Будың немесе газдың жұмысын есептеу формуласы –**
  - $A = p \cdot \Delta V$ .
  - $A' = -A$ .
  - $\Delta U = Q + A'$ .
  - $Q = \Delta U + A$ .
- Энергияның бір түрден екінші түрге өту шамасы –**
  - Жылу мөлшері.
  - Жұмыс.
  - Қысым.
  - Көлемнің өзгерісі.

- 5. Газдың немесе будың ішкі энергиясын механикалық энергияға айналдыруға арналған құрылғы –**
- Мәңгі қозғалтқыш.
  - Электрқозғалтқыш.
  - Жылулық қозғалтқыш.
  - Динамо-мәшине.
- 6. Идеал мәшиненің пайдалы әрекет коефициенті –**
- $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{Q_2}{A} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$ .
- 7. «Жеке алынған энергия көзі арқылы үздікіз жұмыс жасау мүмкін емес» деген тұжырым –**
- Термодинамиканың бірінші заңы.
  - Кулон заңы.
  - Ньютоның бірінші заңы.
  - Термодинамиканың екінші заңы.
- 8. ИЖК-да газ жұмыс атқаратын текті саны –**
- 4.
  - 3.
  - 2.
  - 1.
- 9. Газ 600 Дж-ға тең жұмыс атқарды. Егер газға 400 Дж энергия берілген болса, оның ішкі энергиясы –**
- 200 Дж артты.
  - 200 Дж кеміді.
  - 1000 Дж артты.
  - 1000 Дж кеміді.
- 10. 1 кДж отын энергиясы есебінен 400 Дж механикалық жұмыс атқаратын жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коефициентін анықтаңдар:**
- 4%.
  - 20%.
  - 30%.
  - 40%.

## IV ТАРАУ

# ЭЛЕКТРСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ

Электростатика қозғалмайтын зарядтардың электр өрісі әсерінен өзара әрекеттесуін зерттейді. Алғаш рет «электр заряды» үғымын 1785 жылы француз ғалымы Кулон енгізді. Зарядтар оң және теріс болуы мүмкін. Зарядтардың айналасында пайда болған өрістердің қасиеттерін күштік және энергетикалық сипаттамалар арқылы анықтайды.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

- электр зарядын сипаттауды;
- дененің үйкеліс және индукция арқылы электрлену процесін түсіндіруді;
- электрленудің оң және теріс әсерлеріне мысалдар келтіруді,
- электр зарядының сақталу заңын түсіндіруді;
- Кулон заңын есептер шығаруда қолдануды;
- «электр өрісі» үғымының физикалық мағынасын түсіндіруді және оның күштік сипаттамаларын анықтауды;
- біртекті электростатикалық өрісте зарядқа әрекет ететін күшті есептеуді;
- күш сызықтары арқылы электр өрісін графикалық түрде бейнелеуді;
- потенциалдың физикалық мағынасын түсіндіруді;
- конденсатордың құрылышы мен жұмыс істеу принципін сипаттауды үйренесіндер.

## § 18. Денелердің электрленуі, электр заряды, өткізгіштер мен диэлектриктер

### Күтілетін нәтиже

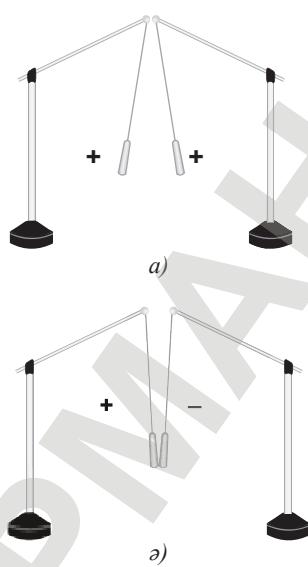
Парааграфты оқып сендер:

- электр зарядын сипаттай аласыңдар;
- денениң үйкеліс және индукция арқылы электрлену процесін түсіндіре аласыңдар;
- электрленудің он және теріс өсерлеріне мысалдар кептіре аласыңдар.



### Өз тәжірибел

Электрленген денениң женіл заттарға қалай өсер ететінін бақыландар. Пластмасса қаламды шаштарыңа немесе жұннен жасалған киімге үйкендер. Содан кейін оны ұсақ қағаз киындыларына жақындастындар.



71-сурет. Аттас және әр аттас зарядтардың өзара әрекеттесуі

### I «Электрлену» сезінің шығу тарихы

Ежелгі грек ғалымдары қылқанжапырақты ағаштардың шайырынан түзілген көріптасты (янтарь) жүнге үйкегендеге, оның өзіне жеңіл заттарды тарта бастағанын байқаған. Гректің электрон сөзі көріптас дегенді білдіреді, осы сөзден «электр» сөзі шыққан. Үйкелістен кейін дene өзіне басқа денелерді тартатын болса, онда дene электрленді немесе оған электр заряды берілді дейді.

Электрлену екі денениң өзара әрекеттесуі нәтижесінде туындаиды. Екі денениң өзара үйкелісі әрекеттесу бетін үлкейту үшін қажет. Бұл жағдайда екі дene де электрленеді. Мысалы, шыны таяқша мен резенке бөлшегін бір-біріне үйкейтін болсақ, онда таяқша да, резенке де электрленеді. Жүнге үйкегендеге резенке, эбонит, күкірт, пластмасса тез электрленеді. Жанасқан кезде артық электр заряды бір денеден екінші дene оңай беріледі.

### II Зарядталған денелердің өзара әрекеттесуі

Барлық зарядтар бірдей мей? Соны анықтайық. Станиолды гильзаларға (оқ) әбонит пластинасына үйкелген шыны пластина зарядтарын берейік. Біртекті заряд алған гильзалар тебіледі (71, a) сурет). Гильзалардың біреуін әбонит пластинасынан, екіншісін шыны пластинадан зарядтайық. Бұл жағдайда гильзалар тартылады (71, a) сурет). Өзара бұлай әрекеттесу үшін, зарядтардың тегі әртүрлі болуы қажет. Жүргізілген тәжірибе негізінде бірдей (аттас) заряд алған денелер тебіледі, ал әртүрлі (әр аттас) зарядтармен зарядталған денелер тартылады деген қорытындыға келеміз.

### III Электр заряды. Атомның құрылышы

Денелердің электрленуін түсіндіруге талпынаныс нәтижесінде ғалымдар атом бөлінбейтін бөлшек емес, ол зарядталған бөлшектерден тұрады деген болжам жасады. Ұсынылған атом құрылышы модельдерінің ішінде ағылшын ғалымы Э.Резерфордтың *атомның планетарлық модель* ғалымдардың қолдауына ие болды. Бұл модель бойынша атомның ортасында оң зарядталған ядро орналасады, ядроның айналасында теріс зарядталған электрондар қозғалып жүре-ди (72-сурет). Сыртқы орбитада айналып жүрген электрондар денелердің жанасу беттерінің үйкелісі кезінде бір денеден басқа денеге ауысып кетуі мүмкін. Осылайша электрондар бір денеден басқа денеге «ағып кете алады».

**Артық электрондары бар дene теріс зарядқа, ал электрон жетіспейтін дene оң зарядқа ие болады.**

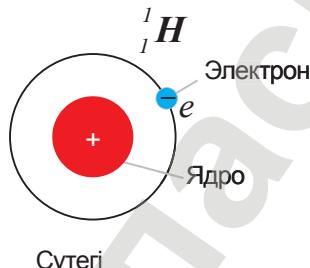
Жібекке үйкелген эбонит пластинасының заряды – теріс, жібекке үйкелген шыны пластинаң іні – оң.

### IV Зарядтың шамасын және тегін анықтауға арналған аспаптар

Электроскоптың (грекше *skopeo* – байқаймын) және электрометрдің (грекше *metreo* – өлишемін) құрылышын қарастырайық.

**Электроскоп – зарядтарды анықтауға арналған аспап.**

Электроскоптың пластмасса тығын (2) арқылы шыны сауытқа өткізілген металл өзегіне (1) екі алюминий немесе станиоль жапырақша (3) бекітілген (73-сурет). Егер электроскоп шарына (4) зарядталған денені тигізсек, жапырақшалар тебіледі, өйткені олар аттас зарядтармен зарядталады.

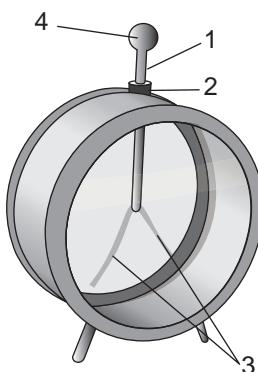


72-сурет. Атомның құрылышы



#### Тапсырма

Тұрмыс пен техникадағы электрлену процесіне мысалдар келтіріңдер.



73-сурет. Электроскоп

**Электрометр – электр зарядын анықтауға және өлшеуге арналған электр өлшеуіш аспап.**

Электрометр алдыңғы және артқы қабырғалары шыныдан тұратын металл цилиндр корпустан (1) тұрады (74-сурет). Корпус тұғырға бекітілген (2). Оқшаулағыш тығын (3) арқылы корпустың ішіне үстіндегі жағынан металл таяқша кіреді, ол жеңіл қозғалатын тілше (5) бекітілген өзекпен (4) аяқталады. Тілше ауытқығанда электрометр шкаласына (6) қарап, зарядтың шамасын анықтауға болады.

Зарядталған денені электрометр өзегіне жанастырғанда, электр зарядтары өзекке және тілшеге таралады. Аттас зарядтардың тебілу күштерінің әсерінен тілше белгілі бір бұрышқа (берілген зарядтың шамасына байланысты) ауытқиды.

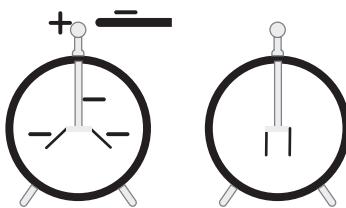
**V Денелердің әсер арқылы электрленуі**

Теріс зарядталған денені электроскоптың зарядталмаған шарына тигізбей жақында-тамыз. Шардың еркін электрондары теріс зарядталған денеден тебіліп, өзекке және электроскоптың жапырақшаларына ауысады. Жапырақшалар теріс заряд алған соң бір-бірінен тебіледі, ал электроскоптың шары он зарядталады (75-сурет). Егер электроскопқа жақыннатқан денені алып тастасақ, онда электрондар шарға қайта оралады. Электроскоп жапырақшалары вертикаль күйге келеді.

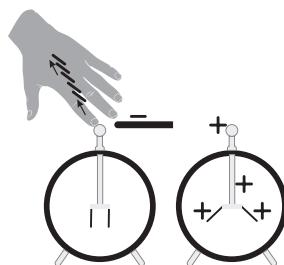
Теріс зарядталған денені электроскопқа қайта жақындастып, электроскоптың шарына қолымызды тигізейік. Зарядталған дene мен қолды бір уақытта электроскоптан алып тастасақ, электроскоп жапырақшалары ауытқиды, яғни, оларда заряд қалды. Электроскопта қалған заряд он, себебі электрондар зарядталған денениң әсерінен электроскоп шарынан тәжірибе жасаушының қолына көшеді (76-сурет). Зарядты осылайша беру тәсілі әсер арқылы электрлеу тәсілі деп, ал электроскопта пайда болған заряд индукцияланған немесе көзделген заряд деп аталады.



74-сурет. Электрометр



75-сурет. Электр өрісінің әсерінен электроскоп жапырақшаларының ауытқуы



76-сурет. Индукцияланған зарядтың пайда болуы

Денелерді әсер арқылы электрлеу зарядталған денелер айналасындағы кеңістіктің қасиеттерінің өзгеретіндігіне дәлел бола алады. *Зарядталған денелер айналасында электр өрісі түзіледі.*

## VI Өткізгіштер және диэлектриктер

Зарядталған электроскопқа қолымызды тигізсек, электроскоп разрядталады. Электр зарядтары адам денесі арқылы жерге беріледі. Электроскопқа металл, мысалы, темір немесе мыс сымды тигізген жағдайда да ол разрядталады. Бірақ егер электроскопқа шыны немесе эбонит таяқшасын тигізсек, онда электр зарядтары олар арқылы жерге кете алмайды. Өзінің бойымен электр зарядтарын өткізу қасиетіне қарай барлық заттар өткізгіштер және диэлектриктер (*өткізбейтіндер*) деп бөлінеді.

**Өткізгіштер – электр зарядтарын жақсы өткізетін заттар.**

**Диэлектриктер – электр зарядтарын өткізбейтін заттар.**

Барлық металдар, тұз және қышқыл ерітінділері, ылғал жер топырағы, адам және жануарлар денесі – жақсы электр өткізгіштер. Бұл заттарда еркін, қозғалмалы зарядтар бар.

Фарфор, эбонит, шыны, көріптас, резенке, жұн, пластмассалар, керосин, ауа диэлектриктер болып табылады. Бұл заттарда еркін зарядталған бөлшектер болмайды, сондықтан оларды электртехникада оқшаулағыш ретінде пайдаланады.

*Диэлектриктерден дайындалған денелерди оқшаулағыштар деп атайды. Оқшаулағыштарға резенке кілемшелер, электр аспаптарындағы пластмасса тұтқалар, оқшаулағыш таспа (изолента), розеткалардағы, өшіріп-қосқыштардағы пластмасса бөлшектер жатады.*



### Өз тәжірибел

Зарядталған электроскоптың көмегімен қолда бар материалдардың қайсысы өткізгіштер, қайсысы диэлектриктер екенін зерттендер.



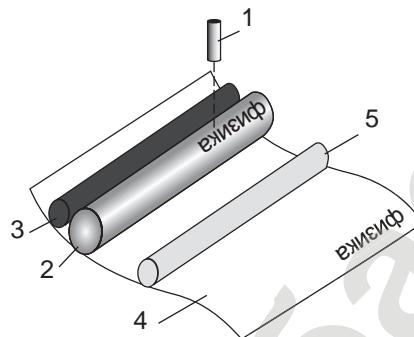
### Жауабы қандай?

1. *Киімді құрғақ шөткемен тазалағанда неге оған шаң жабысады? Ал егер шөтке сұлы болса, оған неліктен шаң жабыспайды?*
2. *Үйкеліс кезінде не себепті дene зарядталады?*
3. *Неге үйкелістеңін денелердің зарядтары шамалары бойынша бірдей, бірақ таңбалары бойынша қарама-қарсы?*
4. *Неліктен зарядталмаған дененің зарядталған денемен жанасуынан кейін, олар бір-бірінен тебіледі?*
5. *Неліктен электроскопқа зарядталған денені жақындағанда, оның жалырақшалары бір-бірінен тебіледі?*

### Бұл қызық!

**Принтердің жұмыс істеу принципі (77-сурет).**

Компьютердің процессорынан принтерге жіберілген мәтін лазердің (1) көмегімен фотобарабанда (2) оң зарядталған нүктелер түрінде бейнеленеді. Контеинерден (3) барабанға ұсақ құрғақ boyu тәгіледі және олар барабанның зарядталған нүктелеріне жабысады. Тарту механизмі теріс зарядталған қағазды (4) барабанға жібереді. Оң зарядталған бояудың бөлшектері теріс зарядталған қағазға тартылады. Содан кейін бет ыстық роликтен өтеді (5), мұнда бояудың бөлшектері қағазға жағылады.



77-сурет. Лазерлі принтердің құрылышы

### Бақылау сұрақтары

- Денелердің электрленгендік қалай білінеді?
- Денені қандай әдістермен электрлеуге болады?
- Аттас зарядтардың өзара әрекеттесуі қалай болады? Әр аттас зарядтардың ше?
- Электроскоптың электрометрден айырмашылығы қандай?
- Өткізгіштерге және диэлектрлерге мысал келтіріңдер. Оқшаулағышты қандай заттардан жасайды?

### ★ Жаттығу

12

- Зарядын өзгертуестен теріс зарядталған металл шардың көмегімен басқа шарды қалай оң зарядтауға болады?
- Теріс зарядталған металл шардың көмегімен екі бірдей шарды зарядтары тең, бірақ таңбалары қарама-қарсы болатындей етіп қалай зарядтауға болады?
- Электрленуге келтірілген мысалдарды пайдалы және зиянды деп екіге бөліндөр: жайтартқыш әсері, найзағайлы бұлттардың жиналуды, электркөшіргіш құрылғысында баспа материалдарының

көшірмесін жасау, киімдердің электрленуі, қозғалтқыш қайыстарының (ремень) және тасымалдағыш жолактарының электрленуі, тоқыма өнеркәсібіндегі талшықтардың электрленуі, өнім беттерін сырлағыш пультпен сырлау, егеуқұм қағазын дайындау, электрфильтрмен ауаны тазалау.



## Жаттығу

12

Пайдалы және зиянды электрлену тізімін өз мысалдарыңмен толықтырыңдар.

### Эксперименттік тапсырма

Резенке әуе шарын газетпен үйкелендер. Қағаздың, металл жүқалтырдың (фольга) ұсақ қындыларына шардың әсері қандай болатынын бақыландар. Оны тәбеле жақындастыңдар. Неліктен шар тәбеде ілініп тұрады?

### Шығармашылық тапсырма

Тақырыптардың бірін таңдап алып, ppt форматында презентация дайындандар:

- 1) «Электрленуді өндірісте пайдалану»;
- 2) «Электрленудің зиян көрсеткіштерімен күресу әдістері».

## § 19. Электр зарядының сақталу заңы, қозғалмайтын зарядтардың өзара әрекеттесуі, Кулон заңы, элементар электр заряды

### Күтілетін нәтиже

- Параграфты оқып сендер:
- электр зарядының сақталу заңын түсіндіре аласыңдар;
  - Кулон заңын есептер шығаруда қолдана аласыңдар.



Шарль Огюстен де Кулон (1736–1806) – француз әскери инженері және физик-ғалымы, электромагниттік және механикалық құбылыстарды зерттеуші; Париж ғылым академиясының мүшесі. Кулон айналу заңдарын тұжырымдады; айналмалы таразыны ойлашығарды.

### I Зарядтардың сақталу заңы

Үйкеліс арқылы электрленгенде бір денеде артық оң зарядтар, ал екіншісінде артық теріс зарядтар жиналады. Денедегі зарядтардың жалпы саны өзгермейді: тек бұл зарядтар қайта бөлінеді.

Жүргізілген көптеген тәжірибелердің нәтижесі негізінде зарядтың сақталу заңы тұжырымдалды. Оны 1843 жылы ағылшын физигі М.Фарадей тәжірибе жүзінде дәлелдеген.

**Тұйық жүйені құрайтын зарядтардың алгебралық қосындысы осы жүйедегі зарядтардың кез келген өзара әрекеттесінде өзгеріссіз қалады.**

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = const,$$

Тұйық жүйе – қоршаған ортадағы басқа денелермен өзара әрекеттеспейтін, тек бір-бірімен ғана өзара әрекеттесетін денелер жүйесі.

### II Айналмалы таразымен және нүктелік зарядтармен жүргізілген тәжірибелер

XVIII ғасырдың аяғында француз физигі Ш.Кулон нүктелік зарядтар арасындағы өзара әрекеттесу заңын ашты.

**Нүктелік заряд – зарядталған денелердің арақашықтығымен салыстырғанда өлшемдерін ескермеуге болатын денеге берілген заряд.**

Ш.Кулон зарядтардың өзара әрекеттесу күшін айналмалы таразының көмегімен өлшеді (78-сурет). Таразының төменгі цилиндрінің қақпағына бекітілген оқшауланған өзектегі шарға (6) заряд берілді. Осы шар көлемі бірдей оқшаулағыш материалдан жасалған таразы иініндегі шармен (4) түйістірілді. Аттас зарядталған шарлар тебілді. Қарсы салмақпен (5) тенгерілген шар (4) күміс жіпті (2) айналдырыды. Жіптің айналуы шарлардағы

зарядтардың тебілу күші мен деформацияланған жіптің серпімділік күші тең болғанда тоқтады. Айналмалы микрометр тілшесінің (1) көрсетуі бойынша Кулон зарядтардың өзара әрекеттесу күшін анықтады. Деформацияланған жіптің серпімділік күшінің мәні оған белгілі болатын.

### III Кулон заңы

Шарларға берілген зарядтардың мәнін және олардың арақашықтықтарын өзгерте отырып, Кулон мынадай қорытынды жасады:

**Зарядтардың модульдерінің көбейтіндісіне тұра пропорционал және олардың арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу күші зарядтарды қосатын сыйзықтың бойымен бағытталған.**

$$F = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

мұндағы  $q_1, q_2$  – зарядтардың сандық мәндері,  $r$  – зарядтардың арақашықтығы (79-сурет),  $k$  – пропорционалдық коэффициенті.

$k$  коэффициентінің  $\epsilon_0$  электр тұрақтысымен байланысы:

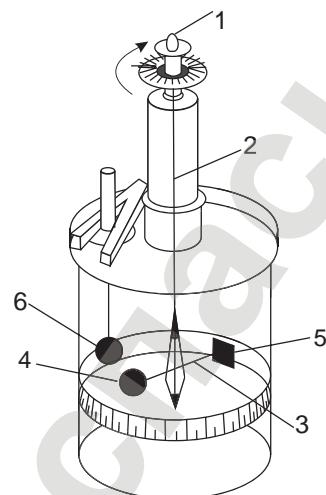
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$



79-сурет. Нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күшінің бағыты

Алынған қатынастар Кулон заңы мына түрге келеді:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}.$$



78-сурет. Айналмалы таразы

#### Есте сақтандар!

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot m^2}{Kt^2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Kt^2}{H \cdot m^2}$$

## IV Зарядтардың өзара әрекеттесу күшінің қоршаған ортаға тәуелділігі

Зерттеулер зарядтардың өзара әрекеттесу күші зарядталған дене орналасқан ортаға тәуелді екенін көрсетіп отыр. Мысалы, суда өзара әрекеттесу күші 81 есе, ал шыныда 7 есе азаяды. Ортаның зарядтардың өзара әрекеттесу күшіне әсері диэлектрлік өтімділік деп аталатын шамамен сипатталады.

**Ортаның диэлектрлік өтімділігі – берілген ортадағы зарядтардың өзара әрекеттесу күшінің шамасы вакуумге қарағанда неше есе азаятынын көрсететін шама.**

$$\varepsilon = \frac{F_0}{F}$$

Мұндағы  $\varepsilon$  – ортаның диэлектрлік өтімділігі,  $F_0$  – вакуумдағы зарядтардың өзара әрекеттесу күші,  $F$  – қандай да бір ортадағы зарядтардың өзара әрекеттесу күші.

Диэлектрлік өтімділігі бар ортадағы зарядтардың өзара әрекеттесу күші:

$$F = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon r^2}.$$

Кейбір заттардың диэлектрлік өтімділігі 2-қосымшаның 12-кестесінде берілген.

## V Зарядтың өлшем бірлігі

Халықаралық бірліктер жүйесінде электр зарядының өлшем бірлігі ретінде **1 кулон** қабылданған.

1 м арақашықтықта тұрған 1 Кл-га тең нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күши  $9 \cdot 10^9 \text{ Н-ға}$  тең болады.

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 1 \text{Кл} \cdot 1 \text{Кл}}{1 \text{м}^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н.}$$

### Жауабы қандай?

1. Неліктен денеге әрекеттесін күштердің тең әрекеттің олардың мәндерін қаралайым қосу арқылы таба алмаймыз?
2. Кулон ойлап тапқан зарядтардың өзара әрекеттесу күштерін анықтауга арналған құрал неліктен таразы деп аталаған?
3. Не себепті өлшемдері кішкентай денелерге мәні шексіз үлкен заряд бере алмаймыз?

### Есте сақтаңдар!

- 1 мКл =  $10^{-3}$  Кл
- 1 мкКл =  $10^{-6}$  Кл
- 1 нКл =  $10^{-9}$  Кл
- 1 пКл =  $10^{-12}$  Кл

Өзара әрекеттесу күшінің үлкендігі сонша, заряд денелерден «ағып кетіп», қоршаған ортаны электрлейді. 1 Кл заряд бірде-бір денеде тұрмайды: аттас зарядтар бір-бірінен тебіліп, кіші аумақта тұра алмайды.

## VI Элементар заряд. Электрленген дененің заряды

Американдық ғалым Р.Милликен және орыс ғалымы А.Ф.Иоффе денелердің зарядтарын бөлуге болатынын, бірақ бұл бөліну де шексіз емес екенін тәжірибе жүзінде анықтады: *электр зарядының ең кіші бөлінбейтін бөлшегі бар*. Бөлінбейтін заряд электронға тиесілі. Электрон зарядының мәнін ең алғаш американдақ ғалым Р.Милликен анықтаған. Ол тәжірибелер нәтижесінде электронның заряды теріс және  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл-ға тең деген қорытындыға келді. Электроннан электр зарядын «алып тастау» мүмкін емес, бұл – электронның негізгі қасиеттерінің бірі. Электронның массасы  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг-ға тең, ол барлық молекулалардың ішіндегі ең кіші сутегі молекуласынан 3700 есe кіші.

Электрон зарядына тең заряд элементар заряд деп аталады.

**Элементар электр заряды – шамасы  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл электрон зарядына тең оң немесе теріс ең кіші электр заряды.**

Дененің артық электрондарының заряды бір электрон зарядының олардың санына көбейтіндісімен анықталады:

$$q = e \cdot n_e,$$

мұндағы  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – электрон заряды,  $n_e$  – артық электрондардың саны. Бұл жағдайдағы дененің заряды теріс. Егер дene электрлену нәтижесінде электрондар жоғалтатын болса, онда дененің заряды оң болады. Атом ядроныңдағы протондардың заряды оң болады. Тәжірибелер протонның заряды модулі бойынша электрон зарядына тең екенін көрсетті:

$$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

мұндағы  $q_p$  – протон зарядының белгіленуі.



### Есте сактандар!

Элементар заряд  $e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ**

**1-тапсырма.** Вакуумда орналасқан 10 пКл-ға тең екі заряд 1нН күшпен өзара әрекеттеседі. Бұл зарядтар бір-бірінен қандай арақашықтықта орналасқан?

**Берілгені:**

$$q_1 = q_2 = 10 \text{ пКл}$$

$$F = 1 \text{ нН}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$r - ?$$

**ХБЖ**

$$10 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$$

$$1 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$$

**Шешуі:** зарядтардың өзара әрекеттесу күші Кулон заңымен анықталады:

$$F = \frac{k |q_1| |q_2|}{\varepsilon r^2}.$$

$q_1 = q_2$  болғандықтан, Кулон заңы мына

түрге келеді:  $F = \frac{kq^2}{\varepsilon r^2}$ . Алынған қаты-

настап зарядтардың арақашықтығын табамыз:

$$r = q \sqrt{\frac{k}{\varepsilon F}}.$$

$$r = 10 \cdot 10^{-12} \text{ Кл} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}{1 \cdot 10^{-9} \text{ Н}}} =$$

$$= 10^{-11} \text{ Кл} \cdot 3 \cdot 10^9 \frac{\text{м}}{\text{Кл}} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

**Жауабы:**  $r = 0,03 \text{ м.}$

## ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ

**2-тапсырма.** Вакуумда зарядтары 2 нКл және 8 нКл екі бірдей кішкене шар бір-бірінен 2 м арақашықтықта орналасқан болатын. Шарларды бір-бірінен түйістіргеннен кейін, оларды өзара әрекеттесу күші бастапқы мәніне тең болатын арақашықтыққа дейін алып барды. Шарлардың арақашықтығы қандай?

**Берілгені:**

$$q_1 = 2 \text{ нКл}$$

$$q_2 = 8 \text{ нКл}$$

$$r_1 = 2 \text{ м}$$

$$F_1 = F_2$$

$$r_2 - ?$$

**ХБЖ**

$$2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

**Шешуі:** зарядтардың өзара әрекеттесу күші

Кулон заңымен анықталады:

$$F_1 = \frac{k |q_1| |q_2|}{\varepsilon r_1^2}.$$

Көлемдері бірдей шарларды бір-біріне түйістіргеннен кейін, олардың әрқайсысының заряды

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} \text{-ге тең болады.}$$

Шарлардың арақашықтығы өзгерген жағдайда ғана өзара әрекеттесу күші бұрынғыдан болады:

$$F_2 = \frac{k q^2}{\varepsilon r_2^2}.$$

Теңестірілген күштерден шығатыны:

$$\frac{q_1 q_2}{r_1^2} = \frac{q^2}{r_2^2}.$$

Алғынған қатынастан  $r_2$ -ні табамыз:

$$r_2^2 = \frac{r_1^2 q^2}{q_1 q_2}; \quad r_2 = \frac{r_1 (q_1 + q_2)}{2 \sqrt{q_1 q_2}},$$

$$r_2 = \frac{2 \text{ м} (2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} + 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})}{2 \sqrt{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot \text{м}}{4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 2,5 \text{ м.}$$

**Жауабы:**  $r_2 = 2,5 \text{ м.}$

**Бақылау сұрақтары**

- Кулон зарядталған бөлшектердің өзара әрекеттесу күшін анықтау үшін қандай аспапты қолданды?
- Кулон заңын тұжырымдаңдар.
- Нүктелік зарядтардың әрекеттесу күштерінің бағыты қалай бағытталған?
- Ортаның диэлектрлік өтімділігі нені көрсетеді?
- Қандай зарядты элементар заряд деп атайды?

**Жаттығу****13**

- Зарядтары 2 нКл және 8 нКл, өлшемдері бірдей екі өткізгіш шарларды бір-бірімен түйістіріп, қайта орындарына әкелді. Шарлардың түйістіргеннен кейінгі зарядтарын анықтаңдар.
- Бір-бірінен 10 см қашықтықта орналасқан 1 мкКл нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күшін анықтаңдар. Егер зарядтарды суға салса, әрекеттесу күші қалай өзгереді?
- 2 нКл және 5 нКл екі нүктелік заряд өзара 9 мН күшпен әрекеттесетін болса, зарядтар бір-бірінен қандай қашықтықта орналасқан?
- Бір-бірінен 1 м қашықтықта орналасқан  $q_1 = 2 \cdot 10^{-4}$  Кл және  $q_2 = -6 \cdot 10^{-4}$  Кл зарядтар орталарында орналасқан  $q_3 = 4 \cdot 10^{-4}$  Кл зарядқа қандай күшпен әрекет ететінін есептendir.

**Жаттығу****13**

- Зарядтары 6 нКл және 8 нКл, өлшемдері бірдей екі өткізгіш шарларды бір-бірімен түйістірді. Содан кейін екінші шарды өлшемі бірдей, зарядталмаған шармен жанастырыды. Шарлар қандай зарядтарға ие болады?
- 2 см арақашықтықта орналасқан 1 нКл және 4 нКл зарядтардың бос кеңістікте және керосинде орналасқан кездегі әрекеттесетін күшін анықтаңдар.
- Вакуумда 1 Н күшпен әрекеттесетін, бір-бірінен 1 м қашықтықта орналасқан нүктелік зарядтардың мәнін анықтаңдар.
- Нүктелік зарядтардың әрекеттесу күшін 4 есеге арттыру үшін, олардың арақашықтығын қанша есе азайту қажет?

## § 20. Электр өрісі, электр өрісінің кернеулігі

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- «электр өрісі» үғымының физикалық мағынасын түсіндіріп, оның құштік сипаттамаларын анықтай аласыңдар;
- біртектік электрстатикалық өрісте зарядқа әрекет ететін құшті есептей аласыңдар;
- құш сызықтары арқылы электр өрісін графикалық түрде бейнелей аласыңдар.

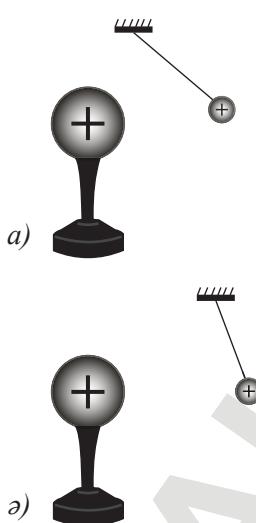
### I Электр өрісі. Сынақ заряд

Зарядталмаған денелерге қараганда зарядталған денелердің айналасындағы кеңістік үнемі өзгеріп отырады. Ол айналасындағы денелерге әсер ету қабілетіне ие болады: зарядталған денелерді тартады немесе кері табеді, өткізгіштерді электрлендіреді. Мұндай кеңістікті *электр өрісі* деп атайды. Кез келген зарядталған дененің айналасында электр өрісі болады.

Электр өрісі – зарядталған бөлшектердің өзара әрекеттесуі жүзеге асатын материяның ерекше түрі.

Уақыт бойынша өзгермейтін және қозғалмайтын зарядтардың *электр өрісін* электрстатикалық *деп атайды*. Ол басқа зарядталған денелерге құштік әрекет етеді.

Зарядталған денені қоршаған электр өрісін сынақ зарядтың көмегімен зерттеуге болады. *Сынақ заряд* – оң зарядталған нүктелік заряд. Өріске енгізілген сынақ зарядқа электр өрісі тарапынан күш әрекет етеді. Сынақ заряд электр өрісін тудырган зарядталған денеге жақындаған сайын, осы өрістің сынақ зарядқа әрекет ету күші де арта түседі (80-сурет).



80-сурет. Электрстатикалық өрістің сынақ зарядқа әсері

### II Электр өрісінің кернеулігі

Электр өрісінің кернеулігі зарядқа әсер ететін өрістің құштік әрекетін сипаттайтын.

**Электр өрісінің кернеулігі – кеңістіктегі берілген нүктеде орналасқан оң сынақ зарядқа өріс тарапынан әсер ететін құштің, осы зарядқа қатынасына тең физикалық шама.**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

Электр өрісінің кернеулігі  $\vec{E}$  – векторлық шама. *Кеңістіктің кез келген нүктесіндегі кернеулік векторының бағыты оң зарядталған сынақ зарядқа әрекет ететін күштің бағытымен сәйкес келеді.*

Электр өрісінің кернеулігінің өлишем бірлігі:

$$[E] = \frac{1H}{1K_l}.$$

*Өріс кернеулігінің мәні белгілі болса, онда ол өріске енгізілген зарядқа әрекет ететін күшті анықтау оңай болады:*

$$\vec{F} = q\vec{E}.$$

### III Нүктелік заряд өрісінің кернеулігі

Кулон заңына сәйкес вакуумдағы  $q$  нүктелік зарядтан  $r$  қашықтықта орналасқан электростатикалық өрістің кернеулігінің модулі мынаған тең:

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Органың диэлектрлік өтімділігін есепке алатын болсақ, онда нүктелік заряд тудырған өрістің кернеулігі мынаған тең болады:

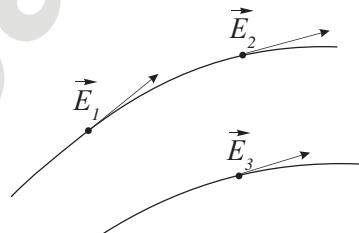
$$E = \frac{k|q|}{\epsilon r^2}.$$

### IV Электр өрісінің күш сзықтары

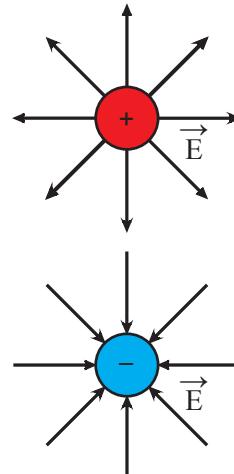
Электр өрісін көрнекті етіп кескіндеу үшін *күш сзықтарын* қолданады. Бұл сзықтарды  $\vec{E}$  векторының бағыты кез келген нүктеде күш сзықтарына жүргізілген жанамалардың бағытымен сәйкес келетіндей етіп сыйзады (81-сурет).

**Күш сзықтары – әрбір нүктедегі жана-малары осы нүктелердің кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сзықтар.**

$\vec{E}$  векторының бағыты  $q$  зарядының таңба-сына тәуелді. Егер заряд оң болса, онда вектор зарядтан радиус бойынша бағытталады. Егер заряд теріс болса, онда вектор зарядқа бағытталады (82-сурет).



81-сурет. Күш сзықтары және электр өрісінің кернеулік векторының бағыты



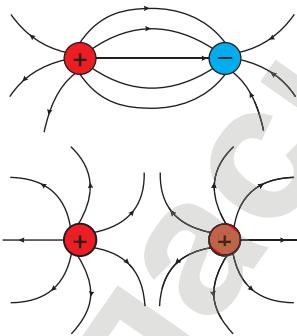
82-сурет. Нүктелік заряд өрісінің күш сзықтары

Күш сзықтарының орналасу тығыздығы кеңістіктің түрлі нүктелеріндегі кернеуліктиң салыстырмалы шамасын білдіреді. Күш сзықтары оларға перпендикуляр орналасқан бірлік ауданды көп қып өтсе, бұл кеңістіктің осы бөлігінде кернеуліктиң жоғары екендігін білдіреді. *Нүктелік зарядтардың өрісі біртекті емес, зарядқа жақын күш сзықтары тығызырақ болады, демек зарядтың жаңындағы өріс күштірек болады. Егер заряд басқа денелерден алшақтатылса, онда күш сзықтары шексіздікке кетеді. Электр өрісін зерттеу күш сзықтарының ешқашан бір-бірімен қыылыспайтынын, олардың оң зарядтан шығып, теріс зарядқа енетінін көрсетті* (83-сурет).

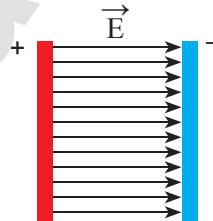
Зарядтардың жаңындауы жеке зарядтардың өрістерін бұрмалайды, себебі олардың өрістері бірінің үстіне бірі түседі.

### В Біртекті өрістің күш сзықтары

*Біртекті электр өрісінің күш сзықтары дегеніміз – тең қашықтықтағы параллель түзулер. Біртекті өріс кернеулігінің мәні мен бағыты өрістің барлық нүктесінде бірдей. Біртекті электр өрісін шексіз зарядталған пластина жасайды. Біртекті өріс – шамалары бірдей әр текті зарядтармен зарядталған екі параллель пластинаның арасында пайда болады* (84-сурет).



83-сурет. Мәндері бірдей екі заряд түзген электр өрісінің күш сзықтары



84-сурет. Біртекті өрістің күш сзықтары



### Жауабы қандай?

Электр өрісінің күш сзықтары неліктен қыылыспайды?

#### Өз тәжірибел

1. Электрофор мәшинесінің бір полюсінен, содан кейін әр аттас полюстерден зарядталатын «сұлтандар» айналасындағы электр өрісінің күш сзықтарын бақылаңдар. Бұл көріністі 83-суреттеп салыстырыңдар.
2. Екі әр аттас зарядтар өрісіндегі денениң қозғалысын бақылаңдар. Жібек жілкө мақтаның кішкентай бөлігін іліп қойыңдар. Мақтаны электрофор мәшинесінің электрленген шарларының біреуімен жанастырыңдар. Мақта бөлігі басқа шарға секіріп кетеді де, содан соң қайта біріншісіне оралады. Егер электрофор мәшинесінің шарына берілген заряд үлкен болса, қозғалыс қайталанады. Бұл құбылысты түсіндіріндер.

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІСІ**

Массасы 0,18 г және тығыздығы 1800 кг/м<sup>3</sup> оң зарядталған шар тығыздығы 900 кг/м<sup>3</sup> сұйық диэлектрлік ортада тыныш күде тұр. Диэлектрикте кернеулігі 45 кН/Кл вертикал жоғары бағытталған біртекті өріс пайда болды. Шардың зарядын анықтаңдар.

| <b>Берілгені</b>               | <b>ХБЖ</b>                     | <b>Шешуі:</b>  |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| $m = 0,18 \text{ г}$           | $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$ | Шарға үш күш әсер етеді. Ауырлық күші $F = mg$ , электр өрісінің күші $F = qE$ және Архимед күші $F = \rho_2 g V$ . Ауырлық күші электр өрісі және Архимед күштерінің қосындысына тең:                         |
| $\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ |                                | $mg = qE + \rho_2 g V$ .   |
| $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$  |                                | Алғанда шардың зарядын анықтаймыз:   |
| $E = 45 \text{ кН/Кл}$         | $45 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}$   | $q = \frac{mg - \rho_2 g V}{E}$ .  |
| $q - ?$                        |                                | Шардың көлемін оның массасы және тығыздығы арқылы табамыз: $V = m/\rho_1$ , сонда зарядты табу формуласы мына түрге келеді:  |
|                                |                                | $q = \frac{mg \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)}{E}$ .  |
|                                |                                | Есептей:   |
|                                |                                | $q = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \left(1 - \frac{900 \text{ кг/м}^3}{1800 \text{ кг/м}^3}\right)}{45 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}} \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$ |
|                                |                                | <b>Жауабы:</b> $q \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$   |

**Бақылау сұрақтары**

1. Қандай өрісті электрстатикалық деп атайды?
2. Қандай зарядты сынақ заряд деп атайды? Ол не үшін қажет?
3. Өріс кернеулігі дегеніміз не?

4. Қандай сзықтарды кернеуліктің күш сзықтары деп атайды? Олардың бағытын қалай анықтайды?
5. Күш сзықтарының қандай қасиеттері бар?
6. Қандай өрісті біртекті деп атайды? Оны қалай алуға болады?

 **Жаттығу**

14

1. 0,1 нКл нүктелік зарядтан 1 м қашықтықтағы электр өрісінің кернеулігі қандай? Осы нүктедегі заряды 10 нКл денеге қандай күш әрекет етеді?
2. Өзінен 50 см қашықтықта кернеулігі 720 Н/Кл болатын электр өрісін тудыратын нүктелік зарядтың шамасын анықтаңдар.

 **Жаттығу**

14

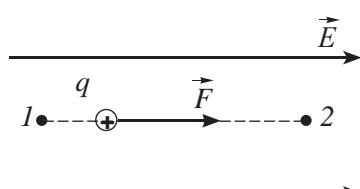
1. Зарядтан 5 см қашықтықтағы өрістің кернеулігі  $1,6 \cdot 10^5$  Н/Кл. Зарядтың шамасын анықтаңдар.
2. Кеңістіктің кейбір нүктелерінде нүктелік заряд тудырған өрістің кернеулігі  $4,2 \cdot 10^4$  Н/Кл. Егер өріс осы нүктелерге берілген зарядқа 84 мН күшпен әрекет ететін болса, зарядтың шамасын анықтаңдар.

## § 21. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айрымы. Конденсатор

### Күтілетін нәтиже

Парааграфты оқып сендер:

- потенциалдың және потенциалдар айрымының физикалық мағынасын түсіндіре аласындар;
- конденсатордың құрылышы мен міндеттін сипаттай аласындар.



**85-сурет.** Зарядталған бөлшектің потенциалы улкен нүктеден потенциалы кіші нүктеге орын ауыстырылу.

### Жауабы қандай?

Егер оң зарядты өріс нүктесінен шексіздікке тасымалдау кезіндегі өріс жұмысы оң болса, зарядты өрісте ұстап тұратын сыртқы күштер жұмысы неге теріс болады?

### Назар аударындар!

Өрістің екі нүктесінің  $\varphi_1 - \varphi_2$  потенциалдар айрымы кернеу деп аталады.

### I Электр өрісі нүктелерінің потенциалы

Электр өрісіне енгізілген зарядқа құш әрекет етеді, сол күштің әсерінен заряд құш сызықтарының бойымен қозғалады (85-сурет). Электр өрісі зарядтың орын ауыстыруына байланысты жұмыс жасайды. Жұмыс – энергияның бір түрден екінші түрге айналу өлшемі. Демек, электр өрісінің енгізілген зарядпен өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясы заряд қозғалысының кинетикалық энергиясына айналады. Потенциалдық энергия азайды. Бұл – электр өрісінің әрекетінен қозғалған заряд потенциалдық энергиясы үлкен нүктеден (1) потенциалдық энергиясы аз нүктеге (2) орын ауыстырады деген сөз.

Электр өрісі нүктелерінің энергетикалық қасиеттерін сипаттау үшін **потенциал** деп аталағы тағы да бір шаманы енгіземіз.

**Электростатикалық өрістің потенциалы** өрістің берілген нүктесіндегі зарядтың потенциалдық энергиясының сол өріс нүктесіндегі зарядқа қатынасына тең скаляр шама.

$$\varphi = \frac{W_p}{q},$$

$\varphi$  – өріс потенциалы,  $W_p$  – өріске енгізілген зарядтың потенциалдық энергиясы,  $q$  – өріске енгізілген заряд.

ХБЖ-дағы (SI) потенциалдың өлшем бірлігі – 1 вольт (1 В).

### II Жұмыстың өріс потенциалымен және кернеулікпен байланысы

Өрістің жұмысы зарядтың потенциалдық энергиясының өзгерісімен анықталады. Бір-бірінен шексіз қашықтыққа алыстатылған зарядтардың өзара әрекеттесуінің потенциалдық

энергиясы нөлге тең. Демек, өрістің берілген нүктесінің потенциалы деп бірлік он зарядтың берілген нүктеден шексіздікке дейін орын ауыстыруы кезінде электр өрісінің атқаратын жұмысын айтуда болады.

$$\varphi = \frac{A}{q}.$$

Зарядты шексіз алыс нүктеден өрістегі бастапқы нүктесіне алып келу үшін сыртқы күштер мынадай жұмыс атқаруы керек:

$$A = q\varphi.$$

Электр заряды потенциалдары әртүрлі нүктелер арасында орын ауыстырғанда, өріс мынандай жұмыс атқарады:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

*Өрістің екі нүктесінің потенциалдар айырымын  $\varphi_1 - \varphi_2$  көрнеу деп атайды, өлшем бірлігі Вольт, белгіленуі  $U$ :*

$$U = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Электр өрісі күшінің жұмысы зарядты көрнеуге көбейту арқылы анықталады:

$$A = qU.$$

### III Конденсатор, конденсатордың сыйымдылығы

Өткізгіштер мен диэлектриктерден зарядтарды жинайтын арнайы аспап – конденсатор жасалады.

**Конденсатор – электр зарядтарын және электр өрісінің энергиясын жинауға арналған құрылғы.**

Конденсаторда көп заряд жиналған сайын, конденсатор орамдарының арасындағы потенциалдар айырымы да көп болады. Жиналған зарядтың саны конденсатордың сыйымдылығына әсер етпейді, бірақ зарядтың шамасы мен орамдардың арасындағы көрнеу арқылы конденсатор сыйымдылығын анықтауға болады:

$$C = \frac{q}{U}.$$



#### Есте сақтандар!

$$\varphi = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}} = 1 \text{ В}$$

$$U = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}} = 1 \text{ В}$$



#### Есте сақтандар!

1. Заряд электр өрісінің әсерінен потенциалы үлкен нүктеден потенциалы кіші нүктеге орын ауыстырады.
2. Шексіз алыстатылған нүкте потенциалы нөлге тең.

**Конденсатордың электрсыйымдылығы – пластиналың біріндегі зарядтың конденсатор орамдарының арасындағы потенциалдар айырымына қатынасына тең физикалық шама.**

Конденсаторлардың жиі қолданылатын түрі – жазық конденсатордың құрылышын қарастырайық. Ол диэлектрикпен бөлінген өткізгіш екі жазық пластиналардан тұрады (86-сурет). Пластиналарды *конденсатор орамдары* деп атайды. Конденсатор сыйымдылығын оның өлшемдері және орамдарының арасындағы диэлектриктің қасиетімен анықтайды:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}.$$

$C$  – конденсатордың электрсыйымдылығы,  
 $S$  – конденсатордың орамдарының бірінің ауданы,  $d$  – конденсатор орамдарының арақашықтығы,  $\varepsilon$  – диэлектриктің диэлектрлік өтімділігі.

Электрсыйымдылықты фарадпен өлшейді. **1 Ф** – өте үлкен шама. Біздің планетамыз – Жердің сыйымдылығы осы мәнге жуық. Практикада көбінесе үлестік бірліктерді қолданады: мкФ, нФ, пФ.



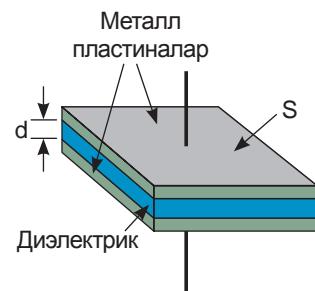
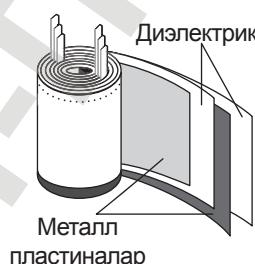
#### Есте сақтаңдар!

1 мкФ =  $10^{-6}$  Ф

1 нФ =  $10^{-9}$  Ф

1 пФ =  $10^{-12}$  Ф

$$[C] = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}} = 1 \text{ Ф}$$



86-сурет. Жазық конденсатордың құрылышы

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІЛЕРИ**

Зарядталған жазық пластиналардың арасындағы потенциалдар айырымы 2 кВ, пластинаның заряды 10 нКл. Олардың арақашықтығын мм бойынша есептөндөр. Бір пластинаның ауданы 10 см<sup>2</sup>.

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Берілгені:</b><br>$U = 2 \text{ кВ}$<br>$q = 10 \text{ нКл}$<br>$S = 10 \text{ см}^2$<br>$\epsilon = 1$<br>$d - ?$ | <b>ХБЖ</b><br>$2 \cdot 10^3 \text{ В}$<br>$10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$<br>$10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ | <b>Шешуі:</b> екі пластина конденсатор болып табылады, оның сыйымдылығын мына формуламен анықтаймыз: $C = \frac{q}{U}$ , $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$ . Формулалардың он жақтарын теңестірсек: $\frac{q}{U} = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$ .<br>Осыдан белгісіз шаманы табамыз:<br>$d = \frac{\epsilon\epsilon_0 S U}{q}$<br>$d = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{М}} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ В}}{10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} =$ $= 17,7 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 1,77 \text{ мм.}$<br><b>Жауабы:</b> $d = 1,77 \text{ мм.}$ |
|---|---|--|

**Бақылау сұрақтары**

- Электр өрісі нүктелерінің потенциалын қалай анықтайды?
- Заряд бір нүктеден екінші нүктеге орын ауыстырған кездегі өрістің атқаратын жұмысын қалай анықтайды?
- Зарядтарды жинау үшін қандай құрылғы қолданылады?
- Конденсатордың сыйымдылығын қалай анықтайды? Оның өлшем бірлігі қандай?

 **Жаттығу**
**15**

- 0,05 Дж жұмыс жасалғанда, шексіздікten  $5 \cdot 10^{-7}$  Кл заряд тасымалданған электр өрісінің нүктесінің потенциалын анықтаңдар.
- Өрістің  $A$  нүктесіндегі потенциалы 50 В,  $B$  нүктесіндегі потенциалы 80 В. 3 мкКл зарядты  $A$  нүктесінен  $B$  нүктесіне ауданын аударып, үшін қандай жұмыс жасау керек?
- Орамдарының арақашықтығы 0,5 мм, ауданы  $0,06 \text{ м}^2$  жазық ауа конденсаторының сыйымдылығын анықтаңдар.
- Артық теріс зарядтары бар бұлттың астындағы Жер бетінде шамасы және таңбасы қандай заряд индукцияланады?


**Жаттығу**
**15**

- 20 нКл заряд потенциалы 100 В нүктеден потенциалы 400 В нүктеге орын аудастырған кезде өріс қандай жұмыс атқарады?
- Орамдарының арасындағы потенциалдар айырымы 110 В, сыйымдылығы 2 мкФ конденсаторға қандай заряд берілген?

**Шығармашылық тапсырма**

Берілген тақырыптардың біреуін таңдап алып, баяндама дайындаңдар:

- Конденсаторлардың жасалу тарихы.
- Конденсаторлардың түрлері және олардың қолданылуы.
- Жайтартқыштың құрылышы мен қолданылуы.

## IV тараудың қорытындысы

| Электростатика занұралары  | Электр өрісінің сипаттамалары   |  |
|--|---|--|
|  | Кернеулік   | Потенциал  |
| <b>Зарядтың сақталу заңы:</b><br>$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = const$   | $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$   | $\varphi = \frac{W_p}{q}$  |
| <b>Кулон заңы:</b><br>$F = \frac{k  q_1  \cdot  q_2 }{\varepsilon r^2}$<br>$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{\varepsilon r^2}$ | $E = \frac{kq}{\varepsilon r^2}$  | $\varphi = \frac{A}{q}$  |
| <b>Диэлектрик өтімділік</b>  | <b>Дененің заряды</b>   | <b>Конденсатордың электрсыйымдылығы</b>                              |
| $\varepsilon = \frac{F_0}{F}$  | Артық электроны бар дене үшін:<br>$q = e \cdot n_e$ ,<br>мұндағы<br>$e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – электрон заряды<br>Электрон жетіспейтін дененің заряды:<br>$q =  e  n$ | $C = \frac{q}{U}$<br><br>$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$ |

### Электростатика занұралары:

**Зарядтың сақталу заңы.** Тұйық жүйені құрайтын зарядтардың алгебралық қосындысы осы жүйе зарядтарының кез келген өзара әрекеттесуі кезінде өзгеріссіз қалады.

**Кулон заңы.** Зарядтардың модульдерінің көбейтіндісіне тұра пропорционал және олардың арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу күші зарядтардың салықтың бойымен бағытталған.

### Глоссарий

**Диэлектриктер** – электр зарядтарын өткізбейтін заттар.

**Ортанның диэлектрик өтімділігі** – берілген ортадағы зарядтардың өзара әрекеттесу күшінің шамасы вакуумге қарағанда қанша есе азаятынын көрсететін шама.

**Оқшаулағыштар** – диэлектриктерден дайындалған денелер.

**Конденсатор** – электр зарядтарын жинау және сақтау үшін қолданылатын кұрылғы.

**Электр өрісінің кернеулігі** – кеңістіктегі берілген нүктеде орналасқан оң сынақ зарядқа өріс тарапынан әсер ететін күштің осы зарядқа қатынасына тең физикалық шама.

**Электр өрісінің потенциалы** – өрістегі зарядтың потенциалдық энергиясының сол зарядқа қатынасына тең скаляр шама.

**Сынақ заряд** – оң зарядталған нүктелік заряд.

**Откізгіштер** – электр зарядтарын жақсы өткізетін заттар.

**Күш сзықтары** – әрбір нүктедегі жанамалары осы нүктелердің кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сзықтар.

**Нүктелік заряд** – зарядталған денелердің арақашықтығымен салыстырғанда өлшемдерін ескермеуге болатын электр заряды.

**Конденсатордың электрсыйымдылығы** – пластинаның біріндегі зарядтың конденсатор орамдарының арасындағы потенциалдар айырымына қатынасына тең физикалық шама.

**Электрометр** – электр зарядын анықтауға және өлшеуге арналған электролшеуіш аспап.

**Электроскоп** – зарядты анықтауға арналған аспап.

**Элементар электр заряды** – шамасы  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл электрон зарядына тең он немесе теріс ең кіші электр заряды.

## Физика біздің өмірімізде

### 1-тапсырма.

Физикалық құбылыстарды анықтамаларымен сәйкестендіріндер.

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Линолеум төсеген еден, аспаптардың пластик беті өте тез шаң болады. Ағаш едендерде мұндай мөлшерде шаң жиналмайды.                            | A | Адам денесі мен киім үйкеліс нәтижесінде электрленеді. Ең көп заряд аязды құндері синтетикалық киімдерде пайда болады. |
| 2 | Тұтанғыш сұйықтарды тасымалдағанда отын бактарын жерлендіреді.  | B | Откізгіштің ішінде электр өрісі жоқ.   |
| 3 | Кейде металл денелерге жана сқанда біршама күшті электр зарядын сезе-сіндер.  | C | Үйкеліс кезінде пластик, органикалық шыны, пластмасса ағашқа қарағанда күштірек электрленеді.                          |
| 4 | Көптеген аспаптардың корпусы металдан жасалған. Олар аспаптарды сыртқы электр өрістерінен, кедергілерден, қажет емес сигналдардан қалқалайды. | D | Сұйықтар катты бетке үйкелгенде электрленеді. Тез тұтанатын сұйықтар үшкінды разрядтардан тұтануы мүмкін.              |

### «Сфера дағы боран» ойыншығы

**Керекті материалдар:** мөлдір пластмасса сфера және пенопласт шарлар.



#### №1 тәжірибе:

Сфераны ашып, оның ішіне пенопласт шарларды салыңдар. Сфераны сілкіндер де, үстелдің үстіне қойыңдар. Пенопласт шарлардың қозғалысын бақыландар. Алдымен шарлар сфера қабырғасына жабысады. Содан соң тебіліп, жоғары көтеріледі де, мөлдір сфераның ортасында қалқып жүреді.

**№2 тәжірибе:**

Жібек қындысымен сфераның жоғары бөлігін сұрткенде, шарларға не болатынын болжандар.

Өз болжамдарынды тексеріндер.

**Ескерту:**

1. Шарлар олардың диаметрлерінің қосындысы сфера диаметрінен біршама үлкен немесе кіші болған жағдайда ғана қалқып ұшады. Егер шарлардың диаметрлерінің қосындысы сфера диаметріне тең болса, онда шарлар сферага жабысып қалады да, түбіне құлайды.
2. Ойыншықты қолымызда бар материалдардан, мысалы, мөлдір сылдырмақтан және орауыш пенопласт бөлігінен жасауға болады. Егер пенопласт бөлігін 20–30 минут қайнаған суға салсақ, ол шарларға бөлінеді. Сылдырмақты пластмасс бүйімдарға арналған желіммен желімдендер.

## Бақылау тесті

### 1-нұсқа

- Статикалық зарядты табуға арналған құрал –**
  - A) Амперметр.
  - B) Вольтметр.
  - C) Электроскоп.
  - D) Гальванометр.
- Электр зарядын жақсы откізетін заттар –**
  - A) Откізгіштер.
  - B) Диэлектриктер.
  - C) Оқшаулагыштар.
  - D) Газдар.
- Зарядталған денелердің арасындағы арақашықтықпен салыстырғанда өлшемдерін ескермеуге болатын денеге берілген зарядты ... деп атайды.**
  - A) Элементар заряд.
  - B) Сынақ заряд.
  - C) Минимал заряд.
  - D) Нүктелік заряд.
- Бірлік заряд берілген өріс нүктесінен шексіз қашықтықтағы нүктеге орын ауыстырғанда электр өрісінің атқаратын жұмысы ... деп аталаады.**
  - A) Өріс нүктесінің кернеуі.
  - B) Өріс нүктесінің потенциалы.
  - C) Кернеулік.
  - D) Потенциалдар айырымы.
- Уақыт өткен сайын қозғалмайтын және өзгермейтін зарядтардың электр өрісі ... деп аталаады**
  - A) Электродинамикалық.
  - B) Электростатикалық.
  - C) Электромагниттік.
  - D) Зарядтық.
- Кеңістіктің әр нүктесіндегі кернеулік векторының бағыты ... әрекет ететін күштің бағытымен сәйкес келеді.**
  - A) Оң сынақ зарядқа.
  - B) Теріс зарядқа.
  - C) Элементар зарядқа.
  - D) Кез келген зарядқа.
- Электр зарядын жинауға және сактауға арналған құрал –**
  - A) Резистор.
  - B) Шарғы.
  - C) Конденсатор.
  - D) Реостат.
- Денеге берілген электрондар саны  $10^{16}$  болғандағы артық электрондар зарядын анықтандар. Электрон заряды –  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.**
  - A) 16 мКл.
  - B) -16 мКл.
  - C)  $-1,6 \text{ мКл.}$
  - D) 1,6 мКл.
- Енгізілген  $2 \cdot 10^{-3}$  Кл зарядқа 0,03 Н күш әрекет ететін нүктедегі өріс кернеулігін анықтандар**
  - A) 1,5 Н/Кл.
  - B) 15 Н/Кл.
  - C)  $6 \cdot 10^{-5} \text{ Н}\cdot\text{Кл.}$
  - D)  $6 \cdot 10^{-2} \text{ Н}\cdot\text{Кл.}$
- Жазық әуе конденсаторының астарының ауданы 0,01 м<sup>2</sup> болады. Астарларының арасындағы қашықтық 0,01 мм болғанда, оның сыйымдылығын анықтандар. Электр тұрақтысы  $\epsilon_0 = 8.5 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}/\text{м.}$** 
  - A) 8,85 нФ.
  - B) 88,5 нФ.
  - C) 8,85 пФ.
  - D) 8,85 мкФ.

**2-нұсқа**

- 1. Статикалық зарядты өлшеуге арналған құрал –**
  - A) Электрометр.
  - B) Электроскоп.
  - C) Электрофор мәшинесі.
  - D) Амперметр.
- 2. Электрон зарядының шамасына тең, оң немесе теріс, ең кіші электр заряды ... деп аталады.**
  - A) Минимал заряд.
  - B) Элементар заряд.
  - C) Бөлінбейтін заряд.
  - D) Сынақ заряд.
- 3. Артық электроны бар денелердің ... бар.**
  - A) Оң заряды.
  - B) Теріс заряды.
  - C) Анықталмаған заряды.
  - D) Периодты түрде өзгеріп отыратын заряды.
- 4. Берілген ортада зарядтар арасындағы әрекет етуші қүш вакуумге қарағанда неше есе әлсіз бола түсетіндігін көрсететін шама –**
  - A) Потенциал.
  - B) Кернеу.
  - C) Кернеулік.
  - D) Диэлектрлік өтімділік.
- 5. Оң зарядталған нүктелік заряд ... деп аталады.**
  - A) Элементар заряд.
  - B) Бөлінбейтін заряд.
  - C) Сынақ заряд.
  - D) Минимал заряд.
- 6. Әрбір нүктесіндегі жанамалары осы нүктелердегі кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сзызықтарды ... деп атайды.**
  - A) Магниттік сзызықтар.
  - B) Электр сзызықтары.
  - C) Эквипотенциалды сзызықтар.
  - D) Қүш сзызықтары.
- 7. Біртекті электр өрісінің қүш сзызықтары ... береді.**
  - A) Шенберді.
  - B) Тең қашықтықтағы параллель сзызықтарды.
  - C) Қылышқан сзызықтарды.
  - D) Кез келген пішіндегі тұбық сзызықтарды.
- 8. Бір-бірінен 0,3 м қашықтықта орналасқан 2 мКл екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу қүшін анықтаңдар.**
  - A) 400 Н.
  - B) 400 кН.
  - C) 40 кН.
  - D) 4 кН.
- 9.  $2 \cdot 10^{-6}$  Кл заряд 200 В потенциалы бар өріс нүктесінен 100 В потенциалы бар өріс нүктесіне орын ауыстырғанда, өрістің жасайтын жұмысын табыңдар.**
  - A) 0,2 мДж.
  - B) 0,2 МДж.
  - C) 20 Дж.
  - D) 200 Дж.
- 10. 0,6 мКл заряд жиналғанда оның астарындағы потенциалдар айырымы 100 В дейін өсетіндігі белгілі, конденсатордың сыйымдылығын табыңдар.**
  - A) 60 нФ.
  - B) 60 пФ.
  - C)  $6 \cdot 10^{-9}$  Ф.
  - D)  $6 \cdot 10^{-7}$  Ф.

## V ТАРАУ

# ТҮРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ

Зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысын электр тогы деп атайды. Әртүрлі орталарда қозғалатын зарядтар бағынатын зандар негізінен эксперименттік жолмен ашылған. Ғалымдар жүргізген зерттеу нәтижелері түрмиста және өнеркәсіптің барлық салаларында кең қолданысқа ие болды.

### **Тарауды оқып-білу арқылы сөндөр:**

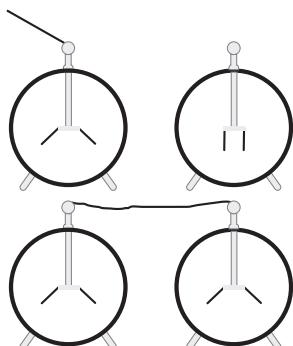
- электр тогының пайда болуы үшін қажетті шарттарды түсіндіруді;
- электр сұлбаларын графикалық түрде бейнелеуде электр тізбегі элементтерінің шартты белгілерін қолдануды;
- кернеудің физикалық мағынасын, өлшем бірлігін түсіндіруді;
- электр тізбегіндегі ток құші мен кернеуді өлшеуді;
- түрақты температурада металл өткізгіш үшін вольт-амперлік сипаттама құруды және түсіндіруді;
- тізбек бөлігі үшін Ом заңын есептер шығаруда қолдануды;
- электр кедергісінің физикалық мағынасы мен өлшем бірлігін түсіндіруді;
- өткізгіштің меншікті кедергісі формуласын есептер шығаруда қолдануды;
- өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау зандылықтарын тәжірибе арқылы анықтауды;
- өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғауда тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып, электр тізбектеріне есептеулер жүргізуі;
- есептер шығаруда ток жұмысы мен қуатын анықтауға арналған формулаарды, Джоуль – Ленц заңын қолдануды;
- тоқтың қуаты мен жұмысын эксперименттік түрде анықтауды;
- $\text{kVt} \cdot \text{сағ}$  өлшем бірлігін пайдаланып, электр энергиясының құнын есептеуді;
- электр тогының табиғаты мен кедергінің металл температурасына тәуелділігін сипаттауды;
- қысқа түйікталудың пайда болу себебі мен оның алдын алу жолдарын түсіндіруді;
- сұйықтардағы электр тогының табиғатын түсіндіруді үйренесіндер.

## § 22. Электр тогы, электр ток көздері

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- электр тогының пайда болуы мен оның сақталуы үшін қажетті шарттарды түсіндіре аласыңдар;
- өртүрлі ток көздерінің жұмыс істеу принципін түсіндіріп бере аласыңдар.



**87-сурет.** Электр өрісінің әсерінен өткізгіш бойымен зарядтардың бағытталған қозғалысы

### I Электр тогы.

#### Электр тогының пайда болу себебі

Электроскоптың өзегіне бекітілген металл шарды электрленген эбонит таяқшасымен зарядтаймыз. Осы шарды зарядталмаған басқа электроскоптың шарымен оқшауланған сымның ашық ұштары арқылы жалғаймыз. Сонда екі электроскоптың да жапырақшалары бірдей белгілі бір бұрышқа ауытқиды, демек электроскоптардың бір-біріне жалғағанда артық зарядтың жартысы зарядталған шардан зарядталмаған шарға өтеді (87-сурет). Зарядтардың өткізгіш бойымен бағытталған қозғалысқа түсінің себебі – зарядталған шар маңайында туындаған электр өрісінің әсері. Ток шарлардың потенциалдары тең болғанда тоқтайды. Егер шарлардың өлшемдері бірдей болса, онда ток шарлардағы зарядтар шамасы тең болғанда тоқтайды.

**Электр тогы – зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысы.**

Сонымен, электр тогы еркін зарядтар мен электр өрісі бар ортада гана пайда болады.

### II Ток көзі

Өткізгіштегі тоқты сақтау үшін оның ұштарындағы потенциалдар айырымын сақтау керек. Мұндай жұмысты тоқ көздері атқарады.

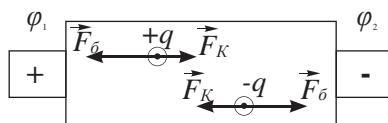
**Ток көзі – электр тізбегіндегі кернеуді үстап тұратын және зарядтарды бөлуді іске асыратын құрылғы.**

Ток көзі полюстерінде зарядтардың бөлінуі электрлік емес құштердің әсерінен жүзеге асуы керек. Аттас зарядтар бір-бірінен тебілестін болғандықтан, кулондық құштер тоқ

### Жауабы қандай?

Неге тоқ көзінің ішінде Кулон қүшінің жұмысы тең, ал тізбектің сыртқы бөлігінде он болады?

көзінің клеммасында зарядтардың жинақталуына қарсы әрекет етеді. Ток көзінің ішіндегі кулондық күштер мен бөгде күштердің әрекеті 88-суретте сыйба түрінде берілген. Бөгде күштердің әрекетінен ток көзінің бір полюсінде он заряд, екіншісінде теріс заряд жиналады. Полюстердегі өріс потенциалдары  $\varphi_1$  және  $\varphi_2$  белгілерімен белгіленген. Теріс зарядты полюске қарағанда он зарядты полюстің потенциалы әлдеқайда жоғары болады  $\varphi_1 > \varphi_2$ .



**88-сурет.** Ток көзінің зарядтарына бөгде және кулондық күштердің әрекеті



### Өз тәжірибелен

Электроскоптың өлшемдері әртүрлі шарлармен жасаған тәжірибелеріндегі қайталаңдар. Нәтижелерін салыстырыңдар. Шарлардағы заряд қалай тарапалды?

## Қосымша

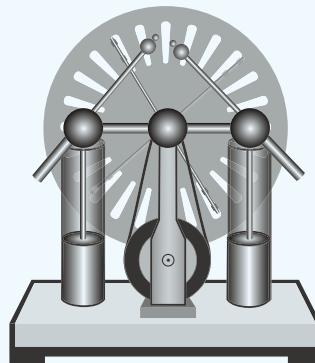
### Ток көздерінің түрлері

Жұмыс – энергияның бір түрден екінші түрге айналу өлшемі. Ток көзі ішіндегі зарядтарды бөлу кезінде жұмыс атқарылады: бөгде күштер зарядтардың орнын ауыстырады, демек, энергияның басқа түрлері электр энергиясына айналады. Қолданылған энергия түріне байланысты ток көзінің жұмыс істеу принципі мен құрылышы әртүрлі болуы мүмкін. Олардың кейбіреуін қарастырып көрейік.

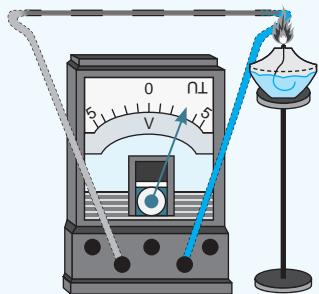
**Электрофор мәшинесі** (89-сурет). Бұл ток көзінде үйкеліс арқылы электрлену нәтижесінде механикалық энергия электр энергиясына айналады. Әртекті зарядтар екі конденсаторға – Лейден банкаларына жиналады.

**Термопара немесе термоэлемент.** Әртүрлі металдан жасалған екі сымның қосылған жерін қыздыру кезінде, оларда электр тогы пайда болады (90-сурет). Ишкі энергия электр энергиясына айналады.

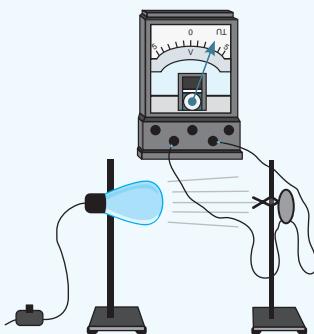
**Фотоэлемент** (91-сурет). Кремний, селен тәрізді бірқатар заттардың атомы жарықтың әсерінен электрондарын жоғалтады, олардың зат қабаттарының арасында қайта бөлінуінің салдарынан потенциалдар айырымы пайда болады. Осылайша жарық энергиясы электр энергиясына айналады. Күн батареялары осы әдіспен жұмыс істейді.



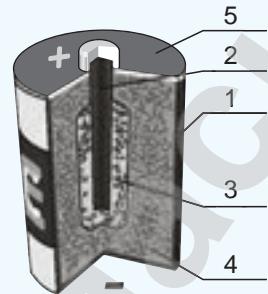
**89-сурет.** Электрофор мәшинесі



90-сурет. Термопара



91-сурет. Фотоэлементті



92-сурет. Гальвани элементті

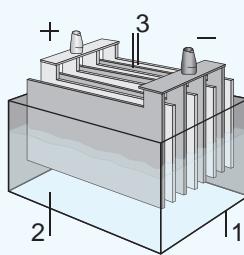
**Гальвани элементі** (92-сурет). Гальвани элементтің құрылғысында химиялық реакция нәтижесінде бөлінетін энергияның электр энергиясына айналу процесі қарастырылған. Элемент ішінде бұрышты өзек (2) қойылған мырыш ыдыстан (1) тұрады. Бұрышты өзек көмір мен марганец оксидінің қосындысы толтырылған қаптың (3) ішінде орналасқан. Ідис мүсәтір ерітіндісі мен ұннан жасалған клейстермен (4) толтырылған. Мырыш ыдыс картонмен қапталып, сыртынан шайыр құйылады (5). Мүсәтірдің мырышпен әрекеттесуі кезінде мырыштан оң иондар – электронын жоғалтқан атомдар бөлінеді де, мырыш теріс зарядты болады. Бұрышты өзекте оң зарядтар жиналады.

**Аккумуляторлар** (93-сурет). Аккумулятор – электролиті (2) және оң немесе теріс зарядты темір пластиналары (3) бар ыдыс (1) (94-сурет). Осындай аккумуляторлар автокөлік жасау ісінде кең қолданыс тапты. Аккумулятор ток көзі болу үшін оны зарядтау керек. Зарядтау кезінде электродтардың біреуі оң, екіншісі теріс болады.

Қазіргі кезде аккумуляторлардың түрі көп және олардың қолданыс аясы әртүрлі. Олар барлық тұрақты токты тұтынушылар үшін ток көзі болып табылады. 95-суретте компьютердің USB портынан зарядталған аккумулятор бейнеленген.



93-сурет. Аккумулятор



94-сурет. Аккумулятор құрылышы



95-сурет. Заманауи аккумулятор моделінің зарядталуы

## Бақылау сұрақтары

1. Электр тогы дегеніміз не?
2. Қандай жағдайда зарядталған бөлшектер бағытталған қозғалысқа туседі?
3. Ток көзінің қандай түрлерін білесіндер?

## Эксперименттік тапсырма

Екі қалың мырыш және мыс өткізгіш сымдардан, лимоннан ток көзін жасандар. Мырышпен қапталған шегені пайдалануға да болады. Алынған ток көзінің параграфта сипатталған гальвани элементіне ұқсастығы мен айырмашылығы неде екенін анықтаңдар. Бір электр шамын 2,5 В электр энергиясымен жабдықтау үшін қанша лимон қажет болады? Қолдан жасалған ток көздерін қалай жалғау керек?

## Шығармашылық тапсырма

Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша презентация-хабарлама дайынданадар:

1. Электр энергиясының дәстүрлі емес көздері.
2. Жаңа буын аккумуляторлары.
3. Қазақстанда аккумуляторлар жасап шығару.
4. Ток көздерінің түрлері қолданылатын салалар.



*Талдықорған қаласындағы аккумулятор зауыты тек Қазақстанды ғана емес жақын шетелдерді де аккумуляторлармен қамтамасыз етуде.*

## § 23. Электр тізбегі және оның құрамдас бөліктері, ток күші, кернеу

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электр сұлбаларын графикалық түрде бейнелегендеге электр тізбегі элементтерінің шартты белгілерін қолдана аласыңдар;
- сұлбаларда өшіреуші аспаптарды тізбекке қосу ережелеріне сәйкес белгілей аласыңдар;
- токтың бағытын көрсете аласыңдар.

### I Электр тізбегі және оның құрамдас бөліктері

Ток көзі, электр тогын тұтынушы, жалғауши сымдар мен кілт электр тізбегін құрайды. Электр тізбектерін әр құрал өзінің шартты белгісімен белгіленетін сұлбалар түрінде бейнелейді (2-қосымшадағы 13-кесте). Тізбек тұйықталған және тек өткізгіштерден құралған жағдайда ғана тізбекте электр тогы болады. Тізбектің үзіліуі немесе диэлектриктердің болуы зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысына кедергі келтіреді.

### Тапсырма

1. 13-кестені пайдаланып гальвани элементінен, электр шамынан және кілттен тұратын тізбектің сұлбасын жасаңдар.
2. Электр тогын тұтынушыларға мысал келтіріңдер.
3. Бұл тұтынушыларда токтың қандай әсері (жылулық, магниттік, химиялық) айқындалады?

### II Ток күші – тізбектегі токтың сипаттайтын физикалық шама

Зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы бір тізбектің өзінде жай және жылдам бола алады. Тізбектегі токтың әрекеті осыған тәуелді. Тізбектегі токтың жылулық, химиялық және магниттік әсері болуы мүмкін. Ток күшінің мәніне қарап, ток жұмысының қарқындылығы туралы айтуға болады. Көлденең қима арқылы неғұрлым көп заряд өтсө, токтың әрекеті соғұрлым қүштірек болады.

**Ток күші дегеніміз – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы қандай да бір уақыт аралығында өтетін қ з а р я д т ы ң с о л уақытқа қатынасына тең физикалық шама.**

$$I = \frac{q}{t},$$

Мұндағы  $I$  – ток күші,  $q$  – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өтетін заряд,  $t$  – зарядтың өткен уақыты.

### III Ток күшінің өлшем бірлігі

Ток күшінің өлшем бірлігі француз ғалымы А.Ампердің құрметіне аталған. Ол ХБЖ-ның негізгі 7 бірлігіне кіреді. Ампер 2 жеңіл, жіңішке өткізгіштегі токтың магниттік әсері негізінде ток күшінің өлшем бірлігін енгізді.

1 ампер – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 1 с уақыт аралығында 1 Кл заряд өткен кездегі ток үшін.

Әлсіз және құшті токтарды өлшеу үшін есептік және үлестік қосымшалар – килоампер, миллиампер және микроампер қолданылады.

Зарядтың өлшем бірлігі мен ток қүшінің өлшем бірлігінің байланысын анықтайық. Ток қүшін есептеу формуласынан зарядты өрнек-тейтін мынадай формула шығады:

$$q = I \cdot t.$$

Зарядтың өлшем бірлігі ток қүшінің өлшем бірлігімен байланысты:

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с.}$$

1 Кулон ток үшін 1 А болған кезде, 1 с уақыт аралығында өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өтетін электр зарядына тең.

Қозғалмайтын зарядтар үшін 1 Кл мәні жағынан үлкен заряд болып есептеледі. Ол кулондық құштердің әрекетінен денелерде тұрақтап қала алмайды.

Қозғалмалы зарядтар үшін оның болмашығана мәні бар. Бір бөлмеге жарық беретін шам арқылы бұндай заряд секунд сайын өтіп жатады.

#### IV Электр тогының бағыты

Өткізгіштердегі зарядтар оң және теріс бола алады. Ток бағыты ретінде оң бөлшектердің қозғалыс бағыты алынған. Металдарда электрондар қозғалады, ал оларды жоғалтқан атомдар кристалдық торлардың түйіндерінде қалады (96-сурет). Соған қарамастан, металдағы ток қүшінің бағыты оң бөлшектердің қозғалыс бағыты ретінде көрсетіледі (97-сурет).

#### V Ток қүшін өлшеу

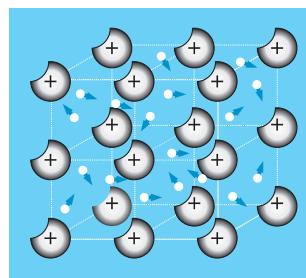
Шамасына қарай ток қүшін өлшеуге қолданылатын аспаптар: гальванометр, микроамперметр, миллиамперметр, амперметр.



**Андре-Мари Ампер** (1775–1836) – атақты француз физигі, Париж Ғылым академиясының мүшесі. Ғалымның есімі Францияның ұлы ғалымдарының тізіміне енгізілген. Ол негізінен электродинамика саласында еңбектенген. Ампер электрлік және магниттік құбылыстардың байланысын зерттеді.

#### Есте сақтаңдар!

$$\begin{aligned} 1 \text{ кА} &= 1000 \text{ А} = 10^3 \text{ А} \\ 1 \text{ мА} &= 0,001 \text{ А} = 10^{-3} \text{ А} \\ 1 \text{ мкА} &= 0,000001 \text{ А} = 10^{-6} \text{ А} \\ 1 \text{ Кл} &= 1 \text{ А} \cdot \text{с} \end{aligned}$$



**96-сурет.** Металдардағы еркін электрондардың қозғалысы

Аспаптарды тізбекке қосу ережелерімен танысады. Гальванометрдің нөлдік мәні шкаланың тұра ортасында орналасқандықтан, оның тілшесі онға да, солға да ауытқуы мүмкін (98-сурет).

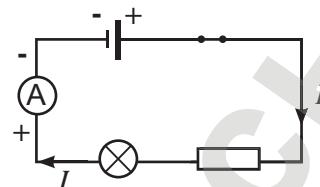
Гальванометрдің полюстерін еркін қоса беруге болады, тілшесінің ауытқу бағыты тәжірибе жасаушыға тізбектегі токтың бағыты туралы мәлімет береді. Басқа аспаптарды тізбекке қосу ережесін сақтай отырып қосу керек.

*Ток көзінің оң полюсінің жалғағышсыз сымдары амперметрдің оң қысқышымен, теріс полюсі – амперметрдің теріс қысқышымен жалғануы керек.*

Амперметр ток күші өлшеніп жатқан аспапқа тізбектей жалғанады (97-сурет).

*Амперметр – тізбектегі токты өлинеуге арналған аспап.*

Тармақталмаған тізбектің барлық бөлігінде ток күшінің бірдей болатынына тәжірибе жүзінде көз жеткізуге болады (99-сурет).



97-сурет. Тізбектегі ток күшінің бағыты, амперметрдің тізбекке қосу



98-сурет. Гальванометр

## VI Кернеу

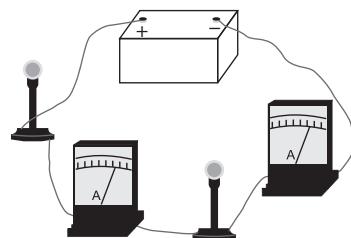
Зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысын ток көзінің өрісі тудырады. Зарядтардың орын ауыстыруы кезінде электр өрісінің атқаратын жұмысын *ток жұмысы* деп атайды. Тізбектегі екі нүктенің арасындағы потенциалдар айырымы қаншалық көп болса, зарядтың бір нүктеден басқа нүктеге өтуі кезінде ток соншалық көп жұмыс атқарады (100-сурет).

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

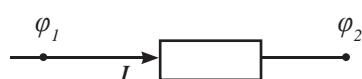
Потенциалдар айырымы кернеуге тең:  
 $U = \varphi_1 - \varphi_2$ , демек:

$$U = \frac{A}{q}.$$

**Тізбек бөлігіндегі кернеу – осы бөліктегі бірлік зарядтың орнын ауыстыруы кезінде атқарылатын ток жұмысына тең физикалық шама.**



99-сурет. Тармақталмаған тізбектің барлық бөлігінде ток күші бірдей



100-сурет. Тогы бар өткізгіштің ұштарындағы потенциалдар айырымы

Кернеудің өлшем бірлігі италиялық физик **A. Вольтаның** құрметтіне аталған.

*Егер 1 Кл зарядтың орын ауыстыруы үшін 1 Дж жұмыс атқару қажет болса, онда өткізгіштің ұштарындағы потенциалдар айырымы 1 вольтке тең болады:*

$$1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}}$$

Үйлерді жарықтандыру жүйесінде кернеу 220 В болады.

## VII Кернеуді өлшеу

Тізбек бөлігіндегі кернеуді вольтметрмен өлшайді.

**Вольтметр дегеніміз – тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеуге арналған аспап.**

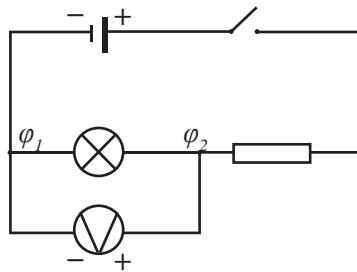
Вольтметрді тізбекке қосу кезінде мына ережелерді сақтау керек:

*тізбектегі кез келген екі нүктенің арасындағы кернеуді өлшеу керек болса, вольтметрдің қысқыштарын сол нүктелерге қосады;*

*вольтметрдің оң қысқышын ток көзінің оң полюсінен шығатын сымга, теріс қысқышын ток көзінің теріс полюсінен шығатын сымга жалғайды (101-сурет).*



**Алессандро Вольта** (1745–1827) – италиялық физик, химик және физиолог, электр тогы туралы ілімнің негізін қалаушылардың бірі. Үздіксіз электр тогын алу үшін Вольта алғаш рет мырыш пен мыс пластинаны қышқылға салып, «Вольта бағанасы» деп аталған химиялық ток көзін жасады.



**101-сурет.** Тізбек бөлігіне вольтметрді қосу



### Бұл қызық!

Тұтасқанаттың суда бөлөтін энергиясының кернеуі 350 В-қа, ал жыланбалықтікі 600 В-қа дейін жетеді.



Тұтасқанат



Жыланбалық

**Жауабы қандай?**

- Неліктен тізбектің тармақталмаған бөлігіндегі аспаптардағы ток күші бірдей?
- Неге амперметр мен вольтметрдің қысқыштарындағы таңбаларды ескеру қажет?
- Неліктен кілт, шам және резистор қысқыштарында таңбалар болмайды?
- Не себепті өткізгіштегі электрондардың жылулық қозғалысы электр тогы бола алмайды?

**Бақылау сұрақтары**

- Электр тізбегінің негізгі бөліктерін атаңдар.
- Ток күші дегеніміз не? Оны қандай өлшем бірлігімен өлшейді?
- Ток күшін қандай аспаппен өлшейді, оны тізбекке жалғаудың қандай ережелері бар?
- Кернеу дегеніміз не? Оны қандай өлшем бірлігімен өлшейді? Тізбек бөлігіндегі кернеуді қандай аспаппен өлшейді? Оны тізбекке қалай қосады?

**Жаттығу****16**

- 13-кестені пайдаланып, гальвани элементі, қоңырау, электр шамы және кілттен тұратын тізбектей жалғанған тізбектің сұлбасын жасаңдар.
- Тізбекте қоңырау мен электр шамы бір уақытта қосылmas үшін не істеу қажет? Оның сұлбасын жасаңдар.
- Вольфрам қылы арқылы 10 минут ішінде 300 Кл электр заряды өтедін электр шамындағы ток күшін анықтаңдар.
- Өткізгіштің көлденең қимасы арқылы  $2 \text{ с}^{-1}$  ішінде  $12 \cdot 10^{19}$  электрон өтеді. Өткізгіштегі ток күші қандай?
- 100 Кл заряд орын ауыстырған кездегі тізбектің бір бөлігінде атқарылған жұмыс тізбектің басқа бөлігіндегі 600 Кл заряд орын ауыстырған кездегі жұмыспен бірдей болды. Қай бөліктің ұштарында кернеу көп және қанша есе көп?

**Жаттығу****16**

- Әртүрлі науқастар бөлмесіне бір сигналды шам арқылы медбикені шақыруға арналған тізбектің сұлбасын жасаңдар.
- Қол шамы құрылғысын қарастырындар, тізбектің жалғану сұлбасын бейнелеңдер.

3. Радиошамның ток күші 50 мА. Егер шам 1000 сағ жұмыс істесе, одан қанша электр заряды өтеді?
4. Кернеу 4 В болғанда, 1 с ішінде 0,8 Дж электр энергиясы жұмсалса, велосипед фонарындағы шамның ток күші қандай?

### Эксперименттік тапсырма

Гальвани элементінен, кілттен және тәменгі вольтты шамнан тізбек құрастырындар. Осы тізбектен қол шамын, түнде оқуға арналған көзілдірік бағдаршам үлгісін жасауға болады. Өз идеяларындағы ұсынындар, сендердің бұйымдарындағы қалай көркемдеуге болатынын ойластырындар. Ұнатқан идеяларындағы таңдалған алдың, жұмысты соңына дейін жеткізіндер.

### Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптардың біреуі бойынша хабарлама дайындаңдар:

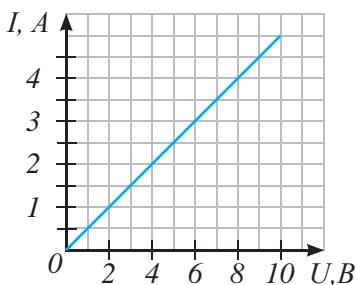
1. Биоэлектрлік құбылыстарды зерттеуде Л. Гальвани жүргізген тәжірибелер.
2. Электрфизиология – жануарлар әлеміндегі электр құбылыстарын зерттейтін ғылым.
3. Медицинада энцефалография және электрокардиографияның қолданылуы.

## § 24. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- тізбек бөлігі үшін Ом заңын есептер шығаруда қолдана аласыңдар;
- ток күшінің кернеу мен тізбек бөлігіндегі кедеरгісеге тәуелділік графигін оқы аласыңдар.



**102-сурет.** Тізбек бөлігінің Вольт-амперлік сипаттамасы

Элементті тізбектей қосамыз. Ток күші мен кернеудің мәні екі есе өседі. Үшінші элементті қосқанда, өлшеніп жатқан шамалардың үш есе өскенін байқаймыз.

*Откізгішке берілген кернеу қаншалықты өссе, сол откізгіштегі ток күши де соңшалық артады.*

$$I = kU,$$

мұндағы  $k$  – пропорционалдық коэффициенті.

Координатаның басынан өтетін тұзу – осы тәуелділіктің графигі болып табылады. Бұл тәуелділікті вольт-амперлік сипаттама деп атайды (102-сурет).

### II Пропорционалдық коэффициентінің физикалық мәні

Тұрақты ток көзі бар тізбек жинап, тәжірибе жасайық. Тізбекке әртүрлі откізгіштерді қосып, түрлі откізгіштер үшін кернеу тұрақты болса да, ток күшінің бірдей еместігіне көз жеткізуге болады (103-сурет). Демек,

### I Тізбек бөлігіндегі ток күшінің оның үштаратындағы кернеуге тәуелділігі

Электр тогы дегеніміз – зарядталған бөлшектердің электр өрісінің әсерінен болатын реттелген қозғалысы. Өрістің зарядтарға әсері күшейген сайын, тізбектегі ток күші де арта түседі және откізгіштің көлденең қимасы арқылы откен зарядтар саны да көбейе түседі. Зарядтар ағынын өзендеңі су ағысына үқсатуға болады. Су деңгейі бірдей болмаса, ағу жылдамдығы артады. Көлдерде су беті бір деңгейде, сондықтан көлдегі су ақпайды. Электр тізбегінде де осылай, егер тізбектің үштаратындағы потенциалдар тең болса, онда бұл бөліктегі заряд ағып кетпейді.

Ток күшінің кернеуге тура пропорционал тәуелділігін тәжірибе жасап дәлелдеуге болады. Сұлбасы 101-суретте (§23) көрсетілген тізбек жинаимыз.

Ток көзі ретінде бірнеше гальвани элементін қолданамыз. Тізбекке бір гальвани элементін жалғап, амперметр мен вольтметрдің көрсеткіштерін жазып аламыз. Содан кейін келесі

тізбектегі ток күші кернеуге ғана емес, өткізгіштің қасиетіне де тәуелді.  $k$  коэффициенті өткізгіштің электр тогын өткізу қабілетін анықтайды, оны *өткізгіштің өткізгіштігі* деп атайды.

### III Ом заңы

Неміс физигі Георг Ом пропорционалдық коэффициентіне кері шама енгізіп, оны *өткізгіштің кедергісі* деп атады.

Ол тәжірибе жүзінде тұрақты кернеуде ток күшінің кедергіге кері пропорционал тәуелді болатынын анықтады. Кері пропорционал тәуелділіктің графигі гипербола болып табылады (104-сурет).

Жасаған тәжірибесін қорытып, Ом электр тізбегінің бөлігіне арналған заңды тұжырымдады:

$$I = \frac{U}{R}.$$

**Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің үштарындағы кернеуге тұра пропорционал, ал оның кедергісіне кері пропорционал.**

### IV Кедергінің өлшем бірлігі

Г.Омның құрметіне кедергінің өлшем бірлігі *Ом* деп аталды.

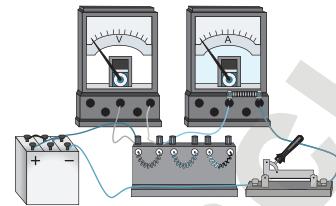
**1 Ом дегеніміз – үштарында 1 В кернеу болғанда, бойымен 1 А-ге тең ток жүре-тін өткізгіштің кедергісі.**

Кедергінің үлкен және кіші мәндерін жазу үшін есептік және үлестік қосымшалар қолданылады: мегаом, килоом, миллиом.

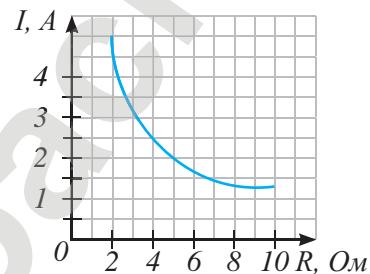
**1 МОм = 1000000 Ом = 10<sup>6</sup> Ом.**

**1 кОм = 1000 Ом = 10<sup>3</sup> Ом.**

**1 мОм = 0,001 Ом = 10<sup>-3</sup> Ом.**



103-сурет. Әртүрлі өткізгіштер жалғанған тізбек



104-сурет. Ток күші өткізгіштің кедергісіне кері пропорционал



**Георг Симон Ом** (1787–1854) – атақты неміс физигі. Омның тізбектегі электр тогының өтуіне, ток күшінің кернеумен және кедергімен байланысына арналған еңбектері кеңінен танымал. Оның электр құбылысы туралы ашқан жаңалығының ғылым үшін маңызы зор.

**ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ**

Радиоқабылдағыш 50 мА тогы бар желіге қосылған. Екі сағаттық жұмыс кезінде ол 7,2 кДж электр энергиясын тұтынды. Тізбектегі кернеуді және радиоқабылдағыш арқылы өткен зарядтаған бөлшектер санын анықтаңдар.

|                     |                              |   |
|---------------------|------------------------------|---|
| <b>Берілгені:</b>   | <b>ХБЖ</b>                   | <b>Шешуі:</b> тізбек бөлігінің кернеуі бірлік зарядтың орын ауыстыруы кезінде атқарылатын жұмыс бойынша анықталады: $U = \frac{A}{q}$ . (1) |
| $I = 50 \text{ мА}$ | $50 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ |   |
| $t = 2 \text{ сағ}$ | $7200 \text{ с}$             |   |

$A = 7,2 \text{ кДж}$

$U - ?$

$n - ?$

Өткізгіш бойымен өткен зарядтың мәні:  $q = It$ . (2) (2) өрнекті (1) өрнекпен біріктіріп, кернеуді есептей формуласын шығарамыз:  $U = \frac{A}{It}$ .

Кернеудің мәнін есептейміз:

$$U = \frac{7200 \text{ Дж}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 7200 \text{ с}} = \frac{1000}{50} B = 20 B.$$

Металдардағы заряд тасымалдаушылар – электрондар. Жалпы зарядты бір электронның зарядымен салыстырамыз:  $n = \frac{q}{|e|} = \frac{It}{|e|}$ .

$$n = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 7200 \text{ с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2,25 \cdot 10^{21}.$$

**Жауабы:**  $U = 20 \text{ В}$ ;  $n = 2,25 \cdot 10^{21}$ .



### Жауабы қандай?

Не себепті өткізгіштегі кернеуді арттырыған кездे, ток күши де сонша есе артады?



### Есте сактаңдар!

Адам өміріне қауіпті кернеу: құрғақ бөлмеде – 42 В; ылғалды бөлмеде – 12 В. Ток күшинің қауіпті мәні – 0,05 А-ден жоғары.

Адам денесінің кедергісі шамамен 1 кОм.

**Бұл қызық!**

Табиғаттағы ең жоғары кернеу найзағай кезінде бұлттар арасында пайда болады, ол 100 млн вольтқа жетуі мүмкін.

Зертхана жағдайындағы ең жоғары кернеу 1979 ж. АҚШ-тағы «National Electrostatics Corporation» корпорациясында алынды, ол 32 млн вольтқа жуық.

**Бақылау сұрақтары**

1. Өткізгіштегі ток күші оның ұштарындағы кернеуге қалай тәуелді?
2. Ток күшінің кернеуге тәуелділік графигінің түрі қандай?
3. Ток күші өткізгіштің кедергісіне қалай тәуелді?
4. Кедергіні қандай өлшем бірлігімен өлшейді?
5. Ом заңын тұжырымдаңдар.

**Жаттығу**

17

1. Ток күшінің кернеуге тәуелділік графигі бойынша (102-сурет) өткізгіштің кедергісін анықтаңдар.
2. Өткізгіштегі ток күші 0,6 А болған кезде, 30 Ом кедергісі бар өткізгіштің ұштарындағы кернеуді анықтаңдар.
3. Егер өткізгіштің ұштарына 12 В кернеу берілсе, онда 6 Ом кедергісі бар өткізгіштен 25 Кл заряд қанша уақыт аралығында өтеді?

**Жаттығу**

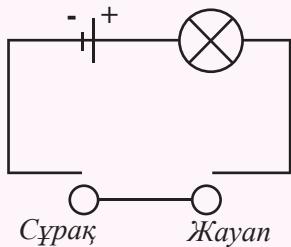
17

1. Ток күшінің кернеуге тәуелділік графигі бойынша (104-сурет) өткізгіштің ұштарындағы кернеудің мәнін анықтаңдар.
2. Ұштарына 12 В кернеу берілген, кедергісі 600 Ом реостаттың ток күшін анықтаңдар.
3. 1 минутта кернеуі 36 В, кедергісі 30 Ом өткізгіш арқылы қандай заряд өтеді?

**Эксперименттік тапсырма**

1. Қалта шамының мойынында (цоколінде) жазылған параметрлер бойынша шамының номиналды кедергісін анықтаңдар.

2. «Электровикторина» ойынын дайындаңдар. Бұл ойын индикатор орнатылған тізбектің сұрақ пен жауапты жалғастырып түрған сым немесе металл фольгамен тұйықталуына негізделген. Индикатор ретінде шамды алуға болады (105-сурет).



**105-сурет.** «Электровикторина» ойынына арналған тізбек сұлбасы

### Шығармашылық тапсырма

Тақырыптардың бірін таңдап алып, хабарлама дайындаңдар:

1. «Токтың адам ағзасына әсері».
2. «Электрлі балықтар».
3. «Найзағай туралы».

## § 25. Откізгіштің электр кедергісі. Откізгіштің меншікті кедергісі, реостат

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сендер:

- электр кедергісінің физикалық мағынасын түсінідіре аласыңдар;
- откізгіштің меншікті кедергісі формуласын есептер шығаруда қолдана аласыңдар;
- меншікті кедергінің әртүрлі өлшем бірліктерін пайдаланып, олардың арасында байланыс орната аласыңдар.



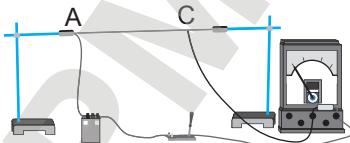
### Жауабы қандай?

1. Түрлі откізгіштердегі кедергілер неліктен әртүрлі болады?
2. Не себепті сымның ұзындығын ұзарту кедергінің артуына, ал қалыңдығын арттыру кедергінің азаюына алып келеді?



### Әз тәжірибел

106-суретте көрсетілген құрылғыны жинаңдар. Откізгіш кедергісінің металдың ұзындығына, қалыңдығына және түріне тәуелділігін зерттендер.



**106-сурет.** Откізгіштің ұзындығы артса, тізбектегі ток күші азайды

### I Откізгіштер кедергісінің пайда болу себептері

Металдарда ток электрондардың бағытталған қозгалысы болып табылады. Кристалдық торлардың түйіндерінде оң иондар орналасады. Олар тербелмелі қозгалыс жасайды және бағытталған қозгалысқа қатыспайды. Кристалдық тордың иондары мен электрондардың соқтығысуының әсерінен зарядталған бөлшектердің откізгіш бойымен орын аудистыруы қындей түседі. Әртүрлі заттардың кристалдық торларының құрылышы да әртүрлі болады. Демек, әртүрлі заттан жасалған откізгіштердің кедергілерінің айырмашылығы болады.

### II Кедергінің откізгіш көлеміне тәуелділігі

Откізгіш кедергісінің туындау себебін білгендейтін, откізгіш қаншалық ұзын әрі жіңішке болса, оның кедергісі соншалық көп болады деп болжай аламыз. Бұл болжамды тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданып, тексерем аламыз:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Ток көзінің тізбегіне қозғалмалы контактісі бар сымды, амперметр мен кілтті жалғаймыз. Қозғалмалы контактінің жылжытып, тізбекке жалғанған сымның ұзындығын өзгертуге болады.

Тәжірибе сым 2 есе ұзарған кезде тізбектегі ток күшінің 2 есе азаятынын көрсетті. Сымның ұзындығы 3 есе ұзарса, ток күші 3 есе кемиді (106-сурет). Демек, бірінші жағдайда кедергі 2 есе, ушинші жағдайда 3 есе артады.

*Откізгіштің кедергісі оның ұзындығына тұра пропорционал.*

Сол материалдан жасалған, бірақ жуандай сымды қосамыз. Сымның ұзындықтары бірдей болған жағдайда оның көлденең қимасының

ауданын 2 есе көбейту тізбектегі ток күшінің 2 есе көбеюіне алып келеді. Демек, өткізгіштегі кедергі 2 есе азаяды.

*Өткізгіштің кедергісі өткізгіштің көлденең қимасының ауданына кері пропорционал.*

### III Өткізгіштің меншікті кедергісі

Металл өткізгіштің кедергісі мен кристалдық торының құрылышының ерекшеліктерінің байланысын зерттеу барысында *өткізгіштің меншікті кедергісі* деп аталатын физикалық шама енгізілді.

**Меншікті кедергі дегеніміз – ұзындығы 1 м, көлденең қимасының ауданы 1 м<sup>2</sup> болатын өткізгіштің кедергісі.**

Меншікті кедергіні грек әліппесінің  $\rho$  (ро) әрпімен белглейді. Түрлі заттарға арналған меншікті кедергінің мәні тәжірибе жасау барысында анықталып, кестеге енгізілді (2-қосымша, 14-кесте).

### IV Өткізгіштің кедергісін есептеу

Жүргізілген тәжірибелер мен болжамдардың нәтижесінде өткізгіш кедергісін есептеу формуласы алынды:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Әртүрлі өткізгіштердің қасиеттерін зерттеу барысында бұл тәуелділікті тәжірибе жүзінде ең алғаш Г. Ом анықтаған.

**Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына және сол заттың меншікті кедергісіне тұра пропорционал, көлденең қимасының ауданына кері пропорционал.**

### V Меншікті кедергінің өлшем бірлігі

Өткізгіш кедергісін есептеу формуласынан төмендегідей өрнек аламыз:

$$\rho = \frac{RS}{l}.$$

Демек, ХБЖ-дағы меншікті кедергінің өлшем бірлігі:

$$[\rho] = \frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$



**Жауабы қандай?**

Тізбектегі ток күшін бірқалыпты өзгерту үшін неліктен сырғақты реостатты пайдаланады?

Әдетте сымның жуандығы бірнеше миллиметр болатындықтан, жүйеден тыс өлшем бірлігін қолданған ыңғайлы:  $[\rho] = 1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ .

Өлшем бірліктердің байланысын табамыз:

$$1 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{м}} = 1 \frac{\text{Ом} \cdot 10^6 \text{мм}^2}{\text{м}} = 10^6 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

## VI Реостат пен резистор

Тізбекке қосылған сым бөлігінің ұзындығын өзгерте отырып, тізбектің кедергісін, сонымен қатар ондағы ток күшін де өзгертуге болады. Тізбектегі ток күшін өзгерту үшін реостат қолданылады. Реостат қозғалмалы және қозғалмайтын контактілері бар, кедергісі үлкен сымнан тұрады.

### Реостат – тізбектегі ток күшін реттеуге арналған аспап.

Аспаптың көлемін кішірейту үшін сымды керамикалық цилиндрге тығыздап орайды (107-сурет). Эр орам бір-бірінен сымды қаптап тұрған окалин қабатымен қашауланған. Орамның жоғарғы жағына жылжымалы контактісі бар өзек орнатылған. Жылжымалы контактінің орам сымдарына үйкелуі нәтижесінде сымды қаптаған окалин қабаты түседі. Орам сымдарындағы электр тогы жылжымалы контакті арқылы өзекке өтеді.

Ұзындығы өзгермейтін сымды резистор деп атап қабылданған (108-сурет). Резистордың басқаша атап – кедергі. «Resistance» сөзін ағылшын тілінен аударсақ, «кедергі» деген мағына береді. Резисторды электр тізбегіндегі токты шектеу үшін, тізбектің дербес бөліктеріндегі кернеуді азайту үшін пайдаланады.



107-сурет. Зертханалық реостат



108-сурет. Зертханалық резистор



### Жауабы қандай?

Неліктен менишікті кедергінің  $1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  деген өлшем бірлігі  $1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  деген өлшем бірлігіне қарағанда қолдануға ыңғайлышарак?

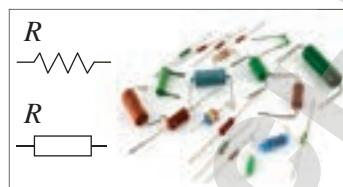


### Есте сақтанадар!

$$1 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 10^6 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

Электротехника мен радиотехника тұрақты және айнымалы резисторлар қолданылады (109, 110-сурет).

Сұлбада тұрақты резисторды екі шығысы бар тікбұрыш ретінде, ал айнымалы резисторды уш шығысы бар тікбұрыш ретінде белгілейді.

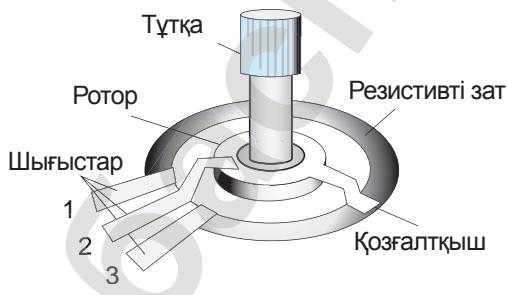
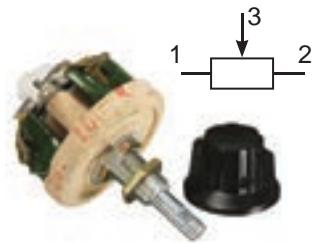


109-сурет. Тұрақты резисторлар



### Тапсырма

110-сурет бойынша айнымалы резистордың құрылышы мен жұмыс істеу принципін түсін-діріңдер.



110-сурет. Айнымалы сымдық резистор

## ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІСІ

Ұзындығы 1000 м, көлденең қимасының ауданы  $1 \text{ mm}^2$  алюминий өткізгіштің ток күшін 2 А деп алғып, кернеудің тұсуін анықтандар. Алюминийдің меншікті кедергісі  $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

**Берілгені:**

$$l = 1000 \text{ м}$$

$$S = 1 \text{ mm}^2$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$U - ?$$

**ХБЖ**

$$10^{-6} \text{ м}^2$$

**Шешуі:**

Ом заңы негізінде:

$$U = IR \quad (1),$$

өткізгіштің кедергісі оның өлшемдеріне тәуелді:  $R = \rho \frac{l}{S} \quad (2)$ .

(2) формуланы (1) формулаға қойсақ:

$$U = I \rho \frac{l}{S}.$$

Кернеуді есептейміз:

$$U = \frac{2 \text{ А} \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 1000 \text{ м}}{10^{-6} \text{ м}^2} = 56 \text{ В}.$$

**Жауабы:**  $U = 56 \text{ В}$ .

**Бақылау сұрақтары**

1. Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына және көлденең қимасының ауданына қалай тәуелді?
2. Реостат қандай қызмет атқарады?
3. Өткізгіштің меншікті кедергісі дегеніміз не? Оны қандай өлшем бірлігімен өлшайді?

**★ Жаттығу****18**

1. Қимасы  $0,03 \text{ mm}^2$ , ұзындығы 200 м болатын мыс өткізгіштің масасы мен кедергісін анықтаңдар.
2. 2,25 A ток жүрген, көлденең қимасы  $3,5 \text{ mm}^2$ , ұзындығы 14 м мыс өткізгіштің ұштарындағы кернеуді анықтаңдар.

**★ Жаттығу****18**

1. Егер кедергісі 1 Ом-нан аспайтын болса, ұзындығы 10 м мыс өткізгіштің диаметрі қандай болуы керек?
2. Көлденең қимасы  $0,5 \text{ mm}^2$ , ұзындығы 4 м сым жасалған қоспаның меншікті кедергісін анықтаңдар. Кернеу 9,6 В болғанда, сым бойымен 2 A ток жүреді.

**Эксперименттік тапсырма**

Гальвани элементінің, амперметрдің, вольтметрдің, мыс сым орамының көмегімен бөлменің ауданын анықтаңдар.

**Шығармашылық тапсырма**

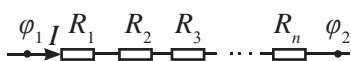
«Резисторлардың тұрақты және айнымалы түрлері» тақырыбында ppt-презентация-хабарлама дайындаңдар.

## § 26. Өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау

### Күтілетін нәтиже

**Параграфты оқып сендер:**

- өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау кезінде тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып, электр тізбегін есептеуді үйренесіңдер.



111-сурет. Өткізгіштерді тізбектей жалғау

Электр энергиясын тұтынушылар тізбекке әртүрлі жалғанады. Өткізгіштер *тізбектей* және *параллель* жалғануы мүмкін. Екі түрінің қатар қолданылуын аралас жалғау деп атайды.

### I Тізбектей жалғау

Тізбектей жалғау кезінде бірінші өткізгіштің ұшына екіншісінің бас жағын жалғайды, екіншісінің ұшына үшіншісінің бас жағын жалғайды және т.с.с. (111-сурет). Тізбектей жалғаудың үлгісі ретінде мерекелік тізбектердің (гирлянда) есікі үлгілерін алуға болады. Электр энергиясын тұтынушылар арасында тізбектей жалғау кең қолданылмайды, өйткені тізбектегі бір аспаптың істен шығуы бүкіл тізбектің жұмысын тоқтатады.

### II Тізбектей жалғанған өткізгіштердегі ток құші, кернеу және кедергі

Тізбектей жалғау кезінде тізбекте тармақтар болмайды. Өткізгіштің көлденең қимасы арқылы бірлік уақытта өткен зарядтар саны тізбектің кез келген бөлігінде бірдей болуы керек:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n,$$

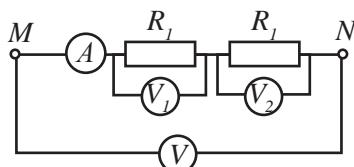
мұндағы  $n$  – тізбекке тізбектей жалғанған өткізгіштер саны.

Электр тогының өзендеғі су ағысымен ұқсастығына оралайық. Өзеннің жекелеген бөліктерінің деңгейі біркелкі болмағандықтан, өзеннің бастауы мен сағасындағы су деңгейі әртүрлі болады. Тізбектей жалғанған барлық өткізгіштердің потенциалдар айырымы жекелеген өткізгіштердің ұштарындағы потенциалдар айырымының қосындысымен анықталады. Потенциалдар айырымы – өткізгіш ұштарындағы кернеу екендігін ескере отырып жазамыз:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n.$$

### Ез тәжірибелен

Тізбектей жалғау зандарының орындалатынына көз жеткізіндер. Ток көзінен, кілттен, екі тізбектей жалғанған резистор мен амперметрден тұратын тізбек құрастырылғандар. Резисторлардағы кернеу мен жалпы кернеуді өлшеу үшін үш вольтметрді пайдаланындар (112-сурет).



112-сурет. Тізбектей жалғанған өткізгіштердегі кернеуді өлшеу

Ом заңының негізінде кернеуді тізбек бөлігіндегі кедергі мен ток күшінің көбейтіндісіне ауыстырамыз:

$$IR = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n.$$

Алынған өрнектен ток күшінің мәнін қысқартамыз, сонда:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n.$$

Өткізгіштерді тізбектей жалғаған кезде кернеу олардың кедергісіне тұра пропорционал болінеді. Өткізгіштің кедергісі артқан сайын, оның ұштарындағы кернеу де артады.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

### III Өткізгіштерді параллель жалғау

Өткізгіштерді параллель жалғау кезінде бір түйінге өткізгіштердің бас жақтарын, екіншісіне ұштарын жалғайды (113-сурет). Тізбектегі түйін дегеніміз – үш және одан да көп өткізгіштердің түйіскен нүктесі. Параллель жалғау кезінде барлық өткізгіштердің жұмысы бір-біріне тәуелсіз болады. Бір өткізгіштің істен шығуы қалған өткізгіштердегі ток күшінің өзгеруіне ғана әкеліп соғады.

### IV Параллель жалғанған өткізгіштердегі ток күші, кернеу және кедергі

Барлық параллель жалғанған өткізгіштер екі түйінге қосылған. Олар үшін потенциалдар айрымы бір мәнге ие:

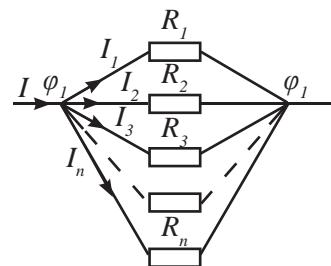
$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

немесе  $U = U_1 = U_2 + \dots + U_n = \varphi_1 - \varphi_2$ .



#### Тапсырма

Бірдей өткізгіштердің жалпы кедергісі  $R = R_1 \cdot n$  болатынын дәлелдендер, мұндағы  $R$  – өткізгіштердің жалпы кедергісі,  $R_1$  – бір өткізгіштің кедергісі,  $n$  – өткізгіштер саны.

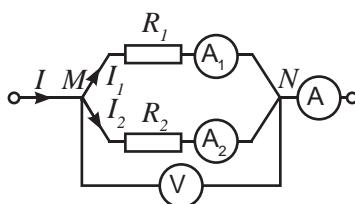


113-сурет. Өткізгіштерді параллель жалғау



#### Өз тәжірибел

Параллель жалғау заңдарының орындалатынына көз жеткізіндер. Ток көзінен, кілттен, екі параллель жалғанған резистор мен вольтметрден тұратын тізбек құрастырындар. Тізбектің тармақтарындағы және тармақталмаған бөлігіндегі ток күшін өлшеу үшін үш амперметрді пайдаланындар (114-сурет).



114-сурет. Параллель жалғанған өткізгіштердегі ток күшін өлшеу

Тізбектің тармақталмаған бөлігіндегі ток күші тармақталған бөліктегі өткізгіштердің ток күштерінің қосындысына тең:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n.$$

Соңғы теңдеуді тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданып жазамыз:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

Кернеудің мәнін қыскартамыз, сонда жалпы кедергінің параллель жалғанған сымдардың кедергісімен байланысы шығады:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Тізбектің тармақталған бөлігіндегі өткізгіштерге ток күші өткізгіштердің кедергісіне тұра пропорционал таралады.

Бұл қатынасты Ом заңы негізінде және параллель жалғанған барлық өткізгіштердегі кернеу бірдей болған жағдайда оңай алуға болады:

$$U_1 = U_2.$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2.$$

Демек:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

*Тармақталған тізбектің кедергісі артқан сайын, ондағы ток күші азая тусады.*

## V Параллель жалғанған екі өткізгіштің кедергісін анықтау

Екі өткізгіштің кедергісін анықтау үшін жоғарыда алынған формуланың екі қосылғышын алсақ жеткілікті:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Ортақ бөлгішті жазамыз, қосымша көбейткіштерді анықтап, мынадай нәтиже аламыз:

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}.$$

Есептеу формуласын алу үшін екі бөлшекті де төңкереміз:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$



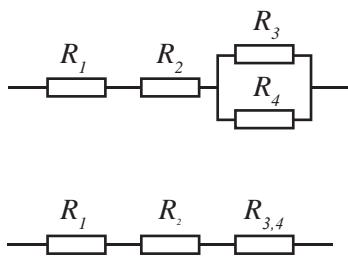
### Тапсырма

- Жалпы кедергіні есептеуге арналған формуланы пайдаланып, параллель жалғанған бірдей резисторлардың жалпы кедергісі  $R = \frac{R_1}{n}$  болатынын дәлелдендер.
- Өткізгіштердің жалғануын сипаттайтын шамалардың салыстырмалы кестесін құрандар.

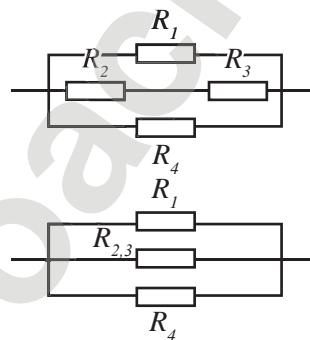
Алғашқы формуладағы қосылғыштардың саны тізбекке жалғанған өткізгіштердің санымен анықталады.

## VI Өткізгіштерді аралас жалғауды есептеу

Өткізгіштерді аралас жалғауды есептеуді тізбектей немесе параллель жалғауға көшуге мүмкіндік беретін тізбек бөлігінен бастау керек (115, 116-суреттер).



**115-сурет.** Тізбектей жалғауға эквивалентті аралас жалғау



**116-сурет.** Параллель жалғауға эквивалентті аралас жалғау

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Кедергісі 6 Ом болатын автокөліктің тұтандыру тізбегі мен 1,5 Ом жарықтандыру тізбегі генераторға параллель қосылған. Егер тұтандыру тізбегінде 2 А ток болса, онда жарықтандыру тұтынатын ток шамасын анықтаңдар.

**Берілгені:**

$$\begin{aligned} R_1 &= 6 \text{ Ом} \\ R_2 &= 1,5 \text{ Ом} \end{aligned}$$

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$$I_2 - ?$$

**Шешуі:** параллель жалғау кезінде тізбектің ұштарындағы

потенциалдар айырымы бірдей:  $U_1 = U_2$ .

Ом заны негізінде:  $U_1 = I_1 R_1$ ,  $U_2 = I_2 R_2$ .

$$\text{Демек: } I_1 R_1 = I_2 R_2, \quad I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2}. \quad I_2 = \frac{2 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом}}{1,5 \text{ Ом}} = 8 \text{ А.}$$

**Жауабы:**  $I_2 = 8 \text{ А.}$



**Жауабы қандай?**

- Неліктен параллель жалғау кезінде өткізгіштердің жалпы кедергісі ең кіші кедергіден де әз болады?
- Неліктен өндіріс пен тұрмыста өткізгіштерді параллель жалғау көбірек қолданылады?

**Бақылау сұрақтары**

1. Тізбектей жалғау кезінде өткізгіштер қалай жалғанады?
2. Тізбектей жалғанған өткізгіштердің ток күшін, кедергісі мен кернеуін қалай анықтайды?
3. Параллель жалғау кезінде өткізгіштер қалай жалғанады?
4. Параллель жалғанған тізбектің ток күшін, кедергісі мен кернеуін қалай анықтайды?
5. Аралас жалғау кезінде өткізгіштер қалай жалғанады?

**Жаттығу**

19

1. Кернеуі 120 В электр желісіне үш резистор тізбектей жалғанған. Олардың кедергілері 12 Ом, 9 Ом және 3 Ом. Эр резистордың кернеуін және тізбектегі ток күшін есептендер.
2. Кедергілері 540 Ом, 270 Ом және 135 Ом болатын параллель жалғанған үш резистордан тұратын тізбектің жалпы кедергісін есептендер.
3. Кедергісі 80 Ом болатын сымды тендей төрт бөлікке бөлді, алынған бөліктерді бір-бірімен параллель жалғады. Осы жалғаудың кедергісін анықтаңдар.
4. Кедергілері 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом және 4 Ом төрт резистор параллель жалғанған. Тізбектің жалпы бөлігінде 50 А ток болса, эр резистордың ток күші қандай? Эр резистордағы кернеу қандай?

**Жаттығу**

19

1. Тізекке электр шамы мен резистор тізбектей жалғанған. Қыздыру шамы қылының кедергісі 14 Ом-ға, резистордың кедергісі 480 Ом-ға тең. Егер шамның кедергісі 3,5 В-қа тең болса, резистордың кедергісі қандай?
2. Кедергілері 5 Ом және 10 Ом болатын екі өткізгіш кернеуі 20 В болатын ток көзіне жалғанған. Өткізгіштердің жалғану сұлбасын сыйындар. Эр өткізгіштегі ток күшін және тізбектегі жалпы ток күшін анықтаңдар.
3. Кедергілері 4 Ом, 5 Ом, 10 Ом, және 20 Ом болатын төрт шам параллель жалғанған. Егер олардың біріншісінде күші 2,5 А ток болса, эр шамдағы кернеуді және олардың әрқайсысындағы ток күшін анықтаңдар. Тізбектің тармақталмаған бөлігіндегі ток күші қандай?

## § 27. Электр тогының жұмысы және қуаты

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- ток жұмысы мен қуатын анықтауға арналған формулаларды есептер шығаруда қолдануды үйренесіңдер;
- электрресептеуішінің көрсеткішін анықтап, электр энергиясының құнын есептей аласыңдар.



### Жауабы қандай?

Ток жұмысын анықтау үшін қандай өлшеуіш аспаптар қажет?



**117-сурет.** «Талдықорған электрқұралдары зауыты» шыгарған электрресептеуіш.



### Есте сақтаңдар!

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 3\,600\,000 \text{ Дж.}$$

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

### I Токтың жұмысы және оны өлшеу

Тізбектің сыртқы бөлігіндегі зарядтардың орнын ауыстыратын кулондық қүштердің жұмысы ток жұмысы деп аталады. Ол мына формула бойынша анықталады:

$$A = \Psi .$$

Зарядты ток күші мен оның көлденең қимадан ету уақыты бойынша өрнектейміз:

$$q = It,$$

ендеше

$$A = IU_t.$$

Тізбек бөлігіндегі электр тогының жұмысы осы боліктің ұштарындағы кернеудің, ток күші мен жұмыс істеуге кеткен уақыттың көбейтіндісіне тең.

Жұмысты есептеу формуласынан белгілі болғандай, ток жұмысын анықтау үшін үш өлшеу аспабы керек: амперметр, вольтметр және сағат.

Тұрмыста және өндірісте тұтынылған электр энергиясын есептеу үшін электрресептеуіш қолданылады (117-сурет). Ток жұмысы энергияның басқа түріне айналған электр энергиясының сандық мәнін көрсетеді.

**Жұмыстың өлшем бірлігі.** Халықаралық бірліктер жүйесінде жұмыс бірлігін – джоульмен, ток күшін – ампермен, кернеуді – вольтпен, уақытты секундпен өлшайді. Алынған формула негізінде бұл бірліктердің байланысы төмендегідей:

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с.}$$

1 Дж-ге тең ток жұмысы ете аз. Тәжірибеде жүйеден тыс өлшем бірлігі 1 кВт · сағ кең қолданыс тапты.

Бірліктердің байланысын анықтайық:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3600000 \text{ Дж} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

## II Ток қуаты және оны өлшеу

Тізбектегі ток әрекетінің қарқындылығы ток қуатына тәуелді.

*Куат – бірлік уақытта тізбекте атқарылған ток жұмысына тең физикалық шама:*

$$P = \frac{A}{t}.$$

Мұндағы  $P$  – токтың қуаты. Ток жұмысын кернеу, ток күші және токтың тізбектен өту уақытының көбейтіндісіне алмастырамыз:

$$P = UI.$$

Тізбектегі токтың қуатын екі аспапты – вольтметр мен амперметрді қолданып есептеуге болады. Токтың қуатын анықтауға ғана арналған аспап жасалды, ол – ваттметр (118-сурет).

*Куаттың өлишем бірлігі ретінде **ватт** алынады.*

1 ватт деп 1 секунд ішінде 1 Джоуль жұмыс атқарылуын айтамыз.

$$1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

1 ватт 1 вольттың 1 амперге көбейтіндісіне тең:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}.$$

Іс жүзінде еселік қосымшасы бар өлшем бірліктері қолданылады:

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}.$$

$$1 \text{ МВт} = 1000000 = 10^6 \text{ Вт}.$$

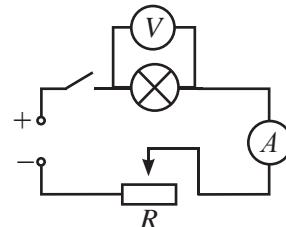


118-сурет. Ваттметр



### Оз тәжірибелен

Сұлбасы 119-суретте бейнеленген тізбекті құрастырындар. Тізбектегі токтың өртүрлі мәнінде шамдағы ток қуатын анықтандар. Ток қуатының қандай мәнінде тізбекке әрекет ететін ток қарқындырақ болады?



119-сурет. Шам қуатын анықтау

## III Ток қуатының тізбектегі ток жұмысымен байланысы

Ток қуатын электр құралының номиналды қуатымен салыстыру тізбектегі аспапқа қаншалықты жүктеме түсетінін анықтауға мүмкіндік береді. Егер ток қуаты номиналды қуаттан аз болса, онда ток жұмысының қарқындылығы төмен немесе мүлдем жоқ болады. Қуаты жоғары құралды әлсіз ток көзіне қосу онда ешқандай әрекет тудырмайды. Аз қуатты ток жұмысына арналған құралдарды күшті өріс тудыратын ток көздеріне қосса, күйіп кетеді.

## IV Электр энергиясының құны

Пайдаланылған электр энергиясының мөлшерін әр айдың белгілі бір күнінде электрсептеуіш аспаптан алынатын көрсеткіштердің айырымы арқылы анықтайды. Электр энергиясының құны 1 кВт · сағ үшін тағайындалған тарифке байланысты, оны мына формула бойынша анықтайды:

$$Cm = AT.$$

мұнда  $Cm$  – электр энергиясының құны,  $A$  – ток жұмысы,  $T$  – тағайындалған тариф (1 кВт · сағ энергия құны).

Елдің аймақтарында тариф әртүрлі болуы мүмкін. Кейбір елдерде ол тәулік мерзіміне және бір адамның тұтынатын энергиясының мөлшеріне тәуелді.

### Тапсырма

1. Электрсептеуіш аспаптың көрсеткіші бойынша (120-сурет) бір айда жұмсалған энергияның мөлшерін анықтаңдар.



*120-сурет. 1 ай интервалындағы электрсептеуіш аспаптың көрсеткіші*

2. Өздерің тұратын аймақтағы тариф бойынша бір адамның тұтынатын энергиясының құнын есептөндөр. Егер пәтердө үш адам тұратын болса, электр энергиясының төлемі өзгере ме?

### Жауабы қандай?

1. Бір елдің әртүрлі аймақтарындағы электр энергиясының тарифи неліктен әртүрлі?
2. Не себепті үш деңгәвілі тариф енгізілген?
3. Тарифтер не себепті өзгери мүмкін?

### Есте сактандар!

Елімізде электр энергиясы үшін төлем негізінен 3 деңгейлі тариф бойынша жүргізіледі. Мысалы, Алматы қаласында 1-деңгейде айна 1 адамның тұтынатын электрэнергиясы 90 кВт · сағ нормасынан төленеді. 2-денгей 90–160 кВт · сағ арасында, 3-денгей 160 кВт · сағ-тан жоғары.

**Бақылау сұрақтары**

1. Токтың жұмысы тізбектегі ток құшіне қалай байланысты болады? Оны қалай өлшеуге болады?
2. Жұмыстың қандай өлшем бірлігі тұрмыс пен өндірісте кең қолданыс тапты?
3. Ток қуаты дегеніміз не? Ол тізбектің негізгі сипаттамалары – ток құші және кернеумен қалай байланысқан?
4. Токтың қуатын қандай аспаптармен өлшеуге болады?

**★ Жаттығу****20**

1. Шам кернеуі 110 В желіге қосылған. Егер ток жұмысы 220 Дж-ге тең болса, шамның қыздыру қылышарқылы қанша мөлшерде электр тогы өткен?
2. Кедергісі 50 Ом және 10 Ом болатын: а) параллель жалғанған; ә) тізбектей жалғанған еткізгіштердегі ток қуатын салыстырыңдар. Екі жағдайда да үштарындағы кернеу бірдей.

**Жаттығу****20**

1. Электр алаушақтың (электркамин) жүйеден тұтынатын қуаты 0,98 кВт-қа, оның тізбегіндегі ток құші 7,7 А-ге тең. Электр алаушақтың қысқыштарындағы кернеудің шамасын анықтаңдар.
2. Кернеуі 127 В-қа есептелген шамның қуаты 50 Вт. Кернеуі 220 В болатын тізбекке қосу үшін, шамға қандай қосымша кедергі жалғау керек?

**Эксперименттік тапсырма**

1. Куәлігі бойынша үйдегі электр шәйнектің қуатын анықтаңдар. Үйдың қабықтық мөлшерде су құйындар. Судың алғашқы температурасын анықтаңдар. Шәйнектің жүйеге қосылған уақытын жазып алыңдар. Судың қайнауға дейін жеткізіп, қызу уақытын жазып қойыңдар. Суға берілген жылу мөлшерін және электр тогының жұмысын есептөңдер. Электр қыздырығыштың ПӘК-ін анықтаңдар.
2. Әрқайсысың өз отбасындағы соңғы айда жұмсалған электр энергиясының құнын есептеп шығарыңдар.

**2018 жылғы электр энергиясының тарифи,  $\frac{\text{теңге}}{\text{kВт} \cdot \text{сағ}}$**

| Қала        | 1-денгей | 2-денгей | 3-денгей |
|-------------|----------|----------|----------|
| Қостанай    | 17,60    | 21,95    | 27,44    |
| Алматы      | 16,65    | 21,99    | 27,48    |
| Талдықорған | 16,45    | 19,86    | 24,82    |
| Көкшетау    | 15,46    | 19,33    | 24,16    |
| Тараз       | 14,41    | 17,94    | 22,43    |
| Шымкент     | 14,49    | 18,88    | 23,61    |
| Петропавл   | 12,09    | 16,30    | 20,37    |
| Орал        | 10,46    | 13,23    | 16,53    |
| Павлодар    | 10,69    | 13,72    | 17,15    |
| Астана      | 9,61     | 15,59    | 19,49    |
| Актөбе      | 9,79     | 12,42    | 15,52    |
| Қарағанды   | 10,12    | 13,37    | 16,72    |
| Әскемен     | 10,19    | 13,97    | 17,46    |
| Атырау      | 5,67     | 7,13     | 8,93     |
| Ақтау       | 19,42    | -        | -        |

Алматы облысы бойынша электр энергиясының 2018 ж. арналған тарифи. Жеткізуші «Жетісү Энерготрейд» ЖШС.

| Критерийлер                                 | Лимит деңгейі бойынша тұтыну нормасы, $\text{kВт} \cdot \text{сағ}$ 1 адамға |                     | Тариф $\text{kВт} \cdot \text{сағ-қа}$ |
|---|--|---------------------|--|
| Электр пештерін қолданбайтын тұрғындар үшін | 1-денгей   | 70                  | 16,45                                  |
|   | 2-денгей   | 70-тен 130-ға дейін | 19,86                                  |
|   | 3-денгей   | 130-дан жоғары      | 24,82                                  |
| Электр пештерін қолданатын тұрғындар үшін   | 1-денгей   | 80                  | 16,48                                  |
|   | 2-денгей   | 80-нен 150-ге дейін | 19,86                                  |
|   | 3-денгей   | 150-ден жоғары      | 24,82                                  |

## § 28. Электр тогының жылулық әсері, Джоуль – Ленц заңы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- Джоуль – Ленц заңын есептер шығаруда қолдануды үйренесіндер.



**Ленц Эмилий Христианович** (1804–1865), орыс физигі, электртехник, Петербург FA академигі. Ол 1833 жылы индукциялық тоқтың бағытын анықтауға арналған ережені қорытып шығарды. 1842 жылы нақты тәжірибе арқылы электр тогының жылулық әсері заңын бекітті. Ленц – Ом заңын, металл кедергілерінің температурага тәуелділігін анықтауға қатысты жұмыстардың авторы.

### I Электр тогының жылулық әсері.

#### Джоуль – Ленц заңы

Тізбектен ток өткен кезде өткізгіштер қызыды. Бұл зарядталған бөлшектердің кристалдық тордың иондарымен соқтығысы нәтижесінде жүреді. Электрондар өздерінің энергиясының бір белігін жылу энергиясы ретінде иондарға береді.

Егер өткізгіш қозғалмайтын болса, ондағы барлық электр энергиясы жылу энергиясына айналады. Қызған өткізгіш алған энергиясын айналасындағы денелерге береді. Өткізгіш бөлетін жылу мөлшері бұл жағдайда ток жұмысымен анықталады:

$$Q = A \text{ немесе } Q = IUt.$$

$U = IR$  Ом заңын қолданып, кернеуді алмастырамыз, сонда:

$$Q = I^2 R t.$$

**Тогы бар өткізгіш бөлетін жылу мөлшері ток күшінің квадратының, өткізгіш кедергісінің және үақыттың көбейтіндісіне тең.**

Бұндай нәтижені тәжірибе жүзінде бірбірінен тәуелсіз ағылшын ғалымы Джеймс Джоуль мен орыс ғалымы Эмилий Ленц алғандықтан, өрнек *Джоуль – Ленц заңы* деп аталды.

Егер өткізгіш ток жұмысының нәтижесінде қозғалысқа түссе, онда бөлінген жылу мөлшері ток жұмысынан төмен болады  $Q < A$ . Бұл жағдайда жылу мөлшері электр энергиясының шығынын анықтайды. Мысалы, жұмыс істеген кезде электр дрель қызып кетеді, әрине бұл – құрылғы үшін тиімсіз құбылыс.

### II Электр тізбегіндегі электр тогының жылулық әсерін реттеу тәсілдері

Казіргі кезде жұмыс істеу тәртібі реттелетін электр аспаптары бар, мысалы: үтік, кір жуу машинасы. Электр аспаптарының жұмыс тәртібін ауыстыру арқылы жылу берілуді күшетуге немесе бәсендетуге болады. Оны қалай істейді? Резистордан бөлінген жылу мөлшері өткізгіштің кедергісіне тәуелді. Сондықтан электрқыздырғыш аспаптардың жұмыс тәртібін бірқалыпты реттеп отыру үшін айнымалы сым резисторларды пайдалануға

болады. Жұмыс тәртібінің түрлерін таңдаудың тағы бір жолы – бірнеше резисторларды қолдану. Аспаптың жұмыс істеу тәртібін таңдап, біз желіге тізбектей немесе параллель жалғанған резисторлардың бірін қосамыз. Аспаптың жылу беруі және қуаты өткізгіштерді параллель жалғау кезінде максималды, ал тізбектей жалғағанда минималды болатынын дәлелдеу қын емес.

### III Ток қуатының тізбектің әртүрлі бөлігінде таралуы

Ток қуатының формуласын  $P = UI$  және Ом замын  $I = \frac{U}{R}$  пайдалана отырып, қуатты анықтайдын тағы бір формула аламыз:

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Алынған формуладан аспаптың қуаты мен кедергісі арасында кері пропорционал тәуелділік бар екендігі шығады. Барлық электраспаптар кернеуі 220 В желіге қосылатынын ескерсек, қуаты жоғары аспаптардың кедергісі қуаты төмен аспаптарға қарағанда азырақ болады деп болжауға болады. Қуаты жоғары аспаптардағы ток әсері қарқынды болады, өйткені ондағы ток күші көп.

Әртүрлі қуаты жоғары аспаптардың бір-біріне тізбектеп қосамыз. §26-да өткізгіштердің тізбектей қосылу заңдылығын қорытып шығарған болатынбыз. Токтың бірдей мәнінде кедергісі үлкен өткізгіште кернеу де жоғары болады. Сондықтан қуаттылығы төмен, кернеудің түсүі аз аспаптарға қарағанда, қуаттылығы төмен, кедергісі үлкен аспаптарға көбірек күш түседі.

#### Ез тәжірибелен

220 В-қа есептелген, қуаттары 100 Вт және 40 Вт екі шамды өзара параллель жалғап, электр желісіне қосындар. Шамдардың жану жарықтығына назар аударындар. Шамдарды тізбектей жалғап, қайта желіге қосындар. 40 Вт аз қуатты шам неліктен 100 Вт шамға қарағанда жарығырақ болатындығын түсіндіріңдер.

**Ескерту.** Экспериментті жасаған кезде тізбекте оқшауланбай қалған жалаңаш бөліктер болмау керек.

#### Жауабы қандай?

- Неліктен параллель жалғанған өткізгіштер үшін жылу мөлшерін бойынша есептеген дұрыс?
- Көрсетілген формула бойынша және Джоуль – Ленц заңы бойынша жасалған есептеулердің айырмашылықтары бола ма?

#### Тапсырма

- Жұмыс істеу тәртібі айнымалы резистормен реттеліп отыратын тұрмыстық құралдарды атаңдар. Тұрмыстық құралдардың қайсысында жұмыс тәртібі секірмелі түрде өзгеріп отырады?
- Өнеркәсіптік желіге қосылған қуатты құралдарда ток күшінің көбірек болатынын дәлелдендер.
- Екі резистор тізбектей жалғанған кезде электр аспаптың қуаты минималды, ал параллель жалғанған кезде максималды болатындығын дәлелдендер.

**Жауабы қандай?**

1. Құаты жогары құралдардың желіге қосатын сымдары не себепті қалың болады?
2. Қозғалатын өткізгіштер бөлетін жылу мөлшері неге ток жұмысынан кіші болады?
3. Жұмыс істеп түрған қозғалтқышы бар тізбекте бөлінген жылу мөлшерін неліктен электр энергиясының шығыны деп атайды?

**ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ**

Ұштарындағы кернеуді 3 В деп алғып, ұзындығы 30 см, көлденең қимасы 2  $\text{мм}^2$  никром сымның 15 минут ішінде бөліп шығаратын жылу мөлшерін анықтаңдар.

**Берілгені:**

$t = 15 \text{ мин}$

$l = 30 \text{ см}$

$S = 2 \text{ мм}^2$

$U = 3 \text{ В}$

$\rho = 1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$

$Q - ?$

**ХБЖ**

$900 \text{ с}$

$0,3 \text{ м}$

$2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$

$10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$

**Шешуі:** өткізгіш бөлетін жылу мөлшері

Джоуль – Ленц заңы бойынша анықталады:

$$Q = I^2 R t \quad (1).$$

Ом заңын  $I = \frac{U}{R}$  (2) қолданып, (1) теңдіктен

$$Q = \frac{U^2 t}{R} \quad (3) \text{ аламыз.}$$

Откізгіштің кедергісін оның өлшемдеріне қарап анықтаймыз:  $R = \rho \frac{l}{S}$  (4). (4) өрнекті (3) өр-некке қойып, жылу мөлшерін есептеу формуласын аламыз:  $Q = \frac{U^2 t S}{\rho l}$ .

Мәнін есептейміз:

$$Q = \frac{9 \text{ В}^2 \cdot 900 \text{ с} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 0,3 \text{ м}} = 54 000 \text{ Дж} = 54 \text{ кДж.}$$

**Жауабы:**  $Q = 54 \text{ кДж.}$ **Бақылау сұрақтары**

1. Джоуль – Ленц заңының мәні неде?
2. Электрқыздырығыш аспаптардың жылулық әсерін қандай әдіспен басқаруға болады?
3. Қандай жағдайда ток жұмысы және бөлінген жылу энергиясының мөлшері өзара тең болады?

4. Қандай жағдайда ток жұмысы резистордағы жылу энергиясының мөлшерінен асады?
5. Қандай аспаптардың кедергісі аз: қуаты жоғары аспаптардың ба немесе қуаты төмен аспаптардың ба?

## Жаттығу

21

1. Кедергілері 3 Ом және 6 Ом болатын екі резистор тізбекке параллель жалғанған. Біріншісінде күші 2 А болатын ток бар. Екі резистор 10 с ішінде қанша жылу мөлшерін бөледі? Қай резисторда энергия көбірек бөлінеді?
2. Металды балқытуға арналған электр пеші 60 В кернеуде 800 А ток тұтынады. 1 минуттың ішінде пештен қанша жылу мөлшері бөлінеді? Осы уақыт ішінде бастапқы температурасы 20 °C қалайының қанша мөлшерін балқытуға болады?
3. Сыйымдылығы 5 л, ПЭК-і 70% болатын электрқайнатқышта 20 минут ішінде су 10 °C-ден 100 °C-ге дейін қызады. Егер жүйедегі кернеу 220 В болса, қыздырғыштың орамындағы ток күші қандай?

## Жаттығу

21

1. Егер 110 В кернеуде шам 1 А ток күшін тұтынса, 1 сағат ішінде электр шамының қылы қанша жылу мөлшерін бөледі?
2. Екі өткізгіш параллель жалғанған. Біріншісінен 1 минут ішінде 3,6 кДж, ал екіншісінен сол уақыт аралығында 1,2 кДж жылу бөлінді. Біріншісінің кедергісін 2 Ом деп алып, екінші өткізгіштің кедергісін анықтандар.
3. Қимасы 0,84 мм<sup>2</sup> никром сымынан жасалған ПЭК-і 80% қайнатқыш кернеуі 220 В жүйеге қосылған. Оның көмегімен 20 минут ішінде 4 л су 10 °C-ден 90 °C-ге дейін қыздырылды. Қайнатқыш жасалған сымның ұзындығы қандай?

## Шығармашылық тапсырма

Д.Джоуль және Э.Ленцтің өмірі мен ғылымға сінірген еңбегі туралы баян-дама дайындаңдар.

## § 29. Металдардың электр кедергісінің температураға тәуелділігі, асқынөткізгіштік

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электр тогызың табиғатын және кедергінің металл температурасына тәуелділігін сипаттай аласыңдар.

### I Электр кедергісінің температураға тәуелділігі

Дене температурасының артуы молекулалар мен атомдардың жылулық қозғалысының жылдамдығының артқанын көрсетеді. Металдардың кристалдық тор түйіндеріндегі иондар өте үлкен амплитудамен тербеліс жасайды. Амплитуда – тербелмелі қозғалыс кезіндегі *тепе-тәндік*

куйден ең үлкен ауытқу. Тербеліс амплитудасының артуы электрондардың бағытталған қозғалысына кедергі келтіреді. Қыздыру кезінде өткізгіштердің кедергісі өседі деп болжауға болады.

Тәжірибелер арқылы металдардың меншікті кедергісі температураға тұра пропорционал тәуелді екені анықталды:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

мұндағы  $\rho_0$  – температура  $t = 0$  °C болған кездеңі металдың меншікті кедергісі,  $\rho$  – температура кезіндегі металдың меншікті кедергісі,  $\alpha$  – кедергінің температуралық коэффициенті. Оның өлшем бірлігі:  $[\alpha] = 1 \text{ K}^{-1}$ .

Қоспасыз таза металдар үшін  $\alpha = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1}$ .

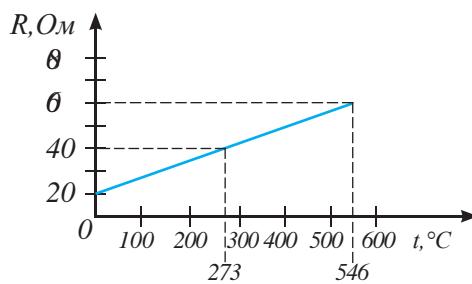
2-қосымшаның 15-кестесінде кейбір заттар үшін кедергінің температуралық коэффициенттері берілген.

Өткізгіш кедергісі меншікті кедергіге тұра пропорционал тәуелді  $R = \rho \frac{l}{S}$ ,

сондықтан өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігі меншікті кедергіге тәуелділігіндегі түрде болады;

$$R = R_0(1 + \alpha t).$$

Кедергінің температураға тәуелділік графигі 121-суретте көрсетілген.



121-сурет. Өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділік графигі

## II. Асқынөткізгіштік

Өткізгіштердің төменгі температурадағы қасиеттерін зерттей отырып, 1911 жылы нидерландтық физик Х.Камерлинг-ОНнес асқынөткізгіштік құбылысын байқады. Асқынөткізгіштік құбылысының мәні мынадай: *0 K-ге жақын төменгі температурадарда көптеген металдардың кедергісі секірмелі түрде нөлге дейін тусады.*

Зат асқынөткізгішке айналатын температура шектік температура деп аталады. Сынап үшін шектік температура 4,12 K (122-сурет), ал қорғасын үшін 7,3 K-ге тең.

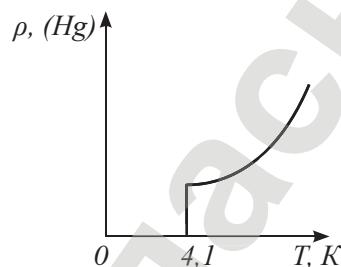
Төменгі температурада электрондар кристалдық тор иондарының кедергісін сезінбей-ақ өткізгіш бойымен қозғала алатын жүптар құрайды. Олар өз қозғалыстарын иондардың тербелістерімен үйлестіреді. Асқынөткізгіштерде токты сақтау үшін ток көзі қажет емес. Жоғары температурадағы заттардың асқынөткізгіштігі электртехника мен радиотехникаға түбекейлі өзгерістер енгізе алады. Ол электр тогын энергия шығынының жүргізуге мүмкіндік береді. 1986 жылы лантан мен барийдің тотықты қоспасы алынды, олардың шектік температурасын 100 K-ге дейін көтеруге қол жеткізілді.

## III. Асқынөткізгіштерді пайдалану

Асқынөткізгіштік көлденең қимасы кішірек өткізгіштерде орасан зор токтарды алуға мүмкіндік береді. Еуропалық ядролық зерттеулер жүргізу орталығының (CERN) зертханасында 20000 A-ден жоғары электр тогын жеткізетін асқын өткізгіштер шығарылды (123-сурет).

Үлкен токтар қуатты магнит өрістерін тудырады. Асқынөткізгіш магниттер элементар бөлшектердің үдептікшерінде қолданылады. Мұндай магниттер CERN-дегі Үлкен адрондық коллайдерлерде пайдаланылады.

Асқынөткізгіштерден сұйық гелиймен салындылатын электромагниттер мен қуатты электрлік генераторлардың орамдары дайындалады.



122-сурет. Сынап кедергісінің температуралық тәуелділік графигі



### Жауабы қандай?

1. Не себепті электр шамдары көбінесе оларды желіге қосқан кезде күйіп кетеді?
2. Жоғары кернеулі өткізгіштердегі ток күшінің кернеуден тәуелділігі неліктен тұра пропорционал болып табылмайды?



123-сурет. CERN зертханаларында жасалған асқынөткізгішті кабельдер

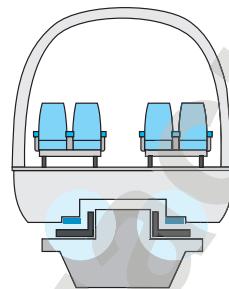
Асқынөткізгіштер тудыратын күшті магнит өрістері үйкеліс жок кезде жылдамдығын 600 км/сағ-қа дейін арттыра алатын пойызды көтере алады (124-сурет). Пойыздардың магнитті ілінуінің үш негізгі технологиясы бар: асқынөткізгіш магниттерде, электр магниттерінде және тұрақты магниттерде.

«Магнитті жастықшадағы» пойыздар XX ғасырдың соңында жасап шығарылып, Қытай, Жапония, Германия, Онтүстік Корея, Ұлыбритания сияқты бірқатар елдерде сынақтан өткізілді. Трассаның ұзындығы Ұлыбританияда 600 метр болса, Қытайда 30 км-ге дейін жетті. Мұндай жолдарды салу қымбатқа түсептіндіктен, қолданыста дүниежүзі бойынша Қытайда «Пудун әуежайы – Лунъян Лу шанхайлық метро стансасы» трассасы ғана қалды. Барлық жолдарда электромагниттер қолданылған.

Бірінші асқынөткізгіш магнитті жолаушылар жолын Жапония 2025 жылы іске қосуды жоспарлап отыр. 2015 жылы Жапонияда магнитті жастықшадағы пойыз сынақтан өткізілді, ұзындығы 42 км трассада ол жылдамдығын 603 км/сағ-қа дейін ұдете алды (125-сурет). Ол 500 км/сағ жылдамдықпен күнделікті жолаушылар тасымалдау үшін қолданылатын болады. Сонда пойыз жылдамдығы ұшақ жылдамдығына жуықтайды әрі мұнда энергия шығыны 10 есе аз болады.

Асқынөткізгіштерді шектік температурага дейін салқыннату әзірше көп шығынды талап етеді. Фалым-физиктер жоғары температуралы асқынөткізгішті заттарды іздестіру үстінде.

Жоғары температуралы асқынөткізгіштік радиотехника мен радиоэлектроникада жуық арада түбекейлі өзгерістерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.



*124-сурет. Пойыздың асқынөткізгіш магниттен жасалған жолдағы қозғалысы*



*125-сурет. Асқынөткізгіш магниттердегі пойыз. Жапония, 2015 ж.*



**Жауабы қандай?**

*Неліктен асқынөткізгіштер кеңінен таралмады?*

## Бақылау сұрақтары

1. Өткізгіштің кедегісі температураға қалай тәуелді?
2. Өткізгіштің асқынөткізгіштігі нeden білінеді?
3. Асқынөткізгіштер қайда қолданылады?

 Жаттығу

22

1. 121-суреттегі график бойынша температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездеңі өткізгіштің кедергісін және кедергінің температуралық коэффициентін анықтаңдар.
2. Жұмыс істеп тұрған шамның вольфрамнан жасалған қыздыру қылышының  $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$  температура кезіндегі кедергісін анықтаңдар. Температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болғанда қыздыру қылышының кедергісін  $440\text{ }\Omega$ -ға тең деп алындар.



## Жаттығу

22

1. Температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездеңі мыс сымның кедергісі  $4\text{ }\Omega$ . Егер мыс кедергісінің температуралық коэффициенті  $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$  болса, онда оның  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  кезіндегі кедергісін табындар.
2. Температура  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездеңі өткізгіштің кедергісі  $25\text{ }\Omega$ , ал температурасы  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін артқанда  $25,17\text{ }\Omega$ . Өткізгіш жасалған зат кедергісінің температуралық коэффициентін табындар.

**Шығармашылық тапсырма**

Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша хабарлама дайынданыңдар:

1. Электрлі термометрлер;
2. Жоғары температуралы асқынөткізгіштер;
3. Асқынөткізгіштерді қолдану.

## § 30. Электрқыздырғыш құралдар. Қыздыру шамы. Қысқа тұйықталу. Балқымалы сақтандырғыштар

### Күтілетін нәтиже

Парааграфты оқып сендер:

- қыздырғыш құралдардың құрылышы мен жұмысы істей принципін анықтап түсіндіре аласыңдар;
- қысқа тұйықталудың пайда болу себептері мен олардың алдын алу амалдарын түсіндіре аласыңдар.



a)



ә)



б)

126-сурет. Қысқа тұйықталу



### Тапсырма

126-суретте көрсетілген қысқа тұйықталудың себебін түсіндіріңдер.

### I Электр тогының жылулық әсерін қолдану

Токтың жылулық әсері электрқыздырғыш құралдарда кеңінен қолданыс тапты. Тұрмыста үтіктер, электр пештер, шәйнектер, қайнатқыштар қолданылады. Электрқыздырғыш құралдарды өндіріс пен ауылшаруашылығында да көп қолдануда. Мысалы, жылыжайларды, инкубаторларды, көкөніс пен бидай сақтауға арналған қоймаларды жылыту; түсті металдар мен пластмассаларды құю, металдарды балқыту электрқыздырғыш құралдары арқылы іске асады.

*Қыздыру элементі – барлық электрқыздырғыш құралдардың негізгі бөлігі.*

### II Қысқа тұйықталу

Қазіргі заманғы тұрмыстық құралдар қуаттырақ бола түсіде, олардың түрлері де, сандары да артуда. Қуаты жоғары электрқыздырғыш құралдардың кедергісі аз болады. Откізгіштердің параллель жалғануы кезіндегі қуатын есептеу формуласы негізінде бұған көз жеткізуге болады:

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Алынған формуладан шығатыны: *токтың қуаты өткізгіштің кедергісіне көрі пропорционал.*

Қуаты жоғары бірнеше құрал бір мезгілде параллель жалғанса, олардың жалпы кедергісі бірден азайып кетеді де, тізбектегі ток күші біршама артады. Ток сымдары қызады, бұдан оқшаулағыш тұтанып, одан әрі өртке ұласуы ықтимал. Откізгіш сымдардың оқшаулағыштары бүлініп, олар бір-бірімен түйіскен кезде, розетка контактілерін кедергісі аз өткізгіштермен тұра жалғау кезінде жүйедегі ток күшінің артуы мүмкін.

Кедергінің өте аз мәнінде ток көзінің тұйықталып, тізбектегі ток күшінің кеңеттеп артуын қысқа тұйықталу деп атайды.

### III Балқымалы сақтандырғыш

Тізбекте қысқа тұйықталу болмау үшін тұтынушыға электр тогын жеткізетін өткізгіш сымдарға балқымалы сақтандырғышты тізбектей жалғайды (127, *а*) сурет). Сақтандырғыштарды балку температурасы төмен сымдардан жасайды.

*Корпусы керамика немесе шыныдан жасалған, ішінде балқымалы элемент – жінішке сымы бар құрылғыны балқымалы сақтандырғыштар деп атайды* (127, *ә*) сурет).

Тізбектегі номиналды ток артқан кезде С балқымалы элементі күйіп кетеді, бұл электр желісінің токсыз қалуына әкеліп соғады (127, *б*) сурет).

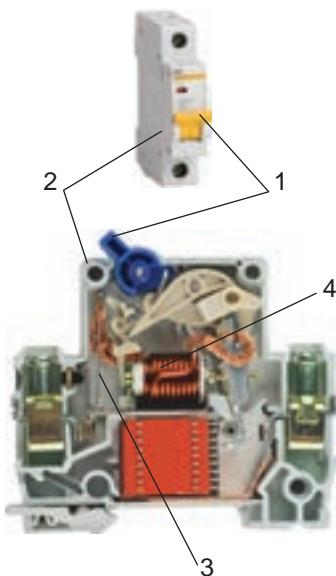
Сақтандырғыштың артықшылығы – монтажының қарапайымдылығы: қыздыру шамы тәрізді, П – тығыны тізбекпен Р – бұрандалы бөлігінің көмегімен жалғанады. Оның кемшілігі – ток сәл артып кеткенде сақтандырғышты ажыратудың ұзак уақыт алатыны, қайталарап қосуға болмайтыны, балқымалы сақтандырғышты ауыстыруға тұра келетіні.

### IV Автоматты сақтандырғыштар

Автоматты сақтандырғыштар (128-сурет) ыстыққа төзімді пластмасса корпустан (2) және өшіру түймесінен (1) тұрады. Оларда балқымалы қондырғының орнына биметалды пластина (3) қолданылады. Шамадан артық ток өткен кезде қызған пластина иіледі де, өшіру түймесінің тұтқасына тиеді. Бұл автоматты сақтандырғыш ішіндегі контактілердің ажырауына және желінің токсыз қалуына алып келеді. Пластина салқындаған соң, сақтандырғышты қайтадан іске қосуға болады. Қысқа тұйықталу кезінде автоматты сақтандырғыштың әрекеті басқаша болады: пластина электромагнитке (4) тартылады да, өшіру түймесін қозғалысқа келтіреді, өшіру өте қысқа уақыт аралығында іске асады.



127-сурет. Балқымалы сақтандырғыштың құрылышы



128-сурет. Автоматты сақтандырғыштың құрылышы

## Қосымша

### Қыздыру элементінің құрылышы

Қыздыру элементі – үлкен меншікті кедергісі бар, тығыз балқытылған өткізгіш. Өткізгіштің ұзындығының артуы мен көлденен қимасының ауданының кішіреюі өткізгішті жоғары температураларға дейін қыздыруға мүмкіндік береді. Жінішке сым немесе таспа түріндегі өткізгіш ыстыққа тәзімді материалдан жасалған пластинаға оралады. Қыздыру элементтерін никром мен фехральдан дайындаиды. Температураны 1300 °С-ден 2500 °С-ге дейін жоғарылату үшін электр пештерінде платинаны немесе молибденді қолданады. Қыздыру элементтерінде ыстыққа тәзімді материал ретінде фарфор, керамика, слюда кең қолданыс тапты. Нашар балқитын материалдан жасалған спираль металл қаптамаға орнатылады. 129-суретте суқыздыргыштың қыздыру элементі – түтікті электр қыздырғыш (ТЭК) бейнеленген.

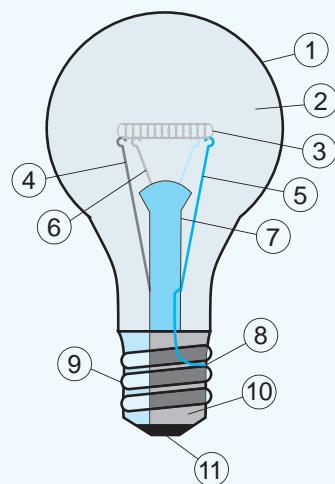


129-сурет. Суқыздыргыштың қыздырғыш элементі



### Жауабы қандай?

1. Қыздырғыш құралдарды жасау үшін неліктен баяу балқитын материалдар қажет?
2. Қыздырғыш элементі мен құралды жөліге қосуға арналған электр сымының температураларында неге айырмашылық бар?



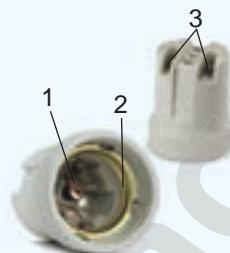
130-сурет. Қыздыру шамының құрылышы

### Қыздыру шамының құрылышы

130-суретте газ толтырылған қыздыру шамы бейнеленген. Спиральдің ұштары (3) екі сымға (4, 5) дәнекерленген, олар шыны өзекті (7) тесіп өтіп, мойынның (цокольдің) бүрандалы металл бөлігіне (9) дәнекерленген: бір сым – бүрандалы бөлікке (8), басқасы – бүрандалы бөліктен дизелектрик қабатымен (10) оқшауланған мойынның түбіне (11) бекітілген. Қыздыру қылы ілгіш-ұсташытармен бекітілген (6). Шамының колбасынан (1) аяу сорып шығарылады, себебі вольфрамның қызған қылы оттегімен әрекеттескенде жылдам күйіп кетеді. Колбаға инертті газ, көбінесе аргон толтырылады (2). Инертті газ вольфраммен әрекеттеспейді. Шамда аргонның болуы қыздыру қылышының булануын тежейді де, оның жарамдылық мерзімін ұзартады. Қыздыру шамдарында электр энергиясының 95%-ы жылу энергиясына айналады да, тек 5%-ы ғана жарықтандыруға жұмсалады. Қазіргі кезде жарықдиодты шамдар қыздыру шамдарын алмастыруда. Жарықдиодты шамның жұмыс принципі қыздыру шамынан өзгеше, ол қыздыру элементі болып саналмайды. Жұмыс барысында шам қызбайды, яғни энергия үнемделеді.

## Патронның құрылышы

Шамды ток көзіне жалғау үшін оны патронға кіргізеді. Патронның ішкі бөлігінде (131-сурет) шам мойынының (цоколінің) түбіне тиіп тұратын пружиналы контакт (1) және шамды ұстап тұратын бұрандалы бөлігі (2) бар. Пружиналы контакті мен бұрандалы бөліктің өткізгіштерді жүйеге жалғайтын қысқыштары (3) бар.



131-сурет. Патронның құрылышы



### Жауабы қандай?

- Неліктен қыздыру шамын инертті газден толтырады?
- Неліктен заманауи пәтерлерде сақтандырғыштар жиі істен шығады?
- Қуатты тұрмыстық құралдарды желіге қосу үшін неге жалғайтын қалың сымды пайдаланады?



### Есте сақтаңдар!

Аз кедергілі тізбекті үлкен қуаты бар ток көзіне қосуға болмайды!

Жалаңаш, оқшауланбаған сымдарды пайдалануға болмайды!

Электр желісіне бір уақытта бірнеше қуатты құралдарды қосуға болмайды!

### Бақылау сұрақтары

- Қыздыру элементтерінің құрылымы қандай? Олар қандай заттан жасалады?
- Шам қандай қосымша құрылғының арқасында жарық беруші жүйеге қосылады?
- Қандай құбылысты «қысқа тұйықталу» деп атайды?
- Балқымалы және автоматты сақтандырғыштың жұмыс істеу принциптерінің айырмашылықтары қандай?

### Эксперименттік тапсырма

Электр желісіне қыздыру шамы мен жарықдиодты шамды қосындар. 10 с уақыт өткен соң шамдарды өшіріңдер. Оларға қолдарынды тигізіп, қыздыру шамының қатты қызғанына, ал жарықдиодты шамның суық қалпында қалғанына көз жеткізіңдер. Шамдардың қуаттарын салыстырындар, олардың қайсының жұмысы тиімді екендігі туралы қорытынды жасандар.

## § 31. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- сұйықтардағы электр тогының табиғатын түсіндіре аласыңдар;
- Фарадей заңын есептер шығаруда қолдануды үйренесіңдер;
- гальваностегия процесін түсіндіре аласыңдар.

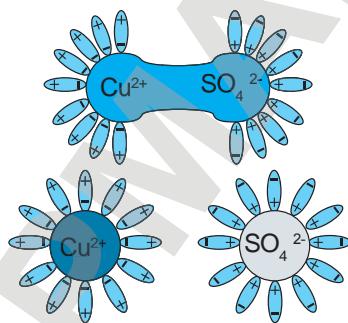


### Өз тәжірибел

132-суретте көрсетілген құрылғыны жинап, тәжірибе жүргізіндер.



132-сурет. Электролит ерітіндісі электр тогын откіздеді



133-сурет. Электролиттік диссоциация

### I Электролит ерітінділеріндегі заряд тасымалдаушылар

Ток көзінен, шамнан, мырыш және мыс өзектерден тұратын тізбек жинаймыз, өзектерді ыдысқа саламыз. Тізбекке қосылған шам жанбайды. Үйдысқа тотияйын (мыс купоросы) ерітіндісін  $\text{CuSO}_4$  құйсақ, шам жанады (132-сурет). Ерітінді электр тогын өткізді. Бұл құбылысты мынадай болжам арқылы түсіндіруге болады: тотияйынның молекулалары зарядтары бар құраушы бөлшектерге бөлінеді. Біз химия курсынан мұндай бөлінудің электролиттік диссоциация, ал бөлшектердің иондар деп аталатынын білеміз. Сыртқы өрістің әсерінен бөлшектер электродтарға: он иондар теріс зарядталған электрод – катодқа, теріс иондар он зарядталған электрод – анодқа қарай қозғалады.

Оң және теріс иондар – электролиттердегі заряд тасымалдаушылар.

**Суда иондарға ыдырай алатын заттардың электролиттер деп атайды.**

Қышқылдар мен сілтілердің, тұздардың ерітінділері электролитке жатады.

### II Электролиттік диссоциация

Су жақсы еріткіш болып табылады. Су молекулаларының оң және теріс зарядтарынан құралған өрістердің центрлері бір-бірінен ығысып, дипольді қурайды.

**Диполь** (грек. *di* – екі) – бір-бірінен белгілі қашықтықта орналасқан шамалары бірдей әр аттас екі нүктелік зарядтың жиынтығы.

Электролиттердің молекулаларында да осындағы ығысады бақылауға болады. Су молекулалары электролит молекулаларын теріс зарядталған жағымен қоршап алып, оларды екі

ионға бөледі. Электролиттік диссоциация жүреді (133-сурет). Тотияйын ерітіндісі молекулаларынан иондар түзіледі:



**Еріткіштің әсерінен молекулалардың иондарға ыдырауын электролиттік диссоциация деп атайды.**

Түзілген иондар электродтармен, сондай-ақ  $\text{H}^+$  және  $\text{OH}^-$  су бөлшектерімен химиялық реакцияға түседі. Осылайша, электродтарда және ыдыс түбінде электролитте жүріп жатқан химиялық реакцияның өнімдері пайда болады.

### III Фарадей заңы. Электролиз

Электролиттердегі токтың металдардағы токтан негізгі айырмашылығы мынада: электролиттерде заттың өзінің бөлшектері орын аудастырады. Олар химиялық реакция нәтижесінде электродтарға тұнады немесе тұнбаға айналады. Электролиттің құрамы өзгереді, қозғалатын иондардың саны азаяды. Оны қалпына келтіру үшін электролиттік ваннаға жаңа ерітінді қосу керек немесе пайдаланылған ерітіндін толығымен ауыстыру керек.

Тұнған заттың мөлшеріне әсер ететін себепті анықтаپ, М.Фарадей мынадай қорытындыға келді: заттың массасы оның тегіне тәуелді және электролит арқылы өтетін зарядқа тұра пропорционал. Ол электрхимиялық эквивалент үғымын енгізді.

*Электрхимиялық эквивалент – электролит арқылы 1 Кл заряд өткен кезде электродта бөлінетін зат массасын анықтайтын физикалық шама.*

$$k = \frac{m}{q},$$

мұндағы  $k$  – электрхимиялық эквивалент,  $m$  – электродта бөлінген заттың массасы,  $q$  – электролит арқылы өткен заряд. Бұл шаманың өлшем бірлігі:

$$[k] = 1 \frac{\text{Кг}}{\text{Кл}}.$$

Әртүрлі заттардың иондарына арналған электрхимиялық эквиваленттер эксперименттік жолмен алынды (2-қосымша, 16-кесте).

Электродта таза заттың тұну процесін электролиз деп атайды.

#### Өз тәжірибел

- 134-суретте көрсетілген құрылғымен тәжірибе жүргізіңдер.
- Катодқа тұнған мыс масасын қалай анықтауға болатынын талқылаңдар.
- Жабын қалыңдығын анықтаңдар.
- Жабын қалыңдығы 3 мкм-ге жеткенге дейін қанша уақыт кететінін қалай анықтауға болатынын талқылаңдар.
- Бақыланған құбылысты қайда және қалай қолдануға болады?

**Электролиз дегеніміз – электролит арқылы электр тогы өткенде электродтарда таза заттың бөлінуі.**

Тұнған заттың массасын есептеу формуласы *Фарадей заңы* деп аталады:

$$m = kq.$$

**Электролиз кезінде бөлінген заттың массасы ерітінді арқылы өткен зарядқа туралы пропорционал.**

$q = I \cdot t$  екенін ескере отырып, Фарадей заңын былай жазуға болады:

$$m = kIt.$$

Мұндағы  $m$  – бөлінген заттың массасы,  $I$  – электролит ерітіндісіндегі ток күші,  $t$  – тізбектің жұмыс істеу уақыты.

#### IV Анод ерітіндісінде жүретін электролиз

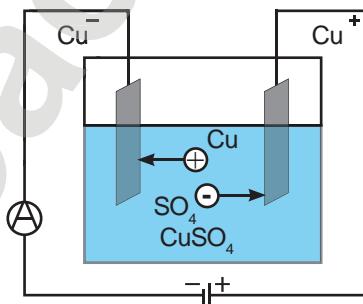
Анодтың электролитте еруі жүретін электролиз тәжірибеде кеңінен қолданылады. Бұл жағдайда катодта таза зат бөлінеді. Электролит ерітінде анод жасалған металдың тұзы қолданылады.

Таза мыс алу үшін электролиттік ваннаға таза мыстап тұратын катодты және таза емес мыстап (құрамында арылуға тиіс қоспасы бар) тұратын анодты орнатады (134-сурет). Ыдысты тотияйын (мыс купоросы) ерітіндісімен толтырамыз. Мыс иондары  $\text{Cu}^{2+}$  катодпен түйіскең кезде, мыстың бейтарап атомдарына айналады, оның бетінде тұнады.  $\text{SO}_4^{2-}$  теріс иондары анодтағы мыстың иондарын тартады, сөйтіп анодтың еріп кетуіне мүмкіндік жасайды. Мыс иондарының саны анод толығымен еріп кетпейінше, бүкіл процесс бойы тұрақты болып қалады.

#### V Гальваностегия

Бұйымды металдың жұқа қабатымен қаптау әдісінің негізінде анод ерітіндісінде жүретін электролиз жатыр. Бұл әдіс **гальваностегия** деп аталады. Гальваникалық ваннаға катодтың орнына металмен қапталуы тиіс зат орнатылады.

Анодтың орнына бұйымды қаптауға арналған металл пластина – никель, күміс, алтын, хром орнатылады. Қаптаудағы негізгі мақсат – бұйымды коррозиядан қорғау. *Коррозия* деп заттың сыртқы ортаның әсерінен бұзылуын айтады, мысалы артық ылғалдылықтың әсерінен темірді тат басады. 135-суретте автокөлік кузовын мырыштау процесі бейнеленген.



134-сурет. Мысты тазалау процесі



135-сурет. Машина корпусының коррозияға қарсы қапталуы

**Жауабы қандай?**

- Белсенді аноды бар электролиз неліктен ұзақ уақыт электролит ерітіндісін жаңартуды қажет етпейді?
- Неліктен электролиттегі электр тогы шексіз ұзақ тұрмайды?
- Неліктен «құргақ» гальвани элементінің жарамдылық мерзімі аз болады? Сыртына қарал оның жарамсыз болып қалғанын қалай анықтай аламыз? Ол қай сәттөн бастап бұзыла бастайды: дайындау сәтінен бе немесе қолданысқа берілген сәттөн бастап па?

**ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ**

Егер ток күші 60 А болса, ауданы  $0,036 \text{ м}^2$  бөлшекті қалындығы 50 мкм хроммен қаптау үшін қанша уақыт керек?

Хромның тығыздығы  $7200 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Берілгені:</b>                             | <b>ХБЖ</b>                   |
| $h = 50 \text{ мкм}$                          | $50 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ |
| $S = 0,036 \text{ м}^2$                       |                              |
| $I = 60 \text{ А}$                            |                              |
| $\rho = 7200 \text{ кг}/\text{м}^3$           |                              |
| $k = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг}/\text{Кл}$ |                              |
| $t = ?$                                       |                              |

**Шешуі:** Электролиз кезінде бөлінген заттың массасы Фарадей заңымен анықталады:  $m = kIt$  (1). Заттың тығыздығы мен қаптаудың көлемі арқылы массаны өрнектейміз:  $m = \rho Sh$  (2). (1) және (2) теңдіктің оң жақтарын теңестіріп,  $t$  уақытты есептеу формуласын өрнектеп аламыз:

$$kIt = \rho Sh; t = \frac{\rho Sh}{kI}.$$

Уақыттың мәнін есептейміз:

$$t = \frac{7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,036 \text{ м}^2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,18 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot 60 \text{ А}} = 1200 \text{ с} = 20 \text{ мин.}$$

**Жауабы:**  $t = 20 \text{ мин.}$

**Бақылау сұрақтары**

- Электролит дегеніміз не? Электролиттерде қандай бөлшектер негізгі заряд тасы-малдаушылар болып табылады?
- Электролиттік диссоциация дегеніміз не?

3. Қандай процесті электролиз деп атайды?
4. Электрхимиялық эквивалент нені анықтайды?
5. Электролизге арналған Фарадей заңын тұжырымдаңдар.
6. Гальваностегия қандай қызмет атқарады?

**Жаттығу****23**

1. Ток 2 А болғанда, 5 сағаттың ішінде тотияйын ерітіндісінен қанша грамм мыс бөлінеді?
2. Электролиз нәтижесінде катодта 20 минут ішінде массасы 1,5 г мыс бөлінді. Ток күші 4 А болғанда мыстың электрхимиялық эквивалентін анықтаңдар.

**Жаттығу****23**

1. Электролиттегі ток күшін 2 А деп есептеп, текшеріп массасы 49 г алтын қабатпен қаптауға кететін уақытты анықтаңдар.
2. Бұйымды құмістеу кезінде 15 минутта күші 5 А ток пайдаланылды. Осы уақыт ішінде қанша күміс жұмсалды?

**Эксперименттік тапсырма**

Вольтаның гальвани элементі – судың қышқылмен, сілтімен немесе түзбен ерітіндісіне салынған әртүрлі металдан жасалған екі пластина.

Мырыш, темір, қалайы, қорғасын, мыстың кез келген жұбын қолданып, Вольта элементін құрастырыңдар. Әрбір жұптың бірінші элементінің потенциалы екінші элементтің потенциалынан үлкен болады: егер сендер темір мен мыстың таңдасаңдар, онда мыстың потенциалы он болады. Электролит ретінде ас тұзының ерітіндісін пайдаланыңдар. Қалта фонарының шамын электродтармен жалғап, алынған ток көзін жұмыс барысында тексеріңдер.

## V тараудың қорытындысы

| Тұрақты ток заңдары                                     | Өткізгіштердің тізбектей жалғау заңдары  | Өткізгіштердің паралель жалғау заңдары   |
|---|--|--|
| <b>Тізбек бөлігі үшін Ом заңы:</b><br>$I = \frac{U}{R}$ | $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$<br>$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$   | $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n = \varphi_1 - \varphi_1$<br>$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$   |
| <b>Джоуль – Ленц заңы</b><br>$Q = I^2 R t$              | $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$<br>$R = R_1 \cdot n$   | $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$<br>$R = \frac{R_1}{n}$<br>$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$<br>$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ |
| <b>Фарадей заңы:</b><br>$m = kq$ немесе<br>$m = kIt$    | $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$  |  |
| Ток күші, кернеу  | Өткізгіш кедегісі, оның температурага тәуелділігі  | Электр тогының жұмысы мен қуаты  |
| $I = \frac{q}{t}$<br>$U = \frac{A}{q}$                  | $R = \rho \frac{l}{S}$<br>$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$<br>$R = R_0 (1 + \alpha t)$<br>$\alpha = \frac{1}{273^\circ\text{K}}$ | $A = IUt$<br>$P = \frac{A}{t}$<br>$P = UI$   |

### Тұрақты ток заңдары:

**Тізбек бөлігі үшін Ом заңы.** Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тұра пропорционал, ал оның кедегісіне кері пропорционал.

**Джоуль – Ленц заңы.** Тогы бар өткізгіш бөлетін жылу мөлшері ток күшінің квадратының, өткізгіш кедегісінің және уақыттың көбейтіндісіне тең.

**Фарадей заңы.** Электролиз кезінде бөлінетін заттың массасы ерітінді арқылы өткен зарядқа тұра пропорционал.

## Глоссарий

**1 ампер** – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 1 с уақыт аралығында 1 Кл заряд өткен кездегі ток күші.

**Амперметр** – тізбектегі ток күшін өлшеуге арналған аспап.

**Вольтметр** – тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеуге арналған аспап.

**Ток көзі** – электр зарядтарын бөлетін және электр тізбегіндегі кернеуді ұстап тұратын құрылғы.

**Тізбек бөлігінің кернеуі** – осы бөліктегі жеке зарядтың орнын ауыстыратын ток жұмысына тең физикалық шама.

**Реостат** – тізбектегі ток күшін реттеуге арналған аспап.

**Ток күші** – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өткен  $q$  зарядының оның өткен уақытына қатынасына тең физикалық шама.

**Меншікті кедергі** – ұзындығы 1 м, көлденең қимасының ауданы  $1 \text{ m}^2$  өткізгіштің кедергісі.

**Электр тогы** – зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы.

## Физика біздің өмірімізде

### 1-тапсырма. Сұрақ.

Электрмонтёрлардың мынадай кәсіби мәтелі бар екен: «Ыстық дәнекерлеу әрқашан сұық, сұық дәнекерлеу әрқашан ыстық». Оны қалай түсінедіңдер?

### 2-тапсырма. Тізбектер құрастыру.

Төмендегі сипаттамалар бойынша тізбектер сұлбасын құрастырындар.

- Шамды қосып, өшіруге бір кілт қолданылуы керек;
- Екі шамды қосып өшіруге бір кілт қолданылуы керек. Шам қызыы әртүрлі болатын екі сұлба ұсынындар;
- Шам екі кілт те тұйықталған кезде қосылуы керек;
- Шам екі кілттің кез келген біреуі тұйықталғанда қосылуы керек;
- Әр шам өзінің кілтімен қосылып, өшірілуі керек;
- Бір шам екі кілттің кез келген біреуі тұйықталғанда, ал екінші шам екеуі бірдей тұйықталғанда қосылуы керек;
- Кілттің тұйықталуы кезінде шамдардың бірі сөніп, екіншісінің жарқырауы күштірек бола түсуі керек.

## Шағын жоба «Үйдегі электр тогы»

### Проблемага кіріспе

Қазіргі кезде электр энергиясын қолданбай өмір сұру мүмкін емес, алайда электр тогы адам үшін қауіпті. Электр тогы адамның немесе жануарлардың ағзасынан өтсе, төмендегідей әсері болады:

- жылулық (куйіктер, қан тамырларының зақымдалуы және қызыы);
- электролиттік (қанның ыдырауы, физика-химиялық құрамының бұзылуы);
- биологиялық (ағза жасушаларының тітіркенуі мен қозуы, сінір тартылуы).

### Жағдайды сипаттау

Азат пен оның бауыры Марат – политехникалық колледж студенттері. Олар әкелерімен бірге жаңа тұрғызылған екі қабатты үйлеріне электр сымдарын орнатудың сұлбасын құрастырып жүр. Отбасында кір жуғыш мәшине, компьютер, теледидар, қысқа толқынды пеш, электр пеші, ыдыс жуғыш мәшине, тоңазытқыш сияқты тұрмыстық техника тұрлери және бірнеше ұсақ электртұрмыстық қуралдар бар. Олар отбасы мүшелерінің қажеттіліктерін ескеріп және қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып, электрсептеуіш аспапты, электр розеткаларын өздері сатып алғып орнатпақ. Отбасында әжесі мен анасын, 11 жасар Ажар мен 5 жасар Айсұлуды қосқанда 7 адам бар.

### **Жағдайды талдауға арналған сұрақтар мен тапсырмалар**

1. Электр тогымен жұмыс жасаудағы негізгі қауіпсіздік ережелерін атандар.
2. Өздерің жоспар құрастырып, розеткалар мен электр ажыратқыштардың, автоматтардың, электр сымдарының және түрмистық техникалардың орналасуы мен ток көзіне қосылуының сұлбасын көрсетіңдер. Жоспарды қорғауға және презентацияға дайындалыңдар.
3. Барлық қажетті жұмыстарды отбасы мүшелері өздігінен орындаі ала ма? Қандай мекемелерден көмек сұрауы керек?

### **Бағаланатын білік**

1. Электр тогымен жұмыс жасау кезінде негізгі қауіпсіздік ережелерін білу.
2. Үй жағдайында электр тогымен жұмыс жасау кезінде физикадан алған білімдерін қолдану.
3. Электр сымдарымен жасалатын жұмыстардың арнағы мамандар шақырмай, өздігінен жасауға рұқсат берілген түрлерін білу.

### **Ұсыныс**

Интернет материалдарын қолдана отырып, мына сұрақтарды зерттеңдер: электр сымдарына арналған құралдардың ерекшеліктері мен құрылымы, электромонтаж жұмыстарының түрлері.

## Бақылау тесті

### 1-нұсқа

- Зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы –**
  - A) Ток күші.
  - B) Электр тогы.
  - C) Зарядтардың ығысуы.
  - D) Бөлшектер ағыны.
- Өзара жалғасқан ток көзі, кілт, электр тогын тұтынушылар мен жалғау сымдары ... деп аталады.**
  - A) Электр сұлбасы.
  - B) Электр құралы.
  - C) Электр тізбегі.
  - D) Электр желісі.
- Ток күшінің өлшем бірлігі –**
  - A) Ампер.
  - B) Вольт.
  - C) Ватт.
  - D) Джоуль.
- Бірлік зарядтың орнын аудиеттерге кететін ток жұмысына тең физикалық шаманы ... деп атайды.**
  - A) Электрқозғаушы күш.
  - B) Электр өрісінің жұмысы.
  - C) Кернеулік.
  - D) Кернеу.
- Ұзындығы 1 м, көлденең қимасының ауданы  $1 \text{ m}^2$  откізгіштің кедергісі –**
  - A) Есептік кедергі.
  - B) Бірлік кедергі.
  - C) Меншікті кедергі.
  - D) Белсенді кедергі.
- Егер 10 секундта откізгіш бойымен 15 Кл заряд жүріп отсе, откізгіштегі ток күшін анықтандар:**
  - A) 150 А.
  - B) 150 Кл · с.
  - C) 1,5 А.
  - D) 25 А.
- Металл откізгіштің температурасы артқан сайын оның кедергісі:**
  - A) Артады.
  - B) Азаяды.
  - C) Өзгермейді.
  - D) Максимал мәніне дейін артып, ары қарай өзгермей қалады.
- Әрқайсының кернеуі 4 В-қа тең болатын тізбектей жалғанған тізбектің екі болігінің жалпы кернеуін табындар:**
  - A) 1 В.
  - B) 2 В.
  - C) 4 В.
  - D) 8 В.
- Параллель жалғанған он резистордың кедергісін анықтандар. Әрқайсының кедергісі 240 Ом.**
  - A) 240 Ом.
  - B) 24 Ом.
  - C) 2400 Ом.
  - D) 12 Ом.
- 2 А ток өтетін тізбек болігінің ток қуатын анықтандар. Бөлік соңындағы потенциалдар айырымы 12 В.**
  - A) 6 Вт.
  - B) 14 Вт.
  - C) 24 Вт.
  - D) 48 Вт.

**2-нұсқа**

- Электр зарядының бөлінуін іске асыратын және электр тізбегіндегі кернеуді ұстап тұратын құрылғы –**
  - A) Резистор.
  - B) Ток көзі.
  - C) Вольтметр.
  - D) Конденсатор.
- Тұйық контур бойымен оң бірлік зарядты көшіретін бөгде құштердің жұмысына тең физикалық шама –**
  - A) Кернеу.
  - B) Кернеулік.
  - C) Электрқозғаушы күш.
  - D) Өріс жұмысы.
- Тізбектегі ток күшін реттейтін құрал –**
  - A) Реостат.
  - B) Резистор.
  - C) Амперметр.
  - D) Вольтметр.
- Тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеуге арналған құрал –**
  - A) Амперметр.
  - B) Гальванометр.
  - C) Электрометр.
  - D) Вольтметр.
- Тізбек бөлігі үшін Ом заңы –**
  - A)  $I = \frac{U}{R}$ .
  - B)  $I = \frac{q}{t}$ .
  - C)  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ .
  - D)  $U = \frac{A}{q}$ .
- Кернеудің өлшем бірлігі –**
  - A) Вольт.
  - B) Ампер.
  - C) Ватт.
  - D) Джоуль.
- Бірлік үақыттағы ток жұмысына тең шама –**
  - A) Кернеу.
  - B) Ток күші.
  - C) Куат.
  - D) Кернеулік.
- Параллель жалғанған тізбектің екі бөлігінің әрқайсысындағы кернеу 4 В-ға тең, олардың жалпы кернеуі –**
  - A) 1 В.
  - B) 2 В.
  - C) 4 В.
  - D) 8 В.
- Тізбектей жалғанған он резистордың кедергісін анықтаңдар. Әрқайсысының кедергісі 240 Ом.**
  - A) 240 Ом.
  - B) 24 Ом.
  - C) 2400 Ом.
  - D) 12 Ом.
- Егер алауашақ (камин) 220 В кернеуі бар және 5 А ток күшіне есептелген электр желісіне қосылатын болса, онда ол секунд сайын ... жылу мөлшерін бөледі.**
  - A) 11 Дж.
  - B) 110 Дж.
  - C) 1,1 кДж.
  - D) 11 кДж.

## VI ТАРАУ

# ЭЛЕКТРМАГНИТТІК ҚҰБЫЛЫСТАР

Магнит өрісі – қозғалыстағы электр зарядына, тогы бар өткізгішке және темір, кобальт, никель, гадолиний сияқты бірқатар заттарға әрекет ететін материяның бір түрі. Магнит өрісін тұрақты магниттермен қатар тогы бар өткізгіштердің айналасынан да байқауға болады. Магнит өрісі электртехника, радиотехника және электроникада қолданылады.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

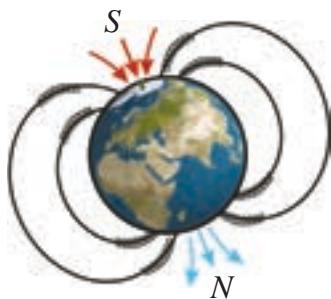
- магниттердің негізгі қасиеттерін сипаттауды және магнит өрісін күш сыйықтары арқылы графикалық түрде бейнелеуді;
- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіруді;
- тогы бар түзу өткізгіштің және соленоидтың айналасындағы өріс сыйықтарының бағыттарын анықтауды;
- жолақ магнит пен соленоидтағы токтың әсерінен түзілген магнит өрістерін салыстыруды;
- магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсерін сипаттауды;
- электрқозғалтқыштар мен электрөлшеуіш аспаптардың құрылышын және жұмысын түсіндіруді;
- дүниежүзінде және Қазақстанда электр энергиясының өндірілуіне мысалдар келтіре аласындар.

## § 32. Тұрақты магниттер, магнит өрісі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- магниттердің негізгі қасиеттерін атап аласыңдар;
- магнит өрісін күш сзызықтары арқылы графикалық түрде бейнелей аласыңдар.



136-сурет. Жердің магнит өрісі

### Жауабы қандай?

Темір мен болаттан жасалған бұйымдарды қандай жолмен магниттеуге болады?

### Бұл қызық!

1. Француз физигі Ф.Араго тұсбағардың наизағай өсерінен қайта магниттепетінін байқаған.
2. Құрамына темір, кобальт, никель және бірқатар қоспалар кіретін «магнико» құймасынан дайындалған тұрақты магнит өзінің салмағынан 5000 есе үлкен жүкті көтере алады.

### I Заттардың магниттік қасиеттерін зерттеу тарихынан

Кіші Азия аумағындағы Магнезиядан бір-бірін және кіші темір кесектерін тартатын тау жыныстары табылған. Бұл үлгілерді сол жердің атына сәйкес «магнетиктер» деп атап кетті. Магнетиктердің қасиетін ең алғаш ағылшын ғалымы У.Гильберт зерттеді. Ол өзінің 1600 жылы жарыққа шыққан «Магнит, магнитті денелер және үлкен магнит – Жер туралы» кітабында электрленген денелердің және магниттердің ұқсастықтары мен айырмашылықтарын сипаттады. Ол оң және теріс электр зарядтары сияқты магниттердің де солтүстік және оңтүстік полюстері бар деген болжам жасады. Гильберт Жердің өте үлкен магнит екенін, яғни солтүстік полюсі географиялық оңтүстік полюске жақын орналасқанын, ал оңтүстік полюсі географиялық солтүстік полюске жақын орналасқанын дәлелдеді (136-сурет). Магнит төңірегінде магнит өрісі болады, ол арқылы магниттер бір-бірімен және басқа денелермен әрекеттесе алады. Мысалы, Жердің полюс бағытын магнит тілшешің көмегімен анықтайды, өйткені Жердің магнит полюсі сол магниттелген тілшеге әсер етеді.

### II Заттардың магниттік қасиеттері

Әртүрлі заттардың магниттік қасиеттерін зерттеу заттарға магнит өрісінің түрліше әсер ететінін көрсетті. Темір мен болаттың, никельдің, кобальттің сыртқы магнит өрісін анағұрлым күштейтіп қана қоймай, өздері де магниттік қасиетке ие болатыны байқалды. Бұл заттар *ферромагнетиктер* деп аталады.

**Ферромагнетиктер – сыртқы магнит өрісін анағұрлым күштейтін заттар.**

Платина, алюминий, оттегі, марганец тәрізді заттар магнит өрісін шамалығана қүшетеді. Мыс, күміс, алтын, азот, фосфор, керісінше, магнит өрісін шамалығана әлсіретеді.

### Магнит өрісін шамалығана қүшететін заттар *парамагнетиктер* деп, шамалығана әлсіретін заттар – *диамагнетиктер* деп аталады.

Барлық заттарды ферромагнетиктер, парамагнетиктер және диамагнетиктер деп бөлуге болады. Ферромагнетиктер техникада кеңінен қолданылады. Олар *жұмсақ ферромагнетиктер* және *қатаң ферромагнетиктер* болып бөлінеді. Қатаң ферромагнетиктерге магниттелу қасиетін ұзак уақыт бойы сақтай алатын заттар жатады.

### III Магнит тілше. Тұсбағар

Табиғи магниттен жасалған алғашқы тұсбағар Қытайда пайда болды. Қазіргі заманғы тұсбағардың магнит тілшелері қатаң ферромагниттен жасалады. Тілшенің екі полюсі бар: оңтүстік және солтүстік, полюстарды қосатын түзуді *магнит тілшенің осі* деп атайды. Магнит тілшелер магниттердің қасиеттерін және олардың магнит өрісін зерттегендे қолданылады. Егер магнит тілшенің солтүстік полюсін магниттің солтүстік полюсіне қаратсақ, онда олар бір-бірінен тебіледі. Дәл осылай оңтүстік полюстер де тебіледі. Егер оңтүстік полюстің солтүстік полюске жақындалса, олар бір-біріне тартылады.

**Магниттердің аттас полюстері бір-бірінен тебіледі, әр аттас полюстері тартылады.**

### IV Тұрақты магниттер.

#### Тұрақты магниттердің магнит өрістері

Қатаң ферромагнетиктерден жолақ және таға тәріздес тұрақты магниттер жасалады. Арнайы қорытпаны өңдеу тұрақты магниттердің магниттің қасиетін біршама арттыруға мүмкіндік берді.

Жолақ магниттің магнит өрісін зерттеу бойында темір үгінділері бар сызықтардың қылышпайтынын, магниттің біріне-бірі қара-ма-қарсы екі ұшының (солтүстік және оңтүстік полюстер) төңірегінде сызықтардың жилененетінін көрсетті. Бұл сызықтарды *магнит өрісінің күш сызықтары* деп атайды.

#### Өз тәжірибел

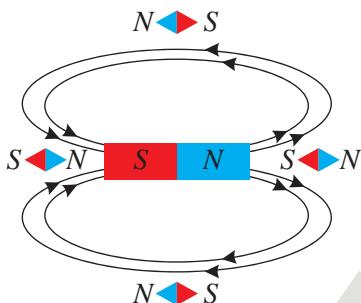
1. Тұрақты магнитті және өртүрлі заттардан жасалған кішірек денелерді пайдаланып, қандай заттардың магниттеп өзара әрекеттесетінін, қандай заттардың әрекеттеспейтінін анықтаңдар.
2. Магнитке төрт темір қағазқыстырышты бір-біріне тиіп, тізбек құрап тұратындағы етіп іліндер. Тізбекті жоғары жағында тұрған қағазқыстырыштан ұстап магниттен ажыратыңдар. Неліктен төмен жағында тұрған қағазқыстырыштар құламайды?
3. Болаттан жасалған инені магнит осінің бойына қойындар. 2–3 минуттан соң инені темір үгінділеріне салындар. Ине магниттің қасиеттерге ие бола ма, соны анықтаңдар.

*Магнит өрісінің күш сзықтары – жанамалары магнит өрісінің кез келген нүктесінде орналасқан магнит тілшешінің осімен сәйкес келетін сзықтар.*

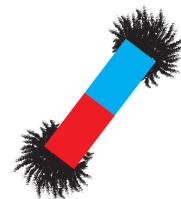
*Магнит тудырган магнит өрісінің бағыты ретінде магнит тілшешінің солтүстік полюсі көрсететін бағыт алынады.*

*Күш сзықтары шығатын магниттің ұшы магниттің солтүстік полюсі болып табылады. Ал күш сзықтары енетін қарсы жақтағы ұшы магниттің оңтүстік полюсі деп аталаады (137-сурет).*

Сзықтардың жиілігі магниттің екі қарама-қарсы үштариның маңында: солтүстік және оңтүстік полюстерінде артады. Магниттің магниттік әсері полюстерінде күштірек білінеді. Темір үгінділері бар қорапшаға жолақ магнитті салып қойып, үгінділердің магниттің полюстеріне тартылғанын онай байқауға болады (138-сурет). Магниттің әсерін күшету үшін оған тағаның формасын беру керек, сонда екі полюс те бір жаққа бағытталады.



137-сурет. Жолақ магниттің күш сзықтары



138-сурет. Магнит полюстері

## V Ампердің гипотезасы

А.Ампер тұрақты магниттердің магнит өрісінің пайда болуы туралы гипотеза ұсынды. А.Ампер тұрақты магниттердің магниттік қасиетін заттың ішінде айналып жүрген токтармен тусландыреді. Атомдардың ядроның айналасында электрондар айналып жүреді. Қозғалыс үстіндегі электрондар қалыпты кезде еркін бағытталған және бірін-бірі толықтыратын магнит



### Тапсырма

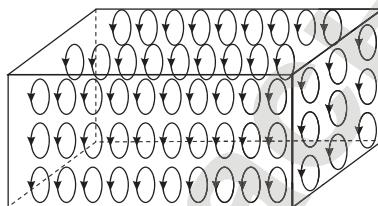
Темір үгінділері мен магнит тілшеперін пайдалана отырып, жолақ магниттің магнит өрісін зерттеңдер. Күш сзықтары мен олардың бағыттарын бейнелеңдер.



### Жауабы қандай?

1. Неліктен магнит өрісін зерттеу үшін темір үгінділерін пайдалану ыңғайлы?
2. Тігіншілер жұмыс істеғен кезде не үшін магниттелген қайшыларды пайдалануды жөн көреді?
3. Неліктен тұрақты магниттің полюстерін бөлу мүмкін емес?

өрісін тудырады. Сыртқы магнит өрісінің әсерінен атомдар электрондардың айналу жазықтықтары тек бір бағытты ұстайтында болып орналасады (139-сурет). Электрондардың ядросының төнегінде айналып жүрген магнит өрістері бағыттас болады және бірін-бірі күшейтеді. Ферромагнетиктің жеке өрісі пайда болады. Заттың ішіндегі кішігірім магнит өрістерінің бағыты қайтадан ерікті қалыпқа аудысатындықтан, тұрақты магниттің магниттік қасиеті уақыт өте келе әлсірейді. Жоғары температурада ферромагнетиктердің магниттік қасиеті толығымен жойылады. Бұл температуралы Кюри температурасы деп атайды.



**139-сурет.** Ферромагнетиктегі электрондар сыртқы магнит өрісінің әсерінен бір бағытта айналады. Айналу жазықтықтары өзара параллель болады.

### Есте сақтаңдар!

Тұрақты магниттің магниттік қасиеттерін ұзақ сақтау үшін магниттің әр аттас полюстерін металл пластинамен тұйықтау қажет.

### Жауабы қандай?

- Неліктен магнит полюстерін ажырату мүмкін емес?
- Екі металл өзектің қайсысы магниттелгенін қалай анықтауға болады?

### Бақылау сұрақтары

- Тұрақты магниттерді қандай заттардан жасайды?
- Магниттер өзара қалай әсерлеседі?
- Жолақ және таға тәрізді магниттердің магнит өрісінің күш сыйықтары нені білдіреді?
- Қандай магниттің өрісі Жердің магнит өрісіне ұқсайды?

### Жаттығу

24

- Параграфтағы мәтінді пайдаланып, тұрақты магниттердің негізгі қасиеттерін жазыңдар.
- Оқулықтағы мәтін мен Интернет желісін пайдаланып, тұрақты магниттерді қолдану және сақтау ережесін жазыңдар.

## Эксперименттік тапсырма

- Егеуқұм қағазын қайшымен кесіндер. Ине, шеге, қағазқыстырыш, батырма сияқты ұсақ темір денелерге қайшыны жақындастыңдар. Бақыланған құбылысты түсіндіріндер. Техникалық әдебиеттерді немесе Интернет желісінен алынған материалдарды пайдалана отырып, өз болжамдарының дұрыстығына көз жеткізіндер.
- Су тұсбағарын дайындаңдар және сол бойынша видеосеп жасандар (140-сурет).



*140-сурет. Су тұсбағары*

## Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптар бойынша баяндама дайындаңдар (таңдау бойынша):

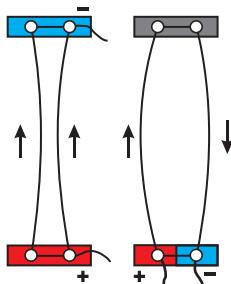
- Тұсбағарлардың жасалу тарихы және олардың заманауи түрлері.
- Жердің магнит өрісінің тірі ағзаларға әсері.
- Күн жүйесі планеталарындағы магнит өрістері.

## § 33. Тогы бар тұзу өткізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғының магнит өрісі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

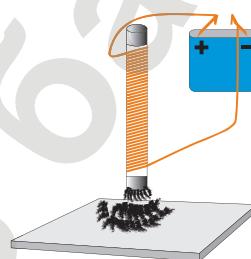
- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіре аласыңдар;
- тогы бар тұзу өткізгіштің және соленоидтың айналасындағы өріс сзығыстарының бағыттарын анықтай аласыңдар.



141-сурет. Тізбектегі токтың магниттік әсері

### I Тізбектегі токтың магниттік әсері

Ампер бағыттары сәйкес келетін тогы бар өткізгіштердің өзара тартылатынын, ал ток бағыттары қарама-қарсы өткізгіштердің бір-бірінен тебілетеңін анықтады (141-сурет). Болат өзекті тогы бар сыммен орап қойғанда, өзектің темірден жасалған майда заттарды тарту қасиетін токтың магниттік әсері деп түсіндіруге болады (142-сурет). Демек, өткізгіштен ток өте бастағанда, өткізгіштің айналасындағы кеңістіктің қасиеті өзгереді.

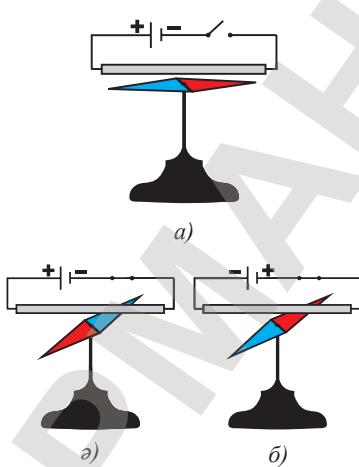


142-сурет. Тогы бар өткізгіштің магнит өрісі дәсірінен болат өзектің магниттелеуі

### II Тогы бар тұзу өткізгіштің магнит өрісі.

#### Эрстед тәжірибесі

Өткізгіштің айналасындағы кеңістікті зерттеу үшін магнит тілшени қолданамыз. 1820 жылы дат ғалымы Ганс Христиан Эрстед жасаған тәжірибелі қайталайық. Кілт пен сымнан, ток көзінен тізбек құрастырамыз. Сымды магнит тілшениң үстінен, оның осіне паралель жүргіземіз (143, а) сурет) және кілтпен тұйықтаймыз. Тілше бұрылып, сымға перпендикуляр тұрады (143, ә) сурет). Ток бағытын қарама-қарсы бағытқа өзгертсек, тілше  $180^\circ$  кері бағытқа бұрылады (143, б) сурет). Енді сымды магнит тілшениң астынан жүргізіп, тәжірибелі қайталаймыз. Екі жағдайда да тілше бірінші тәжірибемен салыстырғанда, қарсы бағытқа бұрылады. Тәжірибе тогы бар өткізгіштің айналасында магнит

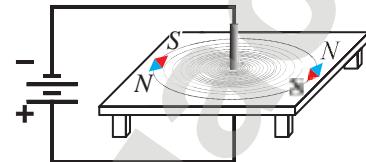


143-сурет. Эрстед тәжірибесі

өрісі пайда болатынын көрсетті. Магнит тілше соның әсерінен айналады. Магнит өрісінің бағыты өткізгіштегі ток бағытына тәуелді болады.

### III. Магнит өрісінің күш сыйықтары

Тұзу токтың (тогы бар тұзу өткізгіштің) магнит өрісін зерттеік (144-сурет). Өткізгіш сымды ток көзіне қосамыз да, үстел үстіне темір үгінділерін шашып, қасына магнит тілшелер қоямыз. Магнит өрісінің әсерінен магнит тілшелердің бағыты өзгереді, үгінділер центрлес шеңберлер бойына орналасады. Бұл шеңберлерді **магнит өрісінің күш сыйықтары** деп атайды.



**144-сурет.** Тогы бар тұзу өткізгіштің магнит өрісінің күш сыйықтары

**Магнит өрісінің күш сыйықтары – тогы бар өткізгішті қамтитын түйік сыйықтар.**

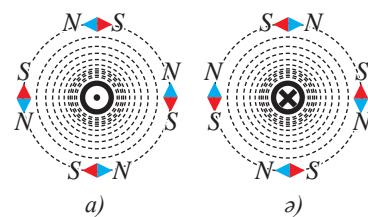
Күш сыйықтарының басы да, аяғы да жоқ, бұл – табиғатта магнит өрісін жасайтын «магнит зарядтар» да жоқ деген сөз. Өткізгіштегі ток зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысын білдіреді, демек, **магнит өрісін қозғалатын зарядтар тудырады**. **Магнит өрісі бір нүктеде бірнеше бағытта бола алмайтындықтан**, күш сыйықтары қылышпайды.

### IV Тұзу токтың магнит өрісінің бағыты

Үстел үстіндегі өткізгіштің айналасына тағы бірнеше магнит тілшені қойып, олардың солтүстік полюстері көрсетіп түрған бағытты анықтаймыз. **Магнит тілшенің солтүстік полюсі көрсеткен бағыт өрістің атапған нүктесіндегі магнит өрісінің бағыты** деп саналатынын еске түсіріңдер.

Тілшенің орналасуын бақылай отырып, егер өткізгіштегі ток бізге қарай бағытталған болса, өткізгіштің айналасында сағат тілінің бағытына қарсы айналым жасаймыз. 145, а) суретте тұзу өткізгіштің қимасындағы ток бағытын көрсететін тілше нүктемен белгіленген. Нүкте – бізге қарай «ұшып келе жатқан жебенің ұшы» делік. Өткізгіштегі токтың бағытын өзгертсек, магнит тілшелер бір-біріне қарама-қарсы бағытқа бұрылады. 145, а) суретте токтың бағыты айқын сыйықтармен ( $\times$ ) көрсетілген, бұл – бізге қарсы бағытқа «ұшып бара жатқан жебенің қауырсыны».

Осылай магнит өрісінің бағытын да нүктемен және айқын сыйықтармен бейнелеуге болады. **Магнит өрісінің бағытын көрсететін тілшені бұдан әрі**  $\vec{B}$  әрпімен белгілейтін боламыз.



**145-сурет.** Магнит тілшениң қолданып, күш сыйықтарының бағытын анықтау

## V «Бұрғы» және «оң қол» ережелері

Магнит өрісінің бағытын магнит тілшені қолданбай-ақ, «бұрғы» және «оң қол» ережелері бойынша анықтауға болады.

1. Түзу токқа арналған «бұрғы» ережесі (146-сурет):

**Егер бұрғының үдемелі қозғалыс бағыты өткізгіштегі ток бағытымен бірдей болса, онда бұрғы тұтқасының айналмалы қозғалысы магнит өрісінің күш сывықтарының бағытын көрсетеді.**

2. Түзу токқа арналған «оң қол» ережесі (147-сурет):

**Егер  $90^\circ$ -қа қайырылған бас бармағымыз сымдағы ток бағытын көрсететін болса, онда сымды қапсыра ұстаған саусақтарымыз магнит өрісінің бағытын көрсетеді.**

## VI Тогы бар шарғының магнит өрісінің күш сывықтары

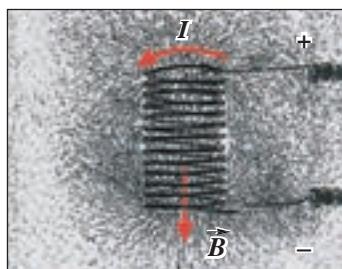
Тогы бар шарғының (катушканың) магнит өрісін оқып-үйрену үшін горизонталь тіреуішке бекітілген арнайы құралды шарғы ретінде пайдаланамыз (148-сурет). Кілт түйікталған кезінде шарғы орамдарының айналасында магнит өрісі пайда болады. Тіреуішке себілген темір үгінділери шарғы орамдарын түгел қамтыған түйік сывықтар болып табылатын күш сывықтарының бойына орналасады (149-сурет). Ұзындығы ораған жіптің диаметрінен біршама артық шарғының ішіндегі магнит өрісінің күш сывықтары параллель. Бұндай шарғыны *соленоид* деп атайды. *Күш сывықтары параллель магнит өрістері біртекті* деп аталаады. Демек, *соленоидтің ішіндегі магнит өрісінің әсері кеңістіктің барлық нүктесінде бірдей*.



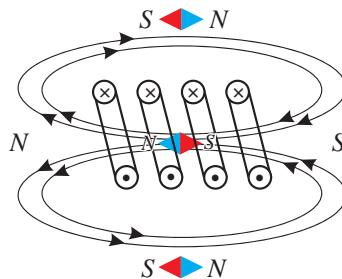
146-сурет. «Бұрғы» ережесі бойынша магнит өрісінің бағытын анықтау



147-сурет. «Оң қол» ережесі бойынша магнит өрісінің бағытын анықтау



148-сурет. Темір үгінділерінің тогы бар шарғының айналасында орналасуы



149-сурет. Тогы бар шарғының күш сывықтары

Шарғының сыртындағы сиретілген сызықтар оның ұштарының төнірептінде анағұрлым тығыз орналасқан. Демек, магниттік құбылыстар бұл ауданда жоғары қарқынмен жүруи тиіс.

Тогы бар шарғы мен жолақ магниттің магнит өрістерінің күш сызықтарын салыстыру олар тудырған өрістердің ұқсас екендерін көрсетеді (§ 32, 137-сурет).

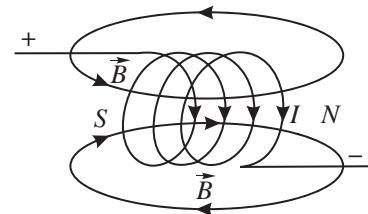
## VII Күш сызықтарының бағыты. Шарғының полюстері

Тогы бар шарғының магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын магнит тілше көмегімен анықтаймыз (149-сурет). Магнит тілшениң солтүстік полюсі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсететінін ескерейік. *Күш сызықтары кіретін шарғының ұшы шарғының оңтүстік полюсі, ал күш сызықтары шығатын қарсы жақтағы ұшы солтүстік полюсі болып табылады.* Тәжірибе көрсеткендегі, тогы бар шарғының майда темір бұйымдарға әсері оның полюстерінде біршама қарқынды жүреді.

Шарғының магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын практикада тогы бар түзу өткізгіштегі тәрізді «бұрғы» немесе «оң қол» ережесі арқылы анықтайды. Түзу және дөңгелек ток үшін ережелер әртүрлі тұжырымдалады.

*Дөңгелек токқа арналған «бұрғы» ережесі (150-сурет):*

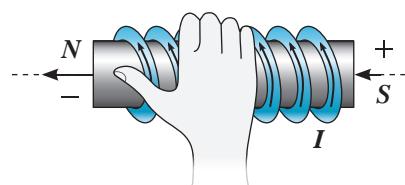
**Егер бұрғының тұтқасын шарғы орамындағы токтың бағытымен айналдырысақ, онда оның үдемелі қозғалысы шарғы ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.**



150-сурет. Дөңгелек токқа арналған «бұрғы» ережесі

*Дөңгелек токқа арналған «оң қол» ережесі (151-сурет):*

**Егер оң қолымызды шарғыға тигізбей, төрт саусақымыз ондағы токтың бағытын көрсететіндегі етіп ұстасақ, онда қайырылған бас бармағымыз шарғы ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.**

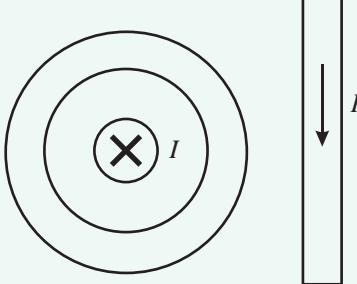


151-сурет. Дөңгелек токқа арналған «оң қол» ережесі

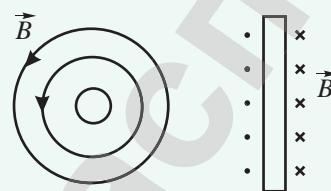
## Бақылау сұрақтары

- Эрстед тәжірибесінің мәнісі неде?
- Түзу токтың магнит өрісінің күш сызықтары нені көрсетеді?
- Магнит өрісінің бағытын қалай анықтайды?

- 152-суретте бейнеленген тогы бар өткізгіштің айналасындағы магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетіндер.
- Өткізгіштердегі токтың бағыттарын көрсетіндер (153-сурет).



*152-сурет. Түзу өткізгіштегі ток бағыты*



*153-сурет. Тогы бар өткізгіш айналасындағы магнит өрісінің бағыты*

### Эксперименттік тапсырма

Қолдан жасалған электромагниттің көмегімен ине, қайшы, шеге сияқты болат бұйымдардан тұрақты магнит дайындаңдар. Таңдал алған бұйымдарының магниттік қасиеттерін сынақтан өткізіңдер. Алынған магниттерді жоғарғы температураға дейін қыздыру оның магниттік қасиеттеріне қалай әсер ететіндігін тәжірибеде тексеріп көріңдер: магниттелген инені тістегікпен қысып, оны балауыздың жалынына қыздырыңдар.

### Шығармашылық тапсырма

«Магнит өрісін медицинада пайдалану» тақырыбы бойынша хабарлама дайындаңдар.

## § 34. Электромагниттер және оларды қолдану

### Күтілетін нәтиже

**Параграфты оқып сендер:**

- жолақ магнит өсерінен және соленоидтағы токтың өсерінен түзілген магнит өрістерін салыстыра аласындар;
- электромагниттің магнит өрісін өзгерту өдістерін атап ала-сындар;
- электромагниттерді қолдануға мысалдар келтіре аласындар;
- электромагниттік реленің жұмыс істеу принципін түсіндіре аласындар;
- реленің қағидалық сұлбасын сала аласындар.



### Өз тәжірибелен

Ток көзінен, электромагниттен, реостаттан тұратын тізбек құрындар. Магнит тілшени және сзызышты пайдаланып, тогы бар шарғының магнит өрісінің шарғыдағы ток күшіне, шарғыға дейінгі арақашықтықа және өзекшеге төуелділігін зерттеңдер.

Тогы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі әлсіз болғандықтан, ол кең қолданысқа ие болған жоқ. Техника үшін тогы бар шарғының магнит өрісі маңыздырақ. Шарғы орамының саны артқан кезде оның айналасындағы магнит өрісі күштейеді.

### I Тогы бар шарғының әртүрлі заттардан жасалған денелермен өзара әрекеттесуі

Жолақ магниттердің және тогы бар шарғының магнит өрістерінің құш сзызықтары үқсас (§ 32, 137-суретті, § 33, 149-суретті қарандар). Магнит өрістерінің ортақ қасиеттері көп. Зерттеулер нәтижесінде тогы бар шарғының магнит өрісі тұрақты магнит сияқты әртүрлі денелермен түрліше әрекеттесетіні байқалды. Мысалы, шарғы темір, шойын, болаттан жасалған денелерді жақсы тартады, ал ағаш, шыны, пластмассаны мүлдем тартпайды. Егер денеге шарғыны полюсі жағынан жақыннатса, әрекеттесу анағұрлым қарқынды жүреді.

Жіңішке сымға ілінген тогы бар шарғы Жердің магнит өрісінің құш сзызықтары бойымен орнығады. Демек, оны тұсбағар ретінде қолдануға болады. Тогы бар шарғының тұрақты магниттерге қарағанда бірқатар артықшылықтары бар. Күштік сипаттамаларын және бағытын өзгерту арқылы тогы бар шарғының магнит өрісін басқару оңай.

### II Шарғының магнит өрісін өзгерту тәсілдері

Шарғының магнит өрісінің тұрақты жолақ магнитпен салыстырғандағы артықшылығы – оның бағыты мен күшін өзгерту оңай. Бірқатар тәжірибелерді қарастырайық. Шарғы мен кілттен, реостаттан, ток көзінен тізбек құрастырайық. Шарғының осін алдын ала Жердің магнит өрісінің күш сзызықтарының бағытына перпендикуляр қойып, тізбекті түйіктаймыз. Магнит тілшени шарғының магнит өрісімен әрекеттесуін байқауға болатындей қашықтыққа жақыннатамыз. Реостаттың көмегімен тізбектегі ток күшін азайта отырып, магнит тілшениң орнын өзгертпей-ақ, оның Жердің магнит өрісінің күш сзызықтары бойымен, бағыты солтүстік полюсті көрсететіндей етіп орнығуына

кол жеткізуге болады. Демек, тізбектегі ток күшінің азауына орай шарғының магнит өрісі де әлсірейді. *Ток күши артқанда тогы бар шарғы өрісінің әсері де артады, азайғанда – әлсірейді.*

Тізбектегі ток күшін тағы да арттырып, шарғыдағы токтың бағытын өзгертейік, сонда магнит тілше магнит өрісінің бағыты қарама-қарсы бағытқа өзгергенін көрсетеді. *Магнит өрісінің бағыты өткізгіштегі токтың бағытына тәуелді.*

Шарғыны орамы көбірек басқа шарғымен ауыстырып, тізбектегі ток күшінің мәнін өзгеріссіз қалдырайық. Магнит тілшенің шарғының магнит өрісімен әрекеттесу қашықтығы бірінші тәжірибеге қарағанда үлкен болады. Магнит тілше магнит өрісі әсерінен күш сзықтары бойымен орнығады. *Орам саны артқан сайын шарғының магнит өрісі де күшейеді.*

Шарғыға ферромагнетиктен жасалған өзекшениң кіргізгенде, оның магнит өрісі анағұрлым күшейеді.

**Өзекше – шарғының ішіне кіргізілген темір өзек (стержень).**

**Өзекшесі бар шарғыны электромагнит деп атайды.**

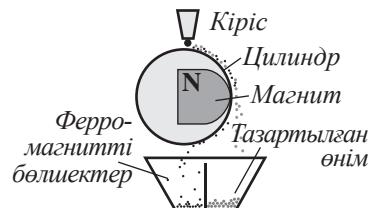
Электромагнит техникада кең қолданыс тапты, өйткені оның магнит өрісін басқару оңай. Тізбекті токтан ажыратқан кезде электромагниттің жұмысы тоқтайды.

### III Электромагниттерді техникада қолдану

Тұрақты магниттерге қарағанда электромагниттердің мынадай артықшылықтары бар: олар оңай жасалады, қызметі мен көлеміне қарай әртүрлі болады. Электромагниттер техникада әртүрлі жағдайда қолданылады. Электромагниттің көтергіш кран зауыттарда болат пен шойыннан жасалған заттарды көтеру және бір орыннан екінші орынға ауыстыру үшін қолданылады (154-сурет). Магниттің сепараторларды құрамында темірі жоқ денеден темір рудаларын айыру үшін қолданады (155-сурет). Теміржолдардағы «магниттік жастықшаны» жасау үшін де электромагниттерді қолданады (156-сурет). Электромагнит көмегімен электр қоңырауын іске қосады (157-сурет). Электромагнит тізбекті автоматты түрде басқаруга арналған құрылғы – электромагниттік релеңің негізгі детали болып табылады (158-сурет). Электромагнит тізбектің қосқан кезде зәкір (якорь) (2) өзекшеге (1)

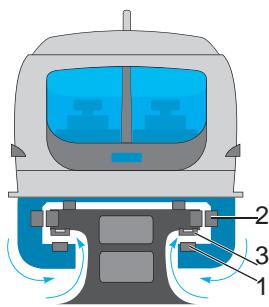


154-сурет. Магнитті көтергіш кран



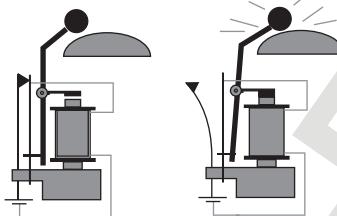
155-сурет. Магниттік сепаратор

тартылады және қуаты жоғары жұмыс тізбегінің контактілерін түйіктайды (3). Электромагнит тізбегін ажыратқан кезде серіппе (4) зекірді бастапқы қалыпқа қайтарады, жұмыс істеп тұрған тізбек үзіледі де, оның жұмысы тоқтайды.

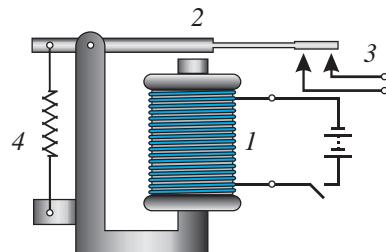
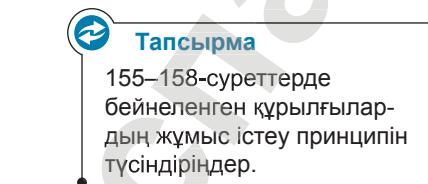


- 1) Сызықты электр қозғалтқыштың статоры
- 2) Багыттаушы электромагнит
- 3) Көтергіш электромагнит

*156-сурет. Магнитті жастықшадағы пойыз*



*157-сурет. Электр қонырау*



*158-сурет. Электромагниттік релеңің құрылышы*

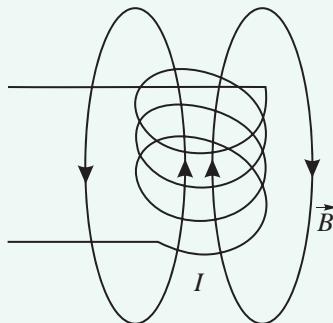
### Бақылау сұрақтары

1. Тогы бар шарғының магнит өрісінің құш сызықтары қандай? Олардың бағыттарын қалай анықтайды?
2. Тогы бар шарғының магнит өрісінің әсерін қандай әдістермен күшейтуге болады?
3. Электромагниттер дегеніміз не?
4. Электромагниттер қандай салаларда қолданылады?

**Жаттығу**

26

1. Электромагниттің полюстерін қалай қарама-қарсыға өзгертуге болады?
2. 159-суретте бейнеленген шарғыдағы токтың бағытын көрсетіндер.



**159-сурет.** Тогы бар шарғының магнит өрісінің бағыты

**Эксперименттік тапсырма**

Сым мен темір өзектерден электромагнит дайындаңдар. Сымды орау үшін жіп шарғысының белдегін, ал өзек ретінде қалың шегелерді пайдалануға болады. Электромагнитті гальвани элементімен қосып, оның әрекетін сынап көріндер.

**Шығармашылық тапсырма**

Төмендегі тақырыптар бойынша хабарлама дайындаңдар:

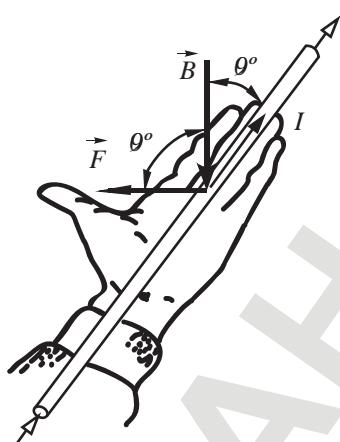
1. Электромагниттерді техникада қолдану.
2. Электромагниттік реленің өндірісті автоматтандырудың рөлі.

## § 35. Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері. Электрқозғалтқыш. Электрөлшеуіш аспаптар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсерін сипаттай аласыңдар;
- магнит өрісіндегі тогы бар өткізгішке әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтай аласыңдар;
- магнит өрісінде тогы бар раманың айналмалы қозғалысын түсіндіре аласыңдар;
- электрқозғалтқыштар мен электрөлшеуіш аспаптардың құрылышын және жұмысын түсіндіре аласыңдар.



161-сурет. Ампер күшінің бағытын «сол қол» ережесі бойынша анықтау

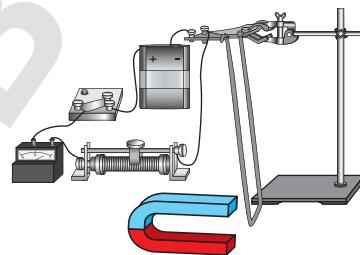


### Жауабы қандай?

Ампер күші раманың қай жақтарына әрекет етпейді?

### I Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері

Тогы бар өткізгіштің айналасында магнит өрісі пайда болады. Магнит өрісінің әсерінен тогы бар өткізгіштер, түрақты магниттер өзара әрекеттеседі. Түрақты магнит пен тогы бар өткізгіштің өрістерінің әрекеттесуін қарастырайық. Таға тәріздес магнит өрістерінің арасына өткізгішті іліп қоямыз (160-сурет). Кілт түйікталып, өткізгіште ток пайда болған кезде, өткізгіш магнит полюстерінің арасында пайда болған магнит өрісінен ығысады. Магнитті бұрып, магнит өрісінің бағытын өзгертеміз. Бұл жағдайда өткізгіш қарсы жақта ойысады, ол магнит полюстерінің арасындағы кеңістікке тартылады. Магнит полюсін өзгертпей-ақ, өткізгіштегі ток бағытын өзертіп те осындағы нәтиже алуға болады.



160-сурет. Таға тәріздес магниттің тогы бар өткізгішке әсері

**Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әрекет ету күші Ампер күші деп аталады.**

Ампер күшінің бағытын «сол қол» ережесі бойынша анықтайды.

Сол қолымызды магниттік күш сыйықтары алақанға енетіндей, созылған төрт саусағымыз өткізгіштегі электр тогының бағытын көрсететіндей етіп жазсақ, онда  $90^\circ$ -қа қайырылған бас бармағымыз магнит өрісіндегі өткізгішке әрекет ететін Ампер күшінің бағытын көрсетеді (161-сурет).

## II Магнит өрісіндегі тогы бар рама

Тогы бар раманы таға тәріздес магнит өрісінің полюстерінің арасына орналасырамыз (162-сурет). Түйікталған раманың қарсы жақтарындағы ток қарама-қарсы бағытта жүреді, демек, оларға магнит өрісі тарапынан мәндері бірдей, бірақ бағыттары қарама-қарсы Ампер күштері әрекет етеді. Раманың әртүрлі жақтарына түсетін болғандықтан, бұл күштер бірін-бірі тенгермейді. Бұндай күштердің жүп күштер деп атап келісілген. Олар раманы өз осінен айналдырады. Әр жарты айналымнан кейін раманың жақтары магнит полюсіне қатысты орналасуын өзгертеады. Ампер күшінің бағыты қарама-қарсы болады, сондықтан рама магнит өрісінде кері бағытта айналуы керек. Осылайша рама тербелмелі қозғалыс жасайды. Раманың айналмалы қозғалысын сақтау үшін ондағы тоқтың бағытын әр жарты айналымнан кейін қарама-қарсы бағытқа аудыстырып тұру керек.

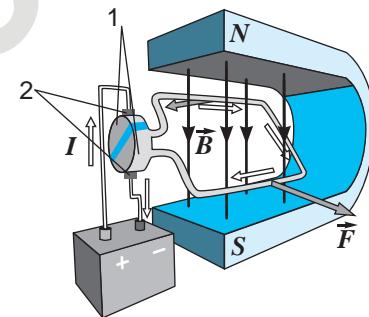
## III Электрқозғалтқыш

Электрқозғалтқыштың жұмыс істеу принципі магнит өрісінің тогы бар рамаға әрекетіне негізделген.

**Электр энергиясын механикалық энергияға айналдыруға қызмет ететін құрылғыны электрқозғалтқыш деп атайды.**

Раманың айналу бағыты өзгермеу үшін, әр жарты айналымнан кейін рамадағы тоқтың бағытын өзгертуге арналған конструкторлық шешім қажет болды. Рамадағы тоқтың бағытын өзгертетін құрылғыны *коллектор* деп атайды. Ол ток көзінің полюстерімен жалғанған жарты дөңгелектен (1) және щеткадан (2) тұрады (162-сурет). Тогы бар рама магнит өрісінің әсерінен айналады. Рама айналған кезде жарты дөңгелектер кезегімен щеткаға тиеді, осылайша рамадағы ток өз бағытын әр жарты айналым сайын өзгертеады. Бұл Ампер күшінің әрекетінен раманың айналу бағытының тұрақты болуына әкеледі.

Өндірістік электрқозғалтқыштарда (163-сурет) тұрақты магниттің орнына, бірқатар артықшылықтары болғандықтан, электромагнитті қолданады. Электромагниттің көлемін өзгертуге болады, ол тұрақты магнитпен салыстырғанда анағұрлым қуатты, оны басқару оңай. Электромагнит тудырған өрісте көптеген орамнан тұратын,

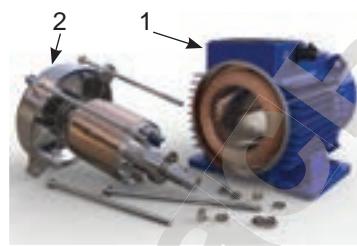


162-сурет. Магнит өрісінде тогы бар раманы айналдыру

### Тапсырма

Дөптерлерінде тікбұрышты тогы бар рама мен магнит полюстерін салындар. Сол қол ережесі бойынша раманың әрбір жағына әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтаңдар, күшті суретте бейнелеңдер. Өздерің суретте көрсеткен күш бағыттарын раманың макетіне түсіріңдер. Түсірілген күштердің әсерінен рама қандай қозғалыс жасайды?

темір цилиндрдің ойығына қойылған рама айналады. Темір цилиндр электромагниттің өзекшесі болып табылады, ол магнит өрісінің әсерін күштейді. Рамадағы орам санының көбеюі қозғалтқыш қуатының артуына жағдай жасайды. Электрқозғалтқыштың қозғалмайтын бөлшегін, яғни электромагнитті *статор* (1) деп атайды. Қозғалатын бөлшегін, яғни, раманы *ротор* (2) деп атайды. Электрқозғалтқыштың ПЭК-і жылу қозғалтқыштарының ПЭК-інен кәдімгідей артық болады. Оның мәні 98%-ға жетеді.



163-сурет. Электрқозғалтқыштың статоры (1) мен роторы (2)

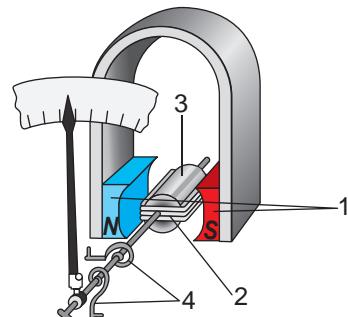
#### IV Электрөлшеуіш аспаптар

Өлшеуіш аспаптарда магнит өрісіндегі раманың айналуы қолданылады. 164-суретте магнитті электр жүйесіндегі аспап күрылымының сұлбасы бейнеленген. Тұрақты магниттің полюстерінің арасына (1) ішінде өзекшесі (3) бар раманы (2) қояды. Ток рамаға темірден жасалған шиыршық серіппелер (пружина) (4) арқылы келеді. Ток болмаған кезде серіппелер раманы горизонталь күйде, ал аспаптың көрсеткішін шкаланың нөлдік деңгейінде ұстап тұрады. Ал ток пайда болған кезде, рама Ампер құшінің әрекеті мен серіппенің серпімділік құшінің әрекеті тәнелгенше бұрыла береді. Бұл кезде аспаптың көрсеткіші сәйкес бұрышқа бұрылады. Рамадағы ток құшінің мәні артқан сайын, магниттің рамамен әрекеттесуі де күштейе түседі, раманың бұрылу бұрышы да артады. Аспаптың шкаласы ампермен немесе вольтпен градуирленеді. Өзекше рама орналасқан аудандағы магнит өрісін күштейту үшін қажет. Магнитті электр аспаптар кернеу мен тұрақты токты өлшеу үшін ғана қолданылады, себебі раманың бұрылу бағыты ондағы ток бағытына тәуелді болады.



#### Өз тәжірибел

Берілген электрқозғалтқыштың үлгісін қарап шығындар, қозғалтқыштың негізгі бөліктерін көрсетіндер. 4 В тұрақты ток көзінے қосып, ротордың айналуын бақылаңдар. Жиналған тізбектегі ток көзінің полюстерін алмастырыңдар. Қозғалтқыш роторының айналу бағытының өзгеруін бақылаңдар.



164-сурет. Магнитэлектрлік жүйенің өлшеу аспабы

#### Тапсырма

Электрқозғалтқыштың қолданудың 2 нұсқасын ұсыныңдар.

**Жауабы қандай?**

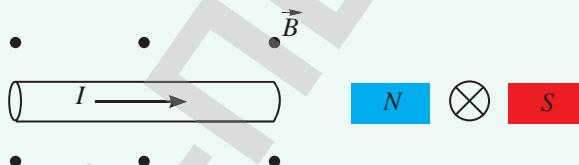
- Магнит өрісінде рамаға түсірілген жұп күштер неліктен бір-бірін тәнгермейді?
- Коллекторының жылжымалы контактілері бар тұрақты токтың қуатты электрқозғалтқыштары неліктен өрт қаупін туғызыады?

**Бақылау сұрақтары**

- Қандай күшті Ампер күші деп атайды?
- Ампер күшінің бағытын қалай анықтайды?
- Магнит өрісінде тогы бар рама қалай қозғалады?
- Тұрақты токтың электрқозғалтқышының құрылымы қандай?
- Электрқозғалтқышта ток бағытының ауысуы қалай жүзеге асады?
- Магнитэлектрлік жүйенің өлшеудің аспаптары қалай әрекет етеді?

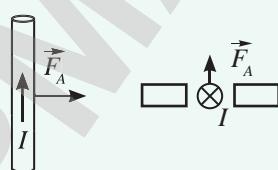
**Жаттығу****27**

- 165-суреттен тогы бар өткізгішке өсер ететін Ампер күшінің бағытын көрсетіңдер. Магнит өрісінің бағыты  $\vec{B}$  тілшесімен көрсетілген.

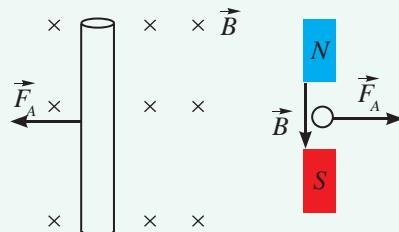


165-сурет.

- 166-суреттегі магнит өрісінің күш сзықтарының  $\vec{B}$  бағытын көрсетіңдер.
- 167-суреттегі өткізгіштегі токтың бағытын көрсетіңдер.



166-сурет.



167-сурет.



1. Жоғарыдағы 27.1 мен 27.2-жаттығуларындағы тапсырмаларды ток бағытын қарама-қарсыға өзгертіп орындандар.
2. Жоғарыдағы 27.1 мен 27.2-жаттығуларындағы тапсырмаларды магнит өрісінің бағытын қарама-қарсыға өзгертіп орындандар.

### Шығармашылық тапсырма

Төмендеі тақырыптар бойынша хабарлама дайындаңдар:

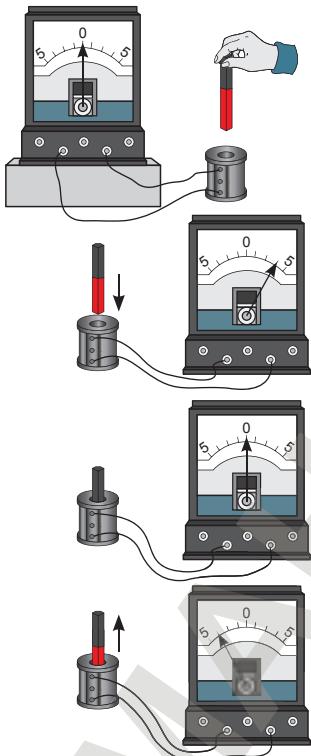
1. Өнеркәсіпте тұрақты токтың электрқозғалтқышын пайдалану.
2. Электрқозғалтқыштарды жасау тарихынан.

## § 36. Электромагниттік индукция. Генераторлар

### Күтілетін нәтиже

Парағрафты оқып сөндер:

- электромагниттік индукция құбылысының сипаттай аласыңдар;
- электромагниттік индукция құбылысы қандай шарттарда орындалатынын айта аласыңдар;
- дүниежүзінде және Қазақстанда электр энергиясының өндірілуіне мысалдар келтіре аласыңдар.



168-сурет. Электромагниттік индукция құбылысы

*Магнит өрісі қанышалықты жылдам өзгерсе, индукциялық токтың мәні де соңашалықты жоғары болады.*

Тәжірибедегі тұрақты магнитті өзекшесі бар шарғымен алмастырайық. Тогы бар шарғының магнит өрісі жолақ магниттің магнит өрісіне ұқсас.

Электр тогы магнит өрісін тудыратыны белгілі. Ал керінше, магнит өрісінің әсерінен өткізгіштерде электр тогының пайда болуы мүмкін бе? Осы сұраққа жауап іздеген ағылшын физигі М.Фарадей 1822 жылы өз күнделігіне «Магнитизмді электр тогына айналдыру керек» деп жазды. Ол мақсатына жетіп, 1831 жылы электромагниттік индукция құбылысын ашты.

### Иллюстрация

Заманауи аспаптарды қолдана отырып, М.Фарадей жасаған тәжірибеле үқсас тәжірибелі еш қындықсыз жасауға болады. Шарғыны гальванометрмен жалғаймыз. Шарғыға тұрақты магнитті енгізіп, оны тесіп өтетін айнымалы магнит өрісін тудырамыз. Гальванометрдің тілшесі ауытқиды, бұл шарғыда токтың пайда болғанын көрсетеді (168-сурет). Магнитті шарғының ішінде қозғалыссыз қалдырайық. Гальванометр тізбекте токтың жоқ екенін көрсетеді. Магнит өрісі шарғыны тесіп өтеді, бірақ уақыт өте келе магниттің айналасындағы өріс өзгермейді. Ол шарғының ішінде магнит айналғанда да өзгермейді. Магнитті жоғары қарай қозғаған кезде шарғыда ток қайтадан пайда болады, бұл кезде гальванометрдің тілшесі басқа жаққа қарай ауытқиды, демек, токтың бағыты да өзгереді.

Магниттің шарғыға қатысты қозғалысын жылдамдатып, тәжірибелі қайталаймыз, сонда гальванометр тілшесінің ауытқу бұрышы артады.

**Электромагниттік индукция құбылысы**  
деп тұйықталған өткізгіш контурда айнымалы магнит өрісінің әсерінен электр тогының пайда болуын айтамыз.

Тогы бар шарғы мен гальванометрге жалғанған шарғыны осытері сәйкес келетіндегі етіп орналас-тырайық. Шарғылардың бір-біріне қатысты қозғалысы кезінде гальванометрдің тілшесі ауытқыды, демек, гальванометрмен жалғанған шарғыда индукциялық ток пайда болады. Тогы бар шарғыны тізбекке қосу мен ажырату кезінде гальванометр тілшесінің ауытқуы байқалады. Қосу кезінде тізбектегі ток артады, ажыратқан кезде азаяды. Бұл – шарғының айналасында электромагниттік индукция құбылысын бақылаудың қажетті шарты болып табылатын айнымалы магнит өрісін тудырады.

## II «Айнымалы магнит өрісі» нені білдіреді?

Жолақ магниттің күш сзықтары дегеніміз – оның полюстерінде жиілігі (тығыздығы) артатын тұйықталған сзықтар. Тұйықталған өткізгіш контурға магнитті жақындау контурды тесіп өтетін күш сзықтары санының артуына әкеліп соғады (169, а) сурет). Жолақ магнитті контурдан алып тастаған кезде, контурды тесіп өтетін сзықтар саны азаяды (169, ә) сурет). Тұйықталған контурға арналған жолақ магниттің магнит өрісі айнымалы болады: ол күштейеді немесе, керісінше, әлсірейді. Бұндай жағдайда тұйықталған өткізгіш контурда индукциялық ток пайда болады.

## III Тұрақты токтың индукциялық генераторы

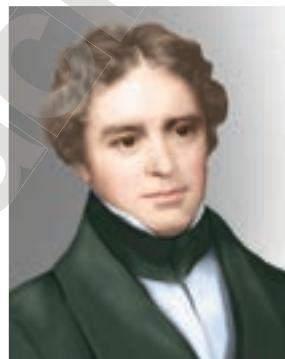
Генератордың жұмыс істей принципі тұйықталған өткізгіш раманың магнит өрісінде айналуы кезінде онда индукциялық токтың пайда болу құбылысына негізделген. Айналып тұрған раманы тесіп өтетін күш сзықтарының саны өзгереді, айналып тұрған раманың магнит өрісі айнымалы болып табылады.

Тұрақты ток генераторы құрылымының электрқозғалтқыш құрылымынан еш айырмасы жоқ, тек оларда бір-біріне кері процестер жүреді (§ 35, 162-сурет). Электрқозғалтқыштың рамасында ток пайда болғанда, ол магнит өрісінде

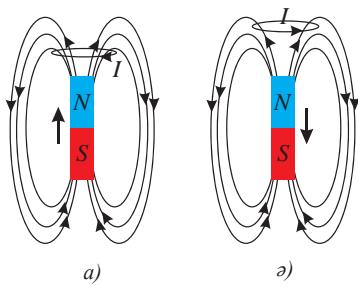


### Өз тәжірибел

Тогы бар шарғыны пайдалану арқылы индукциялық токты анықтау үшін тәжірибе жүргізіндер. Гальванометрге қосылған басқа шарғыға ток қосылып, ажыратылған кезде индукциялық токтың пайда болатынына көз жеткізіндер.



**Майкл Фарадей** (1791–1867) – ағылшын физигі, электромагнит өрісі туралы ілімнің негізін қалаушы. «Электр және магнит өрістері» түсініктерін енгізді. Электромагниттік индукция құбылысын ашты. Токтың химиялық әсерін, магнит құбылыстарының электр және жарық құбылыстарымен байланысын тапты.

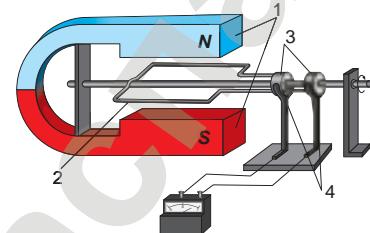


169-сурет. Магнит өрісінің контурды тесіп өтетін күш сзықтарының тығыздығының өзгеруі

айналады, ал генератордағы магнит өрісінде раманың айналуынан онда индукциялық ток пайда болады. Генератордың коллекторында бағыты тұрақты ток алу үшін, тұрақты токтың электрқозғалтқышындағы сияқты, жарты дөңгелектерді қолданады.

#### IV Айнымалы токтың индукциялық генераторы

Айнымалы токтың индукциялық генераторлары тізбекте айнымалы ток алуға қызмет етеді. 170-суретте индукциялық генератордың күрьесінің сұлбасы берілген. Генератордың зәкірі раманы (2) генератор индукторының магнит өрісінде (1) айналдырады. Оны айналдыру кезінде раманы тесіп өтетін күш сзықтарының саны өзгереді, рамада индукциялық ток пайда болады. Айнымалы токтың генераторларындағы екі дөңгелек (3) коллектор қызметін атқарады, олардың әрқайсысы қозғалмалы контактілер – ішеткалаармен (4) жалғанады. Сыртқы тізбектегі ток рамадағы токпен бір бағытта болады. Раманың әр жарты айналымы сайын ондағы токтың бағыты өзгеріп отырады. Сыртқы тізбекте айнымалы ток жүреді.



170-сурет. Индукциялық генератордың сұлбасы



171-сурет. Индуктор – генератордың ішкі орамасы



172-сурет. Зәкір – генератордың сыртқы орамасы

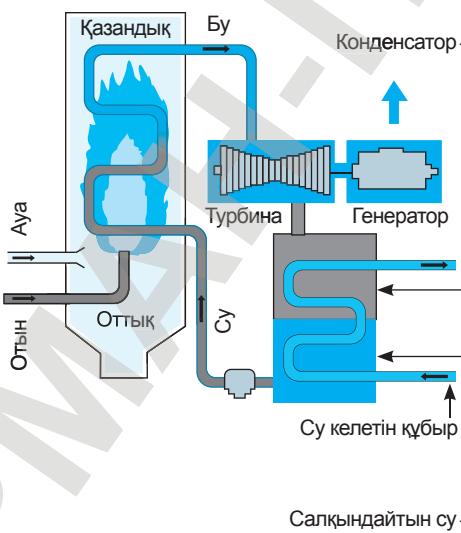
**Индукциялық токтың генераторы – механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын құрылғы.**

Өндірістік генераторларда тұрақты магниттің орнына электрмагнитті, айналып тұрған бір раманың орнына бірнеше рамадан тұратын ораманы қолданады. Ішкі ораманы (171-сурет) айнымалы магнит өрісін тудыру үшін қолданады, бұл үшін оған коллектор арқылы төмен кернеудегі ток берілп, айналдырады. Сыртқы орамада (172-сурет) қозғалмайтын контактілер арқылы тұтынуышыға берілетін жоғары кернеулі индукциялық ток пайда болады. Осы әдіспен қозғалмалы контактілерде электр энергиясын жоғалту азаяды, генераторларды қолдану өрт шығу қаупін азайтады.

Генератордың ішкі орамасын генератордың білігінде орналасқан турбинаның көмегімен айналдырады.

## V Қазақстандағы электрэнергетика өнеркәсібі

Бүкіл дүниежүзінде электр энергиясын өндіру үшін айнымалы токтың индукциялық генераторлары қолданылады. Оларды СЭС, ЖЭС, ЖЭО, МАЭС, АЭС-та орнатады. Генератордың білігін айналдыру үшін су, газ және бу турбиналары пайдаланылады. Жылу электрстансыларында отынның энергиясы будың ішкі энергиясына айналады, содан кейін турбинаның айналуының механикалық энергиясына және генератордың электр энергиясына айналады (173-сурет). Су электрстансыларында платинадан құлап жатқан судың потенциалдық энергиясы турбинаның айналу энергиясына айналады, содан кейін генераторда электр энергиясына аудысады. Қазақстанда электр энергиясы негізінен су және жылу электрстансыларында өндіріледі. 2013 жылы барлық энергияның 12,3%-ы су электрстансыларында, 87,5%-ы жылу электрстансыларында өндірілген, қалған 0,2% энергия баламалы энергия көздерінен алынған. 2015 жылы мемлекеттік бағдарлама бойынша баламалы энергия көздерінің үлесін 1%-дан асуру көзделген болатын. Әртүрлі жанармай қорларының азаюына байланысты басқа да энергия көздерін қолдануды арттыру қажет. Баламалы энергия көздерін пайдаланатын электрстансыларын қолданысқа беру үшін негізгі шешіліу қажетті мәселелер: қондырғылардың қуаттылығын арттыру, энергия қорын жинайтын аккумуляторлар сапасын жақсарту.



173-сурет. Бу турбинасы мен генератордың роторы бір біліктегі орналасқан

### Жауабы қандай?

1. Өнеркәсілтік генераторларда неліктен индуктор айналады, ал зәкір қозғалмайды?
2. Электрмагниттік индукция құбылысы не себепті магниттің шарғыға қатысты қозғалысында да, шарғының магнитке қатысты қозғалысында да байқалады?
3. Қун батареялары мен жел генераторларын пайдаланғанда неге аккумуляторлар қажет болады?

### 1 адамға шаққанда жылына өндірілетін электр энергиясы, МВт · сағ

|           |     |
|-----------|-----|
| АҚШ       | 14  |
| Ресей     | 6,7 |
| Қазақстан | 4,0 |
| Қытай     | 3,5 |

Энергияның көп бөлігі, шамамен 85%-ы өндіріске пайдаланылып, 12%-ы халықтың тұтынуына беріледі, ал 3%-ы көлікке жұмсалатын электр энергиясын құрайды екен.

### Бақылау сұрақтары

1. Электромагниттік индукция құбылысының мәні неде?
2. Электромагниттік индукция құбылысы қандай жағдайда байқалады?
3. Индукциялық токтың шамасы магнит өрісінің өзгеру жылдамдығына қалай тәуелді?
4. Тұрақты ток қозғалқышы мен индукциялық генератордың үқсастығы мен айырмашылығы неде?

### Шығармашылық тапсырма

Тақырыптардың біреуін таңдап алып, хабарлама дайындаңдар:

1. М.Фарадейдің өмірі мен қызметі.
2. Индукциялық генераторларды техникада пайдалану.
3. Қазақстан Республикасының электрстансылары.
4. Дүниежүзінде электр энергиясын өндіру туралы



**174-сурет.** Су турбинасы генератор білігін айналдырады

## VI тараудың қорытындысы

### «Бұрғы» ережесі:

- тұзу токқа арналған:** «Егер бұрғының үдемелі қозғалыс бағыты өткізгіштегі ток бағытымен бірдей болса, онда бұрғы тұтқасының айналмалы қозғалысы магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетеді».
- дөңгелек ток үшін:** «Егер бұрғының тұтқасын шарғы орамындағы токтың бағытымен айналдырасақ, онда оның үдемелі қозғалысы шарғының ішіндегі магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетеді».

### «Оң қол» ережесі:

- тұзу ток үшін:** Егер  $90^\circ$ -қа қайырылған бас бармағымыз сымдағы ток бағытын көрсететін болса, онда сымды қапсыра ұстасақ саусақтарымыз магнит өрісінің бағытын көрсетеді.
- дөңгелек ток үшін:** «Егер оң қолымызды шарғыға тигізбей, төрт саусағымыз ондағы токтың бағытын көрсететіндегі етіп ұстасақ, онда қайырылған бас бармағымыз магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетеді».

### «Сол қол» ережесі:

- «Сол қолымызды магниттік күш сзықтары алақанға енетіндей, созылған төрт саусағымыз өткізгіштегі электр тогының бағытын көрсететіндегі етіп жазсақ, онда  $90^\circ$ -қа қайырылған бас бармағымыз магнит өрісіндегі өткізгішке әрекет ететін Ампер күшінің бағытын көрсетеді».

## Глоссарий

**Индукциялық токтың генераторы** – механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын құрылғы.

**Қатаң ферромагнетиктер** – магниттелу қасиетін ұзак уақыт бойы сақтайтын заттар.

**Ампер күші** – магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әрекет ету күші.

**Магнит өрісінің күш сзықтары** – тогы бар өткізгішті қамтитын түйықталған сзықтар.

**Ферромагнетиктер** – сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшейтетін заттар.

**Электрқозғалтқыш** – электр энергиясын механикалық энергияға айналдыратын құрылғы.

**Электромагнит** – өзекшесі бар шарғы.

**Электромагниттік реле** – тізбекті автоматты түрде басқаруға арналған құрылғы.

**Электромагниттік индукция құбылысы** – айнымалы магнит өрісінің әсерінен түйықталған контурда электр тогының пайда болуы.

## Физика біздің өмірімізде

### Магниттеген бұрауыш пен қайши

Мектепте көркем еңбек сабағы аяқталып жатыр. Өузеге қараторғайдың ұсыны жасау үшін қажетті ең соңғы бұрамашеге шебер үстелінен құлап, оның қолы сыймайтын тар жерге түсіп кетті. Бұрауыш құрал шегеге жетіп тұр, бірақ онымен алу мүмкін емес. Қараторғайдың ұсы жасалмай қалды! Осыған ұқсас жағдай қыздардың шеберханасында да орын алды. Соңғы тігістерін тігіп, көйлекті қуыршаққа кигізер сәтте, тігін инесі тігіншінің қолынан түсіп кетті. Егер қолдарында магниттеген бұрауыш немесе қайши болса, мұндай жағдайларды жылдам әрі жеңіл шешуге болады!

#### Тапсырма

Кернеуі 6–9 В гальвани элементтерінің батериясын және ұзындығы шамамен 1 м оқшауланған сымды қолданып, құралдарынды магниттендер.

1. Электр сымының екі ұшын тазалаңдар.
  2. Электр сымының қындысын алып, екі ұшын 2,5 см шамасында оқшаулағыштан тазалаңдар. Оқшаулағышты есепке алмағанда диаметрі 0,6–1,3 мм аралығында болатын сымды қолдану ұсынылады.  
*Естеріңде болсын:* жұқа оқшауланған сым күштірек магниттелуге мүмкіндік береді.
  3. 10–20 айналым жасап, сымды бұрауышқа тығыз орандар.
  4. Сымның ұштарын батареяға жалғандар. Сым және батарея контактілері өте тез қызады. 30–60 секундтан кейін батареяны ажыратындар.
  5. Құралдың әсерін ұсақ шегелер мен инелерге сынап көріндер.
- Есте сақтаңдар:** егер қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып жұмыс жасап көрмеген болсандар, қуаты жоғары батареяларды қолданбаңдар!



#### Әзің жасап үйрен!

Магниттік құбылыштарға негізделген қолдан жасалған құрылғылар мен ойыншық-кәдесийлар сайысы

| Мотордан жасалған аспап  | Магнитті кедесый   |
|--|--|
| <p>Кішкене мотордан не жасауға болады? Сынған және қолдануға жарамсыз болып қалған техникалардың кейбір бөлшектерін үй жағдайында қолдануға болады. Көбінесе ер адамдарда мотордан не жасауға болады деген сұрақ туындаиды?</p>  | <p>Мереке жақындал қалды, ойыншықтарынды жинастырындар. Олардың арасынан кішкене магнит табылатын шығар. Біраз қиялдал, ойланып көрсек, олардан керемет сыйлық жасауға болады.</p>   |
| <p>Шын мәнінде, нұқсалар өте көп, бастысы – шыдамдылық, техникамен жұмыс жасай білу шеберлігі және елестете білу.</p> <p><b>Тапсырма</b></p> <p>Куаты аз мотордан жасалған желдеткіш моделін зерттегендер. Зерттеуді Интернет желісіндегі ақпараттарды пайдаланып және осы тақырыпқа сәйкес бірнеше бейнежазба көру арқылы жүргізуге болады. Желдеткіш жасауға қолжетімді материал таңдандар. Жұмыс барысының жоспарын ойластырып, аспап жасау технологиясын жазындар. Құралды жасандар. Тапсырманың орындалуына қарай өздерің жазған аспап жасау технологиясына түзетулер енгізіндер.</p> | <p><b>Тапсырма</b></p> <p>Интернет желісінен осыған қатысты ақпараттарды оқындар. Өздерің ұнаған идеяны таңдал алындар. Мүмкін отбасыларыңмен демалған жердің суреті бар тоқазытқышка жапсыратын магнит жасайтын шығарсындар? Сыйлық жасау үшін қолжетімді материал таңдандар. Жасау технологиясын жазындар. Сыйлықты жасауға кірісіндер.</p>  |

## Бақылау тесті

### 1-нұсқа

- Тұрақты тогы бар өткізгіштің айналасында ... болады.**
  - Электр өрісі.
  - Магнит өрісі.
  - Электростатикалық өріс.
  - Вакуум.
- Магнит өрісінің берілген нүктесіндегі өріс бағытын ... көрсетеді.**
  - Магниттік тілшенің солтүстік полюсі.
  - Магниттік тілшенің оңтүстік полюсі.
  - Магниттік тілшенің осі.
  - Магниттік тілшенің айналу бағыты.
- Электромагнит дегеніміз –**
  - Жолақ магнит.
  - Тара тәрізді магнит.
  - Өзекшесі бар шарғы.
  - Тогы бар кез келген өткізгіш.
- Электр энергиясын механикалық энергияға айналдыруға қолданылатын құрылғы –**
  - Электрқозғалтқыш.
  - Генератор.
  - Электромагниттік реле.
  - Электромагнит.
- Магниттік қасиетін ұзақ сақтайтын зат –**
  - Парамагнетиктер.
  - Диамагнетиктер.
  - Жұмсақ ферромагнетиктер.
  - Қатаң ферромагнетиктер.
- Тогы бар өткізгішке әрекет ететін күшті ... күші деп атайды.**
  - Ампер.
  - Вольта.
  - Фарадей.
  - Ом.
- Айнымалы магнит өрісінің әсерінен түйік өткізгіш контурда электр тогының пайда болу құбылысы –**
  - Ток күші.
  - Магниттік индукция құбылысы.
  - Электромагниттік индукция құбылысы.
  - Электр тогы.

## 2-нұсқа

- 1. Тогы бар өткізгіш айналасындағы магнит өрісінің қүш сзықтары ... береді.**
  - A) Параллель сзықтарды.
  - B) Еркін пішіндегі түйік сзықтарды.
  - C) Центрлес шенберлерді.
  - D) Эллипстерді.
- 2. Магнит өрісінің бағытын ... анықтауға болады.**
  - A) Тек «бұрғы» ережесі бойынша.
  - B) Тек «оң қол» ережесі бойынша.
  - C) «Сол қол» ережесі бойынша.
  - D) «Бұрғы» мен «оң қол» ережесі бойынша.
- 3. Тізбекті автоматты тұрде басқаруға арналған құрылғы –**
  - A) Электромагнит.
  - B) Электромагниттік реле.
  - C) Тұрақты магнит.
  - D) Тогы бар шарғы.
- 4. Сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшеттегін заттар –**
  - A) Диамагнетиктер.
  - B) Парамагнетиктер.
  - C) Ферромагнетиктер.
  - D) Өткізгіштер.
- 5. Заттың магниттік қасиеттерін зат ішінде айналатын токпен түсіндірмекші болған ғалым –**
  - A) А.Ампер.
  - B) А.Вольта.
  - C) М.Фарадей.
  - D) Г.Ом.
- 6. Айнымалы магнит өрісіндегі түйік контурда өтетін индукциялық ток құбылысының пайда болуына негізделген құрылғы**
  - A) Электрқозғалтқыш.
  - B) Индукциялық генератор.
  - C) Ротор.
  - D) Статор.
- 7. Электромагниттік индукция құбылысын ашқан ғалым –**
  - A) М.Фарадей.
  - B) А.Ампер.
  - C) Г.Ом.
  - D) Джоуль.

## VII ТАРАУ

# ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

Жарық құбылыстары геометриялық оптика түрғысынан қарастырылады. Бұл – жарықтың мөлдір ортада таралу және айналық беттен шағылу заньдарын зерттейтін физиканың бір бөлімі.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

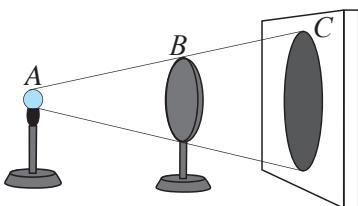
- Күннің және Айдың тұтылуын графикалық түрде бейнелеуді;
- жарықтың тұсы және шағылу бұрыштары арасындағы тәуелділікте тәжірибе арқылы анықтауды;
- айналық және шашыранды шағылуды түсіндіріп, оларға мысалдар көлтіруді;
- жазық айнада дененің кескінін алуды және оны сипаттауды;
- сфералық айналарда дененің кескінін алу үшін сәулелердің жолын салуды, алынған кескінді сипаттауды;
- жазық параллель пластинада сәулелер жолын салуды;
- жарықтың сыну занын есептер шығаруда қолдануды;
- толық ішкі шағылу құбылысын тәжірибе негізінде түсіндіруді;
- шынының сыну көрсеткішін эксперимент арқылы анықтауды;
- шынының сыну көрсеткішінің анықталған мәнін кестелік мәнмен салыстырып, нәтиженің дұрыстығын бағалауды;
- есептер шығаруда жұқа линза формуласын қолдануды;
- есептер шығаруда линзаның сыртының үлғаю формуласын қолдануды;
- жұқа линзада сәулелер жолын салуды және алынған кескінді сипаттауды;
- линзаның фокустық қашықтығын және опикалық күшін анықтауды;
- көздің жақыннан және алыстан көргіштігін түзетуді сипаттауды;
- қарапайым опикалық аспаптарды құрастыруды үйренесіндер.

## § 37. Жарықтың түзу сыйықты таралу заңы

### Күтілетін нәтиже

Парааграфты оқып сендер:

- көлеңке мен жарылай көлеңкелердің пайда болуын түсіндіре аласыңдар;
- Күн мен Айдың тұтылуын графикалық түрде бейнелей аласыңдар.



**175-сурет.** Нүктелік жарық көзінен жарық берілген кездеғи дискінің көлеңкесі

### I Жарықтың түзу сыйықты таралу заңы

И.Ньютон мен Х.Гюйгенстің жарық табиғаты туралы еңбектерінде «сәуле» ұғымы енгізілді. Ол жарықтың таралу бағытын анықтайды.

**Сәуле – бойымен жарық таралатын сыйық.**

Жарық табиғаты туралы нақты түсінік қалыптасқанға дейін де оның қасиеттері іс жүзінде қолданыла бастаған. Мысалы, ежелгі египеттіктер жарықтың түзу сыйықты таралуын бағаналарды қатарластырып қою үшін қолданды. Олар бақылаушыға жақын орналасқан бағанадан оның артындағы басқа бағаналар көрінбейтіндей етіп қойды. Бұл тәсілді қазіргі кезде де бағаналарды бір тұзудің бойына қою үшін қолданады. Көпғасырлық тәжірибе жарықтың түзу сыйық бойымен таралатынын көрсетті.

**Біртекті мөлдір ортада жарық түзу сыйық, бойымен таралады.**

Көлеңкенің пайда болуы жарықтың түзу сыйықты таралу заңының нақты дәлелі болып табылады.

### II Нүктелік жарық көзінен пайда болған көлеңке

Өлшемі кіші жарық көзінен көлеңке алайық. Егер жарық көзінен экранга дейінгі қашықтықпен салыстарғанда жарық көзінің көлемін ескермеуге болатын болса, онда оны нүктелік жарық көзі деп атайды.

Нүктелік жарық көзі мен экранның арасына дискі қойсақ, экранда дискінің көлеңкесі пайда болады (175-сурет). Көлеңке түскен жерге жарық көзінен шыққан жарық түспейді. Жарық көзіндегі А нүктесін дискідегі В нүктесімен байланыстыратын түзу жүргізейік. Оны экранмен

### Бұл қызық!

Көлеңкелер театры – 1700 жылдан астам уақыт бұрын Қытайды туған визуалды өнердің түрі.

Көлеңкелер театрында үлкен жартылай айқын экран мен жіңішке таяқтармен басқарылатын жалпақ түрлі түсті құышақтар пайдаланылады.

2000 жылдардың ортасында көлеңкелер театрының жаңа ағымы туындағы, онда құышақтардың орнына көлеңкені бишілер жасайтын болды. 177-суретте «Зообақ» қойылымынан көрініс берілген.

қылышқанға дейін созайық. Көлеңкенің шетіндегі С нүктесі жүргізілген түзудің бойында жатады, бұл АС жарық сәулесінің түзусызықты тарапалуының дәлелі болады.

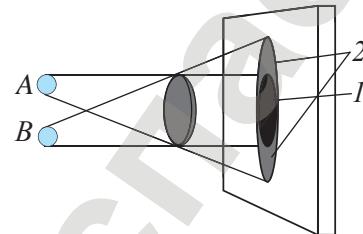
### III Екі нүктелік жарық көзінен пайда болған көлеңке

Бірінші шамның қатарына екіншісін қоямыз, сонда экранда дискінің екінші көлеңкесі пайда болады (176-сурет). Дискінің артында көлеңке (1) және екі жартылай көлеңке (2) пайда болады. Жартылай көлеңке – кеңістіктің ішінде жарық түскен аймагы. Бұл аумақтарға жарық бір гана жарық көзінен түседі. Көлеңкенің аумағына бірде-бір жарық көзінен жарық түспейді.

Көлеңкеде тұрып біз жарық көзін көре алмаймыз. Жартылай көлеңкеге ауысып тұрғанда екі шамның біреуін көруге болады. Жартылай көлеңкеден шыққан кезде біз екі шамды да көреміз.

### IV Құннің тұтылуы

Құн мен Айдың Жерден көрінетін дискілерінің көлемдері шамалас. Өз орбиталарымен қозғалу кезінде Құн, Жер және Ай периодты түрде бір сызық бойына тізіледі. Егер Ай Құн мен Жердің арасында тұрса, онда Жердің кейбір аймақтарының көлеңкеде немесе жартылай көлеңкеде қалған тұрғындары Құннің тұтылуын бақылай алады (178-сурет). Құннің тұтылуы жаңа ай туған кезде ғана мүмкін болады. Бұл фазада Ай Жердің жарық (күндізгі) жағында тұрады. Айдың Жерге түскен көлеңкесінің аумағында қалған адамдар бұл кезде Құннің толық тұтылуын бақылай алады. Жартылай көлеңкеде қалған адамдар шала Құн тұтылуын көреді. Айдың көлеңкесі Жер бетінде 1 км/с жылдамдықпен тарапалады, сол себепті Құннің тұтылуын әр аймақтың тұрғындары әр уақытта бақылайды. Толық тұтылу уақыты 8 минуттан аспайды, ол Айдың дискісі Құннің дискісін жаба бастаған сәттен басталып, Айдың дискісі Құннің дискісінен толық кеткен сәтте аяқталады. Толық тұтылу кезінде жылдам қараңғыланып, аспаннан



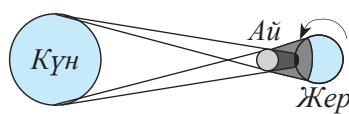
176-сурет. Дискіге екі нүктелік жарық көзінен жарық түскен кезде көлеңке мен жартылай көлеңкенің пайда болуы



177-сурет. «Teulis» көлеңкелер театрының қойылымынан көрініс. Алматы қ.

#### Тапсырма

- Жарықтың түзусызықты тарапалуына екі мысал келтіріңдір.
- Келтірілген мысалдарда сәулелер жолын кескіндерден, көлеңкелер мен жартылай көлеңкелердің аумағын көрсетіңдер.



178-сурет. Құннің тұтылуы

жұлдыздарды, Күннің қара дискісі мен оның айналасында жарық шашқан Күн тәжін көруге болады (179-сурет). Күннің тұтылуы 1,5 жылда 1 реттен аспайтын жиілікпен қайталанады. Күннің белгілі бір аймақтағы тұтылуы әр 200–300 жылда бір рет болады.

Күннің шала тұтылуы кезінде Күннің дискісі толықтай жабылмайды, қарайтылған шынымен немесе фотопленкамен қараған бақылауышы Айға ұқсас орақты көреді (179-сурет). Күннің шала тұтылуын қарайтылған шынысыз бақылау мүмкін емес, Күннің дискісі бүтін болып көрінеді.

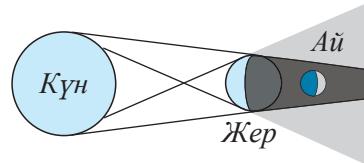
## V Айдың тұтылуы

Жер тұрғындары Айдың тұтылуын Жер Күн мен Айдың ортасында тұрып қалған кездеғана бақылайды (180-сурет). Ай Жердің көлеңкесінде қалады. Аспан денелері ай толған кездеғана осындай жағдайда бола алады. Сол себепті Ай тұтылған кезде біз Айдың дөңгелек дискісін көреміз. Айдың тұтылуы шамамен 1 сағат 40 минутқа дейін созылады. Күннің сәулелері Жерді айналып өтіп, айды қою қызыл түске бояйды. Жердің қарандыры (тұнгі) жағындағы тұрғындардың бәрі Айдың тұтылуын бір мезгілде бақылай алады.

Егер Күн, Жер және Ай бір жазықтықта қозғалатын болса, онда ай толған сайын Ай тұтылып, әр жаңа ай туған сайын Күн тұтылар еді, яғни, ай сайын екі тұтылу болар еді. Бірақ Ай орбитасының Жер орбитасынан ауыткуы шамамен 5 градус болатындықтан, тұтылу біршама сирек жүреді. Ай мен Күннің тұтылуы ұзақтығы 18 жылды құрайтын циклмен жүретінін көпжылдық бақылаулар көрсетті. Бұл кезеңді «сарос» деп атайды. Бір сароста Ай 28–29 рет, Күн 41–43 рет тұтылады. Айдың тұтылуы Күннің тұтылуына қарағанда



179-сурет. Күннің толық және шала тұтылуы



180-сурет. Айдың тұтылуы



### Жауабы қандай?

- Неліктен Ай мен Күннің тұтылуы ай сайын болып тұрмайды?
- Не себепті Жердің тұнгі жағындағы тұрғындар Айдың тұтылуын бір мезгілде бақылайды?
- Не себепті Жердің күндізгі жағындағы тұрғындар Күннің тұтылуын әртүрлі уақытта бақылай алады?
- Айдың тұтылуы кезінде неліктен Ай жоғалып кетпейді, керісінше қызыл түсті болады?
- Не үшін күннің тұтылуын қарандыланған шынымен бақылаған жән?
- Неліктен адам көшө шамының жарығынан алыс кеткенде, оның көлеңкесі мен жартылай көлеңкесінің кескіні өзгереді?
- Неліктен бір шам жанатын бөлмеде заттардан айқын көлеңкелер түседі, ал аспашам қосылған бөлмеде мұндай көлеңкелер байқалмайды?

сирек жүреді. Дегенмен, Айдың тұтылуын Жер шарының жартысынан, ал Күннің шала тұтылуын Жер шарының төрттен бірінен аспайтын бөлігінен бақылауға болады, Күннің толық тұтылуы 250 км-ден аспайтын аумақты алыш жатады.

### Бақылау сұрақтары

1. Жарық сәулесі дегеніміз не?
2. Жарықтың түзу сызықты таралу заңын тұжырымдаңдар.
3. Қолеңкелер мен жартылай қолеңке қалай жасалады?
4. Қандай жарық көзі нүктелік деп аталады?
5. Қандай шарттарда Күннің тұтылуы байқалады?
6. Айдың тұтылуын қай кезде байқауға болады?

### Жаттығу

28

1. Жабық стадионның ойын алаңында жүрген спортшылардан төрт қолеңке түседі. Оны немен түсіндіруге болады?
2. Бойы 1,8 м адамның шуақты құндегі жерге түсетін қолеңкесінің ұзындығы 90 см, ал ағаштың қолеңкесі 10 м. Сонда ағаштың биіктігі қандай?
3. Көше шамы 3 м биіктікте бағанада ілініп тұр. Ұзындығы 1,2 м болатын, тігінен орналасқан таяқтан түскен қолеңкенің ұзындығы осы таяқтың ұзындығына тең. Сонда таяқ бағананың түбінен қандай қашықтықта орналасқан?

### Жаттығу

28

1. Жарық көзінің өлшемі жартылай қолеңкенің алатын аумағына қалай есер етеді?
2. Шуақты құндегі үйден жерге түсетін қолеңкенің ұзындығы 40 м, ал биіктігі 3 м болатын ағаштың қолеңкесі 4 м. Сонда үйдің биіктігі қанша болады?

### Эксперименттік тапсырма

Өздерің тұратын үйдің биіктігін таяқ пен өлшеу таспасын пайдаланып анықтаңдар.

## § 38. Жарықтың шағылуы. Шағылу занұндары. Жазық айналар

### Күтілетін нәтиже

Парааграфты оқып сендер:

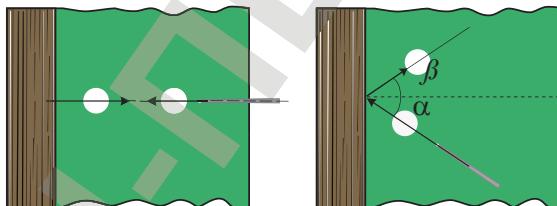
- жарықтың түсү және шағылу бұрыштары арасындағы тәуелділікте тәжірибе арқылы анықтай аласыңдар;
- айналық және шашыранды шағылуды түсіндеріп, оларға мысалдар келтіре аласыңдар;
- жазық айнада дененің кескінін алууды үйренисіндер және оны сипаттай аласыңдар.

### I Шағылу занұндары

Жарық шығармайтын барлық денелер өздеріне түскен жарық сәулелерінің шағылуы арқасында көрінеді.

И.Ньютон жарықтың дene бетімен әрекеттесуін зерттей келе, жарық – бөлшектердің ағыны деген тұжырымға келді. Ол бөлшектердің денемен соқтығысуын серпімді және серпімсіз деп қарастырды. Серпімді соқтығысу кезінде бөлшектер дene бетінен шағылады. Ал серпімсіз соқтығысу кезінде бөлшек дene бетінде қалып, жұтылады. И.Ньютон механика занұндарын қолданып, жарықтың шағылу заңын қорытып шығарды.

Жарық бөлшектерінің шағылуын үстел жақтауына бильярд шарының соғылуына ұқсатуға болады (181-сурет). Егер шарды жақтауға үстел жақтауына перпендикуляр болатын сызықтың бойымен бағыттап ұрса, онда шар сол сызықтың бойымен кері қайтады. Егер шарды перпендикуляр сызыққа  $\alpha$  бұрышымен бағыттаса, онда ол  $\alpha$  бұрышына тең болатын  $\beta$  бұрышымен кері қайтады.



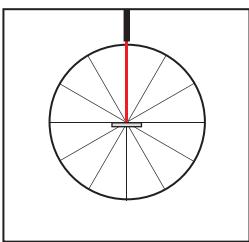
181-сурет. Бильярд шарының үстел жақтауына соғылып, кері қайтуы

Біздің болжамдарымызды тексеру үшін оптикалық дискімен тәжірибе жасап көрейік. Дискінің ортасына жазық айна орналастырамыз. Жарық көзінің көмегімен жарық сәулесін айнаның бетіне перпендикуляр бағыттаймыз: сәуле өзінің түсү сызығының бойымен кері шағылады (182-сурет).

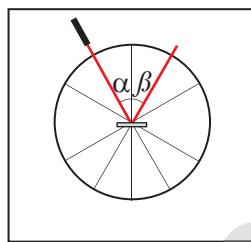
Жарық сәулесін айна бетіне түрғызылған перпендикулярга катысты қандай да бір  $\alpha$  бұрышпен түсірейік. Сәуле  $\alpha$  бұрышына тең  $\beta$  бұрышымен шағылады.  $\alpha$  бұрышын ұлкейтсек,  $\beta$  бұрышы да тұра сол мәнге ұлкейеді. Жарықтың шағылу занұндарын осылай тексеруге болады (183-сурет).

**Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсү нүктесіне түрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.**

**Сәуленің түсү бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$ .**



**182-сурет.** Айнаның бетіне перпендикуляр сәуле кері бағытта шағылады



**183-сурет.** Жарық сәулесінің тұсу бұрышы шағылу бұрышына тең

Тұсу бұрышы – түскен сәуле мен екі ортанның шекарасындағы сәуленің тұсу нүктесіне түргышылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

Шағылу бұрышы – шағылған сәуле мен екі ортанның шекарасындағы сәуленің тұсу нүктесіне түргышылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.



### Жауабы қандай?

- Неліктен шынының тегіс бетінен кескін көрінеді, ал сынған шыныдан көрінбейді?
- Неліктен сұлы беттердің түсі ашиқ әрі қанық болып көрінеді?
- Неліктен бөлмелерді жарықтандыру үшін шашыранқы жарық қолданылады?



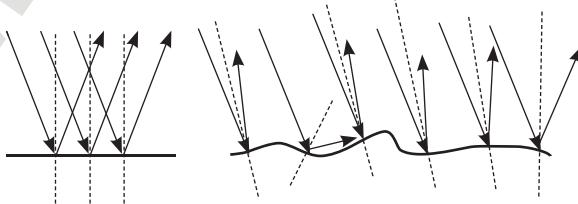
### Өз тәжірибел

Оптикадан зертханалық кешенді пайдаланып, жарық сәулесінің тұсу бұрышы мен жазық айнадан шағылу бұрышын салыстырыңдар. Тұсу бұрышы үлкейген кезде шағылу бұрышы қалай өзгереді? Егер бет кедір-бұдыр болса, сәулелер қалай шағылады?

## II Айналық және шашыранды шағылу

Айнаның бетін кедір-бұдыр ақ қағазбен жауып, оған бірнеше параллель сәулелер түсірейік. Шағылған сәулелер еркін бағытта шашырайды. Әртүрлі беттен шағылған сәулелердің таралу жолының бейнесін салып, салыстырайық.

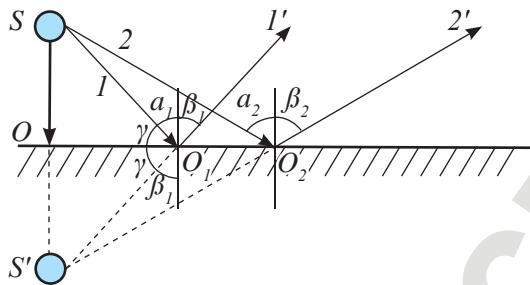
Айнаның тегіс бетіне түскен сәуле шоқтары параллель шоқ болып шағылады. Кедір-бұдыр беттен шағылған сәулелер шашырайды (184-сурет). Ақ қағаз беті, бөлменің ақ қабырғасы өздеріне түскен жарық сәуленің 90%-ын шағылдыrsa да, біз ол жерлерден өз кескінімізді көрмейміз. Шынының, жылтыратылған металдың, судың айнадай тегіс бетінен кескіндер көрінеді.



**184-сурет.** Айналық және шашыранды шағылу

### III Жазық айнадағы кескін

Неліктен біз кескінді айна бетінің арғы жағынан көреміз? Бұл сұраққа жауап беру үшін,  $S$  жарық көзінен түскен және шағылған сәулелерді бейнелейік (185-сурет).



185-сурет. Жазық айнадағы жалған кескін

Адам затты өзінің көзіне түскен сәулелердің қылышы нүктесінен көреді. Айнадан шағылған  $1'$  мен  $2'$  сәулелерін  $S'$  нүктесінде қылышқанға дейін со замыз. Тура осы нүктеден  $S$  жарық көзінің кескінін көреміз. Шын мәнінде айнаның арғы жағында ешнэрсе жоқ, сондықтан да кескінді жалған деп атайды.

**Айна бетінен шағылған сәулелердің жалғасының шашырай таралып қылышсызының нәтижесінде алынған кескін жалған кескін деп аталады.**

Бейнелеу кезінде алынған  $SOO_1$  және  $S'OO_1$  тікбұрышты үшбұрыштары тең, олардың  $OO_1$  ортақ қабырғалары бар, а және  $\beta$  бұрыштарына қосымша  $\gamma$  бұрыштары тең. Демек,  $SO$  және  $S'O$  катеттері де тең. Зат айнадан қандай қашықтықта тұрса, заттың жазық айнадағы кескіні де айна жазықтығынан сондай қашықтықта тұрады.

Жазық айнадағы өз кескінінді бақылау кескіннің тағы біраз қасиеттерін байқауға мүмкіндік береді. **Жазық айна көлемі бірдей, симметриялы тұра кескін береді** (186-сурет). Айнадағы өз кескінің оң қолынды созсаң, ол саған сол қолын созады.

Сонымен, жазық айна беретін кескін жалған, тұра, өлимелдері зат өлимелдерімен бірдей, зат айнадан қандай қашықтықта тұрса, ол айнаның арғы жағында сондай қашықтықта орналасады.



186-сурет. Жазық айнадағы денеңің айналық симметриясы мен оның кескіні

## IV Жазық айнада дененің кескінін алу

Жазық айнада кескінін алу үшін оның бетіне заттың шеткі нұктелерінен перпендикулярлар түсіру жеткілікті. Содан соң үзік сызықтарды айна жазықтығынан зат нұктелерінен айнаға дейінгі қашықтыққа тең аралыққа дейін созамыз, алынған нұктелерді қосамыз (187-сурет).

## V Жазық айналардың қолданылуы

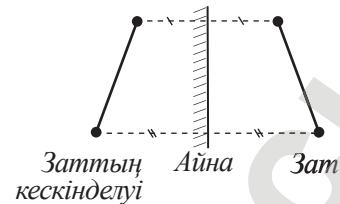
Археологтар қола дәүіріне жататын, мыс пен қоладан, құмістен жасалған алғашқы кішірек айналарды тапты. Кейінірек адамдар шынының сырт жағына құмістің, алтынның немесе қала-йының жұқа қабатын жағып, айнаны шыныдан жасауды үйренді.

Жазық айналар түрмиста да, әртүрлі құрылғылар мен аспаптар жасау үшін техникада да кеңінен қолданылады. Қазіргі кезде айналар кішігірім ғимараттарда кеңістікті ұлкейтіп көрсету үшін интерьер дизайнында кеңінен қолданылады.

Қандай да бір себептермен адамның көру аумағы шектелген жағдайларда айнаның пайдасы зор. Мысалы, автокөліктөр мен велосипедтерде көру аумағын кеңейтуге арналған бір немесе бірнеше айна бар. Стоматолог жазық айнаның көмегімен адамдардың тісін анықтап қарай алады. Су асты қайығынан теңіздің бетін немесе бункерден тоңіректі бақылау үшін перископ құралы қолданылады. Қарапайым перископ – екі ұшына айналар бекітілген құбыр, ол  $45^{\circ}$ -қа иілген (189-сурет).

Бір-біріне бұрыштап қойылған айналар бірнеше кескін береді. Оларды шаштараздарда клиенттер өздерінің шашын арт жағынан, қырынан көре алуы үшін қолданады. «Калейдоскоп» ойыншылығындағы бұрыштап қойылған үш жазық айна түрлі түсті шыны бөлшектерінен әртүрлі симметриялық өрнектер алуга мүмкіндік береді.

Айналар әртүрлі оптикалық аспаптарда – спектрометрлерде, телескоптарда, лазерлерде, айналық фотоаппараттарда кеңінен қолданылады.



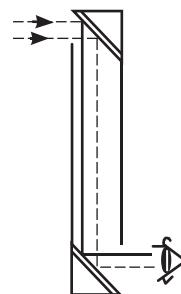
187-сурет. Жазық айнада зат кескінінің бейнеленуі

### Тапсырма

- Екі өзара перпендикуляр айналық жазықтықта нұктегік жарық көзінің кескінін салындар.
- Сендер қанша кескін алдыңдар?
- Неліктен 188-суреттеге үш кескін бар? Өз болжамдарындағы айтындар.



188-сурет. Екі өзара перпендикуляр жазықтықтардағы құмыраның кескіні



189-сурет. Перископтагы сәулелердің жолы

**Бұл қызық!**

Атақты венециялық айналар өте қымбат тұратын болған. Оларды сатып алу үшін француз ақсүйектері кейде қожалықтарын бүтіндей сатуға мәжбүр болған.

Бір-біріне параллель орналасқан екі жазық айна саны шексіз кескін береді. Жазық айналардың бұл қасиетін кинорежиссерлар көпшілікті қажет ететін қойылымдарда, мысалы, «Илья Муромец» кинофильмінде «жазық далада» көп жауынгер қажет болғанда пайдаланған.

Жазық айналар өртеден театр мен цирктерде оптикалық елестерді жасау үшін қолданылады.

**Бақылау сұрақтары**

- Шағылу зандарын тұжырымдаңдар.
- Қандай бұрыштар тұсу және шағылу бұрыштары деп аталады?
- Айналық пен шашыранды шағылулардың айырмашылықтары қандай?
- Жазық айна қандай кескін береді? Оны қалай салады?

**Жаттығу****29**

- Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш  $60^\circ$  болған кезде, тұсу бұрышының мәні қандай болады?
- Жазық айнада жарқырайтын A, B және C нүктелерінің кескінін салындар (190-сурет). Әр нүктे үшін және барлық үш нүктे үшін айнадағы кескіннің көріну аймағын графикал түрде анықтаңдар.
- Сәуленің жазық айнаға тұсу бұрышын  $30^\circ$ -тан  $45^\circ$ -қа дейін арттырды. Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш қалай өзгереді?

**B****A****C***190-сурет.***Жаттығу****29**

- Жарық сәулесі жазық айнаға оның бетіне қатысты  $30^\circ$ -пен түседі. Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш қаншаға тең?
- Адам жазық айнаға қарай  $2 \text{ м/с}$  жылдамдықпен жүреді. Ол өзінің кескініне қандай жылдамдықпен жақындайды?

3. Күн сәулелері Жердің бетімен  $40^{\circ}$  бұрыш жасайды. Сәуленің бағытын құмға тігінен көмілген жіңішке тұтіктің ішіне қарай өзгерту үшін жазық айнаны көкжиекке қатысты қандай бұрышпен қою керек?

### Эксперименттік тапсырма

1. Үйде айна алдына тұрындар. Кескіндерің оқулықта айтылған кескінмен сәйкес келе ме екен? Айналық кескіндеріңің жүргегі қай жақта орналасқан? Айнадан алдымен бір қадам, сосын екі қадам артқа шеғініңдер. Осы кезде айнадағы кескініңде қандай өзгеріс болады? Оның айнадан арақашықтығы қалай өзгереді? Кескіннің биіктігі өзгерді ме?
2. Перископ немесе калейдоскоп құрастырындар.

### Шығармашылық тапсырма

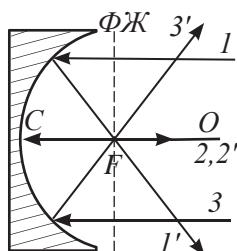
«Жазық айналардың қолданылуы» тақырыбына хабарлама дайындаңдар.

## § 39. Сфералық айналар, сфералық айна көмегімен кескін алу

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- сфералық айналардың неізгі нүктелерін, сызықтарын және жазықтықтарын атайды;
- сфералық айнада үш сәулеменің жолын сала алайды;
- сфералық айна көмегімен деңенің кескінін алуы үрленесіндер;
- алынған кескінді сипаттай алайды.



191-сурет. Ойыс айналар

### I Сфералық айналар, сфералық айналарға тән нүктелер мен сызықтар

Егер айнаның беті сфераның бір бөлігі болса, онда бұл айнаны сфералық айна деп атайды. Шағылдырушы бет ретінде айнаның ішкі және сыртқы беттерін қатар қолдана беруге болады. 191, 192-суреттерде ойыс және дөңес айналар бейнеленген.

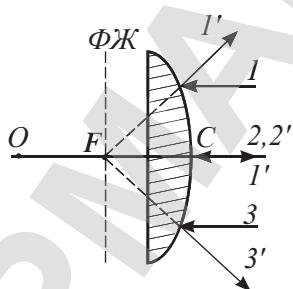
О нүктесі – айнаның сфералық бетінің центрі,  $C$  – сфералық айна тәбесі. Сфералық беттің центрі мен айна тәбесі арқылы өтетін түзуді бас оптикалық ось –  $\text{БОО}$  деп атайды.

Айнаға  $\text{БОО}$ -ға параллель түсетін сәулелер шағылудан кейін айнаның фокусы арқылы өтеді, бұл нүктесі  $F$  деп белгіленеді. Сфералық айналар үшін фокус нүктесі айна тәбесінен сфералық беттің  $R$  қисықтық радиусының жартысына тең қашықтықта орналасқан.

$$F = \frac{R}{2}.$$

Суреттерде кесінді  $OC = R$ , кесінді  $CF = \frac{R}{2}$ .

Линзаның фокусы арқылы  $\text{БОО}$ -ға перпендикуляр өтетін жазықтықты фокустық жазықтық –  $\text{ФЖ}$  деп атайды.

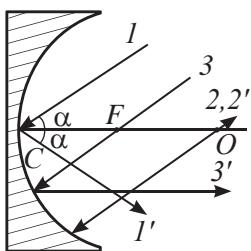


192-сурет. Дөңес айналар

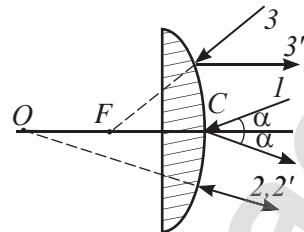
### II Сфералық айналардағы сәулелердің шағылдыру

Сфералық айна бағытына және түсу нүктесіне байланысты сәулелерді әртүрлі шағылдырады. Кейбір сәулелердің жолымен танысадайық (193, 194-сурет).

Айна тәбесіне  $\text{БОО}$ -ға  $\alpha$  бұрыш жасай түскен 1-сәуле сол  $\alpha$  бұрышымен шағылады. Суретте шағылған сәуле 1' цифрымен белгіленген.



**193-сурет.** Ойыс айнадағы шағылғаннан кейінгі сәулелердің жолы



**194-сурет.** Дөңес айнадағы шағылғаннан кейінгі сәулелердің жолы

Сфералық беттің центрі арқылы өткен 2-сәүле өзінің түскен сызығының бойымен шағылады, шағылған сәүле:  $2'$ .

Айнаның фокусы арқылы өткен 3-сәүле шағылғаннан кейін БОО-ға параллель таралады, шағылған сәүле:  $3'$ .

### III Ойыс айнада кескін алу

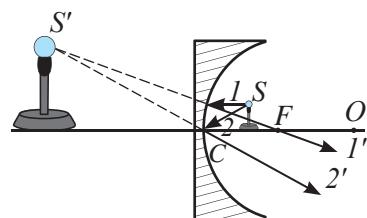
Айнада дененің кескінін алу үшін алдын ала оның шеткі нұктелерінің кескінін табу керек. Дененің шеткі нұктесінен шағылған көптеген сәулелердің арасынан жолы белгілі екеуін бейнелейді. Сәулелердің айна бетінен шағылғаннан кейінгі қыылысу нұктесі дененің шеткі нұктесінің кескіні болып табылады. БОО-ға перпендикуляр дененің кескінін алу үшін бір шеткі нұктенің кескінін алып, БОО-ға перпендикуляр түсіру жеткілікті.

Кескіннің түрі айна төбесі мен дене арасындағы қашықтыққа тәуелді. Осы тәуелділікті төмөндегі жағдайларда қарастырып, зерттеп көрейік:

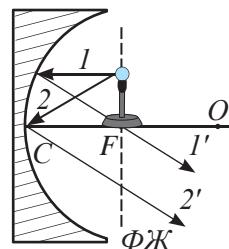
1. Зат айнаның  $F$  фокусы мен  $C$  төбесінің арасында орналасқан (195-сурет).

Бізге белгілі 1 мен 2-сәулелердің жолын саламыз. Шағылған  $1'$  және  $2'$  сәулелердің қыылысқанға дейін созамыз. Алынған нұктеден айнаның БОО-сына перпендикуляр түсіреміз. Дененің кескіні жалған, өйткені ол шағылған сәулелердің жалғасының қыылысуы нәтижесінде алынған. Зат айнаның  $F$  фокусы мен  $C$  төбесінің арасында орналасқан жағдайда, айна жалған, тұра, үлкейтілген, айна бетінің аргы жағында орналасқан кескін береді.

2. Зат айнаның фокусында орналасқан (196-сурет). Айнаның фокусынан немесе



**195-сурет.** Ойыс айнаның фокусы мен төбесінің арасында орналасқан заттың кескіні



**196-сурет.** Айнаның фокусында орналасқан заттың кескіні

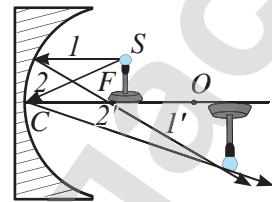
фокустық жазықтықтың кез келген нүктесінен шығатын барлық сәулелер айнадан параллель шағылады. Демек, олар қыылыспайды, *айна кескін бермейді*.

3. Зат сфералық беттің центрі мен фокусының арасында орналасқан (197-сурет). Бізге жолы белгілі сәулелерді саламыз да, дененің кескінін аламыз. Сәулелердің өздері қыылысатындықтан, дененің кескіні шын. Сәулелердің қыылысу нүктесіне экранды қойып, дененің кескінін көруге болады. Алынған кескін үлкейтілген, төңкерілген, айнаның оптикалық центрінің аргы жасында орналасқан.
4. Зат сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан (198-сурет). Бұл жағдайда деңениң кескіні шын, төңкерілген, өлшемдері деңе өлшемдеріне тең, оптикалық центрде орналасқан. Кескінді салу кезінде алынған үшбұрышқа жақсылап қарап, зат пен кескінің өлшемдерінің бірдей екенін дәлелдеу қыындық тудырмайды.
5. Зат айнаның оптикалық центрінен әрірек орналасқан (199-сурет). Затты айнаның оптикалық центрінен ары жылжытқан кезде заттың кескіні айнаға ауысады. Заттың кескіні шын, кішірейтілген, төңкерілген, айнаның фокус нүктесі мен оның оптикалық центрінің арасында орналасқан.

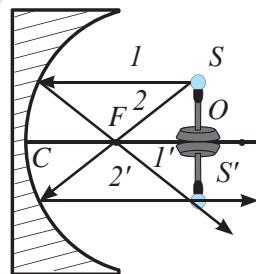
Зат айнадан шексіздікке қарай қаншалықты ұзаса, оның кескіні айнаның фокусына соншалықты жақын болады.

#### IV Дөңес айнада кескін алу

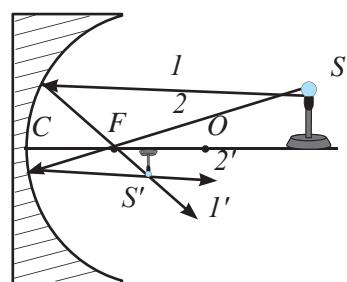
Дөңес айна ойыс айна сияқты көптүрлі кескін бермейді. Айнаның оптикалық осінде деңе қалай орналасса да, оның кескіні жалған, тұра, кішірейтілген, айна беттің аргы жасында  $CF$  фокустық қашықтығынан аспайтын қашықтықта орналасқан (200-сурет). Затты шексіздікке қарай алыстатса, кескін  $F$  фокустық нүктесінен жақындейдайды.



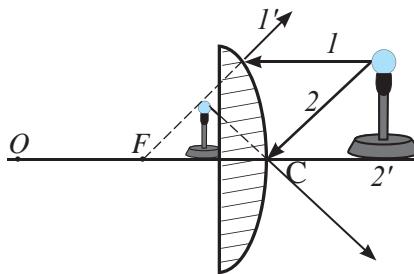
197-сурет. Сфералық беттің фокусы мен центрі арасында орналасқан заттың кескіні



198-сурет. Сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан заттың кескіні



199-сурет. Сфералық беттің оптикалық центрінен әрірек орналасқан заттың кескіні



**200-сурет.** Дөңес айнадагы заттың кескіні



### Жауабы қандай?

- Неліктен автокөліктердегі артқы көріністі беретін айна дөңес болып келеді?
- Не себепті ойыс айнаны үлкейтетін шынының орнына пайдалануға болады?

### Бақылау сұрақтары

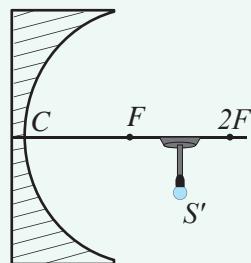
- Қандай айналарды сфералық айналар деп атайды? Оларға тән нүктелер мен сзызықтарды атаңдар.
- Айнада дененің кескінің қалай салады?
- Ойыс айналар кескіннің қандай түрлерін береді? Ал дөңес ше?



### Жаттығу

30

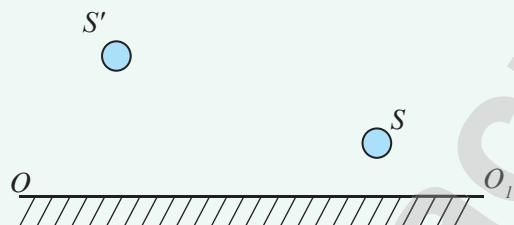
- Өздерің таңдаған масштабта ойыс айнада фокустық қашықтығы 4 см болатын заттың кескінін салындар, денені 12 см қашықтыққа орналастырындар. Айнадан қандай аралықта кескін алынатынын, дененің өлшемі қанша есе азаятынын анықтаңдар. Айнадан кескінге дейінгі арақашықтық айнадан денеге дейінгі арақашықтықпен салыстырғанда қанша есе азаятынын анықтаңдар. Алынған нәтижелерді салыстырындар.
- Сфералық айнада кескін салу арқылы заттың орнын анықтаңдар. Заттың кескіні 201-суретте көрсетілген. Ол үшін орындалатын әрекеттердің алгоритмін жасаңдар.



**201-сурет.** 30.2-жаттығуга арналған сурет



- Сфералық айнаның 5 см болатын фокустық қашықтыққа қатысты қисықтық радиусын анықтаңдар.
- 202-суретте деңе  $S$ , оның кескіні  $S'$  және бас оптикалық ось берілген. Кескін салу арқылы сфералық айнаның төбесінің орнын және фокусын анықтаңдар.



**202-сурет.** 30.2-жаттығуга (Үй жұмысы) арналған сурет

### Шығармашылық тапсырма

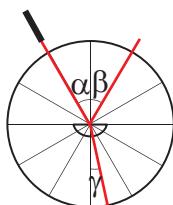
«Сфералық айналар өндірісі және олардың қолданылуы» тақырыбына хабарлама дайындаңдар.

## § 40. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Жарықтың толық ішкі шағылуы

### Күтілетін нәтиже

Парааграфты оқып сендер:

- жазық параллель пластинада сәулелер жолын сала аласыңдар;
- жарықтың сыну заңын есептер шығаруда пайдалана аласыңдар;
- экспериментке сүйене отырып, толық ішкі шағылу құбылысын түсіндіре аласыңдар.



**203-сурет.** Оптикалық тығызы ортадағы сыну бұрышы тусу бұрышынан кіші

### I Жарықтың сыну заңдары

Егер жарық сәулесі бір мөлдір ортадан екіншісіне өтсе, оған не болатынын қарастырып көрейік. Оптикалық дискіні алып, ортасына жарты цилиндр түріндегі шыны пластина бекітіміз. Сонда шағылған сәуледен басқа, шыны пластинадан өткен сәүле пайда болады. *Басқа ортаға өткен сәулениң сынған сәүле деп атайды.* Сәулениң таралу бағыты өзгерді. Сәүле өткен орта оптикалық жағынан неғұрлым тығыз болған сайын, перпендикуляр мен сынған сәүле арасындағы бұрыш кішірейеді (203-сурет).

*Сыну бұрышы – сынған сәүле мен екі ортаниң шекарасындағы сәулениң тусу нүктесіне түргышылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.*

Тәжірибе арқылы жарықтың сыну заңы анықталды: *әртүрлі екі ортадағы жарықтың таралу жылдамдықтарының қатынасы тусу және сынту бұрыштарының синустарының қатынасына тең болады:*

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

Мұндағы  $v_1$  – бірінші ортадағы (біздің тәжірибеміз үшін, аудағы) жарық жылдамдығы,  $v_2$  – екінші ортадағы (шыныдағы) жарық жылдамдығы,  $\alpha$  – сәулениң тусу бұрышы,  $\gamma$  – сынту бұрышы.

Вакуумнан қандай да бір мөлдір ортаға өткенде жарықтың жылдамдығы азаяды.

**Вакуумнан мөлдір ортаға өткен кезде жарық жылдамдығының қанша есе кемігенін көрсететін шаманы ортаның абсолюттің көрсеткіші деп атайды.**

Абсолюттің көрсеткішін *n* әрпімен белгілейді. 2-қосымшадағы 17-кестеде кейбір заттардың абсолюттің көрсеткіштері берілген.

Абсолют сыну көрсеткішінің мәні белгілі болса, заттағы жарық жылдамдығы мына формула бойынша анықталады:

$$v = \frac{c}{n},$$

мұндағы  $c$  – жарықтың вакуумдағы таралу жылдамдығы.

Мысалы, судың сину көрсеткіші:  $n = 1,33$ . Демек, суда жарықтың таралу жылдамдығы 1,33 есе кемиді:

$$v = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{1,33} = 2,25 \cdot 10^8 \frac{m}{s}.$$

Жарықтың сину заңының формуласындағы жылдамдықтың қатынасын сину көрсеткішінің қатынасымен алмастыруға болады:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{n_1} \cdot \frac{n_2}{c} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Ендеше:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

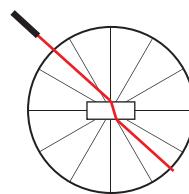
Жоғарыдағы формулаларды есепке ала отырып, сину заңын түжірымдайық:

**Түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортанның шекарасындағы сәуленің тузы нүктесіне түрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.**  
**Тұсу бұрышының синусының сину бұрышының синусына қатынасы екі орта үшін тұрақты шама болып табылады.**

## II Жазық параллель пластиналар мен призмалардағы жарықтың синуы

Жазық параллель пластиналар мен түрлі пішіндегі призмалар арқылы жарықтың өтуі ерекше назар аудартады. Оптикалық дискіні пайдалана отырып, осы аспаптардағы сәулердің жолын қарастырайық. Бетінде сәуленің екі рет синуының нәтижесінде жазық параллель пластиналар сәулені таралу бағытын өзгертпей-ақ жылжытуға мүмкіндік береді (204-сурет).

Тік бұрышты призма сәуленің таралу бағытын  $90^\circ$ -қа ауытқытады (205, a) сурет).

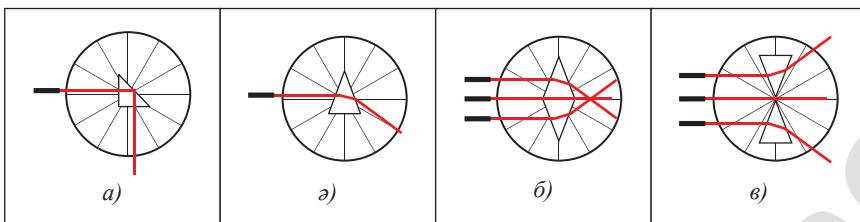


204-сурет. Жазық параллель пластинадағы сүйлемердің жылжысы



### Жауабы қандай?

Жазық параллель пластинадан өткен сәуле неліктен түскен сәулеge қатысты жылжып, өзінің таралу бағытын қайта қалпына келтіреді?

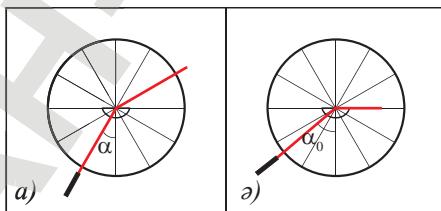


**205-сурет.** Призмаларды қолдана отырып, сәулелердің тарату базатын өзгерту

Призманың бір бүйіріне түсестін сәуле екі рет сынып, призманың табанына қарай ауытқиды (205, ә) сурет). Табандары жалғасқан екі үшқырлы призма жарықтың параллель сәулелерін бір нүктеге жинаиды (205, б) сурет). Төбелері жалғасқан осы призмалар параллель сәулелерді таратады (205, в) сурет). Призмаларды қолдана отырып, сәулелердің тарату базатын өзгертуге, оларды жинақтауга немесе таратуга болады.

### III Жарықтың толық шағылуы

Тығыздығы көп оптикалық ортадан тығыздығы аз ортага бағытталған жарық сәулесін қарастырып көрейік. Жарық сәулесін сол пластинаға, бірақ теріс жағынан бағыттап, тәжірибе жүргізейік (206, а) сурет). Сәуле шыны шенбердің радиусымен екі ортады (шыны – ауа) шекарасына дейін өтеді. Сәуле шыны–ауа шекарасынан өткен кезде, сынушылығы ұлғаяды. Түсү бұрышының ұлғаюы кезінде сынған сәуле екі ортады шекарасында сырғанайтын кез болады (206, ә) сурет). Түсү бұрышының одан ары ұлғаюы сынған сәуленің жоғалып, тек шағылған сәуленің ғана қалуына әкеліп соғады.



**206-сурет.** Шағылудың шектік бұрыши

**Сынушылығы  $90^\circ$ -қа тең болған кездеңі түсү бұрышын толық шағылудың шектік бұрышы деп атайды  $\alpha_0$ .**

**Жарықтың тығыздығы көп ортадан тығыздығы аз ортага өткен кездеңі сынған сәуленің жоғалу құбылысын жарықтың толық шағылуы деп атайды.**

Аталған құбылыс талшықты оптикада жарықжолмен жарық энергиясын беру, бүрқақтарды жарықтандыру үшін және оптоталшықтан жасалған шамдарда қолданылады (208-сурет).

Табиғатта толық ішкі шағылу құбылысы атмосферадағы аяу қабаттарында жылу таралу біркелкі болмағандықтан, су бетінде, шөл далада сағымның пайда болуына әкеледі (209-сурет).



### Өз тәжірибелен

«Оптика» зертханалық кешенінен пішіні жартылай цилиндрлі болып келетін пластинаны пайдаланып, екі ортандың шекарасынан өткенде жарық сөүлесі өзінің бағытын қалай өзгертерінің; сынған сөүле қандай шарттарда жоғалатынын анықтандар.



### Жауабы қандай?

Неліктен ыстық күндерде асфальт төсөлген жолдарда «шалшықтарды» көруге болады (207-сурет)?



**207-сурет.** Тасжолдагы сағым



**208-сурет.** Оптоталшықтан жасалған үстел шамы



*a)* Шынайы көрініс

*ə)* Елес қаланың көрініү

**209-сурет.** Төңіз жағасындағы елес қала, Кытай, 2011ж.

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІСІ**

Сынған сәуле мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш  $90^\circ$ -қа тең. Сыну көрсеткіші  $n = 1,6$  болса, сәүленің шыны бетіне түсү бұрышы неге тең?

**Берілгені:**

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 1,6$$

$$\phi = 90^\circ$$

$$\alpha - ?$$

**Шешуі:**

Сәүленің жолын бейнелейік:

Сыну заны негізінде:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1).$$

$\beta, \alpha$  және  $\gamma$  бұрышта-

рының жиынтығы  $180^\circ$ -қа  
тең, демек:

$$\gamma = 180^\circ - (90^\circ + \beta) \quad (2).$$

Түсү бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$ .

(2) теңдеудегі  $\beta$  бұрышын алмастырайық:  $\gamma = 90^\circ - \alpha$  (3).

Алынған қатынасты (1) формулаға енгізейік:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4).$$

Қосымша бұрыштың синусы бұрыштың косинусына тең:

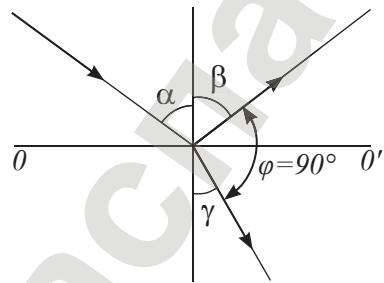
$$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha \quad (5).$$

(5) қатынасты (4) формулаға енгізейік:  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = n_2$ , есептің

шартын  $n_1 = 1$  ескере отырып,  $\tan \alpha = n_2$  екенін табамыз.

Есептейміз:  $\tan \alpha = 1,6$ ;  $\alpha = 58^\circ$ .

**Жауабы:**  $\alpha = 58^\circ$ .


**Тапсырма**

Жарықтың сыну құбылысын пайдалануға екі мысал келтіріндер.

**Бақылау сұрақтары**

1. Жарықтың сыну заңын тұжырымдаңдар.
2. Сыну көрсеткіші белгілі мәлдір ортада жарықтың таралу жылдамдығын қалай анықтайды?
3. Жарықтың таралу бағытын қандай аспаптар арқылы өзгертуге болады?
4. Жарықтың толық шағылу құбылысының мәні неде?

**Жаттығу****31**

1. Лағыл таста жарық сәулесінің таралу жылдамдығын анықтаңдар.
2. Су астында жүзіп жүрген сұңғуірге күн сәулелері су бетіне қатысты  $60^{\circ}$  бұрышпен түсіп түрғандай болып көрінді. Күннің көкжиек үстіндегі бұрыштық биіктігі қанша?

**Жаттығу****31**

1. Жазық параллель шыны пластинадан өткеннен кейінгі жарықтың судағы таралу жылдамдығын анықтаңдар.
2. Су–шыны ортасының шекарасына жарық сәулесі  $40^{\circ}$  бұрышпен түсіп тұр. Сәуленің сыну бұрышын анықтаңдар.

**Эксперименттік тапсырма**

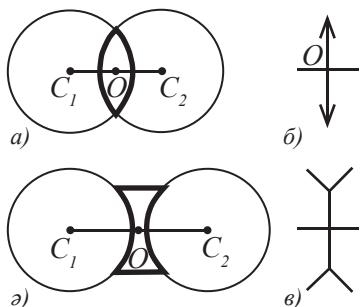
Қасықты суы бар стақанға салындар, неге ауа–су шекарасында қасықтың сыну құбылысы байқалады?

## § 41. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы, линзадағы кескін

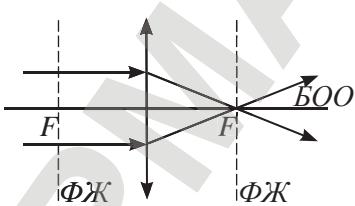
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жұқа линзада сәулелер жолын салуды үйрениңдер және алдынған кескінді сипаттай аласыңдар;
- жұқа линза формуласын есептер шығаруда пайдалана аласыңдар;
- линзаның сыйықтық ұлғаю формуласын есептер шығаруда қолдана аласыңдар.



210-сурет. а) жинағыш линза; б) шашыратқыш линза; в) жинағыш линзаның сұлбалық кескіні; г) шашыратқыш линзаның сұлбалық кескіні.



211-сурет. Жинағыш линзалардың фокустық жазықтықтары мен фокустары

### I Линза. Линзалардың негізгі сыйықтары, нүктелері мен жазықтықтары

Сәулелер жолын басқаруға ынғайлыш оптикалық аспап – линза.

Линза – екі жағы сфералық немесе жазық және сфералық сымдырыш беттермен шектелген мөлдір деңе.

Оптикада көбінесе сфералық линзалар қолданылады. Линзалар ойыс және дөңес болады (210, а), ә) сурет). Суреттерде линзалардың сұлбалық кескіні көрсетілген (210, б), в) сурет).

$C_1$  және  $C_2$  нүктелері – линзаны құрайтын сфералық беттердің центри.

Сфералық беттердің  $C_1$  және  $C_2$  центрлері арқылы өтетін түзуді линзаның бас оптикалық оси – БОО деп атайды.

О нүктесі – линзаның оптикалық центрі, ол линзаның бас оптикалық осінің линзаның жазықтығымен қиылышу нүктесі болып табылады.

Линзаның бас оптикалық осіндегі екі нүкте – линзаның фокустары.

**Линзаның фокусы – бас оптикалық осыке параллель сәулелер сымғаннан кейін жинақталатын нүкте.**

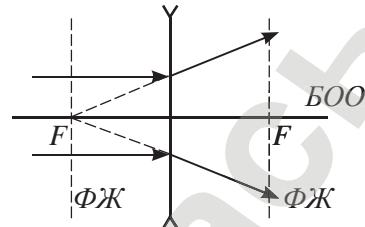
Дөңес линзаға бас осыке параллель түсетін сәулелер линзаның арқылы өтеді (211-сурет). Ойыс линзалар БОО-ға параллель сәулелерді олардың жалғасы линзаның алдыңғы фокусы арқылы өтетіндей етіп шашыратады (212-сурет). Сәуленің өзі емес, жалғасы ғана өтетіндіктен, шашыратқыш линзаның фокусы жалған.

БОО-ға перпендикуляр және оны фокус нүктесінде қиып өтетін жазықтықтар линзаның фокустық жазықтықтары – ФЖ деп аталады.

Бұл жазықтықтарда линзаға кез келген бұрыш жасай түсетін жарықтың параллель сәулелері өтетін линзаның барлық фокустары орналасқан.

## II Линзаның оптикалық құші

Дөңес линзалар сәулелерді құштірек сындырады. Линзаның фокусы оптикалық центрге жақындайды, сол себепті бұндай линзаларды қысқафокусты деп атайды. Олар оптикалық жағынан анағұрлым құштірек.



**212-сурет.** Шашыратқыш линзалардың фокустық жазықтықтары мен фокустары

**Линзаның оптикалық құші – линзаның жарықтың сындыру қасиетін сипаттайтын физикалық шама.**

Оптикалық құштің линзаның фокустық қашықтығымен байланысы:

$$D = \frac{1}{F}.$$

Мұндағы  $D$  – линзаның оптикалық құші,  $F$  – линзаның центрінен оның фокусына дейінгі қашықтық.

Оптикалық құштің өлшем бірлігін *диоптрия* (*дптр*) деп атайды.

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{M} = M^{-1}.$$

*Шашыратқыш линзаның оптикалық құші төріс.*

Бір-бірімен тығыз орналасқан линза жүйесінің оптикалық құші әр линзаның оптикалық құшінің қосындысымен анықталады.

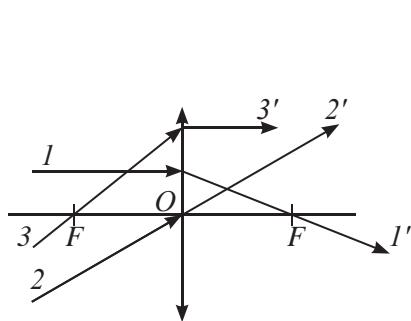
$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n,$$

мұндағы  $n$  – жүйедегі линза саны.

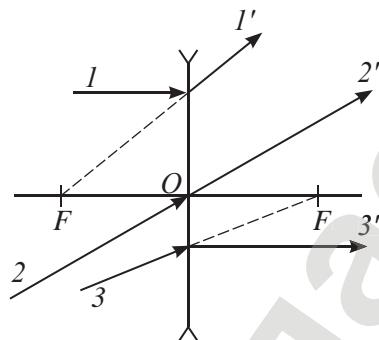
## III Линзалардағы сәулелердің жолы

Линза беретін кескін құрылымын бейнелеу үшін, онда сәулелердің қалай сыннатынын білу керек. Сәулелердің бағытына және олардың линзаға түсінүктесіне байланысты сәулелердің жолы әртүрлі болуы мүмкін. Олардың кейбіреулерін қарастырайық:

1. Линзаның бас оптикалық осіне параллель **1-сәуле** линзадан сынғаннан кейін линзаның фокусы арқылы өтеді 1' (213-сурет). Бұл сәуле ойыс линзадан өткенде, оның жалғасы алдынғы фокус арқылы өтеді (214-сурет).
2. Линзаның оптикалық центрі арқылы өткен **2-сәуле** сынбайды 2'.
3. Линзаның фокусы арқылы өткен **3-сәуле** линзадан сынғаннан кейін бас оптикалық оське параллель болады 3' (213-сурет). Шашыратқыш линзалардағы 3-сәулениң жалғасы артқы фокус арқылы өтеді (214-сурет).



**213-сурет.** Жинағыш линзалардағы сәулелердің жолы



**214-сурет.** Шашыратқыш линзалардағы сәулелердің жолы

#### IV Дөңес жинағыш линзаның кескінін салу

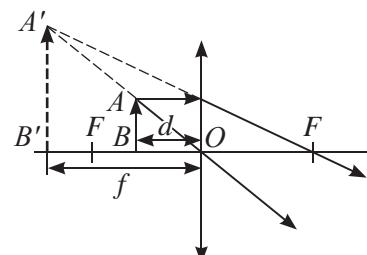
Дөңес линза параллель сәулелер шоғырын бір нүктеге жинай алатын қабілетіне байланысты жинағыш деп аталған.

Дөңес линзада кескін алу үшін заттың шеткі нүктелерінен жолы белгілі екі сәуле жүргізу жеткілікті.

Кескіннің түрі заттың линзаға қатысты орналасуына тәуелді. Линзадан затқа дейінгі қашықтықты  $d$  әрпімен белгілейміз. Затты линзаның оптикалық осіне мынадай қашықтықта қоямыз:

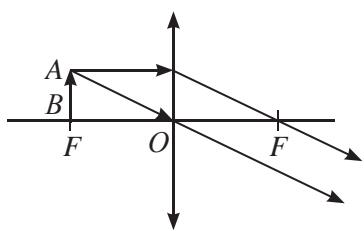
1.  $d < F$ , мұндағы  $F$  – линзаның фокустық қашықтығы.  $AB$  заты оптикалық центр  $O$  мен линза фокусының  $F$  ортасында тұр. Бас оптикалық осіке параллель сәуле және оптикалық осьтің центри арқылы өтетін сәуле жүргіземіз. Линзадан өткеннен кейін сәулелер қиылыспайды. Оларды қиылысқанға дейін қарсы бағытқа созып, заттың жоғарғы нүктесінің кескіні болатын  $A'$  нүктесін аламыз. Заттың қалған нүктелерінің кескіндері осіке перпендикуляр сызықта орналасады. 215-суретте  $AB$  кесіндісі – зат,  $A'B'$  кесіндісі – заттың кескіні. Алынған кескін жалған, тұра, үлкейтілген, заттың аргы жағында, линзадан  $f$  қашықтықта орналасқан. Бұндай кескінді лупа ретінде қолданылатын линза береді.
2.  $d = F$ .  $AB$  заты линзаның фокусында орналасқан. Линзадан өткен сәулелер параллель, олар қиылыспайды. Демек, бұндай жағдайда кескін болмайды (216-сурет).
3.  $F < d < 2F$ . Зат линзадан фокустық қашықтық пен екі еселенген фокустық қашықтық арасында орналасқан.

Линза бұл жағдайда шын, тоңкерілген, үлкейтілген, линзаның басқа жағындағы  $2F$

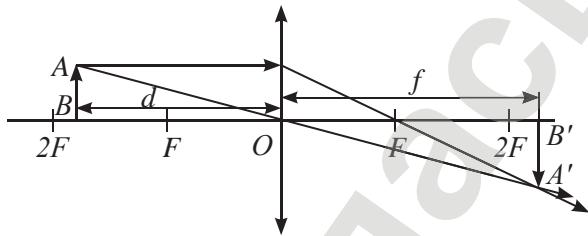


**215-сурет.** Оптикалық центр мен линзаның фокусының арасында орналасқан деңениң жалған кескіні

екі еселенген фокустық қашықтығынан артық  $f$  қашықтықта орналасқан (217-сурет). Бұндай кескін түрін проекциялық аппараттада қолданады.

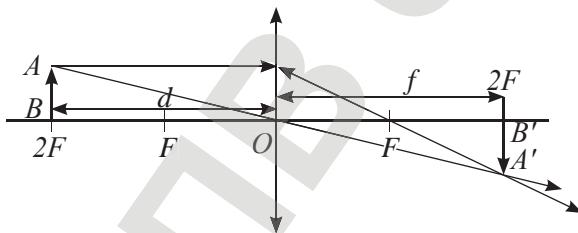


**216-сурет.**  
Линзаның фокусында  
орналасқан деңгөнің кескіні жоқ



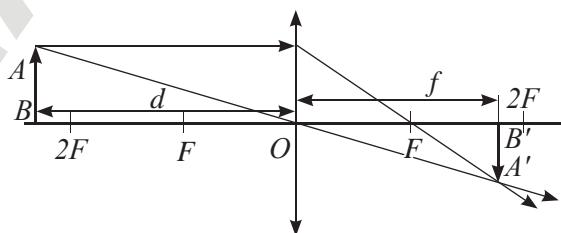
**217-сурет.** Линзаның екі еселенген фокусы мен  
фокустың арасында орналасқан заттың үлкей-  
тілген шын кескіні

4.  $d = 2F$ . Зат линзадан екі еселенген фокустық қашықтықта тең қашықтықта орналасқан. Сәулелердің линза арқылы өтуі нәтижесінде пайда болған кескіндер шын, төңкерілген, өлишемі мен бірдей,  $f = 2F$  қашықтықта орналасқан (218-сурет).



**218-сурет.** Өлишемі линзаның екі еселенген фокусында орналасқан  
заттың өлишемімен бірдей шын кескін

5.  $d > 2F$ . Зат линзадан екі еселенген фокустық қашықтықтан артық қашықтықта орналасқан. Бұл жағдайда кескіндер шын, төңкерілген, кішірейтілген,  $F$  фокустық қашықтығынан артық, бірақ  $2F$  қашықтығынан кем  $f$  қашықтығында орналасқан (219-сурет). Мұндай кескін түрі фотоаппараттарда алынады.



**219-сурет.** Екі еселенген фокустық қашықтықтың арғы жағында орналасқан  
заттың кішірейтілген шын кескіні

## V Ойыс линзада кескін салу

Ойыс линза сәулелерді шашыратады, сондықтан оларды *шашыратқыш* деп атайды. Ойыс линзалар кескіннің бір түрін ғана береді. Кескін – жалған тұра, кішірейтілген, линзының зат тұрған жағында, зат пен линзының арасындағы кескін (220-сурет).

## VI Жұқа линза формуласы

Кескін салу кезінде енгізілген барлық шамалар:  $d$  – заттан линзаға дейінгі қашықтық,  $F$  – фокустық қашықтық,  $f$  – линзадан кескінге дейінгі қашықтық бір-бірімен мына қатынас арқылы байланысады:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$

Осы қатынасты жұқа линзының формуласы деп атайды. Жұқа линза формуласын есептер шығару барысында есте ұстаяу керек: шашыратқыш линзының фокустық қашықтығы мен жалған кескінге дейінгі қашықтық теріс мәнге ие.

## VII Линзының сызықтық ұлғаюы

Линза беретін кескіннің өлшемі зат өлшемінен өзгеше болады. Осыған байланысты сызықтық ұлғаю шамасы енгізілген. Ол кескінде дененің сызықтық өлшемдерінің өзгеруін анықтайды.

**Сызықтық ұлғаю – кескін биіктігінің зат биіктігіне қатынасы.**

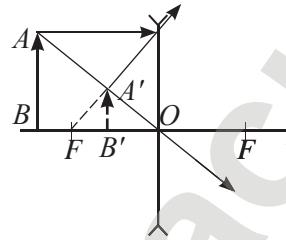
$$\Gamma = \frac{H}{h},$$

мұндағы  $H$  – кескіннің биіктігі,  $h$  – заттың биіктігі,  $\Gamma$  – заттың сызықтық ұлғаюы.

Зат кескіннің ұлғаюын «кескін – линза» қашықтығының «зат – линза» қашықтығына қатынасы бойынша анықтауға болады.

$$\Gamma = \frac{f}{d}.$$

Бұндай қатынастар линзаларға кескін салу кезінде  $ABO$  және  $A'B'O$  үшбұрыштарының ұқсастығынан пайда болады (215–220-суреттер).



220-сурет. Шашыратқыш линзадағы заттың кішірейтілген жалған кескіні



### Жауабы қандай?

- Неліктен шашыратқыш линза тек жалған кескін береді?
- Неліктен ашиқ, шуақты күнде өсімдіктерді суғару ағаштардың жапырағына қауіпті?
- Оптикалық күштері тен болатын біреуі жинағыш, біреуі шашыратқыш екі линзадан тұратын жүйе неге сәулелер жолын өзгертулейді?



### Тапсырма

215–220 суреттердің біреуін пайдаланып,

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

екенін дәлелдендер.

**ЕСЕП ШЫГАРУ ҮЛГІСІ**

Линзаның оптикалық центрінен 4 см қашықтықта орналасқан, заттың 5 есе ұлкейтілген жалған кескінін беретін жинағыш линзаның оптикалық күшін анықтаңдар.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| <b>Берілгені:</b>  | <b>ХБЖ</b> |
| $d = 4 \text{ см}$ | 0,04 м     |
| $\Gamma = 5$       |            |
| $D - ?$            |            |

**Шешуі:**

Линзаның оптикалық күші фокустық қашықтықпен мына қатынас арқылы байланысқан:

$$D = \frac{1}{F} \quad (1)$$

Линзадан затқа дейінгі қашықтық арқылы линзадан кескінге дейінгі қашықтықты өрнектеп, жүқа линза формуласынан линзаның фокусын анықтаймыз:

$$f = \Gamma d \quad (2)$$

Кескіннің жалған екенін ескереміз:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (3)$$

(3) формулаға (1) тендеуді қоямыз:

$$D = \frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d} = \frac{1}{d} \left( 1 - \frac{1}{\Gamma} \right) = \frac{\Gamma - 1}{\Gamma d}.$$

$$D = \frac{5 - 1}{5 \cdot 0,04} = 20 \text{ дптр.}$$

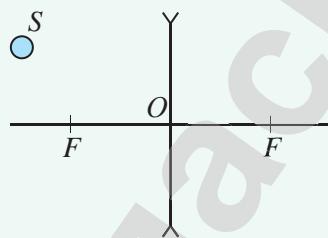
**Жауабы:**  $D = 20 \text{ дптр.}$

**Бақылау сұрақтары**

- Линзаның қандай түрлерін білесіңдер?
- Линзаның бас оптикалық осі дегеніміз не? Линза фокусы деген не?
- Линзаның оптикалық күші дегеніміз не? Ол қалай анықталады?
- Линзада кескінді қалай саламыз?
- Денені линзадан алып тастаған кезде оның кескіні қандай өзгеріске ұшырайды?
- Линзаның фокустық қашықтығы мен линзадан кескінге дейінгі арақашықтық қандай жағдайларда теріс мәндерге ие болады?
- Жүқа линза формуласы қандай шамаларды байланыстырады?
- Линзаның ұлғаюын қалай анықтайды?

**Жаттығу****32**

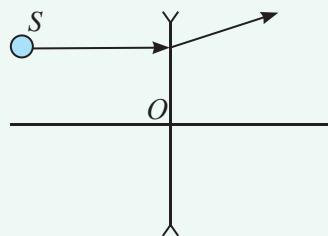
- Жинағыш линзының оптикалық қүші + 1,5 дптр, ал шашыратқыш линзының оптикалық қүші – 2 дптр. Линзалардың фокустық қашықтығын анықтандар.
- Балауыз жинағыш линзадан 12,5 см қашықтықта орналасқан, оның оптикалық қүші 10 дптр. Кескін линзадан қандай қашықтықта алынады және ол қандай болады? Сәулелерді салу арқылы кескін алындар.
- Қажетті салуларды жасап, жарқырайтын  $S$  нүктесінің шашыратқыш линзадағы кескінінің орнын табындар (221-сурет), мұндағы  $F$  – линзының фокустық қашықтығы.



**221-сурет.** 32.3-жаттығуга арналған сурет

**Жаттығу****32**

- Фокустары 10 см және 20 см болатын екі жинағыш линзадан және оптикалық қүші  $D = -3$  дптр болатын шашыратқыш линзадан тұратын линзалар жүйесінің оптикалық қүшін анықтандар.
- Фокустық қашықтығы 20 см болатын линзының көмегімен экранда линзадан 1 м қашықтықта орналасқан заттың кескіні алынған. Зат линзадан қандай қашықтықта орналасқан? Оның кескіні қандай болады?
- 222-суретте шашыратқыш линзага түсken жарық сәулесінің жолы көрсетілген. Қажетті салуды жасап, линзының алдыңғы фокусының орнын және  $S$  жарқырайтын нүктесінің орнын анықтандар. Бұл шын кескін бе әлде жалған кескін бе?



**222-сурет.** 32.3-жаттығуга (үй тапсырмасы) арналған сурет

**Эксперименттік тапсырма**

Жинағыш линзының шашыратқыш линзадан айырмашылығын көрсетудің бірнеше әдісін ұсыныңдар. Ұсынған әдістерінді тәжірибе жүзінде тексеріп көріңдер. Қандай әдістер ең қарапайым және тиімді?

## § 42. Көз – оптикалық жүйе. Көздің көру қабілетіндегі ақаулық және оларды түзету әдістері

### Күтілетін нәтиже

- Параграфты оқып сендер:
- көздегі сәулелер жолын жинағыш линзадағы сәулелер жолымен салыстыра аласындар;
  - көздің оптикалық жүйесінің уш типін атап аласындар;
  - көздің жақыннан көріштігін және алыстан көріштігін түзетуді сипаттай аласындар.



### Жауабы қандай?

- Қозғалып бара жатқан көліктің кітап оқу неліктен зиян?
- Неліктен жүйелі түрде көзге көз жаттығуларын жасап отыру қажет?
- Компьютерде жұмыс істей уақытын неліктен шектейді?



### Бұл қызық!

Адамдар ақпараттың 80–90%-ын көру жүйесі арқылы қабылайды.



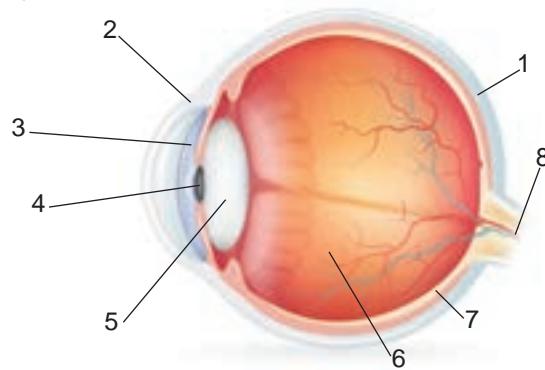
### Тапсырма

Адамның көзіндегі сәулелер жолын бейнелендер. Көздің торқабығындағы кескін қандай?

Неліктен біз денелердің кескінін төңкерілген түрде көрмейміз?

### I. Көз – оптикалық жүйе

Адам көзінің пішіні шар тәрізді болып келеді (223-сурет), ол скlera (1) деп аталатын тығыз қабықпен қорғалған. Склераның алдыңғы бөлігі – қасан қабық (2) мөлдір болады. Қасан қабықтың артқы жағында нұрлы қабық орналасқан (3). Нұрлы қабықта қарашиңқ деп аталатын саңылау бар (4), ол өзінің диаметрін жарыққа байланысты өзгерте алады. Қарашиңқтың артқы жағында линзаға ұқсас көз бүршағы орналасқан (5). Ол склерага жабысып тұратын бұлшық еттермен қоршалған. Көз бүршағының артқы жағында шыны тәрізді дене – көз алмасы орналасқан (6). Склераның артқы бөлігі – көз түбін торқабық жауып жатыр (7), ол көру жүйесіне жалғасқан (8). Көзге түсken жарық қасан қабықта, көз бүршағында және шыны тәрізді денеде сынады. Көріп түрган дененің кескіні торқабықта – «экранда» шын, кішірейтілген, төңкерілген түрде пайда болады. Біздің көзіміз миға көру ақпаратын беріп отырады. Біз қоршаған ортаны міда жүріп жатқан процестерге байланысты қабылдаймыз.



223-сурет. Көздің құрылышы

Көз бүршағының қисықтығы өзгеріп отырады. Ол жақын түрган затқа қарағанда үлкейеді, ал алыс түрган затқа қарағанда кішірейеді. Көздің бұndай қасиетін *аккомодация* деп атайды.

## II Көздің оптикалық жүйесінің үш түрі

Көздің оптикалық жүйесінің үш түрін бөліп көрсетуге болады: *эмметропия, жақыннан көргіштік және алыстан көргіштік* (224-сурет). Эмметропия көздің оптикалық жүйесінің қалыпты екенін белдіреді. Егер көздің оптикалық жүйесі қоршаған әлемді көздің торқабығында проекциялауға қабілетті болса, онда көру мүшелері қалыпты жұмыс істей алады. Торқабық кескінді қабылдан, оны мига жібереді.

*Жақыннан көргіштік* кезінде жақын тұрған заттар ғана көздің торқабығында проекцияланады, ал алыс тұрғандар оның алдыңғы жағында проекцияланады да, бұлдырап көрінеді. Сәулениң жолын өзгерту үшін үнемі шашыратқыш линзасы бар көзілдірік киіп жүру керек.

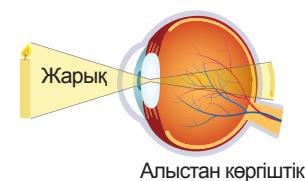
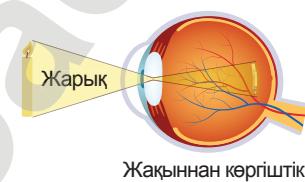
*Алыстан көргіштік* кезінде алыс тұрған заттар торқабықта проекцияланады, ал жақын тұрғандар көздің торқабығының арғы жағында проекцияланады да, бұлдырап көрінеді. Көзге осы оптикалық жүйе тән болса, жұмыс істеген кезде жинағыш линзасы бар көзілдірік киу керек.

Көзілдірік көздің оптикалық жүйесін өзгертпейді, ол тек сәулелердің жолын түзеп, денені анық көруге мүмкіндік береді.



### Есте сақтандар!

Қалыпты көз үшін көру қашықтығы – 25 см.



224-сурет. Көздің оптикалық жүйесінің түрлері

## III Жұмысқа көзілдірікті дұрыс таңдау

Адамға көздегі сәулелер жолын түзету үшін қажетті көзілдіріктің оптикалық күшін анықтайық. Алыстан көретін адамның жақсырақ көру қашықтығы 25 см-ден артық, ал жақыннан көретін адамның жақсы көру қашықтығы 25 см-ден кем болады. Көзілдірік көру қабілеті қалыпты адамның жақсы көру қашықтығында кескін беруі қажет. Линзадағы кескін көз бұршағында зат болып қабылданады. Жинағыш линзадағы алынған сурет сол зат тұрған жақта болады, демек, ол – жалған кескін. Шашыратқыш линзалар тек жалған кескіндер береді. Линзаның оптикалық күші мынадай болады:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d}.$$

мұндағы  $d_0 = 0,25$  м,  $d$  алыстан және жақыннан жақсы көру қашықтығы.

## IV Жинағыш линзаның оптикалық күшін анықтау

Линзаның оптикалық осіне параллель сәулелер сынғаннан кейін бір нүктеге жинақталады. Бұл қасиетті жинағыш линзаның фокустық қашықтығын және оптикалық күшін анықтауға қолданады. Шексіз сәуле көзінің, мысалы, Күннің сәулесі оптикалық осыке параллель болады. Оларды экранға бағыттап, линзадан экранға дейінгі қашықтықты өлшеу арқылы фокустық қашықтықты есептейді. Оптикалық күш – линзаның фокус қашықтығына кері шама:

$$D = \frac{1}{F}.$$



### Өз тәжірибелен

Өз көздеріңің қай типке жататынын анықтаңдар. Оқулықты көздеріңе күш салмай мәтінді көре алатындағы қашықтыққа қойыңдар. Көздеріңнен оқулыққа дейінгі арақашықтықты өлшендер. Егер нәтижесі 25 см-ден өзгеше болса, онда сендерге жұмыс істеуге қажетті линзаның оптикалық күшін анықтаңдар. Көзілдіріктеріндегі линзаның оптикалық күшімен салыстырыңдар.



### Назар аударыңдар

Сендердің есептеулерің – жуық есептеулер, сондықтан көзілдірік алу үшін линзаның оптикалық күшін анықтауда дәрігерге қаралған дұрыс.

## V Көздің жас шамасына байланысты ерекшеліктері

Адамдардың көзінің өсуі әртүрлі болады. Біреулерде ол тезірек, ал біреулерде баяуырақ. Көз алмасы әлі кішкентай болғандықтан, нәрестелерге жақын заттар бұлдырап көрінеді. Бала кездे көз алмасының жылдам өсуіне байланысты алыстан көргіштік бірден жойылады. Бірақ әрі қарай көз алмасы өскен сайын ол жақыннан көргіштікке алып келеді. Ересек жаста көп жағдайда жақыннан көру бәсендеп, тоқтай бастайды. Егде тартқан жаста көз бұршағының қисықтығын басқаратын бұлшықет талшықтарының әлсіреуінен алыстан көргіштік пайда болады.

## VI Екі көзбен көрудің артықшылығы

Екі көзбен көрудің арқасында біз айналамыздағы денелердің қаншалықты алыс не жақын орналасқанын анықтай аламыз. Оң және сол көздің торқабығындағы кескін әртүрлі болады: әр көз денені бір қырынан көреді. Дене

жақын болған сайын, көріністің айырмашылығы айқынырақ болады. Өте алыста орналасқан заттардың кескіні екі көз үшін бірдей болады, олардың көлемі байқалмайды.

Екі көзбен көру айналадағы заттарды көлемді етіп көруге мүмкіндік береді, сонымен қатар көру аумағы үлкейеді.

### ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Алыстан көретін адамды қалыпты көретіндей ететін көзілдіріктің оптикалық күшін анықтаңдар. Қалыпты көретін адамның жақсы көретін арақашықтығы – 25 см, ал алыстан көретін адамдікі – 1 м.

**Берілгені:**

$$\begin{aligned}d_0 &= 0,25 \text{ м} \\d &= 1 \text{ м}\end{aligned}$$

D – ?

**Шешуі:**

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d} = \frac{d - d_0}{d_0 d}.$$

$$D = \frac{1 - 0,25}{0,25 \cdot 1} \text{ дптр} = 3 \text{ дптр}.$$

**Жауабы:** D = 3 дптр.



### Жауабы қандай?

- Орнын ауыстырып тұратын дененің кескіні қалыпты көздің торқабығында неліктен әрқашан анық болады?
- Алыстан көрігіштікі жою үшін неліктен жинағыш линзыны пайдаланады?
- Жақыннан көрігіштікі жою үшін неліктен шашыратқыш линзыны пайдаланады?
- Неліктен қаранғыда көздің қараышы ұлғаяды?
- Не себепті мерген бір көзін қысып көздейді?
- Неліктен қоян басын бұрмай-ақ, артында не болып жатқанын көре алады?

### **Бақылау сұрақтары**

- Адам көзінің құрылышы қандай?
- Адам қалай көреді?
- Көздің оптикалық жүйесінің қандай түрлері бар?
- Екі көзбен көрудің қандай артықшылығы бар?
- Көздің «кескіннің анық болуын баптау» қабілеті қалай аталады?

### Эксперименттік тапсырма

1. Қолдарыңа ұшы өткірленген бір-бір қарындаштан ұстандар. Бір көздерінді жұмып, бір қарындаштың ұшын екінші қарындаштың ұшына тигізіндер. Осы тәжірибелі бірнеше рет қайталандар. Тәжірибелі көздерінді ашып қайталап жасап көріндер. Екі көзben көру артықшылығын бағалаңдар.
2. Интернет желісінен алынған материалдарды пайдаланып, шашыратқыш линзының оптикалық қүшін анықтау бойынша ұсыныстар жасандар.

### Шығармашылық тапсырма

1. Көздің қалыпты көргіштігін сақтау туралы жадынама жазындар.
2. Көзге арналған бірнеше жаттығу ойлап табындар, оны сыныптастарыңмен бірге жасандар.

## § 43. Оптикалық аспаптар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сөндер:

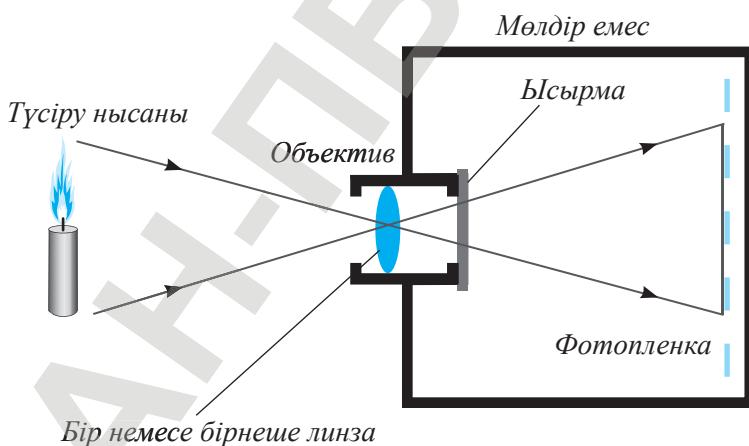
- оптикалық аспаптар: *фотоаппарат, проекциялық аппарат, лупа, микроскоп, телескоптың құрылышы мен жұмыс істеу принципін түсіндіре аласындар;*
- қаралайым телескоп-рефракторды құрас-тыра аласындар.*

Линзалардың, жазық және сфералық айналардың қасиеттері түрлі оптикалық аспаптарда қолданылады. Кейбір оптикалық аспаптардың құрылышын қарастырып көрейік.

### I Фотоаппарат

*Фотоаппарат – фотопленкалар көмегімен кескін алу үшін қолданылатын оптикалық аспап.* Ақпарат тасымалдау түріне байланысты фотоаппараттар пленкалы және сандық болып бөлінеді. Пленкалы фотоаппараттарда ақпарат тасымалдаушы пленка болып табылады, ол –

фотоэмulsionия жағылған жүқа мөлдір пластик жолағы. Эмульсияның химиялық құрамының жарықсезгіштік қасиеті бар. Фотопленканың қасиеттері жарықтану дәрежесіне қарай өзгереді. Онда жасырын кескін пайда болады, ол химиялық реакциялар нәтижесінде көрінетін кескінге айналады. Суретке түсіру кезінде фотопленкадағы кескін төңкерілген түрде болады (225-сурет).



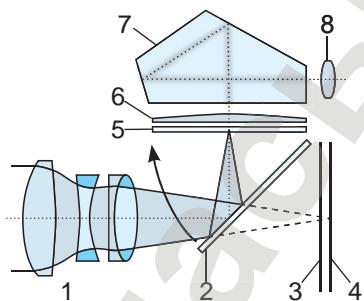
225-сурет. Пленкалы фотоаппарат құрылымының сұлбасы

Сандық фотоаппараттарда кескін жарықты сандық белгіге айналдыратын матрицаға түседі. Сандық камераның негізгі элементтері 226-суретте көрсетілген. Жарық объективтің линзалар жүйесі (1) арқылы өтеді. Камераның корпусында ол айнадан (2) шағылады да, күнгірт линзадан (6) призмаға (7) өтеді. Призма кескінді төңкереді, түріздегіштің окулярынан (8) біз нысанның тұра кескінін көреміз.

Нысанды суретке түсіру кезінде айна (2) көтеріледі де жоғарыдағы ең шеткі орынға (5) барады, ысырмасы (3) ашылады, жарық матрицаға (4) түседі, матрицада жарықтың әсерінен кескін алынады.

## II Проекциялық аппарат

*Проекциялық аппараттар – экранда нысанның үлкейтілген, шын кескінін алуға арналған оптикалық аспаптар.* Мәлдір нысандарды проекциялауды (диафильмдерді, диапозитивтерді) *диапроекция деп*, мәлдір емес нысандарды (суреттер, фотосуреттер) проекциялауды – *эпипроекция деп атайды.* 226-суретте диапроекцияга арналған проекциялық аппарат құрылышының сұлбасы көрсетілген. **Об** объективі экранда объективтің фокальдік жазықтығына жақын орналасқан **D** диапозитивінің үлкейтілген кескінін береді. **K** қысқа фокусты линзалар жүйесі **S** жарық көзінен келіп түскен барлық жарықты объективке бағыттайды.

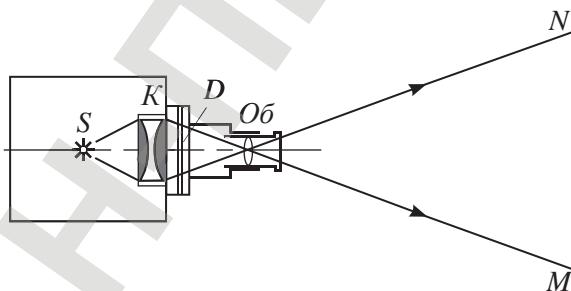


226-сурет. Сандақ фотоаппарат құрылышының сұлбасы



### Тапсырма

1. Кез бен фотоаппараттың оптикалық жүйелерін салыстырындар.
2. Проекциялық аппарат пен фотоаппараттың сөулелер жүрістерін салыстырындар. Олардың ұқсастықтары мен айырмашылықтары нede?



227-сурет. Проекциялық аппараттың құрылышының сұлбасы

Заманауи проекциялық аппараттар құрылышы мен көлемі жағынан әртүрлі. Texas Instruments (TI) компаниясының мамандары енгізген «пикопроекторлар» термині *мобилді құрылғыларда қолдануға болатын шағын проекциялық құрылғылар* дегенді білдіреді (228-сурет). Проекциялық аппараттар еш қындықсыз көлемі өздері-



228-сурет. Ұялы телефонға орнатылған проекциялық құрылым

нен әлденеше есе үлкен кескін алуға мүмкіндік береді.

### III Лупа

*Лупа – ұсақ заттарды анықтап көруге мүмкіндік беретін оптикалық аспап.* Оны өндірісте, түрмиста, медицинада және косметологияда қолдануға болады. Мысалы, үстел үстіне қойылатын лупаны сағат жөндеушілер де, зергерлер де, зерттеушілер де қолданады. Ол дерматология мен ЛОР ауруларын тұра анықтауға, нысанның нақты және анық көрінуін қажет ететін жұмыстарды атқаруға мүмкіндік береді.

Лупа қолдануға ыңғайлы болуы үшін әртүрлі ұстағыштар мен құрылғылар ойлап табылды. 229-суретте шамы бар үстел лупасы бейнеленген.



229-сурет. Шамы бар үстел лупасы

### IV Микроскоп

*Микроскоп – жай көзге көріне бермейтін нысандардың үлкейтілген кескінін алуға арналған, бірнеше линзасы бар оптикалық аспап* (230-сурет). Қарапайым микроскоп екі линзадан тұрады. Оның *объектив* (1) деп аталатын линзасы үлгіге жақын орналасады. Объектив нысанның үлкейтілген кескінін береді. Бұдан әрі кескінді *окуляр* (2) деп аталатын линза үлкейтеді. Ол бақылауышының көзіне жақын, тубуста (3) орналасқан. Окуляр қозғалмалы ұсташтықтың (4) ұшына бекітілген, ол қажет кезде тубусты ұзартуға мүмкіндік береді. Микроскоптың жалпы ұлғайтуы объектив пен окулярдың ұлғайтуарының көбейтіндісіне тең. Зерттеуге арналған микроскоп үшін окулярдың ұлғайтуы 10-ға, ал объективтің ұлғайтуы 10, 45 және 100-ге тең. Демек, мұндай микроскоптың ұлғайтуы 100-ден 1000-ға дейін өседі. Микроскоптың ұлғайтып көрсетуі көрсету қабілетіне байланысты. *Көрсету қабілеті дегеніміз – үлгінің бөлшектерін анықтап, бөліп көрсету мүмкіндігі.*



#### Тапсырма

Лупадағы сәулелер жолын салындар.



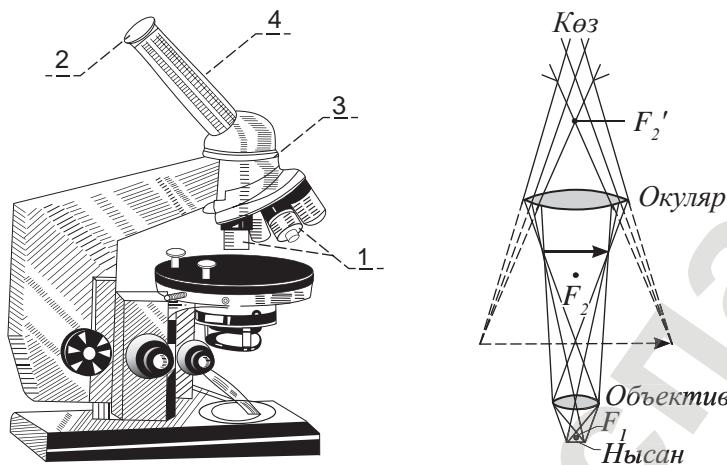
#### Жауабы қандай?

1. Лупа қандай линза болып табылады?
2. Жинағыш линзыны шашыратқыш линзадан қалай айыруға болады?
3. Қысқа фокусты лупаны ұзын фокусты лупадан қалай айыруға болады?
4. Неліктен сағат жөндеуші шебердің лупасы қысқа фокусты?



#### Тапсырма

Микроскоптағы сәулелер жолын түсіндіріңдер (230-сурет).



230-сурет. Микроскоп, микроскоптагы сәулелер жолы

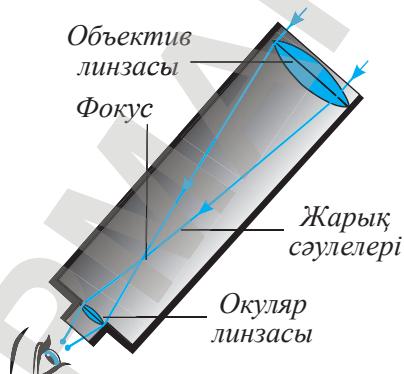
## V Телескоп

Телескоп – аспан денелерін үлкейтіп көрсетуге арналған оптикалық жүйе. Телескоптар линзалық – рефракторлар (231-сурет) және айналық – рефлекторлар (232-сурет) болып бөлінеді.

Телескоптар қолдануға және тасымалдауға ынғайлыш: линзалар зауытта орнына бекітілген, қолданушыға оларды реттеу қажет емес. Телескоп-рефракторлардың көрсету қабілеті жоғары және олар планеталарды бақылау кезінде кескінді өте жақсы көрсетеді. Негізгі кемшілігі – жарық космос нысандарының төнірегінде түрлі түсті ореолдардың пайда болуы. Бұл құбыльыс *хроматикалық aberrация* деп аталады. Бұл кемшілікті жою үшін қосымша линзалар қолдану керек.

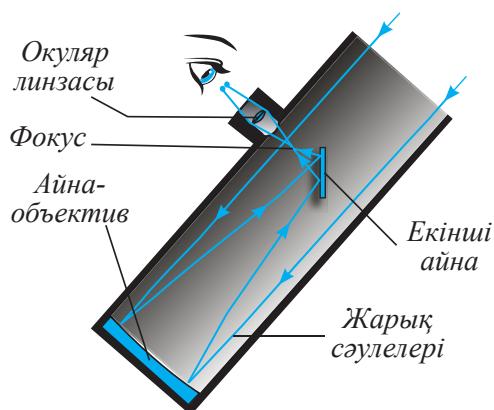
Айналық телескоп-рефлекторлар жарық шоғырын сфералық немесе парabolалық пішіндегі дөңес айнаның көмегімен жинайды. Айна фокустаған сәулелер жазық айнадан шағылып, окулярга бағытталады.

### Телескоп-рефрактор



231-сурет. Телескоп-рефрактор

### Телескоп-рефлектор



232-сурет. Телескоп-рефлектор

### Бұл қызық!

Қарапайым линзалық телескоптың алғашқы сыйбалары Леонардо да Винчидің 1509 жылғы жазбаларынан табылған.

Ең алғаш дүрбіні телескопқа айналдырып, соның арқасында аспан денелерін зерттеуде жаңа ғылыми мәліметтер алған – Г.Галилей. Галилейдің телескобында объектив ретінде жинағыш линза, ал окуляр ретінде шашыратқыш линза қолданылған. Мұндай оптикалық жүйе төңкерілмеген кескін береді. Бұл телескоптың басты кемшілігі: көру аймағы өте шағын және құшті хроматикалық aberrациясы бар. Галилей жүйесі әлі күнге дейін театр дүрбілері мен алыс қашықтықты көруге арналған дүрбілерде (233-сурет) пайдаланылады.

### Бақылау сұрақтары

1. Үлкейтілген кескін қандай оптикалық аспаптарда алынады?
2. Кішірейтілген кескін қандай оптикалық аспаптарда алынады?

### Шығармашылық тапсырма

Алысты бақылауға мүмкіндік беретін тұтік-дүрбінің құрылышы мен қызметін зерттеп, Интернет желісінің материалдары бойынша дүрбі жасаңдар.



233-сурет. Дүрбі

## VII тараудың қорытындысы

| Геометриялық оптика занұдары                                      | Жұқа линзың негізгі сипаттамалары                                   |
|---|---|
| Шағылу заны:<br>$\angle \alpha = \angle \beta$                    | Линзың оптикалық күші:<br>$D = \frac{1}{F}$                         |
| Сыну заны:<br>$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$ | Линзалар жүйесінің оптикалық күші:<br>$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n$ |
| $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$               | Жұқа линза формуласы:<br>$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  |
| Абсолют сыну көрсеткіші<br>$n = \frac{c}{v}$                      | Сызықтық ұлғаю:<br>$G = \frac{H}{h}; \quad G = \frac{f}{d}$         |

### Геометриялық оптика занұдары:

**Жарықтың түзу сызықты таралу заны.** Біртекті мөлдір ортада жарық түзу сызық бойымен таралады.

**Шағылу заны.** Түскен сәуле, шағылған сәуле және сәуленің түсү нүктесіне түрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады. Сәуленің түсү бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$ .

**Сыну заны.** Түсү бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы екі орта үшін түрақты шама болып табылады. Түскен сәуле, сынған сәуле және сәуленің түсү нүктесіне түрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың бойында жатады.

### Глоссарий

**Сәуле** – бойымен жарық тарайтын сызық.

**Геометриялық оптика** – жарық сәулесі туралы білім негізінде мөлдір орталардағы жарық энергиясының таралу занын зерттейтін оптика бөлімі.

**Абсолют сыну көрсеткіші** – вакуумнан мөлдір ортаға өткен кезде жарық жылдамдығының қанша есе кемитінін көрсететін шама.

**Түсү бұрышы** – түскен сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсү нүктесіне түрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

**Шағылу бұрышы** – шағылған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің тұсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

**Толық шағылудың шектік бұрышы** – сыну бұрышы  $90^\circ$  болатын тұсу бұрышы.

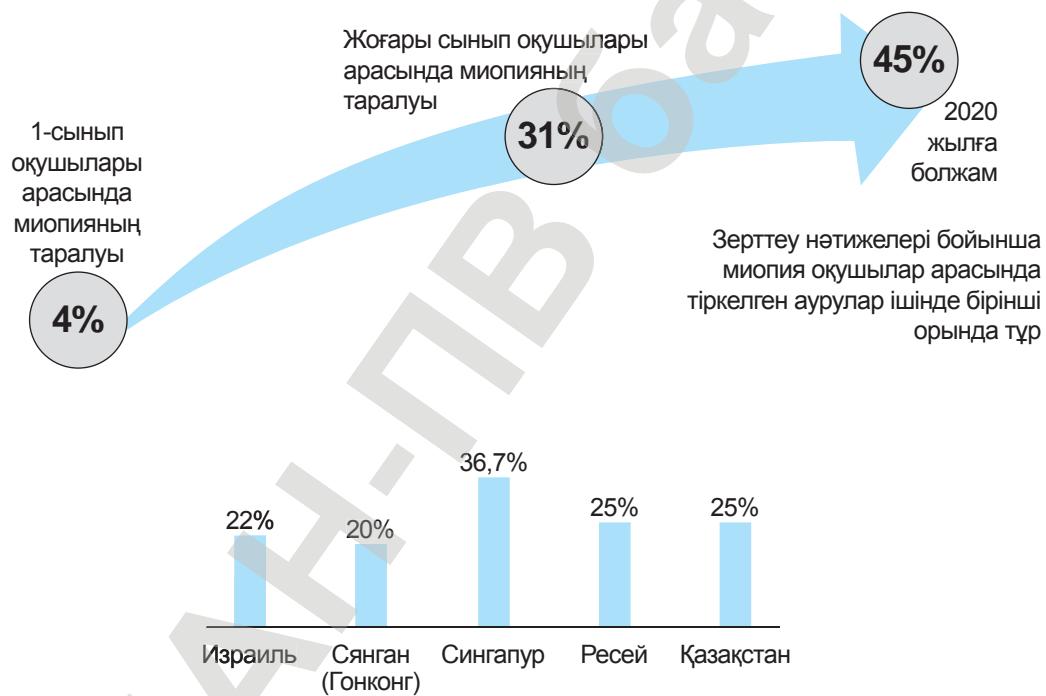
**Линзаның оптикалық күші** – линзаның сындыру қасиетін сипаттайтын физикалық шама.

**Сыну бұрышы** – сынған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің тұсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

## Физика біздің өмірімізде

### Кез – табиғи оптикалық жүйе

Адам қоршаған орта туралы ақпараттың 80–90%-ын көру арқылы қабылдайды. Статистика бойынша Жер бетінің әрбір үшінші тұрғынының көру қабілетінің әртүрлі ақаулары бар. Елімізде әрбір 10-бала мен әрбір 5-жасөспірімде миопия (жақыннан көргіштік) кездеседі. Белсенді медициналық тексерулер мәліметтері бойынша миопияның таралуы жақыннан көргіштікпен тіркелген балалар санына қарағанда 3,5 есе көп. Диаграммада балалар арасында миопияның таралу статистикасы көрсетілген. Миопияның пайда болу себептері: көзге қалыптан тыс жүктеменің түсі, көздің қатты шаршауы, компьютер немесе теледидар алдында бірнеше сағат отыру, кітап немесе хат оқу барысында жарықтың дұрыс берілмеуі және дұрыс отырмау.



**1-тапсырма.** Көздің жақсы көру қабілетін сақтап қалу үшін негізгі ережелер құрастырып, жадынама ұсынындар.

**2-тапсырма.** Сұраққа жауап беріндер: неліктен дамыған елдерде көру қабілетінде ақаулары бар адамдар көп?

## Жұлдыз жарығы

Шолпан үлкен қалада тұрады, ол кешкісін жұлдыздарды бақылағанды ұнатады. Бірақ олардың кейбірін бақылау мүмкін емес. Сол себепті Шолпан әр апта сайын телескоптың көмегімен зерттелген жұлдыздар шоғырының жарығы әлсіз жұлдыздарын бақылау үшін астрономиялық обсерваторияға барады. Ауылды жерде Шолпан жұлдыздар шоғырының жарық жұлдызыда-рымен қатар жарығы әлсіз жұлдыздарды да бақылай алады.

**1-сұрақ.** Неліктен ауылды жерлерде үлкен қалаларға қарағанда көбірек жұлдыз көруге болады?

- Қалаларда Ай жарық, ол көптеген жұлдыздардың жарығын жауып тастайды.
- Ауылды жерлердегі ауа құрамында қалаға қарағанда жарықты шағылдыратын көптеген шаң бөлшектері бар.
- Қаланың жарық шамдарының әсерінен көптеген жұлдыздарды көру мүмкін емес.
- Көліктерден және үйлерден жылу бөліну нәтижесінде қаладағы ауа жылырақ.

**2-тапсырма.** Неліктен линзалары үлкен телескопты қолдану жарық емес жұлдыздарды бақылауға мүмкіндік береді?

- Линза қаншалықты үлкен болса, соншалықты көп жарық жинаиды.
- Линза қаншалықты үлкен болса, ұлғайтуы да соншалықты күшті болады.
- Үлкен линзалар аспан кеңістігінің үлкен бөлігін көруге мүмкіндік береді.
- Үлкен линзалар жұлдыздардағы қою түстерді көруге мүмкіндік береді.

**Бақылау тесті****1-нұсқа**

- Вакуумдағы жарықтың таралу жылдамдығы –**
  - $3 \cdot 10^5$  м/с.
  - $3 \cdot 10^6$  м/с.
  - $3 \cdot 10^7$  м/с.
  - $3 \cdot 10^8$  м/с.
- Сөulenің тұсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш –**
  - Шағылу бұрышы.
  - Тұсу бұрышы.
  - Сыну бұрышы.
  - Шағылудың шектік бұрышы.
- Вакуумнан мөлдір ортаға өткен кезде жарық жылдамдығы неше есе азаятынын көрсететін шама –**
  - Абсолют сыну көрсеткіші.
  - Салыстырмалы сыну көрсеткіші.
  - Ортаның мөлдірлігі.
  - Ортаның оптикалық тығыздығы.
- Шағылу заңы негізінде тұсу бұрышы**
  - Сыну бұрышына тең.
  - Шағылу бұрышының екі еселік мәніне тең.
  - Шағылу бұрышына тең.
  - Шағылған сәуле мен беттің жазықтығы арасындағы бұрышқа тең.
- Линзаның сындыру қабілетін сипаттайтын физикалық шама –**
  - Линзаның ұлғаюы.
  - Линза фокусы.
  - Линзаның оптикалық күші.
  - Абсолют сыну көрсеткіші.
- Адам айнаға қарай  $1\text{ м}/\text{с}$  жылдамдықпен жүріп бара жатыр. Ол өзінің кескініне қандай жылдамдықпен жақындайтынын анықтандар:**
  - 0,5 м/с.
  - 1 м/с.
  - 1,5 м/с.
  - 2 м/с.
- Сфералық ойыс айнаның көмегімен алынған заттың кескіні шын, улкейтілген, тоңкерілген. Зат қай жерде тұрганын көрсетіндер:**
  - Төбесі мен фокус арасында.
  - Айнаның фокусында.

- C) Сфералық беттің центрі мен фокус арасында.  
D) Сфералық беттің центрінде.
- 8. Фокусы 20 см-ге тең болатын линзаның оптикалық күшін анықтандар:**
- A) 2 дптр.  
B) 3 дптр.  
C) 4 дптр.
- D) 5 дптр. 9. Көз бұршағының қисықтығын өзгерту қасиеті –**
- A) Аккомодация.  
B) Модификация.  
C) Оптимизация.  
D) Шоғырландыру.
- 2-нұсқа**
- 1. Бойымен жарық таралатын сзыық –**
  - A) Сәуле.  
B) Траектория.  
C) Орын ауыстыру.  
D) Тұзу.
  - 2. Сәулениң тұсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр мен тұскен сәуле арасындағы бұрыш –**
  - A) Шағылу бұрышы.  
B) Тұсу бұрышы.  
C) Сыну бұрышы.  
D) Шағылудың шектік бұрышы.
  - 3. Сыну бұрышы 90° болған кездегі тұсу бұрышы –**
  - A) Толық сынудың шектік бұрышы.  
B) Толық шағылудың шектік бұрышы.  
C) Максимал тұсу бұрышы.  
D) Минимал тұсу бұрышы.
  - 4. Линзаның оптикалық күшінің өлшем бірлігі –**
  - A) метр.  
B) диоптрия.  
C) ампер.  
D) ньютон.
  - 5. Заттың жалған, тура және оның өлшеміне тең кескінін беретін оптикалық аспап –**
  - A) Ойыс айна.  
B) Дөңес айна.  
C) Ойыс линза.  
D) Жазық линза.

6. Айнаның сфералық бетінің қисықтық радиусы 20 см. Айнаның фокустық қашықтығының анықтандар:
- A) 40 см.
  - B) 20 см.
  - C) 10 см.
  - D) 5 см.
7. Айнадан көретін кескініміз жалған, тұра және кішірейтілген. Осындай кескінді қандай айна беретінін көрсетіндер:
- A) Жазық.
  - B) Дөңес.
  - C) Ойыс.
  - D) Ешқандай айна мұндай кескін бермейді.
8. Линзаның оптикалық күші – 2 дптр-ге тең. Линзаның фокустық қашықтығының анықтандар, линзаның түрі –
- A) 50 см, жинағыш.
  - B) – 50 см, шашыратқыш.
  - C) 20 см, жинағыш.
  - D) – 20 см, шашыратқыш.
9. Заттың кескіні көздің торқабығының артқы жағынан алынды. Көздің оптикалық жүйесінің типін және осы кемшілікті жоятын қабілеті бар линзаның түрін көрсетіндер:
- A) Алыстан көргіштік, жинағыш.
  - B) Алыстан көргіштік, шашыратқыш.
  - C) Жақыннан көргіштік, жинағыш
  - D) Жақыннан көргіштік, шашыратқыш.

## Қосымшалар

# ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР ЖӘНЕ КЕСТЕЛЕР

- Зертханалық жұмыстарда оларды жүргізу мақсаты, қажетті құрал-жабдықтар көрсетілген, жұмыс барысы суреттермен, кестелермен және есептеу формулаларымен берілген.

## 1-қосымша. Зертханалық жұмыстар

### № 1 зертханалық жұмыс

**Температуралары әртүрлі суларды араластырғандағы жылу мөлшерін салыстыру**

**Жұмыстың мақсаты:** жылуберілуде ыстық судың берген және сұық судың алған жылу мөлшерлерін салыстыру. Салыстырылып отырған шамалар жуық мәндер екендігіне көз жеткізу. Тәжірибелі нәтижесіне әсер ететін факторларды анықтау.

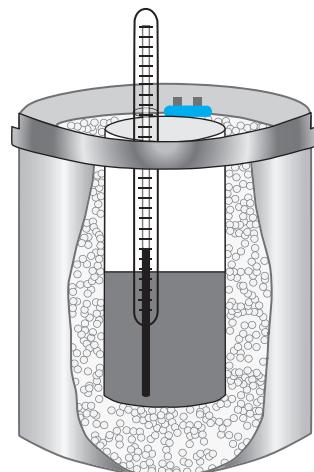
**Құрал-жабдықтар:** калориметр, ыстыққа төзімді шыныдан жасалған өлшеуіш цилиндр (мензурка), термометр, қайнатылған суға арналған ыдыс, ыстық суы бар шэйнек (бүкіл сыныпқа біреу), сұық суы бар ыдыс.

### Жұмысқа нұсқаулық:

- Іздістағы сұық судың  $t_1$  температурасын анықтап, нәтижесін кестеге енгізіңдер:

| Сұық судың бастапқы температурасы | Ыстық судың бастапқы температурасы | Қоспа температурасы | Ыстық су массасы | Сұық су масасы   | Сұық судың қабылдаған жылу мөлшери | Ыстық судың берген жылу мөлшері |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| $t_1, ^\circ\text{C}$             | $t_2, ^\circ\text{C}$              | $t, ^\circ\text{C}$ | $m_2, \text{кг}$ | $m_1, \text{кг}$ | $Q_1, \text{Дж}$                   | $Q_2, \text{Дж}$                |
|                                   |                                    |                     |                  |                  |                                    |                                 |

- Көлемі  $100 \text{ см}^3$  ыстық суды калориметрге құйындар.
- Ыстық судың температурасын  $t_2$  анықтандар (1-сурет).
- Калориметрге  $100 \text{ см}^3$  сұық су құйып, алынған қоспаны термометрмен абайлас араластырып,  $t$  температурасын өлшеңдер.
- Тығыздығын  $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  деп алып, сұық су мен ыстық судың массаларын есептөндөр, алынған мәнді  $\text{kg}-ға$  аудыстырып, кестеге енгізіңдер.



1-сурет. Калориметр

6. Суық судың алған жылу мөлшерін мына формула бойынша есептендер:  

$$Q_1 = cm_1(t - t_1)$$
.
  7. Істық судың берген жылу мөлшерін мына формула бойынша есептендер:  

$$Q_2 = cm_2(t_2 - t)$$
.
  8. Алынған  $Q_1$  мен  $Q_2$  мәндерін салыстырыңдар. Істық судың берген жылу мөлшері суық судың алған жылу мөлшерінен неліктен көп екендігін түсіндіріңдер.
  9. Тәжірибелің нәтижесі бойынша қорытынды жазыңдар.
- Бақылау сұрағы:** қандай шарттар орындалған кезде ыстық судың берген жылу мөлшері суық судың алған жылу мөлшеріне тең болады?

## № 2 зертханалық жұмыс

### Мұздың меншікті балқу жылуын анықтау

**Жұмыстың мақсаты:** жылу балансының теңдеуін пайдаланып, мұздың меншікті балқу жылуын анықтау.

**Құрал-жабдықтар:** калориметр, мензурка, термометр, таразы, мұз кесегі мен су араласқан қоспасы бар термос, сұы бар ыдыс.

#### Қысқаша теория.

Тұйық жүйедегі денелер жылу алмасқан кезде, қыздырылған денениң берген жылу мөлшері суық денениң алған жылу мөлшеріне тең болады.

Бұл жұмыста тұйық жүйе ретінде калориметрдің ішкі стақаны, су және мұз кесегі алынады. Стакан мен су салқындейды, мұз энергияны ала отырып ериді және қызады.

Калориметрдің стақаны салқындей отырып,

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_1 - t)$$

жылу мөлшерін береді, мұнда  $c_1$  – меншікті жылусыйымдылық,  $m_1$  – калориметрдің ішкі стақанының массасы,  $t_1$  – тәжірибе басталғанда дейінгі қоршаған ортаниң аяқ температурасы,  $t$  – жылу алмасудан кейінгі жүйе температурасы.

Су салқындей отырып,

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t)$$

жылу мөлшерін береді, мұнда  $c_2$  – судың меншікті жылусыйымдылығы,  $m_2$  – су массасы,  $t_2$  – жылу алмасуға дейінгі су температурасы,  $t$  – жылу алмасудан кейінгі денелердің температурасы.

Мұз ериді және  $t$  температураға дейін су түрінде қызады:

$$Q_3 = \lambda m_3 + c_2 m_3 (t - t_3)$$

мұнда  $\lambda$  – мұздың меншікті балқу жылуы,  $m_3$  – мұз массасы,  $t_3 = 0^\circ\text{C}$  – мұздың бастапқы температурасы.

Жылу балансы теңдеуінің негізінде

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

немесе

$$c_1 m_1 (t_1 - t) + c_2 m_2 (t_2 - t) = \lambda m_3 + c_2 m_3 (t - t_3).$$

Алынған тендеуден белгісіз шаманы өрнектейік

$$\lambda = \frac{c_1 m_1 (t_1 - t) + c_2 m_2 (t_2 - t) - c_2 m_3 (t - t_3)}{m_3} \quad (1)$$

### Жұмысқа нұсқаулық:

1.  $t_1$  қоршаған ортандың температурасы мен  $t_2$  су температурасының анықтаңдар. Нәтижелерін кестеге енгізіңдер:

| Калориметрдің бастапқы температурасы<br>$t_1, {}^{\circ}\text{C}$ | Су температурасы<br>$t_2, {}^{\circ}\text{C}$ | Қоспа температурасы<br>$t, {}^{\circ}\text{C}$ | Калориметр стақанының массасы<br>$m_1, \text{ кг}$ | Су массасы<br>$m_2, \text{ кг}$ | Мұз массасы<br>$m_3, \text{ кг}$ |
|---|---|--|--|---------------------------------|----------------------------------|
|   |   |  |  |                                 |                                  |

2. Таразыда калориметрдің ішкі стақанының массасын  $m_1$  анықтаңдар.
3. Калориметрге көлемі  $V_1 = 100 \text{ см}^3$  су құйындар. Суға мұз кесегін салып, мұз толығымен суға айналған кездегі қоспа температурасын  $t$  анықтаңдар.
4. Калориметрге құйылған су массасын көлемі мен тығыздығының мәні бойынша есептеңдер, нәтижесін кестеге енгізіңдер.
5. Калориметрдегі ерітілген мұзы бар суды мензуркаға құйып, су көлемінің өзгеруін анықтаңдар:

$$\Delta V = V_2 - V_1,$$

мұндағы,  $V_2$  – мұзы бар судың жалпы көлемі,  $V_1$  – мензуркаға құйылған су көлемі.

6.  $m = \rho \cdot \Delta V$  формуласын пайдаланып, көлемнің өзгерісі бойынша мұз массасын анықтаңдар.
7. (1) есептеу формуласы бойынша мұздың меншікті балқу жылуын есептедер, заттардың меншікті жылуусыйымдылығын  $c_1$  мен  $c_2$  кесте бойынша анықтаңдар.
8. Мұздың меншікті балқу жылуының алынған мәнін кестедегі мәнімен салыстырыңдар.
9. Тәжірибе бойынша қорытынды жасаңдар. Мұздың меншікті балқу жылуының алынған мәнін кестедегі мәнімен салыстырып, жүргізілген өлшеудің абсолюттікін анықтаңдар:

$$\Delta\lambda = |\lambda_{\text{кесте}} - \lambda|.$$

Нәтижеге әсер еткен факторларды көрсетіңдер.

**№ 3 зертханалық жұмыс**

**Электр тізбегін жинау және оның әртүрлі бөліктеріндегі ток күші мен кернеуді өлшеу**

**Жұмыстың мақсаты:** тізбектей жалғанған аспаптардан тұратын тізбектің әртүрлі бөлігінде ток күші бірдей екеніне көз жеткізу. Тізбектің әртүрлі бөлігіндегі кернеуді өлшеуді үйрену.

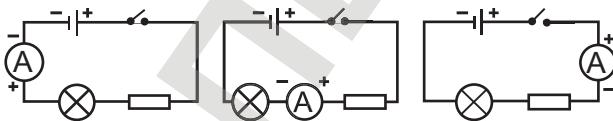
**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, шам, сым резистор, кілт, өткізгіш сымдар, амперметр, вольтметр.

**1-тапсырма.** Ток күшін өлиеу.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

- Амперметрдің бөлік құнын анықтаңдар, алынған нәтижені кестеге енгізіңдер:

| Амперметрдің бөлік құны | Амперметрдің көрсеткіші |          |          |
|-------------------------|-------------------------|----------|----------|
|                         | $I_1, A$                | $I_2, A$ | $I_3, A$ |
|                         |                         |          |          |



2-сурет. Амперметрлерді тізбекке жалғау сұлбалары

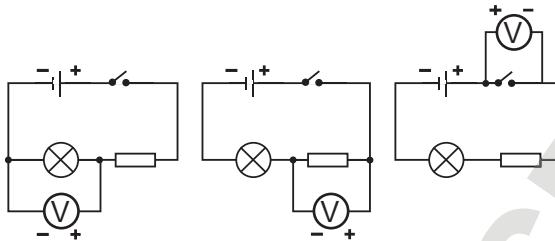
- 2-суретте көрсетілген 1-сұлба бойынша тізбек құрастырындар. Кілтті түйіктанңар.  $I_1$  амперметрдің көрсеткішін алыңдар, нәтижесін кестеге енгізіңдер.
- Тізбектегі амперметрдің күйін 2-суреттің 2 және 3-сұлбасына сәйкес өзгерте отырып, әр жағдай үшін  $I_2$ ,  $I_3$  көрсеткішін жазып алыңдар.
- Алынған нәтижелерді салыстырындар, қорытынды жасаңдар.

**2-тапсырма.** Кернеуді өлиеу.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

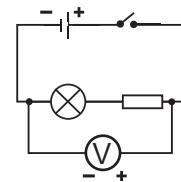
- Вольтметрдің бөлік құнын анықтаңдар, алынған нәтижені кестеге енгізіңдер:

| Вольтметрдің бөлік құны | Вольтметрдің көрсеткіші |                  |                  |                |
|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------|
|                         | $U_1, \text{ В}$        | $U_2, \text{ В}$ | $U_3, \text{ В}$ | $U, \text{ В}$ |
|                         |                         |                  |                  |                |



3-сурет. Вольтметрдің қосу сұлбасы

- 3-суретте көрсетілген 1-сұлба бойынша тізбек жинаңдар.
- Тізбектің түйіктап,  $U_1$  вольтметрдің көрсеткішін анықтаңдар, нәтижесін 2-кестеге жазыңдар.
- 3-суретте бейнеленген сұлбаларға сәйкес тізбектегі вольтметрдің орнын өзгерте отырып,  $U_2$ ,  $U_3$  көрсеткіштерін алыңдар.
- Шам мен резистордан тұратын тізбек бөлігіне вольтметрді қосып, оның көрсеткішін  $U$  алыңдар (4-сурет).
- Вольтметрдің көрсеткішін  $U$  кернеулер қосындысымен  $U_1 + U_2$  салыстырыңдар.
- $U_1$  мен  $U_2$ ;  $U_1$  мен  $U_3$  бөліктеріндегі кернеулер мәнін салыстырыңдар, кернеудің әртүрлі мәндері туралы қандай ойларың бар?
- Сұрақтарға жауап берे отырып, қорытынды жасаңдар: тізбектің қай бөлігінде кернеу ең үлкен, ал қай бөлігінде ең кіші мәнге ие; тізбектің екі бөлігіндегі кернеу әрқайсысындағы кернеулердің қосындысына тең деп айтуда бола ма?



4-сурет. Екі аспаптан тұратын тізбек бөлігіне вольтметрді қосу

#### № 4 зертханалық жұмыс

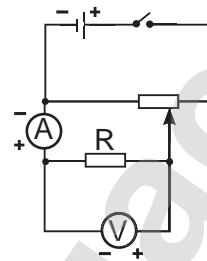
**Тізбек бөлігіндегі ток күшінің кернеуге тәуелділігін зерттеу**

**Мақсаты:** металл өткізгіштерде ток күшінің кернеуге тұра тәуелділігіне тәжірибе арқылы көз жеткізу. Тәжірибеден алынған мәліметтерді талдау және оларды қателіктерін ескере отырып жазу.

**Курал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, кернеу бөлгіш, резистор, амперметр, вольтметр.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

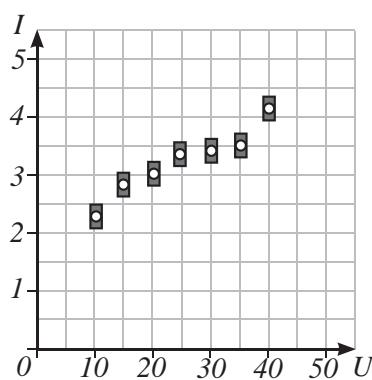
- 5-суретте көрсетілген сұлба бойынша электр тізбегін жинап, оны түйіктаңдар.
- Кернеу бөлгіштегі жылжымалы контактының күйін өзгерте отырып, вольтметрдің көрсеткішін және соған сәйкес амперметрдің көрсеткішін алындар, оларды кестеге енгізіндер.
- Амперметр мен вольтметрдің бөлік құнын анықтаң, нәтижесін кестеге енгізіндер.
- Кестеге кернеу мен ток күшінің мәнін өлшеу қателігін ескере отырып жазындар. Өлшеу қателігін аспаптың бөлік құнының жартысына тең деп қабылдаңдар.



**5-сурет.** Тізбекке кернеу бөлгішті қосу

| Тәжірибе № | Вольтметрмен өлшеу қателігі $\Delta U, \text{ В}$ | Кернеу $U, \text{ В}$ | Қателікті ескергендеңі кернеу $U \pm \Delta U, \text{ В}$ | Амперметрмен өлшеу қателігі $\Delta I, \text{ А}$ | Ток күші $I, \text{ А}$ | Қателікті ескергендеңі ток күші $I \pm \Delta I, \text{ А}$ |
|------------|---|-----------------------|---|---|-------------------------|---|
| 1          |   |                       |   |   |                         |   |
| 2          |   |                       |   |   |                         |   |
| 3          |   |                       |   |   |                         |   |
| 4          |   |                       |   |   |                         |   |
| 5          |   |                       |   |   |                         |   |

- Алынған кернеу мен күштің мәні бойынша  $I(U)$  тәуелділік графигін салындар.
- Ток күшінің кернеуге тәуелділік графигін салу үшін кернеуді абцисса осімен, ал ток күшін ордината осі бойынша бағыттаңдар. Кестеге енгізілген мәндерге сәйкес келетін нүктелерді белгілеңдер. Нүктелер айналасында қабыргалары әр шаманың қателіктепінің екі еселеңген мәніне сәйкес келетін тікбурыш салындар (6-сурет).
- Өлшенген шамалардың мәндер аймағынан өтетіндей немесе оны жанайтындағы етіп график салындар.
- Сұрақтарға жауап беріндер:
  - Сендер кандай тәуелділік графикін алдындар?
  - Тәжірибе нәтижесі Ом заңын растай ма?
- Қорытынды жасаңдар.



**6-сурет.** График нүктелерін қателікті ескеріп салу

**№ 5 зертханалық жұмыс****Өткізгіштерді тізбектей жалғауды зерттеу****Жұмыстың мақсаты:** тізбектей жалғау заңдарының  $I = I_1 = I_2$ ;

$$U = U_1 + U_2; \quad R = R_1 + R_2; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

орындалатынын тексеру.

**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғаыш сымдар, екі амперметр, үш вольтметр.**Жұмысқа нұсқаулық:**

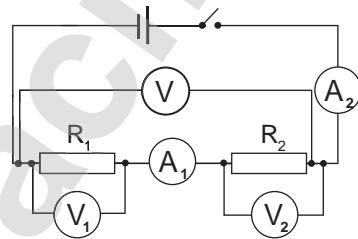
- 7-суретте көрсетілген сұлба бойынша тізбек жинаңдар. Тізбекті тұйықтап, амперметрлердің  $I_1$ ,  $I_2$  және вольтметрлердің  $U$ ,  $U_1$  мен  $U_2$  көрсеткіштерін анықтаңдар. Нәтижесін кестеге жазыңдар.
- Өткізгіштерді тізбектей жалғау заңдарының орындалатынын тексеру:

$$I = I_1 = I_2; \quad U = U_1 + U_2.$$

- Ом заңының негізінде резисторлардың кедергілерін  $R_1$  мен  $R_2$  және олардың жалпы кедергісін  $R$  есептеңдер:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U}{I_2}; \quad R = \frac{U}{I}.$$

Есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.



7-сурет. Вольтметр және амперметрлерді тізбекке қосу сұлбасы

| Өлшемді         |                 |               |                 |                 | Есептелді        |                  |                |
|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|
| $U_1, \text{В}$ | $U_2, \text{В}$ | $U, \text{В}$ | $I_1, \text{А}$ | $I_2, \text{А}$ | $R_1, \text{Ом}$ | $R_2, \text{Ом}$ | $R, \text{Ом}$ |
|                 |                 |               |                 |                 |                  |                  |                |

- Алынған  $R$  мәнін кедергілер қосындысымен  $R_1 + R_2$  салыстырыңдар.
- Кернеу мен кедергі арасында мына қатынастың орындалуын тексеріндер:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

- Есептеулер нәтижесі бойынша қорытынды жасандар.

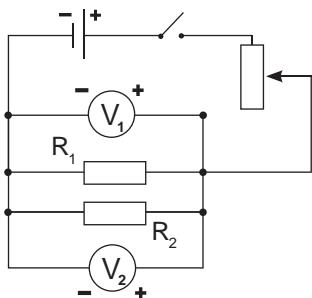
**№ 6 зертханалық жұмыс****Өткізгіштерді параллель жалғауды зерттеу****Жұмыстың мақсаты:** параллель жалғау заңдарының орындалатынын тексеру:

$$I = I_1 + I_2; \quad U = U_1 = U_2; \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

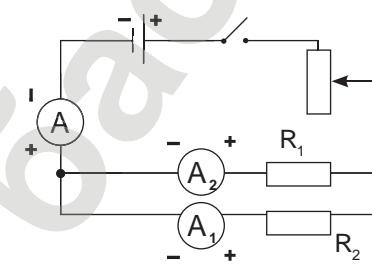
**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, үш амперметр, екі вольтметр.

### Жұмысқа нұсқаулық:

- 8-суретте көрсетілген сұлба бойынша тізбек жинаңдар. Тізбекті тұйықтаң, вольтметрлердің  $U_1$  мен  $U_2$  көрсеткіштерін алыңдар. Нәтижесін кестеге жазыңдар.
- 9-суретте көрсетілген сұлба бойынша тізбек жинаңдар, амперметрлердің көрсеткіштерін алыңдар.
- $I = I_1 + I_2$  қатынасы орындала ма? Тексеріндер.



**8-сурет.** Вольтметрлерді тізбек бөліктеріне қосу



**9-сурет.** Амперметрлерді тізбек бөліктеріне қосу

- Резисторлардың кедергісі мен олардың жалпы кедергісін Ом заңын пайдаланып табыңдар:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U}{I_2}; \quad R = \frac{U}{I}.$$

Есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.

| Өлшемді          |                  |                |                  |                  | Есептелді         |                   |                 |
|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| $U_1, \text{ В}$ | $U_2, \text{ В}$ | $I, \text{ А}$ | $I_1, \text{ А}$ | $I_2, \text{ А}$ | $R_1, \text{ Ом}$ | $R_2, \text{ Ом}$ | $R, \text{ Ом}$ |
|                  |                  |                |                  |                  |                   |                   |                 |

- Кедергінің есептелген мәндерін қойып, мына қатынастардың орындалуын тексеріндер:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1},$$

- Есептеулер мен өлшеулер нәтижесі бойынша қорытынды жасандар.

## № 7 зертханалық жұмыс. Электр тогының жұмысы мен қуатын өлшеу

**Жұмыстың мақсаты:** амперметр мен вольтметрді қолдану арқылы шамның қуатын анықтау. Шамдағы ток жұмысын есептеу, жұмсалған электр энергиясының құнын қолданыстағы тариф бойынша анықтау.

**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғасатын сымдар, тұғырлы шам, амперметр, вольтметр.

**1-тапсырма.** Шам қуатын анықтау

**Жұмысқа нұсқаулық:**

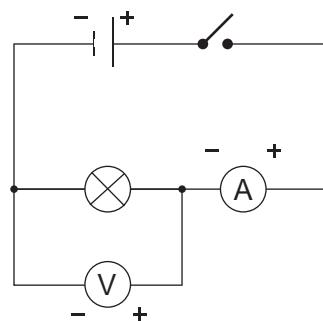
- 10-суретте көрсетілген сұлба бойынша электр тізбегін құрастырындар.
- Тізбекті тұйықтап, амперметрлердің және вольтметрлердің көрсеткіштерін алындар. Нәтижесін кестеге жазындар.

| Тәжірибе нәтижесі |                |                 | Номиналды мәндері |                  |                   |
|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| $U, \text{ В}$    | $I, \text{ А}$ | $P, \text{ Вт}$ | $U_h, \text{ В}$  | $I_h, \text{ А}$ | $P_h, \text{ Вт}$ |
|                   |                |                 |                   |                  |                   |

- Шамның цоколіндегі (электр шамдарының патронмен жалғасатын бөлігі) ток күші мен кернеудің номиналды мәндерін кестеге жазындар.
- Ток күші мен кернеудің номиналды мәндері және тәжірибе нәтижесі бойынша қуаттың мәнін есептендер:

$$P = UI; P_h = U_h I_h.$$

5. Қорытынды жасандар.



**10-сурет.** Амперметр мен вольтметрдің қосы сұлбасы

**Жұмысқа нұсқаулық:**

- Ток жұмысын есептеу формуласын  $A = Pt$  пайдаланып, 1 сағат, 1 тәулік және 1 айдағы электр тогының жұмысын ХБЖ бірлігінде есептендер. Нәтижесін кестеге енгізіндер.
- Алынған нәтижені  $\text{kВт} \cdot \text{сағ}$  бойынша өрнектендер.

| Ұақыт    | Жұмыс |              | Тариф<br>T, теңге | Құны<br>Күн, теңге |
|----------|-------|--------------|-------------------|--------------------|
|          | A, Дж | A, кВт · сағ |                   |                    |
| 1 сағат  |       |              |                   |                    |
| 1 тәулік |       |              |                   |                    |
| 1 ай     |       |              |                   |                    |

3. Электр энергиясының құнын қазіргі тариф бойынша есептеңдер.  

$$Cm = A \cdot T$$
4. 40 шамнан тұратын мерекелік тізбектер (гирлянда) бір ай үздіксіз жұмыс істегендеге кететін электр энергиясының құнын анықтаңдар.
5. Есептеулерді талдаң, қорытынды жасандар.

## № 8 зертханалық жұмыс

### Тұрақты магниттің қасиетін зерттеу, магнит өрістерінің бейнесін алу

**Жұмыстың мақсаты:** магниттердің әртүрлі заттармен өзара әрекеттесуін зерттеу. Тәжірибе арқылы магнит полюстерінің бар екендігіне көз жеткізу, аттас және әр аттас полюстердің өзара әрекеттесуін тексеру.

Жолақ және таға тәрізді магниттер, екі жолақ магнит тудырған магнит өрістерінің құш сзықтарын зерттеу. Құш сзықтары арқылы магнит өрісін графикалық түрде бейнелеу.

**Құрал-жабдықтар:** екі жолақ магнит, таға тәрізді магнит, ақ қағаз беттері, ұсақ темір шегелер, қағазқыстырғыштар, тіреудегі магнит тілшесі, темір үгінділері бар елеуішті қорап, әртүрлі заттардан жасалған ұсақ заттар: пластмасса, шыны, ағаш және т.б.

#### 1-тапсырма. Тұрақты магниттің қасиеттерін зерттеу

##### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Металдан және басқа заттардан жасалған ұсақ бұйымдарды ақ қағаз бетіне шашындар.
2. Магнитті бұйымдарға жақындастындар. Өткізілген тәжірибе туралы есеп жасағанда қандай заттар магнитке тартылатынын, қандай заттар тартылмайтынын көрсетіндер.
3. Қағазға темір үгінділерін себіндер. Оларға магнитті жақындастындар, жолақ, содан кейін таға тәріздес магниттердің полюстерінің орналасуын анықтаңдар.
4. Магниттердің аттас полюстері тебілетініне, ал әр аттастар тартылатынына көз жеткізіндер. Магнитті магнит тілшешін солтустік полюсіне, содан кейін магниттің полюстерін өзгертпей, оңтүстік полюсіне жақындастындар.
5. Магнитке ұсақ шегелерден «тізбек» іліндер. Жоғарғыда тұрған шегені ұстап, магнитті алып тастаңдар. Неліктен шегелер «тізбегі» магнитті алып тастаған соң бірден шашылып кетпейді?
6. Өткізілген тәжірибелерден тұрақты магниттердің өздерін қоршаған денелерге әсері туралы қорытынды жасандар. Магниттелген денениң магниттеген денеден айырмашылығы қандай? Темірді магниттеу үшін не істей керек?

#### 2-тапсырма. Магнит өрістерінің бейнесін алу

## Жұмысқа нұсқаулық:

- Жолақ магнитті үстелге қойып, бетін қағазбен жабындар. Елеуішті қораптан қағазға жұқа қабат етіп темір үгінділерін себіндер. Дәптерлеріне алынған күш сзықтарының суретін салындар.
- Екі жолақ магниттің аттас және әр аттас полюстерінің арасында туындаған өрістердің күш сзықтарын темір үгінділерінің көмегімен зерттеңдер (11-сурет). Суретте күш сзықтарын бейнелеңдер.
- Таға тәріздес магниттен туындаған өрістің күш сзықтарын қарастырындар, суретте бейнелеңдер.
- Өткізілген тәжірибелер бойынша қорытынды жасаңдар. Магнит өрісінің күш сзықтарының қандай қасиеттері бар?
- Сыныптастарының орындаған жұмысын дескрипторлар бойынша бағандар:



11-сурет. Жолақ магниттердің орналасуы

| Бағалау критерийлері  | Дескрипторлар   |
|---|---|
| Экспериментті жүргізу техникасын және қауіпсіздік техникасын сактау | <p>Окушылар</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Экспериментті жұмыстың ретін сақтай отырып орындаиды.</li> <li>Темір үгінділерімен жұмыс істегендеге қауіпсіздік техникасын сақтайады.</li> </ol>  |
| Алынған мәліметтерді талдау   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Магнитке тартылатын және тартылмайтын 2–3 затты атайды.</li> <li>Магниттердің полюстерін анықтайтының және олардың өзара қалай әрекеттесетінін біледі.</li> <li>Темірден жасалған денелердің магниттелуін әдістерін біледі.</li> </ol>   |
| Магнит өрісі күш сзықтарының графикалық кескінін салу               | <ol style="list-style-type: none"> <li>Суретте магниттердің аттас және әр аттас полюстері арасындағы магнит өрісінің күш сзықтарының басы мен соңын көрсете алады.</li> <li>Магнит полюстері арасындағы магнит өрісінің күш сзықтарын дұрыс бейнелейді.</li> <li>Алынған кескіндерді талдау арқылы магнит өрісінің қасиеттерін атайды.</li> </ol> |
| Экспериментті жүргізуге әсер ететін факторларды анықтау             | <ol style="list-style-type: none"> <li>Теорияга сәйкес келетін нәтижені алуға кедегі келтірген факторларды атайды.</li> </ol>   |

**№ 9 зертханалық жұмыс****Электромагнитті жинау және оның әрекетін тексеру**

**Жұмыстың мақсаты:** электромагнит әрекетінің электромагнит орамындағы ток күшіне және өзекшенің бар-жоқтығына тәуелділігін тәжірибе арқылы тексеру. Жолақ магнит пен соленоидтағы токтан туындаған магнит өрістерін салыстыру.

**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, реостат, өзекшесі бар шарфы, магнит тілшелер, темір үгінділері, қағаз беті.

**1-тапсырма.** Тогы бар шарғының магниттік қасиеттерінің өзекшеге тәуелділігін зерттеу

**Жұмысқа нұсқаулық:**

1. Ток көзінен, кілттен, шарфы және реостаттан тізбектей жалғанған тізбек жинаңдар. Кілтті бекітіндер.
2. Магнит тілшениң көмегімен шарғының полюстерін анықтандар.
3. Магнит тілшени шарфы осімен тілше Жердің магнит сызықтары бойымен бағыттала бастайтындағы арақашықтыққа апарындар. Шарғының магнит өрісінің тілшеге әсері өте аз.
4. Шарғыға өзекшениң кіргізіндер. Өзекшесі бар шарғының магнит тілшеге әсерін бақыландар. Қорытынды жасандар.

**2-тапсырма.** Электромагнит әрекетінің шарғыдағы ток күшіне тәуелділігін зерттеу

**Жұмысқа нұсқаулық:**

1. Қағаз бетіне темір үгінділерін себіндер.
2. Үгінділерге бір полюсімен электромагнитті жақындастындар.
3. Реостат көмегімен шарғыдағы ток күшінің мәнін өзгертиңдер.
4. Ток күші нөлдік мәнге дейін азайған кезде электромагниттің үгінділерге әсерін бақыландар.
5. «Неге өзекшесі ток жоқ болған кезде де үгінділердің бір бөлігін ұстап тұрады?» деген сұраққа қалай жауап берер едіндер?
6. Өзекшеден үгінділерді кетірудің кем дегенде үш әдісін ұсынындар. Ұсынылған әдістердің тиімділігін тәжірибеде тексеріңдер.
7. Қорытынды жасандар.

**3-тапсырма.** Шарғының магнит өрісінің күши сызықтарын жолақ магнит өрісінің күши сызықтарымен салыстыру.

1. Өзекшесі бар шарғының айналасына магнит тілшелерді орналастырындар.
2. Шарғының магнит өрісінің күш сзықтарын бейнелендер. Жолақ магнит пен өзекшесі бар шарғының магнит өрістерін салыстырындар.
3. Корытынды жасандар.

## № 10 зертханалық жұмыс

### Шынының сыну көрсеткішін анықтау

**Жұмыстың мақсаты:** шынының сыну көрсеткішін анықтау. Алынған сыну көрсеткішінің мәнін кестелік мәнімен салыстыру және алынған нәтиженің дұрыстығын бағалау.

**Құрал-жабдықтар:** жазық параллель шыны пластина, ағылшын түйреуіштері – 4 дана, өлшеуіш сзығыш, ақ қағаз, транспортир.

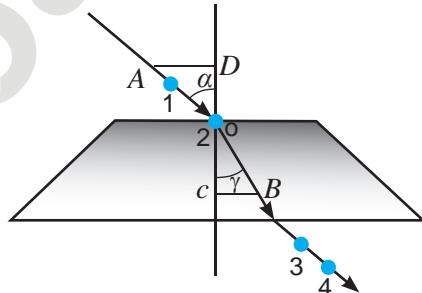
#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Ақ қағазға жазық параллель пластинаны қоюйндар да, оны қоршап сзындар.
2. Қағазға екі түйреуішті (1 және 2), екеуінің біреуін (2) пластинаға жақын, ал екіншісін өз қалаулырың бойынша кез келген жерге қадандар (12-сурет).
3. Жарықтың түзу сзықты таралу қасиетін пайдаланып, пластинада екі рет сынған сәуле жүргетін түзуді анықтандар. Ол үшін 3 және 4-түйреуштерді пластина артына әрқайсысы бақылаушының көзіне жақын түйреуіштен көрінбей қалатындағы етіп қадандар.
4. Қағаз бетінен түйреуштер пен пластинаны алып тастандар. 1 және 2-нүктелері арқылы пластинаға түсетін сәуле жүргізіндер. 3 және 4-нүктелері арқылы пластинадан шығатын сәулені жүргізіндер. Тұсу нүктесін пластинадан сәуленің шығу нүктесімен жалғандар. Алынған сзық – шыныда сынған сәуле.
5. Транспортир арқылы тұсу бұрышы  $\alpha$  мен сыну бұрышы  $\gamma$  өлшендер.
6. Келесі формула бойынша шынының сыну көрсеткішін анықтандар:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

7. Нәтижені кестелік мәндермен салыстырындар. Корытынды жасандар.
8. Суреттегі  $\Delta ADO$  мен  $\Delta OBC$  үшбұрыштарын қарастырындар. Егер  $AO = OB$  болса, сыну көрсеткішін мына формула арқылы анықтауға болатынын дәлелдендер:

$$n = \frac{AD}{CB}.$$



12-сурет. Ая-шыны шекарасында жарық сәулесінің сынуы

**№ 11 зертханалық жұмыс****Жұқа линзаның фокустық қашықтығын анықтау**

**Жұмыстың мақсаты:** линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күшін анықтандар.

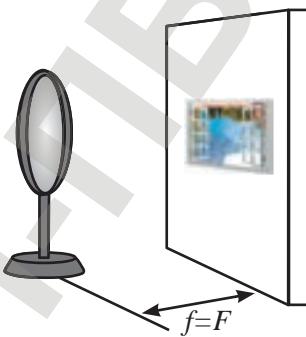
**Құрал-жабдықтар:** жинағыш линза, экран, өлшеуіш таспа, ток көзі, туғырлы шам.

**1-тапсырма.** Сәулелердің параллель оптикалық осьтері арқылы линзаның фокустық қашықтығын анықтау

Терезе өлшемі Жердің Күнге дейінгі арақашықтығымен салыстырылғанда ете аз болғандықтан, кабинетке терезеден түсетін күн сәулелерін параллель деп санауға болады. Линзаға түсетін параллель сәулелер фокуста қылышасады. Сондықтан терезенің анық көрінісі бар экран линзадан  $F$  фокустық қашықтықта орналасады.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

- Линза мен экран арасындағы қашықтықты өзгерте отырып, экрандағы терезенің кескінін алындар (13-сурет).



*13-сурет. Жинағыш линзаның фокусында орналасқан экрандағы терезенің кескіні*

- $F$  фокустық қашықтығын өлшендер, алған мәнді метрде өрнектендер.
- Линзаның оптикалық күшін мына формула арқылы есептендер:

$$D = \frac{1}{F}.$$

**2-тапсырма.** Жұқа линза формуласын пайдаланып, линзаның фокустық қашықтығын анықтау

**Жұмысқа нұсқаулық**

- Шамды линзадан экранда шамның қыздыру қылышын үлкейтілген, төң-керілген кескіні алынатындағы қашықтықта орналастырындар. Шам мен

линза арасындағы  $d_1$  және линза мен экран арасындағы  $f_1$  қашықтықты өлшемдер. Оларды кестеге жазындар.

| Тәжі-рибе № | Шам мен линза арасындағы қашықтық $d, \text{м}$ | Линза мен экран арасындағы қашықтық $f, \text{м}$ | Фокустық қашықтық $F, \text{м}$ | Линзаның оптикалық күші, $D, \text{дптр}$ |
|-------------|---|---|---------------------------------|---|
| 1.          |   |   |                                 |   |
| 2.          |   |   |                                 |   |

- Жұқа линза формуласын  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  пайдалана отырып, фокустық қашықтықты метрмен есептендер. Нәтижесін кестеге енгізіндер.
- Линзаның оптикалық күшін анықтаңдар.
- Шам, линза және экранды экранда кішірейтілген, төңкерілген кескін алышындағы етіп орналастырып, тәжірибелі қайталандар.
- Линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күшін есептendir.
- Өткізілген екі өлшеу мен есептеудің нәтижелерін салыстырындар.

**3-тапсырма.** Өлимелі бірдей кескінді пайдалану арқылы линзаның фокустық қашықтығын анықтау

Егер дene экрандағы кескінімен бірдей болса, онда дene мен экран жинағыш линзадан екі еселік фокустық қашықтықта орналасқан.

### Жұмысқа нұсқаулық

- Шам, линза және экранды дененің өлшемдері мен оның кескінінің өлшемдері бірдей болатындағы етіп орналастырындар, бұл кезде шамнан линзага дейінгі қашықтық линзадан экранға дейінгі қашықтыққа тең болады.
- Линзадан экранға дейінгі  $f$  қашықтықты өлшемдер, ол екі еселік фокустық қашықтыққа  $2F$  тең болады.
- Линзаның фокустық қашықтығын келесі формула бойынша анықтаңдар:

$$F = \frac{f}{2}.$$

- Линзаның оптикалық күшін анықтаңдар:

$$D = \frac{1}{F}$$

Линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күшін анықтаудың үш әдісін салыстырындар. Олардың қайсысы қарапайым? Қайсысының мәні нақтырақ? Неліктен?

## 2-қосымша. Кестелер

I-кесте. Еселік және үлестік қосымшилар

| Атауы | Белгіленуі | Көбейткіш  | Атауы | Белгіленуі | Көбейткіш |
|-------|------------|------------|-------|------------|-----------|
| деци  | д          | $10^{-1}$  | экса  | Э          | $10^{18}$ |
| санти | с          | $10^{-2}$  | пета  | П          | $10^{15}$ |
| мили  | м          | $10^{-3}$  | тера  | Т          | $10^{12}$ |
| микро | мк         | $10^{-6}$  | гига  | Г          | $10^9$    |
| нано  | н          | $10^{-9}$  | мега  | М          | $10^6$    |
| пико  | п          | $10^{-12}$ | кило  | к          | $10^3$    |
| фемто | ф          | $10^{-15}$ | гекто | г          | $10^2$    |
| атто  | а          | $10^{-18}$ | дека  | да         | $10^1$    |

2-кесте. Қатты денелердің тығыздығы

| Зат          | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Зат              | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ |
|--------------|---|------------------|---|
| Алюминий     | 2,7   | Қалайы           | 7,3   |
| Базальт      | 3,0   | Көктерек*        | 0,42  |
| Қайың*       | 0,6 – 0,8   | Парафин          | 0,9   |
| Бетон        | 2,3   | Құм*             | 1,5   |
| Қола         | 8,7 – 8,9   | Майқарағай*      | 0,53  |
| Шамшат*      | 0,75  | Платина          | 21,6  |
| Гранит       | 2,6   | Тығын            | 0,24  |
| Графит       | 2,15  | Қорғасын         | 11,4  |
| Вольфрам     | 19,34   | Құміс            | 10,5  |
| Емен*        | 0,7 – 1   | Слюдя            | 2,88  |
| Шырша*       | 0,4 – 0,7   | Жана жауған кар  | 0,16  |
| Темір, болат | 7,8   | Жатып қалған кар | 0,48  |
| Алтын        | 19,3  | Қарағай*         | 0,4 – 0,7   |
| Кірпіш       | 1,8   | Шыны             | 2,5   |
| Корунд       | 4,0   | Титан            | 4,5   |
| Кокс         | 1,3   | Ағаш көмірі      | 1,45  |
| Кремний      | 2,3   | Уран             | 19,1  |
| Жез          | 8,7   | Фарфор           | 2,4   |
| Мұз          | 0,9   | Мырыш            | 7,18  |
| Мыс          | 8,9   | Шойын            | 7,7   |
| Бор          | 2,2   | Әбонит           | 1,2   |
| Мәрмәр       | 2,7   | Кәріптас         | 1,1   |
| Никель       | 8,9   | * - күрғақ күйде |   |

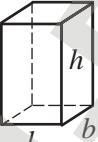
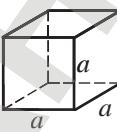
**3-кесте.** Сұйықтардың тығыздығы

| Зат          | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Зат              | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ |
|--------------|---|------------------|---|
| Ацетон       | 0,78  | Күнбағыс майы    | 0,9   |
| Бензин       | 0,71  | Сут              | 1,03  |
| 4 °C-дегі су | 1,0   | Құмырсқа қышқылы | 1,025   |
| Теніз суы    | 1,03  | Мұнай            | 0,8   |
| Глицерин     | 1,26  | Сынап            | 13,6  |
| Керосин      | 0,8   | Құқырт қышқылы   | 1,8   |
| Вазелин майы | 0,8   | Спирт            | 0,8   |
| Мәшине майы  | 0,9   | Эфир             | 0,71  |

**4-кесте.** Газдардың тығыздығы ( $0^{\circ}\text{C}$ )

| Зат    | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | Зат                  | Тығыздық<br>$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ немесе $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ |
|--------|---|----------------------|---|
| Аммиак | 0,00077   | Неон                 | 0,00090   |
| Aya    | 0,00129   | Озон                 | 0,0022  |
| Сүтек  | 0,00009   | Көміртек тотығы (IV) | 0,00198   |
| Гелий  | 0,00018   | Пропан               | 0,002   |

**5-кесте.** Дұрыс фигуналардың көлемдері

| Фигура атапу   | Фигура түрі   | Фигура көлемі                 | Бетінің ауданы                   |
|----------------|---|-------------------------------|----------------------------------|
| Параллелепипед |  | $V = l \cdot b \cdot h$       | $S = 2(lb + lh + bh)$            |
| Текше          |  | $V = a \cdot a \cdot a = a^3$ | $S = 6a^2$                       |
| Цилиндр        |  | $V = \frac{\pi D^2}{4} h$     | $S = \frac{\pi D^2}{2} + \pi Dh$ |
| Шар            |  | $V = \frac{4}{3} \pi R^3$     | $S = 4\pi R^2$                   |

**6-кесте.** Заттардың менишікті жылусысының мұлтығы

| Зат      | $c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ | Зат      | $c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ |
|----------|---|----------|---|
| Алюминий | 920   | Күм      | 880   |
| Су       | 4200  | Платина  | 140   |
| Ая       | 1000  | Сынап    | 130   |
| Темір    | 460   | Қорғасын | 140   |
| Керосин  | 2100  | Күміс    | 250   |
| Кірпіш   | 880   | Спирт    | 2500  |
| Жез      | 380   | Болат    | 500   |
| Мұз      | 2100  | Шыны     | 840   |
| Мыс      | 380   | Мырыш    | 380   |
| Никель   | 460   | Шойын    | 540   |
| Қалайы   | 250   | Эфир     | 3340  |

**7-кесте.** Заттардың менишікті жсану жылуы

| Зат             | $q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ | Зат        | $q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ |
|-----------------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| Бензин          | 46                                    | Тасқөмір   | 30                                    |
| Қоңыр көмір     | 17                                    | Керосин    | 46                                    |
| Сутек           | 120                                   | Мұнай      | 44                                    |
| Дизель отыны    | 42,7                                  | Оқ-дәрі    | 3,8                                   |
| Отын * (қайың)  | 13                                    | Табиги газ | 44                                    |
| Отын* (карагай) | 13                                    | Спирт      | 27                                    |
| Ағаш көмірі     | 34                                    | Шымтезек   | 14                                    |

\* күрғак күйде

**8-кесте.** Балқу және кристалдану температурасы

| Зат      | $t, ^\circ\text{C}$ | Зат     | $t, ^\circ\text{C}$ |
|----------|---------------------|---------|---------------------|
| Алюминий | 658                 | Күміс   | 960                 |
| Су       | 0                   | Спирт   | -114                |
| Вольфрам | 3370                | Болат   | 1400                |
| Темір    | 1539                | Қалайы  | 232                 |
| Алтын    | 1063                | Осмий   | 3030                |
| Мұз      | 0                   | Платина | 1774                |
| Мыс      | 1083                | Сынап   | -39                 |
| Нафталин | 80                  | Мырыш   | 420                 |
| Қорғасын | 327                 | Эфир    | -123                |

**9-кесте.** Менишікті балқу жылуы

| Зат      | $\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ | Зат      | $\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ |
|----------|---|----------|---|
| Алюминий | 39  | Платина  | 11  |
| Темір    | 27  | Сынап    | 1,0   |
| Алтын    | 6,7   | Қорғасын | 2,5   |

| Зат      | $\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ | Зат       | $\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ |
|----------|---|-----------|---|
| Мұз      | 34  | Күміс     | 10  |
| Мыс      | 21  | Мырыш     | 12  |
| Нафталин | 15  | Ақ шойын  | 14  |
| Қалайы   | 5,9   | Сүр шойын | 10  |

**10-кесте. Қайнату температурасы**

| Зат      | $t, {}^\circ\text{C}$ | Зат      | $t, {}^\circ\text{C}$ |
|----------|-----------------------|----------|-----------------------|
| Алюминий | 2467                  | Мыс      | 2300                  |
| Су       | 100                   | Нафталин | 218                   |
| Сутек*   | -253                  | Қалайы   | 2300                  |
| Aya*     | -193                  | Сынап    | 357                   |
| Гелий*   | -269                  | Қорғасын | 1600                  |
| Темір    | 3200                  | Спирт    | 78                    |
| Алтын    | 2947                  | Мырыш    | 906                   |
| Оттек*   | -183                  | Эфир     | 35                    |

\*- Зат сүйық күйде болады

**11-кесте. Менишкіті булану жылуы**

| Зат   | $r, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ | Зат   | $r, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ |
|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|
| Су    | 2,3                                   | Спирт | 0,9                                   |
| Сынап | 0,3                                   | Эфир  | 0,4                                   |

**12-кесте. Заттардың диэлектрлік өтімділігі**

| Зат     | Диэлектрлік өтімділік | Зат     | Диэлектрлік өтімділік |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| Су      | 81                    | Парафин | 2,1                   |
| Керосин | 2,1                   | Слюдя   | 6                     |
| Май     | 2,5                   | Шины    | 7                     |

**13-кесте. Тізбектегі электр аспаптарының белгіленуі**

| Электр аспаптарының атауы            | Сұлбадағы шартты белгілеулер | Электр аспаптарының атауы               | Сұлбадағы шартты белгілеулер |
|--------------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|
| Гальвани элементі немесе аккумулятор |                              | Элементтер немесе аккумулятор батареясы |                              |

| Электр аспаптарының атауы            | Сұлбадағы шартты белгілеулер | Электр аспаптарының атауы | Сұлбадағы шартты белгілеулер |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Сымдардың жалғасуы                   |                              | Сымдардың киылысуы        |                              |
| Аспаптарды косуға арналған қысқыштар |                              | Кілт                      |                              |
| Электр шамы                          |                              | Электрлік қонырау         |                              |
| Резистор                             |                              | Балқымалы сақтандырғыш    |                              |
| Реостат                              |                              | Кернеу бөлгіш             |                              |
| Амперметр                            |                              | Гальванометр              |                              |
| Вольтметр                            |                              | Шалааёткізгішті диод      |                              |

**14-кесте. Кейбір заттардың менишкіті электр кедегісі**

| Зат        | $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$ | Зат      | $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$ |
|------------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| Алюминий   | $2,7 \cdot 10^{-8}$              | Нихром   | $1,05 \cdot 10^{-6}$             |
| Вольфрам   | $5,3 \cdot 10^{-8}$              | Қалайы   | $1,13 \cdot 10^{-7}$             |
| Темір      | $9,9 \cdot 10^{-8}$              | Осмий    | $9,5 \cdot 10^{-8}$              |
| Алтын      | $2,2 \cdot 10^{-8}$              | Платина  | $1,05 \cdot 10^{-7}$             |
| Константан | $4,7 \cdot 10^{-8}$              | Сынап    | $9,54 \cdot 10^{-7}$             |
| Жез        | $6,3 \cdot 10^{-8}$              | Қорғасын | $2,07 \cdot 10^{-7}$             |
| Манганин   | $3,9 \cdot 10^{-8}$              | Күміс    | $1,58 \cdot 10^{-8}$             |
| Мыс        | $1,68 \cdot 10^{-8}$             | Фехрал   | $1,1 \cdot 10^{-6}$              |
| Никелин    | $4,2 \cdot 10^{-8}$              | Мырыш    | $5,95 \cdot 10^{-8}$             |
| Никель     | $7,3 \cdot 10^{-8}$              | Шойын    | $5 \cdot 10^{-7}$                |

**15-кесте. Кейбір металдарға арналған кедегінің температуралық коэффициенті**

| Зат        | $\alpha, K^{-1}$  | Зат     | $\alpha, K^{-1}$  |
|------------|-------------------|---------|-------------------|
| Вольфрам   | $5 \cdot 10^{-3}$ | Никелин | $10^{-4}$         |
| Константан | $5 \cdot 10^{-6}$ | Нихром  | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| Манганин   | $8 \cdot 10^{-5}$ | Фехрал  | $2 \cdot 10^{-4}$ |

**16-кесте.** Кейбір заттардың электрхимиялық эквиваленті

| Зат      | $k, \frac{\kappa\cdot}{K_L}$ | Зат                   | $k, \frac{\kappa\cdot}{K_L}$ |
|----------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Алюминий | $9,32 \cdot 10^{-8}$         | Натрий                | $2,38 \cdot 10^{-7}$         |
| Сүтек    | $1,04 \cdot 10^{-8}$         | Никель (екі валентті) | $3,04 \cdot 10^{-7}$         |
| Алтын    | $6,81 \cdot 10^{-7}$         | Никель (үш валентті)  | $2,03 \cdot 10^{-7}$         |
| Калий    | $4,05 \cdot 10^{-7}$         | Сынап                 | $2,07 \cdot 10^{-6}$         |
| Кальций  | $2,08 \cdot 10^{-7}$         | Қорғасын              | $1,07 \cdot 10^{-6}$         |
| Оттек    | $8,29 \cdot 10^{-8}$         | Құміс                 | $1,12 \cdot 10^{-8}$         |
| Магний   | $1,26 \cdot 10^{-7}$         | Хлор                  | $3,67 \cdot 10^{-7}$         |
| Мыс      | $3,29 \cdot 10^{-7}$         | Мырыш                 | $3,39 \cdot 10^{-7}$         |

**17-кесте.** Кейбір заттардың сыйну көрсеткіштері

| Зат          | <i>n</i>  | Зат                           | <i>n</i> |
|--------------|-----------|-------------------------------|----------|
| Азот         | 1,000298  | Алмаз                         | 2,42     |
| Сүтек        | 1,000132  | Темір                         | 1,63     |
| Су буы       | 1,000255  | Алтын                         | 0,37     |
| Ая           | 1,000292  | Тас тұзы                      | 1,54     |
| Оттек        | 1,000271  | Мұз (0 °C-ден -4 °C-ге дейін) | 1,31     |
| Ацетон       | 1,36      | Мыс                           | 2,6      |
| Бензин       | 1,38–1,41 | Натрий                        | 0,005    |
| Су           | 1,33      | Лағыл                         | 1,75     |
| Глицерин     | 1,47      | Қант                          | 1,56     |
| Сут          | 1,35–136  | Құміс                         | 0,18     |
| Метил спирті | 1,33      | Шыны                          | 1,5–1,9  |
| Эфир         | 1,35      | Кәріптас                      | 1,55     |

**18-кесте**

| Грек алфавиті |             |             | Латын алфавиті |         |              |
|---------------|-------------|-------------|----------------|---------|--------------|
| A α альфа     | I ι йота    | P ρ ро      | A a а          | J j жи  | S s эс       |
| B β бета      | K κkapпа    | Σ σ сигма   | B b бе         | K k ка  | T t тэ       |
| Г γ гамма     | Λ λ лямбда  | T τ тау     | C c це         | L l эль | U u у        |
| Δ δ дельта    | M μ мю      | Y υ ипсилон | D d де         | M m эм  | V v вэ       |
| E ε эпсилон   | N ν ню      | Φ φ фи      | E e э          | N n эн  | W w дубль-вэ |
| Z ζ дзета     | Ξ ξ кси     | X χ хи      | F f эф         | O o о   | X x икс      |
| H η эта       | Ο ο омикрон | Ψ ψ пси     | G g же         | P p пэ  | Y y игрек    |
| Θ θ тета      | Π π пи      | Ω ω омега   | H h аш         | Q q ку  | Z z зет      |
|               |             |             | I i и          | R r эр  |              |

## Жаттығулардың жауаптары

**1-жатт.** 1. 253 К, 310 К. 2. 27 °C, -173 °C, 400 °C. 3. 104 °F

**2-жатт.** 1. Екіншіде. 2. Иә, иә. 3. 15 Дж-ге артады.

**3-жатт.** 1. Конвекция, жылуоткізгіштік, сөулелену. 2. Иә. 3. Бірінші.

**4-жатт.** 3. Еркін құлаған кезде Архимед күші болмайды.

**5-жатт.** 2. 2,3 кДж. 3.  $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$ . 4.  $\approx 1,7 \text{ М Дж}$ . 5.  $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$ .

**6-жатт.** 1. 450 МДж. 2. 163,3 МДж, жеткіліксіз. 3. 148 МДж.

**7-жатт.** 1. 120 л. 2. 3 °C. 3. 7,5 °C.

**8-жатт.** 1. 27 Дж. 2. 2,33 МДж.

**9-жатт.** 1. Су буланып, мұз кристалдарына айналатын болады. 2. 67,8 кДж. 3. 0,4 кг.

4.  $\approx 9,13 \text{ кг}$ .

**10-жатт.** 1. 20 кДж. 2. 4400 Дж.

**11-жатт.** 1. 29,5%. 2. 2 кДж, 3 кДж. 3. 26,46 кВт. 4. 60%.

**13-жатт.** 1. 5 нКл, 5 нКл. 2. 0,9 Н, 81 есе азаяды. 3. 3,16 мм. 4. 11,52 кН.

**14-жатт.** 1.  $0,9 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ ,  $9 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$ . 2. 20 нКл.

**15-жатт.** 1. 100 кВ. 2. - 90 мкДж. 3.  $\approx 10^{-9} \text{ Ф}$ .

**16-жатт.** 3. 0,5 А. 4. 9,6 А. 3. Біріншісінде 6 есе.

**17-жатт.** 2. 18 В. 3. 12,5 с.

**18-жатт.** 1. 112 Ом, 0,0534 кг. 2. 0,15 В.

**19-жатт.** 1. 5 А, 60 В, 45 В, 15 В. 2.  $\approx 77 \text{ Ом}$ . 3. 5 Ом. 4. 24 А, 12 А, 8 А, 6 А, 24 В.

**20-жатт.** 1. 2 А. 2. а)  $P_2 = 5P_1$ , ә)  $P_1 = 5P_2$ .

**21-жатт.** 1. 180 Дж, біріншіде 2 есе үлкен. 2. 288 МДж, 25,7 кг. 3.  $\approx 10 \text{ А}$ .

**22-жатт.** 2. 5720 Ом.

**23-жатт.** 1.  $\approx 12 \text{ г}$ . 2.  $0,31 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ .

**28-жатт.** 2. 20 м. 3. 1,8 м.

**29-жатт.** 1. 30°. 3. 30°-ка артады.

**30-жатт.** 1. 6 см, 2 есе, 2 есе.

**31-жатт.** 1.  $1,7 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ . 2. 48°.

**32-жатт.** 1.  $\approx 0,67 \text{ м}, -0,5 \text{ м}$ . 2. 0,5 м, шын, үлкейтілген, төңкерілген.

## Үй жұмысына арналған жаттығулардың жауаптары

**1-жатт.** 1.  $-223^{\circ}\text{C}$ ; 0  $^{\circ}\text{C}$ ; 74  $^{\circ}\text{C}$ . 2. 226 K, 398 K, 3. 326 K, 216 K. 4. 30  $^{\circ}\text{C}$

**2-жатт.** 1. Иә. 2. Кинетикалық энергия артты, потенциалдық өзгермеді. 3. Екіншіде.

**3-жатт.** 1. 36,6  $^{\circ}\text{C}$ . 2. Құрғақтан теңізге қарай. 3. Жыртылған егістік. 4. Аңызак жел.

**5-жатт.** 1. 50,4 кДж. 2. 210 кДж. 3. 4 л. 4.  $736 \frac{\text{Дж}}{\text{ }^{\circ}\text{C}}$ .

**6-жатт.** 1. 500 кг. 2.  $\approx 3,27$  кг.

**7-жатт.** 1.  $2,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ . 2. 1,73  $^{\circ}\text{C}$ . 2. 55,2 Дж.

**8-жатт.** 1. 38,5 кДж. 2. 669 кДж.

**9-жатт.** 1.  $0,4 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ . 2. 6,225 МДж. 4.  $\approx 351$  кДж.

**10-жатт.** 1.  $\approx 1,33$  кДж. 2. – 10 Дж.

**11-жатт.** 1. 25%. 2.  $\approx 18,46$  кДж. 3.  $\approx 467$  K.

**13-жатт.** 1. – 1 нКл, – 0,5 нКл. 2. 90 мкН,  $\approx 43$  мкН. 3.  $\approx 1,06 \cdot 10^{-5}$  Кл. 4. 2 есе.

**14-жатт.** 1.  $4,4 \cdot 10^{-8}$  Кл. 2. 2 мкКл.

**15-жатт.** 1. – 6 мкДж. 2. 220 мкКл.

**16-жатт.** 3.  $1,8 \cdot 10^5$  Кл. 4. 0,2 А.

**17-жатт.** 2. 0,02 А. 3. 72 Кл.

**18-жатт.** 1. 0,46 мм. 2.  $6 \cdot 10^{-7}$  Ом · м.

**19-жатт.** 1. 120 В. 2. 4 А, 2 А, 6 А. 3. 10 В, 2 А, 1 А, 0,5 А, 6 А.

**20-жатт.** 1.  $\approx 127$  В. 2.  $\approx 236$  Ом.

**21-жатт.** 1. 396 кДж. 2. 6 Ом. 3.  $\approx 27,7$  м.

**22-жатт.** 1. 4,86 Ом. 2.  $4,57 \cdot 10^{-4}$  К $^{-1}$ .

**23-жатт.** 1.  $\approx 10$  сағ. 2. 50,4 мг

**28-жатт.** 2. 30 м.

**29-жатт.** 1. 120°. 2. 4 м/с. 3. 65°.

**30-жатт.** 1. 10 см.

**31-жатт.** 1.  $2,25 \cdot 10^8$  м/с. 2. 30°.

**32-жатт.** 1. 12 дптр. 2. 0,25 м, шын, үлкейтілген, төңкерілген.

## Пәндік көрсеткіш

- Абсолют сыну көрсеткіші 243  
 Ампер күші 212  
 Амперметр 150  
 Асқыноткізгіштік 179  
 Балқу 60  
 Балқу температурасы 60  
 Булану 67  
 Броундық қозғалыс 8  
 Вольтметр 151  
 Геометриялық оптика 266  
 Дененің жылусыйымдылығы 35  
 Дененің ішкі энергиясы 16  
 Джоуль – Ленц заңы 174  
 Диамагнетиктер 199  
 Диффузия 8  
 Диэлектрик 117  
 Диэлектрлік өтімділік 122  
 Дөнгелек токқа арналған бұрғы ережесі 206  
 Дөнгелек токқа арналған оң қол ережесі 206  
 Жарықтың тұзу сзықты таралу заңы 228  
 Жылу берілу 18  
 Жылу мөлшері 35  
 Жылулық қозғалтқыш 93  
 Жылулық қозғалыс 7  
 Жылуоқшауланған денелер жүйесі 48  
 Жылулық тепе-тендік 12  
 Жылуоткізгіштік 21  
 Жұмыс 49  
 Зарядтардың сақталу заңы 120  
 Заттың меншікті жылусыйымдылығы 36  
 Идеал жылулық мәшине 99  
 Индукциялық ток генераторы 219  
 Калория 49  
 Кебу 67  
 Кинетикалық энергия 16  
 Конвекция 23  
 Конденсатор 133  
 Конденсатордың электрсыйымдылығы 133  
 Конденсация 68  
 Кристалдану 60  
 Кристалдану температурасы 60  
 Кулон заңы 121  
 Күш сзықтары 128  
 Қайнау 72  
 Қайнау температурасы 72  
 Қанықкан бұ 69  
 Қатаю 60  
 Қыска түйікталу 183  
 Линзының оптикалық күші 250
- Магнит өрісінің күш сзықтары 200  
 Мәңгі қозғалтқыш 87  
 Меншікті балқу жылуы 61  
 Меншікті булану жылуы 73  
 Меншікті кедергі 160  
 Нұктелік заряд 120  
 Оқшаулағыштар 117  
 Отынның меншікті жану жылуы 42  
 Өткізгіштер 117  
 Өткізгіштің кедергісі 155  
 Пайдалы әсер коэффициенті 98  
 Потенциалдық энергия 16  
 Реостат 161  
 Сәуле 228  
 Сәуле шығару 23  
 Сол қол ережесі 212  
 Сынақ заряд 127  
 Сыну бұрышы 243  
 Сыну заңы 243  
 Температура 11  
 Термодинамиканың бірінші заңы 86  
 Термодинамиканың екінші заңы 89  
 Термометр 11  
 Ток көзі 144  
 Ток күші 148  
 Толық шағылудың шектік бұрышы 245  
 Толық энергия  
 Толық энергияның сақталу заңы 50  
 Тұзу токқа арналған бұрғы ережесі 205  
 Тұзу токқа арналған оң қол ережесі 205  
 Тұсу бұрышы 232  
 Тізбек бөлігінің кернеуі 150  
 Тізбек бөлігі үшін Ом заңы 155  
 Фарадей заңы 187  
 Ферромагнетиктер 198  
 Шағылу бұрышы 232  
 Шағылу заңы 232  
 Ишкі энергия 16  
 Электр заряды 114  
 Электрқозғалтқыш 213  
 Электрмагниттік индукция құбылысы 217  
 Электрмагниттік реле 209  
 Электрометр 116  
 Электроскоп 115  
 Электр өрісінің кернеулігі 127  
 Электр өрісінің потенциалы 132  
 Электрмагнит 209  
 Электр тогы 144  
 Элементар электр заряды 123  
 1 ампер 149

## Пайдаланылған әдебиеттер

1. Байсейтова С.Ш. «Применение критериального оценивания на уроках физики». Научный журнал «Обучение и воспитание: методики и практика». Изд. ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2015. С. 14–18.
2. Балашов М.М. Физика. Пробный учебник для 9 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1993.
3. Даниэльян Я.В. Современные концепции школьного учебника. Научный журнал «Известия РГПУ им. А.И. Герцена». Изд. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена». – С.-Пб, 2007.
4. Демидова М.Ю., Коровин В.А. Методический справочник учителя физики. – М.: Мнемозина, 2003.
5. Закирова Н.А., Гаврилова Е.П. Сборник тестовых заданий по физике. – Кокшетау: Келешек-2030, 2008.
6. Интегрированная модель критериального оценивания (ИМКО) в Назарбаев Интеллектуальных школах.
7. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Контрольные и проверочные работы по физике. – М.: Дрофа, 2000.
8. Коростылева Л.А., Советова О.С. Психологические барьеры и готовность к нововведениям. – СПб, 1996.
9. Методика преподавания физики в 6–7 классах средней школы. Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой. Изд. 3-е, перераб. – М.: Просвещение, 1976.
10. Мухамеджанова С.Т., Есназарова У.А., Жумагалиева С.Ж. Система организации научно-методической работы в школе. – ИПК г. Алматы, 2002.
11. Научно-практический журнал «Школьные технологии», 1999, № 3.
12. Научно-практический журнал «Школьные технологии», 2000, № 3.
13. Национальный план действий на 2012–2016 годы по развитию функциональной грамотности школьников.
14. Оценивание для обучения и оценивание обучения. Руководство для учителя. Первый (продвинутый) уровень. АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», 2012.
15. Педагогический журнал «Учитель», [www.ychitel.com](http://www.ychitel.com).
16. Перышкин А.В., Родина Н.А., Рошовская Х.Д., Гладышева Н.К., Кириллова И.Г. Преподавание физики в 6–7 классах средней школы. – М.: Просвещение, 1978.
17. Политика оценивания учебных достижений учащихся «Назарбаев Интеллектуальные школы» в 2014–2015 учебном году.
18. Правила критериального оценивания учебных достижений учащихся автономной организации образования «Назарбаев Интеллектуальные школы», Утверждены решением Правления АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» от 27 августа 2015 года.
19. Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 1984.
20. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное образование, 1998.
21. Физика. Перевод с английского А.С. Ахматова и др. – М.: Наука, 1965.
22. Ханнанова Т.А. Психодидактические основы влияния цифровых технологий на развитие познавательных способностей обучающихся. Коллективная монография. Глава: «Формирование функциональной математической грамотности учащихся на содержании курса физики для основной школы». – М., 2011. – 4 п. л.

23. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Физика және астрономия. – Алматы: «Қазақпарат», баспа корпорациясы, 2014. – 388 б. Мемлекеттік терминологиялық комиссия бекіткен.
24. Орысша-қазақша сөздік. I және II том. Қазақ совет энциклопедиясының бас редакциясы. – Алматы, 1978, 1981.
25. Орысша-қазақша сөздік. А.Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты, – Алматы. Дайк-пресс – 2005.

### Электрондық қорлар

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www.kitap.kz">www.kitap.kz</a></li> <li>2. <a href="http://www.bilimland.kz">www.bilimland.kz</a></li> <li>3. <a href="http://smk.edu.kz">http://smk.edu.kz</a></li> <li>4. <a href="http://adebikz.com">http://adebikz.com</a></li> <li>5. <a href="http://bilimland.kz">http://bilimland.kz</a></li> <li>6. <a href="http://festival.1september.ru">http://festival.1september.ru</a></li> <li>7. <a href="https://kk.wikipedia.org">https://kk.wikipedia.org</a></li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. <a href="https://wikipedia.org/wiki">https://wikipedia.org/wiki</a></li> <li>9. <a href="http://el.kz">http://el.kz</a></li> <li>10. <a href="http://kitap.kz">http://kitap.kz</a></li> <li>11. <a href="http://yvision.kz">http://yvision.kz</a></li> <li>12. <a href="https://ushkin1.wordpress.com">https://ushkin1.wordpress.com</a></li> <li>13. <a href="https://www.zharar.com">https://www.zharar.com</a></li> </ol> |
|--|--|

### Иллюстрациялық материалдар сілтемелері

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://chippfest.blogspot.com">https://chippfest.blogspot.com</a></li> <li>2. <a href="https://liter.kz">https://liter.kz</a></li> <li>3. <a href="http://kbenergy.kz">http://kbenergy.kz</a></li> <li>4. <a href="https://primeminister.kz">https://primeminister.kz</a></li> <li>5. <a href="https://www.3bscientific.com">https://www.3bscientific.com</a></li> <li>6. <a href="http://v-nayke.ru">http://v-nayke.ru</a></li> <li>7. <a href="https://yvision.kz">https://yvision.kz</a></li> <li>8. <a href="http://prokazan.ru">http://prokazan.ru</a></li> <li>9. <a href="https://ru.wikipedia.org">https://ru.wikipedia.org</a></li> <li>10. <a href="http://vipwash.ru">http://vipwash.ru</a></li> <li>11. <a href="https://www.designboom.com">https://www.designboom.com</a></li> <li>12. <a href="https://habr.com">https://habr.com</a></li> <li>13. <a href="http://asenergi.com">http://asenergi.com</a></li> <li>14. <a href="https://ru.zipy.co.il">https://ru.zipy.co.il</a></li> <li>15. <a href="http://www.penoplast-city.ru">http://www.penoplast-city.ru</a></li> <li>16. <a href="http://www.1storiginal.com">http://www.1storiginal.com</a></li> <li>17. <a href="http://etoday.kz">http://etoday.kz</a></li> <li>18. <a href="http://100esim.el.kz">http://100esim.el.kz</a></li> <li>19. <a href="https://www.amazon.com">https://www.amazon.com</a></li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>20. <a href="http://zoogalaktika.ru">http://zoogalaktika.ru</a></li> <li>21. <a href="https://ru.aliexpress.com">https://ru.aliexpress.com</a></li> <li>22. <a href="https://www.banggood.com">https://www.banggood.com</a></li> <li>23. <a href="https://too-korporatsiya-sajman.satu.kz">https://too-korporatsiya-sajman.satu.kz</a></li> <li>24. <a href="http://электроприбор.москва">http://электроприбор.москва</a></li> <li>25. <a href="http://www.inmesolgenerator.ru/blog">http://www.inmesolgenerator.ru/blog</a></li> <li>26. <a href="https://www.livejournal.com">https://www.livejournal.com</a></li> <li>27. <a href="https://globalcleaning.ru">https://globalcleaning.ru</a></li> <li>28. <a href="http://electricalschool.info">http://electricalschool.info</a></li> <li>29. <a href="https://www.joom.com">https://www.joom.com</a></li> <li>30. <a href="http://www.o-vannoy.ru">http://www.o-vannoy.ru</a></li> <li>31. <a href="https://www.vimos.ru">https://www.vimos.ru</a></li> <li>32. <a href="https://gid-tv.ru">https://gid-tv.ru</a></li> <li>33. <a href="http://www.adoba.su">http://www.adoba.su</a></li> <li>34. <a href="http://galov.com">http://galov.com</a></li> <li>35. <a href="http://strannik.biz">http://strannik.biz</a></li> <li>36. <a href="https://progress.online">https://progress.online</a></li> <li>37. <a href="http://www.s-line.ru">http://www.s-line.ru</a></li> </ol> |
|--|--|

## МАЗМУНЫ

|  |     |
|--|-----|
| Алғы сөз.....  | 4   |
| <b>I ТАРАУ. ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ .....</b>   |     |
| § 1. Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс, диффузия .....   | 6   |
| § 2. Температура, температуралы өлшеу әдістері, температура шкалалары .....  | 11  |
| § 3. Ишкі энергия. Ишкі энергияны өзгерту тәсілдері .....  | 16  |
| § 4. Жылуоткізгіштік, конвекция, сәүле шығару .....  | 21  |
| § 5. Табигаттағы және техникадағы жылуберілуда .....   | 27  |
| § 6. Тірі ағзалардың тіршілігінде жылу құбылыштарының атқаратын рөлі .....   | 31  |
| § 7. Жылу мөлшері, заттың меншікті жылусыйымдағылығы .....   | 35  |
| § 8. Отынның энергиясы, отынның меншікті жану жылуы .....  | 42  |
| § 9. Жылу құбылыштарындағы энергияның сакталу және бір түрден екінші түрге айналу заңы .....                               | 48  |
| I тараудың қорытындысы .....   | 53  |
| Бақылау тесті .....  | 57  |
| <b>II ТАРАУ. ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙЛЕРІНІҢ ӨЗГЕРУИ .....</b>  |     |
| § 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы.   | 59  |
| Балқу температурасы, меншікті балқу жылуы .....  | 60  |
| § 11. Булану және конденсация. Қанықкан және қанықпаган бу .....   | 67  |
| § 12. Қайнау, меншікті булану жылуы.   | 72  |
| Қайнау температурасының сыртқы орта қысымына тәуелділігі .....   | 72  |
| II тараудың қорытындысы .....  | 80  |
| Бақылау тесті .....  | 83  |
| <b>III ТАРАУ. ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ .....</b>  |     |
| § 13. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы .....  | 85  |
| § 14. Жылу процесінің қайтымсыздығы, термодинамиканың екінші заңы .....  | 89  |
| § 15. Жылулық қозғалтқыштар .....  | 93  |
| § 16. Жылулық қозғалтқыштың ПЭК-і .....  | 98  |
| § 17. Жылу мәшинелерін колданудың экологиялық мәселелері .....   | 103 |
| III тараудың қорытындысы .....   | 107 |
| Бақылау тесті .....  | 110 |
| <b>IV ТАРАУ. ЭЛЕКТРСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ .....</b>   |     |
| § 18. Денелердің электрленуі, электр заряды, өткізгіштер мен диэлектриктер .....   | 113 |
| § 19. Электр зарядының сакталу заңы, қозгалмайтын зарядтардың өзара әрекеттесуі, Кулон заңы, элементар электр заряды ..... | 114 |
| § 20. Электр өрісі, электр өрісінің кернеулігі .....   | 120 |
| § 21. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы. Конденсатор .....  | 127 |
| IV тараудың қорытындысы .....  | 132 |
| Бақылау тесті .....  | 137 |
| <b>V ТАРАУ. ТҮРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ .....</b>  |     |
| § 22. Электр тогы, электр ток көздері .....  | 143 |
| § 23. Электр тізбегі және оның құрамадас бөліктері, ток күші, кернеу .....   | 144 |
| § 24. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы .....   | 148 |

|  |            |
|--|------------|
| § 25. Откізгіштің электр кедергісі. Откізгіштің меншікті кедергісі, реостат.....                                   | 159        |
| § 26. Откізгіштерді тізбектей және параллель жалғау .....  | 164        |
| § 27. Электр тогының жұмысы және қуаты.....  | 169        |
| § 28. Электр тогының жылулық әсері, Джоуль – Ленц заңы .....   | 174        |
| § 29. Металдардың электр кедергісінің температурасы тәуелділігі,<br>асыноткізгіштік .....                          | 178        |
| § 30. Электрқызырғыш құралдар. Қыздыру шамы.<br>Қысқа тұбықталу. Балқымалы сақтандырғыштар.....                    | 182        |
| § 31. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы .....  | 186        |
| V тараудың қорытындысы.....  | 191        |
| Бақылау тесті .....  | 195        |
| <b>VI ТАРАУ. ЭЛЕКТРМАГНИТТІК ҚҰБЫЛЫСТАР .....</b>  | <b>197</b> |
| § 32. Тұрақты магниттер, магнит өрісі .....  | 198        |
| § 33. Тогы бар түзу откізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғының магнит өрісі .....                                 | 203        |
| § 34. Электрмагниттер және оларды қолдану .....  | 208        |
| § 35. Магнит өрісінің тогы бар откізгішке әсері.<br>Электрқозғалтқыш. Электролшеуіш аспаптар .....                 | 212        |
| § 36. Электрмагниттік индукция. Генераторлар .....   | 217        |
| <b>VI тараудың қорытындысы .....</b>   | <b>222</b> |
| Бақылау тесті .....  | 225        |
| <b>VII ТАРАУ. ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ .....</b>  | <b>227</b> |
| § 37. Жарықтың түзу сызықты тарапу заңы .....  | 228        |
| § 38. Жарықтың шағылуы. Шағылу заңдары. Жазық айналар .....  | 232        |
| § 39. Сфералық айналар, сфералық айна көмегімен кескін алу .....   | 238        |
| § 40. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Жарықтың толық ішкі шағылуы .....  | 243        |
| § 41. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы,<br>линзадағы кескін .....                        | 249        |
| § 42. Көз – оптикалық жүйе. Көздің көрү қабілетіндегі ақаулық<br>және оларды түзету әдістері .....                 | 256        |
| § 43. Оптикалық аспаптар .....   | 261        |
| <b>VII тараудың қорытындысы .....</b>  | <b>266</b> |
| Бақылау тесті .....  | 270        |
| <b>ҚОСЫМШАЛАР. ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР ЖӘНЕ КЕСТЕЛЕР .....</b>  | <b>273</b> |
| 1-қосымша. Зертханалық жұмыстар .....  | 274        |
| № 1 зертханалық жұмыс. Температуралары әртүрлі суларды<br>араластыргандағы жылу мөлшерін салыстыру.....            | 274        |
| № 2 зертханалық жұмыс. Мұздың меншікті балқу жылуын анықтау.....   | 275        |
| № 3 зертханалық жұмыс. Электр тізбегін жинау және оның әртүрлі<br>бөліктеріндегі ток күші мен кернеуді өлшеу ..... | 277        |
| № 4 зертханалық жұмыс. Тізбек бөлігіндегі ток күшінің кернеуге<br>тәуелділігін зерттеу .....                       | 278        |
| № 5 зертханалық жұмыс. Откізгіштерді тізбектей жалғауды зерттеу.....   | 280        |
| № 6 зертханалық жұмыс. Откізгіштерді параллель жалғауды зерттеу.....   | 280        |
| № 7 зертханалық жұмыс. Электр тогының жұмысы мен қуатын өлшеу .....  | 282        |
| № 8 зертханалық жұмыс. Тұрақты магниттің қасиетін зерттеу,<br>магнит өрістерінің бейнесін алу .....                | 283        |

|  |     |
|--|-----|
| № 9 зертханалық жұмыс. Электрмагнитті жинау және оның әрекетін тексеру ..... | 285 |
| № 10 зертханалық жұмыс. Шынының сыну көрсеткішін анықтау .....               | 286 |
| № 11 зертханалық жұмыс. Жұқа линзының фокустық қашықтығын анықтау .....      | 287 |
| 2-қосымша. Кестелер .....  | 289 |
| Жаттығулардың жауаптары .....  | 295 |
| Үй жұмысына арналған жаттығулардың жауаптары .....                           | 296 |
| Пәндік көрсеткіш .....   | 297 |
| Пайдаланылған әдебиеттер .....   | 298 |
| Электрондық корлар .....   | 299 |
| Иллюстрациялық материалдар сілтемелері .....                                 | 299 |

Оқу басылымы

**Назифа Анваровна Закирова  
Руслан Рауфович Аширов**

# **ФИЗИКА**

Жалпы білім беретін мектептің  
8-сыныбына арналған оқулық

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Суретшілер</b>            | Е. Ермилова, А. Айтжанов                               |
| <b>Бас редакторы</b>         | К. Караева   |
| <b>Әдіскер-редакторлары</b>  | Б. Бекетауов, Т. Базарханова                           |
| <b>Редакторы</b>             | Ж. Кулдарова   |
| <b>Техникалық редакторы</b>  | В. Бондарев  |
| <b>Көркемдеуші редакторы</b> | Е. Мельникова  |
| <b>Суретші-безендіруші</b>   | О. Подопригора   |
| <b>Мұқабаның дизайны</b>     | В. Бондарев, О. Подопригора                            |
| <b>Беттегендер</b>           | Л. Костина, Т. Макарова,<br>С. Сулейменова, Г. Илишева |



Электрондық нұсқа

**Сатып алу үшін мына мекенжайларға хабарласыңыздар:**

Астана қ., 4 м/а, 2 үй, 55 пәтер.

Тел.: 8 (7172) 92-50-50, 92-50-54. E-mail: astana@arman-pv.kz

Алматы қ., Ақсай-1А м/а, 28Б үй.

Тел.: 8 (727) 316-06-30, 316-06-31. E-mail: info@arman-pv.kz

**«Арман-ПВ» кітап дүкені**

Алматы қ., Алтынсарин к/сі, 87 үй. Тел.: 8 (727) 303-94-43.

Теруге 10.07.17 берілді. Басуга 19.06.18 қол койылды. Пішімі 70x100  $\frac{1}{16}$ .

Қағазы оғсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Оғсеттік басылыс.

Шартты баспа табағы 24,51. Тарапалымы 30000 дана.

**Артикул 808-010-001к-18**