

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

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

ISBN 978-601-318-099-1

«Физика» оқулығы негізгі орта білім беру деңгейінің жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасына сәйкес жазылған. Материалдарды ұсынуға 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

#### ? Жауабы қандай?

Физикалық құбылыстардың мәнін түсіндіруді талап ететін сұрақтар

#### 🔄 Тапсырма

Сыныпта орындалатын тапсырмалар

#### 🔍 Өз тәжірибең

Сыныпта орындалатын эксперименттік тапсырмалар

#### 📖 Бұл қызық!

Тақырыпқа қатысты қосымша ақпараттар

#### 📖 Маңызды ақпарат

Тақырыпты тереңірек түсіну үшін қажетті ақпараттар

#### 🔄 Естеріңе түсіріңдер!

Меңгерілген материалды қайталауға арналған тапсырмалар

#### ! Назар аударыңдар!

Жаттығуды орындау кезінде қиындық тудыратын оқу материалы

#### ✅ Есте сақтаңдар!

Жадынама

## Алғы сөз

Құрметті 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. Қолдарындағы оқулық табиғат құбылыстарын және техника мен тұрмыста қолданылатын физика заңдарын танып-білуге, электрлік, жылулық, магниттік және оптикалық құбылыстармен танысуға көмектеседі. Алайда физика ғылымын бір оқулық көлемінде меңгеру жеткіліксіз, сондықтан қосымша материалдарды да қолданып отырған дұрыс. Оқулықта ұсынылған тапсырмаларды орындау шығармашылық ізденісті қажет етеді, бұл физикалық құбылыстарды терең зерттеп, заңдылықтарын жете түсінуге мүмкіндік береді.

Оқулық «Жылу құбылыстары», «Заттың агрегаттық күйлерінің өзгеруі», «Термодинамика негіздері», «Электрстатика негіздері», «Тұрақты электр тогы», «Электрмагниттік 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 меңгерілген материалды бекітуге көмектеседі, ал эксперименттік тапсырмалар зерттеу дағдысының 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 аласыңдар. «Назар аударыңдар» айдары жаттығуды орындауда қиындық туғызуы мүмкін материалдарды қамтиды, ал «Естеріңе түсіріңдер» 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

## ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

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

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

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

# § 1. Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс, диффузия

## Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

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

## I Жылулық қозғалыс

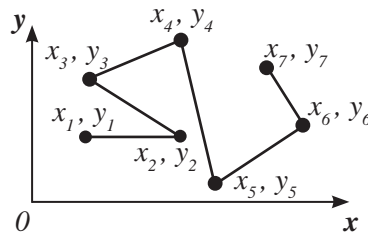
Газ ішіндегі молекуланың қозғалысын мұзайдындағы шайбаның қозғалысымен салыстырайық. Шайбаның қозғалыс траекториясы сынық сызықты (1-сурет) болады. Қозғалысты анықтау аспабын қолдана отырып, шайбаның координаталарын, жүрілген жолды, орын ауыстыруды, орташа жылдамдықты анықтауға болады. Демек, шайбаның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

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



### Жауабы қандай?

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



1-сурет. Шайбаның қозғалыс траекториясы



2-сурет. Молекуланың қозғалыс траекториясы

7-сыныптың физика курсына молекулалардың қозғалыс жылдамдығы артқанда дененің 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 тоқтамайды. Мәселен, аязды күндері қарағай қылқанының, жанармай стансыларында жанар-жағар майдың иісін сезіне аламыз. Заттардың иісі және оның таралуы төменгі температураларда да молекулалардың қозғалысы болатынын көрсетеді.

## II Броундық қозғалыс

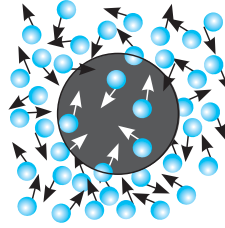
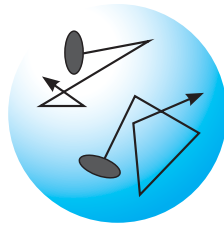
Қатты денелердің ұсақ бөлшектері, мысалы: газдағы немесе сұйықтағы шаңдар, түйіршіктер, тозандар молекулалар сияқты ретсіз қозғалады. Осындай ұсақ бөлшектердің қозғалысын ағылшын ботанигі Р. Броунның құрметіне *броундық қозғалыс* деп атаған. Суда еріген гүл тозандарын микроскоппен бақылау кезінде Броун қатты бөлшектердің ретсіз қозғалысын байқаған. Ол өз зерттеулерін көмірдің, күйенің, шаңның ұсақ бөлшектерімен жүргізе бастады. Зерттеулер *ұсақ бөлшектердің қозғалыс жылдамдығы ірілерінің жылдамдығынан артық екендігін көрсетті. Сұйықтың 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. Органың молекулалары броундық бөлшекті үздіксіз итеріп отырады, молекулалардың соққысы бір-бірін теңгермейді (3-сурет). Тең әрекетті күштің мәні мен бағытының өзгеруі кездейсоқ сипатта болады. Тең әрекетті күштің әсерінен броундық бөлшек хаосты (бейберекет) қозғалыс жасайды. Органың температурасы жоғарылаған сайын молекулалардың соққысы да күштірек бола түседі, бөлшек те 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.



### Өз тәжірибең

1. Шыны тілігінің үстіне тамызғышпен бір тамшы су тамызыңдар. Су сәл ғана боялатындай етіп, суға қылқаламмен азғантай тушь жағыңдар. Шыны тілігін құжат-камераның объективіне орналастырыңдар. Экраннан тушьтың кішкентай бөлшектерінің қозғалысын бақылаңдар.
2. Үшкір тамызғыштың көмегімен желатиннен жасалған қоймалжыңгельдің ортасына калий перманганатының түйіршігін мұқият енгізіңдер. Процесті 2–3 минут бақылаңдар. Өздерің бақылаған құбылысты түсіндіріңдер.



3-сурет. Броундық бөлшектердің бейберекет (хаосты) қозғалысы

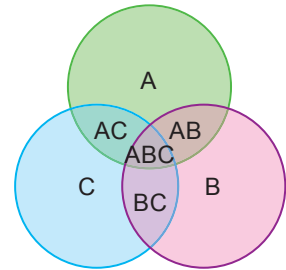
**Броундық қозғалыс дегеніміз – молекулалардың соққысының әсерінен сұйықта немесе газда қалқып жүретін қатты дененің ұсақ бөлшектерінің үздіксіз ретсіз қозғалысы.**

Күн сәулесіндегі тозаңдардың хаосты қозғалысы осы қозғалысқа мысал бола алады.



#### Тапсырма

1. Венн диаграммасын құрыңдар. Оның дөңгелектеріне: А) жылулық қозғалыс, В) броундық қозғалыс, С) диффузия қасиеттерін жазыңдар. Үш дөңгелекке ортақ ABC аймағында 3 құбылыстың, АВ, ВС, АС аймақтарында сәйкес 2 құбылыстың ортақ қасиеттерін жазыңдар.
2. 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 білесіңдер.

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 Молекулалы-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:

1. Барлық заттар өте ұсақ бөлшектерден – молекулалар мен атомдардан тұрады.
2. Заттың бөлшектері үздіксіз және бейберекет түрде қозғалады.
3. Молекулалар немесе атомдар арасында тартылыс және тебу күштері әрекет етеді.

Молекулалы-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 білімімізді 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 түтін мұржаларынан атмосфераға көмірқышқыл газы, азот пен күкірт 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 тура келеді.

### ? Жауабы қандай?

1. Не себепті молекулалардың қозғалысын механикалық қозғалыс ретінде қарастыра алмаймыз?
2. Неге ірі бөлшектерде броундық қозғалыс байқалмайды?
3. Неге молекулалардың қозғалысы жылулық қозғалыстар деп аталады?
4. 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 жүнді түрлі түстерге бояған, ал жүн 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

1. Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс деп қандай қозғалыстарды атайды?
2. Дене температурасы дененің қозғалыс жылдамдығымен қалай байланысады?
3. Қандай құбылысты диффузия деп атаймыз?

### Шығармашылық тапсырма

Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша хабарлама дайындаңдар:

1. «Шынайы өмірдегі броундық қозғалыс теориясы» немесе «Далада немесе орманда адассаң, өзінді қалай ұстауың керек».
2. Тұрмыстағы және техникадағы диффузия.
3. Ғалымның 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 ұлғаю негізінде температураны өлшеу тәсілдерін түсіндіре аласыңдар;
- температураны Кельвин және Цельсий температуралық шкалаларында қарастыруды үйренесіңдер.

### I Температура.

#### Сұйықтық термометрінің құрылысы

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

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



#### Жауабы қандай?

1. Термометрлер өлшемдері бойынша нәліктен температурасы өлшенетін денелерден кіші болуы керек?
2. Дәрігер не себепті термометр көрсеткішін температураны өлшеуге қойған соң 5–7 минут өткеннен кейін ғана анықтайды?
3. Термометрде қолданылатын сұйық неге шынысына қарағанда көбірек ұлғаюы керек?
4. Неге Кельвин және Цельсий шкалалары бойынша температураның өзгеру мәндері сәйкес келеді?
5. Бұл тұжырымға қандай дәлел келтіре аласыңдар?

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

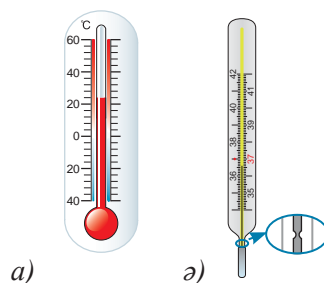
**Температура – дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.**

Сұйықтық термометрі жіңішке түтікшеден және сынаппен немесе спиртпен толтырылған кішкене дөңгелекшеден тұрады. Түтікше өлшем бірліктері көрсетілген шкалаға бекітілген (5, а) сурет). Температурасын өлшейтін денемен жанасқанда, дөңгелекше ішіндегі сұйық қызып, ұлғаяды да, температураның мәніне байланысты түтікше бойымен жоғары көтеріле бастайды.



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

Медициналық термометрдің құрылысының зертханалық термометрден айырмашылығы: дөңгелекше жанындағы түтікше каналы тарылған (5, а) 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. Бөлмедегі немесе зертханалық термометрді сілкудің қажеті жоқ, өйткені оның ішіндегі сұйық температурасы өзі орналасқан ортаның температурасымен бірге өзгеріп отырады. Бұл термометрлердегі сұйықтың қозғалысына ештеңе кедергі болмайды.



5-сурет. Сұйықтық термометр

## II Температураны өлшеу. Жылулық тепе-теңдік

Термометрлер табиғаттың ең негізгі заңдарының бірі – *жылулық тепе-теңдік заңын* ашуға мүмкіндік берді. Оның мәні мынада: уақыт өте келе жанасқан екі дененің температуралары тепе-тең күйге келеді.



### Естеріңізге түсіріңдер!

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

Термометр үшін:

$$\text{б.қ.} = \frac{t_2 - t_1}{N}$$

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

*Температураны термометрдің көмегімен өлшеу жылулық тепе-теңдік заңына негізделген.* Дене мен термометр жылулық тепе-теңдік жағдайына келгенде, олардың температуралары бірдей болады. Термометр өзінің температурасын көрсетеді. Термометрдің көмегімен дене температурасын өлшегенде, дене мен термометр арасында жылулық тепе-теңдік 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 таңдап 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 сақтаңдар!

Нақты көрсеткіш беретін аспап – газ термометрі.

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

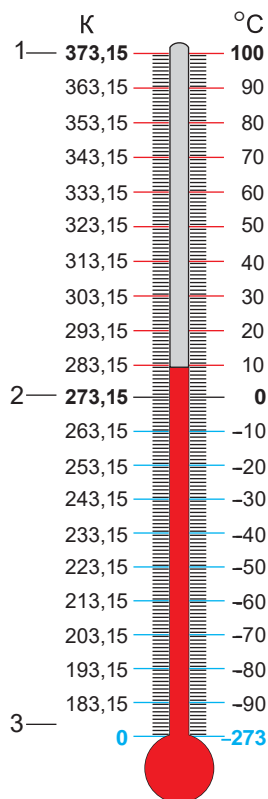
**Кельвин шкаласы.** Лорд Кельвин лауазымын алған ағылшын физигі **Уильям Томсон** теріс (–) температуралық мәні жоқ шкаланы енгізді. Оның шкаласындағы нөлдік мәнге заттардың барлық бөлшектері қозғалысын тоқтататын күйі сәйкес келеді. Кельвин шкаласы бойынша нөлден төмен температураның мәні тек Жерде ғана емес, бүкіл әлемде де жоқ. Заттың мұндай күйін «жылулық өлім» деп атайды. Есептеулер бұл температураның мәні Цельсий шкаласы бойынша –273,15 °С-ге немесе жуықтап алғанда –273 °С-ге тең екенін көрсетті (6-сурет).

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

$$T = (t + 273) \text{ К};$$

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

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!

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

$$t = (623 \text{ К} - 273) \text{ } ^\circ\text{С.}$$

## Қосымша

### Фаренгейт шкаласы

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

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

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

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

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

Цельсий шкаласынан Фаренгейт шкаласына өту формуласы мына түрде болады:

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

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



#### Жаттығу

1

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

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

### Эксперименттік тапсырма

Тәжірибе жасаңдар: үш стақан алыңдар, олардың біреуіне краннан суық су, екіншісіне ыстық су, үшіншісінің жартысына суық, жартысына ыстық су құйыңдар. Оң қолдың саусағын суық суға, сол қолдың саусағын ыстық суға бір мезгілде салыңдар. Оларды стақандағы судың температурасына біраз үйренгенше сонда ұстаңдар. Содан соң саусақтарыңды бірден үшінші стақандағы жылы суға салыңдар. Дене температурасын адам тері арқылы қаншалықты дәл сезініп, анықтай алатындығы туралы қорытынды жасаңдар.

### Шығармашылық тапсырма

1. Өлшеуіш аспап – термометрдің моделін жасаңдар, оған паспорт жазыңдар. Паспортта аспаптың қалай қолданылатынын көрсетіңдер.
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 жасаңдар. Планеталардағы температура мәндерінің ауытқуын Жердегі температураның өзгерісімен салыстырыңдар. Мәліметтерді диаграммада көрсетіңдер.
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 ажырата аласыңдар;
- ішкі энергияны өлшеу тәсілдерін атай аласыңдар;
- дененің ішкі энергиясын өзгерту тәсілдеріне мысал келтіре аласыңдар.

### I 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, іс-әрекет) деп аталады. Зат бөлшектері қандай да бір энергияға ие, өйткені МКТ бойынша олар үнемі қозғалыста болады және өзара әрекеттеседі.



### Жауабы қандай?

1. Неліктен баллоннан ауаны сығып шығару кезінде қалған ауа бөлігінің ішкі энергиясы азаяды?
2. Түтіктегі ауаның ішкі энергиясының мәнін қандай әдістермен қалпына келтіруге болады?
3. Не себепті метеориттер атмосфераның тығыз қабаттарына енгенде жанып кетеді?
4. Неліктен ұн диірмен тастарынан ыстық болып шығады?

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

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

Денені 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.**

Дененің 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 істеу және жылу берілу.* Енді соларды қарастырайық.





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

## II Механикалық жұмыс – ішкі энергияны өзгерту тәсілі

Денелердің үйкелетін беттері қызатынын байқау қиын емес. Әртүрлі материалдарды бұрғылағанда және кескенде, пышақты қайрағанда, екі дене де (бұйым да, құрал да) қызады. Мәселен, балғаның соққысынан шегенің басы қызады. Қысым күшінің және үйкеліс күшінің әсерінен гидравликалық мәшиненің майы да қызады. 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 аспаптың 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 тұтанып, жана бастайды да, цилиндр іші түтінге толады. Демек, денемен жұмыс істеген кезде оның ішкі энергиясы артады.

Кері процесті – дененің ішкі энергияның есебінен механикалық жұмыс жасауын қарастырайық. Бұл кезде ішкі энергия азаяды деп



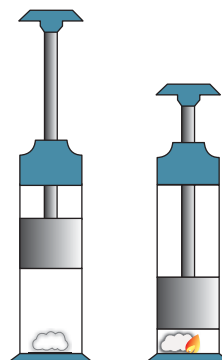
### Өз тәжірибең

7 және 8-суретте көрсетілген тәжірибелерді жасаңдар.



### Жауабы қандай?

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



7-сурет. Қысқан кездегі спирт буының өздігінен жануы

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

Суы бар сынауықтың (пробирка) аузын тығынмен жабамыз да, суреттегідей таған (штатив) қыстырғышына 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 суыған кезде сынауық қабырғаларында су тамшылары пайда болады. Табиғатта да температура төмендегенде ауадағы су буы сұйыққа айналады, шөпте және ағаш жапырақтарында шық пайда болады. Осы тәжірибенің 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



### Өз тәжірибең

Тиынды ағашқа үйкеген кездегі оның ішкі энергиясының өзгеруінің үйкеліс күшінің шамасына және жүрілген жолға тәуелділігін зерттендер. Жүрілген жолды өлшеу үшін, алдын ала белгіленген бөлікте тиынды әрі-бері үйкендер. Тиынға түсірілген қысым күшін арттыру немесе кеміту арқылы үйкеліс күшін өзгертуге болады. Қорытынды жасаңдар: 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 суық дененің бөлшектері жылдамырақ қозғала бастайды да, дене температурасы жоғарылайды. Энергиясын жоғалтқан ыстық дене бөлшектерінің қозғалыстары, керісінше, баяулап, дене температурасы төмендейді. Бұны *жылуберілу* деп атайды.

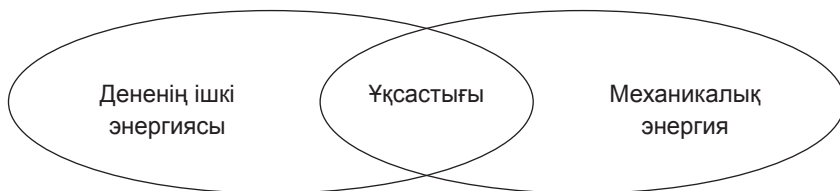
**Жылуберілу – энергияның қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге берілу құбылысы.**

Жылуберілу екі дененің температурасы бірдей болғанда ғана тоқтайды. Бұл жағдайда энергия алмасқан дене бөлшектері бірдей орташа қозғалыс жылдамдығына ие болады.



### Тапсырма

1. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдерінің ішкі энергияны арттыра да, кеміте де алатын түрлерінің әрқайсысына екі мысалдан келтіріңдер.
2. Венн диаграммасын құрып, дененің ішкі энергиясын механикалық энергиямен салыстырыңдар.



### Бұл қызық!

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



*Пневматикалық қауіпсіздік жастығы*



*Пневматикалық домкрат*

### Бақылау сұрақтары

1. Қандай энергияны кинетикалық энергия деп атайды? Қандай энергияны потенциалдық энергия деп атайды?
2. Дененің ішкі энергиясы нені білдіреді?
3. Дененің ішкі энергиясын қандай тәсілдермен өзгертуге болады?
4. Егер денемен жұмыс жасалса, оның ішкі энергиясы қалай өзгереді? Егер газ немесе бу жұмыс жасаса ше?
5. Жылуберілу деп қандай құбылысты айтады?

## ★ Жаттығу

2

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

## 🏠 Жаттығу

2

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

## Эксперименттік тапсырма

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



## § 4. Жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жылу берілудің үш түрін салыстырып, олардың ерекшеліктерін атай аласыңдар;
- жылу берілу қандай жағдайда орындалатынын түсіндіре аласыңдар;
- жылу берілудің әр түріне мысалдар келтіре аласыңдар.



### Жауабы қандай?

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



9-сурет. Металдардың жылуөткізгіштігі әртүрлі

Жылу берілудің үш түрі бар: *жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару*. Оларда энергияның қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге қалай берілетінін қарастырайық.

### I Жылуөткізгіштік

Дененің температурасы жоғарылаған сайын оның бөлшектерінің қозғалыс жылдамдығы да арта түсетіні белгілі. Қатты денелерде бөлшектердің тербелмелі қозғалысы арта түседі. Тербелмелі қозғалыстың артуы молекулалардың өзара әрекеттесуін күшейте түседі. Дененің ыстығырақ молекулаларының тербеліс қарқындылығы суығырақ бөлігінің молекулаларына беріледі. Бөлшектер бір-біріне жақын орналасқан сайын жылу берілу жылдамырақ болады, бірақ зат тасымалданбайды.

**Жылуөткізгіштік дегеніміз – жылулық қозғалыстың және дене бөлшектерінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде энергияның дененің қатты қыздырылған бөлігінен азырақ қыздырылған бөлігіне берілу құбылысы.**

**Қатты денелердің жылуөткізгіштігі.** Бөлмедегі денелер жылулық тепе-теңдікте болғандықтан, олардың температуралары да бірдей болады, бірақ темірден жасалған заттар қолмен сипағанда ағаш заттарға қарағанда суығырақ көрінеді. Қолмен қандай да бір денені ұстағанда, олардың жанасқан нүктелерінде жылу берілу процесі басталады. Металдардың жылуөткізгіштігі өте жақсы, олардың

бөлшектері жанасқан беттің бөлшектерімен жылдам энергия алмасады, сондықтан металдарды ұстағанда суық болып көрінеді.

**Сұйықтардың жылуөткізгіштігі.** Сұйықтардың жылуөткізгіштігі қатты денелерге қарағанда нашарлау болады. Бұған тәжірибе арқылы көз жеткізуге болады: спирт шамын сынауықтағы судың жоғарғы бөлігін қыздыратындай етіп

қояйық. Су қайнай бастайды, бірақ сынауықтың астыңғы жағына қолымызды тигізсек, оның сол алғашқы суық қалпында қалғанын сеземіз (10-сурет). Жылуөткізгіштігі нашар болғандықтан, судың жоғарғы бөлігінің молекулалары алған энергия төменгі бөліктегі молекулаларға берілмейді.

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

*Жылуды нашар өткізетін заттарды жылуоқшаулағыштар деп атайды.* Мақта, ағаш, жүн, құрғақ ағаш кесінділері және қар жақсы жылуоқшаулағыш болып табылады. Олардың ішінде ауа көп болады.

*Вакуумда* молекулалардың саны өте аз, мартымсыз болғандықтан, ондағы энергия жылуөткізгіштік арқылы берілмейді.



**10-сурет.** Сұйықтың жылуөткізгіштігі нашар



### Өз тәжірибең

9 және 10-суреттерді қарандар. Түрлі металдардың жылуөткізгіштіктері әртүрлі болатындығына, судың жылуөткізгіштігі өте аз екендігіне тәжірибе арқылы көз жеткізіңдер.

## II Конвекция

Архимед күшінің әрекетінен бөлме ішіндегі ауа қабаттарға бөлінген: астында ең суық қабат, үстінде ең жылы қабат. Терезені ашқанда суық ауаның бөлменің төменгі жағына еніп, жылы ауаны бөлменің төбесіне қарай



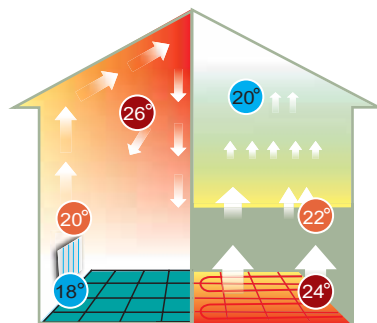
### Жауабы қандай?

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



*Ұлттық ыдыс-аяқ. Алматы қ.*

ығыстыратынын байқауға болады. Егер қыздырғыш төменде орналасса, онда бөлмедегі ауаның барлық көлемі қыздырылады. Қыздырғыштан жылу алған ауа өзінен суық ауаға орын беріп, жоғары қарай ығыса бастайды (11, а) сурет). Қазіргі үйлерде бөлме бірқалыпты және тез жылынуы үшін еден аумағына түгелдей қыздырғыш қояды (11, ә) сурет). Энергия басқа заттар арқылы берілетін жылу берілудің қарастырылып отырған түрі *конвекция* (лат. *convectio* – ауыстыру) құбылысы деп аталады.



а) Кәдімгі жылыту жүйесі      ә) «Жылы еден»

**11-сурет.** Бөлмені жылытудағы әртүрлі жылыту жүйесінің конвекциялық ағыны

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

Стақандағы суды қыздырғыш салып қыздырамыз. Судың қыздырғыштан жоғары бөлігінің қайнағанын байқаймыз. Судың тығыздығы төмен қызған қабаты Архимед күшінің әрекетінен жоғары ығысады, ал астыңғы 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.

### Өз тәжірибең

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 жылу берілу қалай жүреді? Жанып жатқан от пен біздің денеміздің арасында ауа бар, ал Күн мен Жердің арасында – ауасыз кеңістік. Демек, бұл жағдайларда жылу конвекция арқылы да, жылу өткізгіштік 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 ортаның қажеті жоқ.* Жылу берілуді тоқтату өте оңай, ол үшін жылу берілуге қатысып тұрған екі дененің арасына экран қойсақ болғаны. Ыстық күндері бұндай экранның рөлін түрлі қалқалар және баскиімдер 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 салқындайды. *Жоғары жұту қабілетіне ие денелер жоғары сәуле шығару қабілетіне де ие болады, олар тез суиды.*



#### Тапсырма

Жылу берілу түрлеріне салыстырмалы кесте құрастырыңдар. Салыстыру параметрлерін оқулықты оқып толықтыруға болады.

Жылу берілу түрлері			
Салыстыру параметрі	Жылу өткізгіштік	Конвекция	Сәуле шығару
Жылу берілу мүмкін болатын орта			
Жылу берілу техникасы			
Зат тасымалы			

Қорытынды жасаңдар: жылу берілудің үш түрінің ортақ қасиеттері және айырмашылығы қандай?



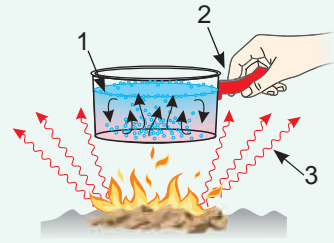
## Бақылау сұрақтары

1. Жылу берілудің қандай түрлерін білесіңдер?
2. Жылу өткізгіштік арқылы энергияның берілуі қалай жүзеге асады?
3. Жылу берілудің екі тәсілі – жылу өткізгіштік пен конвекцияның басты айырмашылықтары неде?
4. Дененің түсі мен жұту қабілетінің арасында қандай байланыс бар?
5. Жылу берілудің үш түріне анықтама беріңдер.

## ★ Жаттығу

3

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



14-сурет. Жылу берілу түрлері

## 🏠 Жаттығу

3

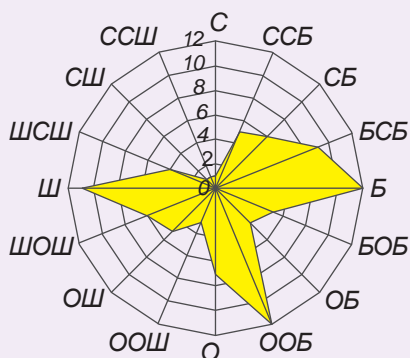
1. Қандай температурада металл да, ағаш та қолмен ұстағанда бірдей қызған сияқты болып көрінеді?
2. Күздің суық ауа райында теңіз жағалауында соғатын желдің бағытын алдын ала болжап білуге бола ма? Болса, онда жел қалай қарай соғады?
3. Күн ыстық кезде қайсысы қаттырақ қызады: жыртылған жер ме әлде жасыл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

## Эксперименттік тапсырма

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

## Шығармашылық тапсырма

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



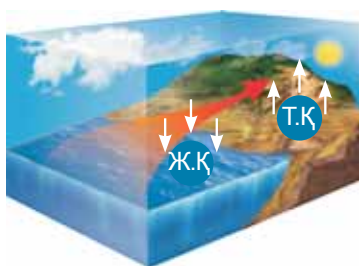
*Бір жыл ішіндегі Бангкок қаласында желдердің таралу бағыттары*

## § 5. Табиғаттағы және техникадағы жылу берілу

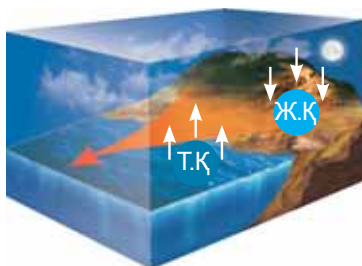
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- табиғаттағы, тұрмыстағы және техникадағы жылу берілуге мысалдар келтіре аласыңдар;
- өздерің келтірген мысалдағы жылу берілудің түрін анықтайсыңдар.



15-сурет. Күндізгі самал жел



16-сурет. Түнгі самал жел

Жылу берілудің барлық түрлері табиғатта маңызды рөл атқарады және техникада кеңінен қолданылады. Біздің планетамыздағы климаттық жағдайлар, өсімдіктер мен жануарлар әлемі жылу берілумен байланысты. Жылусыз тірі ағзалардың тіршілік етуі мүмкін емес. Жануарлар дүниесінің эволюциясы оларға Жердің суық бөліктеріне қоныстануға мүмкіндік берді. Адамдар табиғаттағы жылу берілуді 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 жылуымен бірқалыпты жылытылмаған атмосфера қабаттары жоғары және төменгі қысым аймақтарын тудырады, соның нәтижесінде конвекциялық ағындар түзіледі. Тығыздығы мен қысымы төмен жылы қабаттар ауаның суық массаларына орын беріп, жоғары көтеріледі, содан жел пайда болады. Атмосфераның сиретілген қабатында суытылған 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 күрделі.

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

### Тапсырма

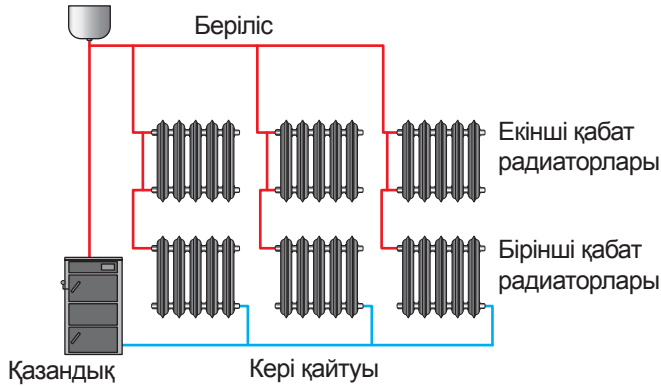
1. 15, 16-суреттерді пайдалана отырып, түнгі және күндізгі самал желдердің пайда болуын түсіндіріңдер.
2. Бақыланған құбылысты қандай заңның негізінде түсіндіруге болады?

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

Адам өзіне жылы әрі жайлы үй тұрғызады. Ол салған үйдегі жылыту жүйесінің құрылысы конвекция арқылы жылу берілу заңдылықтарына негізделген. Көп жағдайда ыстық су үйге бірінші қабаттан бастап беріледі (17-сурет). Жылыту

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

Ашық типтегі кеңейткіш бак



17-сурет. Жылыту жүйесінің сұлбасы

Вакуумдық шыныпакеттері бар пластик терезелер қыста суықтан сенімді түрде қорғайды, вакуум жақсы жылуоқшаулағыш болып табылады.

Құрамында ауасы бар кеуекті құрылыс материалдары үйдегі жылыуды сақтайды. Топырақтың жылуөткізгіштік қасиетінің төмендігін пайдаланып, жылыту жүйелерін, су құбырларын және кәріз құбырларын жерді тереңірек қазып орналастырады, сонда құбырлардағы су қатпайды (18-сурет).

### III Агротехникадағы жылуберілу

Жылуберілу заңдылықтары агротехникада қолданылады. Бірқатар мысалдар келтірейік.

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



#### Жауабы қандай?

1. Неліктен қатты кірпіштерге қарағанда кеуекті кірпіштердің жылуөткізгіштігі жоғары болады?
2. Қазақстанда үй тұрғызу үшін қандай материалдар қолданылады?



18-сурет. Алматы қаласының жылыту жүйесі



19-сурет. Қарағанды облысы «Топар жылыжайы» ЖШС-да өсірілген папайя

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

#### IV Термос

Термосты ойлап тапқан адам өз құрылғысында жылу жоғалуының барлық жолдарының – жылуөткізгіштіктің, 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, сондықтан ол сәулелену арқылы жылудың жоғалуын азайтады. Сауыттың қақпағы термостағы сұйық бетіндегі ауа конвекциясымен жылудың жоғалуына кедергі келтіреді. Қос қабырғалы сауыт корпусқа орнатылады да, қақпақ-стаканмен жабылады (20-сурет).



20-сурет. Термос

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

#### V Мәжбүр конвекция

Тұрмыс пен техникада *табиғи конвекциямен* қатар *мәжбүр конвекция* да қолданылады. Сұйықтың, газдың және сусымалы заттардың барлық қабаттарын тезірек қыздыру немесе салқындату үшін оларды бұлғауышты немесе сорғыны пайдаланып, араластыруға тура келеді. Ғимаратта ауаның желдеткіштің әсерінен қозғалуы мәжбүр конвекцияға мысал бола алады. Орталық жылыту жүйесінде мәжбүр конвекция қолданылады: су ағыны гидросорғының қысымы арқылы жүзеге асады.



#### Тапсырма

«Табиғаттағы және техникадағы жылу берілу» кестесін құрастырындар.

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 қайда қолданылады?
2. Жылуоқшаулағыш болып табылатын құрылыс материалдарына мысал келтіріңдер.
3. Неліктен Жердің жасанды серіктерінің бөліктерін бірқалыпты қыздыру үшін мәжбүр конвекция пайдаланылады?

## Эксперименттік тапсырма

Полиэтиленді үлдір мен газет қағазының жылуоқшаулау қасиеттерін зерттеңдер. Олармен ыстық суы бар бөтелкені ораңдар, материалдар қабатының қалыңдығы бірдей болуы керек, әрі қабаттар арасында ауа болмауы тиіс. Үлдір мен қағаздың қалыңдығын 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 (Жоңғар) қақпаларында желдің пайда болуы.
  - Термосты ойлап тапқан адам туралы.
  - Авиация мен ғарышкерлік үшін жылуөткізгіштіктің маңызы.
2. Термостың құрылысы мен қолданылу мақсатын анықтап, оны қолда бар материалдардан жасаңдар. Жасалған термосты сынап көріңдер.

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

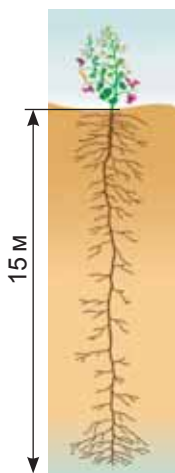
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып, сендер:

- тірі ағзалардың әртүрлі температураға бейімделуіне мысал келтіре аласыңдар;
- ағзаны төменгі температурадан қорғау әдістерін көрсете аласыңдар.



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



22-сурет. Жантақтың 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 температураға шыдамды ағзалар да бар. Кейбір бактериялар мен балдырлар суының 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 суық аймақтарда жылы климаттық жағдайда өсетін ағаштарға қарағанда өлшемі кіші ағаштар сақталып қалды. Экваторға жақын аймақтарда жалпақ жапырақты тропикалық ормандар басым, орта ендіктегі ормандарда қылқанжапырақты ағаштар өседі, ал тундраға жақындаған сайын аласа ағаштар кездесе бастайды. Планетамыздың ең биік ағаштарының биіктігі  $115\text{ м}$ -ге дейін жететін болса, ергежейлі аққайыңдардың биіктігі  $120\text{ см}$ -ге әрең жетеді (21-сурет). Күзде ағаштар жапырақ тастайды. Бұл жапырақ бетінен ылғалдың булануының, құрғау мен үсудің алдын алады. Процестер баяулап, шырынның қозғалысы тоқтайды, ағаштар өте төмен температурада тіршілік ету қабілетіне ие болады.

Қысқа қарай шөптектес өсімдіктердің бүкіл жер бетіндегі бөлігі қурап, жер астында қар жамылғысы арқасында суықтан аман қалатын өсу бүршіктері ғана қалады.

Шөлдің аптап ыстығында тек тамыр жүйесі үлкен тікенек өсімдіктер ғана өсе алады (22-сурет). Кактустар су тапшы жағдайда және ыстықта өмір сүруге бейімделген: олардың жапырақтары болмайды, ал діңін ылғалдың булануынан қалың қабат қорғап тұрады.

## II Жылу құбылыстарының жануарлар тіршілігіндегі рөлі

Жануарлар дүниесіндегі төмен температурадан сақтану жолдары өсімдіктердікіне ұқсас, суық өңірлерде тіршілік ететін жануарлар өлшемі жағынан кішірек болып келеді. Мысалы, орта ендіктердегі қызғылт түлкі поляр түлкісіне қарағанда үлкенірек. Поляр түлкісінің орташа салмағы 3,5 кг, ал қызыл түлкінің салмағы 6–10 кг аралығында болады. Тек солтүстік 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 суық климат жағдайында тіршілік ететін жануарлар қоршаған суық орта мен ағзаның арасында арнайы жылуоқшаулағыш қабат болып табылатын мамық, жүн, 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 ұйқыға кететін көптеген жануарлар бар, мысалы, аюлар, борсықтар, жанаттар, әртүрлі кеміргіштер. Олар анабиоз жағдайына енеді: зат алмасу ең төменгі деңгейге түседі, дене температурасы төмендейді, сонда ағза өте төмен температураны энергия жоғалтпай-ақ көтере алатын қабілетке ие болады. Қыста балықтардың белсенділігі азаяды: тамақтану толығымен тоқтайды немесе бірден азаяды, зат алмасу ағзада жинақталған энергетикалық ресурстың, бірінші кезекте май қыртыстарының есебінен жүреді.



23-сурет. Дөңгеленіп жатқан түлкі өз денесінің жылуын сақтайды.



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



*Анабиоз – ағзадағы тіршілік процесінің уақытша бәсеңдеуі немесе тоқтатылуы.*

Жануарлардың суықтан, 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 – суық пен ыстықтан қорғайтын сенімді орын.

### III Адамдар суық жағдайда

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

Суықтың 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 күшейтуге 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 бәсеңдеп, бірде күшейіп, бірнеше сағатқа дейін созылуы мүмкін.

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

#### Жауабы қандай?

1. Неге қарағай мен шыршалар қылқан жапырақтарын тастамайды? Қылқанжапырақтылар неге өте қатты суықта үсімейді?
2. Қоян неге қыста түсін өзгертпейді?
3. Шөл даланың жануарлары неге түнде белсенді болады?
4. Жеңіл өнеркәсіпте жылы киімдер тігу үшін неліктен жылуоқшаулағыш материалдар қажет?
5. Киіз үй, чум (бұғы өсірушілердің баспанасы) қандай материалдардан жасалады? Неліктен?
6. Неге аяқкиім тар болса, аяқ тоңады?

#### IV Адамның суықтан қорғануы

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

#### Бақылау сұрақтары

1. Жануарлар мен өсімдіктердің ағзаларындағы жылу реттеу қалай жүзеге асырылады?
2. Адам тоңғанда ағзасында қандай реакция болады?
3. Адам суық пен ыстықтан қалай қорғанады?

#### Эксперименттік тапсырма

Киім тігілетін материалдар – синтепон мен теріні зерттеңдер. Температуралары бірдей (50–60 °C) жылы су құйылған екі банканы осы материалдармен ораңдар. 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 дайындаңдар:

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

## § 7. Жылу мөлшері, заттың меншікті жылу сыйымдылығы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жылу берілу процесі кезінде алынған немесе берілген жылудың мөлшерін анықтауды;
- меншікті жылу сыйымдылығының физикалық мағынасын түсіндіруді;
- дене температура-сының уақытқа немесе берілген жылу мөлшеріне тәуелділік графика-терін оқуды білесіңдер.

### I Жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгеруі

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

**Жылу мөлшері – дененің жылу берілу кезінде 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. Ішкі энергияның өзгерісін  $\Delta U$  деп белгілейік, сонда:

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

мұндағы  $U_1$  – дененің жылу берілуге дейінгі ішкі энергиясы.  $U_2$  – дененің жылу берілуден кейінгі ішкі энергиясы.

Жылу берілу кезіндегі жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгерісі тең:

$$\Delta U = Q.$$



### Есте сақтаңдар!

**1 кДж = 1000 Дж;**

**1 МДж = 1000000 Дж;**

**1 мДж = 0,001 Дж.**

Жылу мөлшері – жылу берілу кезіндегі дененің ішкі энергиясының өзгеруінің сандық шамасы.



### Маңызды ақпарат

Дененің жылу сыйымдылығы заттың меншікті жылу сыйымдылығы мен дененің массасының көбейтіндісіне тең:  $C_D = mc$ .

Дене жылу сыйымдылығының өлшем бірлігі –

$$[C_D] = \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$

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

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

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

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

мұндағы  $t_1$  – дененің жылу берілуге дейінгі температурасы,  $t_2$  – дененің жылу берілуден кейінгі температурасы.

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

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

Дененің массасы артқанда оның молекулаларының саны да артады. Демек, затты қандай да бір температураға дейін қыздыру кезінде, қосылған барлық молекулаларға да қосымша энергия беру қажет. Дененің массасы артқан сайын, оның температурасын белгілі бір мәнге арттыру үшін жұмсалатын жылу мөлшері де көбейе береді. Жылу мөлшері мен массаның арасында тура 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 сақтау қасиетін көрсететін арнайы физикалық шама енгізілген. Бұл шама *заттың меншікті жылусыйымдылығы* деп аталады.

**Заттың меншікті жылусыйымдылығы – массасы 1 кг заттың температурасын 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  $c$  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 аударыңдар!

1. 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.
2. 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. Теңіз жағалауының жылы климатын судың жоғары жылусыйымдылығымен түсіндіруге болады.

*Заттың меншікті жылусыйымдылығы жоғары болған сайын, температурасы өзгергенде оған берілетін немесе одан бөлінетін жылу мөлшері арта түседі.*

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

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

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

немесе 
$$Q = cm\Delta t.$$

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 бөлінетінін көрсетеді, энергияның өзінің теріс мәні болмайды.

#### V Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі

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

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

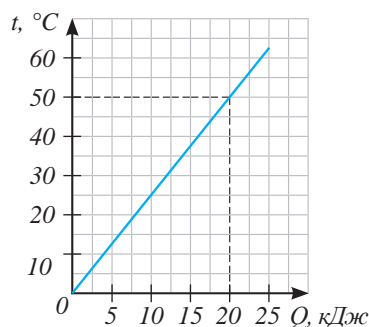
графигі координата басын басып

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



#### Тапсырма

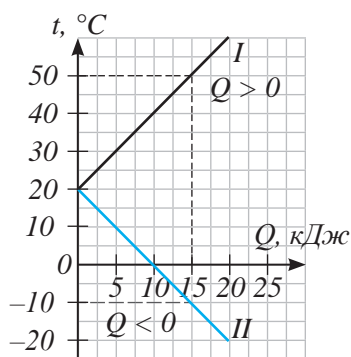
1. Жылу мөлшерін есептейтін формуланы заттың массасын, меншікті жылусыйымдылығын, температура өзгерісін, сонымен қатар дене температурасының бастапқы және соңғы мәндерін есептеуге пайдаланатындай етіп түрлендіріңдер.
2. Осы формулаларды дененің меншікті жылу сыйымдылығын пайдаланып жазыңдар.



26-сурет. Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі

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

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

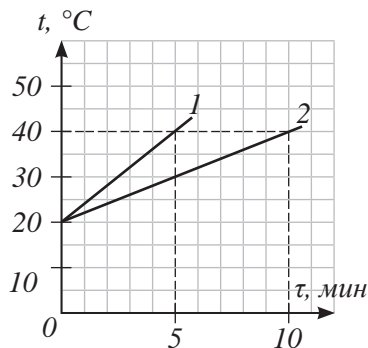


27-сурет. Денені қыздыру және суыту процесінің графигі

## VI Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі

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

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



28-сурет. Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі



### Тапсырма

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

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

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 салқын-даған кезде қанша жылу мөлшерін бергенін, суық судың жылыған кезде қанша жылу мөлшерін алғанын есептеңдер. Осы жылу мөлшерлерін салыстырыңдар.

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

Есептеулердің нәтижесінде мынадай қорытынды шығады:

*Ыстық судың берген жылу мөлшері мен суық судың алған жылу мөлшері өзара тең болады.* Тәжірибеде және іс жүзінде тек ыдысты және қоршаған

ортаны қыздыруға энергия шығындалмаған жағдайда ғана бұндай қорытынды жасауға болады.

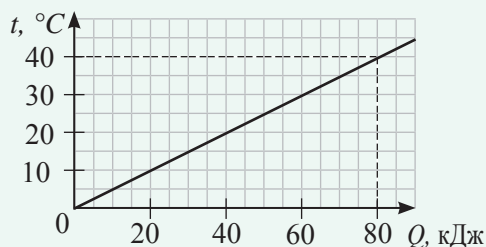
### Бақылау сұрақтары

1. Жылу мөлшері дегеніміз не? Оның өлшем бірлігі қандай?
2. Жылу берілу кезіндегі жылу мөлшері мен ішкі энергияның өзгерісі бір-бірімен қалай байланысқан?
3. Заттың меншікті жылу сыйымдылығы дегеніміз не? Оның өлшем бірлігі қандай?
4. Заттың меншікті жылу сыйымдылығы мен дене жылу сыйымдылығының арасында қандай байланыс бар?
5. Дене температурасының оған берілген жылу мөлшеріне тәуелділік графигі бойынша қыздырғыштың қандай түрі тиімдірек екенін қалай анықтауға болады?
6. Дене температурасының уақытқа тәуелділік графигі бойынша қай дененің жылу сыйымдылығы көбірек екенін қалай анықтауға болады?

### ★ Жаттығу

5

1. Жездің меншікті жылу сыйымдылығы  $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Бұл нені білдіреді?
2. Массасы 50 г, температурасы  $25^\circ\text{C}$  алюминий қасықты температурасы  $75^\circ\text{C}$  ыстық суға салса, қасық қанша жылу мөлшерін алады?
3. Массасы 200 г затты  $12^\circ\text{C}$ -ден  $16^\circ\text{C}$ -ге қыздыру үшін 304 Дж жылу мөлшері кетті. Заттың меншікті жылу сыйымдылығын анықтаңдар.
4. 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?
5. Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигінен (29-сурет) заттың неден жасалғанын табыңдар. Дененің массасы 4 кг.



29-сурет. Дене температурасының жылу мөлшеріне тәуелділік графигі





1. Стақандағы температурасы  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  ыстық шай  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  бөлме температурасына дейін суығанда қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады? Шайдың массасын  $200\text{ г}$  деп алыңдар.
2. Температурасы  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  құдықтан көлемі  $10\text{ л}$  шелекпен су алып, Күннің астына қойды. Шелектегі судың температурасы  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге артты. Судың ішкі энергиясының өзгерісін анықтаңдар.
3.  $168\text{ кДж}$  жылу мөлшерін жұмсап, қанша мөлшердегі суды  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге қыздыруға болады?
4. Массасы  $0,8\text{ кг}$  алюминий шәйнектің жылусыйымдылығын анықтаңдар.

### Эксперименттік тапсырма

Газда және электр шәйнекте қайнаған су температурасының уақытқа тәуелділік графигін құрыңдар. Судың бастапқы температурасын термометрмен өлшеңдер. Ал судың қайнау температурасын  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  деп алыңдар.

### Шығармашылық тапсырма

Өткен тақырып бойынша техникалық және экологиялық мазмұны бар есеп құрастырыңдар.

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

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

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

### I Отын түрлері

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

### II Отынның меншікті жану жылуы.

#### Отынның энергиясы

Отын жанғанда көміртек атомдары оттегі атомдарымен қосылып, көмірқышқыл газының молекулаларын түзеді. Көмірқышқыл газының молекулалары түзілгенде энергия бөлініп шығады. Түрлі отын жанған кезде әртүрлі жылу мөлшері бөлініп шығады. Отынның құрамында көміртек көп болған сайын, одан бөлініп шығатын жылу мөлшері де көп болады. Отынның энергетикалық шығынын сипаттау үшін *отынның меншікті жану жылуы* деп аталатын физикалық шама енгізілген.

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

#### Тапсырма

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

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:

$$Q = qm.$$

**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 құрылысы басталды. 2016 жылы бензол, мұнайхимиялық өнім, бензин шикізатын өңдейтін кешен іске қосылды (30-сурет).

Әлем елдерінің ішінде көмір қоры бойынша Қазақстан алғашқы ондыққа кіреді. Майкөбе, 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 аударыңдар!

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. Атыраудағы 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 мұнараларын орналастыру топырақ құнарлылығын бұзады (31-сурет). Отын жанғанда көмірқышқыл газы және басқа да зиянды заттар бөлініп шығады. Атмосферада көмірқышқыл газының көбеюі «жылыжай эффектін» 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 қорларды қолдануда деген ұйғарымға келді. *Сарқылмайтын энергетикалық қорларға жел, Күн, Жердің жылу энергиясы, т.б. жатады.*

*Қайта 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).

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



#### **Жауабы қандай?**

1. Жалындап жана бастаған отты неге тығыз матамен жабу арқылы өшіруге болады?
2. Ғарыш кеңістігінде не себепті сіріңке жағылмайды?
3. Мұнайды отын ретінде пайдалану неліктен тиімсіз?
4. Органикалық отынның өндірілуі мен қолданылуы қоршаған ортаға 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 мұнаралары

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 малшаруашылығы 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 пайдалануға болады. Қазақстан болашақта отынның экологиялық таза түріне көшуге ұмтылады. Еліміздің астанасында өткен Бүкіләлемдік ЭКСПО–2017 көрмесі осы мақсатты көздеді (34-сурет).



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

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

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

### Берілгені:

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

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

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

$$m_2 = 0,5\text{ кг}$$

$$q = 3\cdot 10^7\text{ Дж/кг}$$

$$m_1 = ?$$

### Шешуі:

Отын жанғанда бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_2 = qm_2.$$

Суды қыздыруға қажет жылу мөлшері:

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

Бөлінген жылу мөлшері толығымен суға беріледі деп есептесек,

$$\text{онда: } Q_1 = Q_2 \text{ немесе } qm_2 = cm_1(t_2 - t_1).$$

Алынған теңдеуден белгісіз шаманы табамыз:

$$m_1 = \frac{qm_2}{c(t_2 - t_1)}.$$

Судың массасын есептесек:

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

**Жауабы:**  $m_1 = 71,4\text{ кг}$ .

## Бақылау сұрақтары

1. Қандай органикалық отын түрлерін білесіңдер?
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?



## Жаттығу

6

1. Массасы 15 кг таскөмір толық жанғанда қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады?
2. Көлемі 5 л бак бензинмен толтырылған. 230 МДж энергия алу үшін бензиннің осы мөлшері жеткілікті бола ма?
3. Пеште көлемі  $10 \text{ дм}^3$  аққайың және 5 кг шымтезек толығымен жанып кетті. Пештен қанша жылу мөлшері бөлініп шықты? Аққайыңның тығыздығы  $600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .



## Жаттығу

6

1.  $2,2 \cdot 10^{10}$  Дж жылу мөлшерін алу үшін қанша мөлшердегі табиғи газды жағу керек?
2. Көлемі 3 л бензин жанғанда бөлінетін жылу мөлшеріндей жылу мөлшерін алу үшін қанша таскөмір жағу керек?

## Шығармашылық тапсырма

Мына тақырыптардың біріне баяндама дайындаңдар:

1. Қоршаған ортаға жылу электрстансыларының әсері.
2. Сарқылмайтын энергетикалық қорларды пайдаланудың перспективалары.
3. Қалпына келетін энергетикалық ресурстарды пайдаланудың перспективалары.

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- тұйық жүйе денелерінің жылу алмасу кезіндегі жылулық балансының теңдеуін пайдалануды үйренесіңдер.



### Жауабы қандай?

1. Механикалық жұмыс пен жылу мөлшерінің өлшем бірлігі неге энергияның өлшем бірлігімен бірдей?
2. «Жұмыс атқаруға жұмсалған энергия...» деген сөйлем физика тұрғысынан алғанда неге нақты емес?



35-сурет. Калориметр



### Тапсырма

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

### I Жылуоқшауланған жүйелердегі энергияның сақталу заңы

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 дененің жылу мөлшері оң көрсеткішке ие болады. Жүйеге кірмейтін қоршаған денелермен жылу алмасу жүрмейді, сондықтан денелер жүйесі үшін жылу мөлшері нөлге тең.  $n$  денеден тұратын жылуоқшауланған жүйе үшін жылулық тепе-теңдік кезіндегі жылулық баланс теңдеуі:

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

**Екі денеден тұратын тұйық жылуоқшауланған жүйедегі жылулық тепе-теңдік кезінде ыстық дененің берген жылу мөлшері суық дененің қабылдаған жылу мөлшеріне тең болады.**

$$Q_1 = Q_2.$$

мұндағы  $Q_1$  – ыстық дененің берген жылу мөлшері,  $Q_2$  – суық дененің қабылдаған жылу мөлшері.

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

Ішкі энергия дене температурасын анықтайды, демек ол жылу мөлшерімен байланысты. Ішкі энергияны екі әдіспен: жылу берілу 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 ұңғысын 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 жұмыстың 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.

#### Бұл қызық!

Сары майдың меншікті жану жылуы 7800 ккал/кг, құмшекердікі 4100 ккал/кг, алманікі 480 ккал/кг, жаңа піскен қиярдікі 140 ккал/кг.

#### Назар аударыңдар

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

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

Қазіргі кезде физикада жылу мөлшерін джоульмен өлшейді. Калорияны тамақ өнеркәсібінде азық-түліктің энергетикалық құндылығының өлшем бірлігі ретінде қолданады. Калориясы жоғары азық-түліктің меншікті жану жылуы жоғары болады. Адам ағзасында азық-түлік бөлетін 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 зерттегенде «толық энергия» түсінігі қалыптасты.

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

$$W = E + U,$$

$W$  – жүйенің толық энергиясы,  $U$  – ішкі энергия,  $\dot{A}$  – толық механикалық энергия.

Формуладағы толық механикалық энергияның орнына  $E_p$  потенциалдық және  $E_k$  кинетикалық энергиялардың қосындысын қойсақ, 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 денеге беріліп отырады. Тұйық жүйедегі толық энергия тұрақты шама болып табылады.**

### ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

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

**Берілгені:**

$$v = 200 \text{ м/с}$$

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

$$\Delta t = ?$$

**Шешуі:**

Тұйық жүйенің екі жағдайын қарастырамыз:

оқ – топырақ – үйінді:

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

Бұл жүйені жылуоқшауланған жүйе деп санауға 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:

$$W_1 = W_2. (3)$$

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

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

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

керсек, (4) теңдікті мынадай түрде жазамыз:

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

Оқтың ішкі энергиясының өзгерісі:

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

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

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

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

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

### Бақылау сұрақтары

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

### ★ Жаттығу

7

1. Ваннада температурасы  $40 \text{ °C}$  жылы су дайындау үшін температурасы  $10 \text{ °C}$  суық су мен  $60 \text{ °C}$  ыстық су араластырылды. Суық судың көлемі  $80 \text{ л}$ , ыстық судың көлемін анықтаңдар.

2. Шебер бір бөлшекті өңдеу кезінде болат егеуге 40 Н күш түсіріп, 46 қимыл жасады. Егеу ізі 8 см-ге тең. Массасы 100 г егеудің температурасы қанша градусқа көтерілгенін анықтаңдар.
3. 500 м биіктіктен 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 есептеңдер.



## Жаттығу

7

1. Жылусыйымдылығы  $63 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$  болатын калориметрге температурасы  $12^\circ\text{C}$ -ге тең 250 г май құйылды. Массасы 500 г болатын температурасы  $100^\circ\text{C}$ -ге тең мыс денені майға батырғанда ортаның жалпы температурасы  $33^\circ\text{C}$ -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  $3^\circ\text{C}$ -ге көтерілген. Бала қанша жұмыс атқарған?

## Эксперименттік тапсырма

Массасы белгілі аз мөлшердегі суды ыдысқа құйыңдар да, оның температурасын өлшеңдер. Суды 5 мин бойы бұлғауышпен (миксер) араластырыңдар. Судың температурасын қайта өлшеңдер. Қорытынды шығарыңдар.

## Шығармашылық тапсырма

Адамның тамаққа қатысты энергетикалық қажеттілігін зерттеңдер, бір тәулікке ас мәзірін жасаңдар.

## I тараудың қорытындысы

Температура шкалаларының байланыс формулалары	Жылу мөлшерін есептеу формулалары	
	қызу мен суу кезінде	отын жанған кезде
$T = (t + 273) K$ $t = (T - 273) ^\circ C$ $t ^\circ F = t ^\circ C \cdot 1,8 \frac{^\circ F}{^\circ C} + 32 ^\circ F$ $t ^\circ C = \frac{t ^\circ F - 32 ^\circ F}{1,8 \frac{^\circ F}{^\circ C}}$	$Q = cm(t_2 - t_1)$ $Q = C_d (t_2 - t_1)$ , мұндағы $C_d = mc$	$Q = qm$
Тұйық жүйенің толық энергиясы	Жылулық тепе-теңдік теңдеуі	
$W = E_k + E_p + U$	$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$ $Q_1 = Q_2$	
Тұйық жүйенің ішкі энергиясының өзгеруі		
жылу берілу 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 дене бөлшектерінің өзара әрекеттесуі кезіндегі потенциалдық энергияларының қосындысы.

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

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

**Жылу мөлшері** – дененің жылу берілу 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-теңдік** – жанасқан денелердің температурасы бірдей болғандағы күй.

**Дененің жылу сыйымдылығы** – дененің температурасын 1 °С-ге өзгерту үшін қанша жылу мөлшері қажет екенін көрсететін физикалық шама.

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

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

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

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

**Дененің меншікті жылу сыйымдылығы** – массасы 1 кг затты 1 °С-ге өзгертуге қажет жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама.

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

1. Бекзат қой қамайтын қоршауды жөндеп жатыр. Ол мәшинесінің жүксалғышында суық суы бар бөтелке, шегелер қорабын және ағаш тақтайшалар қалдырды. Мәшине 3 сағат Күн астында тұрғаннан кейін, оның ішіндегі температура  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге жетті. Мәшине ішіндегі заттардың температурасы қалай өзгереді?
  - A. Барлық заттардың температурасы бірдей  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  болады.
  - B. Шегелер ағаш тақтайша мен суға қарағанда көбірек,  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қызады.
  - C. Су суық күйінде қалады, ағаш тақтайшалар мен шегелер  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қызады.
  - D. Ағаш тақтайшалар қызбайды, су мен шеге  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қызады.Су суық күйінде қалу үшін не істеу керек?
2. Қыста киіз үйді жылыту үшін қай материалды таңдар едің: көбікті полиэтилен, шыны мақта, холлофайбер, киіз, синтепон? Неліктен жазда киіз үй үшін дәл сол материалды қолдануға болады? Бұл материалды ыстық күні қалай қолданады? Интернет ақпараттарын (<https://cloud.mail.ru/public/7TFs/26zQBWRZT>) қолдана отырып, аталған жылыту материалдарының салыстырмалы кестесін құрастырындар.
3. **Сынған медициналық термометр**  
Жағдайдың сипаты:  
Сабақта отырған Олжастың басы ауырып, медициналық бөлмеге барды. Үстелдің үстінде стақанда термометр тұрған еді. Олжас дене қызуын 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 істеу 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  $0,0003\text{ мг/м}^3$ -ты құрайды. Оны суға тастау өте қауіпті: улы метил сынабы жиналуы мүмкін. Сынап және оның қосылыстары жүйке жүйесіне, бауырға, бүйрекке, асқазан-ішек жолдарына, тыныс алу жолдарына зиянды әсер етеді. Жеңіл 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 мг/м<sup>3</sup>-тан аспайтын сынап буы бар ауамен тыныс алғанда, сынап ағзада сақталып, өкпеде жиналады. Жоғары концентрациялы сынаппен улану жағдайында тері тітіркенеді.

### **Жағдайды қорытындылау үшін тапсырмалар мен сұрақтар**

Ғимаратта 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 резеңке қолғап және респиратор кию керек.	
2.	Шашылған сынап бөлшектерін жинаңдар. Сынапты жинаудың ең оңай тәсілі – екі парақ қағаз, медициналық резеңке бүріккіш немесе жабысқақ таспа қолдану. Шаңсорғыш немесе сыпырғыш қолдануға болмайды.	
3.	Жиналған сынапты суық суы бар банкіге салып, қақпағын жабыңдар.	
4.	Банкіні самалдыққа (балкон) апарып қойған дұрыс. Артынан 112 қызметінің мамандарына тапсыру керек. Сынапты қоқыс жәшігіне тастауға, кәріске ағызып жіберуге болмайды.	
5.	Ғимаратты желдетіңдер.	
6.	Сынап төгілген жерді сірке қышқылы қосылған калий перманганатымен өңдеңдер.	
7.	Сабын-сода ерітіндісімен еденді жуып шығыңдар.	
8.	Сынап төгілген ғимаратта болған адамдарға бірнеше күн бойы көп мөлшерде сұйық ішкен пайдалы.	



## 1-нұсқа

- Молекулалар мен атомдардың ретсіз қозғалысы –
  - Жылулық тепе-теңдік.
  - Конвекция.
  - Броундық қозғалыс.
  - Жылулық қозғалыс.
- Дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама –
  - Температура.
  - Конвекция.
  - Жылуберілу.
  - Дененің меншікті жылусыйымдылығы.
- Вакуумда болатын жылуберілу –
  - Конвекция.
  - Сәуле шығару.
  - Жұтылу.
  - Жылуеткізгіштік.
- Жылулық қозғалыстың кинетикалық энергиясы мен дене бөлшектерінің өзара әрекеттесуі кезіндегі потенциалдық энергиясының қосындысына тең шама –
  - Жылу мөлшері.
  - Меншікті жану жылуы.
  - Ішкі энергия.
  - Меншікті жылусыйымдылық.
- Отынның меншікті жану жылуы – массасы ... болатын отынның толық жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшері.
  - 2 кг.
  - 10 кг.
  - 12 кг.
  - 1 кг.
- Денеге берілетін немесе алынатын жылу мөлшерін есептейтін формула –
  - $Q = cm(t_2 - t_1)$ .
  - $Q = cm(t_1 - t_2)$ .
  - $Q = cm - (t_2 - t_1)$ .
  - $Q = qm$ .
- Заттың меншікті жылусыйымдылығының өлшем бірлігі –
  - $\frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ .
  - Дж.
  - $^\circ C$ .
  - $\frac{Дж}{кг}$ .
- 30  $^\circ C$  температура мәнін кельвинде жазыңдар:
  - 243 К.
  - 303 К.
  - 203 К.
  - 143 К.
- 300 МДж-ға тең энергия алу үшін таскөмірдің қанша мөлшері қажет екендігін анықтандар. Таскөмірдің меншікті жану жылуы  $30 \cdot 10^6$  Дж/кг-ға тең.
  - 1 кг.
  - 0,1 кг.
  - 10 т.
  - 10 кг.
- 500 кг массасы бар кірпіштен соғылған пеш 10  $^\circ C$ -ге дейін суығанда өзінен қанша жылу мөлшерін бөледі? Кірпіштің меншікті жылусыйымдылығы  $880 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ .
  - 4,4 МДж.
  - 44 кДж.
  - 440 кДж.
  - 4400 Дж.

## 2-нұсқа

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

# 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 ауысуымен байланысты жылулық құбылыстар заттардың ішкі құрылысы туралы білім негізінде қарастырылады.

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

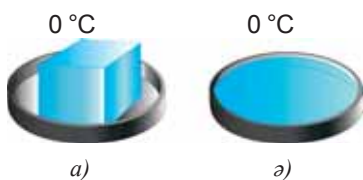
- молекулалы-кинетикалық теория негізінде заттың қатты күйден сұйық күйге немесе сұйықтан қатты күйге ауысуын сипаттауды;
- балқу/кристалдану кезінде жұтылатын/бөлінетін жылу мөлшерінің формуласын есептер шығаруда қолдануды;
- балқу және кристалдану кезінде температураның уақытқа тәуелділік графигіне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

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- молекулалы-кинетикалық теорияның негізінде заттың қатты күйден сұйық күйге немесе сұйықтан қатты күйге айналуын сипаттай аласыңдар;
- балқу кезінде жұтылған және қатаю кезінде бөлінетін жылу мөлшерінің формуласын есептер шығару кезінде қолдануды үйренесіңдер;
- балқу және қатаю кезінде температураның уақытқа тәуелділік графигіне талдау жасай аласыңдар.



36-сурет. Мұздың еруі

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

Қатты денелерді кристалдар және аморфты денелер деп екі топқа бөлеміз. Молекулалары мен атомдары белгілі бір ретпен орналасып, кристалдық тор түзетін денелер кристалдар деп аталады. Аморфты денелердің бөлшектерінің орналасуында реттілік байқалмайды, кристалдық торлары болмайды. Қатты кристалл дене энергия алған соң температураның белгілі бір мәнінде балқиды да, сұйыққа айналады (36-сурет). Балқу кезінде температура өзгермейді. Мысалы, балқу кезінде мұздың температурасы  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге тең болып қалады. Басқа да кристалл денелермен жасалған тәжірибелер бұл тұжырымды растады және әртүрлі кристалл заттардың балқу температуралары әртүрлі болатындығын көрсетті.

Мысалы, стеариннің балқу температурасы –  $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ , мырыштікі  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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 (қатаю) бастаған температурасын *кристалдану температурасы* деп атайды.**

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

## II Балқу мен қатаюды МКТ тұрғысынан қарастыру

Қатты дене 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 әрекеттесуінің потенциалдық энергиясына айналады. Зат бөлшектерінің қозғалыс жылдамдығы өзгермейді, *дене температурасы көтерілмейді*. Кристалдық торлары болмайтын заттарда сырттан жеткізілетін энергия бөлшектер қозғалысының кинетикалық энергиясын арттыруға ғана жұмсалады. *Дене температурасы үнемі өзгеріп отырады*.

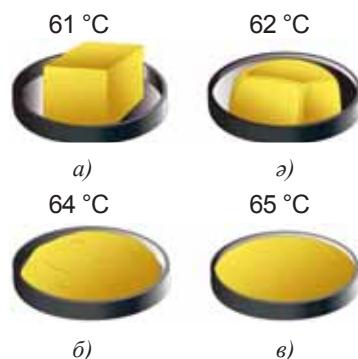
## III Меншікті балқу жылуы

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

**Меншікті балқу жылуы – балқу температурасында тұрған массасы 1 кг кристалл дене толығымен сұйық 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 заттарды қыздырған кезде олардың тұтқырлықтарының өзгеруі

### Бұл қызық!

Галлий адамның қолында балқиды, ыстық суда оңай еріп кетеді.



### Назар аударыңдар!

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 сұйық күйге айналдыру үшін оған  $2,1 \cdot 10^5$  Дж энергия қажет дегенді білдіреді.

Кейбір заттардың меншікті балқу жылуының мәндері 2-қосымшадағы 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 балқуға қажет жылу мөлшерінің қосындысы* арқылы табады:

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

Зат қатты күйге айналғанда, балқуға жұтылған энергияға тең энергия бөліп шығарады, сондықтан бөлінген жылу мөлшерін есептеу үшін тура сол формуланы қолданады. Тек зат қатты күйге айналғанда бөлініп шығатын жылу мөлшерін есептеу формуласының алдына « $\leftarrow$ » таңбасын қоямыз. Бұл дене 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 күйден сұйық күйге ауысқанда үлкейеді. Тек су ғана керісінше, сұйықтан қатты күйге өткенде үлкейеді. Бұл – суға ғана тән ерекшелік. Кристалдық тор құрылған кезде молекулалардың арақашықтығы үлкейеді (38-сурет). Мұз түзілген кезде тау қыртыстарының жырықтарын 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 графигін қарастырайық. *AB* бөлігінде температура жоғарылап барады, яғни қыздыру процесі жүріп жатыр. *BD* бөлігінде температура өзгермейді – *бұл заттың басқа агрегаттық күйге ауысуының белгісі*. Графиктегі заттың балқу температурасы  $80\text{ }^\circ\text{C}$ -ге тең. Балқу температурасының кестесін пайдалана отырып, біз ол заттың нафталин екенін анықтай аламыз.



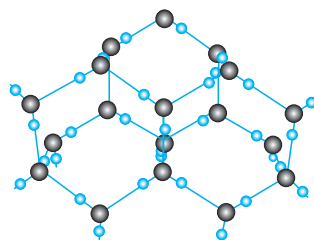
#### Есте сақтаңдар!

Балқу температурасында тұрған сұйық заттың ішкі энергиясы массасы тура сондай қатты заттың ішкі энергиясына қарағанда көбірек болады.

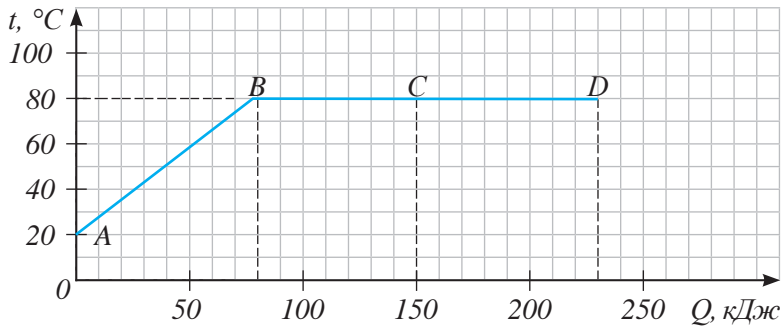


#### Жауабы қандай?

$0^\circ$ -тағы су мен мұздың айырмашылығы қандай?



38-сурет. Мұздың кристалдық торы



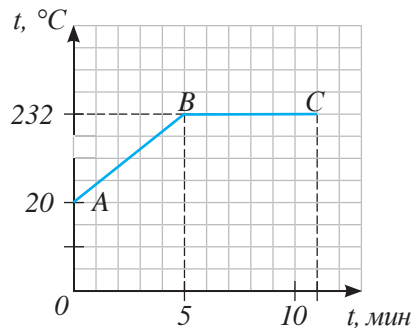
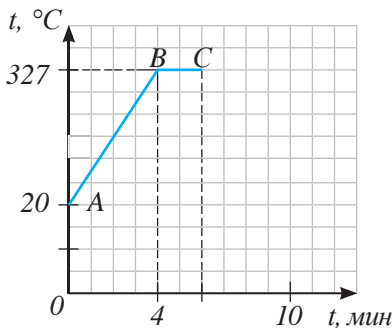
39-сурет. Графиктегі  $BD$  бөлігі заттың балқуына сәйкес келеді

Жылу мөлшері уақытқа тура пропорционал болғандықтан, балқу графигін  $t^\circ$  – температура,  $t$  – уақыт координаталарында кескіндеуге болады. Ордината осі бойына  $t, ^\circ\text{C}$  температураны, абсцисса осі бойына  $t, \text{мин}$  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

1. 40-суреттен қорғасынның балқу графигін көрсетіңдер.
2. Графиктері 41, б) суретте көрсетілген жылу процесстерін сипаттаңдар. Олардың ұқсастығы мен айырмашылықтарын көрсетіңдер.



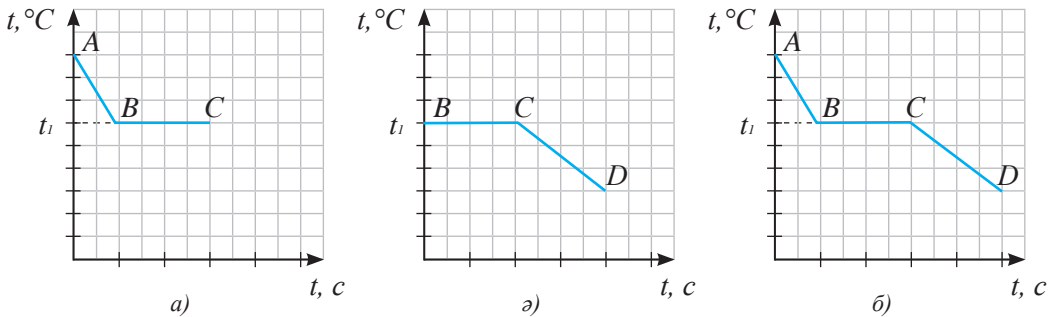
40-сурет. Массалары бірдей қорғасын мен қалайының балқу графигі

## 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 сұйық не

қатты күйдегі 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 күйде суу графигі  $CD$  көрсетілген.

Қатаю және балқу температурасының уақытқа тәуелділік графиктері бір-біріне ұқсамауы мүмкін. Денеге қыздырғыштан энергия берілуі денеден қоршаған ортаға энергия берілуінен тезірек жүреді.



41-сурет. Заттың суу және қатаюу 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:**

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

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

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

Қорғасын 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 сынапты термометрдің орнына неге спиртті термометрді қолданады?
3. Пішіндері әртүрлі, күрделі ыдыстарды және бұйымдарды дайындауда неге шыныны қолданады?
4. Сұйық күйдегі заттың ішкі энергиясы неге осы заттың балқу температурасындағы қатты күйдегі ішкі энергиясынан көбірек болады?
5. Балқу температурасында тұрған заттың қатты және сұйық күйдегі молекулаларының кинетикалық энергиясы неге бірдей болады?
6. Кристалл денелердің балқуы неге белгілі бір температура мәнінде ғана жүреді?
7. Балқыған күйдегі қандай металл суды мұз етіп тастайды?
8. Алюминий ыдыста мыс пен қорғасынды балқытуға бола ма?
9. Қыс мезгілінде ұзақ тоқтап тұратын автокөліктің радиаторының суын неліктен төгіп тастайды?



### Тапсырма

Салыстырмалы кестені толтырыңдар:

Жылу құбылысы	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 есептеңдер.

3. Массасы 1 кг су  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге суығандағы температураның жылу мөлшеріне тәуелділік графигін салыңдар.



## Жаттығу

8

1. Массасы 300 г темір қорапта 100 г қалайы балқытылды. Егер бастапқы температуралары  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  болса, қорапты қыздыруға және қалайыны балқытуға қанша жылу мөлшері жұмсалды?
2. Сұйық күйдегі 6 кг қалайыдан бұйым құйылды. Сол бұйым қатайып және  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін салқындағанша қанша жылу мөлшерін бөліп шығарады?
3. Массасы 2 кг жездің температурасының берген жылу мөлшеріне тәуелділік графигін салыңдар. Жез қыздырылып және толығымен балқыған. Жездің бастапқы температурасы  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Барлық қажетті есептеулерді алдын ала жүргізіп алыңдар.

## Эксперименттік тапсырма

Мұзы бар суға термометр салыңдар. Ыдыстағы мұздың барлығы толығымен ерігенше термометрдің көрсеткішін бақылаңдар. Бақылау нәтижелерінен қорытынды шығарыңдар.

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- молекулалы-кинетикалық теорияның негізінде заттың сұйық күйден газ күйіне немесе газдан сұйық күйге ауысуын сипаттай аласыңдар;
- булану және конденсация кезінде температураның 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. Бұдың газдан айырмашылығы – оны қалыпты атмосфералық қысымда салқындату арқылы сұйыққа айналдыруға болады. Газды сұйыққа айналдыру үшін тек салқындату жеткіліксіз, салқындатумен 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 (ауа ағынының сұйық бетімен қозғалысына) тәуелді екенін білесіңдер. Егер сұйықтың температурасын арттырып, бетінің ауданын үлкейтсек, осы беттің үстінен өтетін ауа 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 иісін сеземіз. Бұл ауада сол заттардың бөлшектері бар дегенді білдіреді.

### Естеріңе түсіріңдер!

Кебу температураға, сұйық бетінің ауданына, желге (ауа ағынының су бетімен қозғалысы), сұйықтың түріне тәуелді.

### Тапсырма

Қатты күйдегі заттардың булануына мысалдар келтіріңдер.

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

Заттың қатты күйден бірден газ тәріздес күйге өтуін *сублимация* (лат. *sublimo* – ауыстыру, айналу) деп атайды. Балмұздақты сақтау үшін қолданылатын «құрғақ мұз» атмосфералық қысымда сұйық күйге өтпей, бірден буға айналады (42-сурет). Нафталиннің, йод кристалдарының және жай мұздың осындай қасиеттері бар.



42-сурет. «Құрғақ 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, шомылып жүрген адам жағаға шыққанда, бірден суықты сезіне бастайды. Кебу қарқыны күшейе түсетін болғандықтан, жел соғып тұрғанда суықты сезіну жоғары болады.

Күнделікті біз сұйықтың, мысалы, стакандағы судың айтарлықтай салқындауын көрмейміз, себебі кебу процесі өте баяу жүреді. Ондай кезде қоршаған ауа жылу берілу нәтижесінде шығындалған энергияның орнын толтырып отырады.

### IV Конденсация

Салқын денелермен жылу алмасу нәтижесінде бу сұйыққа айналады.

#### Конденсация – будың сұйыққа айналу құбылысы.

Таңертеңгі шық, тұман табиғаттағы конденсацияға мысал бола алады. Заттың газ тәрізді күйден бірден (сұйыққа айналмастан) қатты күйге айналуы *десублимация* деп аталады. Табиғатта қыраудың пайда болуы десублимацияға мысал бола алады.



#### Тапсырма

Қатты күйдегі заттың кебуіне мысал келтіріңдер.



#### Есте сақтаңдар!

Егер қоршаған ортаның кіріс энергиясымен толтырылып отырмаса, кебу кезінде сұйықтың ішкі энергиясы кемиді.



#### Назар аударыңдар!

Булану кезінде бу сұйықтың беткі қабатынан бөлінеді.

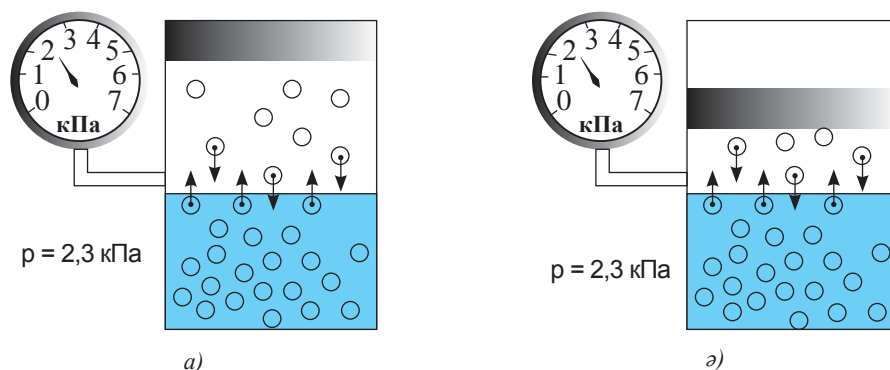
## V Қаныққан және қанықпаған булар

Ашық ыдыстағы судың беткі қабатында кебу процесі конденсацияға қарағанда 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 айтарлықтай баяулайды. Кебу процесі үдей түседі. Сұйық бетіндегі бу мұндай жағдайда қанықпаған болып табылады.

Жабық ыдыста сұйық бетіндегі бу ыдыстың тек үстіңгі 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 бұды *қаныққан бу* деп атайды.

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

*Қаныққан бу берілген температурада молекулалардың көп мөлшерін ұстап тұра алмайды, яғни үлкен тығыздықта бола алмайды.* Газдың тығыздығын молекулалар соққысынан туындайтын 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 °С қаныққан бу белгілі бір көлемді алып жатыр. Егер бастапқы температурасын сақтай отырып, оның көлемін екі есеге азайтсақ, су буының қысымы қалай өзгереді?

20 °С 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 сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте 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 бетінде азоттан және оттектен тұратын өзен, көлдер жоқ?
- Тез буланатын сұйықтарға мысал келтіріңдер.



### Жауабы қандай?

- Жаңбырдан соң неге суық болады?
- Резеңке киіммен күннің ыстығына шыдау неге қиын?
- Көктемде соққан жел қардың еруіне қалай әсер етеді?
- Ылғал ағаш отын жанғанда неге сытырлайды?
- Жаңбыр тамшылары неге жазда ірі, ал күзде ұсақ болады?
- Қиярдың температурасы неге кез келген ыстықта ауа температурасынан бірнеше градусқа төмен болады?
- Ыстық күннен 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

Сұйықтың кебуінің температураға, оның бетінің ауданына, желдің бар болуына және сұйықтың тегіне тәуелділігін тексеріңдер:

1. Екі шыны тілікке әтірдің бірдей екі тамшысын тамызыңдар. Бір тілікті екіншісінен алыстатып, оның үстінен қағазбен желдетіңдер. Қай тіліктегі әтір тамшысы тезірек кебеді?
2. Осы тәжірибені қайталаңдар, тек бір тамшыны тіліктің бойына жағып тастаңдар. Қай тамшы тезірек кебеді?
3. Кебу жылдамдығының температураға тәуелділігін тексеріңдер: бір тілікті тәжірибені қайталамас бұрын қыздырып алыңдар.
4. Шыны тілікке су мен әтірден 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 температурасының сыртқы қысымға тәуелділігін түсіндіре аласыңдар.

### I Қайнау. Қайнау кезіндегі сұйықтың температурасы

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



### Назар аударыңдар!

Сұйық қайнаған кезде буға айналу процесі сұйық көлемін тұтас қамтиды.



44-сурет. Сұйықтың қайнауы

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

Әр сұйықтың қайнау 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 температуралары да жоғары болуы керек.

**Қайнау – қайнау температурасында сұйықтың тұтас көлеміндегі булану процесі.**

2-қосымшадағы 10-кестеде бірқатар заттардың қалыпты атмосфералық қысымдағы қайнау температуралары 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-қосымшадағы 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?

1. Неліктен заттың меншікті булану жылуы меншікті балқу жылуынан көбірек болады?
2. Не себепті қайнау кезінде сұйыққа берілген жылу мөлшері мен конденсация кезінде бөлінген жылу мөлшерінің мәндері бірдей болады?
3. Қайнау кезінде неге шуыл мен бүлкілдеу болады? Сұйықтағы қандай процестер осындай дыбыстар шығарады?
4. 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 аударыңдар!

Су үшін

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

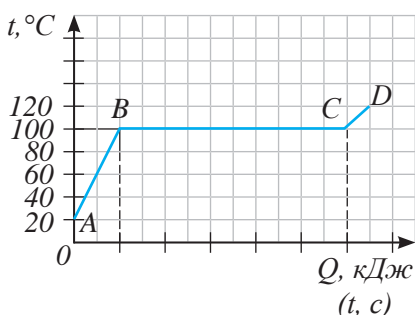
массасы 1 кг болатын судың 100 °C температурада буға айналуы үшін  $2,3 \cdot 10^6$  Дж энергия қажет болады дегенді білдіреді.

мұндағы «–» таңбасы конденсациялану кезінде бу жылу мөлшерін өзін қоршаған денелерге беретінін білдіреді.

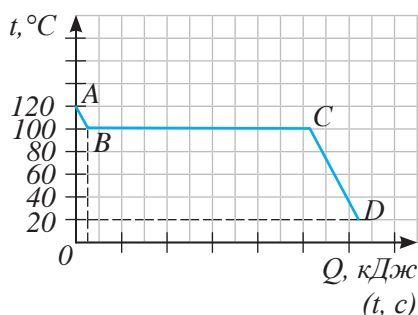
#### IV Булану және конденсация кезінде температураның уақытқа тәуелділік графигі

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

Жылу берілу тоқтатылғаннан кейін бу температурасы төмендейді, 46-суреттегі графиктің  $AB$  бөлігі.  $100\text{ }^\circ\text{C}$  кезінде бу конденсацияланады. Бу сұйыққа айналғанға дейін қайнау температурасы тұрақты болып қала береді ( $BC$  бөлігі). Ыстық су суып, қоршаған ортаның температурасына жетеді ( $CD$  бөлігі).



45-сурет. Судың қызу және қайнау графигі



46-сурет. Будың конденсациялану және суу графигі

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

Қыздырғанда қосымша энергия алған судың молекулалары жылдам қозғала бастайды. Графиктегі (44-сурет)  $B$  нүктесіне сәйкес келетін күйде молекулалардың энергиясы көрші 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 алшақтайды және байланыс үзіледі. 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 бұзу 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 температура-сының төмендеуіне алып келеді.* Сұйықтың бөлме температурасында да қайнауы мүмкін, бұған суы бар жабық ыдыстың ішіндегі ауаны ауа сорғышпен сорып алу арқылы көз жеткізуге болады (47-сурет). Атмосфералық қысымы төмен тау шыңына шығатын альпинистерге судың төмен температурада қайнайтыны және оны 100 °С-ге дейін қыздыру мүмкін емес екендігі белгілі.

*Қысымды көбейту 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 қайнағанда сұйықтың бетіндегі молекулалар мөлшері артады. Бу қысымы көбейіп, атмосфералық қысымнан асып түседі. Қысым көбейгенде 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 суыту үшін кеңінен қолданылады. Қайнау ЖЭС бу қазандықтарында, тоңазытқыш техникаларда, әртүрлі химиялық технологияларда, тамақ өнеркәсібінде, тұщытқыш қондырғыларда кебу бетін арттыру үшін пайдаланылады.



### Өз тәжірибең

47-суретте көрсетілген тәжірибені жасаңдар. Суды 70–80 °С-ге дейін қыздыру ұсынылады.



47-сурет. Бөлме температурасындағы судың қайнауы



### Жауабы қандай?

Атмосфералық қысым азайғанда қайнау температурасы неліктен төмендейді?

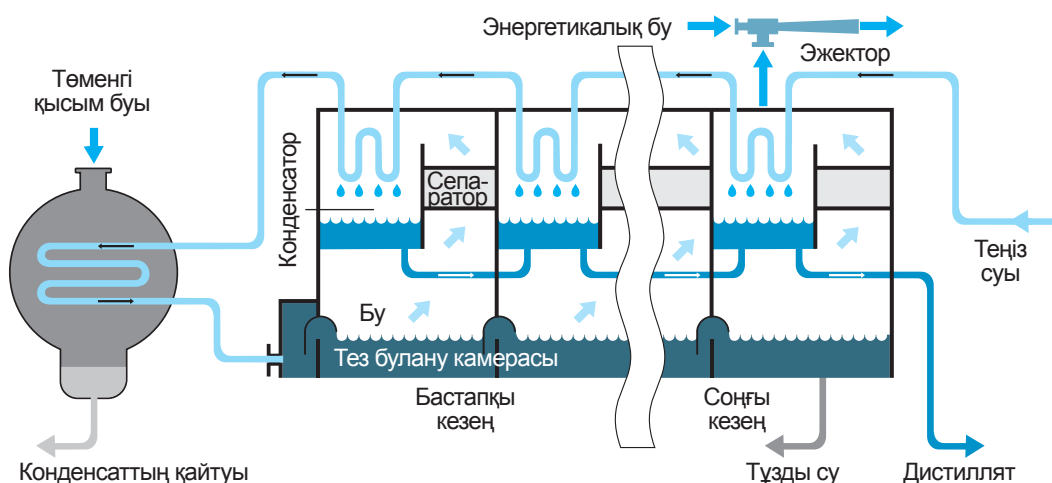


48-сурет. Жылдам қайнататын қазан

Маңғыстау облысының Ақтау қаласындағы тұщытқыш қондырғыда тұщыту процесі  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейінгі төменгі қайнау температураларында қыздыра отырып, көпсатылы дистилляция әдісімен жүргізіледі (49-сурет). Дистилляция жүргізілетін құрылғы *буландырғыш* деп аталады, ол бірнеше сатыдан тұрады. Әр сатыда температураның біртіндеп бәсеңдеуі 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 буландырғыштары

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Массасы 2 кг, температурасы 15 °C суды толығымен буға 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:

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

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

Суды буға айналдыруға қажетті энергияны мына формула бойынша есептейміз:

$$Q_2 = rm.$$

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

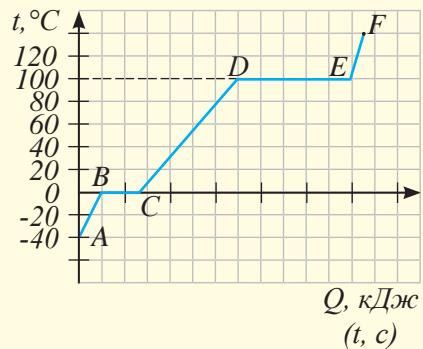
$$Q = Q_1 + Q_2.$$

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

**Жауабы:**  $Q = 5,3 \text{ МДж}.$

## Бақылау сұрақтары

1. Меншікті булану жылуы неге тең? Оның өлшем бірліктері қандай?
2. Сұйық қайнау үшін қажет жылу мөлшерін есептеу формуласын атаңдар. Конденсация кезінде заттан бөлінетін жылу мөлшерін қалай анықтайды?
3. Сұйық бетіндегі атмосфералық қысымның өзгеруі оның қайнау температурасына қалай әсер етеді?
4. 51-суретте қандай жылу процестерінің графигі бейнеленген? Бұл қандай затпен жүріп жатқан процестер? Неліктен графигінің  $AB$  және  $CD$  бөліктерінің көлбеу бұрыштарында айырмашылық бар?



51-сурет. Жылу процестерінің графигі

5. Қандай құбылысты қайнау процесі деп атайды?
6. Қандай температураны қайнау температурасы деп атайды?
7. МКТ негізінде заттың қайнау процесін қалай түсіндіруге болады?
8. Конденсация кезінде сұйық температурасының тұрақтылығын МКТ негізінде қалай түсіндіруге болады?

## ★ Жаттығу

9

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

## 🏠 Жаттығу

9

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

әріптермен белгілеңдер. Әр бөліктегі молекулалардың өзара әрекеттесуін және қозғалысын МКТ негізінде сипаттаңдар.

4. 1 кг сынапты балқу температурасында балқыту және қайнау температурасында буға айналдыру үшін жұмсалатын жылу мөлшерін есептеңдер.

### Эксперименттік тапсырма

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

### Шығармашылық тапсырма

«Өнеркәсіпте төменгі және жоғарғы қысым кезінде қайнау 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-теңдікте тұрған бу.

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

**Булану** – сұйықтың буға айналу құбылысы.

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

**Қайнау температурасы** – сұйықтың қайнау температурасы.

**Кристалдану температурасы** – заттың қатаятын температурасы.

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

**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 дене толығымен сұйық күйге айналуы үшін жұмсалатын жылу мөлшерін көрсететін физикалық шама.

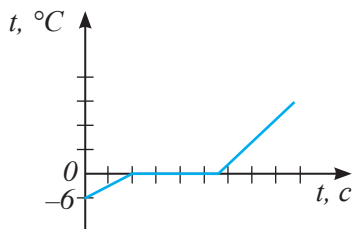


## 1. Суды мұздату арқылы тазалау

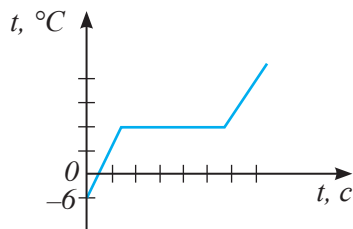
Ауыз су пәтерге тазалау құрылғыларынан өтіп, хлорлаудан кейін су құбырлары арқылы беріледі. Қарапайым су құбыры суының құрамында  $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -де қатып қалатын ауыр су қоспалары бар. Құрамында органикалық байланыстар, улы қоспалар бар су  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурада, ал таза су  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -де қатады. Қату температураларының әртүрлі болуы суды мұздату арқылы тазалауға мүмкіндік береді. Бірінші ауыр судың қатуын күту керек, мұзды алып тастап, тазаланған суды құйып аламыз да, қайта суыққа қойып, таза судың мұздауын күтеміз. Мұздамаған бөлігін төгіп тастаймыз. Еріген мұздың молекулалары адам ағзасының жақсы жұмыс жасауына ықпал етеді.

### Тапсырма

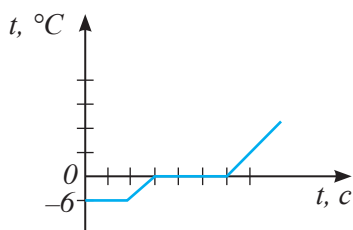
Әкесіне көмектесіп жүрген Әрсен суы бар шелекті салынып жатқан үйде қалдырды. Түнде ауа температурасы  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін төмендеді. Әрсен таңертең суын төгіп, мұзы бар шелекті қызған пешке қойды. Орын алған процеске қай график сәйкес келеді? Неліктен Әрсен мұзға айналмаған суды төгіп тастады?



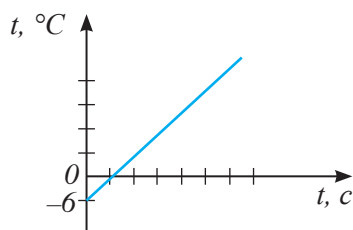
а)



б)



в)



г)

## 2. Бу қазандығы

Өндірісте бу қазандықтары көп мөлшердегі жылу энергиясын алыс қашықтыққа беру үшін және пресс, балға сияқты технологиялық құралдар жұмысы үшін қолданылады. Тұрмыста бу қазандықтары су жүйесіне қарағанда мұқият тығыздауды қажет ететін бумен жылыту жүйелерінде қолданылады. Бумен

жылыту жүйесінің артықшылығы жылу беру маусымында бүкіл жылыту жүйесіне кедергі келтірмей-ақ, жүйеге белгілі бір тармақтарды қосып, қайта өшіруге мүмкіндік береді. Жүйедегі бу температурасы 130 °С-ден 200 °С аралығында болады. Бүмен 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 жасауы үшін таза су керек, тұнба қазандықтың жылулық тиімділігін төмендетіп, жарылыс қаупін арттырады.

### **Тапсырма**

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

### **3. Бу үтігі**

#### **Тапсырма**

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

## 1-нұсқа

- 1. Заттың қатты күйден сұйық күйге айналу процесі –**  
A) Балқу. C) Кристалдану.  
B) Сублимация. D) Кебу.
- 2. Заттың сұйық күйден қатты күйге айналу температурасы ... деп аталады.**  
A) Кристалдану температурасы. C) Салқындау температурасы.  
B) Қайнау температурасы. D) Конденсация температурасы.
- 3. Заттың қатты күйден сұйық күйге түспей, бірден газ күйіне көшу процесі –**  
A) Десублимация. C) Кристалдану.  
B) Сублимация. D) Конденсация.
- 4. Тұрақты температура кезінде сұйықтың тұтас көлемі бойынша бу түзілу процесі –**  
A) Кебу. C) Сублимация.  
B) Буырқану. D) Қайнау.
- 5. Меншікті булану жылуының өлшем бірлігі –**  
A)  $\frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ . C)  $\frac{Дж}{кг}$ .  
B)  $\frac{Дж}{кг \cdot K}$ . D)  $Дж$ .
- 6. Кебу кезінде сұйықтың ішкі энергиясы ...**  
A) Артады.  
B) Өзгеріссіз қалады.  
C) Кемиді.  
D) Минималды мәнге дейін кеміп, содан кейін тұрақты болып қалады.
- 7. Сұйықпен динамикалық тепе-теңдікте болатын бу –**  
A) Дымқыл. C) Қанықпаған.  
B) Қатты қыздырылған. D) Қаныққан.
- 8. Заттың кристалдану кезіндегі жылу мөлшерін есептеу формуласы –**  
A)  $Q = r m$ . C)  $Q = q m$ .  
B)  $Q = -\lambda m$ . D)  $Q = c m \Delta t$ .

## 2-нұсқа

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

# ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ

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

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

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

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

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



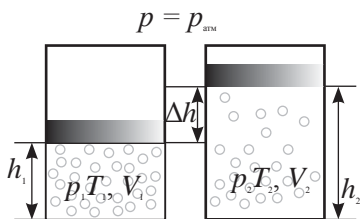
### Жауабы қандай?

1. Жылуберілудің қандай үш түрін білесіңдер?
2. Жұмыс жасалуы үшін қандай шарттар орындалуы керек?



### Естеріңе түсіріңдер!

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



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

### I Термодинамиканың бірінші заңы

Дененің ішкі энергиясын өзгертудің екі тәсілі бар: жылуберілу және сыртқы күштердің әсерінен механикалық жұмыс жасау. Егер дененің 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 күштердің жұмысы.

Бір күйден екінші бір күйге ауысқан дененің ішкі энергиясының өзгерісі денеге берілген жылу мөлшері мен сыртқы күштердің істеген жұмысының қосындыларына тең.

Жылу құбылыстары үшін энергияның сақталу заңы *термодинамиканың бірінші заңы* деп аталады.

### II Газдың және будың жұмысы

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

Газдың қысым күшін түсірілген газ қысымының поршень бетінің ауданына көбейтіндісі түрінде жазсақ:  $F_{\kappa} = pS$ . Осыдан,  $A = pS\Delta h$ .

Алынған теңдіктен  $S\Delta h = \Delta V$ , 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 күштері де тең болады. Сондықтан сыртқы күштердің жұмысы, қысым күштері қарама-қарсы бағытталғандықтан, қарама-қарсы таңбалы газ жұмысының мәніне тең болады:

$$A' = -A.$$

Алынған теңдеуді орындарына қойсақ, термодинамиканың бірінші заңымына 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 жасай алатын қозғалтқыш (53-сурет).* Жылу мәшинелерінде жұмыс қыздырғыштың жылу энергиясының арқасында атқарылады. Демек, мәңгі қозғалтқыш ешқандай жылу энергиясын шығындамай-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 жасауын тоқтатады. Термодинамиканың бірінші заңы бірінші ретті мәңгі қозғалтқыш болмайды дегенге алып келеді.



53-сурет. Мәңгі қозғалтқыштың моделі



#### Есте сақтаңдар!

Газдың сыртқы ортамен жылу алмасусыз бір күйден екінші күйге өтуі адиабаттық үдеріс деп аталады.

Табиғаттағы адиабаттық үдеріске мысал: атмосфераның үстіңгі қабаттарында ауаның көтеріліп келе жатқан ағындарының бұлттар түзе отырып кеңеюі.



### Жауабы қандай?

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

### Бақылау сұрақтары

1. Термодинамиканың бірінші заңын тұжырымдаңдар.
2. Газдың жұмысын қалай анықтайды?
3. Қандай жағдайда жылу мөлшері мен ішкі энергия өзгерісінің мәндері тең болады?



### Жаттығу

10

1. 2 МПа тұрақты қысымда 2 л-ден 12 л-ге дейін көлемі ұлғайған газ қандай жұмыс жасайды?
2. Ұлғаюы кезінде 4400 Дж жұмыс жасаған сутекке қанша жылу мөлшері берілген? Сутектің ішкі энергиясы өзгерген жоқ.



### Жаттығу

10

1. 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?
2. Адиабаттық үдеріс кезінде газ 10 Дж жұмыс жасаған. Оның ішкі энергиясы қандай шамаға өзгерген?

### Шығармашылық тапсырма

«Бірінші ретті мәңгі қозғалтқыштың үлгілері» тақырыбында хабарлама дайындаңдар.



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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- табиғаттағы қайтымсыз процестерді атай 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 білімді практикада пайдалануды дамытуға үлкен үлес қосқан. Бірінші трансатлантикалық кабельдерді жүргізу кезінде бас ғылыми кеңесші болған.

Бірқатар дәл өлшейтін аспаптарды құрастырып шығарған.

### I Жылу процестерінің қайтымсыздығы. Термодинамиканың екінші заңы

Табиғаттағы көптеген процестер қайтымсыз. Жылу берілу кезінде энергия қатты қыздырылған денеден азырақ қыздырылған денеге беріледі. Жерге құлайтын дененің 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 мәңгі қозғалтқыш жасау мүмкін емес екенін түсіндіреді.

### II Қазіргі заман физикасындағы термодинамиканың рөлі

Екінші ретті мәңгі 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-теңдіктің арқасында барлық денелердің температуралары бір мәнге ие болады, сондықтан барлық процестер тоқтайды. 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 бір-қатар 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. Күн жүйесіндегі Жерге жақын аспан денелеріндегі соңғы зерттеу нәтижелерін келтірейік.

**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. Түнде –150 °C-ге дейін салқындайды. Температураның кенеттен бұлай құбылуы айдың бір тәулігінің ұзақтығы жердегі 29,5 тәулікке тең екендігімен түсіндіріледі.



#### Тапсырма

1. Табиғаттағы қайтымсыз процестерге мысал келтіріңдер.
2. Өздерің келтірген мысалдар термодинамиканың бірінші заңына қайшы келмейтіндігін дәлелдеңдер.



#### Жауабы қандай?

1. Әлемнің «жылулық өлімі» мәселесінің көтерілуі нәліктен теріс?
2. Нәліктен Күн жүйесіндегі планеталардың термодинамикалық параметрлерінде айырмашылық бар?
3. Не себепті планеталардың түн жағындағы температурасы оның күн жағындағы температурасынан төмен? Бұл жағдай қай ғаламшарда орындалмайды? Не себепті?

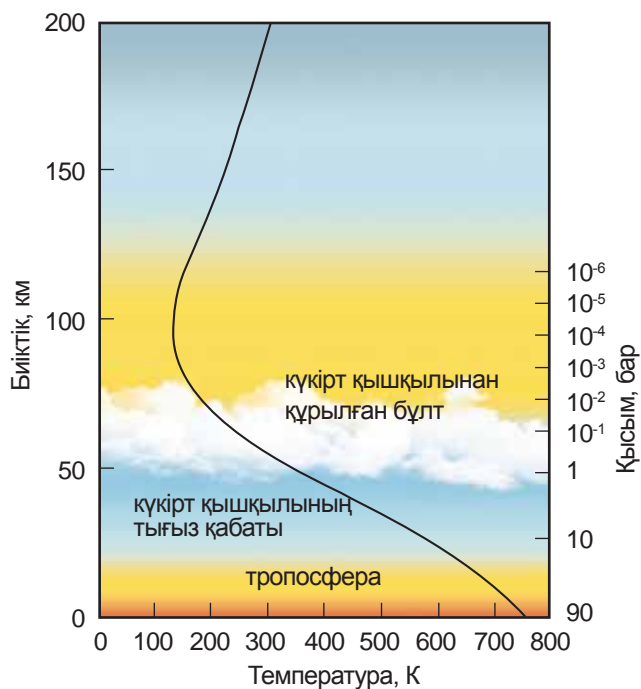
**2. Шолпан.** Ең тығыз атмосфера Шолпанда (55-сурет). Оның құрамында 96% көмірқышқыл газы және 4% азот бар. Оның бетіндегі қысым Жердегі атмосфералық қысымнан 90 есе көп. Бұлттары 80%-дық күкірт қышқылының ерітіндісінен тұрады, олар планетаны тығыз орап жатыр. Шолпанның газ қабықшасы – орасан зор оқшаулағыш.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



54-сурет. Айда атмосфера жоқ

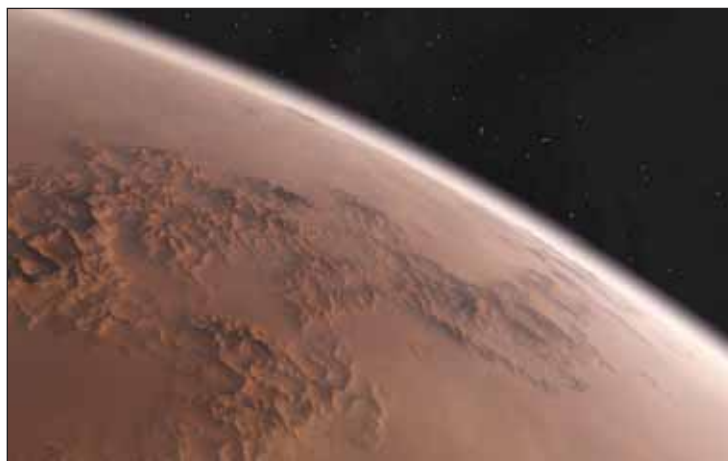


55-сурет. Шолпанның бетін атмосфераның тығыз қабаттары бүркемелейді



56-сурет. Шолпанның атмосферасында биіктеген сайын қысым мен температураның 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 ауа  $-125^{\circ}\text{C}$ -ге дейін салқындайды. Сиретілген атмосфера жылуды ұстап тұра алмайды. Атмосферада су буы өте аз, бірақ қысым мен температура төмендегенде, ол қанығуға жақын күйде болады да, бұлтқа айналады. Күннің суық уақыттарында ойпаттарын тұман басады. 1979 жылы қыста «Викинг-2» қону аймағында жұқа қабатты қар жауған. Ғалымдар 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 құрылысы мен жұмыс істеу принципі» деген тақырыпта хабарлама дайындаңдар.
2. Күн жүйесіндегі планеталардың термодинамикалық параметрлеріне салыстырмалы талдау жүргізіндер. Қай планетада тірі ағзалар болуы мүмкін?

## § 15. Жылулық қозғалтқыштар

### Күтілетін нәтиже

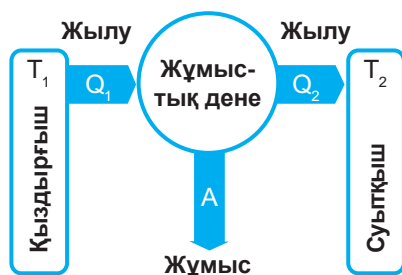
Параграфты оқып сендер:

- 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 қолданылады. Қозғалтқыштағы газды *жұмыстық дене* деп атау келісілген. Газдан басқа жұмыстық дене ретінде буды қолданады. Барлық жылулық қозғалтқыштар қыздырғыштан, суытқыштан және жұмыстық денеден тұрады (58-сурет). Қыздырғышпен жанасқанда жұмыстық дененің ішкі энергиясы артады. Суытқышпен түйіскенде жұмыстық дене суиды және сығылады. Осылайша, қыздырғышпен және суытқышпен жылу алмасу кезіндегі жұмыстық дененің ұлғаюы және сығылуы 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 құрылысы әртүрлі. Қозғалтқыштар поршеньді және турбиналы болады. Поршеньді қозғалтқыштарда газ цилиндр ішіндегі поршеньді қозғалысқа келтіреді, ал турбиналы қозғалтқыштарда оське бекітілген диск қозғалысқа келтіріледі.

Жанармайдың жану камерасының орналасуына байланысты қозғалтқыштарды іштен және сырттан жану қозғалтқыштары деп бөледі. Егер жанармай цилиндрдің ішінде жанатын болса, онда қозғалтқыш *іштен жану қозғалтқышы* 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).



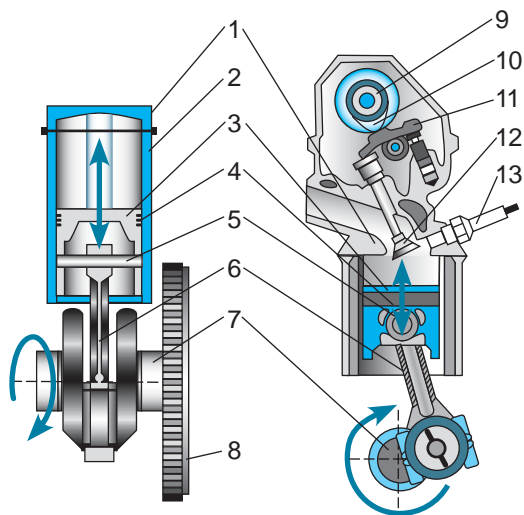
59-сурет. Поршеньді іштен жану қозғалтқышы



60-сурет. Турбиналы қозғалтқыш

### III Төрт тактілі бензинді қозғалтқыштың құрылысы

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



61-сурет. Іштен жану қозғалтқышының (ІЖҚ) құрылысы



#### Тапсырма

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

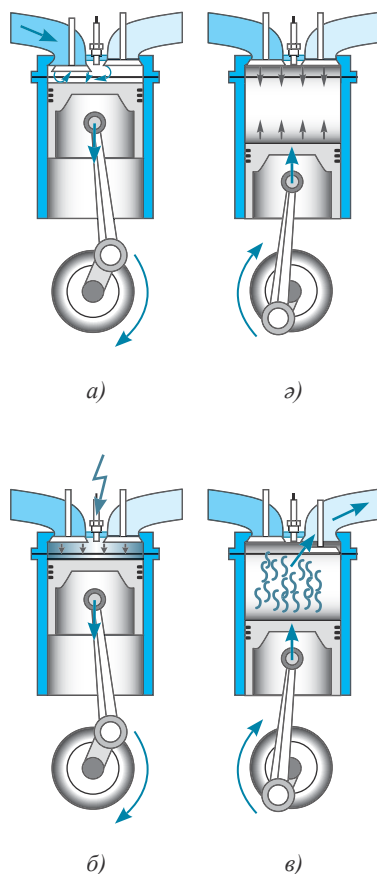
#### IV Төрт тактілі іштен жану қозғалтқышының жұмысы

Бензинді қозғалтқыштардың жұмысы мынадай тактілерден құрылған циклден тұрады: енгізу, сығу, жұмыс жүрісі және шығару (62-сурет). Такт поршеньнің бір жүрісінде орындалады. *Поршень жүрісі – цилиндрдегі поршеньнің ең шеткі орындары – өлі нүктелері арасындағы қашықтық.* Бірінші такт басталғанда енгізу клапаны ашылады, поршень төмен түсіп, жанармай қоспасын сорып алады (62, а) сурет).

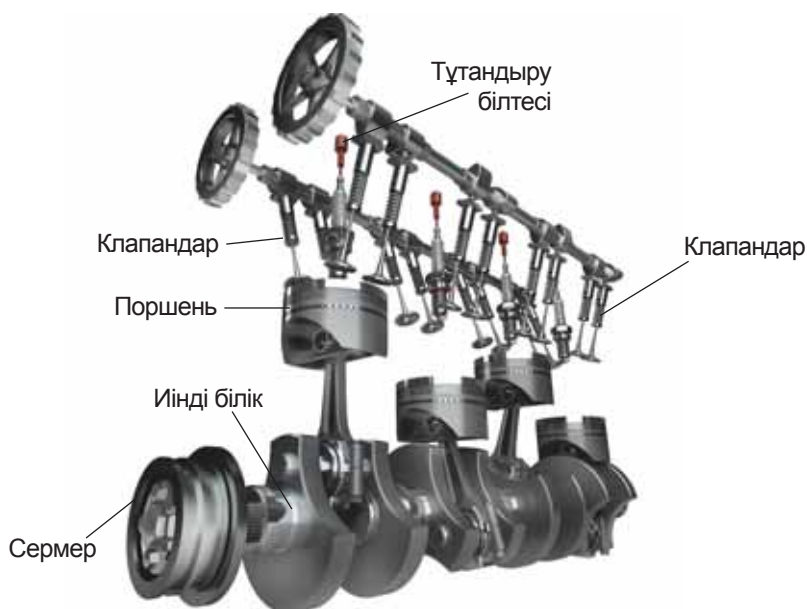
Сығу тактісіне 62, ә) сурет сәйкес келеді. Енгізу клапаны жабылады, поршень жоғары қозғала отырып, жанармай қоспасын сығады. Сығылған кезде қоспа қызады. Поршень өз қозғалысының ең жоғары нүктесіне көтерілгенде, электродтар арасындағы білтеде ұшқын пайда болады да, жанармай жана бастайды.

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

Қозғалтқыштың төрт тактісінің ішінде үшінші такт қана жұмыс атқарады, сол үшін үшінші тактіні *жұмыстық жүріс* деп атайды. Қозғалтқыштың поршені қалған такті кезінде сермердің кинетикалық энергиясының арқасында қозғалады. Бірцилиндрлі қозғалтқыштарды негізінен мотоциклдерге орнатады. Автокөліктерде көбінесе 4, 6 немесе 8 цилиндрлі қозғалтқыштар орнатылады. 12-цилиндрлі және 16-цилиндрлі қозғалтқыштар да бар. Цилиндрлердің поршеньдерінің барлығы бір иінді білікке жалғанған, олардың әрқайсысы төрт-тактілі цикл бойынша өз бетімен жұмыс атқарады. Поршеньдердің циклі бір-біріне қатысты бір тактіге жылжып отырады, сондықтан барлық поршеньдердің бірлескен жұмысы автокөліктің бірқалыпты жүрісін қамтамасыз етеді (63-сурет).



62-сурет. Іштен жану қозғалтқышындағы төрт такт: а) енгізу, ә) сығу, б) жұмыс жүрісі, в) шығару



63-сурет. Төртцилиндрлі ІЖҚ құрылысының сұлбасы

## V Бу турбиналары

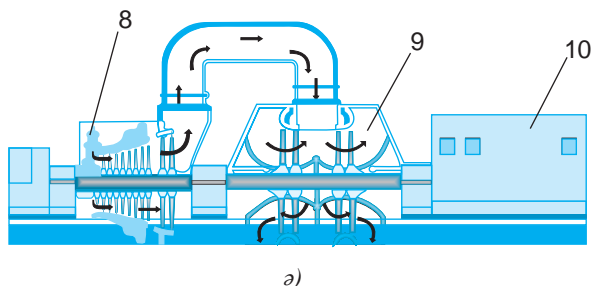
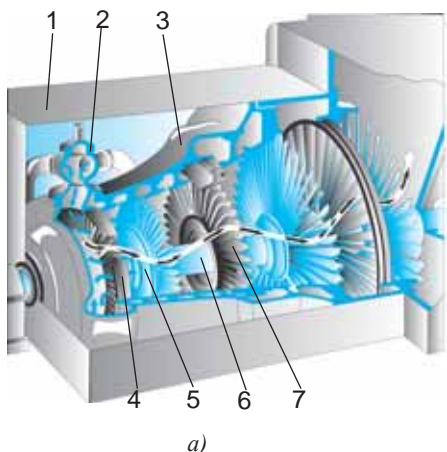
Бу турбины қозғалмайтын цилиндр пішінді корпуста (1) тұрады, оның ішінде иілген қалақшалары бар диск (5) бекітілген білік (6) орналасқан (64, а) сурет). Турбинаның қозғалмалы бөлігі *ротор*, ал қозғалмайтын бөлігі (3) *статор* деп аталады. Статордың бағытталған қалақшалары (7) болады. Жоғары қысымдағы бу шүмек (сопло) (4) және бу тасымалдағыш (2) арқылы бу қазандығынан бу турбинасына беріледі. Шүмектен шыққан 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 *турбина сатысы* деп, ал турбинаның өзін *көпсатылы* деп атайды. Турбинаның ПӘК-ін көтеру үшін жоғары қысымды (8) және төмен қысымды (9) цилиндрлер жасалады (64, ә) сурет). Турбина арқылы өткен бу салқындап, конденсаторда суға айналады, содан соң бу қазандығына қайта оралады. Бу турбиналары электр тогы генераторларын (10) қозғалысқа келтіру үшін атом және жылу электрстансыларында кеңінен қолданылады.



### Жауабы қандай?

1. Неліктен бір цилиндрлі қозғалтқыштың сермері төрт цилиндрлі қозғалтқыштың сермерінен үлкен?
2. Неліктен атыс қаруын іштен жану қозғалтқышы ретінде қарастыруға болады?





**64-сурет.** а) бу турбинасының құрылысы;  
 б) турбинаның генератор роторын қозғалысқа келтіруі

### Бақылау сұрақтары

1. Жылулық қозғалтқыш дегеніміз не? Қозғалтқыштардың қандай түрлерін білесіңдер?
2. Жылулық қозғалтқыштың жұмыс істеу принципі қандай?
3. Іштен жану қозғалтқышының әр тактісінде қандай процестер орын алады?
4. Электр энергиясын өндіруге арналған жылу мәшинесінің қай түрі кеңінен қолданысқа ие болды?

### Эксперименттік тапсырма

Бу қозғалтқышының үлгісін жасаңдар. Оны қозғалысқа келтіріп, сынап көріңдер.

### Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптардың бірін таңдап, презентация-хабарлама дайындаңдар:

1. Жылу мәшинелерінің тарихынан.
2. Стирлинг қозғалтқышы.
3. Газ турбиналары мен реактивті қозғалтқыштар.
4. Теңіз жануарларының реактивті қозғалысы: медуза, кальмар, сегізаяқ.

## § 16. Жылулық қозғалтқыштың ПӘК-і

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

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

### Бұл қызық!

Жасалған жылы	Жылулық қозғалтқыш түрлері	ПӘК, %
1784	Уаттың бу мәшинесі	2
1878	Оттоның ІЖҚ	22
1892	Дизелдің ІЖҚ	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» ұғымын енгізді.

### I Жылулық қозғалтқыштардың ПӘК-і

Барлық жылулық қозғалтқыштарда қыздырғыш, жұмыстық дене және суытқыш болады (58-сурет, §15). Қыздырғыш жұмыстық денеге энергия  $Q_1$  береді. Ішкі энергиясы артқан жұмыстық дене механикалық жұмыс  $A$  атқарады. Жұмыстық дене 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 коэффициентімен анықталады.

**Жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коэффициенті – қыздырғыштан 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 коэффициенті.

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

### II Идеал жылулық мәшиненің ПӘК-і

Инженер-конструкторлар жылу мәшинелерінің пайдалы әрекет коэффициенттерін арттыруға 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 суытқыштың 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) суытқыштың температурасы абсолют нөлге тең болуы керек;
- 2) қыздырғыштың температурасы суытқыштың 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 суытқыштың температурасы нөлге тең

бола алмайды. Жылу мәшинесі тұйық циклде жұмыс жасайды. Демек, жұмыстық дене әр цикл сайын бастапқы температурасының мәнін қабылдау үшін суытқышқа энергия беріп отырады, онда суытқыш қызуы керек. Салқындатқыш қоспалар атмосфералық ауамен жылулық тепе-теңдікте болатындықтан, суытқыш 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 балку 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 айналууда. Автокөлік қозғалтқыштарын жетілдіру қазіргі өзекті мәселелердің бірі болып тұр. Іштен жану қозғалтқыштарын жетілдіру үшін олардың қуатын арттыру керек, көлемі мен массасын кішірейтіп, жаңа конструкциялар жасау керек.



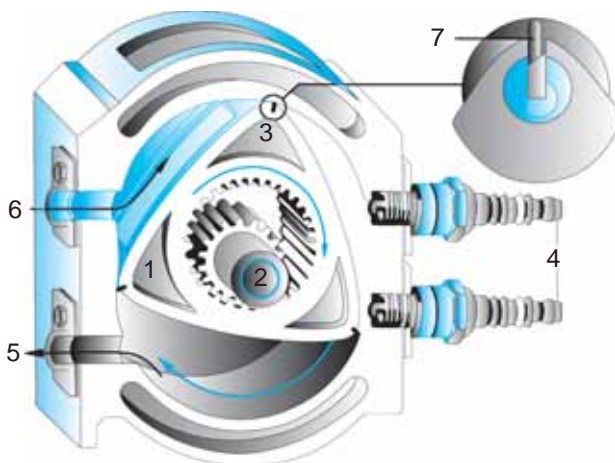
#### Жауабы қандай?

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 біліктің (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 құрылысы

Ротордың қозғалысы кезінде енгізу саңылауы (6) арқылы камерада 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 сығатын 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 жеңіл 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 ортаның ластануын азайтудың және қозғалтқыштың қуаттылығын арттырудың бір жолы – дизельді қолдануға көшу. Дизель отынына қорғасын қосындылары қосылмайды. Дизель ауаға газдар мен улы

заттарды бөлу жағынан ұшқынды тұтандырғышы бар бензинді қозғалтқыштармен салыстырғанда екі есе 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, толығымен биологиялық ыдырауға түседі.

**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 жылы Аустралияда 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 көліктерінің жылдамдығы 180 км/сағ-қа дейін жетеді.



**67-сурет.** Nissan Leaf 2016 электр көлігі кернеулігі 220 В болатын 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. Сутекті жанармайдың артықшылығы неде?
3. Сутекті жанармайды пайдаланатын автокөлік жасаушылар қандай кедергілерге жолықты?

#### Бақылау сұрақтары

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

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

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

### Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптардың біреуін таңдап алып, презентация-хабарлама дайындаңдар:

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

## § 17. Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жылу мәшинелерінің қоршаған ортаның экологиялық жағдайына әсерін бағалай аласыңдар.



### Жауабы қандай?

1. Неліктен жылу мәшинелерінің ПӘК мәнінің төмен болуы қоршаған ортаға зиян?
2. Неліктен автокөліктерді су қоймаларының жанына қоюға болмайды?



### Есте сақтаңдар!

Атмосфераның ластануының жартысынан көбі көліктің әсерінен болады екен.

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 көбейе түскені соншалық, қоршаған ортаны жану өнімдерінің кері әсерінен қорғау барынша күрделі мәселеге айналып бара жатыр (69-сурет).

### I Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері

Жылу мәшинелерінің қоршаған ортаға кері әсері 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 сәулеленуді сіңіре алады. Сондықтан атмосферада көмірқышқыл газы мөлшерінің артуы оның

мөлдірлігін өзгертеді. Жер бетінен шығарылатын инфрақызыл сәулеленудің атмосфераға сіңірілуі барған сайын артуда. Атмосферадағы көмірқышқыл газы концентрациясының көп мөлшерде артуы оның температурасының көтерілуіне әкеп соғады. Атмосферадағы  $\text{CO}_2$  артуы жылыжай эффектісінің күшеюіне алып келеді.

Үшіншіден, 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 бұзады.

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

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

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



69-сурет. Паровоздардың ПӘК-і 2–3%-ды құрайды

## II Қалдықтардың адам ағзасына әсері

Жердің атмосфера қабатын басты ластаушылардың бірі көлік болып табылады (70-сурет). Автокөлік газдары – мыңдаған компоненттерден тұратын қоспа. Олардың ішінде көміртек тотығы, азот тотығы, альдегидтер, күйе, бензапирен, қорғасын қоспасы, формальдегид, бензол сияқты уандырғыш 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 ақыл-ойының 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. Автокөліктердің пайдаланылған газдары – атмосфераның ластануының негізгі көзі



### Назар аударындар!

Бір көліктен бөлінетін	Жылына, кг
Көміртек тотығы	135
Азот тотығы	25
Көмірсутектер	200
Күкірттің еселенген 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 сүзгілерді кеңінен пайдалану 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 қорғауға байланысты бағыттардың бірі – энергияны пайдаланудың тиімділігін арттыру, үнемділік үшін күрес.

Экологиялық жағдайды жақсарту үшін біркатар шаралар қабылданған: электровоздар тепловоздарды ығыстыруда; 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 отырғызылуда.



#### Тапсырма

Өз қалаларыңдағы барлық автокөліктің жыл бойы шығаратын улы заттарының орта мөндерін анықтаңдар.



#### Назар аударыңдар!

Улы газдар	Қозғалтқыштардан бөлінуі, %	
	дизель	ІЖҚ
Көміртек тотығы	0,2	6
Азот тотығы	0,35	0,46
Көмірсутектер	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 оттегін шығарады екен. Бір автокөлік жұмыс істеген 2 сағат ішінде бір ағаштың 2 жылда бөлетін оттегін жұтып қояды екен.



#### Тапсырма

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

### 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 теміржолдарының 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. Көшеттер аумағын қалай есептейміз? Ластанған атмосфераны тазалауда шөптер қандай рөл атқарады?

### III тараудың қорытындысы

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

#### Термодинамика заңдары:

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

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

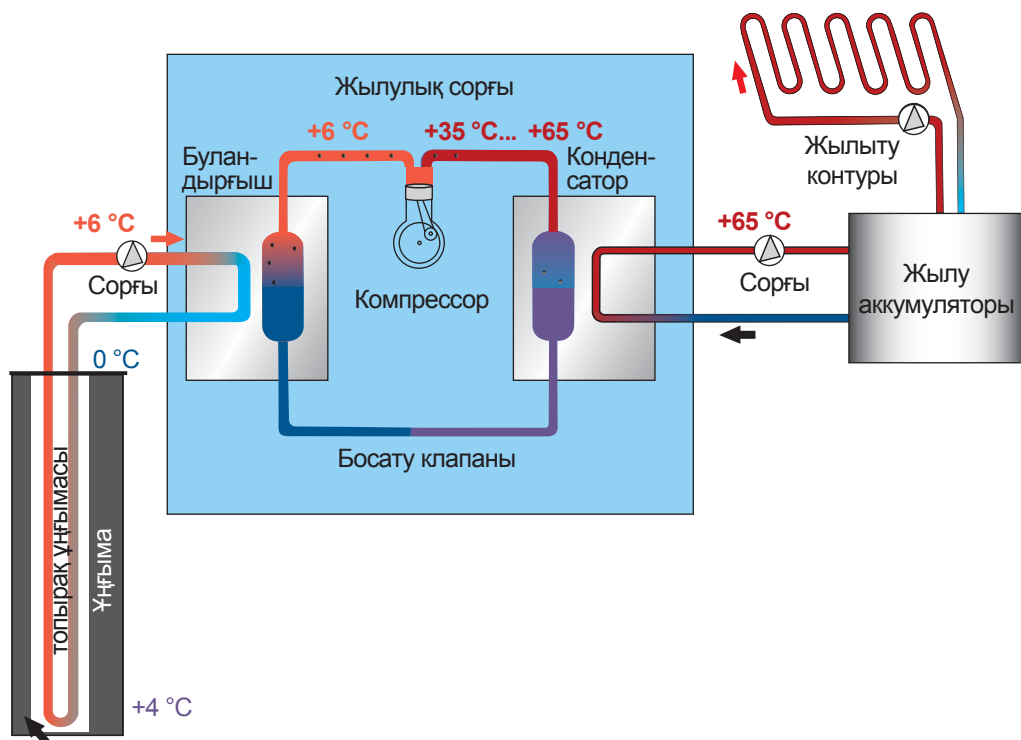
#### Глоссарий

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

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

## 1. Жылулық сорғы

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



Жылулық сорғы үш контурдан тұрады. Бірінші контурда терең ұңғымаға түсірілген құбыр орналасқан. Құбыр бойымен ұңғыманың түбінде температурасы топырақ температурасына тең болатын сұйық ағып өтеді. Бірінші контурдағы сұйық топырақтан алған жылу мөлшерін буландырғыштағы фреон қайнаған кезде екінші контурға береді. Фреонның қайнау температурасы  $3\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$  шамасында. Компрессорда  $24\text{--}28$  атмосфералық қысымда фреон сығылады да, температура  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін артады. Үшінші контур – ыстық сумен қамтамасыз ету және үйді жылыту жүйесі. Конденсатордағы жылу алмасудан кейін фреон салқындайды, босату клапанындағы қысым төмендеп, фреон қайтадан сұйыққа айналады. Цикл қайталанады. Топырақтың температурасы  $1\text{ м}$  тереңдіктен 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 жылыту үшін жылулық сорғыларды қолданбайды?
6. Еліміздің қай аймағында жер үйлерді жылытуда жылулық сорғыларды қолдану тиімді?
7. Жылулық сорғыны пайдаланып, үйді қоршаған ауадан немесе су қоймасынан энергия алу мүмкін бе?
8. Ауа-фреон, су-фреон жүйесінде жұмыс жасайтын жылулық сорғының сұлбасын салыңдар.
9. Интернет желісін қолданып, мына сұрақтарға жауап беріңдер:
  - 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.

**1-нұсқа**

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

8. «Газға 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 дененің ішкі энергиясының өзгерісін анықтаңдар:
- 200 Дж кеміді.
  - Өзгермеді.
  - 400 Дж кеміді.
  - 200 Дж артты.
10. Жылу мәшинесінің пайдалы әрекет коэффициентін анықтаңдар. Суытқыштың температурасы 300 К, ал қыздырғыштың температурасы 600 К.
- 25%.
  - 50%.
  - 5%.
  - 2,5%.

## 2-нұсқа

- Жүйенің күйін сипаттайтын термодинамикалық параметрлер –
  - Масса.
  - Тек температура.
  - Көлем, температура, қысым.
  - Масса, көлем, температура, қысым.
- Сырттан жану қозғалтқышы –
  - Бензинді қозғалтқыш.
  - Дизель.
  - Газ турбины.
  - Бу турбины.
- 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 коэффициенті –
- $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{Q_2}{A} \cdot 100\%$ .
  - $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$ .
7. «Жеке алынған энергия көзі арқылы үздіксіз жұмыс жасау мүмкін емес» деген тұжырым –
- Термодинамиканың бірінші заңы.
  - Кулон заңы.
  - Ньютонның бірінші заңы.
  - Термодинамиканың екінші заңы.
8. ГЖҚ-да газ жұмыс атқаратын такт 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 коэффициентін анықтаңдар:
- 4%.
  - 20%.
  - 30%.
  - 40%.



# ЭЛЕКТРСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ

Электрстатика қозғалмайтын зарядтардың электр өрісі әсерінен өзара әрекеттесуін зерттейді. Алғаш рет «электр заряды» ұғымын 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» ұғымының физикалық мағынасын түсіндіруді және оның күштік сипаттамаларын анықтауды;
- біртекті электрстатикалық өрісте зарядқа әрекет ететін күшті есептеуді;
- күш сызықтары арқылы электр өрісін графикалық түрде бейнелеуді;
- потенциалдың физикалық мағынасын түсіндіруді;
- конденсатордың құрылысы мен жұмыс істеу принципін сипаттауды үйренесіңдер.

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

### Күтілетін нәтиже

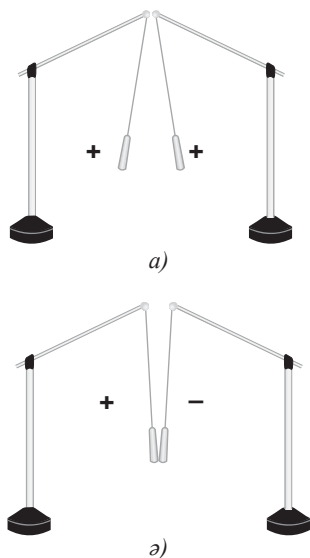
Параграфты оқып сендер:

- электр зарядын сипаттай аласыңдар;
- дененің үйкеліс және индукция арқылы электрлену процесін түсіндіре аласыңдар;
- электрленудің оң және теріс әсерлеріне мысалдар келтіре аласыңдар.



### Өз тәжірибең

Электрленген дененің жеңіл заттарға қалай әсер ететінін бақылаңдар. Пластмасса қаламды шаштарыңа немесе жүннен жасалған киімге үйкеңдер. Содан кейін оны ұсақ қағаз қиындыларына жақындатыңдар.



71-сурет. Атмас және әр атмас зарядтардың өзара әрекеттесуі

### I «Электрлену» сөзінің шығу тарихы

Ежелгі грек ғалымдары қылқанжапырақты ағаштардың шайырынан түзілген кәріптасты (янтарь) жүнге үйкегенде, оның өзіне жеңіл заттарды тарта бастағанын байқаған. Гректің *электрон* сөзі *кәріптас* дегенді білдіреді, осы сөзден «электр» сөзі шыққан. Үйкелістен кейін дене өзіне басқа денелерді тартатын болса, онда *дене электрленді* немесе *оган электр заряды берілді* дейді.

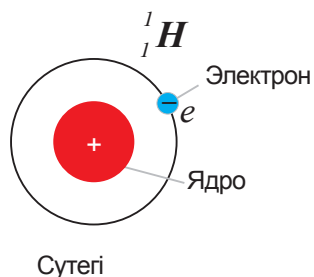
*Электрлену екі дененің өзара әрекеттесуі нәтижесінде туындайды.* Екі дененің өзара үйкелісі әрекеттесу бетін үлкейту үшін қажет. Бұл жағдайда екі дене де электрленеді. Мысалы, шыны таяқша мен резеңке бөлшегін бір-біріне үйкейтін болсақ, онда таяқша да, резеңке де электрленеді. Жүнге үйкегенде резеңке, эбонит, күкірт, пластмасса тез электрленеді. Жанасқан кезде артық электр заряды бір денеден екінші денеге оңай беріледі.

### II Зарядталған денелердің өзара әрекеттесуі

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

### III Электр заряды. Атомның құрылысы

Денелердің электрленуін түсіндіруге талпыныс нәтижесінде ғалымдар атом бөлінбейтін бөлшек емес, ол зарядталған бөлшектерден тұрады деген болжам жасады. Ұсынылған атом құрылысы модельдерінің ішінде ағылшын ғалымы Э.Резерфордтың *атомның планетарлық моделі* ғалымдардың қолдауына ие болды. Бұл модель бойынша *атомның ортасында оң зарядталған ядро орналасады, ядроның айналасында теріс зарядталған электрондар қозғалып жүреді* (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».



72-сурет. Атомның құрылысы

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

*Жібекке үйкелген эбонит пластинасының заряды – теріс, жібекке үйкелген шыны пластинанікі – оң.*

### IV Зарядтың шамасын және тегін анықтауға арналған аспаптар

Электроскоптың (грекше *skopeo* – *байқаймын*) және электрометрдің (грекше *metreo* – *өлшеймін*) құрылысын қарастырайық.

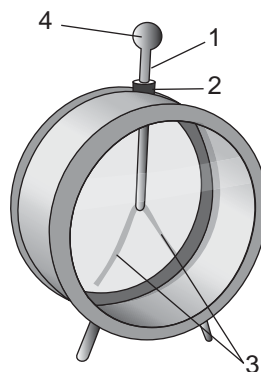
**Электроскоп – зарядтарды анықтауға арналған аспап.**

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 атас зарядтармен зарядталады.



#### Тапсырма

Тұрмыс пен техникадағы электрлену процесіне мысалдар келтіріңдер.



73-сурет. Электроскоп

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

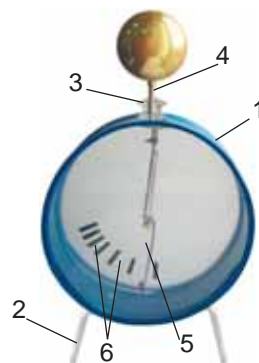
Электрометр алдыңғы және артқы қабырғалары шыныдан тұратын металл цилиндр корпуста (1) тұрады (74-сурет). Корпус тұғырға бекітілген (2). Оқшаулағыш тығын (3) арқылы корпустың ішіне үстіңгі жағынан металл таяқша кіреді, ол жеңіл қозғалатын тілше (5) бекітілген өзекпен (4) аяқталады. Тілше ауытқығанда 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.

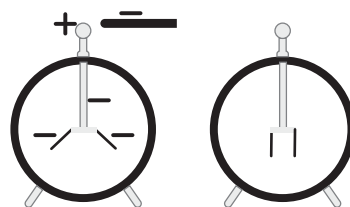
### V Денелердің әсер арқылы электрленуі

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

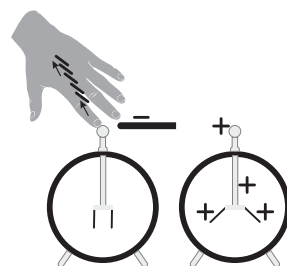
Теріс зарядталған денені электроскопқа қайта жақындатып, электроскоптың шарына қолымызды тигізейік. Зарядталған дене мен қолды бір уақытта электроскоптан алып тастасақ, электроскоп жапырақшалары ауытқиды, яғни, оларда заряд қалды. Электроскопта қалған заряд оң, себебі электрондар зарядталған дененің 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, кәріптас, резеңке, жүн, пластмассалар, керосин, ауа диэлектриктер болып табылады. Бұл заттарда еркін зарядталған бөлшектер болмайды, сондықтан оларды электртехникада оқшаулағыш ретінде пайдаланады.

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



### Өз тәжірибең

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



### Жауабы қандай?

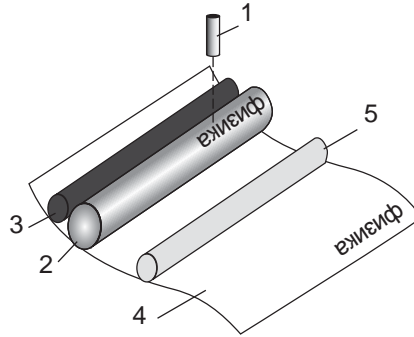
1. *Киімді құрғақ шөткемен тазалағанда неге оған шаң жабысады? Ал егер шөтке сулы болса, оған нәліктен шаң жабыспайды?*
2. *Үйкеліс кезінде не себепті дене зарядталады?*
3. *Неге үйкелістеі денелердің зарядтары шамалары бойынша бірдей, бірақ таңбалары бойынша қарама-қарсы?*
4. *Нәліктен зарядталмаған дененің зарядталған денемен жанасуынан кейін, олар бір-бірінен тебіледі?*
5. *Нәліктен электроскопқа зарядталған денені жақындатқанда, оның жапырақшалары 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. Контейнерден (3) барабанға ұсақ құрғақ бояу төгіледі 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 құрылысы

### Бақылау сұрақтары

1. Денелердің электрленгені қалай білінеді?
2. Денені қандай әдістермен электрлеуге болады?
3. Аттас зарядтардың өзара әрекеттесуі қалай болады? Әр аттас зарядтардың ше?
4. Электроскоптың электрометрден айырмашылығы қандай?
5. Өткізгіштерге және диэлектрлерге мысал келтіріңдер. Оқшаулағышты қандай заттардан жасайды?



### Жаттығу

12

1. Зарядын өзгертпестен теріс зарядталған металл шардың көмегімен басқа шарды қалай оң зарядтауға болады?
2. Теріс зарядталған металл шардың көмегімен екі бірдей шарды зарядтары тең, бірақ таңбалары қарама-қарсы болатындай етіп қалай зарядтауға болады?
3. Электрленуге келтірілген мысалдарды пайдалы және зиянды деп екіге бөліңдер: жайтартқыш әсері, найзағайлы бұлттардың жиналуы, электркөшіргіш құрылғысында баспа материалдарының

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

## Жаттығу

12

Пайдалы және зиянды электрлену тізімін өз мысалдарыңмен толықтырыңдар.

## Эксперименттік тапсырма

Резеңке әуе шарын газетпен үйкелеңдер. Қағаздың, металл жұқалтырдың (фольга) ұсақ қиындыларына шардың әсері қандай болатынын бақылаңдар. Оны төбеге жақындатыңдар. Неліктен шар төбеде ілініп тұрады?

## Шығармашылық тапсырма

Тақырыптардың бірін таңдап алып, ppt форматында презентация дайындаңдар:

- 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 ойлап шығарды.

### 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 әрекеттесуінде 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.**

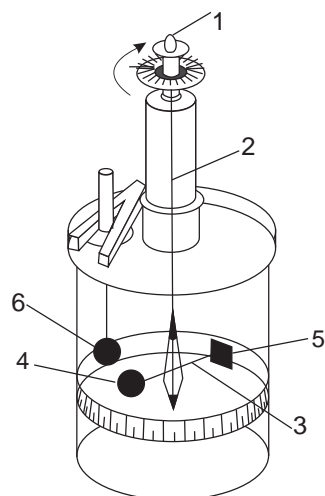
Ш.Кулон зарядтардың өзара әрекеттесу күшін айналмалы таразының көмегімен өлшеді (78-сурет). Таразының төменгі цилиндрінің қақпағына бекітілген оқшауланған өзектегі шарға (6) заряд берілді. Осы шар көлемі бірдей оқшаулағыш материалдан жасалған таразы иініндегі шармен (4) түйістірілді. Аттас зарядталған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



78-сурет. Айналмалы таразы

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

**Есте сақтаңдар!**

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

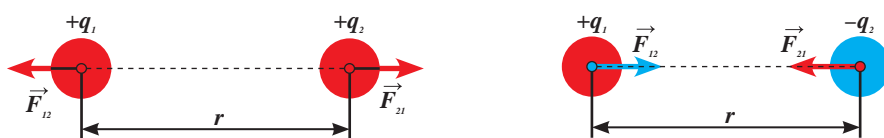
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

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

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 қатынастан Кулон заңы мына түрге келеді:

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

## 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-ға тең нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күші  $9 \cdot 10^9$  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 әрекет ететін күштердің тең әрекетін олардың мәндерін қарапайым қосу арқылы таба алмаймыз?
2. Кулон ойлап тапқан зарядтардың өзара әрекеттесу күштерін анықтауға арналған құрал неліктен таразы деп аталған?
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 денеден 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 американдық 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 есе 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 дене электрлену нәтижесінде электрондар жоғалтатын болса, онда дененің заряды оң болады. Атом ядросындағы 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 сақтаңдар!

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

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

**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-

настан 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 ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

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

<p><b>Берілгені:</b>  <math>q_1 = 2 \text{ нКл}</math>  <math>q_2 = 8 \text{ нКл}</math>  <math>r_1 = 2 \text{ м}</math>  <math>F_1 = F_2</math></p>	<p><b>ХБЖ</b>  <math>2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}</math>  <math>8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}</math></p>	<p><b>Шешуі:</b> зарядтардың өзара әрекеттесу күші Кулон заңымен анықталады:  <math display="block">F_1 = \frac{k q_1  q_2 }{\varepsilon r_1^2}.</math></p>
<p><math>r_2 - ?</math></p>		<p>Көлемдері бірдей шарларды бір-біріне түйістіргеннен кейін, олардың әрқайсысының заряды <math>q = \frac{q_1 + q_2}{2}</math>-ге тең болады.</p> <p>Шарлардың арақашықтығы өзгерген жағдайда ғана өзара әрекеттесу күші бұрынғыдай болады: <math>F_2 = \frac{kq^2}{\varepsilon r_2^2}.</math></p> <p>Теңестірілген күштерден шығатыны: <math>\frac{q_1 q_2}{r_1^2} = \frac{q^2}{r_2^2}.</math></p> <p>Алынған қатынастан <math>r_2</math>-ні табамыз:</p> $r_2^2 = \frac{r_1^2 q^2}{q_1 q_2}; \quad r_2 = \frac{r_1 (q_1 + q_2)}{2\sqrt{q_1 q_2}},$ $r_2 = \frac{2 \text{ м} (2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} + 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})}{2\sqrt{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}} =$ $= \frac{10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot \text{м}}{4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 2,5 \text{ м}.$ <p><b>Жауабы:</b> <math>r_2 = 2,5 \text{ м}.</math></p>

## Бақылау сұрақтары

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

## ★ Жаттығу

13

1. Зарядтары 2 нКл және 8 нКл, өлшемдері бірдей екі өткізгіш шарларды бір-бірімен түйістіріп, қайта орындарына әкелді. Шарлардың түйістіргеннен кейінгі зарядтарын анықтандар.
2. Бір-бірінен 10 см қашықтықта орналасқан 1 мкКл нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күшін анықтандар. Егер зарядтарды суға салса, әрекеттесу күші қалай өзгереді?
3. 2 нКл және 5 нКл екі нүктелік заряд өзара 9 мН күшпен әрекеттесетін болса, зарядтар бір-бірінен қандай қашықтықта орналасқан?
4. 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 есептеңдер.

## 🏠 Жаттығу

13

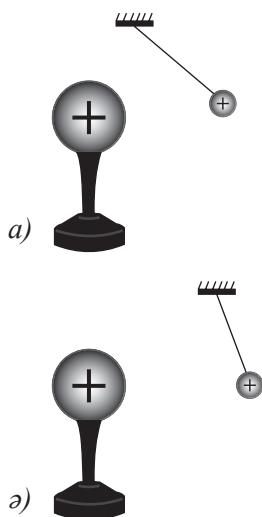
1. Зарядтары 6 нКл және 8 нКл, өлшемдері бірдей екі өткізгіш шарларды бір-бірімен түйістірді. Содан кейін екінші шарды өлшемі бірдей, зарядталмаған шармен жанастырды. Шарлар қандай зарядтарға ие болады?
2. 2 см арақашықтықта орналасқан 1 нКл және 4 нКл зарядтардың бос кеңістікте және керосинде орналасқан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

## § 20. Электр өрісі, электр өрісінің кернеулігі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- «электр өрісі» ұғымының физикалық мағынасын түсіндіріп, оның күштік сипаттамаларын анықтай аласыңдар;
- біртекті электрстатикалық өрісте зарядқа әрекет ететін күшті есептей аласыңдар;
- күш сызықтары арқылы электр өрісін графикалық түрде бейнелей аласыңдар.



80-сурет. Электрстатикалық өрістің сынақ зарядқа әсері

### I Электр өрісі. Сынақ заряд

Зарядталмаған денелерге қарағанда зарядталған денелердің айналасындағы кеңістік үнемі өзгеріп отырады. Ол айналасындағы денелерге әсер ету қабілетіне ие болады: зарядталған денелерді тартады немесе кері тебеді, 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 күштік 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 тудырған зарядталған денеге жақындаған сайын, осы өрістің сынақ зарядқа әрекет ету күші де арта түседі (80-сурет).

### II Электр өрісінің кернеулігі

Электр өрісінің кернеулігі зарядқа әсер ететін өрістің күштік әрекетін сипаттайды.

Электр өрісінің кернеулігі – кеңістіктегі берілген нүктеде орналасқан оң сынақ зарядқа өріс тарапынан әсер ететін күштің 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 өлшем бірлігі:*

$$[E] = \frac{1H}{1Ka}$$

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

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

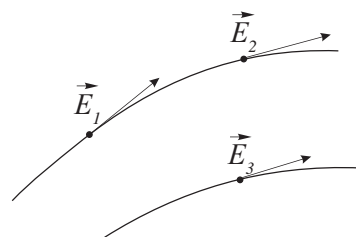
### III Нүктелік заряд өрісінің кернеулігі

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

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

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

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

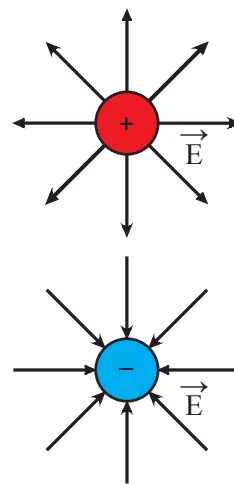


81-сурет. Күш сызықтары және электр өрісінің кернеулік векторының бағыты

### IV Электр өрісінің күш сызықтары

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

**Күш сызықтары – әрбір нүктедегі жанамалары осы нүктелердің кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сызықтар.**

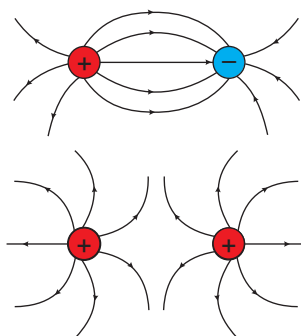


82-сурет. Нүктелік заряд өрісінің күш сызықтары

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



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

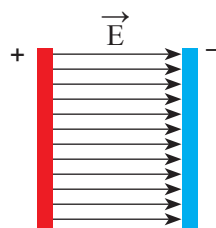


83-сурет. Мәндері бірдей екі заряд түзген электр өрісінің күш сызықтары

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

### V Біртекті өрістің күш сызықтары

*Біртекгі электр өрісінің күш сызықтары 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).



84-сурет. Біртекті өрістің күш сызықтары

**?** Жауабы қандай?  
Электр өрісінің күш сызықтары неліктен қиылыспайды?

### Өз тәжірибең

1. Электрофор мәшинесінің бір полюсінен, содан кейін әр аттас полюстерден зарядталатын «сұлтандар» айналасындағы электр өрісінің күш сызықтарын бақылаңдар. Бұл көріністі 83-суретпен салыстырыңдар.
2. Екі әр аттас зарядтар өрісіндегі дененің қозғалысын бақылаңдар. Жібек жіпке 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 түсіндіріңдер.

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Массасы  $0,18 \text{ г}$  және тығыздығы  $1800 \text{ кг/м}^3$  оң зарядталған шар тығыздығы  $900 \text{ кг/м}^3$  сұйық диэлектрик ортада тыныш күйде тұр. Диэлектрикте кернеулігі  $45 \text{ кН/Кл}$  вертикал жоғары бағытталған біртекті өріс пайда болды. Шардың зарядын анықтаңдар.

### Берілгені

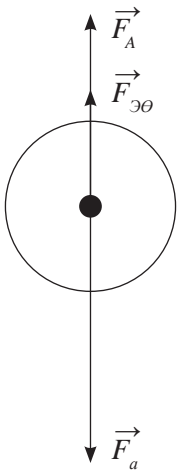
$$m = 0,18 \text{ г}$$

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$E = 45 \text{ кН/Кл}$$

$$q - ?$$



### ХБЖ

$$1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$45 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}$$

### Шешуі:

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:

$$mg = qE + \rho_2 g V.$$

Алынған теңдіктен шардың зарядын анықтаймыз:

$$q = \frac{mg - \rho_2 g V}{E}.$$

Шардың көлемін оның массасы және тығыздығы арқылы табамыз:  $V = m/\rho_1$ , сонда зарядты табу формуласы мына түрге келеді:

$$q = \frac{mg \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)}{E}.$$

Есептеу:

$$q = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \left(1 - \frac{900 \text{ кг/м}^3}{1800 \text{ кг/м}^3}\right)}{45 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}} \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}.$$

**Жауабы:**  $q \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ .

## 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 сызықтарды кернеуліктің күш сызықтары деп атайды? Олардың бағытын қалай анықтайды?
5. Күш сызықтарының 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

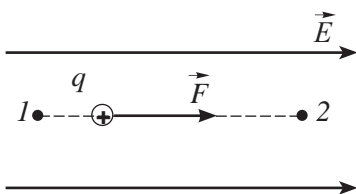
1. Зарядтан 5 см қашықтықтағы өрістің кернеулігі  $1,6 \cdot 10^5$  Н/Кл. Зарядтың шамасын анықтаңдар.
2. Кеңістіктің кейбір нүктелерінде нүктелік заряд тудырған өрістің кернеулігі  $4,2 \cdot 10^4$  Н/Кл. Егер өріс осы нүктелерге берілген зарядқа 84 мН күшпен әрекет ететін болса, зарядтың шамасын анықтаңдар.

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

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- потенциалдың және потенциалдар айырымының физикалық мағынасын түсіндіре аласыңдар;
- конденсатордың құрылысы мен міндетін сипаттай аласыңдар.



85-сурет. Зарядталған бөлшектің потенциалы үлкен нүктеден потенциалы кіші нүктеге орын ауыстыруы.



### 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 аударыңдар!

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

### I Электр өрісі нүктелерінің потенциалы

Электр өрісіне енгізілген зарядқа күш әрекет етеді, сол күштің әсерінен заряд күш 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 азаяды. 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 аталатын тағы да бір шаманы енгіземіз.

**Электрстатикалық 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 оң зарядтың берілген нүктеден шексіздікке дейін орын ауыстыруы кезінде электр өрісінің атқаратын жұмысын айтуға 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  $\varphi_1 - \varphi_2$  кернеу деп атайды, өлшем бірлігі Вольт, белгіленуі  $U$ :

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

Электр өрісі күшінің жұмысы зарядты кернеуге 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 кернеу арқылы конденсатор сыйымдылығын анықтауға болады:

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

**Есте сақтаңдар!**

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

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

**Есте сақтаңдар!**

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

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

Конденсаторлардың жиі қолданылатын түрі – жазық конденсатордың құрылысын қарастырайық. Ол диэлектрикпен бөлінген өткізгіш екі жазық пластинадан 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.  $1 \text{ Ф}$  – өте үлкен шама. Біздің планетамыз – Жердің сыйымдылығы осы мәнге жуық. Практикада көбінесе үлестік бірліктерді қолданады: мкФ, нФ, пФ.

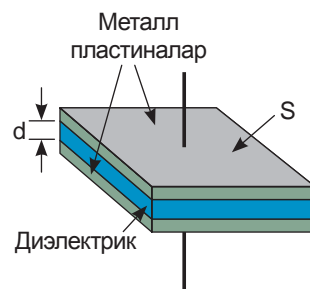
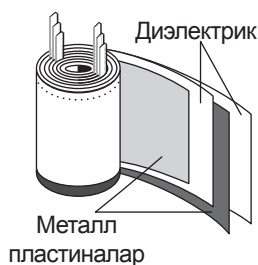
**Есте сақтаңдар!**

$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$

$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$

$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$

$[F] = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}} = 1 \text{ Ф}$



86-сурет. Жазық конденсатордың құрылысы

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

Зарядталған жазық пластиналардың арасындағы потенциалдар айырымы 2 кВ, пластинаның заряды 10 нКл. Олардың арақашықтығын мм бойынша есептеңдер. Бір пластинаның ауданы 10 см<sup>2</sup>.

<b>Берілгені:</b> $U = 2$ кВ $q = 10$ нКл $S = 10$ см <sup>2</sup> $\varepsilon = 1$ $d = ?$	<b>ХБЖ</b> $2 \cdot 10^3$ В $10 \cdot 10^{-9}$ Кл $10 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup>	<b>Шешуі:</b> екі пластина конденсатор болып табылады, оның сыйымдылығын мына формуламен анықтаймыз: $C = \frac{q}{U}$ , $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ . Формула-лардың оң жақтарын теңестірсек: $\frac{q}{U} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ . Осыдан белгісіз шаманы табамыз: $d = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S U}{q}$ $d = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{М}} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ В}}{10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} =$ $= 17,7 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 1,77 \text{ мм.}$ <b>Жауабы:</b> $d = 1,77$ мм.
---	--	---

## Бақылау сұрақтары

1. Электр өрісі нүктелерінің потенциалын қалай анықтайды?
2. Заряд бір нүктеден екінші нүктеге орын ауыстырған кездегі өрістің атқаратын жұмысын қалай анықтайды?
3. Зарядтарды жинау үшін қандай құрылғы қолданылады?
4. Конденсатордың сыйымдылығын қалай анықтайды? Оның өлшем бірлігі қандай?

1.  $0,05$  Дж жұмыс жасалғанда, шексіздіктен  $5 \cdot 10^{-7}$  Кл заряд тасымалданған электр өрісінің нүктесінің потенциалын анықтаңдар.
2. Өрістің  $A$  нүктесіндегі потенциалы  $50$  В,  $B$  нүктесіндегі потенциалы  $80$  В.  $3$  мкКл зарядты  $A$  нүктесінен  $B$  нүктесіне ауыстыру үшін қандай жұмыс жасау керек?
3. Орамдарының арақашықтығы  $0,5$  мм, ауданы  $0,06$  м<sup>2</sup> жазық ауа конденсаторының сыйымдылығын анықтаңдар.
4. Артық теріс зарядтары бар бұлттың астындағы Жер бетінде шамасы және таңбасы қандай заряд индукцияланады?

1.  $20$  нКл заряд потенциалы  $100$  В нүктеден потенциалы  $400$  В нүктеге орын ауыстырған кезде өріс қандай жұмыс атқарады?
2. Орамдарының арасындағы потенциалдар айырымы  $110$  В, сыйымдылығы  $2$  мкФ конденсаторға қандай заряд берілген?

**Шығармашылық тапсырма**

Берілген тақырыптардың біреуін таңдап алып, баяндама дайындаңдар:

1. Конденсаторлардың жасалу тарихы.
2. Конденсаторлардың түрлері және олардың қолданылуы.
3. Жайтартқыштың құрылысы мен қолданылуы.



## IV тараудың қорытындысы

Электрстатика заңдары	Электр өрісінің сипаттамалары	
	Кернеулік	Потенциал
<b>Зарядтың сақталу заңы:</b> $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = const$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$\varphi = \frac{W_p}{q}$
<b>Кулон заңы:</b> $F = \frac{k q_1  \cdot  q_2 }{\epsilon r^2}$ $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{\epsilon r^2}$	$E = \frac{kq}{\epsilon r^2}$	$\varphi = \frac{A}{q}$
Диэлектрлік өтімділік	Дененің заряды	Конденсатордың электр сыйымдылығы
$\epsilon = \frac{F_0}{F}$	Артық электроны бар дене үшін: $q = e \cdot n_e$ , мұндағы $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – электрон заряды Электрон жетіспейтін дененің заряды: $q =  e  n$	$C = \frac{q}{U}$  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$

### Электрстатика заңдары:

**Зарядтың сақталу заңы.** Тұйық жүйені құрайтын зарядтардың алгебралық қосындысы осы жүйе зарядтарының кез келген өзара әрекеттесуі кезінде өзгеріссіз қалады.

**Кулон заңы.** Зарядтардың модульдерінің көбейтіндісіне тура пропорционал және олардың арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу күші зарядтарды қосатын сызықтың бойымен бағытталған.

### Глоссарий

**Диэлектриктер** – электр зарядтарын өткізбейтін заттар.

**Ортаның диэлектрлік 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 құрылғы.

**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.

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

**Күш сызықтары** – әрбір нүктедегі жанамалары осы нүктелердің кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сызықтар.

**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.

**Электрметр** – электр зарядын анықтауға және өлшеуге арналған электрөлшеуіш аспап.

**Электроскоп** – зарядты анықтауға арналған аспап.

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

### 1-тапсырма.

Физикалық құбылыстарды анықтамаларымен сәйкестендіріңдер.

1	Линолеум төселген еден, аспаптардың пластик беті өте тез шаң болады. Ағаш едендерде мұндай мөлшерде шаң жиналмайды.	А	Адам денесі мен киім үйкеліс нәтижесінде электрленеді. Ең көп заряд аязды күндері синтетикалық киімдерде пайда болады.
2	Тұтанғыш сұйықтарды тасымалдағанда отын бактарын жерлендіреді.	В	Өткізгіштің ішінде электр өрісі жоқ.
3	Кейде металл денелерге жанасқанда біршама күшті электр зарядын сезесіңдер.	С	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.	Д	Сұйықтар қатты бетке үйкелгенде электрленеді. Тез тұтанатын сұйықтар ұшқынды разрядтардан тұтануы мүмкін.

### «Сферадағы боран» ойыншығы

**Керекті материалдар:** мөлдір пластмасса сфера және пенопласт шарлар.



#### №1 тәжірибе:

Сфераны ашып, оның ішіне пенопласт шарларды салыңдар. Сфераны сілкіңдер де, үстелдің үстіне қойыңдар. Пенопласт шарлардың қозғалысын бақылаңдар. Алдымен шарлар сфера қабырғасына жабысады. Содан соң тебіліп, жоғары көтеріледі де, мөлдір сфераның ортасында қалқып жүреді.

## **№2 тәжірибе:**

Жібек қиындысымен сфераның жоғары бөлігін сүрткенде, шарларға не болатынын болжаңдар.

Өз болжамдарыңды тексеріңдер.

### **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 сфераға 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 ашып, оның ішіне шарларды салыңдар. Сылдырмақты пластмасс бұйымдарға арналған желіммен желімдендер.

## 1-нұсқа

1. Статикалық зарядты табуға арналған құрал –  
A) Амперметр. C) Электроскоп.  
B) Вольтметр. D) Гальванометр.
2. Электр зарядын жақсы өткізетін заттар –  
A) Өткізгіштер. C) Оқшаулағыштар.  
B) Диэлектриктер. D) Газдар.
3. Зарядталған денелердің арасындағы арақашықтықпен салыстырғанда өлшемдерін ескермеуге болатын денеге берілген зарядты ... деп атаймыз.  
A) Элементар заряд. C) Минимал заряд.  
B) Сынақ заряд. D) Нүктелік заряд.
4. Бірлік заряд берілген өріс нүктесінен шексіз қашықтықтағы нүктеге орын ауыстырғанда электр өрісінің атқаратын жұмысы ... деп аталады.  
A) Өріс нүктесінің кернеуі. C) Кернеулік.  
B) Өріс нүктесінің потенциалы. D) Потенциалдар айырымы.
5. Уақыт өткен сайын қозғалмайтын және өзгермейтін зарядтардың электр өрісі ... деп аталады  
A) Электрдинамикалық. C) Электрмагниттік.  
B) Электрстатикалық. D) Зарядтық.
6. Кеңістіктің әр нүктесіндегі кернеулік векторының бағыты ... әрекет ететін күштің бағытымен сәйкес келеді.  
A) Оң сынақ зарядқа. C) Элементар зарядқа.  
B) Теріс зарядқа. D) Кез келген зарядқа.
7. Электр зарядын жинауға және сақтауға арналған құрал –  
A) Резистор. C) Конденсатор.  
B) Шарғы. D) Реостат.
8. Денеге берілген электрондар саны  $10^{16}$  болғандағы артық электрондар зарядын анықтандар. Электрон заряды –  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.  
A) 16 мКл. C)  $-1,6$  мКл.  
B)  $-16$  мКл. D) 1,6 мКл.
9. Енгізілген  $2 \cdot 10^{-3}$  Кл зарядқа 0,03 Н күш әрекет ететін нүктедегі өріс кернеулігін анықтандар  
A) 1,5 Н/Кл. C)  $6 \cdot 10^{-5}$  Н·Кл.  
B) 15 Н/Кл. D)  $6 \cdot 10^{-2}$  Н·Кл.
10. Жазық әуе конденсаторының астарының ауданы  $0,01$  м<sup>2</sup> болады. Астарларының арасындағы қашықтық  $0,01$  мм болғанда, оның сыйымдылығын анықтандар. Электр тұрақтысы  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.  
A) 8,85 нФ. C) 8,85 пФ.  
B) 88,5 нФ. D) 8,85 мкФ.

## 2-нұсқа

- 1. Статикалық зарядты өлшеуге арналған құрал –**  
A) Электрометр. C) Электрофор мәшинесі.  
B) Электроскоп. D) Амперметр.
- 2. Электрон зарядының шамасына тең, оң немесе теріс, ең кіші электр заряды ... деп аталады.**  
A) Минимал заряд. C) Бөлінбейтін заряд.  
B) Элементар заряд. D) Сынақ заряд.
- 3. Артық электроны бар денелердің ... бар.**  
A) Оң заряды. C) Анықталмаған заряды.  
B) Теріс заряды. D) Периодты түрде өзгеріп отыратын заряды.
- 4. Берілген ортада зарядтар арасындағы әрекет етуші күш вакуумге қарағанда неше есе әлсіз бола түсетіндігін көрсететін шама –**  
A) Потенциал. C) Кернеулік.  
B) Кернеу. D) Диэлектрлік өтімділік.
- 5. Оң зарядталған нүктелік заряд ... деп аталады.**  
A) Элементар заряд. C) Сынақ заряд.  
B) Бөлінбейтін заряд. D) Минимал заряд.
- 6. Әрбір нүктесіндегі жанамалары осы нүктелердегі кернеулік векторларының бағытымен сәйкес келетін сызықтарды ... деп атайды.**  
A) Магниттік сызықтар. C) Эквипотенциалды сызықтар.  
B) Электр сызықтары. D) Күш сызықтары.
- 7. Біртекті электр өрісінің күш сызықтары ... береді.**  
A) Шеңберді. C) Қиылысқан сызықтарды.  
B) Тең қашықтықтағы параллель сызықтарды. D) Кез келген пішіндегі тұйық сызықтарды.
- 8. Бір-бірінен 0,3 м қашықтықта орналасқан 2 мКл екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу күшін анықтандар.**  
A) 400 Н. C) 40 кН.  
B) 400 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 табындар.**  
A) 0,2 мДж. C) 20 Дж.  
B) 0,2 МДж. D) 200 Дж.
- 10. 0,6 мкКл заряд жиналғанда оның астарындағы потенциалдар айырымы 100 В дейін өсетіндігі белгілі, конденсатордың сыйымдылығын табындар.**  
A) 60 нФ. C)  $6 \cdot 10^{-9}$  Ф.  
B) 60 пФ. D)  $6 \cdot 10^{-7}$  Ф.

# ТҰРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ

Зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысын *электр тогы* деп атайды. Әртүрлі орталарда қозғалатын зарядтар бағынатын заңдар негізінен эксперименттік жолмен ашылған. Ғалымдар жүргізген зерттеу нәтижелері тұрмыста және өнеркәсіптің барлық салаларында кең қолданысқа ие болды.

## Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

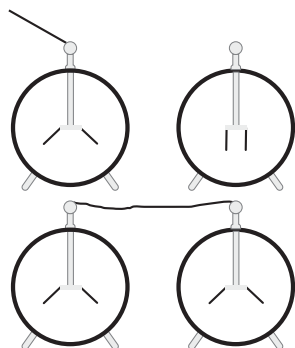
- электр тогының пайда болуы үшін қажетті шарттарды түсіндіруді;
- электр сұлбаларын графикалық түрде бейнелеуде электр тізбегі элементтерінің шартты белгілерін қолдануды;
- кернеудің физикалық мағынасын, өлшем бірлігін түсіндіруді;
- электр тізбегіндегі ток күші мен кернеуді өлшеуді;
- тұрақты температурада 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 заңдылықтарын тәжірибе арқылы анықтауды;
- өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғауда тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып, электр тізбектеріне есептеулер жүргізуді;
- есептер шығаруда ток жұмысы мен қуатын анықтауға арналған формулаларды, Джоуль – Ленц заңын қолдануды;
- токтың қуаты мен жұмысын эксперименттік түрде анықтауды;
- $\text{kВт} \cdot \text{сағ}$  өлшем бірлігін пайдаланып, электр энергиясының құнын есептеуді;
- электр тогының табиғаты мен кедергінің металл температурасына тәуелділігін сипаттауды;
- қысқа тұйықталудың пайда болу себебі мен оның алдын алу жолдарын түсіндіруді;
- сұйықтардағы электр тогының табиғатын түсіндіруді үйренесіңдер.

## § 22. Электр тогы, электр ток көздері

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электр тогының пайда болуы мен оның сақталуы үшін қажетті шарттарды түсіндіре аласыңдар;
- әртүрлі 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 электроскоптарды бір-біріне жалғағанда артық зарядтың жартысы зарядталған шардан зарядталмаған шарға өтеді (87-сурет). Зарядтардың өткізгіш бойымен бағытталған қозғалысқа түсуінің 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 ғана пайда болады.

### II Ток көзі

Өткізгіштегі токты сақтау үшін оның ұштарындағы потенциалдар айырымын сақтау керек. Мұндай жұмысты ток көздері атқарады.

**Ток көзі – электр тізбегіндегі кернеуді ұстап тұратын және зарядтарды бөлуді іске асыратын құрылғы.**

Ток көзі полюстерінде зарядтардың бөлінуі электрлік емес күштердің әсерінен жүзеге асуы керек. Атқас зарядтар бір-бірінен тебілетін болғандықтан, кулондық күштер ток

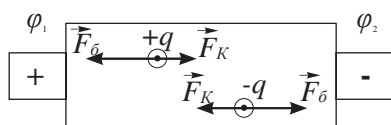


#### Жауабы қандай?

Неге ток көзінің ішінде Кулон күшінің жұмысы теріс, ал тізбектің сыртқы бөлігінде оң болады?



көзінің клеммасында зарядтардың жинақталуына қарсы әрекет етеді. Ток көзінің ішіндегі кулондық күштер мен бөгде күштердің әрекеті 88-суретте сызба түрінде берілген. Бөгде күштердің әрекетінен ток көзінің бір полюсінде оң заряд, екіншісінде теріс заряд жиналады. Полюстердегі өріс потенциалдары  $\varphi_1$  және  $\varphi_2$  белгілерімен белгіленген. Теріс зарядты полюске қарағанда оң зарядты полюстің потенциалы әлдеқайда жоғары болады  $\varphi_1 > \varphi_2$ .



88-сурет. Ток көзінің зарядтарына бөгде және кулондық күштердің әрекеті



### Өз тәжірибең

Электроскоптың өлшемдері әртүрлі шарлармен жасаған тәжірибелеріңді қайталаңдар. Нәтижелерін салыстырыңдар. Шарлардағы заряд қалай таралды?

## Қосымша

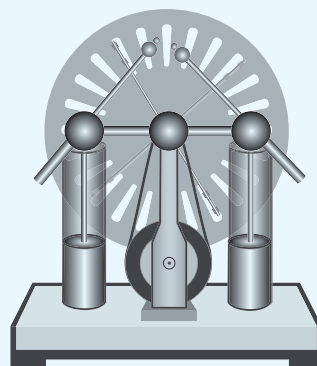
### Ток көздерінің түрлері

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 құрылысы әртүрлі болуы мүмкін. Олардың кейбіреуін қарастырып көрейік.

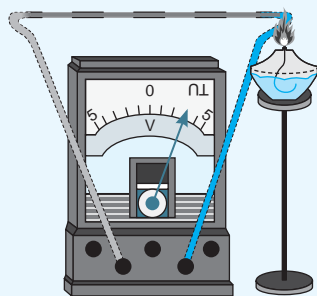
**Электрофор мәшинесі** (89-сурет). Бұл ток көзінде үйкеліс арқылы электрлену нәтижесінде механикалық энергия электр энергиясына айналады. Әртекті зарядтар екі конденсаторға – Лейден банкаларына жиналады.

**Термопара немесе термоэлемент.** Әртүрлі металдан жасалған екі сымның қосылған жерін қыздыру кезінде, оларда электр тогы пайда болады (90-сурет). Ішкі энергия электр энергиясына айналады.

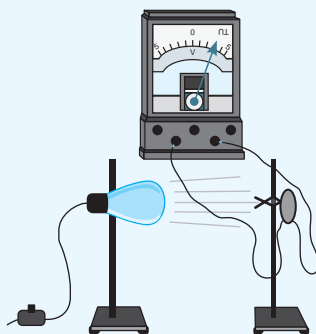
**Фотоэлемент** (91-сурет). Кремний, селен тәрізді бірқатар заттардың атомы жарықтың әсерінен электрондарын жоғалтады, олардың зат қабатының арасында қайта бөлінуінің салдарынан потенциалдар айырымы пайда болады. Осылайша жарық энергиясы электр энергиясына айналады. Күн батареялары осы әдіспен жұмыс істейді.



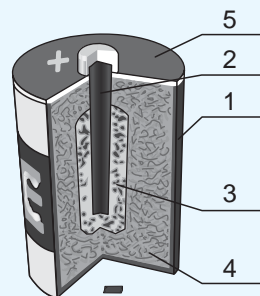
89-сурет. Электрофор мәшинесі



90-сурет. Термопара



91-сурет. Фотоэлемент



92-сурет. Гальвани элементі

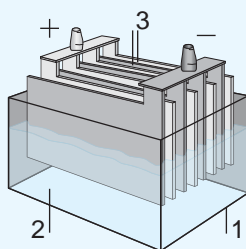
**Гальвани элементі** (92-сурет). Гальвани элементі құрылғысында химиялық реакция нәтижесінде бөлінетін энергияның электр энергиясына айналу процесі қарастырылған. Элемент ішіне бұрышты өзек (2) қойылған мырыш ыдыстан (1) тұрады. Бұрышты өзек көмір мен марганец оксидінің қосындысы толтырылған қаптың (3) ішінде орналасқан. Ыдыс 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.

**Акумуляторлар** (93-сурет). Акумулятор – электролиті (2) және оң немесе теріс зарядты темір пластиналары (3) бар ыдыс (1) (94-сурет). Осындай акумуляторлар автокөлік жасау ісінде кең қолданыс тапты. Акумулятор ток көзі болу үшін оны зарядтау керек. Зарядтау кезінде электродтардың біреуі оң, екіншісі теріс болады.

Қазіргі кезде акумуляторлардың түрі көп және олардың қолданыс аясы әртүрлі. Олар барлық тұрақты тоқты тұтынушылар үшін ток көзі болып табылады. 95-суретте компьютердің USB портынан зарядтала алатын акумулятор бейнеленген.



93-сурет. Акумулятор



94-сурет. Акумулятор құрылысы



95-сурет. Заманауи акумулятор моделінің зарядтауы

## Бақылау сұрақтары

1. Электр тогы дегеніміз не?
2. Қандай жағдайда зарядталған бөлшектер бағытталған қозғалысқа түседі?
3. Ток көзінің қандай түрлерін білесіңдер?

## Эксперименттік тапсырма

Екі қалың мырыш және мыс өткізгіш сымдардан, лимоннан ток көзін жасаңдар. 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 дайындаңдар:

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 бейнелегенде электр тізбегі элементтерінің шартты белгілерін қолдана аласыңдар;
- сұлбаларда өлшеуіш аспаптарды тізбекке қосу ережелеріне сәйкес белгілей аласыңдар;
- токтың бағытын көрсете аласыңдар.

### I Электр тізбегі және оның құрамдас бөліктері

Ток көзі, электр тогын тұтынушы, жалғаушы 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 үзілуі 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 токты 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 өтсе, токтың әрекеті соғұрлым күштірек болады.

**Ток күші дегеніміз – өткізгіштің көлденең қимасы арқылы қандай да бір уақыт аралығында өтетін  $q$  зарядтың сол 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 күші.*

Өлсіз және күшті токтарды өлшеу үшін еселік және үлестік қосымшалар – килоампер, миллиампер және микроампер қолданылады.

Зарядтың өлшем бірлігі мен ток күшінің өлшем бірлігінің байланысын анықтайық. Ток күшін есептеу формуласынан зарядты өрнектейтін мынадай формула шығады:

$$q = I \cdot t.$$

Зарядтың өлшем бірлігі ток күшінің өлшем бірлігімен байланысты:

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}.$$

*1 Кулон ток күші 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 күштердің әрекетінен денелерде тұрақтап қала алмайды.

Қозғалмалы зарядтар үшін оның болмашы ғана 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 күшінің бағыты оң бөлшектердің қозғалыс бағыты ретінде көрсетіледі (97-сурет).

#### V Ток күшін өлшеу

Шамасына қарай ток күшін өлшеуге қолданылатын аспаптар: гальванометр, микроамперметр, миллиамперметр, амперметр.

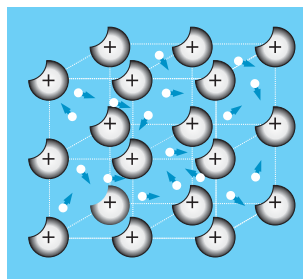


**Андре-Мари Ампер** (1775–1836) – атақты француз физигі, Париж Ғылым академиясының мүшесі. Ғалымның есімі Францияның ұлы ғалымдарының тізіміне енгізілген. Ол негізінен электрдинамика саласында еңбектенген. Ампер электрлік және магниттік құбылыстардың байланысын зерттеді.



#### Есте сақтаңдар!

- 1 кА = 1000 А =  $10^3$  А
- 1 мА = 0,001 А =  $10^{-3}$  А
- 1 мкА = 0,000001 А =  $10^{-6}$  А
- 1 Кл = 1 А · с



96-сурет. Металдардағы еркін электрондардың қозғалысы

Аспаптарды тізбекке қосу ережелерімен танысайық. Гальванометрдің нөлдік мәні шкаланың тура ортасында орналасқандықтан, оның тілшесі оңға да, солға да ауытқуы мүмкін (98-сурет).

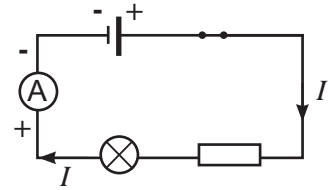
Гальванометрдің полюстерін еркін қоса беруге болады, тілшесінің ауытқу бағыты тәжірибе жасаушыға тізбектегі токтың бағыты туралы мәлімет береді. Басқа аспаптарды тізбекке қосу ережесін сақтай отырып қосу керек.

*Ток көзінің оң полюсінің жалғағыш сымдары амперметрдің оң қысқышымен, теріс полюсі – амперметрдің теріс қысқышымен жалғануы керек.*

Амперметр ток күші өлшеніп жатқан аспапқа тізбектей жалғанады (97-сурет).

*Амперметр – тізбектегі токты өлшеуге арналған аспап.*

Тармақталмаған тізбектің барлық бөлігінде ток күшінің бірдей болатынына тәжірибе жүзінде көз жеткізуге болады (99-сурет).



97-сурет. Тізбектегі ток күшінің бағыты, амперметрді тізбекке қосу



98-сурет. Гальванометр

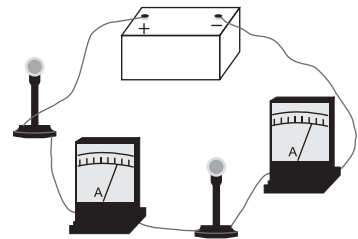
## VI Кернеу

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).

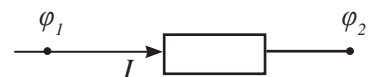
$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Потенциалдар айырымы кернеуге тең:  $U = \varphi_1 - \varphi_2$ , демек:

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



99-сурет. Тармақталмаған тізбектің барлық бөлігінде ток күші бірдей



100-сурет. Тогы бар өткізгіштің ұштарындағы потенциалдар айырымы

**Тізбек бөлігіндегі кернеу – осы бөліктегі бірлік зарядтың орнын ауыстыруы кезінде атқарылатын ток жұмысына тең физикалық шама.**

Кернеудің өлшем бірлігі италиялық физик **А.Вольтаның** құрметіне 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 өлшейді.

**Вольтметр дегеніміз – тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеуге арналған аспап.**

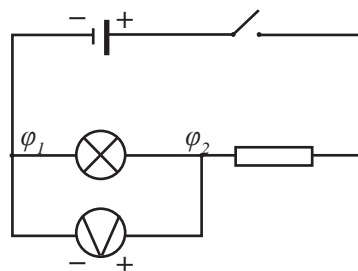
Вольтметрді тізбекке қосу кезінде мына ережелерді сақтау керек:

*тізбектегі кез келген екі нүктенің арасындағы кернеуді өлшеу керек болса, вольтметрдің қысқыштарын сол нүктелерге қосады;*

*вольтметрдің оң қысқышын ток көзінің оң полюсінен шығатын сымға, теріс қысқышын ток көзінің теріс полюсінен шығатын сымға 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 бөлетін энергиясының кернеуі 350 В-қа, ал жыланбалықтікі 600 В-қа дейін жетеді.



Тұтасқанат



Жыланбалық



### Жауабы қандай?

1. Неліктен тізбектің тармақталмаған бөлігіндегі аспаптардағы ток күші бірдей?
2. Неге амперметр мен вольтметрдің қысқыштарындағы таңбаларды ескеру қажет?
3. Неліктен кілт, шам және резистор қысқыштарында таңбалар болмайды?
4. Не себепті өткізгіштегі электрондардың жылулық қозғалысы электр тогы бола алмайды?

### Бақылау сұрақтары

1. Электр тізбегінің негізгі бөліктерін атаңдар.
2. Ток күші дегеніміз не? Оны қандай өлшем бірлігімен өлшейді?
3. Ток күшін қандай аспаппен өлшейді, оны тізбекке жалғаудың қандай ережелері бар?
4. Кернеу дегеніміз не? Оны қандай өлшем бірлігімен өлшейді? Тізбек бөлігіндегі кернеуді қандай аспаппен өлшейді? Оны тізбекке қалай қосады?



### Жаттығу

16

1. 13-кестені пайдаланып, гальвани элементі, қоңырау, электр шамы және кілттен тұратын тізбектей жалғанған тізбектің сұлбасын жасаңдар.
2. Тізбекте қоңырау мен электр шамы бір уақытта қосылмас үшін не істеу қажет? Оның сұлбасын жасаңдар.
3. Вольфрам қылы арқылы 10 минут ішінде 300 Кл электр заряды өтетін электр шамындағы ток күшін анықтаңдар.
4. Өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 2 с ішінде  $12 \cdot 10^{19}$  электрон өтеді. Өткізгіштегі ток күші қандай?
5. 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

1. Әртүрлі науқастар бөлмесіне бір сигналды шам арқылы медбикені шақыруға арналған тізбектің сұлбасын жасаңдар.
2. Қол шамы құрылғысын қарастырыңдар, 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 төменгі вольтты шамнан тізбек құрастырыңдар. Осы тізбектен қол шамын, түнде оқуға арналған көзілдірік, бағдаршам үлгісін жасауға болады. Өз идеяларыңды ұсыныңдар, сендердің бұйымдарыңды қалай көркемдеуге болатынын ойластырыңдар. Ұнатқан идеяларыңды таңдап алып, жұмысты соңына дейін жеткізіңдер.

### Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптардың біреуі бойынша хабарлама дайындаңдар:

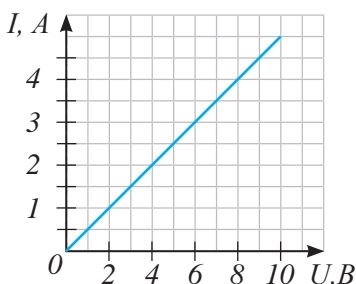
1. Биоэлектрлік құбылыстарды зерттеуде Л. Гальвани жүргізген тәжірибелер.
2. Электрфизиология – жануарлар әлеміндегі электр құбылыстарын зерттейтін ғылым.
3. Медицинада энцефалография және электркардиографияның қолданылуы.

## § 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 кедергіге тәуелділік графигін оқи 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.

*Өткізгішке берілген кернеу қаншалықты өссе, сол өткізгіштегі ток күші де соншалық артады.*

$$I = kU,$$

мұндағы  $k$  – пропорционалдық коэффициенті.

Координатаның басынан өтетін түзу – 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 өткізгіштерді қосып, түрлі өткізгіштер үшін кернеу тұрақты болса да, ток күшінің бірдей еместігіне көз жеткізуге болады (103-сурет). Демек,

### I Тізбек бөлігіндегі ток күшінің оның ұштарындағы 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 өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өткен зарядтар саны да көбейе түседі. Зарядтар ағынын өзендегі су ағысына ұқсатуға болады. Су деңгейі бірдей болмаса, ағу жылдамдығы артады. Көлдерде су беті бір деңгейде, сондықтан көлдегі су ақпайды. Электр тізбегінде де осылай, егер тізбектің ұштарындағы 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 жинаймыз.

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 гиперболоа болып табылады (104-сурет).

Жасаған тәжірибесін қорытып, Ом электр тізбегінің бөлігіне арналған заңды тұжырымдады:

$$I = \frac{U}{R}.$$

**Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тура пропорционал, ал оның кедергісіне кері пропорционал.**

### IV Кедергінің өлшем бірлігі

Г.Омның құрметіне кедергінің өлшем бірлігі *Ом* деп аталды.

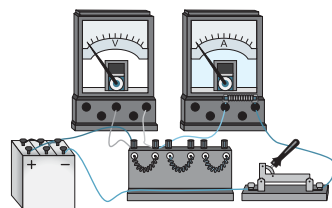
**1 Ом дегеніміз – ұштарында 1 В кернеу болғанда, бойымен 1 А-ге тең ток жүретін өткізгіштің кедергісі.**

Кедергінің үлкен және кіші мәндерін жазу үшін еселік және үлестік қосымшалар қолданылады: мегаом, килоом, миллиом.

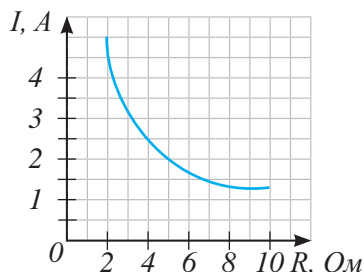
$$1 \text{ МОм} = 1000000 \text{ Ом} = 10^6 \text{ Ом}.$$

$$1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом} = 10^3 \text{ Ом}.$$

$$1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом} = 10^{-3} \text{ Ом}.$$



103-сурет. Өртүрлі 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 зарядталған бөлшектер санын анықтаңдар.

**Берілгені:**

$$I = 50 \text{ мА}$$

$$t = 2 \text{ сағ}$$

$$A = 7,2 \text{ кДж}$$

$$U - ?$$

$$n - ?$$

**ХБЖ**

$$50 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$7200 \text{ с}$$

$$7200 \text{ Дж}$$

**Шешуі:** тізбек бөлігінің кернеуі бірлік зарядтың орын ауыстыруы кезінде атқарылатын жұмыс

$$\text{бойынша анықталады: } U = \frac{A}{q}. \quad (1)$$

Өткізгіш бойымен өткен зарядтың мәні:  $q = It$ . (2)

(2) өрнекті (1) өрнекпен біріктіріп, кернеуді есептеу формуласын шығарамыз:  $U = \frac{A}{It}$ .

Кернеудің мәнін есептейміз:

$$U = \frac{7200 \text{ Дж}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 7200 \text{ с}} = \frac{1000}{50} \text{ В} = 20 \text{ В}.$$

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 арттырған кезде, ток күші де сонша есе артады?



**Есте сақтаңдар!**

Адам өміріне қауіпті кернеу: құрғақ бөлмеде – 42 В; ылғалды бөлмеде – 12 В.

Ток күшінің 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 кездегі, 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

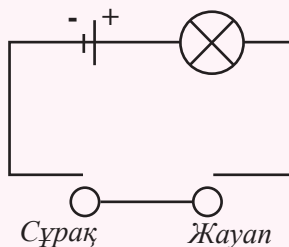
17

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 мойнынында (цоколінде) жазылған параметрлер бойынша шамның номиналды кедергісін анықтаңдар.

2. «Электровикторина» ойынын дайындаңдар. Бұл ойын индикатор орнатылған тізбектің сұрақ пен жауапты жалғастырып тұрған 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. Өткізгіштің электр кедергісі. Өткізгіштің меншікті кедергісі, реостат

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электр кедергісінің физикалық мағынасын түсіндіре аласыңдар;
- өткізгіштің меншікті кедергісі формуласын есептер шығаруда қолдана аласыңдар;
- меншікті кедергінің әртүрлі өлшем бірліктерін пайдаланып, олардың арасында байланыс орната аласыңдар.

### I Өткізгіштер кедергісінің пайда болу себептері

Металдарда ток электрондардың бағытталған қозғалысы болып табылады. Кристалдық торлардың түйіндерінде оң иондар орналасады. Олар тербелмелі қозғалыс жасайды және бағытталған қозғалысқа қатыспайды. Кристалдық тордың иондары мен электрондардың соқтығысуының әсерінен зарядталған бөлшектердің өткізгіш бойымен орын ауыстыруы қиындай түседі. Әртүрлі заттардың кристалдық торларының құрылысы да әртүрлі болады. Демек, әртүрлі заттан жасалған өткізгіштердің кедергілерінің айырмашылығы болады.



### Жауабы қандай?

1. Түрлі өткізгіштердегі кедергілер нәліктен әртүрлі болады?
2. Не себепті сымның ұзындығын ұзарту кедергінің артуына, ал қалыңдығын арттыру кедергінің азаюына алып келеді?

### II Кедергінің өткізгіш көлеміне тәуелділігі

Өткізгіш кедергісінің туындау себебін білгендіктен, өткізгіш қаншалық ұзын әрі жіңішке болса, оның кедергісі соншалық көп болады деп болжай аламыз. Бұл болжамды тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданып, тексере аламыз:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Ток көзінің тізбегіне қозғалмалы контактісі бар сымды, амперметр мен кілтті жалғаймыз. Қозғалмалы контактіні 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, үшінші жағдайда 3 есе артады.

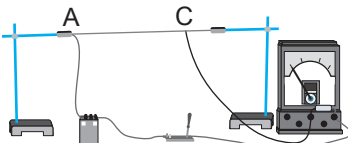
*Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына тура пропорционал.*

Сол материалдан жасалған, бірақ жуандау сымды қосамыз. Сымның ұзындықтары бірдей болған жағдайда оның көлденең қимасының



### Өз тәжірибең

106-суретте көрсетілген құрылғыны жинаңдар. Өткізгіш кедергісінің металдың ұзындығына, қалыңдығына және түріне тәуелділігін зерттеңдер.



106-сурет. Өткізгіштің ұзындығы артса, тізбектегі ток күші азаяды

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 құрылысының 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  $\rho$  ( $\rho$ ) әрпімен белгілейді. 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 тура 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). Әр орам бір-бірінен сымды қаптап тұрған окалин қабатымен оқшауланған. 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 атау қабылданған (108-сурет). Резистордың басқаша атауы – кедергі. «Resistance» сөзін ағылшын тілінен аударсақ, «кедергі» деген мағына береді. Резисторды электр тізбегіндегі тоқты шектеу үшін, тізбектің дербес бөліктеріндегі кернеуді азайту үшін пайдаланады.

**Жауабы қандай?**

Неліктен меншікті кедер-

гінің  $1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  деген

өлшем бірлігі  $1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  деген өлшем бірлігіне қарағанда қолдануға ыңғайлырақ?

**Есте сақтаңдар!**

$$1 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 10^6 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$



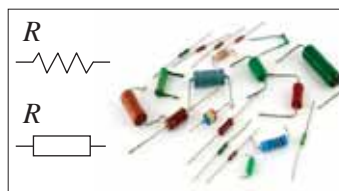
107-сурет. Зертханалық реостат



108-сурет. Зертханалық резистор

Электротехника мен радиотехникада тұрақты және айнымалы резисторлар қолданылады (109, 110-сурет).

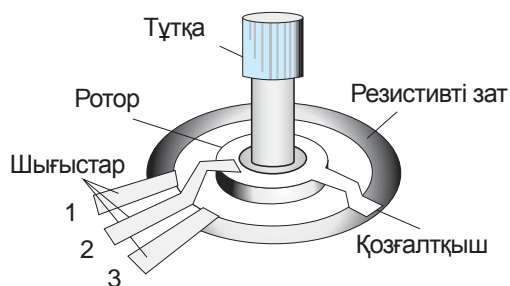
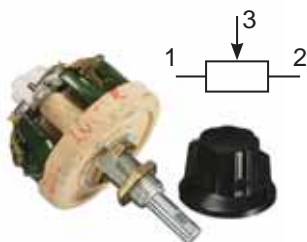
Сұлбада тұрақты резисторды екі шығысы бар тікбұрыш ретінде, ал айнымалы резисторды үш шығысы бар тікбұрыш ретінде белгілейді.



109-сурет. Тұрақты резисторлар

**Тапсырма**

110-сурет бойынша айнымалы резистордың құрылысы мен жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.



110-сурет. Айнымалы сымдық резистор

**ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ**

Ұзындығы 1000 м, көлденең қимасының ауданы 1 мм<sup>2</sup> алюминий өткізгіштің ток күшін 2 А деп алып, кернеудің түсуін анықтаңдар. Алюминийдің меншікті кедергісі 2,8 · 10<sup>-8</sup> Ом · м.

**Берілгені:**

$$l = 1000 \text{ м}$$

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$U = ?$$

**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 өлшейді?

## ★ Жаттығу

18

1. Қимасы  $0,03 \text{ мм}^2$ , ұзындығы  $200 \text{ м}$  болатын мыс өткізгіштің массасы мен кедергісін анықтаңдар.
2.  $2,25 \text{ А}$  ток жүрген, көлденең қимасы  $3,5 \text{ мм}^2$ , ұзындығы  $14 \text{ м}$  мыс өткізгіштің ұштарындағы кернеуді анықтаңдар.

## 🏠 Жаттығу

18

1. Егер кедергісі  $1 \text{ Ом}$ -нан аспайтын болса, ұзындығы  $10 \text{ м}$  мыс өткізгіштің диаметрі қандай болуы керек?
2. Көлденең қимасы  $0,5 \text{ мм}^2$ , ұзындығы  $4 \text{ м}$  сым жасалған қоспаның меншікті кедергісін анықтаңдар. Кернеу  $9,6 \text{ В}$  болғанда, сым бойымен  $2 \text{ А}$  ток жүреді.

## Эксперименттік тапсырма

Гальвани элементінің, амперметрдің, вольтметрдің, мыс сым орамының көмегімен бөлменің ауданын анықтаңдар.

## Шығармашылық тапсырма

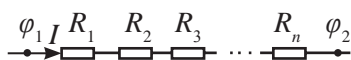
«Резисторлардың тұрақты және айнымалы түрлері» тақырыбында ppt-презентация-хабарлама дайындаңдар.

## § 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) ескі 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 күші, 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.

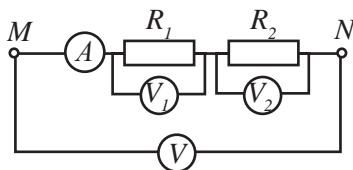
Электр тогының өзендегі су ағысымен ұқсастығына оралайық. Өзеннің жекелеген бөліктерінің деңгейі біркелкі болмағандықтан, өзеннің бастауы мен сағасындағы су деңгейі әртүрлі болады. Тізбектей жалғанған барлық өткізгіштердің потенциалдар айырымы жекелеген өткізгіштердің ұштарындағы потенциалдар айырымының қосындысымен анықталады. Потенциалдар айырымы – өткізгіш ұштарындағы кернеу екендігін ескере отырып жазамыз:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n.$$



### Өз тәжірибең

Тізбектей жалғау заңдарының орындалатынына көз жеткізіңдер. Ток көзінен, кілттен, екі тізбектей жалғанған резистор мен амперметрден тұратын тізбек құрастырыңдар. Резисторлардағы кернеу мен жалпы кернеуді өлшеу үшін үш вольтметрді пайдаланыңдар (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 тура пропорционал бөлінеді. 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 айырымы бір мәнге ие:

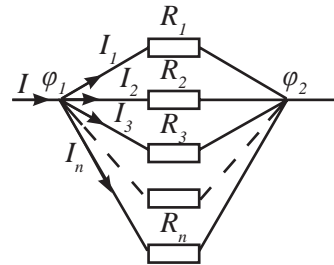
$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

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.

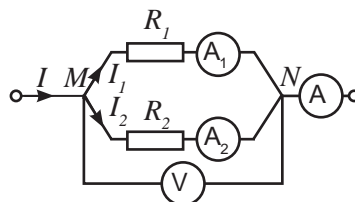


113-сурет. Өткізгіштерді параллель жалғау



#### Өз тәжірибең

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 қысқартамыз, 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 тура 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 түседі.*

## 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

1. Жалпы кедергіні есептеуге арналған формуланы пайдаланып, параллель жалғанған

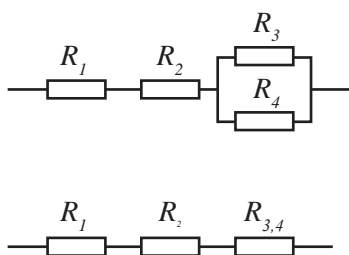
бірдей резисторлардың жалпы кедергісі  $R = \frac{R_1}{n}$  болатынын дәлелдендер.

2. Өткізгіштердің жалғануын сипаттайтын шамалардың салыстырмалы кестесін құраңдар.

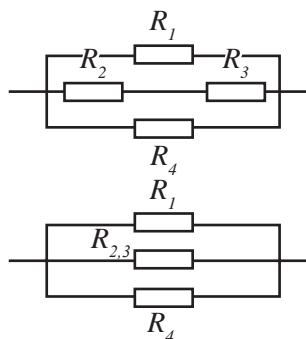
Алғашқы формуладағы қосылғыштардың саны тізбекке жалғанған өткізгіштердің санымен анықталады.

## 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



### Тапсырма

Әр кедергінің мәнін 1 Ом-ға тең деп алып, 115, 116-суреттерде көрсетілген өткізгіштердің жалпы кедергісін анықтаңдар.

## 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.

<b>Берілгені:</b> $R_1 = 6 \text{ Ом}$ $R_2 = 1,5 \text{ Ом}$ $I_1 = 2 \text{ А}$	<b>Шешуі:</b> параллель жалғау кезінде тізбектің ұштарындағы потенциалдар айырымы бірдей: $U_1 = U_2$ . Ом заңы негізінде: $U_1 = I_1 R_1$ , $U_2 = I_2 R_2$ .
$I_2 = ?$	Демек: $I_1 R_1 = I_2 R_2$ , $I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2}$ . $I_2 = \frac{2 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом}}{1,5 \text{ Ом}} = 8 \text{ А}$ .
	<b>Жауабы:</b> $I_2 = 8 \text{ А}$ .



### Жауабы қандай?

1. Неліктен параллель жалғау кезінде өткізгіштердің жалпы кедергісі ең кіші кедергіден де аз болады?
2. 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. Әр резистордың кернеуін және тізбектегі ток күшін есептеңдер.
2. Кедергілері 540 Ом, 270 Ом және 135 Ом болатын параллель жалғанған үш резистордан тұратын тізбектің жалпы кедергісін есептеңдер.
3. Кедергісі 80 Ом болатын сымды теңдей 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, әр резистордың ток күші қандай? Әр резистордағы кернеу қандай?

## 🏠 Жаттығу

19

1. Тізбекке 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 сызыңдар. Әр 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, әр 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;
- электресептеуішінің көрсеткішін анықтап, электр энергиясының құнын есептей аласыңдар.

### I Токтың жұмысы және оны өлшеу

Тізбектің сыртқы бөлігіндегі зарядтардың орнын ауыстыратын кулондық күштердің жұмысы *ток жұмысы* деп аталады. Ол мына формула бойынша анықталады:

$$A = qU.$$

Зарядты ток күші мен оның көлденең қимадан өту уақыты бойынша өрнектейміз:

$$q = It,$$

ендеше

$$A = IUt.$$

**Тізбек бөлігіндегі электр тогының жұмысы осы бөліктің 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 электресептеуіш 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 өлшейді. 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 өте аз. Тәжірибеде жүйеден тыс өлшем бірлігі 1 кВт · сағ кең қолданыс тапты.

Бірліктердің байланысын анықтайық:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3600000 \text{ Дж} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$



### Жауабы қандай?

Ток жұмысын анықтау үшін қандай өлшеуіш аспаптар қажет?



117-сурет. «Талдықорған электрқұралдары зауыты» шығарған электресептеуіш.



### Есте сақтаңдар!

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 3\,600\,000 \text{ Дж}.$$

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

## II Ток қуаты және оны өлшеу

Тізбектегі ток әрекетінің қарқындылығы ток қуатына тәуелді.

*Қуат – 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).

*Қуаттың өлшем 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:

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}.$$

$$1 \text{ МВт} = 1000000 = 10^6 \text{ Вт}.$$

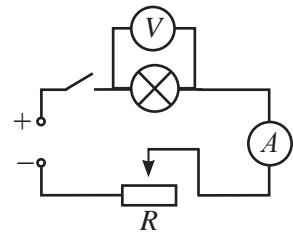


118-сурет. Ваттметр



### Өз тәжірибең

Сұлбасы 119-суретте бейнеленген тізбекті құрастырыңдар. Тізбектегі токтың әртүрлі мәнінде шамдағы ток қуатын анықтаңдар. 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 электресептеуіш аспаптан алынатын көрсеткіштердің айырымы арқылы анықтайды. Электр энергиясының құны 1 кВт · сағ үшін тағайындалған тарифке байланысты, оны мына формула бойынша анықтайды:

$$C_m = AT.$$

мұнда  $C_m$  – 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. Электресептеуіш аспаптың көрсеткіші бойынша (120-сурет) бір айда жұмсалған энергияның мөлшерін анықтаңдар.



120-сурет. 1 ай интервалындағы электресептеуіш аспаптың көрсеткіші

2. Өздерің тұратын аймақтағы тариф бойынша бір адамның тұтынатын энергиясының құнын есептеңдер. Егер пәтерде үш адам тұратын болса, электр энергиясының төлемі өзгере ме?



#### Жауабы қандай?

1. Бір елдің әртүрлі аймақтарындағы электр энергиясының тарифы неліктен әртүрлі?
2. Не себепті үш деңгейлі тариф енгізілген?
3. Тарифтер не себепті өзгеруі мүмкін?



#### Есте сақтаңдар!

Елімізде электр энергиясы үшін төлем негізінен 3 деңгейлі тариф бойынша жүргізіледі. Мысалы, Алматы қаласында 1-деңгейде айына 1 адамның тұтынатын электрэнергиясы 90 кВт · сағ нормасынан төленеді. 2-деңгей 90–160 кВт · сағ арасында, 3-деңгей 160 кВт · сағ-тан жоғары.

## Бақылау сұрақтары

1. Токтың жұмысы тізбектегі ток күшіне 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 күші 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 қылы арқылы қанша мөлшерде электр тогы өткен?
2. Кедергісі 50 Ом және 10 Ом болатын: а) параллель жалғанған; ә) тізбектей жалғанған өткізгіштердегі ток қуатын салыстырыңдар. Екі жағдайда да ұштарындағы кернеу бірдей.



## Жаттығу

20

1. Электр алауошақтың (электркамин) жүйеден тұтынатын қуаты 0,98 кВт-қа, оның тізбегіндегі ток күші 7,7 А-ге тең. Электр алауошақтың 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. Ыдысқа белгілі бір мөлшерде су құйыңдар. Судың алғашқы температурасын анықтаңдар. Шәйнектің жүйеге қосылған уақытын жазып алыңдар. Суды қайнауға дейін жеткізіп, қызу уақытын жазып қойыңдар. Суға берілген жылу мөлшерін және электр тогының жұмысын есептеңдер. Электр қыздырғыштың ПӘК-ін анықтаңдар.
2. Әрқайсысың өз отбасындағы соңғы айда жұмсалған электр энергиясының құнын есептеп шығарыңдар.

2018 жылғы электр энергиясының тарифы, $\frac{\text{теңге}}{\text{кВт} \cdot \text{сағ}}$			
Қала	1-деңгей	2-деңгей	3-деңгей
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
Ақтөбе	9,79	12,42	15,52
Қарағанды	10,12	13,37	16,72
Өскемен	10,19	13,97	17,46
Атырау	5,67	7,13	8,93
Ақтау	19,42	-	-

Алматы облысы бойынша электр энергиясының 2018 ж. арналған тарифы. Жеткізуші «Жетісу Энерготрейд» ЖШС.

Критерийлер	Лимит деңгейі бойынша тұтыну нормасы, $\text{кВт} \cdot \text{сағ}$ 1 адамға		Тариф $\text{кВт} \cdot \text{сағ-қа}$
	1-деңгей	2-деңгей	
Электр пештерін қолданбайтын тұрғындар үшін	1-деңгей	70	16,45
	2-деңгей	70-тен 130-ға дейін	19,86
	3-деңгей	130-дан жоғары	24,82
Электр пештерін қолданатын тұрғындар үшін	1-деңгей	80	16,48
	2-деңгей	80-нен 150-ге дейін	19,86
	3-деңгей	150-ден жоғары	24,82

## § 28. Электр тогының жылулық әсері, Джоуль – Ленц заңы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- Джоуль – Ленц заңын есептер шығаруда қолдануды үйренесіңдер.



**Ленц Эмилий Христианович** (1804–1865), орыс физигі, электртехник, Петербург ҒА академигі. Ол 1833 жылы индукциялық токтың бағытын анықтауға арналған ережені қорытып шығарды. 1842 жылы нақты тәжірибе арқылы электр тогының жылулық әсері заңын бекітті. Ленц – Ом заңын, металл кедергілерінің температураға тәуелділігін анықтауға қатысты жұмыстардың авторы.

### I Электр тогының жылулық әсері.

#### Джоуль – Ленц заңы

Тізбектен ток өткен кезде өткізгіштер қызды. Бұл зарядталған бөлшектердің кристалдық тордың иондарымен соқтығысуы нәтижесінде жүреді. Электрондар өздерінің энергиясының бір бөлігін 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:

$$Q = I^2Rt.$$

**Тогы бар өткізгіш бөлетін жылу мөлшері ток күшінің квадратының, өткізгіш кедергісінің және уақыттың көбейтіндісіне тең.**

Бұндай нәтижені тәжірибе жүзінде бір-бірінен 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

Қазіргі кезде жұмыс істеу тәртібі реттелетін электр аспаптары бар, мысалы: үтік, кір жуу машинасы. Электр аспаптарының жұмыс тәртібін ауыстыру арқылы жылу берілуді күшейтуге немесе бәсеңдетуге 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 қиын емес.

### III Ток қуатының тізбектің әртүрлі бөлігінде таралуы

Ток қуатының формуласын  $P = UI$  және Ом заңын  $I = \frac{U}{R}$  пайдалана отырып, қуатты анық-

тайтын 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 аспаптарды 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 түсуі аз аспаптарға қарағанда, қуаттылығы төмен, кедергісі үлкен аспаптарға көбірек күш түседі.



#### Жауабы қандай?

1. Неліктен параллель жалғанған өткізгіштер үшін жылу мөлшерін

$$Q = \frac{U^2}{R} t \text{ формуласы}$$

бойынша есептеген дұрыс?

2. Көрсетілген формула бойынша және Джоуль – Ленц заңы бойынша жасалған есептеулердің айырмашылықтары бола ма?



#### Тапсырма

1. Жұмыс істеу тәртібі айнымалы резистормен реттеліп отыратын тұрмыстық құралдарды атаңдар. Тұрмыстық құралдардың қайсысында жұмыс тәртібі секірмелі түрде өзгеріп отырады?
2. Өнеркәсіптік желіге қосылған қуатты құралдарда ток күшінің көбірек болатынын дәлелдендер.
3. Екі резистор тізбектей жалғанған кезде электраспаптың қуаты минималды, ал параллель жалғанған кезде максималды болатындығын дәлелдендер.



#### Өз тәжірибең

220 В-қа есептелген, қуаттары 100 Вт және 40 Вт екі шамды өзара параллель жалғап, электр желісіне қосыңдар. Шамдардың жану жарықтығына назар аударыңдар. Шамдарды тізбектей жалғап, қайта желіге қосыңдар. 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?

1. Қуаты жоғары құралдардың желіге қосатын сымдары не себепті қалың болады?
2. Қозғалатын өткізгіштер бөлетін жылу мөлшері неге ток жұмысынан кіші болады?
3. Жұмыс істеп тұрған қозғалтқышы бар тізбекте бөлінген жылу мөлшерін неліктен электр энергиясының шығыны деп атайды?

### ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Ұштарындағы кернеуді 3 В деп алып, ұзындығы 30 см, көлденең қимасы 2 мм<sup>2</sup> нихром 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:

$Q = I^2 R t \text{ (1).}$

Ом заңын  $I = \frac{U}{R}$  (2) колданып, (1) теңдіктен

$Q = \frac{U^2 t}{R} \text{ (3) аламыз.}$

Өткізгіштің кедергісін оның өлшемдеріне қарап

анықтаймыз:  $R = \rho \frac{l}{S}$  (4). (4) өрнекті (3) өр-

некке қойып, жылу мөлшерін есептеу форму-

ласын аламыз:  $Q = \frac{U^2 t S}{\rho l}$ .

Мәнін есептейміз:

$$Q = \frac{9 \text{ В}^2 \cdot 900 \text{ с} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 0,3 \text{ м}} = 54000 \text{ Дж} = 54 \text{ кДж.}$$

**Жауабы:**  $Q = 54 \text{ кДж.}$

### Бақылау сұрақтары

1. Джоуль – Ленц заңының мәні неде?
2. Электрқыздырғыш 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 °С қалайының қанша мөлшерін балқытуға болады?
3. Сыйымдылығы 5 л, ПӘК-і 70% болатын электрқайнатқышта 20 минут ішінде су 10 °С-ден 100 °С-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 анықтаңдар.
3. Қимасы 0,84 мм<sup>2</sup> нихром сымынан жасалған ПӘК-і 80% қайнатқыш кернеуі 220 В жүйеге қосылған. Оның көмегімен 20 минут ішінде 4 л су 10 °С-ден 90 °С-ге дейін қыздырылды. Қайнатқыш жасалған сымның ұзындығы қандай?

### Шығармашылық тапсырма

Д.Джоуль және Э.Ленцтің өмірі мен ғылымға сіңірген еңбегі туралы баяндама дайындаңдар.

## § 29. Металдардың электр кедергісінің температураға тәуелділігі, асқынөткізгіштік

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электр тогының 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-теңдік

күйден 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 тура пропорционал тәуелді екені анықталды:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

мұндағы  $\rho_0$  – температура  $t = 0^\circ\text{C}$  болған кездегі металдың меншікті кедергісі,  $\rho$  –  $t$  температура кезіндегі металдың меншікті кедергісі,  $\alpha$  – кедергінің температуралық коэффициенті. Оның өлшем бірлігі:  $[\alpha] = 1\text{ K}^{-1}$ .

Қоспасыз таза металдар үшін  $\alpha = \frac{1}{273}\text{ K}^{-1}$ .

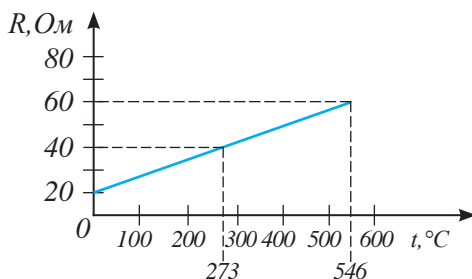
2-қосымшаның 15-кестесінде кейбір заттар үшін кедергінің температуралық коэффициенттері берілген.

Өткізгіш кедергісі меншікті кедергіге тура пропорционал тәуелді  $R = \rho \frac{l}{S}$ ,

сондықтан өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігі меншікті кедергіге тәуелділігіндей 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 К-ге жақын төменгі температураларда көптеген металдардың кедергісі секірмелі түрде нөлге дейін түседі.*

*Зат асқынөткізгішке айналатын температура шектік температура деп аталады. Сынап үшін шектік температура 4,12 К (122-сурет), ал қорғасын үшін 7,3 К-ге тең.*

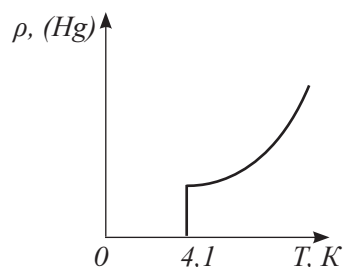
Төменгі температурада электрондар кристалдық тор иондарының кедергісін сезінбей-ақ өткізгіш бойымен қозғала алатын жұптар құрайды. Олар өз қозғалыстарын иондардың тербелістерімен үйлестіреді. Асқынөткізгіштерде токты сақтау үшін ток көзі қажет емес. Жоғары температурадағы заттардың асқынөткізгіштігі электртехника мен радиотехникаға түбегейлі өзгерістер енгізе алады. Ол электр тогын энергия шығынынсыз жүргізуге мүмкіндік береді. 1986 жылы лантан мен барийдің тотықты қоспасы алынды, олардың шектік температурасын 100 К-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 А-ден жоғары электр тогын жеткізетін асқын өткізгіштер шығарылды (123-сурет).

Үлкен токтар қуатты магнит өрістерін тудырады. Асқынөткізгіш магниттер элементар бөлшектердің үдеткіштерінде қолданылады. Мұндай магниттер CERN-дегі Үлкен адрондық коллайдерлерде пайдаланылады.

Асқынөткізгіштерден сұйық гелиймен салқындатылатын электрмагниттер мен қуатты электрлік генераторлардың орамдары дайындалады.



122-сурет. Сынап кедергісінің температураға 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 тура пропорционал болып табылмайды?



123-сурет. CERN зертханаларында жасалған асқынөткізгішті кабельдер

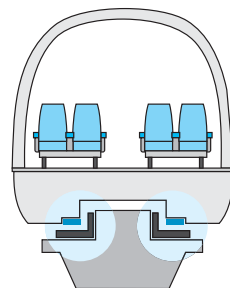
Асқынөткізгіштер тудыратын күшті магнит өрістері үйкеліс жоқ кезде жылдамдығын 600 км/сағ-қа дейін арттыра алатын пойызды көтере алады (124-сурет). Пойыздардың магнитті ілінуінің үш негізгі технологиясы бар: асқынөткізгіш магниттерде, электр магниттерінде және тұрақты магниттерде.

«Магнитті жастықшадағы» пойыздар ХХ ғасырдың соңында жасап шығарылып, Қытай, Жапония, Германия, Оңтүстік Корея, Ұлыбритания сияқты бірқатар елдерде сынақтан өткізілді. Трассаның ұзындығы Ұлыбританияда 600 метр болса, Қытайда 30 км-ге дейін жетті. Мұндай жолдарды салу қымбатқа түсетіндіктен, қолданыста дүниежүзі бойынша Қытайда «Пудун әуежайы – Лунъян Лу шанхайлық метро стансысы» трассасы ғана қалды. Барлық жолдарда электрмагниттер 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 үдете 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 температураға дейін салқындату әзірше көп шығынды талап етеді. Ғалым-физиктер жоғары температуралы асқынөткізгішті заттарды іздестіру үстінде.

Жоғары температуралы асқынөткізгіштік радиотехника мен радиоэлектроникада жуық арада түбегейлі 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 кедергісі температураға қалай тәуелді?
2. Өткізгіштің асқынөткізгіштігі неден білінеді?
3. Асқынөткізгіштер қайда қолданылады?

1. 121-суреттегі график бойынша температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездегі өткізгіштің кедергісін және кедергінің температуралық коэффициентін анықтаңдар.
2. Жұмыс істеп тұрған шамның вольфрамнан жасалған қыздыру қылының  $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$  температура кезіндегі кедергісін анықтаңдар. Температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болғанда қыздыру қылының кедергісін  $440\text{ Ом}$ -ға тең деп алыңдар.

1. Температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездегі мыс сымның кедергісі  $4\text{ Ом}$ . Егер мыс кедергісінің температуралық коэффициенті  $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  болса, онда оның  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  кезіндегі кедергісін табыңдар.
2. Температура  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  болған кездегі өткізгіштің кедергісі  $25\text{ Ом}$ , ал температурасы  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін артқанда  $25,17\text{ Ом}$ . Өткізгіш жасалған зат кедергісінің температуралық коэффициентін табыңдар.

### Шығармашылық тапсырма

Төмендегі тақырыптардың бірі бойынша хабарлама дайындаңдар:

1. Электрлі термометрлер;
2. Жоғары температуралы асқынөткізгіштер;
3. Асқынөткізгіштерді қолдану.

## § 30. Электрқыздырғыш құралдар. Қыздыру шамы. Қысқа тұйықталу. Балқымалы сақтандырғыштар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- қыздырғыш құралдардың құрылысы мен жұмыс істеу принципін анықтап түсіндіре аласыңдар;
- қысқа тұйықталудың пайда болу себептері мен олардың алдын алу амалдарын түсіндіре аласыңдар.



а)



ә)



б)

126-сурет. Қысқа тұйықталу



### Тапсырма

126-суретте көрсетілген қысқа тұйықталудың себепін 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 түсуде, олардың түрлері де, сандары да артуда. Қуаты жоғары электрқыздырғыш құралдардың кедергісі аз болады. Өткізгіштердің параллель жалғануы кезіндегі қуатын есептеу формуласы негізінде бұған көз жеткізуге болады:

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Алынған формуладан шығатыны: *токтың қуаты өткізгіштің кедергісіне кері 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. Өткізгіш сымдардың оқшаулағыштары бүлініп, олар бір-бірімен түйіскен кезде, розетка контактілерін кедергісі аз өткізгіштермен тура жалғау кезінде жүйедегі ток күшінің артуы мүмкін.

Кедергінің өте аз мәнінде ток көзінің тұйықталып, тізбектегі ток күшінің кенеттен 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 балқу температурасы төмен сымдардан жасайды.

*Корпусы керамика немесе шыныдан жасалған, ішінде балқымалы элемент – жіңішке 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 ұзақ уақыт алатыны, қайталап қосуға болмайтыны, балқымалы сақтандырғышты ауыстыруға тура келетіні.

### IV Автоматты сақтандырғыштар

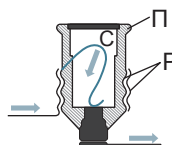
Автоматты сақтандырғыштар (128-сурет) ыстыққа төзімді пластмасса корпустан (2) және өшіру түймесінен (1) тұрады. Оларда балқымалы қондырғының орнына биметалды пластина (3) қолданылады. Шамадан артық ток өткен кезде қызған пластина иіледі де, өшіру түймесінің тұтқасына тиеді. Бұл автоматты сақтандырғыш 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 электрмагнитке (4) тартылады да, өшіру түймесін қозғалысқа келтіреді, өшіру өте қысқа уақыт аралығында іске асады.



а)

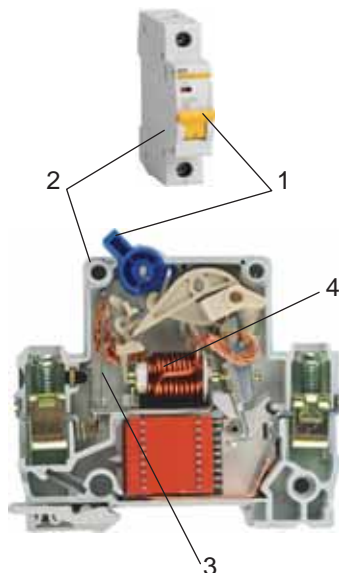


ә)



б)

127-сурет. Балқымалы сақтандырғыштың құрылысы



128-сурет. Автоматты сақтандырғыштың құрылысы

## Қосымша

### Қыздыру элементінің құрылысы

Қыздыру элементі – үлкен меншікті кедергісі бар, тығыз балқытылған өткізгіш. Өткізгіштің ұзындығының артуы мен көлденең қимасының ауданының кішіреюі өткізгішті жоғары температураларға дейін қыздыруға мүмкіндік береді. Жіңішке сым немесе таспа түріндегі өткізгіш ыстыққа төзімді материалдан жасалған пластинаға оралады. Қыздыру элементтерін нихром мен фехральдан дайындайды. Температураны 1300 °С-ден 2500 °С-ге дейін жоғарылату үшін электр пештерінде платинаны немесе молибденді қолданады. Қыздыру элементтерінде ыстыққа төзімді материал ретінде фарфор, керамика, слюда кең қолданыс тапты. Нашар балқытын материалдан жасалған спираль металл қаптамаға орнатылады. 129-суретте суқыздырғыштың қыздыру элементі – түтікті электр қыздырғыш (ТЭҚ) бейнеленген.



129-сурет. Суқыздырғыштың қыздырғыш элементі

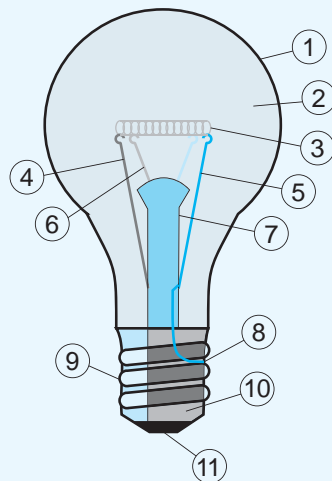


### Жауабы қандай?.

1. Қыздырғыш құралдарды жасау үшін неліктен баяу балқытын материалдар қажет?
2. Қыздырғыш элементі мен құралды желіге қосуға арналған электр сымның температураларында неге айырмашылық бар?

### Қыздыру шамының құрылысы

130-суретте газ толтырылған қыздыру шамы бейнеленген. Спиральдің ұштары (3) екі сымға (4, 5) дәнекерленген, олар шыны өзекті (7) тесіп өтіп, мойынның (цокольдің) бұрандалы металл бөлігіне (9) дәнекерленген: бір сым – бұрандалы бөлікке (8), басқасы – бұрандалы бөліктен диэлектрик қабатымен (10) оқшауланған мойынның түбіне (11) бекітілген. Қыздыру қылы ілгіш-ұстағыштармен бекітілген (6). Шамның колбасынан (1) ауа 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 қылының 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.



130-сурет. Қыздыру шамының құрылысы



### Патронның құрылысы

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 контактті мен бұрандалы бөліктің өткізгіштерді жүйеге жалғайтын қысқыштары (3) бар.



131-сурет. Патронның құрылысы



#### Жауабы қандай?

1. Неліктен қыздыру шамын инертті газбен толтырады?
2. Неліктен заманауи пәтерлерде сақтандырғыштар жиі істен шығады?
3. 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

1. Қыздыру элементтерінің құрылымы қандай? Олар қандай заттан жасалады?
2. Шам қандай қосымша құрылғының арқасында жарық беруші жүйеге қосылады?
3. Қандай құбылысты «қысқа тұйықталу» деп атайды?
4. Балқымалы және автоматты сақтандырғыштың жұмыс істеу принциптерінің айырмашылықтары қандай?

### Эксперименттік тапсырма

Электр желісіне қыздыру шамы мен жарықдиодты шамды қосыңдар. 10 с уақыт өткен соң шамдарды өшіріңдер. Оларға қолдарыңды тигізіп, қыздыру шамының қатты қызғанына, ал жарықдиодты шамның суық қалпында қалғанына көз жеткізіңдер. Шамдардың қуаттарын салыстырыңдар, олардың қайсысының жұмысы тиімді екендігі туралы қорытынды жасаңдар.

## § 31. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы

### Күтілетін нәтиже

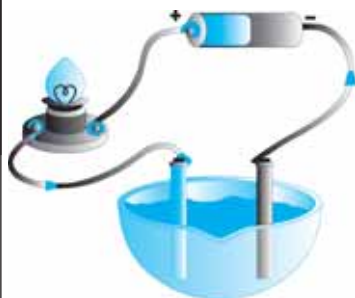
Параграфты оқып сендер:

- сұйықтардағы электр тогының табиғатын түсіндіре аласыңдар;
- Фарадей заңын есептер шығаруда қолдануды үйренесіңдер;
- гальваностегия процесін түсіндіре аласыңдар.

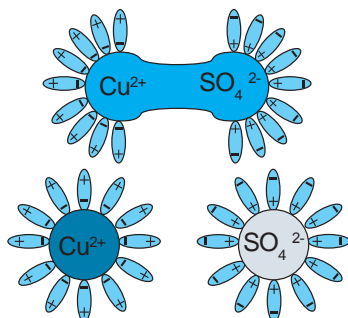


### Өз тәжірибең

132-суретте көрсетілген құрылғыны жинап, тәжірибе жүргізіндер.



132-сурет. Электродтар ерітіндісі электр тогын өткізеді



133-сурет. Электродтар ерітіндісінің диссоциациясы

### I Электродтар ерітінділеріндегі заряд тасымалдаушылар

Ток көзінен, шамнан, мырыш және мыс өзектерден тұратын тізбек жинаймыз, өзектерді ыдысқа саламыз. Тізбекке қосылған шам жанбайды. Ыдысқа 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: оң иондар теріс зарядталған электрод – катодқа, теріс иондар оң зарядталған электрод – анодқа қарай қозғалады.

**Оң және теріс иондар – электролиттердегі заряд тасымалдаушылар.**

Суда иондарға ыдырай алатын заттарды электролиттер деп атайды.

Қышқылдар мен сілтілердің, тұздардың ерітінділері электролитке жатады.

### II Электродтар ерітіндісінің диссоциациясы

Су жақсы еріткіш болып табылады. Су молекулаларының оң және теріс зарядтарынан құралған өрістердің центрлері бір-бірінен ығысып, дипольді құрайды.

Диполь (грек. *di* – екі) – бір-бірінен белгілі қашықтықта орналасқан шамалары бірдей әр аттас екі нүктелік зарядтың жиынтығы.

Электролиттердің молекулаларында да осындай ығысуды 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 түсе алады. 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 ауыстырады. 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 ерітіндіні толығымен ауыстыру керек.

Тұнған заттың мөлшеріне әсер ететін себепті анықтап, М.Фарадей мынадай қорытындыға келді: заттың массасы оның тегіне тәуелді және электролит арқылы өтетін зарядқа тура пропорционал. Ол *электрхимиялық эквивалент* ұғымын 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:

$$[k] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}.$$

Өртүрлі заттардың иондарына арналған электрхимиялық эквиваленттер эксперименттік жолмен алынды (2-қосымша, 16-кесте).

Электродта таза заттың тұну процесін *электролиз* деп атаймыз.



#### Өз тәжірибең

1. 134-суретте көрсетілген құрылғымен тәжірибе жүргізіңдер.
2. Катодқа тұнған мыс массасын қалай анықтауға болатынын талқылаңдар.
3. Жабын қалыңдығын анықтаңдар.
4. Жабын қалыңдығы 3 мкм-ге жеткенге дейін қанша уақыт кететінін қалай анықтауға болатынын талқылаңдар.
5. 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 тура пропорционал.

$q = I \cdot t$  екенін ескере отырып, Фарадей заңын былай жазуға болады:

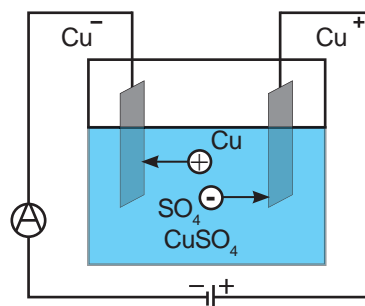
$$m = kIt.$$

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 ретінде анод жасалған металдың тұзы қолданылады.

Таза мыс алу үшін электролиттік ваннаға таза мыстан тұратын катодты және таза емес мыстан (құрамында арылуға тиіс қоспасы бар) тұратын анодты орнатады (134-сурет). Ыдысты тотияйын (мыс купоросы) ерітіндісімен толтырамыз. Мыс иондары  $\text{Cu}^{2+}$  катодпен түйіскен кезде, мыстың бейтарап атомдарына айналады да, 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.



134-сурет. Мысты тазалау процесі



135-сурет. Машина корпусының коррозияға қарсы қапталуы

#### 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.



### Жауабы қандай?

1. Белсенді аноды бар электролиз неліктен ұзақ уақыт электролит ерітіндісін жаңартуды қажет етпейді?
2. Неліктен электролиттегі электр тогы шексіз ұзақ тұрмайды?
3. Неліктен «құрғақ» гальвани элементінің жарамдылық мерзімі аз болады? Сыртына қарап оның жарамсыз болып қалғанын қалай анықтай аламыз? Ол қай сәттен бастап бұзыла бастайды: дайындау сәтінен бе немесе қолданысқа берілген сәттен бастап па?

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Егер ток күші 60 А болса, ауданы 0,036 м<sup>2</sup> бөлшекті қалыңдығы 50 мкм хроммен қаптау үшін қанша уақыт керек?

Хромның тығыздығы 7200 кг/м<sup>3</sup>.

### Берілгені:

$$h = 50 \text{ мкм}$$

$$S = 0,036 \text{ м}^2$$

$$I = 60 \text{ А}$$

$$\rho = 7200 \text{ кг/м}^3$$

$$k = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$$

$$t - ?$$

### ХБЖ

$$50 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

**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:**  $t = 20$  мин.

## Бақылау сұрақтары

1. Электролит дегеніміз не? Электролиттерде қандай бөлшектер негізгі заряд тасымалдаушылар болып табылады?
2. 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, текшені массасы 49 г алтын қабатпен қаптауға кететін уақытты анықтаңдар.
2. Бұйымды күмістеу кезінде 15 минутта күші 5 А ток пайдаланылды. Осы уақыт ішінде қанша күміс жұмсалды?

### Эксперименттік тапсырма

Вольтаның гальвани элементі – судың қышқылмен, сілтімен немесе тұзбен 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 мысты таңдасаңдар, онда мыстың потенциалы оң болады. Электролит ретінде ас тұзының ерітіндісін пайдаланыңдар. Қалта фонарының шамын электродтармен жалғап, алынған ток көзін жұмыс барысында тексеріңдер.

## V тараудың қорытындысы

Тұрақты ток заңдары	Өткізгіштерді тізбектей жалғау заңдары	Өткізгіштерді параллель жалғау заңдары
<p><b>Тізбек бөлігі үшін Ом заңы:</b>  <math display="block">I = \frac{U}{R}</math></p> <p><b>Джоуль – Ленц заңы</b>  <math display="block">Q = I^2 R t</math></p> <p><b>Фарадей заңы:</b>  <math display="block">m = k q</math> немесе  <math display="block">m = k I t</math></p>	$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$ $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ $R = R_1 + R_2 = \dots = R_n$ $R = R_1 \cdot n$ $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n = \varphi_1 - \varphi_2$ $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $R = \frac{R_1}{n}$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
Ток күші, кернеу	Өткізгіш кедергісі, оның температураға тәуелділігі	Электр тогының жұмысы мен қуаты
$I = \frac{q}{t}$ $U = \frac{A}{q}$	$R = \rho \frac{l}{S}$ $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$ $R = R_0 (1 + \alpha t)$ $\alpha = \frac{1}{273^\circ \text{K}}$	$A = I U t$ $P = \frac{A}{t}$ $P = UI$

### Тұрақты ток заңдары:

**Тізбек бөлігі үшін Ом заңы.** Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тура пропорционал, ал оның кедергісіне кері пропорционал.

**Джоуль – Ленц заңы.** Тогы бар өткізгіш бөлетін жылу мөлшері ток күшінің квадратының, өткізгіш кедергісінің және уақыттың көбейтіндісіне тең.

**Фарадей заңы.** Электролиз кезінде бөлінетін заттың массасы ерітінді арқылы өткен зарядқа тура 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  $1 \text{ м}^2$  өткізгіштің кедергісі.

**Электр тогы** – зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы.



### **1-тапсырма.** Сұрақ.

Электромонтёрлардың мынадай кәсіби мәтелі бар екен: «Ыстық дәнекерлеу әрқашан суық, суық дәнекерлеу әрқашан ыстық». Оны қалай түсінесіңдер?

### **2-тапсырма.** Тізбектер құрастыру.

Төмендегі сипаттамалар бойынша тізбектер сұлбасын құрастырыңдар.

1. Шамды қосып, өшіруге бір кілт қолданылуы керек;
2. Екі шамды қосып өшіруге бір кілт қолданылуы керек. Шам қызуы әртүрлі болатын екі сұлба ұсыныңдар;
3. Шам екі кілт те тұйықталған кезде қосылуы керек;
4. Шам екі кілттің кез келген біреуі тұйықталғанда қосылуы керек;
5. Әр шам өзінің кілтімен қосылып, өшірілуі керек;
6. Бір шам екі кілттің кез келген біреуі тұйықталғанда, ал екінші шам екеуі бірдей тұйықталғанда қосылуы керек;
7. Кілттің тұйықталуы кезінде шамдардың бірі сөніп, екіншісінің жарқырауы күштірек бола түсуі керек.

## **Шағын жоба «Үйдегі электр тогы»**

### **Проблемаға кіріспе**

Қазіргі кезде электр энергиясын қолданбай өмір сүру мүмкін емес, алайда электр тогы адам үшін қауіпті. Электр тогы адамның немесе жануарлардың ағзасынан өтсе, төмендегідей әсері болады:

- жылулық (күйіктер, қан тамырларының зақымдалуы және қызуы);
- электролиттік (қанның ыдырауы, физика-химиялық құрамының бұзылуы);
- биологиялық (ағза жасушаларының тітіркенуі мен қозуы, сіңір 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 түрлері және бірнеше ұсақ электр-тұрмыстық құралдар бар. Олар отбасы мүшелерінің қажеттіліктерін ескеріп және қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып, электресептеуіш аспапты, электр розеткаларын өздері сатып алып 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 атаңдар.
2. Өздерің жоспар құрастырып, розеткалар мен электр ажыратқыштардың, автоматтардың, электр сымдарының және тұрмыстық техникалардың орналасуы мен ток көзіне қосылуының сұлбасын көрсетіңдер. Жоспарды қорғауға және презентацияға дайындалыңдар.
3. Барлық қажетті жұмыстарды отбасы мүшелері өздігінен орындай 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 арнайы мамандар шақырмай, өздігінен жасауға рұқсат берілген түрлерін білу.

### **Ұсыныс**

Интернет материалдарын қолдана отырып, мына сұрақтарды зерттеңдер: электр сымдарына арналған құралдардың ерекшеліктері мен құрылымы, электрмонтаж жұмыстарының түрлері.

### 1-нұсқа

- Зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы –**  
A) Ток күші. C) Зарядтардың ығысуы.  
B) Электр тогы. D) Бөлшектер ағыны.
- Өзара жалғасқан ток көзі, кілт, электр тогын тұтынушылар мен жалғау сымдары ... деп аталады.**  
A) Электр сұлбасы. C) Электр тізбегі.  
B) Электр құралы. D) Электр желісі.
- Ток күшінің өлшем бірлігі –**  
A) Ампер. C) Ватт.  
B) Вольт. D) Джоуль.
- Бірлік зарядтың орнын ауыстыруға кететін ток жұмысына тең физикалық шаманы ... деп атаймыз.**  
A) Электрқозғаушы күш. C) Кернеулік.  
B) Электр өрісінің жұмысы. D) Кернеу.
- Ұзындығы 1 м, көлденең қимасының ауданы 1 м<sup>2</sup> өткізгіштің кедергісі –**  
A) Есептік кедергі. C) Меншікті кедергі.  
B) Бірлік кедергі. D) Белсенді кедергі.
- Егер 10 секундта өткізгіш бойымен 15 Кл заряд жүріп өтсе, өткізгіштегі ток күшін анықтаңдар:**  
A) 150 А. C) 1,5 А.  
B) 150 Кл · с. D) 25 А.
- Металл өткізгіштің температурасы артқан сайын оның кедергісі:**  
A) Артады. C) Өзгермейді.  
B) Азаяды. D) Максимал мәніне дейін артып, ары қарай өзгермей қалады.
- Әрқайсысының кернеуі 4 В-қа тең болатын тізбектей жалғанған тізбектің екі бөлігінің жалпы кернеуін табыңдар:**  
A) 1 В. C) 4 В.  
B) 2 В. D) 8 В.
- Параллель жалғанған он резистордың кедергісін анықтаңдар. Әрқайсысының кедергісі 240 Ом.**  
A) 240 Ом. C) 2400 Ом.  
B) 24 Ом. D) 12 Ом.
- 2 А ток өтетін тізбек бөлігінің ток қуатын анықтаңдар. Бөлік соңындағы потенциалдар айырымы 12 В.**  
A) 6 Вт. C) 24 Вт.  
B) 14 Вт. D) 48 Вт.

## 2-нұсқа

- Электр зарядының бөлінуін іске асыратын және электр тізбегіндегі кернеуді ұстап тұратын құрылғы –
  - Резистор.
  - Ток көзі.
  - Вольтметр.
  - Конденсатор.
- Тізбек бөлігіндегі бірлік зарядтың орнын ауыстыруы кезінде атқарылатын ток жұмысына тең физикалық шама –
  - Қуат.
  - Кернеулік.
  - Кернеу.
  - Өріс жұмысы.
- Тізбектегі ток күшін реттейтін құрал –
  - Реостат.
  - Резистор.
  - Амперметр.
  - Вольтметр.
- Тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеуге арналған құрал –
  - Амперметр.
  - Гальванометр.
  - Электрометр.
  - Вольтметр.
- Тізбек бөлігі үшін Ом заңы –
  - $I = \frac{U}{R}$ .
  - $I = \frac{q}{t}$ .
  - $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ .
  - $U = \frac{A}{q}$ .
- Кернеудің өлшем бірлігі –
  - Вольт.
  - Ампер.
  - Ватт.
  - Джоуль.
- Бірлік уақыттағы ток жұмысына тең шама –
  - Кернеу.
  - Ток күші.
  - Қуат.
  - Кернеулік.
- Параллель жалғанған тізбектің екі бөлігінің әрқайсысындағы кернеу 4 В-ға тең, олардың жалпы кернеуі –
  - 1 В.
  - 2 В.
  - 4 В.
  - 8 В.
- Тізбектей жалғанған он резистордың кедергісін анықтандар. Әрқайсысының кедергісі 240 Ом.
  - 240 Ом.
  - 24 Ом.
  - 2400 Ом.
  - 12 Ом.
- Егер алауошақ (камин) 220 В кернеуі бар және 5 А ток күшіне есептелген электр желісіне қосылатын болса, онда ол секунд сайын ... жылу мөлшерін бөледі.
  - 11 Дж.
  - 110 Дж.
  - 1,1 кДж.
  - 11 кДж.

# 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:

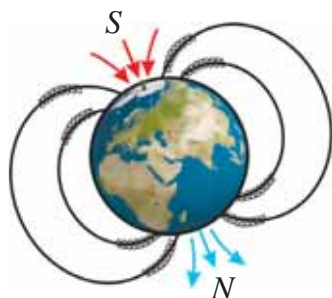
- магниттердің негізгі қасиеттерін сипаттауды және магнит өрісін күш сызықтары арқылы графикалық түрде бейнелеуді;
- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіруді;
- тогы бар түзу өткізгіштің және соленоидтың айналасындағы өріс сызықтарының бағыттарын анықтауды;
- жолақ магнит пен соленоидтағы токтың әсерінен түзілген магнит өрістерін салыстыруды;
- магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсерін сипаттауды;
- электрқозғалтқыштар мен электрөлшеуіш аспаптардың құрылысын және жұмысын түсіндіруді;
- дүниежүзінде және Қазақстанда электр энергиясының өндірілуіне мысалдар келтіре аласыңдар.

## § 32. Тұрақты магниттер, магнит өрісі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- магниттердің негізгі қасиеттерін атай аласыңдар;
- магнит өрісін күш сызықтары 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 найзағай әсерінен қайта магниттелетінін байқаған.
2. Құрамына темір, кобальт, никель және бірқатар қоспалар кіретін «магнико» құймасынан дайындалған тұрақты магнит өзінің салмағынан 5000 есе үлкен жүкті көтере алады екен.

### 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 тілшенің 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, кобальттың сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшейтіп қана қоймай, өздері де магниттік қасиетке ие болатыны байқалды. Бұл заттар *ферромагнетиктер* деп аталады.

**Ферромагнетиктер – сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшейтетін заттар.**

Платина, алюминий, оттегі, марганец тәрізді заттар магнит өрісін шамалы ғана күшейтеді. Мыс, күміс, алтын, азот, фосфор, керісінше, магнит өрісін шамалы ғана әлсіретеді.

**Магнит өрісін шамалы ғана күшейтетін заттар парамагнетиктер деп, шамалы ғана әлсірететін 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 ұзақ 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 зерттегенде қолданылады. Егер магнит тілшенің солтүстік полюсін магниттің солтүстік полюсіне қаратсақ, онда олар бір-бірінен тебіледі. Дәл осылай оңтүстік полюстер де тебіледі. Егер оңтүстік полюсті солтүстік полюске жақындатса, 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 магниттік қасиетін біршама арттыруға мүмкіндік берді.

Жолақ магниттің магнит өрісін зерттеу бойында темір үгінділері бар сызықтардың қиылыспайтынын, магниттің біріне-бірі қарама-қарсы екі ұшының (солтүстік және оңтүстік полюстер) төңірегінде сызықтардың жиіленетінін көрсетті. Бұл сызықтарды *магнит өрісінің күш сызықтары* деп атайды.



#### Өз тәжірибең

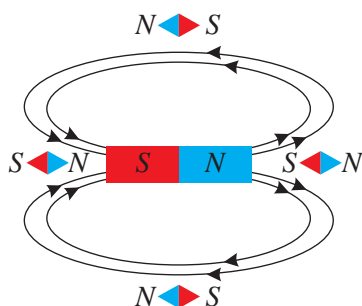
1. Тұрақты магнитті және әртүрлі заттардан жасалған кішірек денелерді пайдаланып, қандай заттардың магнитпен өзара әрекеттесетінін, қандай заттардың әрекеттеспейтінін анықтаңдар.
2. Магнитке төрт темір қағазқыстырғышты бір-біріне тиіп, тізбек құрап тұратындай етіп іліндер. Тізбекті жоғарғы жағында тұрған қағазқыстырғыштан ұстап магниттен ажыратыңдар. Неліктен төмен жағында тұрған қағазқыстырғыштар құламайды?
3. Болаттан жасалған инені магнит осінің бойына қойыңдар. 2–3 минуттан соң инені темір үгінділеріне салыңдар. Ине магниттік қасиеттерге ие бола ма, соны анықтаңдар.

Магнит өрісінің күш сызықтары – жанамалары магнит өрісінің кез келген нүктесінде орналасқан магнит тілшенің осімен сәйкес келетін сызықтар.

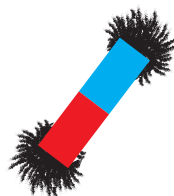
Магнит тудырған магнит өрісінің бағыты ретінде магнит тілшенің солтүстік полюсі көрсететін бағыт алынады.

Күш сызықтары шығатын магниттің ұшы магниттің солтүстік полюсі болып табылады. Ал күш сызықтары енетін қарсы жақтағы ұшы магниттің оңтүстік полюсі деп аталады (137-сурет).

Сызықтардың жиілігі магниттің екі қарама-қарсы ұштарының маңында: солтүстік және оңтүстік полюстерінде артады. Магниттің магниттік әсері полюстерінде күштірек білінеді. Темір үгінділері бар қорапшаға жолақ магнитті салып қойып, үгінділердің магниттің полюстеріне тартылғанын оңай байқауға болады (138-сурет). Магниттің әсерін күшейту үшін оған тағаның формасын беру керек, сонда екі полюс те бір жаққа бағытталады.



137-сурет. Жолақ магниттің күш сызықтары



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 түсіндіреді. Атомдардың ядросының айналасында электрондар айналып жүреді. Қозғалыс үстіндегі электрондар қалыпты кезде еркін бағытталған және бірін-бірі толықтыратын магнит



### Тапсырма

Темір үгінділері мен магнит тілшелерін пайдалана отырып, жолақ магниттің магнит өрісін зерттеңдер. Күш сызықтары мен олардың бағыттарын бейнелеңдер.

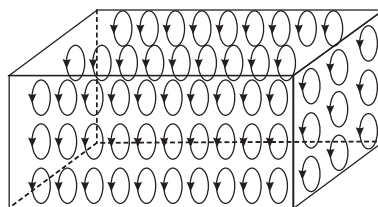


### Жауабы қандай?

1. Неліктен магнит өрісін зерттеу үшін темір үгінділерін пайдалану ыңғайлы?
2. Тігіншілер жұмыс істеген 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 ұстайтындай болып орналасады (139-сурет). Электрондардың ядросының төңірегінде айналып жүрген магнит өрістері бағыттас болады және бірін-бірі күшейтеді. Ферромагнетиктің жеке өрісі пайда болады. Заттың ішіндегі кішігірім магнит өрістерінің бағыты қайтадан ерікті қалыпқа ауысатындықтан, тұрақты магниттің магниттік қасиеті уақыт өте келе әлсірейді. Жоғары температурада ферромагнетиктердің магниттік қасиеті толығымен жойылады. Бұл температураны 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?

1. Неліктен магнит полюстерін ажырату мүмкін емес?
2. Екі металл өзектің қайсысы магниттелгенін қалай анықтауға болады?

#### Бақылау сұрақтары

1. Тұрақты магниттерді қандай заттардан жасайды?
2. Магниттер өзара қалай әсерлеседі?
3. Жолақ және таға тәрізді магниттердің магнит өрісінің күш сызықтары нені білдіреді?
4. Қандай магниттің өрісі Жердің магнит өрісіне ұқсайды?

#### ★ Жаттығу

24

1. Параграфтағы мәтінді пайдаланып, тұрақты магниттердің негізгі қасиеттерін жазыңдар.
2. Оқулықтағы мәтін мен Интернет желісін пайдаланып, тұрақты магниттерді қолдану және сақтау ережесін жазыңдар.

## Эксперименттік тапсырма

1. Егеуқұм қағазын қайшымен кесіңдер. Ине, шеге, қағазқыстырғыш, батырма сияқты ұсақ темір денелерге қайшыны жақындатыңдар. Бақыланған құбылысты түсіндіріңдер. Техникалық әдебиеттерді немесе Интернет желісінен алынған материалдарды пайдалана отырып, өз болжамдарыңның дұрыстығына көз жеткізіңдер.
2. Су тұсбағарын дайындаңдар және сол бойынша видеоесеп жасаңдар (140-сурет).



140-сурет. Су тұсбағары

## Шығармашылық тапсырма

Берілген тақырыптар бойынша баяндама дайындаңдар (таңдау бойынша):

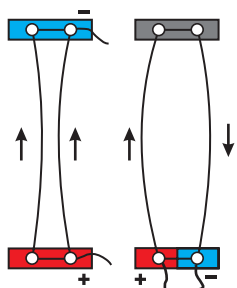
1. Тұсбағарлардың жасалу тарихы және олардың заманауи түрлері.
2. Жердің магнит өрісінің тірі ағзаларға әсері.
3. Күн жүйесі планеталарындағы магнит өрістері.

## § 33. Тоғы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі. Тоғы бар шарғының магнит өрісі

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

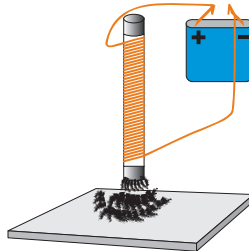
- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіре аласыңдар;
- тоғы бар түзу өткізгіштің және соленоидтың айналасындағы өріс сызықтарының бағыттарын анықтай аласыңдар.



141-сурет. Тізбектегі токтың магниттік әсері

### I Тізбектегі токтың магниттік әсері

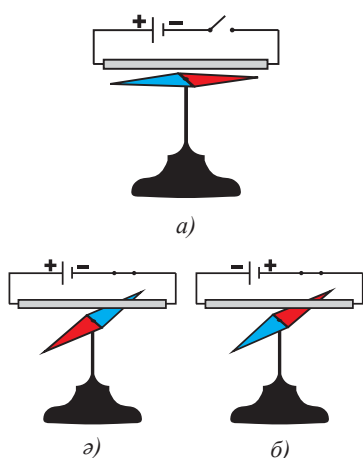
Ампер бағыттары сәйкес келетін тоғы бар өткізгіштердің өзара тартылатынын, ал ток бағыттары қарама-қарсы өткізгіштердің бір-бірінен тебілетінін анықтады (141-сурет). Болат өзекті тоғы бар сыммен орап қойғанда, өзектің темірден жасалған майда заттарды тарту қасиетін токтың магниттік әсері деп түсіндіруге болады (142-сурет). Демек, өткізгіштен ток өте бастағанда, өткізгіштің айналасындағы кеңістіктің қасиеті өзгереді.



142-сурет. Тоғы бар өткізгіштің магнит өрісі әсерінен болат өзектің магниттелуі

### II Тоғы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі. Эрстед тәжірибесі

Өткізгіштің айналасындағы кеңістікті зерттеу үшін магнит тілшені қолданамыз. 1820 жылы дат ғалымы Ганс Христиан Эрстед жасаған тәжірибені қайталайық. Кілт пен сымнан, ток көзінен тізбек құрастырамыз. Сымды магнит тілшенің үстінен, оның осіне параллель 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 тілшенің астынан жүргізіп, тәжірибені қайталаймыз. Екі жағдайда да тілше бірінші тәжірибемен салыстырғанда, қарсы бағытқа бұрылады. Тәжірибе тоғы бар өткізгіштің айналасында магнит

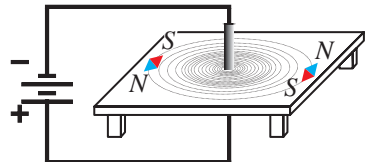


143-сурет. Эрстед тәжірибесі

өрісі пайда болатынын көрсетті. Магнит тілше соның әсерінен айналады. Магнит өрісінің бағыты өткізгіштегі ток бағытына тәуелді болады.

### III. Магнит өрісінің күш сызықтары

Түзу токтың (тогы бар түзу өткізгіштің) магнит өрісін зерттейік (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 сызықтары* деп атайды.



144-сурет. Тогы бар түзу өткізгіштің магнит өрісінің күш сызықтары

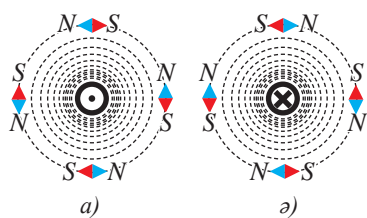
**Магнит өрісінің күш сызықтары – тогы бар өткізгішті қамтитын тұйық сызықтар.**

Күш сызықтарының 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 сызықтары қиылыспайды.*

### IV Түзу токтың магнит өрісінің бағыты

Үстел үстіндегі өткізгіштің айналасына тағы бірнеше магнит тілшені қойып, олардың солтүстік полюстері көрсетіп тұрған бағытты анықтаймыз. *Магнит тілшенің солтүстік полюсі көрсеткен бағыт өрістің аталған 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 түзу 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, ә) суретте токтың бағыты айқыш сызықтармен (×) көрсетілген, бұл – бізге қарсы бағытқа «ұшып жатқан жебенің қауырсыны».



145-сурет. Магнит тілшені қолданып, күш сызықтарының бағытын анықтау

Осылай магнит өрісінің бағытын да нүктемен және айқыш сызықтармен бейнелеуге болады. Магнит өрісінің бағытын көрсететін тілшені бұдан әрі  $\vec{A}$  әрпімен белгілейтін боламыз.

## 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):

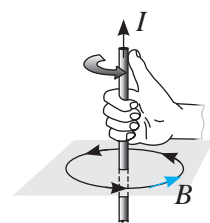
Егер бұрғының үдемелі қозғалыс бағыты өткізгіштегі ток бағытымен бірдей болса, онда бұрғы тұтқасының айналмалы қозғалысы магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.

2. Түзу токқа арналған «оң қол» ережесі (147-сурет):

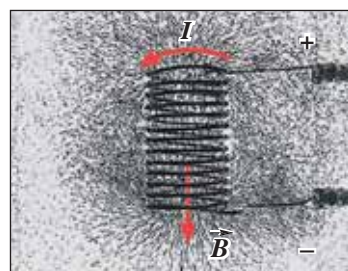
Егер 90°-қа қайырылған бас бармағымыз сымдағы ток бағытын көрсететін болса, онда сымды қапсыра ұстаған саусақтарымыз магнит өрісінің бағытын көрсетеді.



146-сурет. «Бұрғы» ережесі бойынша магнит өрісінің бағытын анықтау



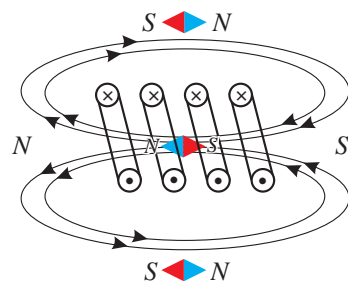
147-сурет. «Оң қол» ережесі бойынша магнит өрісінің бағытын анықтау



148-сурет. Темір үгінділерінің тогы бар шарғының айналасында орналасуы

## VI Тогы бар шарғының магнит өрісінің күш сызықтары

Тогы бар шарғының (катушканың) магнит өрісін оқып-үйрену үшін горизонталь тіреуішке бекітілген арнайы құралды шарғы ретінде пайдаланамыз (148-сурет). Кілт тұйықталған кезінде шарғы орамдарының айналасында магнит өрісі пайда болады. Тіреуішке себілген темір үгінділері шарғы орамдарын түгел қамтыған тұйық сызықтар болып табылатын күш сызықтарының бойына орналасады (149-сурет). Ұзындығы ораған жіптің диаметрінен біршама артық шарғының ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтары параллель. Бұндай шарғыны *соленоид* деп атайды. *Күш сызықтары параллель магнит өрістері біртекті деп аталады.* Демек, *соленоидтің ішіндегі магнит өрісінің әсері кеңістіктің барлық нүктесінде бірдей.*



149-сурет. Тогы бар шарғының күш сызықтары

Шарғының сыртындағы сиретілген сызықтар оның ұштарының төңірегінде анағұрлым тығыз орналасқан. Демек, магниттік құбылыстар бұл ауданда жоғары қарқынмен жүруі тиіс.

Тоғы бар шарғы мен жолақ магниттің магнит өрістерінің күш сызықтарын салыстыру олар тудырған өрістердің ұқсас екендерін көрсетеді (§ 32, 137-сурет).

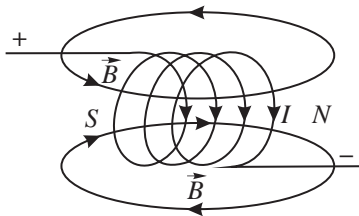
## VII Күш сызықтарының бағыты. Шарғының полюстері

Тоғы бар шарғының магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын магнит тілше көмегімен анықтаймыз (149-сурет). Магнит тілшенің 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 көрсеткендей, тоғы бар шарғының майда темір бұйымдарға әсері оның полюстерінде біршама қарқынды жүреді.

Шарғының магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын практикада тоғы 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):*

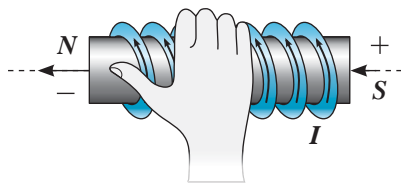
**Егер бұрғының тұтқасын шарғы орамындағы токтың бағытымен айналдырсақ, онда оның үдемелі қозғалысы шарғы ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.**



150-сурет. Дөңгелек токқа арналған «бұрғы» ережесі

*Дөңгелек токқа арналған «оң қол» ережесі (151-сурет):*

**Егер оң қолымызды шарғыға тигізбей, төрт саусағымыз ондағы токтың бағытын көрсететіндей етіп ұстасақ, онда қайырылған бас бармағымыз шарғы ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.**



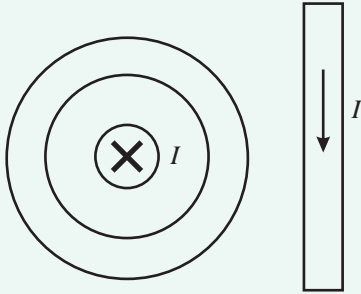
151-сурет. Дөңгелек токқа арналған «оң қол» ережесі

## Бақылау сұрақтары

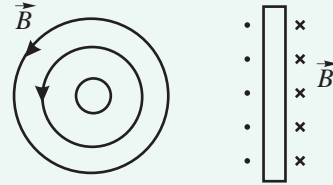
1. Эрстед тәжірибесінің мәнісі неде?
2. Түзу токтың магнит өрісінің күш сызықтары нені көрсетеді?
3. Магнит өрісінің бағытын қалай анықтайды?



- 152-суретте бейнеленген тогы бар өткізгіштің айналасындағы магнит өрісінің күш сызықтарының 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. Таңдап алған бұйымдарыңның магниттік қасиеттерін сынақтан өткізіндер. Алынған магниттерді жоғарғы температураға дейін қыздыру оның магниттік қасиеттеріне қалай әсер ететіндігін тәжірибеде тексеріп көріңдер: магниттелген инені тістеуікпен қысып, оны балауыздың жалынына қыздырыңдар.

### Шығармашылық тапсырма

«Магнит өрісін медицинада пайдалану» тақырыбы бойынша хабарлама дайындаңдар.

## § 34. Электрмагниттер және оларды қолдану

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жолақ магнит әсерінен және соленоидтағы токтың әсерінен түзілген магнит өрістерін салыстыра аласыңдар;
- электрмагниттің магнит өрісін өзгерту әдістерін атай аласыңдар;
- электрмагниттерді қолдануға мысалдар келтіре аласыңдар;
- электрмагниттік реленің жұмыс істеу принципін түсіндіре аласыңдар;
- реленің қағидалық сұлбасын сала аласыңдар.



### Өз тәжірибең

Ток көзінен, электрмагниттен, реостаттан тұратын тізбек құрыңдар. Магнит тілшені және сызғышты пайдаланып, тогы бар шарғының магнит өрісінің шарғыдағы ток күшіне, шарғыға дейінгі арақашықтыққа және өзекшеге тәуелділігін 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 күшейеді.

### I Тогы бар шарғының әртүрлі заттардан жасалған денелермен өзара әрекеттесуі

Жолақ магниттердің және тогы бар шарғының магнит өрістерінің күш сызықтары ұқсас (§ 32, 137-суретті, § 33, 149-суретті қараңдар). 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 жақындатса, әрекеттесу анағұрлым қарқынды жүреді.

Жіңішке сымға ілінген тогы бар шарғы Жердің магнит өрісінің күш сызықтары 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 сызықтарының бағытына перпендикуляр қойып, тізбекті тұйықтаймыз. Магнит тілшені шарғының магнит өрісімен әрекеттесуін байқауға болатындай қашықтыққа жақындатамыз. Реостаттың көмегімен тізбектегі ток күшін азайта отырып, магнит тілшенің орнын өзгертпей-ақ, оның Жердің магнит өрісінің күш сызықтары бойымен, бағыты солтүстік полюсті көрсететіндей етіп орнығуына



қол жеткізуге болады. Демек, тізбектегі ток күшінің азаюына орай шарғының магнит өрісі де әлсірейді. *Ток күші артқанда тоғы 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 сызықтары бойымен орнығады. *Орам саны артқан сайын шарғының магнит өрісі де күшейеді.*

Шарғыға ферромагнетиктен жасалған өзекшені кіргізгенде, оның магнит өрісі анағұрлым күшейеді.

**Өзекше – шарғының ішіне кіргізілген темір өзек (стержень).  
Өзекшесі бар шарғыны электрмагнит деп атайды.**

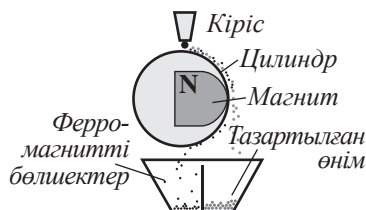
Электрмагнит техникада кең қолданыс тапты, өйткені оның магнит өрісін басқару оңай. Тізбекті токтан ажыратқан кезде электрмагниттің жұмысы тоқтайды.

### III Электрмагниттерді техникада қолдану

Тұрақты магниттерге қарағанда электрмагниттердің мынадай артықшылықтары бар: олар оңай жасалады, қызметі мен көлеміне қарай әртүрлі болады. Электрмагниттер техникада әртүрлі жағдайда қолданылады. Электрмагнитті көтергіш кран зауыттарда болат пен шойыннан жасалған заттарды көтеру және бір орыннан екінші орынға ауыстыру үшін қолданылады (154-сурет). Магнитті сепараторларды құрамында темірі жоқ денеден темір рудаларын айыру үшін қолданады (155-сурет). Теміржолдардағы «магниттік жастықшаны» жасау үшін де электрмагниттерді қолданады (156-сурет). Электрмагнит көмегімен электр қонқырауын іске қосады (157-сурет). Электрмагнит тізбекті автоматты түрде басқаруға арналған құрылғы – электрмагниттік реленің негізгі деталі болып табылады (158-сурет). Электрмагнит тізбегін қосқан кезде зәкір (якорь) (2) өзекшеге (1)

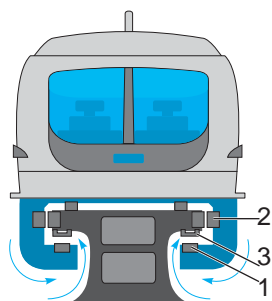


154-сурет. Магнитті көтергіш кран



155-сурет. Магниттік сепаратор

тартылады және қуаты жоғары жұмыс тізбегінің контактілерін тұйықтайды (3). Электрмагнит тізбегін ажыратқан кезде серіппе (4) зәкірді бастапқы қалыпқа қайта-рады, жұмыс істеп тұрған тізбек үзіледі де, оның жұмысы тоқтайды.



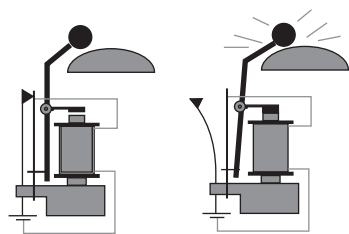
- 1) Сызықты электр қозғалтқыштың статоры
- 2) Бағыттаушы электрмагнит
- 3) Көтергіш электрмагнит

156-сурет. Магнитті жастықшадағы пойыз

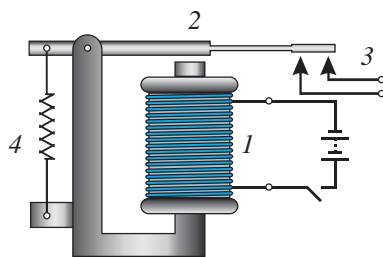


### Тапсырма

155–158-суреттерде бейнеленген құрылғылардың жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.



157-сурет. Электр қоңырау

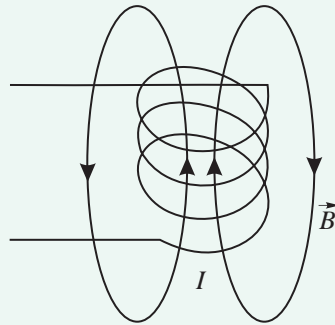


158-сурет. Электрмагниттік реленің құрылысы

## Бақылау сұрақтары

1. Тоғы бар шарғының магнит өрісінің күш сызықтары қандай? Олардың бағыттарын қалай анықтайды?
2. Тоғы бар шарғының магнит өрісінің әсерін қандай әдістермен күшейтуге болады?
3. Электрмагниттер дегеніміз не?
4. Электрмагниттер қандай салаларда қолданылады?

1. Электрмагниттің 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 электрмагнит дайындаңдар. Сымды орау үшін жіп шарғысының белдегін, ал өзек ретінде қалың шегелерді пайдалануға болады. Электрмагнитті гальвани элементімен қосып, оның әрекетін сынап көріңдер.

### Шығармашылық тапсырма

Төмендегі тақырыптар бойынша хабарлама дайындаңдар:

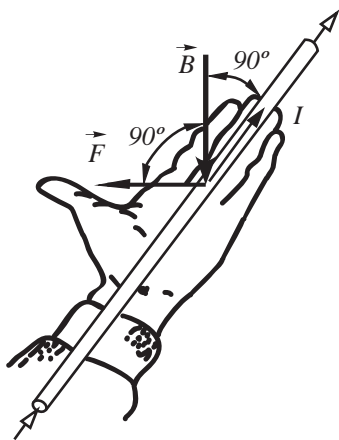
1. Электрмагниттерді техникада қолдану.
2. Электрмагниттік реленің өндірісті автоматтандырудағы рөлі.

## § 35. Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері. Электрқозғалтқыш. Электрөлшеуіш аспаптар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

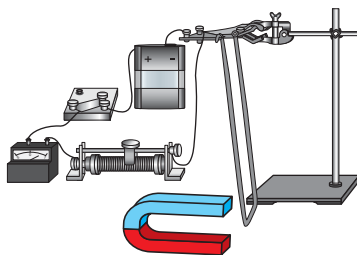
- магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсерін сипаттай аласыңдар;
- магнит өрісіндегі тогы бар өткізгішке әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтай аласыңдар;
- магнит өрісінде тогы бар раманың айналмалы қозғалысын түсіндіре аласыңдар;
- электрқозғалтқыштар мен электрөлшеуіш аспаптардың құрылысын және жұмысын түсіндіре аласыңдар.



161-сурет. Ампер күшінің бағытын «сол қол» ережесі бойынша анықтау

### I Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері

Тогы бар өткізгіштің айналасында магнит өрісі пайда болады. Магнит өрісінің әсерінен тогы бар өткізгіштер, тұрақты магниттер өзара әрекеттеседі. Тұрақты магнит пен тогы бар өткізгіштің өрістерінің әрекеттесуін қарастырайық. Таға тәріздес магнит өрістерінің арасына өткізгішті іліп қоямыз (160-сурет). Кілт тұйықталып, өткізгіште ток пайда болған кезде, өткізгіш магнит полюстерінің арасында пайда болған магнит өрісінен ығысады. Магнитті бұрып, магнит өрісінің бағытын өзгертеміз. Бұл жағдайда өткізгіш қарсы жаққа ойысады, ол магнит полюстерінің арасындағы кеңістікке тартылады. Магнит полюсін өзгертпей-ақ, өткізгіштегі ток бағытын өзгертіп те осындай 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 сызықтары алақанға енетіндей, созылған төрт саусағымыз өткізгіштегі электр тогының бағытын көрсететіндей етіп жазсақ, онда 90°-қа қайырылған бас бармағымыз магнит өрісіндегі өткізгішке әрекет ететін Ампер күшінің бағытын көрсетеді (161-сурет).**



### Жауабы қандай?

Ампер күші раманың қай жақтарына әрекет етпейді?

## II Магнит өрісіндегі тогы бар рама

Тогы бар раманы таға тәріздес магнит өрісінің полюстерінің арасына орналастырамыз (162-сурет). Тұйықталған 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 теңгермейді. Бұндай күштерді *жұп күштер* деп атау келісілген. Олар раманы өз осінен айналдырады. Әр жарты айналымнан кейін раманың жақтары магнит полюсіне қатысты орналасуын өзгертеді. Ампер күшінің бағыты қарама-қарсы болады, сондықтан рама магнит өрісінде кері бағытта айналуы керек. Осылайша рама тербелмелі қозғалыс жасайды. Раманың айналымын қозғалысын сақтау үшін ондағы токтың бағытын әр жарты айналымнан кейін қарама-қарсы бағытқа ауыстырып тұру керек.

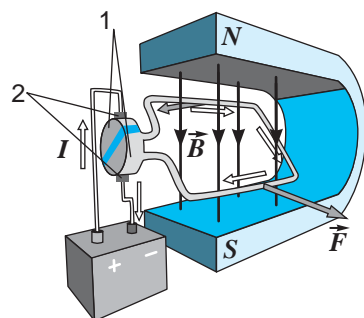
## III Электрқозғалтқыш

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 токтың бағытын өзгертуге арналған конструкторлық шешім қажет болды. Рамадағы токтың 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 өзгертеді. Бұл Ампер күшінің әрекетінен раманың айналу бағытының тұрақты болуына әкеледі.

Өндірістік электрқозғалтқыштарда (163-сурет) тұрақты магниттің орнына, бірқатар артықшылықтары болғандықтан, электрмагнитті қолданады. Электрмагниттің көлемін өзгертуге болады, ол тұрақты магнитпен салыстырғанда анағұрлым қуатты, оны басқару оңай. Электрмагнит тудырған өрісте көптеген орамнан тұратын,



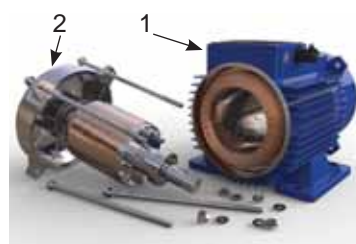
162-сурет. Магнит өрісінде тогы бар раманы айналдыру



### Тапсырма

Дәптерлеріңе тікбұрышты тогы бар рама мен магнит полюстерін салыңдар. Сол қол ережесі бойынша раманың әрбір жағына әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтаңдар, күшті суретте бейнелендер. Өздерің суретте көрсеткен күш бағыттарын раманың макетіне түсіріңдер. Түсірілген күштердің әсерінен рама қандай қозғалыс жасайды?

темір цилиндрдің ойығына қойылған рама айналады. Темір цилиндр электрмагниттің өзекшесі болып табылады, ол магнит өрісінің әсерін күшейтеді. Рамадағы орам санының көбеюі қозғалтқыш қуатының артуына жағдай жасайды. Электрқозғалтқыштың қозғалмайтын бөлшегін, яғни электрмагнитті *статор* (1) деп атайды. Қозғалатын бөлшегін, яғни, раманы *ротор* (2) деп атайды. Электрқозғалтқыштың ПӘК-і жылу қозғалтқыштарының ПӘК-інен кәдімгідей артық болады. Оның мәні 98%-ға жетеді.



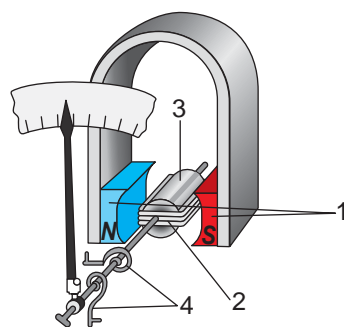
163-сурет. Электрқозғалтқыштың статоры (1) мен роторы (2)

#### IV Электрөлшеуіш аспаптар

Өлшеуіш аспаптарда магнит өрісіндегі раманың айналуы қолданылады. 164-суретте магнитті электр жүйесіндегі аспап құрылысының 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 күшінің әрекеті мен серіппенің серпімділік күшінің әрекеті теңелгенше бұрыла береді. Бұл кезде аспаптың көрсеткіші сәйкес бұрышқа бұрылады. Рамадағы ток күшінің мәні артқан сайын, магниттің рамамен әрекеттесуі де күшейе түседі, раманың бұрылу бұрышы да артады. Аспаптың шкаласы ампермен немесе вольтпен градуирленеді. Өзекше рама орналасқан аудандағы магнит өрісін күшейту үшін қажет. Магнитті электр аспаптар кернеу мен тұрақты тоқты өлшеу үшін ғана қолданылады, себебі раманың бұрылу бағыты ондағы ток бағытына тәуелді болады.

**Өз тәжірибең**

Берілген электрқозғалтқыштың үлгісін қарап шығындар, қозғалтқыштың негізгі бөліктерін көрсетіңдер. 4 В тұрақты ток көзіне қосып, ротордың айналуын бақылаңдар. Жиналған тізбектегі ток көзінің полюстерін алмастырыңдар. Қозғалтқыш роторының айналу бағытының өзгеруін бақылаңдар.



164-сурет. Магнитэлектрлік жүйенің өлшеу аспабы

**Тапсырма**

Электрқозғалтқышты қолданудың 2 нұсқасын ұсыныңдар.



### Жауабы қандай?

1. Магнит өрісінде рамаға түсірілген жұп күштер неліктен бір-бірін теңгермейді?
2. Коллекторының жылжымалы контактілері бар тұрақты токтың қуатты электрқозғалтқыштары неліктен өрт қаупін туғызады?

### Бақылау сұрақтары

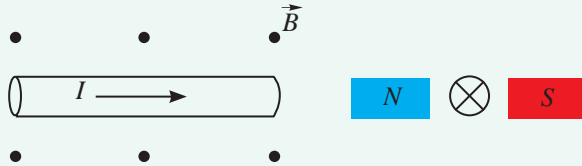
1. Қандай күшті Ампер күші деп атайды?
2. Ампер күшінің бағытын қалай анықтайды?
3. Магнит өрісінде тогы бар рама қалай қозғалады?
4. Тұрақты токтың электрқозғалтқышының құрылысы қандай?
5. Электрқозғалтқышта ток бағытының ауысуы қалай жүзеге асады?
6. Магнитэлектрлік жүйенің өлшеуіш аспаптары қалай әрекет етеді?



### Жаттығу

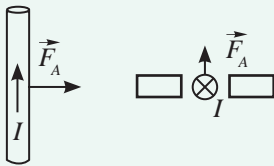
27

1. 165-суреттен тогы бар өткізгішке әсер ететін Ампер күшінің бағытын көрсетіңдер. Магнит өрісінің бағыты  $\vec{A}$  тілшесімен көрсетілген.

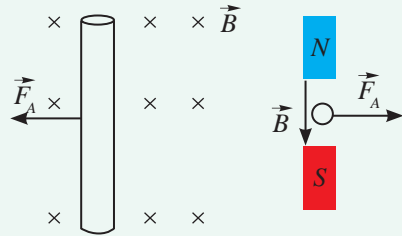


165-сурет.

2. 166-суреттегі магнит өрісінің күш сызықтарының  $\vec{A}$  бағытын көрсетіңдер.
3. 167-суреттегі өткізгіштегі токтың бағытын көрсетіңдер.



166-сурет.



167-сурет.



1. Жоғарыдағы 27.1 мен 27.2-жаттығуларындағы тапсырмаларды ток бағытын қарама-қарсыға өзгертіп орындаңдар.
2. Жоғарыдағы 27.1 мен 27.2-жаттығуларындағы тапсырмаларды магнит өрісінің бағытын қарама-қарсыға өзгертіп орындаңдар.

**Шығармашылық тапсырма**

Төмендегі тақырыптар бойынша хабарлама дайындаңдар:

1. Өнеркәсіпте тұрақты токтың электрқозғалтқышын пайдалану.
2. Электрқозғалтқыштарды жасау тарихынан.

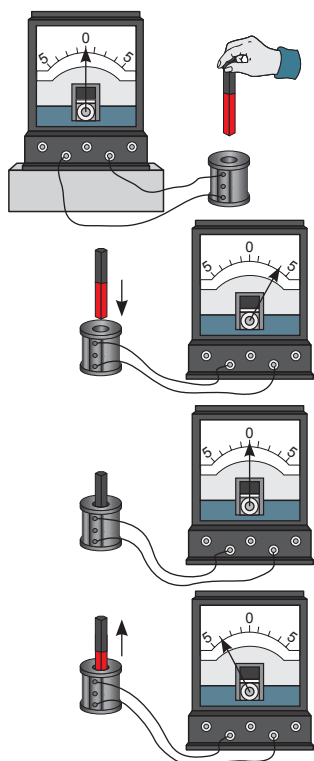


## § 36. Электрмагниттік индукция. Генераторлар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- электрмагниттік индукция құбылысын сипаттай аласыңдар;
- электрмагниттік индукция құбылысы қандай шарттарда орындалатынын айта аласыңдар;
- дүниежүзінде және Қазақстанда электр энергиясының өндірілуіне мысалдар келтіре аласыңдар.



168-сурет. Электрмагниттік индукция құбылысы

Электр тогы магнит өрісін тудыратыны белгілі. Ал керісінше, 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 электрмагниттік индукция құбылысын ашты.

### I Электрмагниттік индукция құбылысы

Заманауи аспаптарды қолдана отырып, М.Фарадей жасаған тәжірибеге ұқсас тәжірибені еш қиындықсыз жасауға болады. Шарғыны гальванометрмен жалғаймыз. Шарғыға тұрақты магнитті енгізіп, оны тесіп өтетін айнаымалы магнит өрісін тудырамыз. Гальванометрдің тілшесі ауытқиды, бұл шарғыда токтың пайда болғанын көрсетеді (168-сурет). Магнитті шарғының ішінде қозғалысыз қалдырайық. Гальванометр тізбекте токтың жоқ екенін көрсетеді. Магнит өрісі шарғыны тесіп өтеді, бірақ уақыт өте келе магниттің айналасындағы өріс өзгермейді. Ол шарғының ішіндегі 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, тәжірибені қайталаймыз, сонда гальванометр тілшесінің ауытқу бұрышы артады.

**Электрмагниттік индукция құбылысы деп тұйықталған өткізгіш контурда айнаымалы магнит өрісінің әсерінен электр тогының пайда болуын айтамыз.**

*Магнит өрісі қаншалықты жылдам өзгерсе, индукциялық токтың мәні де соншалықты жоғары болады.*

Тәжірибедегі тұрақты магнитті өзекшесі бар шарғымен алмастырайық. Тогы бар шарғының магнит өрісі жолақ магниттің магнит өрісіне ұқсас.

Тоғы бар шарғы мен гальванометрге жалғанған шарғыны осьтері сәйкес келетіндей етіп орналас-тырайық. Шарғылардың бір-біріне қатысты қозғалысы кезінде гальванометрдің тілшесі ауытқиды, демек, гальванометрмен жалғанған шарғыда индукциялық ток пайда болады. Тоғы бар шарғыны тізбекке қосу мен ажырату кезінде гальванометр тілшесінің ауытқуы байқалады. Қосу кезінде тізбектегі ток артады, ажыратқан кезде азаяды. Бұл – шарғының айналасында электрмагниттік индукция құбылысын бақылаудың қажетті шарты болып табылатын айнымалы магнит өрісін тудырады.

## II «Айнымалы магнит өрісі» нені білдіреді?

Жолақ магниттің күш сызықтары дегеніміз – оның полюстерінде жиілігі (тығыздығы) артатын тұйықталған сызықтар. Тұйықталған өткізгіш контурға магнитті жақындату контурды тесіп өтетін күш сызықтары санының артуына әкеліп соғады (169, а) сурет). Жолақ магнитті контурдан алып тастаған кезде, контурды тесіп өтетін сызықтар саны азаяды (169, ә) сурет). Тұйықталған контурға арналған жолақ магниттің магнит өрісі айнымалы болады: ол күшейеді немесе, керісінше, әлсірейді. Бұндай жағдайда тұйықталған өткізгіш контурда индукциялық ток пайда болады.

## III Тұрақты токтың индукциялық генераторы

Генератордың жұмыс істеу принципі тұйықталған өткізгіш раманың магнит өрісінде айналуы кезінде онда индукциялық токтың пайда болу құбылысына негізделген. Айналып тұрған раманы тесіп өтетін күш сызықтарының саны өзгереді, айналып тұрған раманың магнит өрісі айнымалы болып табылады.

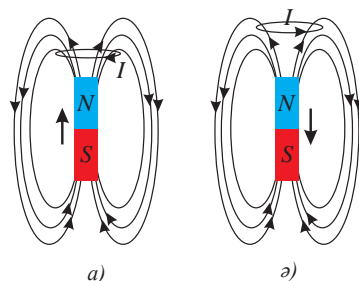
Тұрақты ток генераторы құрылымының электрқозғалтқыш құрылымынан еш айырмасы жоқ, тек оларда бір-біріне кері процестер жүреді (§ 35, 162-сурет). Электрқозғалтқыштың рама-сында ток пайда болғанда, ол магнит өрісінде

## Өз тәжірибең

Тоғы бар шарғыны пайдалану арқылы индукциялық токты анықтау үшін тәжірибе жүргізіңдер. Гальванометрге қосылған басқа шарғыға ток қосылып, ажыратылған кезде индукциялық токтың пайда болатынына көз жеткізіңдер.



**Майкл Фарадей** (1791–1867) – ағылшын физигі, электрмагнит өрісі туралы ілімнің негізін қалаушы. «Электр және магнит өрістері» түсініктерін енгізді. Электрмагниттік индукция құбылысын ашты. Токтың химиялық әсерін, магнит құбылыстарының электр және жарық құбылыстарымен байланысын тапты.

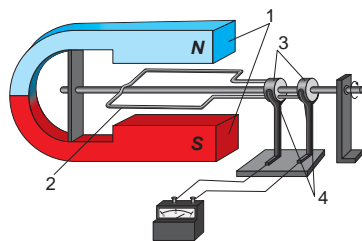


169-сурет. Магнит өрісінің контурды тесіп өтетін күш сызықтарының тығыздығының өзгеруі

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 құрылысының сұлбасы берілген. Генератордың зәкірі раманы (2) генератор индукторының магнит өрісінде (1) айналдырады. Оны айналдыру кезінде раманы тесіп өтетін күш сызықтарының саны өзгереді, рамада индукциялық ток пайда болады. Айнымалы токтың генераторларындағы екі дөңгелек (3) коллектор қызметін атқарады, олардың әрқайсысы қозғалмалы контактілер – щеткалармен (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

**Индукциялық токтың генераторы – механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын құрылғы.**

Өндірістік генераторларда тұрақты магниттің орнына электромагнитті, 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 беріп, айналдырады. Сыртқы орамада (172-сурет) қозғалмайтын контактілер арқылы тұтынушыға 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.



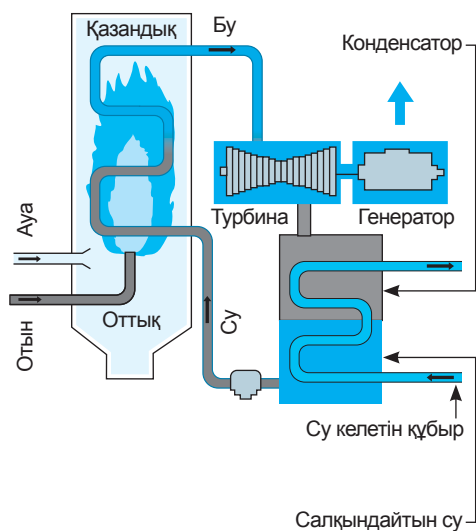
171-сурет. Индуктор – генератордың ішкі орамасы



172-сурет. Зәкір – генератордың сыртқы орамасы

## 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 ауысады. 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 асыру көзделген болатын. Өртүрлі жанармай қорларының азаюына байланысты басқа да энергия көздерін қолдануды арттыру қажет. Баламалы энергия көздерін пайдаланатын электрстансыларын қолданысқа беру үшін негізгі шешілуі қажетті мәселелер: қондырғылардың қуаттылығын арттыру, энергия қорын жинайтын аккумуляторлар сапасын жақсарту.



173-сурет. Бу турбинасы мен генератордың роторы бір білікте орналасқан



### Жауабы қандай?

1. Өнеркәсіптік 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. Күн 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.

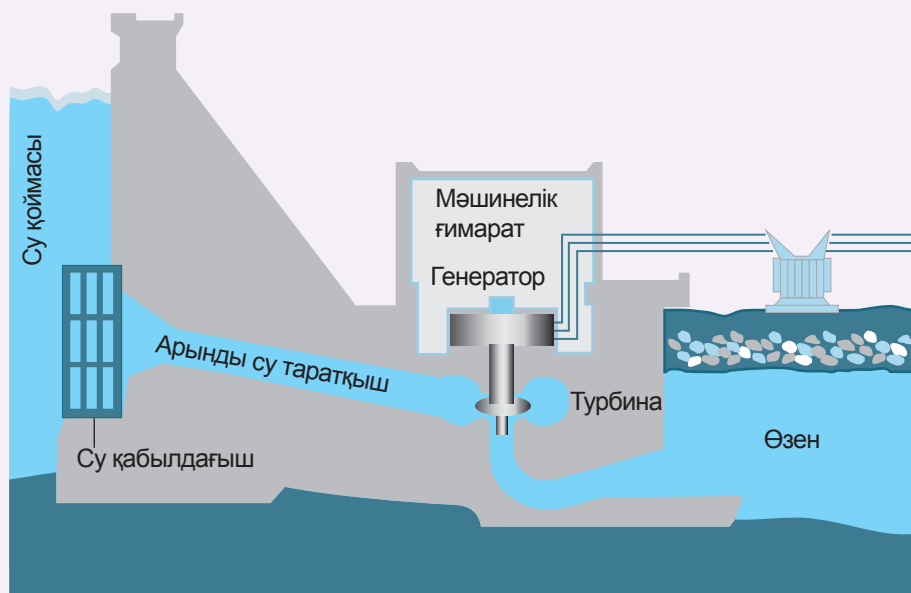
### Бақылау сұрақтары

1. Электрмагниттік индукция құбылысының мәні неде?
2. Электрмагниттік индукция құбылысы қандай жағдайда байқалады?
3. Индукциялық токтың шамасы магнит өрісінің өзгеру жылдамдығына қалай тәуелді?
4. Тұрақты ток қозғалтқышы мен индукциялық генератордың ұқсастығы 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:

- **түзу токқа арналған:** «Егер бұрғының үдемелі қозғалыс бағыты өткізгіштегі ток бағытымен бірдей болса, онда бұрғы тұтқасының айналмалы қозғалысы магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді».
- **дөңгелек ток үшін:** «Егер бұрғының тұтқасын шарғы орамындағы токтың бағытымен айналдырсақ, онда оның үдемелі қозғалысы шарғының ішіндегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді».

### «Оң қол» ережесі:

- **түзу ток үшін:** Егер  $90^\circ$ -қа қайырылған бас бармағымыз сымдағы ток бағытын көрсететін болса, онда сымды қапсыра ұстаған саусақтарымыз магнит өрісінің бағытын көрсетеді.
- **дөңгелек ток үшін:** «Егер оң қолымызды шарғыға тигізбей, төрт саусағымыз ондағы токтың бағытын көрсететіндей етіп ұстасақ, онда қайырылған бас бармағымыз магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді».

### «Сол қол» ережесі:

- «Сол қолымызды магниттік күш сызықтары 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».

## Глоссарий

**Индукциялық токтың генераторы** – механикалық энергияны электр энергиясына айналдыратын құрылғы.

**Қатаң ферромагнетиктер** – магниттелу қасиетін ұзақ уақыт бойы сақтайтын заттар.

**Ампер күші** – магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әрекет ету күші.

**Магнит өрісінің күш сызықтары** – тогы бар өткізгішті қамтитын тұйықталған сызықтар.

**Ферромагнетиктер** – сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшейтетін заттар.

**Электрқозғалтқыш** – электр энергиясын механикалық энергияға айналдыратын құрылғы.

**Электрмагнит** – өзекшесі бар шарғы.

**Электрмагниттік реле** – тізбекті автоматты түрде басқаруға арналған құрылғы.

**Электрмагниттік индукция құбылысы** – айнымалы магнит өрісінің әсерінен тұйықталған контурда электр тогының пайда болуы.

### Магниттелген бұрауыш пен қайшы

Мектепте көркем еңбек сабағы аяқталып жатыр. Әуезге қараторғайдың ұясын жасау үшін қажетті ең соңғы бұрауышқа шебер үстелінен құлап, оның қолы сыймайтын тар жерге түсіп кетті. Бұрауыш құрал шегеге жетіп тұр, бірақ онымен алу мүмкін емес. Қараторғайдың ұясы 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 магниттелген бұрауыш немесе қайшы болса, мұндай жағдайларды жылдам әрі жеңіл шешуге болады!

#### Тапсырма

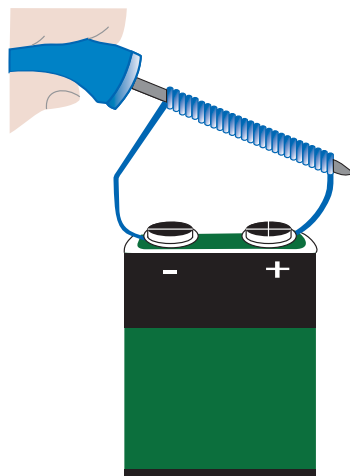
Кернеуі 6–9 В гальвани элементтерінің батареясын және ұзындығы шамамен 1 м оқшауланған сымды қолданып, құралдарыңды магниттеңдер.

1. Электр сымның екі ұшын тазалаңдар.
2. Электр сымның қиындысын 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 ораңдар.
4. Сымның ұштарын батареяға жалғаңдар. Сым және батарея контактілері өте тез қызады. 30–60 секундтан кейін батареяны ажыратыңдар.
5. Құралдың әсерін ұсақ шегелер мен инелерге сынап көріңдер.

**Есте сақтаңдар:** егер қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып жұмыс жасап көрмеген болсаңдар, қуаты жоғары батареяларды қолданбаңдар!



### Өзің жасап үйрен!

Магниттік құбылыстарға негізделген қолдан жасалған құрылғылар мен ойыншық-кәдесыйлар сайысы

Мотордан жасалған аспап	Магнитті кәдесый
<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 туындайды?</p>	<p>Мереке жақындап қалды, ойыншықтарыңды жинастырыңдар. Олардың арасынан кішкене магнит табылатын шығар. Біраз қиялдап, ойланып көрсек, олардан керемет сыйлық жасауға болады.</p>
<p>Шын мәнінде, нұсқалар өте көп, бастысы – шыдамдылық, техникамен жұмыс жасай білу шеберлігі және елестете білу.</p> <p><b>Тапсырма</b></p> <p>Қуаты аз мотордан жасалған желдеткіш моделін зерттеңдер. Зерттеуді Интернет желісіндегі ақпараттарды пайдаланып және осы тақырыпқа сәйкес бірнеше бейнежазба көру арқылы жүргізуге болады. Желдеткіш жасауға қолжетімді материал таңдаңдар. Жұмыс барысының жоспарын ойластырып, аспап жасау технологиясын жазыңдар. Құралды жасаңдар. Тапсырманың орындалуына қарай өздерің жазған аспап жасау технологиясына түзетулер енгізіңдер.</p>	<p><b>Тапсырма</b></p> <p>Интернет желісінен осыған қатысты ақпараттарды оқыңдар. Өздеріңе ұнаған идеяны таңдап алыңдар. Мүмкін отбасыларыңмен демалған жердің суреті бар тоңазытқышқа жапсыратын магнит жасайтын шығарсыңдар? Сыйлық жасау үшін қолжетімді материал таңдаңдар. Жасау технологиясын жазыңдар. Сыйлықты жасауға кірісіңдер.</p> <div data-bbox="821 738 1054 953" data-label="Image"> </div>



### 1-нұсқа

- 1. Тұрақты тогы бар өткізгіштің айналасында ... болады.**
  - A) Электр өрісі.
  - B) Магнит өрісі.
  - C) Электрстатикалық өріс.
  - D) Вакуум.
- 2. Магнит өрісінің берілген нүктесіндегі өріс бағытын ... көрсетеді.**
  - A) Магниттік тілшенің солтүстік полюсі.
  - B) Магниттік тілшенің оңтүстік полюсі.
  - C) Магниттік тілшенің осі.
  - D) Магниттік тілшенің айналу бағыты.
- 3. Электрмагнит дегеніміз –**
  - A) Жолақ магнит.
  - B) Таға тәрізді магнит.
  - C) Өзекшесі бар шарғы.
  - D) Тогы бар кез келген өткізгіш.
- 4. Электр энергиясын механикалық энергияға айналдыруға қолданылатын құрылғы –**
  - A) Электрқозғалтқыш.
  - B) Генератор.
  - C) Электрмагниттік реле.
  - D) Электрмагнит.
- 5. Магниттік қасиетін ұзақ сақтайтын зат –**
  - A) Парамагнетиктер.
  - B) Диамагнетиктер.
  - C) Жұмсақ ферромагнетиктер.
  - D) Қатаң ферромагнетиктер.
- 6. Тогы бар өткізгішке әрекет ететін күшті ... күші деп атайды.**
  - A) Ампер.
  - B) Вольта.
  - C) Фарадей.
  - D) Ом.
- 7. Айнымалы магнит өрісінің әсерінен тұйық өткізгіш контурда электр тогының пайда болу құбылысы –**
  - A) Ток күші.
  - B) Магниттік индукция құбылысы.
  - C) Электрмагниттік индукция құбылысы.
  - D) Электр тогы.

## 2-нұсқа

- 1. Тогы бар өткізгіш айналасындағы магнит өрісінің күш сызықтары ... береді.**
  - А) Параллель сызықтарды.
  - В) Еркін пішіндегі тұйық сызықтарды.
  - С) Центрлес шеңберлерді.
  - Д) Эллипстерді.
- 2. Магнит өрісінің бағытын ... анықтауға болады.**
  - А) Тек «бұрғы» ережесі бойынша.
  - В) Тек «оң қол» ережесі бойынша.
  - С) «Сол қол» ережесі бойынша.
  - Д) «Бұрғы» мен «оң қол» ережесі бойынша.
- 3. Тізбекті автоматты түрде басқаруға арналған құрылғы –**
  - А) Электрмагнит.
  - В) Электрмагниттік реле.
  - С) Тұрақты магнит.
  - Д) Тогы бар шарғы.
- 4. Сыртқы магнит өрісін анағұрлым күшейтетін заттар –**
  - А) Диаманетиктер.
  - В) Парамагнетиктер.
  - С) Ферромагнетиктер.
  - Д) Өткізгіштер.
- 5. Заттың магниттік қасиеттерін зат ішінде айналатын токпен түсіндірмекші болған ғалым –**
  - А) А.Ампер.
  - В) А.Вольта.
  - С) М.Фарадей.
  - Д) Г.Ом.
- 6. Айнымалы магнит өрісіндегі тұйық контурда өтетін индукциялық ток құбылысының пайда болуына негізделген құрылғы**
  - А) Электрқозғалтқыш.
  - В) Индукциялық генератор.
  - С) Ротор.
  - Д) Статор.
- 7. Электрмагниттік индукция құбылысын ашқан ғалым –**
  - А) М.Фарадей.
  - В) А.Ампер.
  - С) Г.Ом.
  - Д) Д.Джоуль.

# ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

Жарық құбылыстары геометриялық оптика тұрғысынан қарастырылады. Бұл – жарықтың мөлдір ортада таралу және айналық беттен шағылу заңдарын зерттейтін физиканың бір бөлімі.

### Тарауды оқып-білу арқылы сендер:

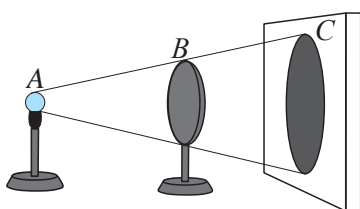
- Күннің және Айдың тұтылуын графикалық түрде бейнелеуді;
- жарықтың түсу және шағылу бұрыштары арасындағы тәуелділікті тәжірибе арқылы анықтауды;
- айналық және шашыранды шағылуды түсіндіріп, оларға мысалдар келтіруді;
- жазық айнада дененің кескінін алуды және оны сипаттауды;
- сфералық айналарда дененің кескінін алу үшін сәулелердің жолын салуды, алынған кескінді сипаттауды;
- жазық параллель пластинада сәулелер жолын салуды;
- жарықтың сыну заңын 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 сызықтық ұлғаю формуласын қолдануды;
- жұқа линзада сәулелер жолын салуды және алынған кескінді сипаттауды;
- линзаның фокустық қашықтығын және оптикалық күшін анықтауды,
- көздің жақыннан және алыстан көргіштігін түзетуді сипаттауды;
- қарапайым оптикалық аспаптарды құрастыруды үйренесіңдер.

## § 37. Жарықтың түзу сызықты таралу заңы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- көлеңке мен жартылай көлеңкелердің пайда болуын түсіндіре аласыңдар;
- Күн мен Айдың тұтылуын графикалық түрде бейнелей аласыңдар.



175-сурет. Нүктелік жарық көзінен жарық берілген кездегі дискінің көлеңкесі

### I Жарықтың түзу сызықты таралу заңы

И.Ньютон мен Х.Гюйгенстің жарық табиғаты туралы еңбектерінде «сәуле» ұғымы енгізілді. Ол жарықтың таралу бағытын анықтайды.

**Сәуле – бойымен жарық таралатын сызық.**

Жарық табиғаты туралы нақты түсінік қалыптасқанға дейін де оның қасиеттері іс жүзінде қолданыла бастаған. Мысалы, ежелгі египеттіктер жарықтың түзу сызықты 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 түзудің бойына қою үшін қолданады. Көпғасырлық тәжірибе жарықтың түзу сызық бойымен таралатынын көрсетті.

**Біртекті мөлдір ортада жарық түзу сызық бойымен таралады.**

Көлеңкенің пайда болуы жарықтың түзу сызықты таралу заңының нақты дәлелі болып табылады.

### II Нүктелік жарық көзінен пайда болған көлеңке

Өлшемі кіші жарық көзінен көлеңке алайық. *Егер жарық көзінен экранға 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 Қытайда туған визуалды өнердің түрі.

Көлеңкелер театрында үлкен жартылай айқын экран мен жіңішке таяқтармен басқарылатын жалпақ түрлі түсті қуыршақтар пайдаланылады.

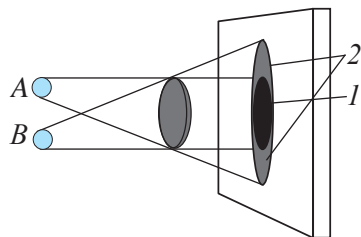
2000 жылдардың ортасында көлеңкелер театрының жаңа ағымы туындады, онда қуыршақтардың орнына көлеңкені бишілер жасайтын болды. 177-суретте «Зообақ» қойылымынан көрініс берілген.

қиылысқанға дейін созайық. Көлеңкенің шетіндегі С нүктесі жүргізілген түзудің бойында жатады, бұл АС жарық сәулесінің түзу сызықты таралуының 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 ішінара жарық түскен аймағы. Бұл аумақтарға жарық бір ғана 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.



176-сурет. Дискіге екі нүктелік жарық көзінен жарық түскен кезде көлеңке мен жартылай көлеңкенің пайда болуы

### IV Күннің тұтылуы

Күн мен Айдың Жерден көрінетін дискілерінің көлемдері шамалас. Өз орбиталарымен қозғалу кезінде Күн, Жер және Ай периодты түрде бір сызық бойына тізіледі. Егер Ай Күн мен Жердің арасында тұрса, онда Жердің кейбір аймақтарының көлеңкеде немесе жартылай көлеңкеде қалған тұрғындары Күннің тұтылуын бақылай алады (178-сурет). Күннің 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 Күннің толық тұтылуын бақылай алады. Жартылай көлеңкеде қалған адамдар шала Күн тұтылуын көреді. Айдың көлеңкесі Жер бетінде 1 км/с жылдамдықпен таралады, сол себепті Күннің тұтылуын әр аймақтың тұрғындары әр уақытта бақылайды. Толық тұтылу уақыты 8 минуттан аспайды, ол Айдың дискісі Күннің дискісін жаба бастаған сәттен басталып, Айдың дискісі Күннің дискісінен толық кеткен сәтте аяқталады. Толық тұтылу кезінде жылдам қараңғыланып, аспаннан

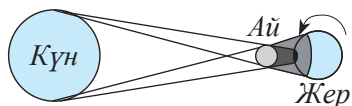


177-сурет. «Teulis» көлеңкелер театрының қойылымынан көрініс. Алматы қ.



#### Тапсырма

1. Жарықтың түзу сызықты таралуына екі мысал келтіріңдір.
2. Келтірілген мысалдарда сәулелер жолын кескіндеңдер, көлеңкелер мен жартылай көлеңкелердің аумағын көрсетіңдер.



178-сурет. Күннің 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 фотопенкамен қараған бақылаушы Айға ұксас орақты көреді (179-сурет). Күннің шала тұтылуын қарайтылған шынысыз бақылау мүмкін емес, Күннің дискісі бүтін болып көрінеді.

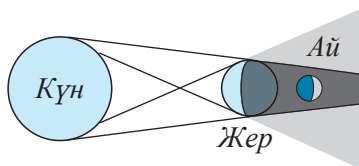
## V Айдың тұтылуы

Жер тұрғындары Айдың тұтылуын Жер Күн мен Айдың ортасында тұрып қалған кезде ғана бақылайды (180-сурет). Ай Жердің көлеңкесінде қалады. Аспан денелері ай толған кезде ғана 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 қараңғы (түнгі) 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 ауытқуы 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?

1. Неліктен Ай мен Күннің тұтылуы ай сайын болып тұрмайды?
2. Не себепті Жердің түнгі жағындағы тұрғындар Айдың тұтылуын бір мезгілде бақылайды?
3. Не себепті Жердің күндізгі жағындағы тұрғындар Күннің тұтылуын әртүрлі уақытта бақылай алады?
4. Айдың тұтылуы кезінде неліктен Ай жоғалып кетпейді, керісінше қызыл түсті болады?
5. Не үшін күннің тұтылуын қараңғыланған шынымен бақылаған жөн?
6. Неліктен адам көше шамының жарығынан алыс кеткенде, оның көлеңкесі мен жартылай көлеңкесінің кескіні өзгереді?
7. 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 алып жатады.

### Бақылау сұрақтары

1. Жарық сәулесі дегеніміз не?
2. Жарықтың түзу сызықты таралу заңын тұжырымдаңдар.
3. Көлеңкелер мен жартылай көлеңке 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 көлеңке түседі. Оны немен түсіндіруге болады?
2. Бойы 1,8 м адамның шуақты күндегі жерге түсетін көлеңкесінің ұзындығы 90 см, ал ағаштың көлеңкесі 10 м. Сонда ағаштың биіктігі қандай?
3. Көше шамы 3 м биіктікте бағанада ілініп тұр. Ұзындығы 1,2 м болатын, тігінен орналасқан таяқтан түскен көлеңкенің ұзындығы осы таяқтың ұзындығына тең. Сонда таяқ бағананың түбінен қандай қашықтықта орналасқан?

### 🏠 Жаттығу

28

1. Жарық көзінің өлшемі жартылай көлеңкенің алатын аумағына қалай әсер етеді?
2. Шуақты күндегі үйден жерге түсетін көлеңкенің ұзындығы 40 м, ал биіктігі 3 м болатын ағаштың көлеңкесі 4 м. Сонда үйдің биіктігі қанша болады?

### Эксперименттік тапсырма

Өздерің тұратын үйдің биіктігін таяқ пен өлшеу таспасын пайдаланып анықтаңдар.

## § 38. Жарықтың шағылуы. Шағылу заңдары. Жазық айналар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

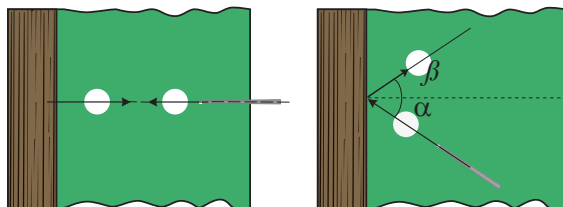
- жарықтың түсу және шағылу бұрыштары арасындағы тәуелділікті тәжірибе арқылы анықтай аласыңдар;
- айналық және шашыранды шағылуды түсіндіріп, оларға мысалдар келтіре аласыңдар;
- жазық айнада дененің кескінін алуды үйренесіңдер және оны сипаттай аласыңдар.

### I Шағылу заңдары

Жарық шығармайтын барлық денелер өздеріне түскен жарық сәулелерінің шағылуы арқасында көрінеді.

И.Ньютон жарықтың дене бетімен әрекеттесуін зерттей келе, *жарық – бөлшектердің ағыны* деген тұжырымға келді. Ол бөлшектердің денемен соқтығысуын серпімді және серпімсіз деп қарастырды. Серпімді соқтығысу кезінде бөлшектер дене бетінен шағылады. Ал серпімсіз соқтығысу кезінде бөлшек дене бетінде қалып, жұтылады. И.Ньютон механика заңдарын 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

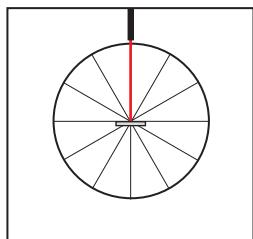
Біздің болжамдарымызды тексеру үшін оптикалық дискімен тәжірибе жасап көрейік. Дискінің ортасына жазық айна орналастырамыз. Жарық көзінің көмегімен жарық сәулесін айнаның бетіне перпендикуляр бағыттауымыз: сәуле өзінің түсу сызығының бойымен кері шағылады (182-сурет).

Жарық сәулесін айна бетіне тұрғызылған перпендикулярға қатысты қандай да бір  $\alpha$  бұрышпен түсірейік. Сәуле  $\alpha$  бұрышына тең  $\beta$  бұрышымен шағылады.  $\alpha$  бұрышын үлкейтсек,  $\beta$  бұрышы да тура сол мәнге үлкейеді. Жарықтың шағылу заңдарын осылай тексеруге болады (183-сурет).

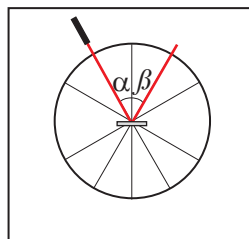
Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.

Сәуленің түсу бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$ .





182-сурет. Айнаның бетіне перпендикуляр сәуле кері бағытта шағылады



183-сурет. Жарық сәулесінің түсу бұрышы шағылу бұрышына тең

Түсу бұрышы – түскен сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

Шағылу бұрышы – шағылған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.



### Жауабы қандай?

1. Неліктен шынының тегіс бетінен кескін көрінеді, ал сынған шыныдан көрінбейді?
2. Неліктен сулы беттердің түсі ашық әрі қанық болып көрінеді?
3. Неліктен бөлмелерді жарықтандыру үшін шашыраңқы жарық қолданылады?



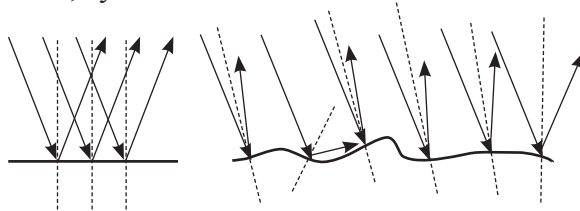
### Өз тәжірибең

Оптикадан зертханалық кешенді пайдаланып, жарық сәулесінің түсу бұрышы мен жазық айнадан шағылу бұрышын салыстырыңдар. Түсу 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.

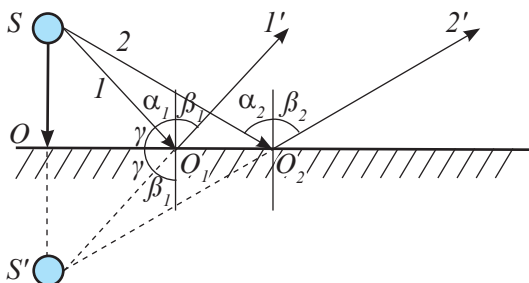
Айнаның тегіс бетіне түскен сәуле шоқтары параллель шоқ болып шағылады. Кедір-бұдыр беттен шағылған сәулелер шашырайды (184-сурет). Ақ қағаз беті, бөлменің ақ қабырғасы өздеріне түскен жарық сәуленің 90%-ын шағылдырса да, біз ол жерлерден өз кескінімізді көрмейміз. Шынының, жылтыратылған металдың, судың 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

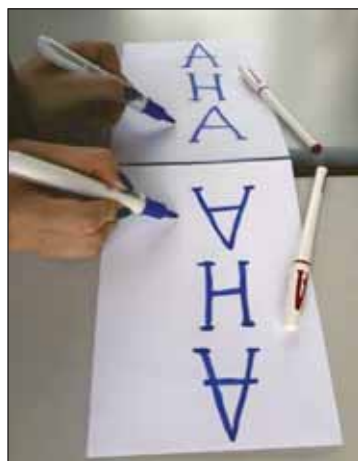
Адам затты өзінің көзіне түскен сәулелердің қиылысу нүктесінен көреді. Айнадан шағылған  $1'$  мен  $2'$  сәулелерін  $S'$  нүктесінде қиылысқанға дейін созамыз. Тура осы нүктеден  $S$  жарық көзінің кескінін көреміз. Шын мәнінде айнаның арғы жағында ешнәрсе жоқ, сондықтан да кескінді *жалған* деп атайды.

**Айна бетінен шағылған сәулелердің жалғасының шашырай таралып қиылысуының нәтижесінде алынған кескін жалған кескін деп аталады.**

Бейнелеу кезінде алынған  $SOO_1$  және  $S'O_1O_1$  тікбұрышты үшбұрыштары тең, олардың  $OO_1$  ортақ қабырғалары бар,  $\alpha$  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 кескінін бақылау кескінінің тағы біраз қасиеттерін байқауға мүмкіндік береді. *Жазық айна көлемі бірдей, симметриялы тура кескін береді* (186-сурет). Айнадағы өз кескініне оң қолыңды созсаң, ол саған сол қолын созады.

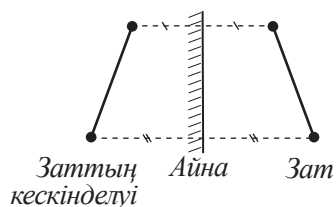
Сонымен, жазық айна беретін кескін *жалған, тура, өлшемдері зат өлшемдерімен бірдей, зат айнадан қандай қашықтықта тұрса, ол айнаның арғы жағында сондай қашықтықта орналасады.*



186-сурет. Жазық айнадағы дененің айналық симметриясы мен оның кескіні

#### IV Жазық айнада дененің кескінін алу

Жазық айнада кескін алу үшін оның бетіне заттың шеткі нүктелерінен перпендикулярлар түсіру жеткілікті. Содан соң үзік сызықтарды айна жазықтығынан зат нүктелерінен айнаға дейінгі қашықтыққа тең аралыққа дейін созамыз, алынған нүктелерді қосамыз (187-сурет).



187-сурет. Жазық айнада зат кескінінің бейнеленуі

#### V Жазық айналардың қолданылуы

Археологтар қола дәуіріне жататын, мыс пен қоладан, күмістен жасалған алғашқы кішірек айналарды тапты. Кейінірек адамдар шынының сырт жағына күмістің, алтынның немесе қалайының жұқа қабатын жағып, айнаны шыныдан жасауды үйренді.

Жазық айналар тұрмыста да, әртүрлі құрылғылар мен аспаптар жасау үшін техникада да кеңінен қолданылады. Қазіргі кезде айналар кішігірім ғимараттарда кеңістікті үлкейтіп көрсету үшін интерьер дизайнның кеңінен қолданылады.

Қандай да бір себептермен адамның көру аумағы шектелген жағдайларда айнаның пайдасы зор. Мысалы, автокөліктер 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 төңіректі бақылау үшін перископ құралы қолданылады. Қарапайым перископ – екі ұшына айналар бекітілген құбыр, ол  $45^\circ$ -қа иілген (189-сурет).

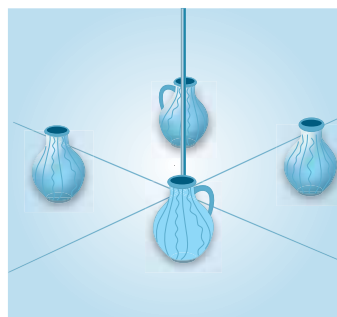
Бір-біріне бұрыштап қойылған айналар бірнеше кескін береді. Оларды шаштараздарда клиенттер өздерінің шашын арт жағынан, қырынан көре алуы үшін қолданады. «Калейдоскоп» ойыншығындағы бұрыштап қойылған үш жазық айна түрлі түсті шыны бөлшектерінен әртүрлі симметриялық өрнектер алуға мүмкіндік береді.

Айналар әртүрлі оптикалық аспаптарда – спектрометрлерде, телескоптарда, лазерлерде, айналық фотоаппараттарда кеңінен қолданылады.

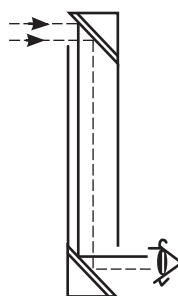


#### Тапсырма

1. Екі өзара перпендикуляр айналық жазықтықта нүктелік жарық көзінің кескінін салыңдар.
2. Сендер қанша кескін алдыңдар?
3. Неліктен 188-суретте үш кескін бар? Өз болжамдарыңды айтыңдар.



188-сурет. Екі өзара перпендикуляр жазықтықтардағы құмыраның кескіні



189-сурет. Перископтағы 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 ертеден театр мен цирктерде оптикалық елестерді жасау үшін қолданылады.

### Бақылау сұрақтары

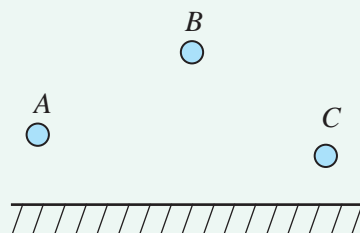
1. Шағылу заңдарын тұжырымдаңдар.
2. Қандай бұрыштар түсу және шағылу бұрыштары деп аталады?
3. Айналық пен шашыранды шағылулардың айырмашылықтары қандай?
4. Жазық айна қандай кескін береді? Оны қалай салады?



### Жаттығу

29

1. Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш  $60^\circ$  болған кезде, түсу бұрышының мәні қандай болады?
2. Жазық айнада жарқырайтын А, В және С нүктелерінің кескінін салыңдар (190-сурет). Әр нүкте үшін және барлық үш нүкте үшін айнадағы кескіннің көріну аймағын графикалік түрде анықтаңдар.
3. Сәуленің жазық айнаға түсу бұрышын  $30^\circ$ -тан  $45^\circ$ -қа дейін арттырды. Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш қалай өзгереді?



190-сурет.



### Жаттығу

29

1. Жарық сәулесі жазық айнаға оның бетіне қатысты  $30^\circ$ -пен түседі. Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыш қаншаға тең?
2. Адам жазық айнаға қарай 2 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 түтіктің ішіне қарай өзгерту үшін жазық айнаны көкжиекке қатысты қандай бұрышпен қою керек?

### Эксперименттік тапсырма

1. Үйде айна алдына тұрыңдар. Кескіндерің оқулықта айтылған кескінмен сәйкес келе ме екен? Айналық кескіндеріңнің жүрегі қай жақта орналасқан? Айнадан алдымен бір қадам, сосын екі қадам артқа шегініңдер. Осы кезде айнадағы кескініңде қандай өзгеріс болады? Оның айнадан арақашықтығы қалай өзгереді? Кескіннің биіктігі өзгерді ме?
2. Перископ немесе калейдоскоп құрастырыңдар.

### Шығармашылық тапсырма

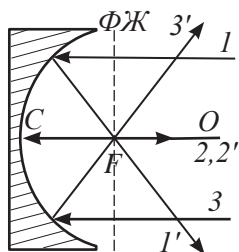
«Жазық айналардың қолданылуы» тақырыбына хабарлама дайындаңдар.

## § 39. Сфералық айналар, сфералық айна көмегімен кескін алу

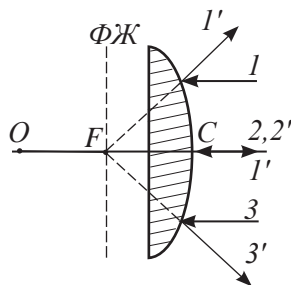
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- сфералық айналардың негізгі нүктелерін, сызықтарын және жазықтықтарын атай аласыңдар;
- сфералық айнада үш сәуленің жолын сала аласыңдар;
- сфералық айна көмегімен дененің кескінін алуды үйренесіңдер;
- алынған кескінді сипаттай аласыңдар.



191-сурет. Ойыс айналар



192-сурет. Дөңес 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, С – сфералық айна төбесі. Сфералық беттің центрі мен айна төбесі арқылы өтетін түзуді бас оптикалық ось – БОО деп атайды.

Айнаға БОО-ға параллель түсетін сәулелер шағылудан кейін айнаның фокусы арқылы өтеді, бұл нүкте  $F$  деп белгіленеді. Сфералық айналар үшін фокус нүктесі айна төбесінен сфералық беттің  $R$  қисықтық радиусының жартысына тең қашықтықта орналасқан.

$$F = \frac{R}{2}.$$

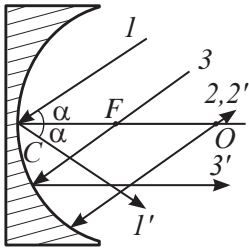
Суреттерде кесінді  $OC = R$ , кесінді  $CF = \frac{R}{2}$ .

Линзаның фокусы арқылы БОО-ға перпендикуляр өтетін жазықтықты фокустық жазықтық – ФЖ деп атайды.

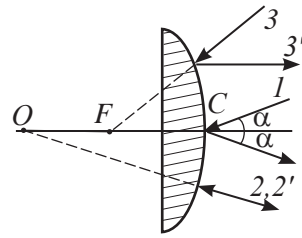
### II Сфералық айналардағы сәулелердің шағылуы

Сфералық айна бағытына және түсу нүктесіне байланысты сәулелерді әртүрлі шағылдырады. Кейбір сәулелердің жолымен танысайық (193, 194-сурет).

Айна төбесіне 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-сәуле өзінің түскен сызығының бойымен шағылады, шағылған сәуле: 2'.

Айнаның фокусы арқылы өткен 3-сәуле шағылғаннан кейін БОО-ға параллель таралады, шағылған сәуле: 3'.

### III Ойыс айнада кескін алу

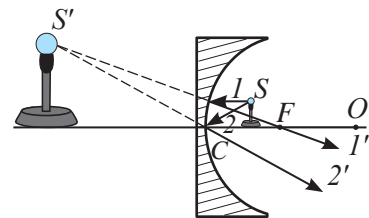
Айнада дененің кескінін алу үшін алдын ала оның шеткі нүктелерінің кескінін табу керек. Дененің шеткі нүктесінен шағылған көптеген сәулелердің арасынан жолы белгілі екеуін бейнелейді. Сәулелердің айна бетінен шағылғаннан кейінгі қиылысу нүктесі дененің шеткі нүктесінің кескіні болып табылады. БОО-ға перпендикуляр дененің кескінін алу үшін бір шеткі нүктенің кескінін алып, БОО-ға перпендикуляр түсіру жеткілікті.

Кескіннің түрі айна төбесі мен дене арасындағы қашықтыққа тәуелді. Осы тәуелділікті төмендегі жағдайларда қарастырып, зерттеп көрейік:

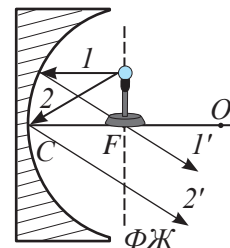
1. Зат айнаның  $F$  фокусы мен  $C$  төбесінің арасында орналасқан (195-сурет).

Бізге белгілі 1 мен 2-сәулелердің жолын саламыз. Шағылған 1' және 2' сәулелерді қиылысқанға дейін созамыз. Алынған нүктеден айнаның БОО-сына перпендикуляр түсіреміз. Дененің кескіні жалған, өйткені ол шағылған сәулелердің жалғасының қиылысуы нәтижесінде алынған. Зат айнаның  $F$  фокусы мен  $C$  төбесінің арасында орналасқан жағдайда, айна жалған, тура, үлкейтілген, айна бетінің арғы жағында орналасқан кескін береді.

2. Зат айнаның фокусында орналасқан (196-сурет). Айнаның фокусынан немесе



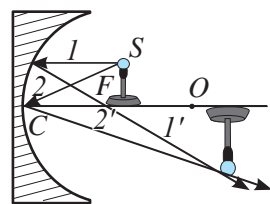
195-сурет. Ойыс айнаның фокусы мен төбесінің арасында орналасқан заттың кескіні



196-сурет. Айнаның фокусында орналасқан заттың кескіні

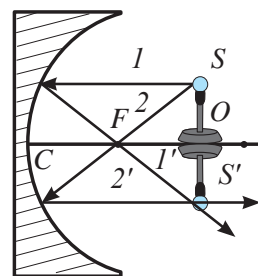
фокустық жазықтықтың кез келген нүктесінен шығатын барлық сәулелер айнадан параллель шағылады. Демек, олар қиылыспайды, *айна кескін бермейді*.

3. *Зат сфералық беттің центрі мен фокусының арасында орналасқан* (197-сурет). Бізге жолы белгілі сәулелерді саламыз да, дененің кескінін аламыз. Сәулелердің өздері қиылысатындықтан, дененің кескіні *шын*. Сәулелердің қиылысу нүктесіне экранды қойып, дененің кескінін көруге болады. Алынған кескін *үлкейтілген, төңкерілген, айнаның оптикалық центрінің арғы жағында орналасқан*.



197-сурет. Сфералық беттің фокусы мен центрі арасында орналасқан заттың кескіні

4. *Зат сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан* (198-сурет). Бұл жағдайда дененің кескіні *шын, төңкерілген, өлшемдері дене өлшемдеріне тең, оптикалық центрде орналасқан*. Кескінді салу кезінде алынған үшбұрышқа жақсылап қарап, зат пен кескінінің өлшемдерінің бірдей екенін дәлелдеу қиындық тудырмайды.



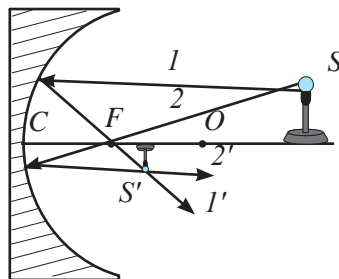
198-сурет. Сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан заттың кескіні

5. *Зат айнаның оптикалық центрінен әрірек орналасқан* (199-сурет). Затты айнаның оптикалық центрінен ары жылжитқан 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.

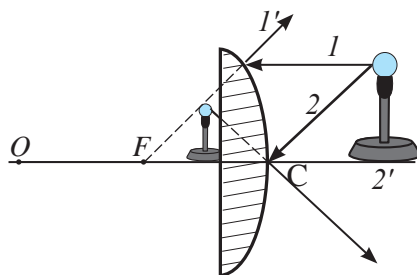
#### IV Дөңес айнада кескін алу

Дөңес айна ойыс айна сияқты көптүрлі кескін бермейді. Айнаның оптикалық осінде дене қалай орналасса да, оның кескіні *жалған, тура, кішірейтілген, айна бетінің арғы жағында CF* фокустық қашықтығынан аспайтын қашықтықта орналасқан (200-сурет). Затты шексіздікке қарай алыстатса, кескін *F* фокустық нүктесіне жақындайды.



199-сурет. Сфералық беттің оптикалық центрінен әрірек орналасқан заттың кескіні





200-сурет. Дөңес айнадағы заттың кескіні



### Жауабы қандай?

1. Неліктен автокөліктердегі артқы көріністі беретін айна дөңес болып келеді?
2. Не себепті ойыс айнаны үлкейтетін шынының орнына пайдалануға болады?

### Бақылау сұрақтары

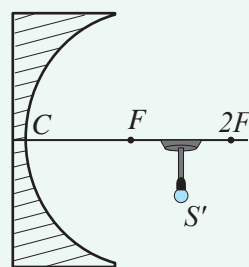
1. Қандай айналарды сфералық айналар деп атайды? Оларға тән нүктелер мен сызықтарды атаңдар.
2. Айнада дененің кескінін қалай салады?
3. Ойыс айналар кескіннің қандай түрлерін береді? Ал дөңес ше?



### Жаттығу

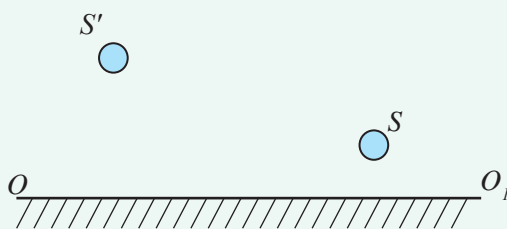
30

1. Өздерің таңдаған масштабта ойыс айнада фокустық қашықтығы 4 см болатын заттың кескінін салыңдар, денені 12 см қашықтыққа орналастырыңдар. 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 салыстырыңдар.
2. Сфералық айнада кескін салу арқылы заттың орнын анықтаңдар. Заттың кескіні 201-суретте көрсетілген. Ол үшін орындалатын әрекеттердің алгоритмін жасаңдар.



201-сурет. 30.2-жаттығуға арналған сурет

1. Сфералық айнаның 5 см болатын фокустық қашықтыққа қатысты қисықтық радиусын анықтаңдар.
2. 202-суретте дене  $S$ , оның кескіні  $S'$  және бас оптикалық ось берілген. Кескін салу арқылы сфералық айнаның төбесінің орнын және фокусын анықтаңдар.



202-сурет. 30.2-жаттығуға (үй жұмысы) арналған сурет

### Шығармашылық тапсырма

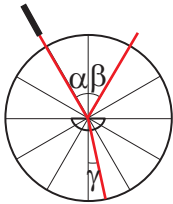
«Сфералық айналар өндірісі және олардың қолданылуы» тақырыбына хабарлама дайындаңдар.

## § 40. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Жарықтың толық ішкі шағылуы

### Күтілетін нәтиже

Параграфты 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 тығыз ортадағы сыну бұрышы түсу 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 бекітеміз. Сонда шағылған сәуледен басқа, шыны пластинадан өткен сәуле пайда болады. *Басқа ортаға өткен сәулені сынған сәуле деп атайды.* Сәуленің таралу бағыты өзгерді. Сәуле өткен орта оптикалық жағынан неғұрлым тығыз болған сайын, перпендикуляр мен сынған сәуле арасындағы бұрыш кішірейеді (203-сурет).

*Сыну бұрышы – сынған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.*

Тәжірибе арқылы жарықтың сыну заңы анықталды: *әртүрлі екі ортадағы жарықтың таралу жылдамдықтарының қатынасы түсу және сыну бұрыштарының синустарының қатынасына тең болады:*

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

мұндағы  $v_1$  – бірінші ортадағы (біздің тәжірибеміз үшін, ауадағы) жарық жылдамдығы,  $v_2$  – екінші ортадағы (шыныдағы) жарық жылдамдығы,  $\alpha$  – сәуленің түсу бұрышы,  $\gamma$  – сыну бұрышы.

Вакуумнан қандай да бір мөлдір ортаға өткенде жарықтың жылдамдығы азаяды.

**Вакуумнан мөлдір ортаға өткен кезде жарық жылдамдығының қанша есе кемігенін көрсететін шаманы *ортаның абсолют сыну көрсеткіші* деп атайды.**

Абсолют сыну көрсеткішін  $n$  әрпімен белгілейді. 2-қосымшадағы 17-кестеде кейбір заттардың абсолют сыну көрсеткіштері берілген.

### Өз тәжірибең

Оптикадан зертханалық кешенді пайдаланып, анықтаңдар:

- ауа-шыны ортасының шекарасына түсетін сәуле өзінің бағытын қалай өзгертеді?
- сәуле шыны-ауа ортасының екінші шекарасынан қалай өтеді?
- сәуленің өтуі мөлдір дененің пішініне тәуелді бола ма? (жартылай цилиндр пішінді пластина мен жазық параллель пластинаны зерттеңдер)

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 сыну көрсеткіші:  $n = 1,33$ . Демек, суда жарықтың таралу жылдамдығы 1,33 есе кемиді:

$$v = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}}{1,33} = 2,25 \cdot 10^8 \frac{m}{c}.$$

Жарықтың сыну заңының формуласындағы жылдамдықтың қатынасын сыну көрсеткішінің қатынасымен алмастыруға болады:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{n_1} \cdot \frac{n_2}{c} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Ендеше:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

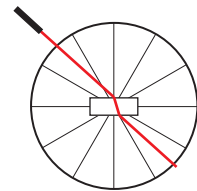
Жоғарыдағы формулаларды есепке ала отырып, сыну заңын тұжырымдайық:

**Түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады. Түсу бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы екі орта үшін тұрақты шама болып табылады.**

## II Жазық параллель пластиналар мен призмалардағы жарықтың сынуы

Жазық параллель пластиналар мен түрлі пішіндегі призмалар арқылы жарықтың өтуі ерекше назар аудартады. Оптикалық дискіні пайдалана отырып, осы аспаптардағы сәулелердің жолын қарастырайық. *Бетінде сәуленің екі рет сынуының 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, а) сурет).

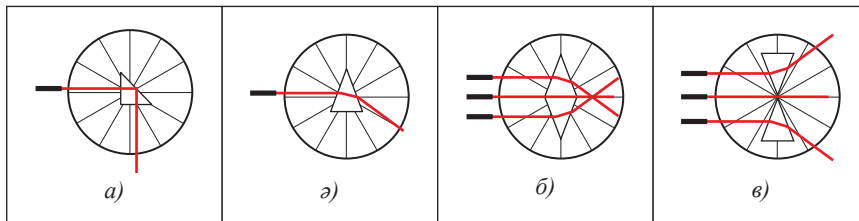


204-сурет. Жазық параллель пластинадағы сәулелердің жылжуы



### Жауабы қандай?

Жазық параллель пластинадан өткен сәуле неліктен түскен сәулеге қатысты жылжып, өзінің таралу бағытын қайта қалпына келтіреді?

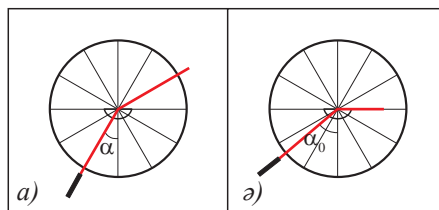


205-сурет. Призмаларды қолдана отырып, сәулелердің таралу бағытын өзгерту

Призманың бір бүйіріне түсетін сәуле екі рет сынып, призманың табанына қарай ауытқиды (205, а) сурет). Табандары жалғасқан екі үшқырлы призма жарықтың параллель сәулелерін бір нүктеге жинайды (205, б) сурет). Төбелері жалғасқан осы призмалар параллель сәулелерді таратады (205, в) сурет). Призмаларды қолдана отырып, сәулелердің таралу бағытын өзгертуге, оларды жинақтауға немесе таратуға болады.

### III Жарықтың толық шағылуы

Тығыздығы көп оптикалық ортадан тығыздығы аз ортаға бағытталған жарық сәулесін қарастырып көрейік. Жарық сәулесін сол пластинаға, бірақ теріс жағынан бағыттап, тәжірибе жүргізейік (206, а) сурет). Сәуле шыны шеңбердің радиусымен екі ортаның (шыны – ауа) шекарасына дейін өтеді. Сәуле шыны–ауа шекарасынан өткен кезде, сыну бұрышы ұлғаяды. Түсу бұрышының ұлғаюы кезінде сынған сәуле екі ортаның шекарасында сырғанайтын кез болады (206, б) сурет). Түсу бұрышының одан ары ұлғаюы сынған сәуленің жоғалып, тек шағылған сәуленің ғана қалуына әкеліп соғады.



206-сурет. Шағылудың шектік бұрышы

**Сыну бұрышы  $90^\circ$ -қа тең болған кездегі түсу бұрышын толық шағылудың шектік бұрышы деп атайды  $\alpha_0$ .**

Жарықтың тығыздығы көп ортадан тығыздығы аз ортаға өткен кездегі сынған сәуленің жоғалу құбылысын жарықтың толық шағылуы деп атайды.

Аталған құбылыс талшықты оптикада жарықжолмен жарық энергиясын беру, бұрқақтарды жарықтандыру үшін және оптоалшықтан жасалған шамдарда қолданылады (208-сурет).

Табиғатта толық ішкі шағылу құбылысы атмосферадағы ауа қабаттарында жылу таралу біркелкі болмағандықтан, су бетінде, шөл далада сағымның пайда болуына әкеледі (209-сурет).

### Өз тәжірибең

«Оптика» зертханалық кешенінен пішіні жартылай цилиндрлі болып келетін пластинаны пайдаланып, екі ортаның шекарасынан өткенде жарық сәулесі өзінің бағытын қалай өзгертетінін; сынған сәуле қандай шарттарда жоғалатынын анықтаңдар.

### Жауабы қандай?

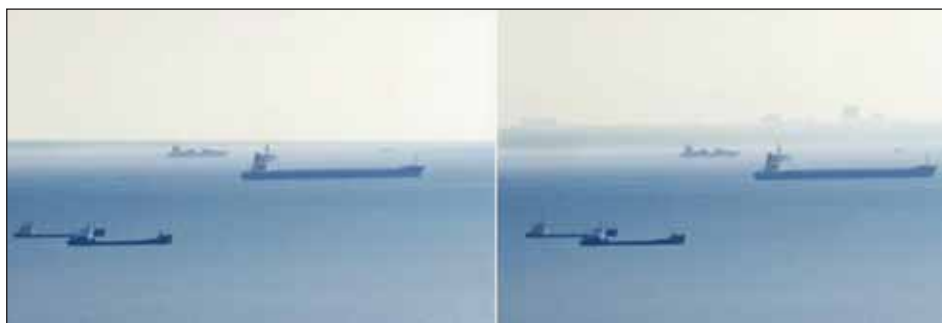
Неліктен ыстық күндерде асфальт төселген жолдарда «шалшықтарды» көруге болады (207-сурет)?



207-сурет. Тасжолдағы сағым



208-сурет. Оптоалшықтан жасалған үстел шамы



а) Шынайы көрініс

ә) Елес қаланың көрінуі

209-сурет. Теңіз жағасындағы елес қала, Қытай, 2011ж.

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Сынған сәуле мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш  $90^\circ$ -қа тең. Сыну көрсеткіші  $n = 1,6$  болса, сәуленің шыны бетіне түсу бұрышы неге тең?

**Берілгені:**

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 1,6$$

$$\phi = 90^\circ$$

$\alpha - ?$

**Шешуі:**

Сәуленің жолын бейнелейік:

Сыну заңы 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:

$$\gamma = 180^\circ - (90^\circ + \beta) \quad (2).$$

Түсу 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:

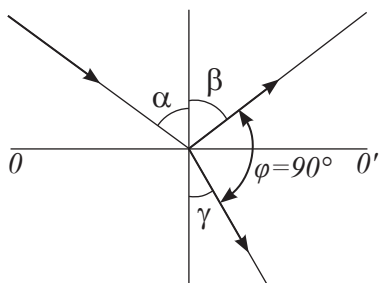
$$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha \quad (5).$$

(5) қатынасты (4) формулаға енгізейік:  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = n_2$ , есептің

шартын  $n_1 = 1$  ескере отырып,  $\operatorname{tg} \alpha = n_2$  екенін табамыз.

$$\text{Есептейміз: } \operatorname{tg} \alpha = 1,6; \quad \alpha = 58^\circ.$$

**Жауабы:**  $\alpha = 58^\circ$ .



### Тапсырма

Жарықтың сыну құбылысын пайдалануға екі мысал келтіріңдер.

## Бақылау сұрақтары

1. Жарықтың сыну заңын тұжырымдаңдар.
2. Сыну көрсеткіші белгілі мөлдір 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 сүңгуірге күн сәулелері су бетіне қатысты  $60^\circ$  бұрышпен түсіп тұрғандай 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 салыңдар, неге ауа–су шекарасында қасықтың сыну құбылысы байқалады?

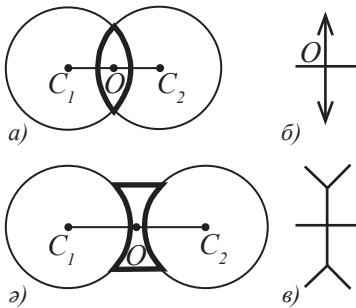


## § 41. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы, линзадағы кескін

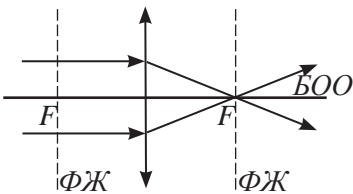
### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

- жұқа линзада сәулелер жолын салуды үйренесіңдер және алынған кескінді сипаттай аласыңдар;
- жұқа линза формуласын есептер шығаруда пайдалана аласыңдар;
- линзаның сызықтық 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 сызықтары, нүктелері мен жазықтықтары

Сәулелер жолын басқаруға ыңғайлы оптикалық аспап – линза.

**Линза – екі жағы сфералық немесе жазық және сфералық сындырғыш беттермен шектелген мөлдір дене.**

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 центрі.

Сфералық беттердің  $C_1$  және  $C_2$  центрлері арқылы өтетін түзуді линзаның *бас оптикалық осі* – БОО деп атайды.

$O$  нүктесі – *линзаның оптикалық центрі*, ол линзаның бас оптикалық осінің линзаның жазықтығымен қиылысу нүктесі болып табылады.

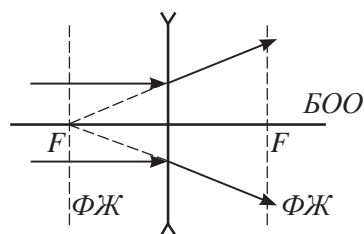
Линзаның бас оптикалық осіндегі екі нүкте – *линзаның фокустары*.

**Линзаның фокусы – бас оптикалық оське параллель сәулелер сынғаннан кейін жинақталатын нүкте.**

Дөңес линзаға бас оське параллель түсетін сәулелер линзаның артқы фокусы 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.



212-сурет. Шашыратқыш линзалардың фокустық жазықтықтары мен фокустары

## II Линзаның оптикалық күші

Дөңес линзалар сәулелерді күштірек сындырады. Линзаның фокусы оптикалық центрге жақындайды, сол себепті бұндай линзаларды қысқафокусты деп атайды. Олар оптикалық жағынан анағұрлым күштірек.

**Линзаның оптикалық күші – линзаның жарықты сындыру қасиетін сипаттайтын физикалық шама.**

Оптикалық күштің линзаның фокустық қашықтығымен байланысы:

$$D = \frac{1}{F}.$$

мұндағы  $D$  – линзаның оптикалық күші,  $F$  – линзаның центрінен оның фокусына дейінгі қашықтық.

Оптикалық күштің өлшем бірлігін *диоптрия (дптр)* деп атайды.

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}} = \text{м}^{-1}.$$

*Шашыратқыш линзаның оптикалық күші теріс.*

Бір-бірімен тығыз орналасқан линза жүйесінің оптикалық күші әр линзаның оптикалық күшінің қосындысымен анықталады.

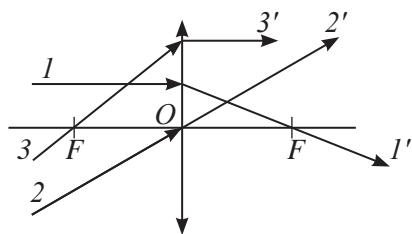
$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n,$$

мұндағы  $n$  – жүйедегі линза саны.

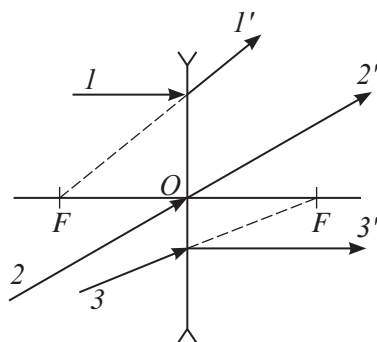
## III Линзалардағы сәулелердің жолы

Линза беретін кескін құрылымын бейнелеу үшін, онда сәулелердің қалай сынатынын білу керек. Сәулелердің бағытына және олардың линзаға түсу нүктесіне 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 алдыңғы 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 линзадағы 3-сәуленің жалғасы артқы фокус арқылы өтеді (214-сурет).



213-сурет. Жинағыш линзалардағы сәулелердің жолы



214-сурет. Шашыратқыш линзалардағы сәулелердің жолы

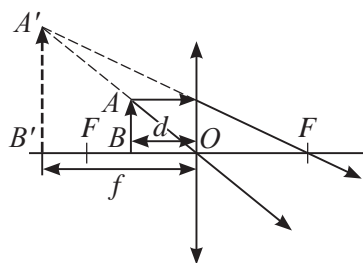
#### IV Дөңес жинағыш линзаның кескінін салу

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:

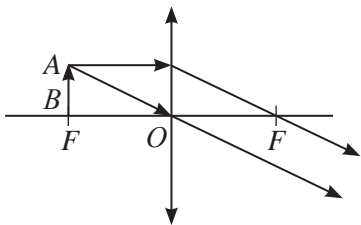
1.  $d < F$ , мұндағы  $F$  – линзаның фокустық қашықтығы.  $AB$  заты оптикалық центр  $O$  мен линза фокусының  $F$  ортасында тұр. Бас оптикалық оське параллель сәуле және оптикалық осьтің центрі арқылы өтетін сәуле жүргіземіз. Линзадан өткеннен кейін сәулелер қиылыспайды. Оларды қиылысқанға дейін қарсы бағытқа созып, заттың жоғарғы нүктесінің кескіні болатын  $A'$  нүктесін аламыз. Заттың қалған нүктелерінің кескіндері оське перпендикуляр сызықта орналасады. 215-суретте  $AB$  кесіндісі – зат,  $A'B'$  кесіндісі – заттың кескіні. Алынған кескін *жалған, тура, үлкейтілген, заттың арғы жағында, линзадан  $f$  қашықтыққа 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.



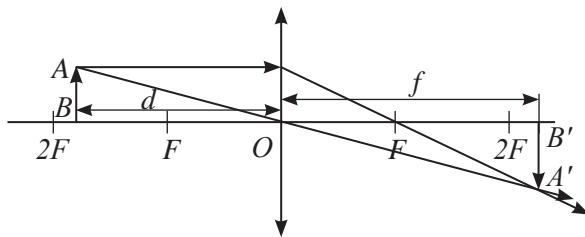
215-сурет. Оптикалық центр мен линзаның фокусының арасында орналасқан дененің жалған кескіні

Линза бұл жағдайда *шын, төңкерілген, үлкейтілген, линзаның басқа жағындағы  $2F$*

екі еселенген фокустық қашықтығынан артық  $f$  қашықтықта орналасқан (217-сурет). Бұндай кескін түрін проекциялық аппаратта қолданады.

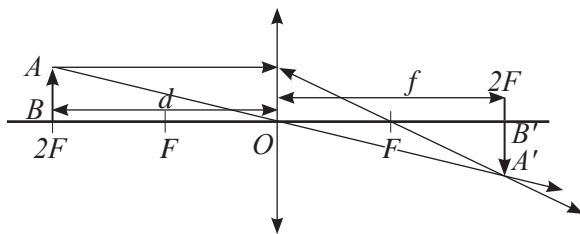


**216-сурет.**  
Линзаның фокусында орналасқан дененің кескіні жоқ



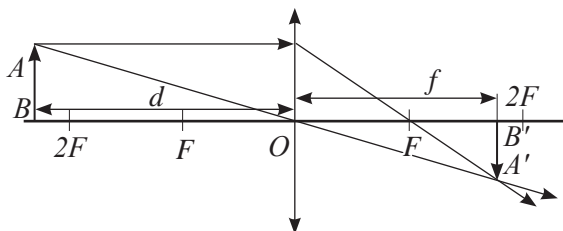
**217-сурет.** Линзаның екі еселенген фокусы мен фокустың арасына орналасқан заттың үлкейтілген шын кескіні

4.  $d = 2F$ . Зат линзадан екі еселенген фокустық қашықтыққа тең қашықтықта орналасқан. Сәулелердің линза арқылы өтуі нәтижесінде пайда болған кескіндер шын, төңкерілген, өлшемі дененің өлшемімен бірдей,  $f = 2F$  қашықтықта орналасқан (218-сурет).



**218-сурет.** Өлшемі линзаның екі еселенген фокусында орналасқан заттың өлшемімен бірдей шын кескін

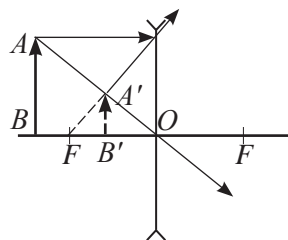
5.  $d > 2F$ . Зат линзадан екі еселенген фокустық қашықтықтан артық қашықтықта орналасқан. Бұл жағдайда кескіндер шын, төңкерілген, кішірейтілген,  $F$  фокустық қашықтығынан артық, бірақ  $2F$  қашықтығынан кем  $f$  қашықтығында орналасқан (219-сурет). Мұндай кескін түрі фотоаппараттарда алынады.



**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 тура, кішірейтілген, линзаның зат тұрған жағында, зат пен линзаның арасындағы кескін (220-сурет).



220-сурет. Шашыратқыш линзадағы заттың кішірейтілген жалған кескіні

## 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 линзаның формуласы деп атайды. Жұқа линза формуласын есептер шығару барысында есте ұстау керек: шашыратқыш линзаның фокустық қашықтығы мен жалған кескінге дейінгі қашықтық теріс мәнге ие.

## VII Линзаның 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 кескінінің 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).

### ? Жауабы қандай?

1. Неліктен шашыратқыш линза тек жалған кескін береді?
2. Неліктен ашық, шуақты күнде өсімдіктерді суғару ағаштардың жапырағына қауіпті?
3. Оптикалық күштері тең болатын біреуі жинағыш, біреуі шашыратқыш екі линзадан тұратын жүйе неге сәулелер жолын өзгертпейді?

### ↻ Тапсырма

215–220 суреттердің біреуін пайдаланып,

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

екенін дәлелдендер.

## ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІСІ

Линзаның оптикалық центрінен 4 см қашықтықта орналасқан, заттың 5 есе үлкейтілген жалған кескінін беретін жинағыш линзаның оптикалық күшін анықтаңдар.

**Берілгені:**

$$d = 4 \text{ см}$$

$$\Gamma = 5$$

$$D = ?$$

**ХБЖ**

$$0,04 \text{ м}$$

**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, жұқа линза формуласынан линзаның фокусын анықтаймыз:

$$f = \Gamma d \quad (2)$$

Кескінің жалған екенін ескереміз:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (3)$$

(3) формулаға (1) теңдеуді қоямыз:

$$D = \frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d} = \frac{1}{d} \left( 1 - \frac{1}{\Gamma} \right) = \frac{\Gamma - 1}{\Gamma d}.$$

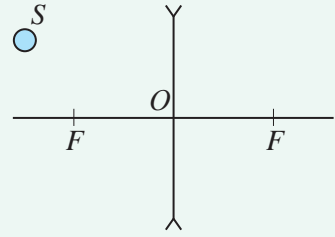
$$D = \frac{5 - 1}{5 \cdot 0,04} = 20 \text{ дптр}.$$

**Жауабы:**  $D = 20 \text{ дптр}$ .

## Бақылау сұрақтары

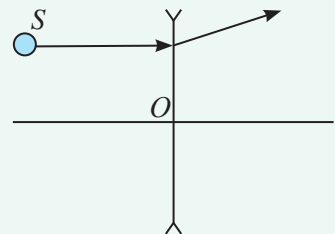
1. Линзаның қандай түрлерін білесіңдер?
2. Линзаның бас оптикалық осі дегеніміз не? Линза фокусы деген не?
3. Линзаның оптикалық күші дегеніміз не? Ол қалай анықталады?
4. Линзада кескінді қалай саламыз?
5. Денені линзадан алып тастаған кезде оның кескіні қандай өзгеріске ұшырайды?
6. Линзаның фокустық қашықтығы мен линзадан кескінге дейінгі арақашықтық қандай жағдайларда теріс мәндерге ие болады?
7. Жұқа линза формуласы қандай шамаларды байланыстырады?
8. Линзаның ұлғаюын қалай анықтайды?

1. Жинағыш линзаның оптикалық күші  $+ 1,5$  дптр, ал шашыратқыш линзаның оптикалық күші  $- 2$  дптр. Линзалардың фокустық қашықтығын анықтаңдар.
2. Балауыз жинағыш линзадан  $12,5$  см қашықтықта орналасқан, оның оптикалық күші  $10$  дптр. Кескін линзадан қандай қашықтықта алынады және ол қандай болады? Сәулелерді салу арқылы кескін алыңдар.
3. Қажетті салуларды жасап, жарқырайтын  $S$  нүктесінің шашыратқыш линзадағы кескінінің орнын табыңдар (221-сурет), мұндағы  $F$  – линзаның фокустық қашықтығы.



221-сурет. 32.3-жаттығуға арналған сурет

1. Фокустары  $10$  см және  $20$  см болатын екі жинағыш линзадан және оптикалық күші  $D = - 3$  дптр болатын шашыратқыш линзадан тұратын линзалар жүйесінің оптикалық күшін анықтаңдар.
2. Фокустық қашықтығы  $20$  см болатын линзаның көмегімен экранда линзадан  $1$  м қашықтықта орналасқан заттың кескіні алынған. Зат линзадан қандай қашықтықта орналасқан? Оның кескіні қандай болады?
3. 222-суретте шашыратқыш линзаға түскен жарық сәулесінің жолы көрсетілген. Қажетті салуды жасап, линзаның алдыңғы фокусының орнын және  $S$  жарқырайтын нүкте кескінінің орнын анықтаңдар. Бұл шын кескін бе әлде жалған кескін бе?



222-сурет. 32.3-жаттығуға (үй тапсырмасы) арналған сурет

### Эксперименттік тапсырма

Жинағыш линзаның шашыратқыш линзадан айырмашылығын көрсетудің бірнеше әдісін ұсыныңдар. Ұсынған әдістеріңді 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 аласыңдар;
- көздің оптикалық жүйесінің үш типін атай аласыңдар;
- көздің жақыннан көргіштігін және алыстан көргіштігін түзетуді сипаттай аласыңдар.



### Жауабы қандай?

1. Қозғалып бара жатқан көлікте кітап оқу неліктен зиян?
2. Неліктен жүйелі түрде көзге көз жаттығуларын жасап отыру қажет?
3. Компьютерде жұмыс істеу уақытын неліктен шектейді?



### Бұл қызық!

Адамдар ақпараттың 80–90%-ын көру жүйесі арқылы қабылдайды.

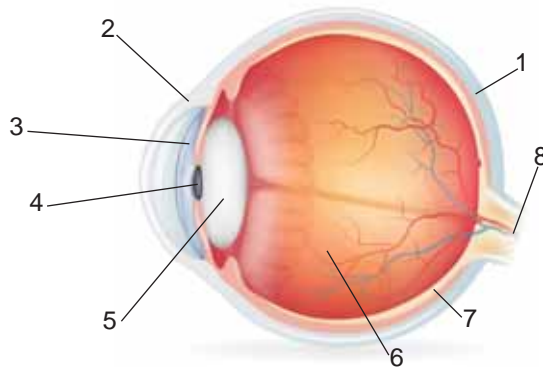


### Тапсырма

Адамның көзіндегі сәулелер жолын бейнелеңдер. 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 склера (1) деп аталатын тығыз қабықпен қорғалған. Склераның алдыңғы бөлігі – қасаң қабық (2) мөлдір болады. Қасаң қабықтың артқы жағында нұрлы қабық орналасқан (3). Нұрлы қабықта қарашық деп аталатын саңылау бар (4), ол өзінің диаметрін жарыққа байланысты өзгерте алады. Қарашықтың артқы жағында линзаға ұқсас көз бұршағы орналасқан (5). Ол склераға жабысып тұратын бұлшық еттермен қоршалған. Көз бұршағының артқы жағында шыны тәрізді дене – көз алмасы орналасқан (6). Склераның артқы бөлігі – көз түбін торқабық жауып жатыр (7), ол көру жүйесіне жалғасқан (8). Көзге түскен жарық қасаң қабықта, көз бұршағында және шыны тәрізді денеде сынады. Көріп тұрған дененің кескіні торқабықта – «экранда» шын, кішірейтілген, төңкерілген түрде пайда болады. Біздің көзіміз миға көру ақпаратын беріп отырады. Біз қоршаған ортаны мида жүріп жатқан процестерге байланысты қабылдаймыз.



223-сурет. Көздің құрылысы

Көз бұршағының қисықтығы өзгеріп отырады. Ол жақын тұрған затқа қарағанда үлкейеді, ал алыс тұрған затқа қарағанда кішірейеді. Көздің бұндай 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 білдіреді. Егер көздің оптикалық жүйесі қоршаған әлемді көздің торқабығында проекциялауға қабілетті болса, онда көру мүшелері қалыпты жұмыс істей алады. Торқабық кескінді қабылдап, оны миға жібереді.

*Жақыннан көргіштік* кезінде жақын тұрған заттар ғана көздің торқабығында проекцияланады, ал алыс тұрғандар оның алдыңғы жағында проекцияланады да, бұлдырап көрінеді. Сәуленің 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 кию керек.

Көзілдірік көздің оптикалық жүйесін өзгертпейді, ол тек сәулелердің жолын түзеп, денені анық көруге мүмкіндік береді.

## III Жұмысқа көзілдірікті дұрыс таңдау

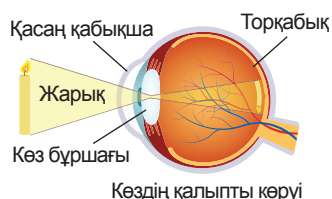
Адамға көздегі сәулелер жолын түзету үшін қажетті көзілдіріктің оптикалық күшін анықтайық. Алыстан көретін адамның жақсы көру қашықтығы 25 см-ден артық, ал жақыннан көретін адамның жақсы көру қашықтығы 25 см-ден кем болады. Көзілдірік көру қабілеті қалыпты адамның жақсы көру қашықтығында кескін беруі 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:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d}.$$

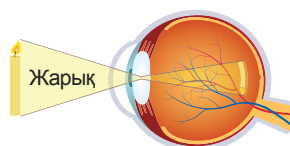
мұндағы  $d_0 = 0,25$  м,  $d$  алыстан және жақыннан жақсы көру қашықтығы.

### ✓ Есте сақтаңдар!

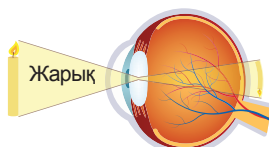
Қалыпты көз үшін көру қашықтығы – 25 см.



Көздің қалыпты көруі



Жақыннан көргіштік



Алыстан көргіштік

224-сурет. Көздің оптикалық жүйесінің түрлері

#### 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 оське 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 тәжірибең

Өз көздеріңнің қай типке жататынын анықтаңдар. Оқулықты көздеріңе күш салмай мәтінді көре алатындай қашықтыққа қойыңдар. Көздеріңнен оқулыққа дейінгі арақашықтықты өлшеңдер. Егер нәтижесі 25 см-ден өзгеше болса, онда сендерге жұмыс істеуге қажетті линзаның оптикалық күшін анықтаңдар. Көзілдіріктеріңдегі 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 кезде 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 бәсеңдеп, 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:**

$$d_0 = 0,25 \text{ м}$$

$$d = 1 \text{ м}$$

$$D = ?$$

**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:**  $D = 3 \text{ дптр}$ .



#### Жауабы қандай?

1. Орнын ауыстырып тұратын дененің кескіні қалыпты көздің торқабығында неліктен әрқашан анық болады?
2. Алыстан көргіштікті жою үшін неліктен жинағыш линзаны пайдаланады?
3. Жақыннан көргіштікті жою үшін неліктен шашыратқыш линзаны пайдаланады?
4. Неліктен қараңғыда көздің қарашығы ұлғаяды?
5. Не себепті мерген бір көзін қысып көздейді?
6. Неліктен қоян басын бұрмай-ақ, артында не болып жатқанын көре алады?

### Бақылау сұрақтары

1. Адам көзінің құрылысы қандай?
2. Адам қалай көреді?
3. Көздің оптикалық жүйесінің қандай түрлері бар?
4. Екі көзбен көрудің қандай артықшылығы бар?
5. Көздің «кескіннің анық болуын баптау» қабілеті қалай аталады?

### Эксперименттік тапсырма

1. Қолдарыңа ұшы өткірленген бір-бір қарындаштан ұстаңдар. Бір көздеріңді жұмып, бір қарындаштың ұшын екінші қарындаштың ұшына тигізіңдер. Осы тәжірибені бірнеше рет қайталаңдар. Тәжірибені көздеріңді ашып қайталап жасап көріңдер. Екі көзбен көру артықшылығын бағалаңдар.
2. Интернет желісінен алынған материалдарды пайдаланып, шашыратқыш линзаның оптикалық күшін анықтау бойынша ұсыныстар жасаңдар.

### Шығармашылық тапсырма

1. Көздің қалыпты көргіштігін сақтау туралы жадынама жазыңдар.
2. Көзге арналған бірнеше жаттығу ойлап табыңдар, оны сыныптастарыңмен бірге жасаңдар.

## § 43. Оптикалық аспаптар

### Күтілетін нәтиже

Параграфты оқып сендер:

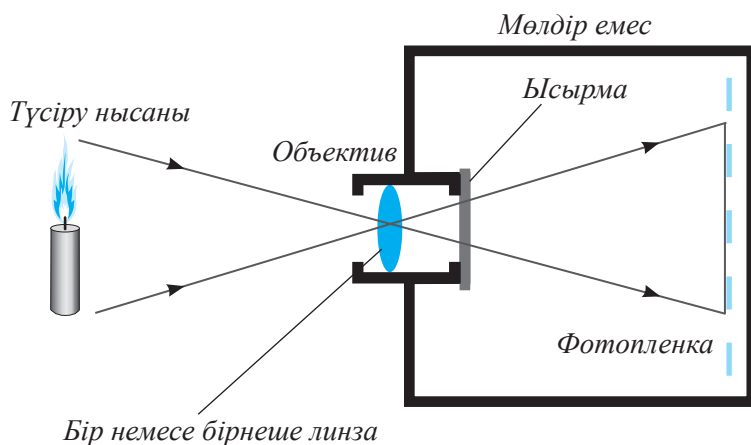
- *оптикалық аспаптар: фотоаппарат, проекциялық аппарат, лупа, микроскоп, телескоптың құрылысы мен жұмыс істеу принципін түсіндіре аласыңдар:*
- *қарапайым телескоп-рефракторды құрастыра аласыңдар.*

Линзалардың, жазық және сфералық айнарлардың қасиеттері түрлі оптикалық аспаптарда қолданылады. Кейбір оптикалық аспаптардың құрылысын қарастырып көрейік.

### I Фотоаппарат

*Фотоаппарат – фотоленкалар 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 –

фотоэмульсия жағылған жұқа мөлдір пластик жолағы. Эмульсияның химиялық құрамының жарықсезгіштік қасиеті бар. Фотоленканың қасиеттері жарықтану дәрежесіне қарай өзгереді. Онда жасырын кескін пайда болады, ол химиялық реакциялар нәтижесінде көрінетін кескінге айналады. Суретке түсіру кезінде фотоленкадағы кескін төңкерілген түрде болады (225-сурет).



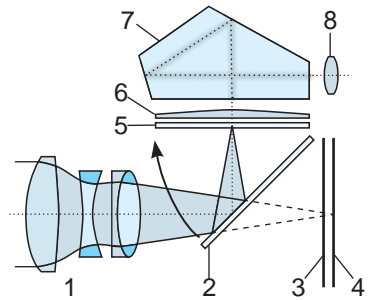
225-сурет. Пленкалы фотоаппарат құрылымының сұлбасы

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, күңгірт линзадан (6) призмаға (7) өтеді. Призма кескінді төңкереді, түріздегіштің окулярынан (8) біз нысанның тура 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.* Мөлдір нысандарды проекциялауды (диафильмдерді, диапозитивтерді) *дианпроекция деп*, мөлдір емес нысандарды (суреттер, фотосуреттер) проекциялауды – *этипроекция деп* атайды. 227-суретте *дианпроекцияға* арналған проекциялық аппарат құрылысының 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.

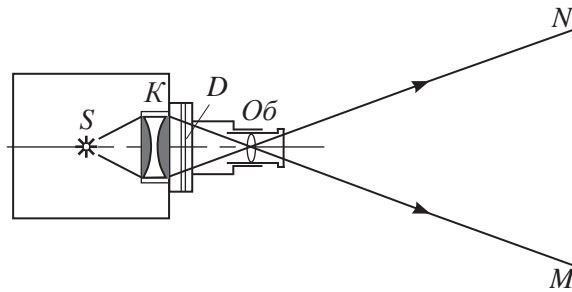


226-сурет. Сандық фотоаппарат құрылысының сұлбасы



### Тапсырма

1. Көз бен фотоаппараттың оптикалық жүйелерін салыстырыңдар.
2. Проекциялық аппарат пен фотоаппараттың сәулелер жүрістерін салыстырыңдар. Олардың ұқсастықтары мен айырмашылықтары неде?



227-сурет. Проекциялық аппараттың құрылысының сұлбасы

Заманауи проекциялық аппараттар құрылысы мен көлемі жағынан әртүрлі. Texas Instruments (TI) компаниясының мамандары енгізген «пикопроекторлар» термині *мобильді құрылғыларда қолдануға болатын шағын проекциялық құрылғылар* дегенді білдіреді (228-сурет). Проекциялық аппараттар еш қиындықсыз 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, тұрмыста, медицинада және косметологияда қолдануға болады. Мысалы, үстел үстіне қойылатын лупаны сағат жөндеушілер де, зергерлер де, зерттеушілер де қолданады. Ол дерматология мен ЛОР ауруларын тура 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 бақылаушының көзіне жақын, тубуста (3) орналасқан. Окуляр қозғалмалы ұстатқыштың (4) ұшына бекітілген, ол қажет кезде тубусты ұзартуға мүмкіндік береді. Микроскоптың жалпы ұлғайтуы объектив пен окулярдың ұлғайтуларының 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 салыңдар.



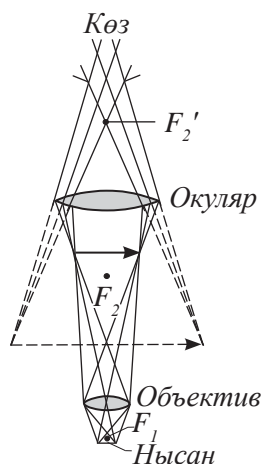
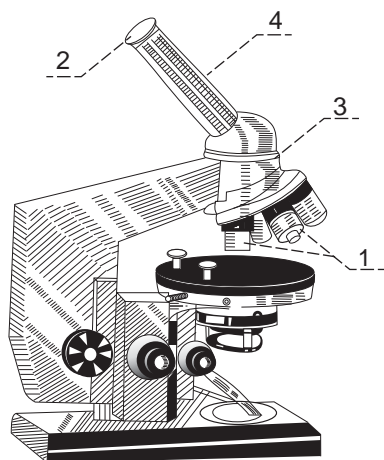
#### Жауабы қандай?

1. Лупа қандай линза болып табылады?
2. Жинағыш линзаны 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).



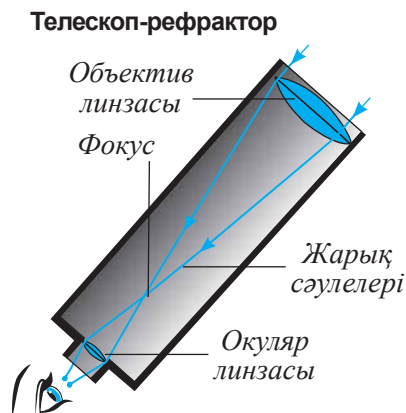
230-сурет. Микроскоп, микроскоптағы сәулелер жолы

## V Телескоп

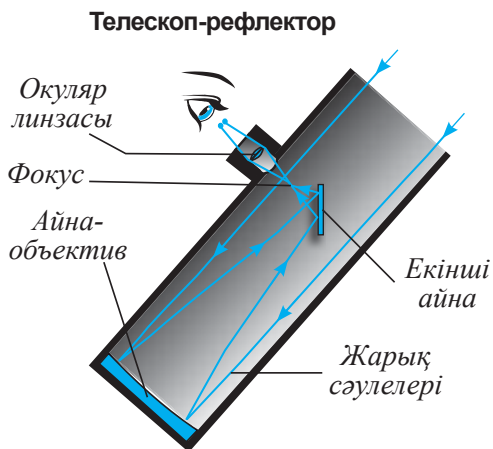
Телескоп – аспан денелерін үлкейтіп көрсетуге арналған оптикалық жүйе. Телескоптар линзалық – рефракторлар (231-сурет) және айналық – рефлекторлар (232-сурет) болып бөлінеді.

Телескоптар қолдануға және тасымалдауға ыңғайлы: 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 төңірегінде түрлі түсті ореолдардың пайда болуы. Бұл құбылыс *хроматикалық абберрация* деп аталады. Бұл кемшілікті жою үшін қосымша линзалар қолдану керек.

Айналық телескоп-рефлекторлар жарық шоғырын сфералық немесе парабодалық пішіндегі дөңес айнаның көмегімен жинайды. Айна фокустаған сәулелер жазық айдан шағылып, окулярға бағытталады.



231-сурет. Телескоп-рефрактор



232-сурет. Телескоп-рефлектор





### Бұл қызық!

Қарапайым линзалық телескоптың алғашқы сызбалары 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 күшті хроматикалық aberрациясы 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 түтік-дүрбінің құрылысы мен қызметін зерттеп, Интернет желісінің материалдары бойынша дүрбі жасаңдар.



233-сурет. Дүрбі

## VII тараудың қорытындысы

Геометриялық оптика заңдары	Жұқа линзаның негізгі сипаттамалары
<p>Шағылу заңы:  <math>\angle \alpha = \angle \beta</math></p> <p>Сыну заңы:  <math>\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}</math></p> <p><math>\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}</math></p> <p>Абсолют сыну көрсеткіші  <math>n = \frac{c}{v}</math></p>	<p>Линзаның оптикалық күші:  <math>D = \frac{1}{F}</math></p> <p>Линзалар жүйесінің оптикалық күші:  <math>D = D_1 + D_2 + \dots + D_n</math></p> <p>Жұқа линза формуласы:  <math>\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}</math></p> <p>Сызықтық ұлғаю:  <math>\Gamma = \frac{H}{h}; \quad \Gamma = \frac{f}{d}</math></p>

### Геометриялық оптика заңдары:

**Жарықтың түзу сызықты таралу заңы.** Біртекті мөлдір ортада жарық түзу сызық бойымен таралады.

**Шағылу заңы.** Түскен сәуле, шағылған сәуле және сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады. Сәуленің түсу бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$ .

**Сыну заңы.** Түсу бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы екі орта үшін тұрақты шама болып табылады. Түскен сәуле, сынған сәуле және сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың бойында жатады.

### Глоссарий

**Сәуле** – бойымен жарық тарайтын сызық.

**Геометриялық оптика** – жарық сәулесі туралы білім негізінде мөлдір орталардағы жарық энергиясының таралу заңын зерттейтін оптика бөлімі.

**Абсолют сыну көрсеткіші** – вакуумнан мөлдір ортаға өткен кезде жарық жылдамдығының қанша есе кемитінін көрсететін шама.

**Түсу бұрышы** – түскен сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

**Шағылу бұрышы** – шағылған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

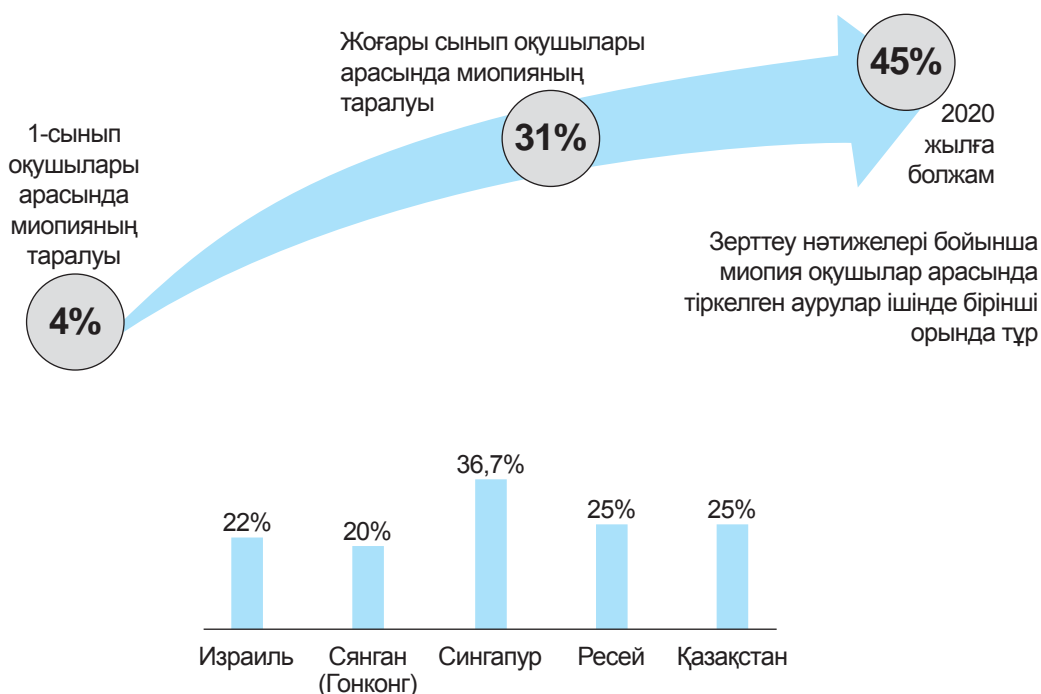
**Толық шағылудың шектік бұрышы** – сыну бұрышы  $90^\circ$  болатын түсу бұрышы.

**Линзаның оптикалық күші** – линзаның сындыру қасиетін сипаттайтын физикалық шама.

**Сыну бұрышы** – сынған сәуле мен екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр арасындағы бұрыш.

### Көз – 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 түсуі, 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 ұсыныңдар.

**2-тапсырма.** Сұраққа жауап беріңдер: 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 жұлдыздарымен қатар жарығы әлсіз жұлдыздарды да бақылай алады.

**1-сұрақ.** Неліктен ауылды жерлерде үлкен қалаларға қарағанда көбірек жұлдыз көруге болады?

- A. Қалаларда Ай жарық, ол көптеген жұлдыздардың жарығын жауып тастайды.
- B. Ауылды жерлердегі ауа құрамында қалаға қарағанда жарықты шағылдыратын көптеген шаң бөлшектері бар.
- C. Қаланың жарық шамдарының әсерінен көптеген жұлдыздарды көру мүмкін емес.
- D. Көліктерден және үйлерден жылу бөліну нәтижесінде қаладағы ауа жылырақ.

**2-тапсырма.** Неліктен линзалары үлкен телескопты қолдану жарық емес жұлдыздарды бақылауға мүмкіндік береді?

- A. Линза қаншалықты үлкен болса, соншалықты көп жарық жинайды.
- B. Линза қаншалықты үлкен болса, ұлғайтуы да соншалықты күшті болады.
- C. Үлкен линзалар аспан кеңістігінің үлкен бөлігін көруге мүмкіндік береді.
- D. Үлкен линзалар жұлдыздардағы қою түстерді көруге мүмкіндік береді.

### 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.
- Сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш –**
  - Шағылу бұрышы.
  - Түсу 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 түсу 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 м/с жылдамдықпен жүріп бара жатыр. Ол өзінің кескініне қандай жылдамдықпен жақындайтынын анықтаңдар:**
  - 0,5 м/с.
  - 1 м/с.
  - 1,5 м/с.
  - 2 м/с.
- Сфералық ойыс айнаның көмегімен алынған заттың кескіні шын, үлкейтілген, төңкерілген. Зат қай жерде тұрғанын 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 анықтаңдар:**
- 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 сызық –**
- A) Сәуле.
  - B) Траектория.
  - C) Орын ауыстыру.
  - D) Түзу.
- 2. Сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр мен түскен сәуле арасындағы бұрыш –**
- A) Шағылу бұрышы.
  - B) Түсу бұрышы.
  - C) Сыну бұрышы.
  - D) Шағылудың шектік бұрышы.
- 3. Сыну бұрышы  $90^\circ$  болған кездегі түсу бұрышы –**
- A) Толық сынудың шектік бұрышы.
  - B) Толық шағылудың шектік бұрышы.
  - C) Максимал түсу бұрышы.
  - D) Минимал түсу 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 айна.

6. **Айнаның сфералық бетінің қисықтық радиусы 20 см. Айнаның фокустық қашықтығын анықтаңдар:**
- A) 40 см.
  - B) 20 см.
  - C) 10 см.
  - D) 5 см.
7. **Айнадан көретін кескініміз жалған, тура және кішірейтілген. Осындай кескінді қандай айна беретінін көрсетіңдер:**
- A) Жазық.
  - B) Дөңес.
  - C) Ойыс.
  - D) Ешқандай айна мұндай кескін бермейді.
8. **Линзаның оптикалық күші – 2 дптр-ге тең. Линзаның фокустық қашықтығын анықтаңдар, 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 көрсетіңдер:**
- A) Алыстан көргіштік, жинағыш.
  - B) Алыстан көргіштік, шашыратқыш.
  - C) Жақыннан көргіштік, жинағыш
  - D) Жақыннан көргіштік, шашыратқыш.



# 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 суық судың алған жылу мөлшерлерін салыстыру. Салыстырылып отырған шамалар жуық мәндер екендігіне көз жеткізу. Тәжірибенің нәтижесіне әсер ететін факторларды анықтау.

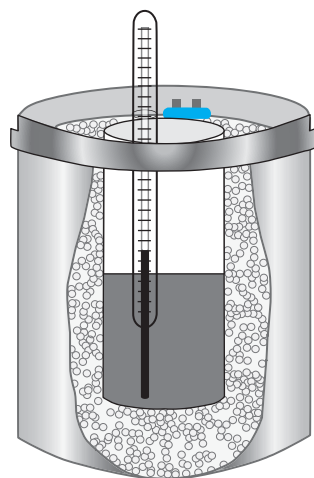
**Құрал-жабдықтар:** калориметр, ыстыққа төзімді шыныдан жасалған өлшеуіш цилиндр (мензурка), термометр, қайнатылған суға арналған ыдыс, ыстық суы бар шәйнек (бүкіл сыныпқа біреу), суық суы бар ыдыс.

#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Ыдыстағы суық судың  $t_1$  температурасын анықтап, нәтижесін кестеге енгізіндер:

Суық судың бастапқы температурасы	Ыстық судың бастапқы температурасы	Қоспа температурасы	Ыстық су массасы	Суық су массасы	Суық судың қабылдаған жылу мөлшері	Ыстық судың берген жылу мөлшері
$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$m_2, \text{кг}$	$m_1, \text{кг}$	$Q_1, \text{Дж}$	$Q_2, \text{Дж}$

2. Көлемі  $100 \text{ см}^3$  ыстық суды калориметрге құйындар.
3. Ыстық судың температурасын  $t_2$  анықтандар (1-сурет).
4. Калориметрге  $100 \text{ см}^3$  суық су құйып, алынған қоспаны термометрмен абайлап араластырып,  $t$  температурасын өлшендер.
5. Тығыздығын  $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  деп алып, суық су мен ыстық судың массаларын есептендер, алынған мәнді  $\text{кг}$ -ға ауыстырып, кестеге енгізіндер.



1-сурет. Калориметр

6. Суық судың алған жылу мөлшерін мына формула бойынша есептеңдер:

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

7. Ыстық судың берген жылу мөлшерін мына формула бойынша есептеңдер:

$$Q_2 = cm_2(t_2 - t).$$

8. Алынған  $Q_1$  мен  $Q_2$  мәндерін салыстырыңдар. Ыстық судың берген жылу мөлшері суық судың алған жылу мөлшерінен неліктен көп екендігін түсіндіріңдер.

9. Тәжірибенің 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, суы бар ыдыс.

#### Қысқаша теория.

Тұйық жүйедегі денелер жылу алмасқан кезде, қыздырылған дененің берген жылу мөлшері суық дененің алған жылу мөлшеріне тең болады.

Бұл жұмыста тұйық жүйе ретінде калориметрдің ішкі стақаны, су және мұз кесегі алынады. Стақан мен су салқындайды, мұз энергияны ала отырып ериді және қызады.

Калориметрдің стақаны салқындай 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 басталғанға дейінгі қоршаған ортаның ауа температурасы,  $t$  – жылу алмасудан кейінгі жүйе температурасы.

Су салқындай 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 теңдеуден 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 ортаның температурасы мен  $t_2$  су температурасын анықтаңдар. Нәтижелерін кестеге енгізіңдер:

Калориметрдің бастапқы температурасы $t_1, ^\circ\text{C}$	Су температурасы $t_2, ^\circ\text{C}$	Қоспа температурасы $t, ^\circ\text{C}$	Калориметр стақанының массасы $m_1, \text{кг}$	Су массасы $m_2, \text{кг}$	Мұз массасы $m_3, \text{кг}$

2. Таразыда калориметрдің ішкі стақанының массасын  $m_1$  анықтаңдар.
3. Калориметрге көлемі  $V_1 = 100 \text{ см}^3$  су құйыңдар. 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 есептеңдер, заттардың меншікті жылу сыйымдылығын  $c_1$  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 абсолют қателігін анықтаңдар:

$$\Delta\lambda = \left| \lambda_{\text{кесте}} - \lambda \right|.$$

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.

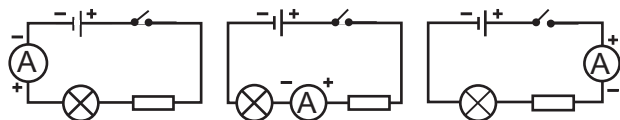
**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, шам, сым резистор, кілт, өткізгіш сымдар, амперметр, вольтметр.

*1-тапсырма. Ток күшін өлшеу.*

#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. 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

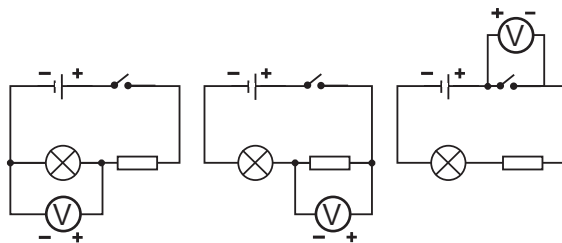
2. 2-суретте көрсетілген 1-сұлба бойынша тізбек құрастырыңдар. Кілтті тұйықтаңдар.  $I_1$  амперметрдің көрсеткішін алыңдар, нәтижесін кестеге енгізіңдер.
3. Тізбектегі амперметрдің күйін 2-суреттің 2 және 3-сұлбасына сәйкес өзгерте отырып, әр жағдай үшін  $I_2, I_3$  көрсеткішін жазып алыңдар.
4. Алынған нәтижелерді салыстырыңдар, қорытынды жасаңдар.

*2-тапсырма. Кернеуді өлшеу.*

#### Жұмысқа нұсқаулық:

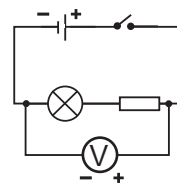
1. Вольтметрдің бөлік құнын анықтаңдар, алынған нәтижені кестеге енгізіңдер:

Вольтметрдің бөлік құны	Вольтметрдің көрсеткіші			
	$U_1, B$	$U_2, B$	$U_3, B$	$U, B$



3-сурет. Вольтметрдің қосу сұлбасы

- 3-суретте көрсетілген 1-сұлба бойынша тізбек жинаңдар.
- Тізбекті тұйықтап,  $U_1$  вольтметрдің көрсеткішін анықтандар, 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 бере 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 айтуға бола ма?



4-сурет. Екі аспаптан тұратын тізбек бөлігіне вольтметрді қосу

## № 4 зертханалық жұмыс

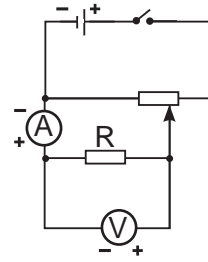
### Тізбек бөлігіндегі ток күшінің кернеуге тәуелділігін зерттеу

**Мақсаты:** металл өткізгіштерде ток күшінің кернеуге тура тәуелділігіне тәжірибе арқылы көз жеткізу. Тәжірибеден алынған мәліметтерді талдау және оларды қателіктерін ескере отырып жазу.

**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, кернеу бөлгіш, резистор, амперметр, вольтметр.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

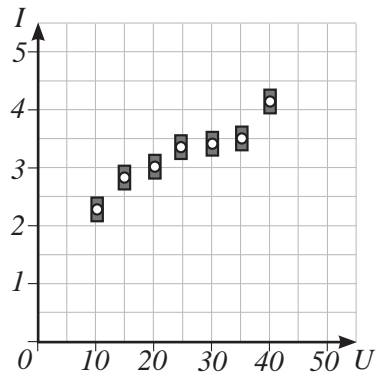
- 5-суретте көрсетілген сұлба бойынша электр тізбегін жинап, оны тұйықтандыр.
- Кернеу бөлгіштегі жылжымалы контактының күйін өзгерте отырып, вольтметрдің көрсеткішін және соған сәйкес амперметрдің көрсеткішін алыңдар, оларды кестеге енгізіңдер.
- Амперметр мен вольтметрдің бөлік құнын анықтап, нәтижесін кестеге енгізіңдер.
- Кестеге кернеу мен ток күшінің мәнін өлшеу қателігін ескере отырып жазыңдар. Өлшеу қателігін аспаптың бөлік құнының жартысына тең деп қабылдаңдар.



5-сурет. Тізбекке кернеу бөлгішті қосу

Тәжірибе №	Вольтметрмен өлшеу қателігі $\Delta U, B$	Кернеу $U, B$	Қателікті ескергендегі кернеу $U \pm \Delta U, B$	Амперметрмен өлшеу қателігі $\Delta I, A$	Ток күші $I, A$	Қателікті ескергендегі ток күші $I \pm \Delta I, A$
1						
2						
3						
4						
5						

- Алынған кернеу мен күштің мәні бойынша  $I(U)$  тәуелділік графигін салыңдар.
- Ток күшінің кернеуге тәуелділік графигін салу үшін кернеуді абцисса осімен, ал ток күшін ордината осі бойынша бағытандар. Кестеге енгізілген мәндерге сәйкес келетін нүктелерді белгілеңдер. Нүктелер айналасында қабырғалары әр шаманың қателіктерінің екі еселенген мәніне сәйкес келетін тікбұрыш салыңдар (6-сурет).
- Өлшенген шамалардың мәндер аймағынан өтетіндей немесе оны жанайтындай етіп график салыңдар.
- Сұрақтарға жауап беріңдер:
  - Сендер қандай тәуелділік графигін алдыңдар?
  - 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  $I = I_1 = I_2$ ;

$U = U_1 + U_2$ ;  $R = R_1 + R_2$ ;  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$  орындалатынын тексеру.

**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, екі амперметр, үш вольтметр.

#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. 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.

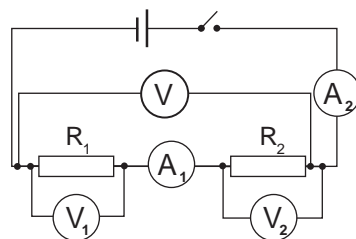
2. Өткізгіштерді тізбектей жалғау заңдарының орындалатынын тексеру:

$$I = I_1 = I_2; U = U_1 + U_2.$$

3. Ом заңының негізінде резисторлардың кедергілерін  $R_1$  мен  $R_2$  және олардың жалпы кедергісін  $R$  есептеңдер:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = \frac{U}{I_2}; R = \frac{U}{I}.$$

Есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.



7-сурет. Вольтметр және амперметрлерді тізбекке қосу сұлбасы

Өлшенді					Есептелді		
$U_1, В$	$U_2, В$	$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$

4. Алынған  $R$  мәнін кедергілер қосындысымен  $R_1 + R_2$  салыстырыңдар.

5. Кернеу мен кедергі арасында мына қатынастың орындалуын тексеріңдер:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

6. Есептеулер нәтижесі бойынша қорытынды жасаңдар.

## № 6 зертханалық жұмыс

### Өткізгіштерді параллель жалғауды зерттеу

**Жұмыстың мақсаты:** параллель жалғау заңдарының орындалатынын тексеру:

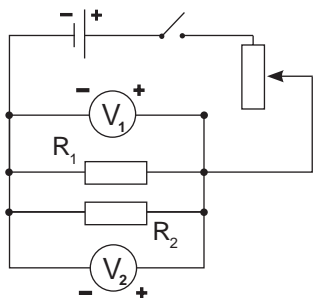
$$I = I_1 + I_2; U = U_1 = U_2; \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$



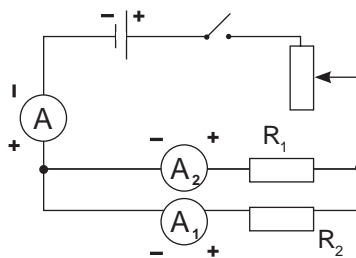
**Құрал-жабдықтар:** ток көзі, кілт, жалғағыш сымдар, үш амперметр, екі вольтметр.

**Жұмысқа нұсқаулық:**

- 8-суретте көрсетілген сұлба бойынша тізбек жинаңдар. Тізбекті тұйықтап, 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? Тексеріңдер.



8-сурет. Вольтметрлерді тізбек бөліктеріне қосу



9-сурет. Амперметрлерді тізбек бөліктеріне қосу

- Резисторлардың кедергісі мен олардың жалпы кедергісін Ом заңын пайдаланып табыңдар:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = \frac{U}{I_2}; R = \frac{U}{I}.$$

Есептеулер нәтижелерін кестеге жазыңдар.

Өлшенді					Есептелді		
$U_1, В$	$U_2, В$	$I, А$	$I_1, А$	$I_2, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R, Ом$

- Кедергінің есептелген мәндерін қойып, мына қатынастардың орындалуын тексеріңдер:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1},$$

- Есептеулер мен өлшеулер нәтижесі бойынша қорытынды жасаңдар.

## № 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, жалғағыш сымдар, тұғырлы шам, амперметр, вольтметр.

**1-тапсырма.** Шам қуатын анықтау

### Жұмысқа нұсқаулық:

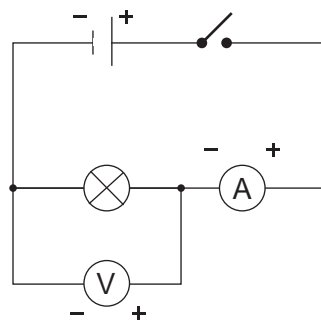
- 10-суретте көрсетілген сұлба бойынша электр тізбегін құрастырыңдар.
- Тізбекті тұйықтап, амперметрлердің және вольтметрлердің көрсеткіштерін алыңдар. Нәтижесін кестеге жазыңдар.

Тәжірибе нәтижесі			Номиналды мәндері		
$U, B$	$I, A$	$P, Bm$	$U_n, B$	$I_n, A$	$P_n, Bm$

- Шамның цоколіндегі (электр шамдарының патронмен жалғасатын бөлігі) ток күші мен кернеудің номиналды мәндерін кестеге жазыңдар.
- Ток күші мен кернеудің номиналды мәндері және тәжірибе нәтижесі бойынша қуаттың мәнін есептендер:

$$P = UI; P_n = U_n I_n.$$

- Қорытынды жасаңдар.



10-сурет. Амперметр мен вольтметрді қосу сұлбасы

**2-тапсырма.** Электр тогының жұмысы мен жұмсалған энергияның құнын анықтау

### Жұмысқа нұсқаулық:

- Ток жұмысын есептеу формуласын  $A = Pt$  пайдаланып, 1 сағат, 1 тәулік және 1 айдағы электр тогының жұмысын ХБЖ бірлігінде есептендер. Нәтижесін кестеге енгізіңдер.
- Алынған нәтижені кВт · сағ бойынша өрнектеңдер.

Уақыт	Жұмыс		Тариф Т, теңге	Құны Құн, теңге
	А, Дж	А, кВт · сағ		
1 сағат				
1 тәулік				
1 ай				

3. Электр энергиясының құнын қазіргі тариф бойынша есептеңдер.

$$C_m = A \cdot T$$

4. 40 шамнан тұратын мерекелік тізбектер (гирлянда) бір ай үздіксіз жұмыс істегенде кететін электр энергиясының құнын анықтаңдар.
5. Есептеулерді талдап, қорытынды жасаңдар.

## № 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 күш сызықтарын зерттеу. Күш сызықтары 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*

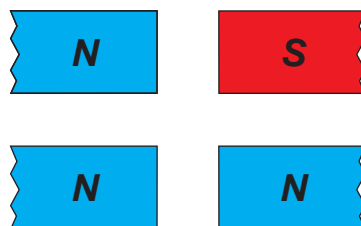
#### **Жұмысқа нұсқаулық:**

1. Металдан және басқа заттардан жасалған ұсақ бұйымдарды ақ қағаз бетіне шашыңдар.
2. Магнитті бұйымдарға жақындатыңдар. Өткізілген тәжірибе туралы есеп жасағанда қандай заттар магнитке тартылатынын, қандай заттар тартылмайтынын көрсетіңдер.
3. Қағазға темір үгінділерін себіңдер. Оларға магнитті жақындатыңдар, жолақ, содан кейін таға тәріздес магниттердің полюстерінің орналасуын анықтаңдар.
4. Магниттердің аттас полюстері тебілетініне, ал әр аттастар тартылатынына көз жеткізіңдер. Магнитті магнит тілшенің солтүстік полюсіне, содан кейін магниттің полюстерін өзгертпей, оңтүстік полюсіне жақындатыңдар.
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 жасаңдар. Магниттелген дененің магниттелмеген денеден айырмашылығы қандай? Темірді магниттеу үшін не істеу керек?

#### *2-тапсырма. Магнит өрістерінің бейнесін алу*

### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Жолақ магнитті үстелге қойып, бетін қағазбен жабыңдар. Елеуішті қораптан қағазға жұқа қабат етіп темір үгінділерін себіндер. Дәптерлеріңе алынған күш сызықтарының суретін салыңдар.
2. Екі жолақ магниттің аттас және әр аттас полюстерінің арасында туындаған өрістердің күш сызықтарын темір үгінділерінің көмегімен зерттеңдер (11-сурет). Суретте күш сызықтарын бейнелеңдер.
3. Таға тәріздес магниттен туындаған өрістің күш сызықтарын қарастырыңдар, суретте бейнелеңдер.
4. Өткізілген тәжірибелер бойынша қорытынды жасаңдар. Магнит өрісінің күш сызықтарының қандай қасиеттері бар?
5. Сыныптастарыңның орындаған жұмысын дескрипторлар бойынша бағаландар:



11-сурет. Жолақ магниттердің орналасуы

Бағалау критерийлері	Дескрипторлар
Экспериментті жүргізу техникасын және қауіпсіздік техникасын сақтау	Оқушылар 1. Экспериментті жұмыстың ретін сақтай отырып орындайды. 2. Темір үгінділерімен жұмыс істегенде қауіпсіздік техникасын сақтайды.
Алынған мәліметтерді талдау	3. Магнитке тартылатын және тартылмайтын 2–3 затты атайды. 4. Магниттердің полюстерін анықтайды және олардың өзара қалай әрекеттесетінін біледі. 5. Темірден жасалған денелердің магниттелу әдістерін біледі.
Магнит өрісі күш сызықтарының графикалық кескінін салу	6. Суретте магниттердің аттас және әр аттас полюстері арасындағы магнит өрісінің күш сызықтарының басы мен соңын көрсете алады. 7. Магнит полюстері арасындағы магнит өрісінің күш сызықтарын дұрыс бейнелейді. 8. Алынған кескіндерді талдау арқылы магнит өрісінің қасиеттерін атайды.
Экспериментті жүргізуге әсер ететін факторларды анықтау	9. Теорияға сәйкес келетін нәтижені алуға кедергі келтірген факторларды атайды.

## № 9 зертханалық жұмыс

### Электрмагнитті жинау және оның әрекетін тексеру

**Жұмыстың мақсаты:** электрмагнит әрекетінің электрмагнит 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 шарғы, магнит тілшелер, темір үгінділері, қағаз беті.

*1-тапсырма. Тогы бар шарғының магниттік қасиеттерінің өзекшеге тәуелділігін зерттеу*

#### **Жұмысқа нұсқаулық:**

1. Ток көзінен, кілттен, шарғы және реостаттан тізбектей жалғанған тізбек жинаңдар. Кілтті бекітіндер.
2. Магнит тілшенің көмегімен шарғының полюстерін анықтаңдар.
3. Магнит тілшені шарғы осімен тілше Жердің магнит сызықтары бойымен бағыттала бастайтындай арақашықтыққа апарыңдар. Шарғының магнит өрісінің тілшеге әсері өте аз.
4. Шарғыға өзекшені кіргізіндер. Өзекшесі бар шарғының магнит тілшеге әсерін бақылаңдар. Қорытынды жасаңдар.

*2-тапсырма. Электрмагнит әрекетінің шарғыдағы ток күшіне тәуелділігін зерттеу*

#### **Жұмысқа нұсқаулық:**

1. Қағаз бетіне темір үгінділерін себіндер.
2. Үгінділерге бір полюсімен электрмагнитті жақындатыңдар.
3. Реостат көмегімен шарғыдағы ток күшінің мәнін өзгертіндер.
4. Ток күші нөлдік мәнге дейін азайған кезде электрмагниттің үгінділерге әсерін бақылаңдар.
5. «Неге өзекше ток жоқ болған кезде де үгінділердің бір бөлігін ұстап тұрады?» деген сұраққа қалай жауап берер едіңдер?
6. Өзекшеден үгінділерді кетірудің кем дегенде үш әдісін ұсыныңдар. Ұсынылған әдістердің тиімділігін тәжірибеде тексеріндер.
7. Қорытынды жасаңдар.

*3-тапсырма. Шарғының магнит өрісінің күш сызықтарын жолақ магнит өрісінің күш сызықтарымен салыстыру.*

1. Өзекшесі бар шарғының айналасына магнит тілшелерді орналастырыңдар.
2. Шарғының магнит өрісінің күш сызықтарын бейнелеңдер. Жолақ магнит пен өзекшесі бар шарғының магнит өрістерін салыстырыңдар.
3. Қорытынды жасаңдар.

## № 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 сызғыш, ақ қағаз, транспортир.

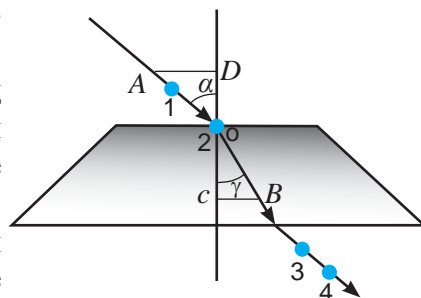
#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Ақ қағазға жазық параллель пластинаны қойыңдар да, оны қоршап сызыңдар.
2. Қағазға екі түйреуішті (1 және 2), екеуінің біреуін (2) пластинаға жақын, ал екіншісін өз қалауларың бойынша кез келген жерге қадандар (12-сурет).
3. Жарықтың түзу сызықты таралу қасиетін пайдаланып, пластинада екі рет сынған сәуле жүретін түзуді анықтаңдар. Ол үшін 3 және 4-түйреуіштерді пластина артына әрқайсысы бақылаушының көзіне жақын түйреуіштен көрінбей қалатындай етіп қадандар.
4. Қағаз бетінен түйреуіштер пен пластинаны алып тастаңдар. 1 және 2-нүктелері арқылы пластинаға түсетін сәуле жүргізіндер. 3 және 4-нүктелері арқылы пластинадан шығатын сәулені жүргізіндер. Түсу нүктесін пластинадан сәуленің шығу нүктесімен жалғандар. Алынған сызық – шыныда сынған сәуле.
5. Транспортир арқылы түсу бұрышы  $\alpha$  мен сыну бұрышын  $\gamma$  өлшендер.
6. Келесі формула бойынша шынының сыну көрсеткішін анықтаңдар:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

7. Нәтижені кестелік мәндермен салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.
8. Суреттегі  $\triangle ADO$  мен  $\triangle OBC$  үшбұрыштарын қарастырыңдар. Егер  $AO = OB$  болса, сыну көрсеткішін мына формула арқылы анықтауға болатынын дәлелдендер:

$$n = \frac{AD}{CB}.$$



12-сурет. Ауа–шыны шекарасында жарық сәулесінің сынуы

## № 11 зертханалық жұмыс

### Жұқа линзаның фокустық қашықтығын анықтау

**Жұмыстың мақсаты:** линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күшін анықтаңдар.

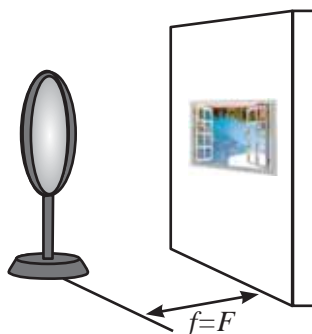
**Құрал-жабдықтар:** жинағыш линза, экран, өлшеуіш таспа, ток көзі, тұғырлы шам.

**1-тапсырма.** Сәулелердің параллель оптикалық осьтері арқылы линзаның фокустық қашықтығын анықтау

Терезе өлшемі Жердің Күнге дейінгі арақашықтығымен салыстырғанда өте аз болғандықтан, кабинетке терезеден түсетін күн сәулелерін параллель деп санауға болады. Линзаға түсетін параллель сәулелер фокуста қиылысады. Сондықтан терезенің анық көрінісі бар экран линзадан  $F$  фокустық қашықтықта орналасады.

#### Жұмысқа нұсқаулық:

1. Линза мен экран арасындағы қашықтықты өзгерте отырып, экрандағы терезенің кескінін алыңдар (13-сурет).



13-сурет. Жинағыш линзаның фокусында орналасқан экрандағы терезенің кескіні

2.  $F$  фокустық қашықтығын өлшендер, алынған мәнді метрде өрнектендер.
3. Линзаның оптикалық күшін мына формула арқылы есептендер:

$$D = \frac{1}{F}.$$

**2-тапсырма.** Жұқа линза формуласын пайдаланып, линзаның фокустық қашықтығын анықтау

#### Жұмысқа нұсқаулық

1. Шамды линзадан экранда шамның қыздыру қылының үлкейтілген, төңкерілген кескіні алынатындай қашықтықта орналастырыңдар. Шам мен

линза арасындағы  $d_1$  және линза мен экран арасындағы  $f_1$  қашықтықты өлшендер. Оларды кестеге жазыңдар.

Тәжірибе №	Шам мен линза арасындағы қашықтық $d, м$	Линза мен экран арасындағы қашықтық $f, м$	Фокустық қашықтық $F, м$	Линзаның оптикалық күші, $D, дптр$
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 алынатындай етіп орналастырып, тәжірибені қайталаңдар.
- Линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күшін есептендер.
- Өткізілген екі өлшеу мен есептеудің нәтижелерін салыстырыңдар.

**3-тапсырма.** *Өлшемі бірдей кескінді пайдалану арқылы линзаның фокустық қашықтығын анықтау*

Егер дене экрандағы кескінімен бірдей болса, онда дене мен экран жинағыш линзадан екі еселік фокустық қашықтықта орналасқан.

### Жұмысқа нұсқаулық

- Шам, линза және экранды дененің өлшемдері мен оның кескінінің өлшемдері бірдей болатындай етіп орналастырыңдар, бұл кезде шамнан линзаға дейінгі қашықтық линзадан экранға дейінгі қашықтыққа тең болады.
- Линзадан экранға дейінгі  $f$  қашықтықты өлшендер, 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 салыстырыңдар. Олардың қайсысы қарапайым? Қайсысының мәні нақтырақ? Неліктен?



## 2-қосымша. Кестелер

1-кесте. Еселік және үлестік қосымшалар

Атауы	Белгіленуі	Көбейткіш	Атауы	Белгіленуі	Көбейткіш
деци	д	$10^{-1}$	экса	Э	$10^{18}$
санти	с	$10^{-2}$	пета	П	$10^{15}$
милли	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 $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$	Зат	Тығыздық $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$
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	Майкарағай*	0,53
Шамшат*	0,75	Платина	21,6
Гранит	2,6	Тығын	0,24
Графит	2,15	Қорғасын	11,4
Вольфрам	19,34	Күміс	10,5
Емен*	0,7 – 1	Слюда	2,88
Шырша*	0,4 – 0,7	Жаңа жауған қар	0,16
Темір, болат	7,8	Жағып қалған қар	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	Эбонит	1,2
Мәрмәр	2,7	Кәріптас	1,1
Никель	8,9	* - құрғақ күйде	

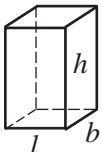
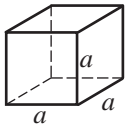
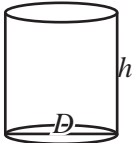
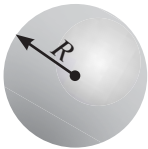
3-кесте. Сұйықтардың тығыздығы

Зат	Тығыздық $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$	Зат	Тығыздық $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$
Ацетон	0,78	Күнбағыс майы	0,9
Бензин	0,71	Сүт	1,03
4 °С-дегі су	1,0	Құмырсқа қышқылы	1,025
Теңіз суы	1,03	Мұнай	0,8
Глицерин	1,26	Сынап	13,6
Керосин	0,8	Күкірт қышқылы	1,8
Вазелин майы	0,8	Спирт	0,8
Мәшине майы	0,9	Эфир	0,71

4-кесте. Газдардың тығыздығы (0 °С)

Зат	Тығыздық $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$	Зат	Тығыздық $\frac{g}{cm^3}$ немесе $10^3 \frac{kg}{m^3}$
Аммиак	0,00077	Неон	0,00090
Ауа	0,00129	Озон	0,0022
Сутек	0,00009	Көміртек тотығы (IV)	0,00198
Гелий	0,00018	Пропан	0,002

5-кесте. Дұрыс фигуралардың көлемдері

Фигура атауы	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 меншікті жылуsыйымдылығы

Зат	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Зат	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюминий	920	Құм	880
Су	4200	Платина	140
Ауа	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 меншікті жану жылуsы

Зат	$q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Зат	$q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Бензин	46	Таскөмір	30
Қоңыр көмір	17	Керосин	46
Сутек	120	Мұнай	44
Дизель отыны	42,7	Ок-дәрі	3,8
Отын* (қайың)	13	Табиғи газ	44
Отын* (қарағай)	13	Спирт	27
Ағаш көмірі	34	Шымтезек	14
* құрғақ 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. Меншікті балқу жылуsы

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	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$	Зат	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$
Мұз	34	Күміс	10
Мыс	21	Мырыш	12
Нафталин	15	Ақ шойын	14
Қалайы	5,9	Сұр шойын	10

10-кесте. Қайнау температурасы

Зат	$t, ^\circ C$	Зат	$t, ^\circ C$
Алюминий	2467	Мыс	2300
Су	100	Нафталин	218
Сутек*	- 253	Қалайы	2300
Ауа*	- 193	Сынап	357
Гелий*	- 269	Қорғасын	1600
Темір	3200	Спирт	78
Алтын	2947	Мырыш	906
Оттек*	- 183	Эфир	35

\*- Зат сұйық күйде болады

11-кесте. Мениікті булану жылуы







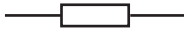

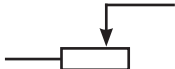
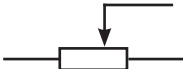




Зат	$r, 10^6 \frac{Дж}{кг}$	Зат	$r, 10^6 \frac{Дж}{кг}$
Су	2,3	Спирт	0,9
Сынап	0,3	Эфир	0,4

12-кесте. Заттардың диэлектрлік өтімділігі

Зат	Диэлектрлік өтімділік	Зат	Диэлектрлік өтімділік
Су	81	Парафин	2,1
Керосин	2,1	Слюда	6
Май	2,5	Шыны	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 қиылысуы	
Аспаптарды қосуға арналған қысқыштар		Кілт	
Электр шамы		Электрлік қоңырау	
Резистор		Балқымалы сақтандырғыш	
Реостат		Кернеу бөлгіш	
Амперметр		Гальванометр	
Вольтметр		Шалаөткізгішті диод	

14-кесте. Кейбір заттардың меншікті электр кедергісі

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 кедергінің температуралық коэффициенті

Зат	$\alpha, \text{Е}^{-1}$	Зат	$\alpha, \text{Е}^{-1}$
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	$k, \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	Зат	$k, \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$
Алюминий	$9,32 \cdot 10^{-8}$	Натрий	$2,38 \cdot 10^{-7}$
Сутек	$1,04 \cdot 10^{-8}$	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	$8,29 \cdot 10^{-8}$	Күміс	$1,12 \cdot 10^{-8}$
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 сыну көрсеткіштері

Зат	$n$	Зат	$n$
Азот	1,000298	Алмаз	2,42
Сутек	1,000132	Темір	1,63
Су буы	1,000255	Алтын	0,37
Ауа	1,000292	Тас тұзы	1,54
Оттек	1,000271	Мұз (0 °С-ден –4 °С-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
Сүт	1,35–1,36	Күміс	0,18
Метил спирті	1,33	Шыны	1,5–1,9
Эфир	1,35	Кәріптас	1,55

18-кесте

Грек алфавиті			Латын алфавиті		
<b>Α α</b> альфа	<b>Ι ι</b> йота	<b>Ρ ρ</b> ро	<b>A a</b> а	<b>J j</b> жи	<b>S s</b> эс
<b>Β β</b> бета	<b>Κ κ</b> каппа	<b>Σ σ</b> сигма	<b>B b</b> бе	<b>K k</b> ка	<b>T t</b> тэ
<b>Γ γ</b> гамма	<b>Λ λ</b> лямбда	<b>Τ τ</b> тау	<b>C c</b> це	<b>L l</b> эль	<b>U u</b> у
<b>Δ δ</b> дельта	<b>Μ μ</b> мю	<b>Υ υ</b> ипсилон	<b>D d</b> де	<b>M m</b> эм	<b>V v</b> вэ
<b>Ε ε</b> эпсилон	<b>Ν ν</b> ню	<b>Φ φ</b> фи	<b>E e</b> э	<b>N n</b> эн	<b>W w</b> дубль-вэ
<b>Ζ ζ</b> дзета	<b>Ξ ξ</b> кси	<b>Χ χ</b> хи	<b>F f</b> эф	<b>O o</b> о	<b>X x</b> икс
<b>Η η</b> эта	<b>Ο ο</b> омикрон	<b>Ψ ψ</b> пси	<b>G g</b> же	<b>P p</b> пэ	<b>Y y</b> игрек
<b>Θ θ</b> тета	<b>Π π</b> пи	<b>Ω ω</b> омега	<b>H h</b> аш	<b>Q q</b> ку	<b>Z z</b> зет
			<b>I i</b> и	<b>R r</b> эр	

## Жаттығулардың жауаптары

- 1-жатт. 1. 253 К, 310 К. 2. 27 °С, -173 °С, 400 °С. 3. 104 °F
- 2-жатт. 1. Екіншіде. 2. Иә, иә. 3. 15 Дж-ге артады.
- 3-жатт. 1. Конвекция, жылуөткізгіштік, сәулелену. 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 °С. 3. 7,5 °С.
- 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°-қа 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 м. 2. 0,5 м, шын, үлкейтілген, төңкерілген.

## Үй жұмысына арналған жаттығулардың жауаптары

1-жатт. 1.  $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $74\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 2. 226 К, 398 К, 3. 326 К, 216 К. 4.  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

2-жатт. 1. Иә. 2. Кинетикалық энергия артты, потенциалдық өзгермеді. 3. Екіншіде.

3-жатт. 1.  $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 2. Құрғақтан теңізге қарай. 3. Жыртылған егістік. 4. Аңызак жел.

5-жатт. 1.  $50,4\text{ кДж}$ . 2.  $210\text{ кДж}$ . 3. 4 л. 4.  $736\frac{\text{Дж}}{^{\circ}\text{C}}$ .

6-жатт. 1. 500 кг. 2.  $\approx 3,27\text{ кг}$ .

7-жатт. 1.  $2,2\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ . 2.  $1,73\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 2. 55,2 Дж.

8-жатт. 1.  $38,5\text{ кДж}$ . 2. 669 кДж.

9-жатт. 1.  $0,4\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ . 2. 6,225 МДж. 4.  $\approx 351\text{ кДж}$ .

10-жатт. 1.  $\approx 1,33\text{ кДж}$ . 2.  $-10\text{ Дж}$ .

11-жатт. 1. 25%. 2.  $\approx 18,46\text{ кДж}$ . 3.  $\approx 467\text{ К}$ .

13-жатт. 1.  $-1\text{ нКл}$ ,  $-0,5\text{ нКл}$ . 2. 90 мкН,  $\approx 43\text{ мкН}$ . 3.  $\approx 1,06\cdot 10^{-5}\text{ Кл}$ . 4. 2 есе.

14-жатт. 1.  $4,4\cdot 10^{-8}\text{ Кл}$ . 2. 2 мкКл.

15-жатт. 1.  $-6\text{ мкДж}$ . 2. 220 мкКл.

16-жатт. 3.  $1,8\cdot 10^5\text{ Кл}$ . 4. 0,2 А.

17-жатт. 2. 0,02 А. 3. 72 Кл.

18-жатт. 1. 0,46 мм. 2.  $6\cdot 10^{-7}\text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

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.  $\approx 127\text{ В}$ . 2.  $\approx 236\text{ Ом}$ .

21-жатт. 1. 396 кДж. 2. 6 Ом. 3.  $\approx 27,7\text{ м}$ .

22-жатт. 1. 4,86 Ом. 2.  $4,57\cdot 10^{-4}\text{ К}^{-1}$ .

23-жатт. 1.  $\approx 10\text{ сағ}$ . 2. 50,4 мг

28-жатт. 2. 30 м.

29-жатт. 1.  $120^{\circ}$ . 2. 4 м/с. 3.  $65^{\circ}$ .

30-жатт. 1. 10 см.

31-жатт. 1.  $2,25\cdot 10^8\text{ м/с}$ . 2.  $30^{\circ}$ .

32-жатт. 1. 12 дптр. 2. 0,25 м, шын, үлкейтілген, төңкерілген.



## Пәндік көрсеткіш

- Абсолют сыну көрсеткіші 243
- Ампер күші 212
- Амперметр 150
- Асқынөткізгіштік 179
- Балку 60
- Балку температурасы 60
- Булану 67
- Броундық қозғалыс 8
- Вольтметр 151
- Геометриялық оптика 266
- Дененің жылусыйымдылығы 35
- Дененің ішкі энергиясы 16
- Джоуль – Ленц заңы 174
- Диаманетиктер 199
- Диффузия 8
- Диэлектрик 117
- Диэлектрлік өтімділік 122
- Дөңгелек токқа арналған бұрғы ережесі 206
- Дөңгелек токқа арналған оң қол ережесі 206
- Жарықтың түзу сызықты таралу заңы 228
- Жылу берілу 18
- Жылу мөлшері 35
- Жылулық қозғалтқыш 93
- Жылулық қозғалыс 7
- Жылуоқшауланған денелер жүйесі 48
- Жылулық тепе-теңдік 12
- Жылуөткізгіштік 21
- Жұмыс 49
- Зарядтардың сақталу заңы 120
- Заттың меншікті жылусыйымдылығы 36
- Идеал жылулық машина 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 сызықтары 128
- Қайнау 72
- Қайнау температурасы 72
- Қаныққан бу 69
- Қатаю 60
- Қысқа тұйықталу 183
- Линзаның оптикалық күші 250
- Магнит өрісінің күш сызықтары 200
- Мәңгі қозғалтқыш 87
- Меншікті балку жылуы 61
- Меншікті булану жылуы 73
- Меншікті кедергі 160
- Нүктелік 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
- Түзу токқа арналған бұрғы ережесі 205
- Түзу токқа арналған оң қол ережесі 205
- Түсу бұрышы 232
- Тізбек бөлігінің кернеуі 150
- Тізбек бөлігі үшін Ом заңы 155
- Фарадей заңы 187
- Ферромагнетиктер 198
- Шағылу бұрышы 232
- Шағылу заңы 232
- Ішкі энергия 16
- Электр заряды 114
- Электрқозғалтқыш 213
- Электрмагниттік индукция құбылысы 217
- Электрмагниттік реле 209
- Электромметр 116
- Электроскоп 115
- Электр өрісінің кернеулігі 127
- Электр өрісінің потенциалы 132
- Электрмагнит 209
- Электр тогы 144
- Элементар электр заряды 123
- 1 ампер 149

## Пайдаланылган әдебиеттер

1. Байсеитова 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

- |  |   |
|--|---|
| 1. <a href="http://www.kitap.kz">www.kitap.kz</a>                            | 8. <a href="https://wikipedia.org/wiki">https://wikipedia.org/wiki</a>        |
| 2. <a href="http://www.bilimland.kz">www.bilimland.kz</a>                    | 9. <a href="http://el.kz">http://el.kz</a>                                    |
| 3. <a href="http://smk.edu.kz">http://smk.edu.kz</a>                         | 10. <a href="http://kitap.kz">http://kitap.kz</a>                             |
| 4. <a href="http://adebikz.com">http://adebikz.com</a>                       | 11. <a href="http://yvision.kz">http://yvision.kz</a>                         |
| 5. <a href="http://bilimland.kz">http://bilimland.kz</a>                     | 12. <a href="https://ushkin1.wordpress.com">https://ushkin1.wordpress.com</a> |
| 6. <a href="http://festival.1september.ru">http://festival.1september.ru</a> | 13. <a href="https://www.zharar.com">https://www.zharar.com</a>               |
| 7. <a href="https://kk.wikipedia.org">https://kk.wikipedia.org</a>           |   |

### Иллюстрациялық материалдар сілтемелері

- |  |   |
|--|---|
| 1. <a href="https://chippfest.blogspot.com">https://chippfest.blogspot.com</a> | 20. <a href="http://zoogalaktika.ru">http://zoogalaktika.ru</a>                                   |
| 2. <a href="https://liter.kz">https://liter.kz</a>                             | 21. <a href="https://ru.aliexpress.com">https://ru.aliexpress.com</a>                             |
| 3. <a href="http://kbienergy.kz">http://kbienergy.kz</a>                       | 22. <a href="https://www.banggood.com">https://www.banggood.com</a>                               |
| 4. <a href="https://primeminister.kz">https://primeminister.kz</a>             | 23. <a href="https://too-korporatsiya-sajman.satu.kz">https://too-korporatsiya-sajman.satu.kz</a> |
| 5. <a href="https://www.3bscientific.com">https://www.3bscientific.com</a>     | 24. <a href="http://электронприбор.москва">http://электронприбор.москва</a>                       |
| 6. <a href="http://v-nayke.ru">http://v-nayke.ru</a>                           | 25. <a href="http://www.inmesolgenerator.ru/blog">http://www.inmesolgenerator.ru/blog</a>         |
| 7. <a href="https://yvision.kz">https://yvision.kz</a>                         | 26. <a href="https://www.livejournal.com">https://www.livejournal.com</a>                         |
| 8. <a href="http://prokazan.ru">http://prokazan.ru</a>                         | 27. <a href="https://globalcleaning.ru">https://globalcleaning.ru</a>                             |
| 9. <a href="https://ru.wikipedia.org">https://ru.wikipedia.org</a>             | 28. <a href="http://electricalschool.info">http://electricalschool.info</a>                       |
| 10. <a href="http://vipwash.ru">http://vipwash.ru</a>                          | 29. <a href="https://www.joom.com">https://www.joom.com</a>                                       |
| 11. <a href="https://www.designboom.com">https://www.designboom.com</a>        | 30. <a href="http://www.o-vannoy.ru">http://www.o-vannoy.ru</a>                                   |
| 12. <a href="https://habr.com">https://habr.com</a>                            | 31. <a href="https://www.vimos.ru">https://www.vimos.ru</a>                                       |
| 13. <a href="http://asenergi.com">http://asenergi.com</a>                      | 32. <a href="https://gid-tv.ru">https://gid-tv.ru</a>   |
| 14. <a href="https://ru.zipy.co.il">https://ru.zipy.co.il</a>                  | 33. <a href="http://www.adoba.su">http://www.adoba.su</a>   |
| 15. <a href="http://www.penoplast-city.ru">http://www.penoplast-city.ru</a>    | 34. <a href="http://galov.com">http://galov.com</a>   |
| 16. <a href="http://www.1storiginal.com">http://www.1storiginal.com</a>        | 35. <a href="http://strannik.biz">http://strannik.biz</a>   |
| 17. <a href="http://etoday.kz">http://etoday.kz</a>                            | 36. <a href="https://progress.online">https://progress.online</a>                                 |
| 18. <a href="http://100esim.el.kz">http://100esim.el.kz</a>                    | 37. <a href="http://www.s-line.ru">http://www.s-line.ru</a>                                       |
| 19. <a href="https://www.amazon.com">https://www.amazon.com</a>                |   |

# МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	4
<b>I ТАРАУ. ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ.....</b>	<b>5</b>
§ 1. Жылулық қозғалыс, броундық қозғалыс, диффузия .....	6
§ 2. Температура, температураны өлшеу әдістері, температура шкалалары .....	11
§ 3. Ішкі энергия. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері.....	16
§ 4. Жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару .....	21
§ 5. Табиғаттағы және техникадағы жылуберілу.....	27
§ 6. Тірі ағзалардың тіршілігінде жылу құбылыстарының атқаратын рөлі.....	31
§ 7. Жылу мөлшері, заттың меншікті жылуsыйымдылығы .....	35
§ 8. Отынның энергиясы, отынның меншікті жану жылуы.....	42
§ 9. Жылу құбылыстарындағы энергияның сақталу және бір түрден екінші түрге айналу заңы.....	48
I тараудың қорытындысы.....	53
Бақылау тесті.....	57
<b>II ТАРАУ. ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙЛЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ.....</b>	<b>59</b>
§ 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы. Балқу температурасы, меншікті балқу жылуы.....	60
§ 11. Булану және конденсация. Қаныққан және қанықпаған бу.....	67
§ 12. Қайнау, меншікті булану жылуы. Қайнау температурасының сыртқы орта қысымына тәуелділігі .....	72
II тараудың қорытындысы.....	80
Бақылау тесті.....	83
<b>III ТАРАУ. ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ .....</b>	<b>85</b>
§ 13. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы .....	86
§ 14. Жылу процесінің қайтымсыздығы, термодинамиканың екінші заңы.....	89
§ 15. Жылулық қозғалтқыштар.....	93
§ 16. Жылулық қозғалтқыштың ПӘК-і.....	98
§ 17. Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері .....	103
III тараудың қорытындысы.....	107
Бақылау тесті.....	110
<b>IV ТАРАУ. ЭЛЕКТРСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ.....</b>	<b>113</b>
§ 18. Денелердің электрленуі, электр заряды, өткізгіштер мен диэлектриктер.....	114
§ 19. Электр зарядының сақталу заңы, қозғалмайтын зарядтардың өзара әрекеттесуі, Кулон заңы, элементар электр заряды.....	120
§ 20. Электр өрісі, электр өрісінің кернеулігі .....	127
§ 21. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы. Конденсатор .....	132
IV тараудың қорытындысы.....	137
Бақылау тесті.....	141
<b>V ТАРАУ. ТҰРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ.....</b>	<b>143</b>
§ 22. Электр тогы, электр ток көздері.....	144
§ 23. Электр тізбегі және оның құрамдас бөліктері, ток күші, кернеу .....	148
§ 24. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы.....	154

§ 25. Өткізгіштің электр кедергісі. Өткізгіштің меншікті кедергісі, реостат.....	159
§ 26. Өткізгіштерді 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 температураға тәуелділігі, асқынөткізгіштік .....	178
§ 30. Электрқыздырғыш құралдар. Қыздыру шамы. Қысқа тұйықталу. 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 өткізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғының магнит өрісі .....	203
§ 34. Электрмагниттер және оларды қолдану.....	208
§ 35. Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері. Электрқозғалтқыш. Электрөлшеуіш аспаптар .....	212
§ 36. Электрмагниттік индукция. Генераторлар.....	217
VI тараудың қорытындысы.....	222
Бақылау тесті .....	225
<b>VII ТАРАУ. ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ.....</b>	<b>227</b>
§ 37. Жарықтың түзу сызықты таралу 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, линзадағы кескін.....	249
§ 42. Көз – оптикалық жүйе. Көздің көру қабілетіндегі ақаулық және оларды түзету әдістері.....	256
§ 43. Оптикалық аспаптар.....	261
VII тараудың қорытындысы.....	266
Бақылау тесті.....	270
<b>ҚОСЫМШАЛАР. ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР ЖӘНЕ КЕСТЕЛЕР.....</b>	<b>273</b>
1-қосымша. Зертханалық жұмыстар.....	274
№ 1 зертханалық жұмыс. Температуралары әртүрлі суларды араластырғандағы жылу мөлшерін салыстыру.....	274
№ 2 зертханалық жұмыс. Мұздың меншікті балқу жылуын анықтау.....	275
№ 3 зертханалық жұмыс. Электр тізбегін жинау және оның әртүрлі бөліктеріндегі ток күші мен кернеуді өлшеу.....	277
№ 4 зертханалық жұмыс. Тізбек бөлігіндегі ток күшінің кернеуге тәуелділігін зерттеу.....	278
№ 5 зертханалық жұмыс. Өткізгіштерді тізбектей жалғауды зерттеу.....	280
№ 6 зертханалық жұмыс. Өткізгіштерді параллель жалғауды зерттеу.....	280
№ 7 зертханалық жұмыс. Электр тогының жұмысы мен қуатын өлшеу.....	282
№ 8 зертханалық жұмыс. Тұрақты магниттің қасиетін зерттеу, 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 линзаның фокустық қашықтығын анықтау .....	287
2-қосымша. Кестелер .....	289
Жаттығулардың жауаптары .....	295
Үй жұмысына арналған жаттығулардың жауаптары .....	296
Пәндік көрсеткіш .....	297
Пайдаланылған әдебиеттер .....	298
Электрондық қорлар .....	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, 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](mailto: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](mailto: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. Басуға 19.06.18 қол қойылды. Пішімі 70x100<sup>1/16</sup>.

Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Офсеттік басылыс.

Шартты баспа табағы 24,51. Таралымы 2500 дана.

«Реформа» ЖШС. Алматы қ., Ақбулақ ы-ауд., Шарипов к-сі, 40Б-үй. Тел: +7 (727) 344 10 14.

**Артикул 808-010-001к-18**