

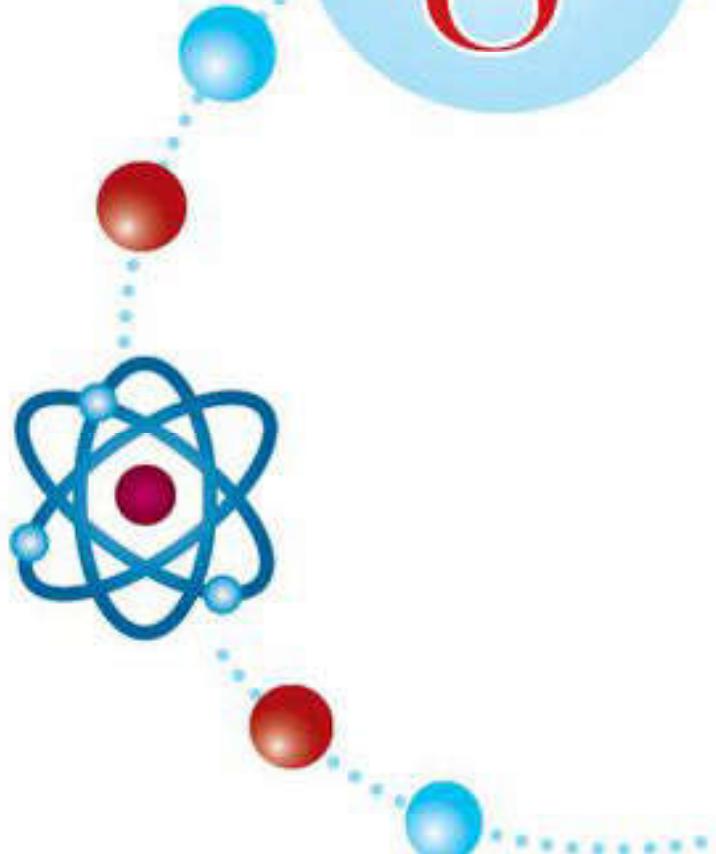
Б.А.Кронгарт
Ш.Б.Насохова

ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептін
8-сыныбына арналған оқулық

Қазақстан Республикасының
Білім және ғылым министрлігі
бекіткен

8



Алматы "Мектеп" 2018

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3я72
К76

Кронгарт Б. А., Насохова Ш. Б.
К76 **Физика.** Жалпы білім беретін мектептің 8-сыныбына ариалған оқулық —
Алматы: Мектеп, 2018. — 232 б.

ISBN 978—601—07—0965—2

К 4306021200—052
404(05)—18 19(1)—18

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3я72

ISBN 978—601—07—0965—2

© Кронгарт Б.А., Насохова Ш.Б., 2018
© "Мектеп" баспасы,
көркем безендірту, 2018
Барлық күкіктары коргалған
Басылымның мұлдатқ қүкіктары
"Мектеп" баспасына тиесілі

1-тарау
Жылу құбылыстары

2-тарау
Заттың агрегаттық күйлері

3-тарау
Термодинамика негіздері

4-тарау
Электростатика негіздері

5-тарау
Тұрақты электр тогы

6-тарау
Электромагниттік құбылыстар

7-тарау
Жарық құбылыстары



Шартты белгілер:



Ойнурткі

Тәжірибес
жасайык

Жаттыгулар

Практикалық
тапсырмаларӨзін-өзі
тексеруге
арналған
сұрқартар

■ Орта деңгейлі
тапсырмалар

* Күрделілік
жоғары
тапсырмалар

Косымша оку
материалдары

АЛҒЫ СОЗ

Жас достар! Жетінші сыйныпта сендер алғаш рет физиканың бастапкы ұғымдарымен таныса бастадыңдар. Сендер біздін айналымыздың алем қашшалықты әсем де артүрлі, ал физика ғылымы ете кызық екенине көз жеткізділдер деп обілаймыз. Был сендер осы пәнді окуды арі карай жағастырып, алемдегі талай тамғажайып құбылыстармен танысадыңдар. Бұл құбылыстарды зерттей отырып, олар бағынатын заңдылыктарды аныктайдыңдар. Заңдылыктарды біле отырып, сендер тек кана құбылыстарды сипаттай қоймай, олардың арі карай жүруін де болжап айта алатын боласыңдар.

Табиғат құбылыстарын зерттеп, оқып-үйренуде сендерге 8-сыныптың физика оқулығы көмектеседі. Оку барысында сендер арбір параграфта берілген материалдарға сын көзben карап, оқығандарының түп мағынасын түснүуге тырысадар. Алған білімдеріндегі практика жүзінде, есеп шығару кезінде колданып, оқығандарына ұксас басқа да құбылыстарды іздең табуды үйренисіндер.

Әр параграфтың сонында берілген сұрқартарға жауап берे отырып, оқыған материалды қашшалықты терең мәнгергендеріндегі тексереге аласыңдар. Сұрқартар мен тапсырмалардың күрделілік деңгейлері артүрлі, олар оқып отырган материалдарға сын көзben карауга үйретеді.

Параграфтың басында “Тірек сездер” мен “Сендер бүтінгі сабакта” айдарларының көмегімен ұсынылып отырган материалдар турали кыскаша алғашын мәғлұматтармен және мәнгерілуі тиіс оку максаттарымен танысадыңдар. Такырыптарда “Есте сакта!”, “Бұл кызық!”, “Мұны білесіндер” айдарларымен аса манызды тұжырымдар, тарихи немесе басқа да кызықты мәдиметтер, бұрын оқып кеткен кәжетті түсніктер берілген. Оку барысында “Есеп шығару мысалдарына” көңіл аударғандарын жең, себебі онда есепті калай дұрыс орнектеу керек екені және оны шығару жолдары көрсетіледі. Осынын нәтижесінде сендер теориялық білімдеріндегі деңгейдегі есептерді шығаруда және практикалық тапсырмаларды орындауда колдануды үйренисіндер. Есепті әркім өздері шығарғаны дұрыс, бірақ жеке жұмыс істегу кыныңдық тұғызып жата, тағы бір оқушымен жұптасып немесе топпен біргілікте есеп шығаруга болады. Бұл кезде сендер ез жұмыстарының зерделеп, жиберген кателеріндегі тауып үйренисіндер.

Физика — эксперименталдық ғылым. Бакылаулар мен тәжірибелер теорияның негізінде жатыр және олар теорияның практика жүзінде дәлелденуі болып табылады. Соңыктан оқулықта практикалық және тәжірибелік тапсырмалармен ката, сендерге колжетімді нараселерден өздеріне физикалық құралдар жасауда да тапсырмалар берілген.

Білімдеріндегі жүйелеу үшін әр тараудың сонында “Тараудың ең маныздылары” кыскаша корытындалған. Окулықтың сонында “Зертханалық жұмыстардың” сипаттамалары берілген. Оларды орынай отырып сендер тәжірибелер жасауды және альянгандар жүзінде қорытындылауды үйренисіндер.

Естерінде болсми: білім үлкен күш! Еңбеккорлық пән таңдаудың сендерге окуда үлкен жетістіктерге жетуге мүмкінлік береді.

Авторлар

Жылу құбылыстары

1 -ТАРАУ

“Жылы”, “сүйк” деген сөздердің мәғынасы сендерге жақсы таныс, оны сезу мүшеслерің арқылы білесіңдер. Сүйкта ауа температурасы төмен, ал ыстықта жоғары екені де сендерге мәлім.

Ал температура деген не? Оны қалай өзшейді? Термометрдің құрылышы қандай? Жылу қалай беріледі?



Жер шарының табигаты, оның өсімдіктері мен жан-жануарлар әлемі сан қызы. Арктикалық қатал климатында өмір сүретін жануарлар мен шөл далада тіршілік ететін жануарлардың айырмашылықтары бар.

Олар жергілікті ортага қалай бейімделеді? Тірі организмдердің өмір сүру тәсілдерінің қалыптасуында жылу құбылыстары қандай рол атқарады?



Ежелгі заманнан бері адам баласы отынның сан атуан түрлерін пайдаланып келеді.

Қазіргі заманда отынның қандай түрлері қолданылады? Отын жсанған кезде болініп шығатын жылу энергиясын қалай есептеуге болады?



1

§ 1. Жылулық қозғалыс. Броундық қозғалыс. Диффузия



Тірек сөздер:

- ✓ броундық бөлшектер
- ✓ диффузия
- ✓ хаостық қозғалыс

Сендер бүгінгі сабакта:

- молекулалардың жылулық қозғалысын дәлелдейтін құбылыстармен танысадасындар.



Мұны білесіңдер

Барлық денелер молекулалардан, ал олар атомдардан құралады. Молекулалардың езара орналасуына және қозғалысына байланысты зат қатты, сұйық немесе газ тәрізді күйде болуы мүмкін.

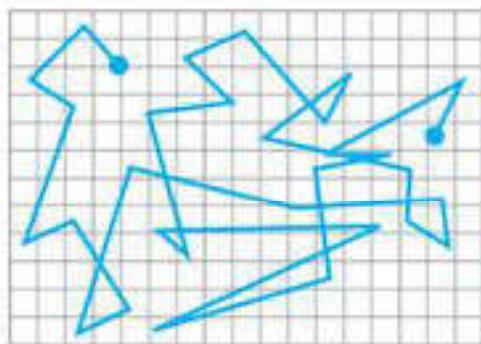
Бүгін сендер заттың молекулалары қалай қозғалатынын, оны қандай тәжірибелермен дәлелдеуге болатынын карастырасындар. Молекулалардың көлемінің кіші болғаны сондай, оларды тіпті микроскоппен де көре алмайсындар. Бірақ молекулалардың әсерінен қозғалатын көлемі үлкенірек бөлшектердің қозғалысын тәжірибеде бақылау арқылы молекулалардың қозғалысын зерттеуге болады.

Броундық қозғалыс. 1827 жылы ағылшын ботанигі Р. Броун ғул тозандарының өте ұсақ бөлшектері жүзіп жүрген су тамшысын микроскоппен бакылады. Ол тозаң бөлшектері үздіксіз, ретсіз қозғалатынын және бұл қозғалыс токтамай жүретінін аныктады.

Тәжірибені үтілген ағаш кемірінің майда ұнтақтарын қолдана отырып қайталауға болады. Бұл бөлшектер суда ерімейді. Микроскоппен кемір түйіршіктерінің үздіксіз және ретсіз секірмелі түрде қозғалатынын көрүге болады. Олардың көлемі кішілері (өлшемі ~1 мкм) бір орыннан екіншісіне ретсіз ауысып отырады, ал үлкендері бір орында ретсіз тербеліп тұрады, мұндай бөлшек *броундық* деп аталады.

Газда немесе сұйықта жүзіп жүрген қатты дененің микроскопиялық, өте ұсақ бөлшектерінің ретсіз қозғалысын броундық қозғалыс деп атайды.

Броундық бөлшектердің қозғалысын су молекулаларының әсерінен ретсіз және үздіксіз қозғалады деп болжап түсіндіруге болады (1.1-сурет). Броундық бөлшекті су молекулалары жан-жағынан коршап тұрады (1.2-сурет). Молекулалар ретсіз қозғалысының арқасында бір-бірімен және броундық бөлшектепен соқтығысады. Бұл соқтығысулар да үздіксіз және ретсіз болады. Егер броундық бөлшектердің өлшемі кіші (~1 мкм)



1.1-сурет



1.2-сурет

болса, онда бір мезгілде соктығысу саны да аз болады да, бөлшектер осы молекулалардың барлық күштерінің тен әсерлісі бағытталатын жакқа ауысады. Егер бөлшек үлкен болса, бөлшекте әсер етуші күш оны орынан жылжыта алмайды. Осылайша, броундық бөлшектердің қозғалысын бақылай отырып, молекулалардың қозғалысы тура-лы корытынды жасай аласындар, бірақ оларды тіпті микроскоппен де көре алмайсындар. Тәжірибелер температура артқанда броундық бөлшектердің қозғалыс қарқынының да өсетінін көрсетеді.



- Ойланып, мына тұрғыымдардың қайсысы дұрыс, қайсысы қате екенін анықтандар:
 - 1) "Броундық қозғалыс" тәжірибесінде микроскоп арқылы зат молекулаларының хаостық қозғалысын бақылайсындар.
 - 2) Броундық бөлшектердің өлшемдері шамамен молекулалардың өлшемдерімен бірдей.
 - 3) Броундық бөлшектердің өлшемдері молекулалардың өлшемдерінен көп есептеген.
 - 4) Өте төмен температурада броундық қозғалыс тоқтайды.

Диффузия. Молекулалардың ретсіз қозғалыста болатынын дәлелдейтін тағы бір күбылыс — диффузия. Бұл күбылыспен танысу үшін алдымен бірнеше тәжірибелер қарастырайық.



1-тәжірибе. Биік шыны стаканға толтырып су құйындар. Оған калий перманганатының (марганцовка) түйіршіктерін салып, бақыланыңдар. Сонда нені көруге болады? Түйіршіктің айналасындағы су біртіндеп күлгін түске бояла бастайды. Осы процестің уақытқа тауелді жүру барысы 1.3, а, ә, б-суреттерде



1.3-сурет. Сұйықтағы диффузия:
а) тәжірибе басында; ә) 5 минут откен соң; б) 2 сағат откен соң

кескінделген. Егер стақанды айтарлықтай ұзак уақытқа қалдыратын болсак, су толық қызылт күлгін түске боялады. Үйде осы тәжірибелі қайталап көріндер, судың қалай басқа түске боялатынын және оның қанша уақыттан кейін толық біркелкі түске ауысатынын бақыланадар.

2-тәжірибе. Әтір күтысының қақпағын басатын болсак, себілген әтірдің ісін бірден сеземіз. Әтір молекулалары ауаға еніп, ауаның молекулаларымен араласады. Газ пешін қосқанда да газдың ісін бірден сезесіндер.

3-тәжірибе. Бірдей екі шыны стақан алындар. Оның біріне сұық, екіншісіне ыстық су құйындар. Екеуіне марганец түйіршіктерін салып, бақыланадар. Сұық су құйылған стақанға қарағанда, ыстық су құйылған стақандағы судың жылдамырақ боялатынын байқайсындар. Яғни температура жоғары болған сайын, диффузияның журу қарқыны жоғарылайды.

І-тәжірибе арқылы сендер су мен марганец бөлшектерінің ретсіз козгалып, араласатынын байқайсындар. Заттардың осылай өздігінен араласуы **диффузия деп аталауды**.

Диффузия күбылсы сұйықтарда, газдарда және қатты заттарда да орын алады. Диффузияның қарқындылығы заттың тығыздығына және температурага байланысты (3-тәжірибе). Сұйық денелерге қарағанда газдағы диффузияның журу жылдамдығы жоғарырақ (2-тәжірибе), ал қатты денелерде ол өте баяу жүреді. Мынадай тәжірибелер жасалған. Өте жақсы тегістелген мыс және кола білеушелерді бөлме температура-сында бірінің үстіне бірін беттестіріп қойған. Бес жылдан кейін алып қарағанда олар бір-біріне 1 мм қалындықта кірігіп кеткені байқалған екен. Егер осы білеушелерді (80—100)°C температурадағы пешке койса, олар 1 мм қалындықка кірігу үшін шамамен 10—15 күн ғана қажет болады.

Осы тәжірибелерден мынадай қорытындылар жасауға болады:

1. Газдарда диффузия өте жылдам жүреді, сендер шісті алғашқы секундтардан-ақ сезесіндер, сұйықта диффузия күбылсы баяуырақ жүреді. Сұйықта зат бөлшектерінің өздігінен толық араласуы үшін бірнеше күн немесе апта қажет болуы мүмкін. Мұны салқын су құйылған стақанға бояу салып, бақылап көрсөндер болады. Қатты денелерде диффузия журу үшін бірнеше жылдар қажет.

2. Диффузияның қарқыны температурага тәуелді. Температура артқан сайын, диффузия жылдамырақ жүреді. Бұл заттың молекулалары температура артқанда жылдамырақ козғалатынын көрсетеді.

Табигат күбылсыстарында диффузия манызды рөл аткарады. Мысалы, атмосфераның құрамына кіретін газдар бір-бірімен үдайы араласып жататындықтан, біз демалатын ауаның құрамы біртекті болады. Ағаштар көміркышыл газын жұтып, оттекті беліп шығарытынын білесіндер. Бұл процесс те диффузия арқылы жүзеге асады. Адам ағзасында болып жататын дем алу, ағзаның жасушаларының от-

текпен және коректік заттармен қамтамасыз етілуі де диффузиялық процестердің көмегімен жүреді.

Күнделікті тұрмыста көгөністерді тұздау, компот немесе тосап кайнату да диффузияның негізінде жүреді.

Диффузия құбылышы адамзат көғамының әсерінен болатын коршаған ортаның ластануы барысында зиянды рел аткарады. Автокөлітердің шығаратын улы газдары, өндіріс орындарының зиянды қалдықтары диффузияның негізінде алыс қашықтыктарға тарап, жайылып кетеді де, су мен түрлі тамакка колданылатын заттарға қосылады. Осының нәтижесінде адамның денсаулығы мен экологияға зор зиянын тигізеді.

Диффузия құбылышы заттың молекулаларының үздіксіз және ретсіз қозгалатының дәлелдейді, оны хаостық қозгалыс деп те айтады. "Хаос" сөзі ежелгі грек тілінен аударғанда "χαος" — ашыламын дегенді білдіреді. Бұл жағдайда ретсіздік, шатасу, араласу мағынасында колданылады.

Броундық қозгалыс және диффузия құбылышы заттың молекулаларының үздіксіз хаостық қозгалыста болатынын дәлелдейді.

Жылулық қозгалыс дегеніміз — молекулалардың үздіксіз хаостық қозгалысы .

Молекулалардың жылулық қозгалысы ешқашан тоқтамайды, оның сипаты заттың агрегаттық күйіне тәуелді.

Газдарда молекулалардың бір-бірінен арақашықтығы олардың өздерінің өлшемдерінен анағұрлым үлкен, сондыктan молекулалар екі соқтығыстың арасында жоғары жылдамдықпен (жүздеген м/с) біршама үлкен қашықтықты өте аз уакытта жүреді.

Сұйыктардың молекулалары бір-біріне өте жакын, тығыз орналасқан, сондыктan олар көбінесе қандай да бір тепе-тендік орнының маңында тербелмелі, не айнымалы қозгалыста болады. Уақыт өтуіне карай олар осы орындарынан басқа бір орынға ауысып, бірталай уақыт сол жерде тербеліп тұруы мүмкін.

Қатты денелердің молекулалары тек бір тепе-тендік орнының айналасында тербеліп, тыныршып тұрады.

Барлық жағдайда да жылулық қозгалыстың қарқындылығы температурага тәуелді болады.



1. Броун тәжірибесін сипаттаңдар.
2. Броундық бөлшектер деп қандай бөлшектерді айтады?
3. 1.1-суретке сүйеніп, броундық бөлшектердің қозгалысын сипаттаңдар.
4. Неліктен броундық бөлшектердің қозгалысын бақылау арқылы молекула қозгалысын сипаттауға болады? Түсіндіріңдер.
5. Диффузия құбылышына түсініктеме беріңдер.



- 6. Газдағы және сұйықтағы диффузия құбылысына мысалдар келтіріңдер.
- 7. Диффузияның қарқыны температураға қалай тауелді?
- 8. Броундық қозғалыстың тоқтауы мүмкін бе? Неліктен?



1. Шуакты күні терезенің пердесін тек кішкентай саңылау қалатында етіп жабындар. Саңылаудан бөлмеге түскен жарық сәулесін мұқият қарандар. Не байқадындар? Бақыланған құбылысты түсіндіріндер.
2. Бірдей үш стақан алындар. Біреуіне салқын су, екіншісіне жылы су, үшіншісіне ыстық су құйындар. Эр стақанта аздап шәй жапырағын салындар. 15 минут уақыт аралығында стақандарды бақыландар. Бақыланған құбылысты сипаттандар, қорытынды жасандар.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жаңа алған ақпарат қаншалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка көткесінен табы не білгілерін көледі?	Тақырып барысында кандай сұраптар туын- дады, оны кіммен талқылағын көледі?

§ 2. Температура, оны өлшеу тәсілдері. Температуралық шкалалары



Тірек сөздер:

- ✓ **жылулық тепе-тәндік**
- ✓ **температура**
- ✓ **термометр**
- ✓ **температуралық шкала**

Сендер бүгінгі сабакта:

- температуралық шкалалармен танысадыңдар.



Температура. Күнделікті өмірде әрдайым судың жылуы немесе мұздың катуы, кардың еруі секілді жылулық құбылыстарды байқауга болады. Сендер кез келген денені колмен ұсташа арқылы оның салқын немесе ыстық екенін анықтай аласыңдар. ыстық дененің температурасы салқын денеден жоғары екенін белсендідер. Яғни біз температуралық шкалалармен танысадыңдар. Дегенмен бірден температурага накты аныктама беру оңай емес.

Сонымен “Температура деп нені айтамыз?” деген сұрапқа жауап іздең көрейік. Егер ыстық пештің үстіне ішінде сұы бар қазанды қойсак, сұ жылы бастайды және белгілі бір уақыт өткен соң сұы бар қазанның

температурасы пештің температурасына дейін өседі. Ал егер салқын суды ыстық сумен араластыратын болсақ, онда жылы су аламыз. Бұл жағдайда ыстық су суып, салқын су жылды. Біраз уақыттан соң кыздыру және салқындау процестері токтайты, нәтижесінде біз жылы су аламыз. Оның көлемінің барлық беліктерінде температура бірдей болады. Бұл кезде жылулық тепе-тендік орнады деп айтады.



Үстелдің үстіне температуры шамамен 50°C болатын ыстық суы бар стақанды қойып, ішіне термометр салындар. Шамалы уақыт күтіп, содан соң әр 3 минут сайын термометр көрсеткішін жазып отырындар. Термометр көрсеткіші темендей бастайды, бірақ темендеу карқындылығы уақыт өте азайып, біраз уақыттан соң термометр көрсеткіші тұрақталады. Осы кезде стақандағы сумен сыртқы ортаниң температуры тенесіп, олар жылулық тепе-тендік күйде болады.

Тепе-тендік күйдегі барлық денелердің температуралары бірдей болады және оның мәні қанша уақыт өтсе де өзгермейді. *Температура — денениң жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.*

Біз өткен параграфта температура жоғарылағанда жылулық қозғалысының карқындылығы да артатынына көз жеткіздік. Басқаша айтқанда, температура артқанда денениң молекулаларының жылулық қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы да өсе түседі. Эрине, жеке молекуланың жылдамдығы үнемі ретсіз өзгеріп жатады, бірақ берілген күйде жылулық тепе-тендік кезінде барлық молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы өзгермейді, және ол температураға тәуелді. Осыдан температураға екінші анықтама беруге болады:

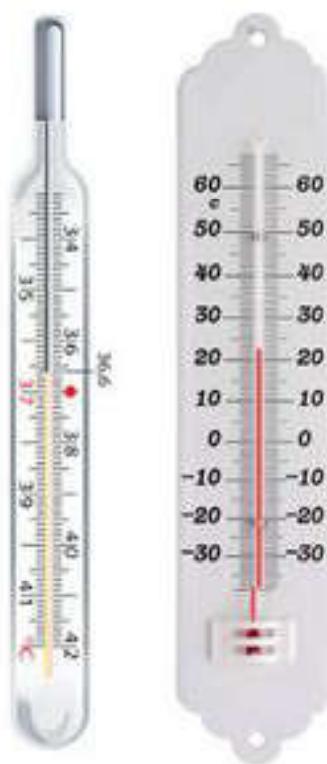
Молекулалардың жылулық қозғалысының орташа кинетикалық энергиясының мөлшері болып табылатын физикалық шама температура деп аталаады.

Температураны өлшеу тәсілдері. Колымызбен ұстап, денениң қаншалыкты ыстық немесе салқын екенін біз, эрине, ажырата аламыз, бірақ бұл тек жуыктап алғандағы шама. Температураны дәл өлшеу үшін арнайы құралдар колданылады, сендер олармен таныссындар және қолданып та жүрсіндер.

Мұны білесіңдер

Температураны өлшектің куралды *термометр* деп атайды.

Температура өзгергенде денелердің кейбір касиеттері де өзгереді. Мысалы, температура артқанда денениң көлемі ұлғаятыны тәжірибеден белгілі. Сол сиякты температураның өзгерісі денениң электр кедергісінің де өзгерісін тудырады. Жарық шығарып тұрған денениң түсі температураға тәуелді өзгереді. Денелердің касиеттерінің осындай



2.1-сурет

өзгерістері термометрлердің жұмыс істеу негізіне алынған.

2.1-суретте белгілі медициналық және тұрмыстық термометрлер бейнеленген. Олардың қалай жұмыс істейтінін карастырайық. Мұндай термометрлерді *түйіспелі* деп те атайды, себебі дененің температуrasын өлшеу үшін оларды жылулық тепе-тендік орнағанша денеге түйістіріп ұстап тұру қажет. Әдетте, термометр сұйықтығы ретінде (термометрлік дene) сынап немесе спирт алынады. Суретте көрсетіліп тұрғандай, жіңішке тұтікті белгілі бір дengейге дейін термометрлік денемен толтырады. Тұтіктің бір ұшы (төменгі) кеңейтіліп, екінші ұшы дәнекерленеді. Температура өзгерген кезде сұйықтық көлемі де өзгеріп, ол тұтік бойымен козғала бастайды, яғни сұйықтың жеткен биіктігі температурага пропорционал болады. Енді термометрді градуирлеу керек, басқаша айтсақ, температураны көрсететін шкала жасау қажет.

Мұндай шкаланы швед ғалымы А.Цельсий ойладап тапты. *Цельсий шкаласы* казір соның атымен аталады. Ол судың кату температуrasын 0 деп, ал қайнау температурасын 100 деп алады ұсынды. Бұл нүктелер *tірек нүктелері* деп аталады. Тірек нүктелерінің арасы бірдей 100 бөлікке бөлінеді. Осындағы бөліктердің әрбірі бір градусқа сәйкес келеді және 1°C деп белгіленеді (2.1-сурет). 0°C -тан жогары температураға он, ал 0°C -тан төмен температураға теріс таңбасы койылады. Біздің елімізде Цельсий шкаласы кең тараптады, осы шкала бойынша температураны $[t]$ деп белгілейді. Бұдан басқа да температура шкалалары бар.

Кельвин шкаласы. Оны Уильям Томсон (lord Кельвин) ұсынған. Ол нелдік нүктесі “сұйықтың шектік дәрежесіне”, яғни абсолютті нөлге тең, ал шкала белгінің күны Цельсий шкаласымен бірдей болатын шкаланы ұсынды. Кельвин шкаласында температураны $[T]$ әрпімен белгілейміз. Халықаралық бірліктер жүйесінде (ХБЖ) температураның өлшем бірлігі *кельвинмен* өлшенеді,

$$[T] = [\text{K}].$$

Осы екі шкаланың бір белгінің күны бірдей болып табылады. Кельвин шкаласы бойынша 0 K Цельсий шкаласында $-273,15^{\circ}\text{C}$ температурасына

Андерс Цельсий
(1701—1744)

сәйкес келеді. Кельвин шкаласының екінші тірек нүктесі ретінде су бір мезгілде қатты, сұйық және газ тәрізді күйде болатын температура (үштік нүкте) алынады. Оған $T = 273,15$ К температурасы сәйкес келеді.

Есте сақта!

$T = 0$ К ен теменгі температура, оны абсолютті нөл деп атайды. Негізінде, температуралың абсолютті нөлге дейін темендейту мүмкін емес.

Температуралың Цельсий мен Кельвин шкалалары арасындағы байланысы төмендегі формуламен өрнектеледі:

$$T = (t + 273) \text{ К.} \quad (2.1)$$

АҚШ-та және Англияда *Фаренгейт температуралық шкаласы* (белгіленуі — $^{\circ}\text{F}$) қолданылады. Бұл шкала бойынша судың кату температурасы 32°F , ал қайнау температурасы 212°F . Цельсий және Фаренгейт шкалаларының арасындағы байланыс былай өрнектеледі $^{\circ}\text{C} = (\text{F} - 32) \cdot 0,556$ яғни,

$$\text{F} = (^{\circ}\text{C} : 0,556) + 32. \quad (2.2)$$

(2.1) және (2.2) байланыстары температура мәндерін бір шкаладан екіншісіне аудыстыру үшін қолданылады.

Есте сақта!

Термометр әркашан өзінін температурасын көрсетеді. Соңдыктан температуралың ешкегендегі термометрді денеге түйістіріп, жылудың тепе-тендік ориғанша ұстап тұру керек.

Сендер термометрлік денелердің жылудың ұлғаюына негізделген түйіспелі термометрмен таныстындар. Олар қарапайым және қолданыста ыңғайлыш, бірақ өте темен және өте жоғары температуралың елшеуге жарамайды. Сонымен катар сұйықтық термометрлер (ши-



2.2-сурет. Термометрлердің түрлері:

- а) механикалық; ә) кедергінін электрлік термометрі; б) электронды; в) термоэлектрик (термопарлық); г) биометалдық; д) инфракызыл (пиromетр)

нысы) тез сынып кетуі мүмкін. Кейбір жағдайларда тікелей түйістіру орната алмайтын жерлердің температурасын өлшеуге тұра келеді, олар аспан денелері немесе қандай да бір құрылғының күрделі бөлшектері болуы мүмкін. Бұл жағдайда термометрдің басқа түрлері колданылады (2.2-сурет).



1. Жылулық тепе-төндік деген сөздің мағынасы қандай?
2. Температурага анықтама беріндер.
3. Термометр дегеніміз не?
- *4. Сұйықтық термометр қалай жұмыс істейтінін түсіндіріп беріндер. Не себепті оларды түйіспелі деп атайды?
5. Қандай температуралық шкалаларды білесіңдер? Сендер қай шкаланы колданасыңдар?
6. Температура мәндерін бір шкаладан екіншісіне аудистыру үшін қолданылатын байланысты сипаттаңдар.



1-жаттығу.

Кестенің бос жерлеріндегі сан мәндерін тауып, толтырындар.

Цельсий градусы, °C	Фаренгейт градусы, °F	Кельвин градусы, K
-1	30,2	
-6		
	3,2	
5		
		288
30		
	150,8	
	80,6	
24		



Өз беттерінмен Галилей термоскопының құрылышымен танысып, эссе жазындар.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жана алған ақпарат қаншалыкты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка қатысты тағы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылағын келеді?

§3. Ішкі энергия. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері



Сендер бүтінгі сабакта:

- “дененің ішкі энергиясы” түсінігімен және оны өзгерту тәсілдерімен танысадындар.



Тірек сөздер:

- ✓ молекулалардың өзара әсерлесуі
- ✓ молекулалардың жылулық қозғалысы
- ✓ ішкі энергия

Ішкі энергия. Алдынғы екі тақырыпта карастырылған тәжірибелерді корыта келіп, мынадай тұжырымға келеміз: 1. Барлық денелер (заттар) молекулалардан тұрады. 2. Молекулалар бір-бірімен өзара әсерлеседі. 3. Молекулалар ешқашан тоқтамайтын үздіксіз хаостық қозғалыста болады.

Мұны білесіндер

Макроскопиялық денелер кинетикалық және потенциалдық энергияға ие. Кинетикалық энергия — қозғалыс энергиясы, потенциалдық энергия — өзара әсерлесу энергиясы.

Демек, молекулалардың кинетикалық және потенциалдық энергиялары болады. *Денениң құрайтын барлық бөлшектердің кинетикалық және потенциалдық энергияларының қосындысы ішкі энергия деп аталады.*

Дене температурасының өзгерісі кезінде молекулалардың жылулық қозғалысының жылдамдығы да өзгереді, демек, олардың кинетикалық энергиясы өзгереді. Сендер сондай-ақ температураларың өзгерісі деңенің өлшемдерінің өзгеруіне әкелетінін білесіндер. Үлкен молекулалар арасындағы қашықтықтың, яғни молекулалардың потенциалдық энергияларының өзгеретінін көрсетеді. Бұдан ішкі энергияның температураға тәуелді болатыны шығады. Температура артқанда, ішкі энергия өседі, ал температура төмендесе, ішкі энергия азаяды.

Бір молекуланың энергиясы өте аз, себебі молекулалардың массасы кішкентай, бірақ олардың концентрациясы өте жоғары. Мысалы, 1 м³ оттек күрамында шамамен $2,7 \cdot 10^{25}$ молекула бар, сондықтан барлық молекулалардың жалпы энергиясы, яғни деңенің ішкі энергиясы үлкен.

Мысалы, білме температурасындағы үш литрлік банкадағы судың ішкі энергияларының массасы шамамен 1 т деңені 75 метр биіктікке көтеру үшін қажет жұмысқа тен деп есептеуге болады. Бұл небәрі 3 литр судың ішкі энергиясы. Ал енді әлемдегі мұхит сударының

ішкі энергиясы қаншалықты үлкен екенін ойлап көріндер. Заттың молекулаларының жылулық қозғалысы ешқашан тоқтамайды, яғни дененің ішкі энергиясы нөлге тең болмайды.

Ішкі энергия заттың агрегаттық күйіне де тәуелді. Мысалы, мұз 0°C температурада ери бастайды. Ідистың ішіндегі еріп жатқан мұз бен судың температуралары бірдей 0°C, бірақ мұздың ішкі энергиясы судікінен аз. Себебі кристалдық мұздың молекулалары реттеліп орналасады. Мұз еріген кезде кристалдық тор бұзылады да, ішкі энергия артады. Жалпы, бір заттың әртүрлі агрегаттық күйлерінде молекулалардың өзара орналасуы, олардың бір-бірінен қашықтығы түрліше, сондықтан молекулалардың өзара әсерлесуі, потенциалдық энергиялары да өзгеше, яғни ішкі энергиясы әртүрлі.

Ішкі энергияның аныктамасынан ол молекулалардың кинетикалық және потенциалдық энергиядан тұратыны белгілі. Сонымен қатар сендер механика курсынан дененің кинетикалық энергиясы мен потенциалдық энергиясының қосындысы толық механикалық энергия деп аталатынын да білесіндер.

Бірақ осындай ұксастықтарға қарамастан, бұл ұғымдардың айырмашылығы өте үлкен. Біз механикада бір немесе бірнеше макроскопиялық денелерді қарастырамыз. Механикалық энергия дененің тұтастай алғандағы қозғалысына (кинетикалық энергия) және оның басқа макроскопиялық денелермен немесе бір дененің бөліктерінің өзара әсерлесуіне (потенциалдық энергия) тәуелді.

Ал ішкі энергия денені құрайтын молекулалардың кинетикалық және потенциалдық энергияларының қосындысымен анықтады. Біріншіден, молекулалар саны орасан зор. Екіншіден, жеке алғандағы бір молекуланың кинетикалық энергиясы үздіксіз, ретсіз өзгеріп жатады және оны алдын ала есептеп білу мүмкін емес. Бірақ осыншама көп бөлшектерден тұратын жүйелерде жана, статистикалық деп аталатын заңдылықтар орындалады, олармен сендер жоғары сыныштарда танысатын боласындар. Бұл заңдылықтар заттың қасиеттерін оны құрайтын бөлшектердің сипаттамаларының орташа мәндері арқылы өрнектеуге мүмкіндік береді. Мысалы, “молекуланың орташа кинетикалық энергиясы” ұғымы колданылады.

Берілген дененің механикалық энергиясы оның орны мен қозғалысына тәуелді өзгеріп отырады. Мысалы, жерде жатқан тасты алыш, лактырып жіберсек, оның механикалық энергиясы өзгереді. Ал бірақ осы кезде оның ішкі энергиясы ешқандай өзгеріссіз, сол күйінде қалады.

Сонымен заттың ішкі энергиясы оның жылулық күйін сипаттайды, ол тек осы затты құрайтын молекулалардың қозғалысы мен өзара әсерлесуіне тәуелді.

Есте сақта!

Заттын ішкі энергиясы тек кана онын температурасы мен агрегаттык күйіне тәуелді. Молекулалардың жытулық козғалысы ешқашан токтамайтындыктан, ішкі энергия да ешқашан нөлге тен болмайды. Ал механикалық энергия, санақ жүйесін тандап атуымызға байланысты, нөлге тен болуы әбден мүмкін.

Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері. Денениң ішкі энергиясын өзгерту мүмкін бе және калай? Сендер билетін бір тәсіл бар, ол — температураны өзгерту. Егер ыстық пешке салқын су күйилған қазанды қойсак ол қызды, яғни ішкі энергиясы артады. Ал ыстық су күйилған стаканға мұз кесегін салса, мұз ериді, сәйкесінше стакандағы су салқындаپ, онын ішкі энергиясы азаяды. Күнделікті өмірде жиі байқауға болатын осы секілді көптеген мысалдарды көлтіргуте болады. Мұндай жағдайларда жылу ыстық денеден салқын денеге беріледі, яғни жылу беріледі.

1-тәжірибе. Устелдің үстіне 100 теңгелік тиынды қатты ысқылап үйкелендер. Бір минуттан аз уақыт ішінде оның қызғанын сезесін, яғни ішкі энергиясы артады.

2-тәжірибе. Велосипед дөңгелегінің камерасына жел үрлеген кезде сорғының қызып кететініне назар аударындар.

3-тәжірибе. Жуан алюминий немесе мыс сым алып, оны бір жерінен тез-тез бүгіндер. Бірнеше уақыттан соң бүгілген жердің қызғанын байқауға болады.

4-тәжірибе. "Ауада от тудыру" тәжірибесі (3.1-сурет). Қалың қабырғалы шыны цилиндрдің түбіне эфирге малынған мақта салып, поршеньді тез төмен түсіріндер. Сол кезде цилиндр ішіндегі ауаның қатты қызып, мақтаны өртеп жібергенін көруге болады.

**3.1-сурет**

Бұл тәжірибелерден ішкі энергияны жылу берілусіз, жұмыс жасап өзгертуге болады деген корытындыға келеміз.

Жұмыс істеу барысында денениң ішкі энергиясының өзгеруі мүмкін екенін тәжірибе жүзінде алғаш рет ағылшын физигі Б. Томпсон (граф Румфорд) 1798 жылы дәлелдеді.

Румфорд Мюнхеннің әскери шеберханасында зенбірек күю жұмыстарының барысын бакытай отырып, манызды корытынды жасады. Ол кездерде зенбіректің ұнғысын (стволын) алдымен тұтастай күйіп алып,



Бенджамин
Томпсон,
граф Румфорд
(1753—1814)

содан соң оның ядросы (зенбіректің оғы) козғалатын каналын аттардың көмегімен козғалысқа келтіретін, алыш бұрғылау станоктарымен тесетін (3.2-сурет). Румфорд бұрғылау кезінде ұнғы да, бұрғы да қатты қызып кететінін байқады. Ол мұның себебі бұрғының ұнғыға қатты үйкелуі деп болжады. Осы әсерді көбейту үшін суы бар бөшкенің ішіне Румфорд ұнғыны енгізіп, оны тығыз түйісп тұратын өтпейтін бұрғының көмегімен тесуте тырысты. Бұрғылау кезінде су қатты қызып, тіпті 2,5 сағаттан кейін қайнап кететіні аныкталды. Осылайша жұмыс істеу барысында өте үлкен мөлшерде жылу бөлінуі мүмкін екені дәлелденген болатын.



3.2-сурет

Егер жұмысты денеге әсер ететін сыртқы күш жасаса, оның ішкі энергиясы артады. Егер жұмысты дененің өзі жасаса, ішкі энергия азаяды.

Сонымен ішкі энергияны өзгертудің екі тәсілі бар: жылу берілу және механикалық жұмыс жасау.



■ Мына тұжырымдардың қайсысы дұрыс, қайсысы кате?

- 1) Температура жогарылағанда ішкі энергия артады.
- 2) Ішкі энергия температурага тәуелді емес.
- 3) Егер екі денениң температурасы бірдей болса, олардың ішкі энергиялары да бірдей.
- 4) Берілген нақты бір денениң ішкі энергиясы өзгермейді.
- 5) Берілген бір заттың ішкі энергиясы артүрлі агрегаттық құйлерде түрліше болады.

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Егер Жердің орташа температурасы тек 1 градуска томендейтін болса, онда әлемдегі барлық электростанцияларында жыл бойы шыгарылатын энергиядан миллиардтаған ессе көп энергия болінеді.



1. Дененің ішкі энергиясы деген не?
2. Денені қыздырығанда ішкі энергия қалай өзгереді? Сұытқанда ше?
3. Дененің ішкі энергиясы өзгергенін қалай білуге болады?
4. Устелдің үстінде бөлме температурасында мынадай заттар орналасқан: бірдей 1 литрлік банкалардағы су мен өсімдік майы, көлемдері бірдей 1 дм³ болатын болат және ағаш кесектері. Бұлардың ішкі энергиялары бірдей ме, жоқ па? Жауаптарыңды негіздендер.
5. Ишкі энергияны өзгертудің қандай тәсілдерін білесіндер? Мысалдар келтіріңдер.
6. Су құйылған шелек 20 м биіктікке көтерілді. Осы кезде судың механикалық және ішкі энергиясы қалай өзгереді? Жауаптарыңды негіздендер.
7. Суық күні далада жүрген баланың қолы тоңды. Үйге кіре салысымен ол қолын тезірек жылтықсы келді. Бала мұны қандай тәсілдермен жасай алады? Ол тәсілдердің бір-бірінен айырмашылығын түсіндіріңдер.
8. Құнделікті тұрмыста жұмыс істеу арқылы ішкі энергияны өзгерту мысалдарын келтіріңдер.



Бұрандалы қақпағы бар, көлемі 1 литрлік пластикалық банкіге шамамен жартысына дейін су құйып, температурасын өлшендер. Банкінің қақпағын тығыз жауып, сұлтімен орандар. Банкіні 15 минут бойы қатты шайқандар. Содан кейін банкінің қақпағын ашып, судың температурасын тез қайтадан өлшендер. Температура қалай өзгереді? Нәтижесін түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жана алған ақпарат каншалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка катысты тағы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылағын келеді?

§ 4. Жылуоткізгіштік, конвекция, сәуле шығару



Тірек сөздер:

- ✓ жылу берілу
- ✓ жылуоткізгіштік
- ✓ конвекция
- ✓ сәуле шығару
- ✓ жылу мөлшері



Сендер бүгінгі сабакта:

- жылу берілудің негізгі түрлерімен танысадар.

Мұны білесіңдер

Температуралары артүрлі денелерді бір-бірімен түйістірген кезде жылу алмасу (жылу берілу) орын алады, натижесінде денелер арасында жылулық тепе-тендік орнығады. Жылу берілу ішкі энергияны өзгерту тәсілдерінің бірі болып табылады. Бұл жағдайда температурасы жоғары денениң ішкі энергиясы механикалық жұмыс жасамай-ақ салқынырақ денениң ішкі энергиясына ауысады.

Жылу берілу процесі кезінде денениң ішкі энергиясының өзгерісіне тәң шама жылу мөлшері деп аталаады. Жылу мөлшері $[Q]$ әрпімен белгіленеді, оның өлшем бірлігі — джоуль.

$$[Q] = [\text{Дж}].$$

Жылу берілудің үш түрі бар: жылуоткізгіштік, конвекция және сәуле шығару (сәулелену).

Жылуоткізгіштік деп денениң қаттырақ қыздырылған бөлігінен азырақ қыздырылған бөлігіне жылу энергиясының берілуін айтады. Жылу берілу артүрлі денелер арасында немесе бір денениң түрлі бөліктерінің арасында болуы мүмкін. Молекулалық деңгейде жылу беруді былай түсіндіруте болады: кинетикалық энергиясы жоғары молекулалар өз энергиясының бір бөлігін қозғалысы баяу молекулаларға береді.

Есте сақта!



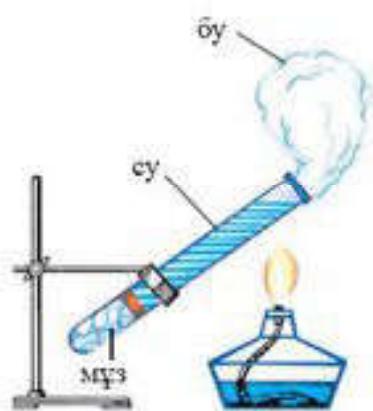
Жылу еткізумен бірге энергия тасымалданады, бірақ зат алмаспайды.



1-тәжірибе. Түрғыға көлденен металл білікше (стержень) бекітіп, оның теменгі жағына бір-бірінен бірдей қашықтықта кеңсе шегелерін пластилинмен бекітіндер. Білікшенің екінші шетін 4.1-суретте көрсетілгендей шамның жалынымен қыздыра бастандар.



4.1-сурет

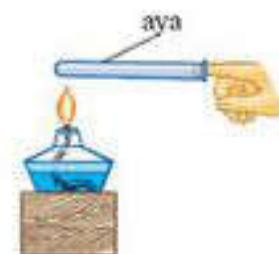


4.2-сурет

Шамалы уақыттан кейін шегелер біртіндеп түсे бастайды. Алдымен білкшениң қызған шетіндегі шегелер түседі, сонан соң кезекпен қалғандары құлайды. Бұл тәжірибе білікшениң бойымен қаттырақ қыздырылған шетінен азырақ қыздырылған жағына жылу берілетінін көрсетеді.

2-тәжірибе. Шыны тұтікшеге кішкене мұз кесектерін салып, суық су құйындар. Бірақ шыны сынауыққа (пробирка) салқын су құйғанда мұз су бетіне қалқып шығып кетпес үшін мұзбен судың ортасына кішкене металл тығын салу қажет. Содан кейін сынауықты 4.2-суреттегідей шамның жалынына ұстаймыз. Біраз уақыттан соң судың үстіңгі қабаты қайнай бастайды, бірақ тубіндегі мұз ерімейді. Бұл судың жылуды нашар өткізетінін көрсетеді.

3-тәжірибе. Бір саусағыңа құрғақ шыны сынауық киіп, оны 4.3-суреттегідей шамның жалынына ұстандар. Сол кезде саусағың ұзақ уақыт бойы жылуды сезбейді. Бұл ауаның жылууеткізгіштігін нашар екенін көрсетеді.



4.3-сурет

Денелердің жылууеткізгіштігі әртүрлі болады. Ең жаксы жылууеткізгіштер — металдар. Су, шыны, ағаш, пластик жылууеткізгіштігі төмен денелерге жатады.

Газдардың барлығының жылууеткізгіштігі төмен болады. Сол себепті барлық кеуек материалдар (тері, жүн, макта) жылуды жаксы өткізбейді, сондыктan оларды сұқтап қорғау үшін колданады. Мысалы, жануарлар жылына екі рет түлейді: көктемде және күзде. Олардың көктемгі жүні спрек әрі қыска болса, күзде жүндері ұзарып, қалындаі түседі. Бұл жануарларға қыстың катты сұғынан қорғануға мүмкіндік береді.

Адамдар қыста тоңбас үшін тоң немесе астары мактамен, не кеуек синтетикалық материалдармен толтырылған киім киеді.

Конвекция бұл сұйықтың немесе газдың ағыны арқылы жыту энергиясын тасымалдау құбылтысы .

Қатты денелерде конвекция болмайды, себебі қатты денелерде заттың бөліктері бір-біріне катысты қозғалмайды.



1-тәжірибе. 4.4-суретте көрсетілгендей құтыға (колба) су құйып, құтының түбіне акварель бояуының кішкене белігін қысқышпен мұқият салайық. Содан кейін суды қыздырайық. Біраз уақыттан соң құтының ортаңғы белігінде судың боялған ағыны жоғары көтеріліп, оның қабырғасының бойымен төмен түседі. Құтының бүйір қабырғасы жағындағы су салқын болады. Сонда қыздырылған және қыздырылмаған қабаттардағы судың табиги араласуын байқайсындар.



4.4-сурет



4.5-сурет

2-тәжірибе. Қағаздан зырылдауық жасайық. Содан кейін оның ортасын инемен тесіп, жіп еткізіп, жоғары көтерейік. 4.5-суретте көрсетілгендей, зырылдауықтың төмөнгі жағына жанған шамды қойған кезде зырылдауықтың айнала бастайтынын байқауға болады. Себебі ауаның қызған қабаттары жоғары көтеріліп, зырылдауықтың қозғалысқа келтіреді.

Конвекция кезінде зат тасымалданады. Конвекцияның *табиги* (еркін) және *еріксіз* конвекция деп аталатын түрлері болады. 1-тәжірибедегі су қабаттарының араласуы еркін конвекцияның мысалы болып табылады, ал егер сен колыңа үрлеу арқылы жылы ауамен колынды жылтысан, бұл — еріксіз конвекция.

Сәуле шығару. Электромагниттік толқындардың тарату процесі кезіндегі жылу энергиясының берілу процесін *сәуле шығару* (сәулелену) деп айтамыз. Күн сәулелері топырақ пен жер атмосферасын жылтытады. Жанып жатқан пештің касында отырып, жылуды сеземіз. Қызып тұрған үтікке немесе оттың жалынына колынды жақыннатсаңдар, олардан таралып жатқан жылуды сезесіндер. Мұның барлығы сәулелену арқылы жүретін энергия тасымалының мысалдары. Сәулелену вакуумда жүзеге асатын жылу берудің жалғыз түрі болып табылады. Сәуле шығару арқылы жылу берілу механизмі күрделі. Сендер 9—10-сыныптарда сәуле шығарудың барлық заңдылықтарымен толығырақ танысадыңдар.



1. Жылу берілудің қандай түрлерін білесіңдер?
2. Жылу өткізгіштік дегеніміз не?
3. Қазанды, табаны, т. б. ыстыққа қойылатын ыдыстарды металдан, ал тұтқасын пласмассадан жасайды? Неге? Жауаптарыңды негіздендер.

- *4. Қысқы күртешелердің астарын тубітпен немесе синтетикалық үлпек материалмен жасайды. Неге?
- 5. Жақсы жылуоткізгіштер мен нашар жылуоткізгіштерге мысалдар көлтіріңдер.
- 6. Конвекция дегеніміз не?
- *7. Конвекция мен жылуоткізгіштің арасында қандай айырмашылықтар бар?
- 8. Сауле шығару арқылы жылу берілуге мысалдар көлтіріңдер.
- 9. Қандай орталарда жылуоткізгіштік, конвекция, сауле шығару жүзеге асады?



1. Бірдей екі пластик бөтелке алып, оларға температуралары ~40°C болатын жылы су құйындар. Бөтелкенің бірін қалың сұлтімен орандар, екіншісін солай қалдырындар. Төрт сағаттан соң сұлғін ашып, бөтелкелерді ұстап көріңдер. Қай бөтелке жылырақ? Неліктен?
2. Неліктен термостатағы шай ұзак уақытқа дейін сұымайды?
- *3. Не себепті қыздырғыш элемент электр шайнегінің астында орналасады?
4. Қолынды қызып тұрған электр шамына жақыннатқан кезде не сезесіндер? Бұл жылу берілудің қандай түріне жатады? Түсіндіріңдер.
- *5. 4.6-суретке қарап, суретте кескінделген жылу берілудің түрлері туралы айттып беріңдер.



4.6-сурет

Осы тақырыпта нені мәнгердіңдер?

Жана алған ақпарат қаншалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпқа қатысты тағы не бөлгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұралттар туындалы, оны кіммен талқылағын келеді?

§5. Табиғаттағы және техникадағы жылу берілу



Тірек сөздер:

- ✓ **жел**
- ✓ **муссон**
- ✓ **пассат**
- ✓ **бриз**
- ✓ **гольфстрим**



Сендер бүтінгі сабакта:

- жылу берілу процестеріне негізделген табиғат құбылыстарымен танысасындар.

Сендер өздерің дағыланған ортада өмір сүріп жатырындар және көбінесе айналада болып жаткан құбылыстарға аса мән бере бермейсіндер. Мысалы, неге жел соғады? Ойланып көрейік. Күн сәулесі топырак пен Жер атмосферасын жылтырады. Ауа температурасының артуынан жерге жақын жаткан ауаның көлемі ұлғаяды. Атмосфераның үстіңгі қабаттарынан салқын ауа массасы төмен жылжып, жылы ауаны жоғары көтереді. Нәтижесінде ауаның қабаттары қозғалып, жел пайда болады. Осылайша, желдің себебі — **конвекция**. Желдер Жер климатына айтарлықтай әсер етеді.

Муссон — жаз мезгілінде мұхиттан материктерге қарай, ал қыста материктен мұхиттарға қарай соғатын тұрақты жел. Жаз мезгілінде муссон Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Азия, Африка және Аустралия елдеріне мол жаңбыр, ал қыста, керісінше, құрғакшылық әкеледі.

Пассат — солтүстік және оңтүстік жартышар тропиктерінен экваторға соғатын тұрақты жел. Пассаттар Оңтүстік Американың, Африка және Аустралияның шығыс жағалауларының климатын қалыптастырады. Солтүстік Африкада орналасқан әлемдегі ең үлкен Сахара шөлі Орталық Азия солтүстік жартышарының 30° ендігінде соғатын құрғак және ыстық пассаттардың әсерінен қалыптасты.

Конвекция құбылысы теніз жағалауындағы күндізгі және түнгі бриздің, желдің пайда болуын түсіндіреді (5.1-сурет). Күндіз теніз жағалауы суға қарағанда жылдамырак қызады. Жер бетіндегі ауаның температурасы судың бетіндегі температураға қарағанда жоғарырак. Жер бетіндегі жылы ауа жоғары көтеріліп, оның орнына тенізden салқын ауа келеді, нәтижесінде күндізгі бриз қалыптасады.

Түнде теніз бетіне қарағанда жағалаудағы құрғак жер тезірек салқындаиды, сондыктан теніз үстіндегі ауа жағалаудың ауасына қарағанда жылдырак болады. Сондыктан ауа ағын-



5.1-сурет

дары өздерінің бағытын қарама-қарсы бағытқа өзгертіп, енді жел, керісінше, жағалаудан теңізге қарай соғып түнгі бриз пайда болады. *Бриз — самал жел, оның жылдамдығы небәрі 1—5 м/с.*

Теңіз бен мұхит сүйнің біркелкі жылымасынан тұракты мұхит ағындары қалыптасады, олар Жер климатын қалыптастыруды маңызды рөл аткарады. *Гольфстрим — Жердің күнделікті айналымы мен пассат желдерінің әсерінен пайда болған Атлант мұхитындағы жылы теңіз ағыны.* Гольфстримдегі жылы су теңіздегі ауа массасының температурасын көтереді, бұл атмосфералық қысымның таралуына, осылайша атмосфераның айналымына және климаттың қалыптасуына әсер етеді.

Гольфстрим тропикалық жылы ауа ағыны Еуропаға қарай әкеледі. Сол себепті Еуропаның климаты жылы және жұмсақ.

Оңтүстік жартышарда Антарктида жағасында батыстан тұракты күшті желдер соғып тұрады. Олар мұхит суларын шығыс бағытқа қарай айдалап, *Батыс желдер ағыны* деп аталатын қуатты мұхит ағындарын тудырады. Бұл ағын үш мұхиттың Тынық мұхиты, Атлант мұхиты және Үнді мұхитының суларын арапастырып, әр секунд сайын 200 млн тоннага жуық суды тасымалдайды.

Мұхит ағындары жер бетінде жауын-шашының таралуына зор әсер етеді. Бұдан белек, мұхит ағындары өздерімен бірге тірі организмдерді, алғашқы кезекте планктонды да алып жүреді. Жылы ағындар мен сүйк ағындар кездескенде жоғары қарай қозғалатын су ағындары пайда болады. Нәтижесінде коректілігі жоғары тұздарға бай терең кабаттың сулары жоғары көтеріліп, планктонның, балықтар мен теңіз жануарларының есіп-өнуіне қолайлы жағдай жасайды.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Орталық Азиядағы ең жеді мекеидердің бірі — Жонгар қакпасы. Бұл — Жонгар Алатауы мен Барлық жоталарының арасындағы таулы откел, осы жермен казак-қытай шегарасы етеді. Желдердің басым бағыттары: онтүстік-шығыс, солтүстік-шығыс, солтүстік-батыс, олар Жонгар қакпасының екі жағындағы атмосфералық қысымның үлкен айырмашылығынан туады. Эбі-Нұр казанишұндырынан басталатын, “Ебі” деп аталатын онтүстік-шығыс желі Жонгар қакпасынан откенде катты күшейіп, жылдамдық алады (60—80 м/с). Бұл дауыл үйлердің төбесін ұшырып, жолдагы мәшинелерді төңкеріп, электр желілерін бұлдаріп кете алады. Алакел көлінде “Ебі” биіктігі 4-5 метр толыны тудырып, дауыл тұрғызады, келдегі кайыктарды төңкеріп таставайды. “Ебі” желі әсіресе қыста жолға шықкан адамдардың өміріне аса қауіпті.

Адамдар бұрын иштің күнделікті өмірде жылу берудің әртүрлі түрлерін колданған. Тіпті ертеде адам от жағуды үйреніп, отпен жылынып, өз тағамдарын дайындауды, сүйктан корғану үшін аң терісін пайдаланды.

Үйлер інді бакылап қарасаңдар, тұрмыста жылу берілу күбылыштарының көптеген түрлерін пайдаланатынын байқайсындар. Жылу-



5.2-сурет



5.3-сурет

өткізгіштігі жоғары екенін біліп, тағам дайындастының ыдыстарды металдан, ал олардың тұтқасын ағаштан немесе пластмассадан, яғни жылуөткізгіштігі нашар материалдан жасайды. Кірпіш, бетон, шыны сияқты материалдар жылуды нашар өткіzetінін ескере отырып, үй түрғызады, терезені косрамалы етіп салады, себебі оның арасындағы ауа да жылуды нашар өткізеді.

Сендер аспанда калыктап журген әдемі әуе шарын қызықтап көрдіндер ме (5.2-сурет)? Әуе шарының ішінде арнайы кондырғыда жанатын газ шардың ішіндегі ауаны қыздырады. Шардың ішін толтырған жылы ауа оның айналасындағы салқын ауадан женил болғандықтан, шар жоғары көтеріледі. Бүтінде әлемнің көптеген калаларында әуе шарларымен туристерді серуендетеңіді, әуе шарларының фестивальдары өткізіледі, оларды ғылыми зерттеу жұмыстарында да колданады.

Заманауи конвекциялық пештердің жұмысы еріксіз конвекция құбылысына негізделген. Мұндай пештер казір үйде, түрлі кафе, мейрамханаларда кеңінен колданылады (5.3-сурет). Олардың артқы қабыргасына қыздырғыш элемент (ТЭН) және желдеткіш орнатылады. Пешті косқанда ыстық ауаның еріксіз конвекциясы жүріп, пештің бүкіл көлемінде ауа біркелкі қызып, бірдей жағдай қалыптасады.

Мұндай пештер түрлі өнімдерді даярлаған кезде пайдаланылып жүр. Конвекциялық пештердің тағы бір артықшылығы — олар өте үнемді және экологиялық таза. Пеш қосылған кезде ыстық ауа айналымы орын алады. Осы еріксіз конвекция әсерінен тағам толығымен біркелкі және жылдам қыздырылады. Мұндай пештерде тағам дайындау әрдайым женил болады.

Конвекцияның арқасында бөлмені жылтықшы батареяларымен қыздыруға болады. Оларды терезенің төменгі жағына орнатады, ауаның жылы ағыны салқын ауамен алмасып, бөлмені жылтытады.



1. Жел қалай пайда болады?
2. Муссон және пассат деген не? Олар Жердің климатына қалай әсер етеді?
3. Күндізгі және түнгі бриздердің пайда болуын түсіндіріңдер.
4. НЕ себепті тағам дайындастының ыдыстар металдан жасалады?

5. Неліктен терезе жақтауларын қосарлы етіп жасайды?
6. Не себепті үйлер кірпіштен немесе ағаштан жасалады?
- *7. Бөлмені жылу радиаторларымен жылтыу қалай жүзеге асады? Жылу радиаторлары әсерінен бөлмедегі ауа ағындарының бөлме ішіндегі алмасуының сұлбасын сыйындар.



1. Термостың атқаратын қызметі қандай? Ол не үшін қажет?
2. Киіз үйдің құрылымы мен оған пайдаланылатын материалдар туралы қысқаша хабарлама жасандар. Киіз үй құрылымында жылу берілу құбылыстары қалай ескерілгенде туралы түсіндіріндер.

Осы тақырыпта нені мемгердіңдер?

Жана алған аппарат каншалыкты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка қатысты тәғы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылағын келеді?
---	--	---

§ 6. Жылу құбылыстарының тірі ағзалардың өміріндегі рөлі



Сендер бүгінгі сабакта:

- тірі ағзалардағы жылу алмасу процесстері және жануарлардың өзі тұратын мекенінің климат жағдайына қалай бейімделетіні туралы оқып-үйренесіндер.



Тірек сездер:

- ✓ термореттеу
- ✓ жайлы зона
- ✓ климаттық жағдайлар

Мұны білесіңдер

Жылулық байланыстағы денелер арасында, мысалы бір бөлмедегі заттар арасында ерте ме, кеш пе жылулық тепе-тендік орын алады және олардың барлығы бірдей температураға ие болады.

Бірақ адам денесінің температурасы ортаниң температурасымен теңеспейді, сау адамның температурасы тұракты екенін білеміз. Себебі адамдардаған емес, барлық жылықанды жануарларда *термореттеу механизмі* жаксы дамыған. Термореттеудің мағынасы қоршаған ортаниң температурасының ауытқуы кезінде ағзаның өз денесінің температурасын ұстап тұру қабілетінің бар болуында. Термореттеу ағзада пайда болатын жылудың жоғарылауы мен төмендеуі және

коршаған ортаға организмнің беретін жылудының күшеюі немесе азауы арқылы жүзеге асады. Жылу алмасу процесі адамның және барлық тірі ағзалардың өмірінде шешуші рөл аткарады. Коршаған ортаның төменгі ауа температурасы, физикалық стресс, ас корыту ағзадағы жылудың пайда болуын арттырады. Ортаның жоғары температурасы және жылу алмасудың төмендеуі (тері астындағы майлар қабат, жануардың қалын жұн) ағзадағы жылудың пайда болуын азайтады.

Барлық тірі организмдер үшін олардың ағзасындағы қалыпты дене температурасын ұстап тұруына кажетті энергияның ен аз мөлшерін жұмсайдын белгілі бір температуралар диапазоны бар. Бұл температура козғалмай отырған және женіл киінген адам үшін шамамен 18—20°C аралығы.

Жоғарыда кестедегі өткен жылу алмасудың әрқайсысы термореттеуде маңызды рөл аткарады.

Жылуоткізгіштік. Жылу берілу процесі денеге түйісетін заттармен, ауа қабатымен және денелердің арасында жүзеге асады. Жылу берілудің бұл түрінің азауына тері астындағы май қабаты, жылы киім, жануардың қалын жұні әсер етеді.

Сәуле шығару. Егер айналадағы ортаның ауа температурасы төмен болса, тірі ағзаның терісінен шығарылған сәуле заттарға және ауаға сіңіп кетеді, ал егер температура жоғары болса, айналадағы заттар мен ауа беттерінен ағза саулени жұтады. Ағзаның және ортаның температурасы тен болған кезде, сәулелену арқылы энергия алмасу тоқтатылады.

Конвекция. Жылу алмасу адамның терісі (жануардың денесі) және оның коршап тұрған ауа қабатының арасында жүзеге асады. Желді ауа райында дене температурасымен ауа температурасының айырмашылығы үлкен болғанда конвекция арқылы жылу берілуі күштейеді, ал ауа мен дененің температурасы тен болғанда конвекция тоқтатылады.

Жалпы алғанда, Жердің климаты оны мекендейтін жан-жануарлар үшін колайлы болып табылады. Бірақ әртүрлі климаттық аймактардағы температуралар әртүрлі және олардың өзгеру диапазоны шамамен 150°C. Жылы қанды организмдердің белсенді өмір сүру температурасының жоғары шегі шамамен 50°C болып есептеледі, төменгі шегі нақты аныкталмаған. Бірақ көзірігі заманғы технологиялардың арқасында адамзат осы шектеулерді айтартылған көңілге алды.

Қай жануарлардың түрін алсақ та, олар өздері мекендейтін климаттың жағдайла-рына бейімделген. Императорлық Антарктиданың катал климаттық бейімделген (6.1-сурет). Олардың жылы жұн



6.1-сурет

қабаттары маңызды рөл аткарады. Денесіндегі қыска және қатты қауырсындарының түбіндегі жұндері мамық, бір-бірімен тығыз орналасып, жаксы оқшаулағыш ауа кабатын құрайды.

Пингвин денесінің формасы жылуды жаксы сактауга мүмкіндік береді, себебі дene пішінінің аумағы бойымен салыстырғанда кішкентай. Сондай-ақ мұрын, көз жасы тутігінде дем шығару кезінде аз мөлшерде жылуды жоғалтатын арнайы жылу алmasу жүйесі бар.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Ізгарлы кезеңдерде пингвиндер жылуды барынша ұстап тұруға мүмкіндік беретін "тасбақа" тәрізді тығыз топтасып тұрады.

Артиканың ақ аюлары түрғылыкты жердің катандыклиматына әбден бейімделген. Оның қыска, жұндес күлактары, тері астындағы қалын май кабаты және денесіндегі тығыз, ұзын жұндері суық климаттық жағдайда суыктан жаксы корғайды (6.2-сурет). Оның табаны қалын, қатты түкпен тығыз жабылған, бұл да жылуды сактауга көмектеседі.

Енді жануарлардың ыстыққа қалай бейімделетінін қарастырайык.

Түйе — шөлді аймактарды мекендейтін ең қызықты жануарлардың бірі (6.3-сурет). Түйе ұзак күндер бойы су ішпей, тіпті 60 градустық ыстық кезінде күмда ұзак жүре береді. Ол мұны қалай істейді? Сендер білесіндер, екі өркешті және бір өркешті түйелер бар. Түйе өркешіндегі майдың үлкен қоры температура арткан кезде суга айналады. Осының арқасында түйе 30 кун бойы сусыз өмір сүре алады, есесіне суга жеткен соң 10 минут ішінде 90 литр су ішіп қоюы мүмкін. Аяғының жалпақ, сүйелді табандары дөңдерден құламауға мүмкіндік береді, сонымен катар ыстық күмнан корғайды, ал ұзын аяктары оның денесін күйіп тұрган ыстық топырактан бінкке көтеріп тұрады, сол себепті түйеге ете қатты ыстық онша әсер ете қоймайды.



6.2-сурет



6.3-сурет



6.4-сурет

Шел даладағы сарышаян да ыстыққа жақсы бейімделген (6.4-сурет). Сарышаян тұнгі жыртқыш, ал күндіз көбінесе ыстық құмға көміліп жатады. Жәндіктің қатты сауыты ағзадағы тамактану кезінде алынатын судың буланып кетуіне жол бермейді. Тамак болмаған кезде, ол бір жыл немесе одан көп уақыт аралығында тамактанбай, аштықта өмір сүре алады.

Бірнеше мысалдар арқылы сендер тірі ағзалардың өмір сүру жағдайына бейімдеу жолдары әртүрлі екенін және осыған байланысты жылулық құбылыстардың атқаратын рөлінің қандай манызды екенін көрдіңдер.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Сарышұнақ Казакстанда Бетпақдала шөлінің батыс белігінде және Шу алқабында мекендейді (6.5-сурет). Ол шел және шелейт зефемерлермен, ба-



6.5-сурет

дана және түйнектермен, дәнді дакылдар және жуссан сабактарымен, астықтармен коректенеді. Оның рационында 30-га жұмық осімдік түрлері бар. Май жинау кезінде тәулік бойы дерлік тамак іздеп, тәулігіне 200 г азық-тулікті тұтынады. Жиналган май жазғы үйкі кезінде корек ретінде көмектеседі. Егер аюлар қыс мезгілінде үйкітайды. Олар суды тіпті қалай ішу көркөтін білмейді, азықтағы ылғалды канагат етеді.



1. Тірі ағзаның термореттелуінің мәні қандай?
2. Жылы қанды жануарлар ағзасындағы термореттелу кезінде жылу берілудің қандай түрлері қатысады? Қалай?
3. Суық аймақтарда мекендейтін жануарлар ағзасының құрылымының ерекшеліктері туралы айтып беріңдер.
4. Жануарлар ыстық климат жағдайларына қалай бейімделеді? Мысалдар көлтіріңдер.



Сендердің аймақтарында қандай жануарлар өмір сүреді? Олардың жергілікті климат жағдайларына қалай бейімделгені туралы эссе жазындар.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жаңа алған акпарат каншалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка қатысты тәғі не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылағын келеді?

§ 7. Жылу мөлшері. Заттың меншікті жылусыйымдылығы



Сендер бүгінгі сабакта:

- “меншікті жылусыйымдылық” түсінігімен танысып, жылу мөлшерін анықтауға берілген есептерді шығарып үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ жылу мөлшері
- ✓ меншікті жылусыйымдылық

Мұны білесіндер

Ішкі энергияны өзгертудің негізгі екі жолы бар. Олар — жұмыс жасау және жылу беру. Жұмыс жасамай, тек жылу берілу процесі кезінде денениң ішкі энергиясының өзгерісіне тен болатын шаманы жылу мөлшері [Q] деп атайды.

Жылу алмасу кезінде денеге берілген жылу мөлшерін қалай анықтауға болатынын қарастырайық.

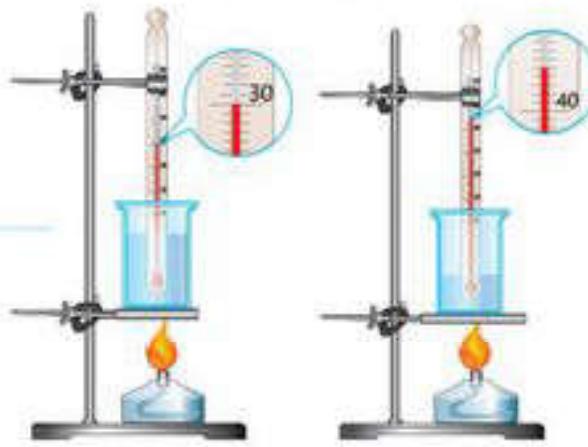


1-тәжірибе. Суды қыздыру процесін қарастырайық. Тәжірибе барысында температуралық қарапайым термометрмен өлшендер. Судың температурасын жоғарылату үшін неғұрлым көп уақыт жұмсалса, соған сәйкес берілген жылу мөлшері де согұрлым көп болады. Суды жылдытуға қажет жылу мөлшері температуралық өзгерісіне пропорционал екені түсінікті:

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

мұнда t_1 — бастапқы температура, t_2 — соңғы температура, $\Delta t = t_2 - t_1$ — температуралық өзгерісі, Δ (дельта) — взгеріс белгісінің таңбасы.

2-тәжірибе. Екі бірдей ыдыс алайық. Оның біреуіне 1 кг, екіншісіне 2 кг су құйындар (7.1-сурет). Оларды бірдей жағдайда, бірдей температурага дейін қыздырайық. Тәжірибе нәтижесінде 2 кг суды жылдыту үшін екі есе артық уақыт қажет екен, яғни жылу мөлшері массаға тұра пропорционал: $Q \sim m$.



3-тәжірибе. Екі бірдей ыдысқа массалары және температуralары бірдей екі түрлі сүйектік (су және глицерин) құйындар. Оларды бірдей температурага дейін қыздыру үшін артүрлі уақыт керек.

7.1-сурет

Осы тәжірибелерден денені қыздыруға кететін жылу мөлшері соңғы және бастапкы температуралардың айырмасына, дененің массасына тұра пропорционал және дененің қандай заттан жасалғанына байланысты деген корытынды жасаута болады.

Жұмсалған жылу мөлшерінің заттың құрылымына тәуелділігін ескеру үшін заттың меншікті жылусыйымдылығы шамасын енгізіп, оны [c] әрпімен белгілейік.

Барлық үш тәжірибенің нәтижелерін ылай жазуға болады:

$$Q = cm(t_2 - t_1). \quad (7.1)$$

Осы формула бойынша массасы m затты $\Delta t = (t_2 - t_1)$ градуска дейін қыздыруға қажетті жылу мөлшерін анықтауда болады.

(7.1) өрнекten меншікті жылусыйымдылықты анықтайық:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}. \quad (7.2)$$

Соңғы өрнектен меншікті жылусыйымдылық 1 кг затты 1°C -қа жылтытуға қажетті жылу мөлшеріне тең шама екені байқалады. ХБ жүйесіндегі меншікті жылусыйымдылықтың өлшем бірлігі

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

Денені механикалық жұмыс жасамайды, тек жылу беру арқылы қыздырганда оған берілетін жылу мөлшері сол дененің ішкі энергиясының өзгерісіне тең екенін белсендідер. Олай болса, меншікті жылусыйымдылыққа мынадай анықтама беруге болады: егер дененің көлемі өзгермейтін болса, дененің бірлік массасының температурасы 1°C -қа өзгеруіне сәйкес ішкі энергиясының өзгерісіне тең шама меншікті жылусыйымдылығы деп аталады.

Меншікті жылусыйымдылық заттың жылудың қасиеттерін сипаттайтыны, оның шамаларын кестеден табуга болады (7.1-кесте).

7.1- кесте

Кейір заттардың меншікті жылусыйымдылығы

Газдар		Сұйықтықтар		Қатты денелер	
зат	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$	зат	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$	зат	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$
сутек	14300	су	4200	алюминий	920
азот	1000	глицерин	2400	жез	380
аммиак	2100	керосин	2140	корғасын	130
су бұры	2200	кунбағыс майы	1700	мұз	2100
ауа	1000	сынап	135	күміс	230
кемірқышқыл газы	830	этил спирті	2400	шыны	840

Дене сүнтын болса, онда дене жылу мөлшерін бөліп немесе беріп жатыр деп айтады. Егер жылу алмасу кезінде дене жылдын болса, онда дене жылу мөлшерін қабылдайды. Бұл жағдайларда жылу мөлшерін (7.1) формуланың көмегімен анықтауга болады.



1. Жылу мөлшері деп қандай шаманы айтады?
2. Жылу мөлшерінің олшем бірлігі қандай?
3. Денені қыздырғанда оған берілетін жылу мөлшері қандай шамаларға тауелді?
4. Жылу мөлшерін анықтайтын формуланы жазыңдар.
5. Меншікті жылусыйымдылықтың анықтамасы қандай?
- *6. Жаздың ашық күнінде не себепті кел суының температурасы жағалаудағы жердің температурасынан төменірек болады?

Есеп шығару мысалдары

1. 5 літр суды 80°C температурага дейін кыздыру үшін қандай жылу мөлшері кажет? Судың бастапкы температурасы 16°C -ка тең.

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ
$V = 5 \text{ л}$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
$t_1 = 16^{\circ}\text{C}$	
$t_2 = 80^{\circ}\text{C}$	
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$	
$\rho_c = 1000 \text{ кг/м}^3$	
$Q = ?$	

Шешуі. Жылу мөлшерін анықтау үшін (7.1) формуласын пайдалана-

мыз.
 $Q = cm(t_2 - t_1)$, судың массасын оның тығыздығы арқылы анықтайык
 $m = \rho_c \cdot V$.

$$Q = c \cdot \rho_c \cdot V(t_2 - t_1) = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot (80 - 16)^{\circ}\text{C} = \\ = 13,44 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

Жауабы : $Q = 13,44 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$

2. Массасы 200 г болатын денені 20°C -тан 40°C -ка дейін жылдыту үшін 1,52 кДж жылу кажет. Дене қандай заттан жасалған?

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ
$m = 200 \text{ г}$	0,2 кг
$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$	
$t_2 = 40^{\circ}\text{C}$	
$Q = 1,52 \text{ кДж}$	1520 Дж
$c = ?$	

Шешуі. Дене қандай заттан жасалғанын анықтау үшін (7.2) формуладан жылусыйымдылықты анықтап, сәйкесінше мәнді 7.1-кестеден іздейік.

$$Q = cm(t_2 - t_1), \text{ бұдан } c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)};$$

$$c = \frac{1520 \text{ Дж}}{0,2 \text{ кг} \cdot (40 - 20)^\circ\text{C}} = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}.$$

Кесте бойынша дене мыс элементінен жасалғанын анықтады.

Жауабы : мыс.



2-жаттығу

1. 600 г глицеринді 20°C -тан 60°C -қа дейін жылтыу үшін қанша жылу мөлшері қажет?

(Жауабы: 57,6 кДж)

2. Егер күмістен жасалған бұйымды 30°C -қа жылтыу үшін 50 Дж жылу мөлшерін беру керек болса, онда бұйымның массасы қандай?

(Жауабы: 7 г)

3. Массасы 110 г темір кесегін $t_1 = 20^\circ\text{C}$ -тан $t_2 = 920^\circ\text{C}$ -қа дейін қыздыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?

(Жауабы: 45 кДж)

4. 7.1-кестені пайдалана отырып, массалары бірдей алюминийден және жезден жасалған денелерді $\Delta t^\circ\text{C}$ -қа қыздырған кезде, қажетті жылу мөлшерлерінің қатынасын анықтандар.

(Жауабы: 2,4)

■5. Денені 40°C -қа жылтыу үшін 500 Дж жылу қажет. Осы денені 60°C -қа жылтыу үшін қанша жылу мөлшері қажет болады? Дененің массасы екі есе үлкейді деп қарастырындар.

(Жауабы: 1500 Дж)

■6. 2 кг глицерин $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ -қа сұыған кезде бөлінетін жылу мөлшері 500 г күнбағыс майы 20°C -қа сұыған кездегі бөлінген жылу мөлшерінен қаншаға аз? Қажетті мәліметтерді 7.1-кестеден алыңдар.

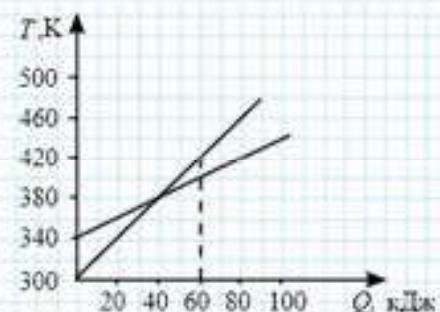
(Жауабы: 127 кДж)

*7. Ені 12 м, ұзындығы 25 м бассейндегі суды $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ -қа жылтыу үшін $5,67 \cdot 10^7$ кДж жылу мөлшері қажет. Бассейннің терендігі қандай?

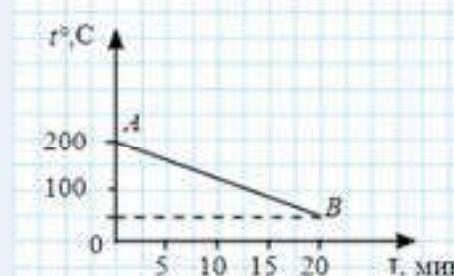
(Жауабы: 3 м)

*8. 7.2-суретте екі түрлі денелердің температураларының оларға берілген жылу мөлшеріне тәуелділігі көрсетілген. Денелердің массалары бірдей, 2 кг-ға тең. Осы денелердің меншікті жылусыыйымдылықтарын анықтандар.

(Жауабы: 1-дене $250 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, 2-дене $500 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$)



7.2-сурет



7.3-сурет

- *9. 7.3-суретте массасы 2 кг алюминий кесегінің температурасының өзгеру графигі кескінделген. Бұл қандай процесс? Процесс кезінде жылу мөлшері жүтүла ма, әлде бөліне ме? Осы жылу мөлшерін анықтандар.

(Жауабы: $Q = 2756$ кДж жылу мөлшері бөлінеді)

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жана алған аппарат қашалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка қатысты тағы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұрақтар туындалды, оны кіммен талқылагын келеді?

§8. Отын энергиясы. Отынның меншікті жану жылуды



Сендер бүгінгі сабакта:

- отынның жану кезіндегі жылу бөліну процесі мен танысадындар;
- бөлінген жылудың мөлшерін анықтап үреп-несіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ отын
- ✓ жану
- ✓ меншікті жану жылуды

Отын энергиясы. “Отын” деген сөзді біз күнделікті өмірде жиі колданамыз, онымен жақсы таныспыз. Эрдайым ас әзірлеген кезде сендер газдың жануын пайдаланасындар, үйлерінді жылыту үшін немесе электр энергиясын алу үшін газды немесе көмірді колданасындар.

Отын деп жану процесі кезінде айтарлықтай көп мөлшерде жылу бөлініп шығатын жанғыш затты айтады.



кемір



агаш



шымтезек

a)



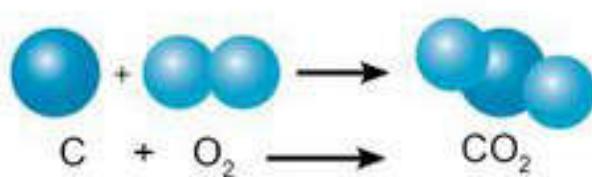
ә)



б)

8.1-сурет

Отынның катты (агаш, кемір, шымтезек), сұйық (бензин, мазут, керосин) және газ тәрізді (табиғи газ) түрлері болады (8.1, a, ә, б-суреттер).



8.2-сурет

Отынның жануы дегеніміз — тонықтырылыш химиялық реакция. Осы реакция барысында С кемірtek атомдары О оттек атомдарымен қосылып, CO_2 көмірқышыл газының молекуласын түзеді (8.2-сурет). Бұл процесс жылу белінү арқылы жүзеге асады.

Отынның жануы кезінде белінетін жылу мөлшері қандай шамаларға тәуелді екенін анықтайық.

1. Қаншалықты көп отын жаксак, соңшама көп жылу белінетіні анық: $Q \sim m$.

2. 1 кг ағаш жакканда белінетін жылу мөлшері 1 кг кемір немесе 1 кг мұнай жаккандағы белінетін жылу мөлшеріне тең емес, яғни жылу мөлшері заттың тегіне тәуелді. **Отынның жылу шыгару қабілетін сипаттайтын шама отынның меншікті жану жылтуы деп аталады :**

$$Q \sim q,$$

Аталған екі тәуелділікті корытындылай отырып:

$$Q = qm, \quad (8.1)$$

Осыдан

$$q = \frac{Q}{m}, \quad (8.2)$$

мұндағы q — пропорционалдық коэффициенті, отынның меншікті жану жылуы.

1 кг отын толық жанғанда бөлінетін жылу мөлшері **отынның меншікті жану жылуы** деп аталағы.

(8.2) формула бойынша ХБ жүйесінде меншікті жану жылуының ешшем бірлігі:

$$[q] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right].$$

8.1- кесте

Кейбір отын түрлерінің меншікті жану жылуының мәндері

Зат	q , МДж/кг	Зат	q , МДж/кг
Ағашкемір	29,7	Таскемір (карагандылық)	33,5
Коныр кемір (торғайтын)	27—29	Кокс	30,3
Құрғак ағаш	8,3	Дәрі (порох)	3,0
Шымтезек	15,0	Мазут	40,0
Жанаармай	46,0	Этил спирті	27,0
Дизель отыны	42,0	Сутек	120,0
Керосин	46,0	Табиги газ	44

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Біздин еліміз ете үлкен отын-энергетикалық корына ие.

Мұнай . Дәлелденген мұнай корынын көлемі әлемдік кордың шамамен 3,2%-ын құрайды. Мұнай және газ коры Атырау, Мангистау, Актобе және Балыктық Казақстан облыстарында орналаскан.

Табиги газ . Казақстанның газдық коры ~1,82 трлн м³ құрайды және әлемдік кордың шамамен 1,7%-ы болып табылады.

Көмір . Казақстанның кемір коры шамамен 162 млрд тоннаны құрайды және жыл сайын 100 млн тоннага жуық көмір казып алышады. Таскемірдин көн орны Караганды, Павлодар және Костанай облыстарында орналаскан. Осылардың арасында Караганды кемір бассейнінің манызы зор. Карагандының кемірі коксталады және онын сапасы ете жоғары. Караганды кемірінің жалпы коры шамамен 45 млрд тоннаны құрайды.

Жоғ арыда айтылған органикалық отынның түрлері қазіргі кездегі ең көп тараптап жүргізілген энергия көздері болып табылады. Олар жанған кезде кемірқышқыл газы, күл, шлактар, кейбір металдар мен олардың түздары, хлор, күкірттің оксидтері, түрлі органикалық коспалар т.б.

бөлініп шығады. Мұның бәрі атмосфераны, суды және жер қыртыстарын ластайды, адамдардың денсаулығына айтарлықтай зиян келтіреді, экологияны бұзады. Бұл мәселе әсіресе үлкен қалаларға тән. Сол себепті көзіргі таңда коршаған ортаны қорғау және экологиялық таза отын түрлерін анықтау ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады.



1. Отын деп қандай затты айтамыз?
2. Отынның жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшері қандай шамаларға тауелді?
3. Отынның меншікті жану жылуы дегеніміз не?
4. 8.1-кестені пайдалана отырып, қай отынның меншікті жану жылуы жоғары екенін анықтаңдар.
5. Қазақстанның отын-энергетикалық қоры жайлы не білесіндер?



Сендер тұратын аймақта отынның қандай түрлері қандай мақсаттарда қолданылатынын зерттеңдер. Осы отындардың жануы кезінде бөлінетін зиянды заттардан қоршаған ортаның ластануын қалай азайтуға болады? Қысқаша әңгіме жазындар.

Есеп шығару мысалдары

50 літр суды 20°C -тан 80°C температураға дейін жылтыу үшін қанша тасқемір қажет? Көмірдің жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшерінің 75%-ы суды жылтыуга жүмсалады.

Берілгені:

$$V = 50 \text{ л}$$

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

$$t_2 = 80^{\circ}\text{C}$$

$$q = 33,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\eta = 75\%$$

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

$$\rho_e = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

ХБЖ

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Шешуі: Массасы m көмірдің жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q = qm.$$

Тасқемірдің меншікті жану жылуын 8.1-кестеден анықтаймыз:

$$q = 35,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг.}$$

Бөлінген жылу мөлшерінің 75%-ы суды жылтыуга жүмсалады:

$$Q_1 = 0,75 Q. \quad (1)$$

Суды жылтыуга жүмсалатын жылу мөлшерін (1) формуладан алайык:

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

ал судын массасын оның көлемі және тығыздығы арқылы анықтайык: $m_e = \rho_e \cdot V_e$. Енді барлығын (1) формулаға коятын болсақ:

$$c_e \cdot \rho_e \cdot V_e(t_2 - t_1) = 0,75 qm.$$

Осыдан ізделіп отырган газ көлемін анықтайык:

$$m = \frac{c_e \cdot \rho_e \cdot V_e (t_2 - t_1)}{0,75q} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 (80 - 20)^\circ\text{C}}{0,75 \cdot 33,5 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,5 \text{ кг.}$$

Жауабы : $m = 0,5 \text{ кг.}$



З-жаттығу

1. 5 кг құрғақ ағашты жакқанда қандай жылу мөлшері бөлінеді?

(Жауабы: 41,5 МДж)

2. 2 кг кемір жакқанда қандай жылу мөлшері бөлінеді?

(Жауабы: 67 МДж)

*3. 5 кг құрғақ ағашты және 5 кг шымтезекті жакқанда пеш бірдей жыли ма? Неліктен?

*4. 2 кг шымтезекті жакқанда бөлінетін жылу мөлшеріне тән болатын жылу бөліну үшін мөлшері қанша құрғақ отын жағу қажет?

(Жауабы: 3,6 кг)

*5. 3 кг бензин мен соншама керосинді толық жаққан кезде бөлінетін жылу мөшерлерінің айырымы неге тән?

(Жауабы: 0 Дж)

Осы тақырыпта нені мәңгердіңдер?

Жана алған аппарат каншалыкты пайдалы және кызықты болды?	Тақырыпка көтүстү тәғі не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындау, оны кіммен талқылагын келеді?

§ 9. Жылулық процестердегі энергияның сақталу және түрлену заңдары



Сендер бүгінгі сабакта:

- жылу балансының тендеуімен танысадындар;
- есеп шығару барысында энергияның сақталу заңдарын жылулық процестерінде қолдануды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ механикалық энергия
- ✓ ішкі энергия
- ✓ жылу мөлшері

Мұны білесіңдер

Механикалық энергияның сақталу заңы: бір-бірімен тартылыс және серпімділік күштері арқылы әсерлесетін денелердің түйікталған жүйесінің толық механикалық энергиясы (кинетикалық және потенциалдық энергиясының қосындысы) тұрақты шама.

Энергияның сакталу заны табиғатта болып жатқан барлық процестер үшін, соның ішінде жылудың күбылыстар үшін де орындалады. Сендер (§ 3) ішкі энергияның өзгеруінің екі тәсілін білесіндер: жылу беру және механикалық жұмыс жасау. Бірінші жағдайда ыстық дene өз жылудың береді, салқын дene оны қабылдайды. Екінші жағдайда механикалық энергия ішкі энергияға түрленеді. Екі жағдайда да энергияның бір бөлігі қоршаған ортаға таралады. Жылу алмасуға қатысатын дene жылудың оқшауланған қабықшада (мысалы, калориметрде) орналасқан деп қарастырып көрейік. Мұндай жағдайда ыстық дeneнің берген жылу мөлшерін салқын дene толық қабылдап алады.

Жылу процестеріндегі энергияның сакталу заны төмендегідей өрнектеледі:

$$Q_{\text{из}} = Q_{\text{бэр}}.$$

Жылудың оқшауланған жүйелерде, егер ішкі энергия тек жылу беру нәтижесінде өзгерсе, ыстық дeneлерден берілген жылу мөлшерінің жатны мәні сұық дeneлер алған жылу мөлшерлерінің қосындысына тең.

$$(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots)_{\text{из}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots)_{\text{бэр}}$$

немесе

$$\Sigma Q_{\text{из}} = \Sigma Q_{\text{бэр}}. \quad (9.1)$$

Мұнда Σ (сигма) — қосынды белгісінің таңбасы.

(9.1) тендеуі жылу балансының теңдеуі деп аталады.

Мұны Білесіндер

Денениң жылу алмасу нәтижесінде жылудың тепе-тендік күйі орнайды, яғни осы дeneлердің барлығының температурасы бірдей болады.

Мысалы, температурасы 80°C суды температурасы 20°C сумен араластыrsa, (9.1) өрнекті колдана отырып есептеуге болатын температура турақталады, мұндағы берілген және алынған жылу мөлшерін (7.1) формуласымен анықтау керек.

Жылу берілу процесі кезінде жылуды беретін ыстық дeneлердің температурасы төмендейді, яғни (7.1) өрнегіндегі $t_2 < t_1$, $\Delta t_2 < 0$ болады. Бұдан жылу мөлшері теріс шама болып шығады, бұл жылу берілу процесі кезінде ыстық дeneнің ішкі энергиясы кемітінің көрсетеді. Олай болса, (9.1) формуладағы $Q_{\text{бэр}}$ жылу мөлшерінің модулін (сан мәнін) қолданамыз. Есеп шығарған кезде жылу мөлшерінің мәнін мына формуланың көмегімен $Q_{\text{бэр}} = c m (t_1 - t_2)$ есептейміз, сонда ол он мән алады.



1. Денениң ішкі энергиясын өзгертуідің тәсілдерін атаңдар.
2. Денелер арасындағы жылу алмасу қандай бағытта жүреді?
3. Жылу алмасу процестері үшін энергияның сакталу занының мәні неде?
4. Жылу балансының теңдеуін жазыңдар, талқыланңдар.

Есеп шығару мысалдары

1. Стакандағы температурасы 90°C ыстық суға массасы 240 г күміс қасық салайык. Егер судын массасы 200 г, қасыктың бастапкы температурасы 15°C болса, стаканда орнықкан температуралы аныктандар. Коршаған ортамен жылу алмасуды есептемендер.

Берілгені :

$$m_c = 200 \text{ г}$$

$$m_k = 240 \text{ г}$$

$$t_c = 90^{\circ}\text{C}$$

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

$$c_c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$$

$$c_k = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$$

$$t = ?$$

ХБЖ

$$0.2 \text{ кг}$$

$$0.24 \text{ кг}$$

Шешуі. Жылу балансының тендеуін қолданайык. Су жоғары температурага не болғандыктан, жылу береді, ал қасық жылуды кабылдап алады. Судын беретін жылу мөлшері:

$$Q_1 = m_c c_c (t_c - t).$$

Қасыктың кабылдап алған жылу мөлшері:

$$Q_2 = m_k c_k (t - t_k).$$

Жылу балансының тендеуіне сәйкес:

$Q_1 = Q_2$ немесе $m_c c_c (t_c - t) = m_k c_k (t - t_c)$, $m_c c_c t_c - m_c c_c t = m_k c_k t - m_k c_k t_c$ осыдан қажетті температураны аныктайык:

$$t = \frac{m_c c_c t_c + m_k c_k t_k}{m_k c_k + m_c c_c} = \frac{0.2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 90^{\circ}\text{C} + 0.24 \text{ кг} \cdot 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 15^{\circ}\text{C}}{0.24 \text{ кг} \cdot 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} + 0.2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}} \approx 85,37^{\circ}\text{C}.$$

Жауабы : $t = 85,37^{\circ}\text{C}$.

2. Анасы баласын шомылдыруға температурасы 36°C болатын 10 л жылы су дайындағысы келді. Ол үшін температурасы 80°C ыстық су және температурасы 16°C салқын су араластыру қажет. Анасы қанша салқын су және канша ыстық су колданды?

Берілгені :

$$V = 10 \text{ л}$$

$$t = 36^{\circ}\text{C}$$

$$t_{1\text{м}} = 80^{\circ}\text{C}$$

$$t_{1\text{с}} = 16^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_c = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_1 = ? \quad V_2 = ?$$

ХБЖ

$$10^{-2} \text{ м}^3$$

Шешуі. Бұл есепті шығару үшін жылу балансының тендеуін қолданамыз:

$Q_{\text{алт}} = Q_{\text{сеп}}$. Ыстық судын беретін жылу мөлшері:

$$Q_1 = cm_1 (t_{1\text{м}} - t).$$

Салқын судың кабылдайтын жылу мөлшері:

$$Q_2 = cm_2 (t - t_{1\text{с}}).$$

Жылу балансының тендеуін колданайык: $Q_1 = Q_2$.

$$cm_1 (t_{1\text{м}} - t) = cm_2 (t - t_{1\text{с}}). \quad (1)$$

Судың массасын көлем мен тығыздық арқылы өрнектеп табайык:

$$m = \rho V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 = 10 \text{ кг.}$$

Судың жалпы массасы $m = m_1 + m_2 = 10$ кг-та тең. Соның өрнектен $m_2 = m - m_1$ және (1) өрнекке коятын болсак:

$$cm_1(t_{1\text{и}} - t) = c(m - m_1)(t - t_{1\text{e}}).$$

Осыдан: $m_1 t_{1\text{и}} - m_1 t = mt - m_1 t - mt_{1\text{e}} + m_1 t_{1\text{e}}$,

$$m_1 = \frac{m(t - t_{1\text{e}})}{t_{1\text{и}} - t_{1\text{e}}} = \frac{10 \text{ кг} (36 - 16)^\circ\text{C}}{(80 - 16)^\circ\text{C}} = 3,12 \text{ кг}, \quad m_2 = 10 - 3,12 = 6,87 \text{ кг.}$$

Жауабы : 3,12 л ыстық және 6,87 л салқын су қажет.



4-жаттығу

Есеп шығарған кезде қоршаған ортамен жылу алмасуды ескермендер.

1. Температурасы 20°C , массасы 500 г суға температурасы 60°C болатын $1,5$ кг ыстық су қосайык. Орнықкан температураны анықтандар.

(Жауабы: 44°C)

2. Массасы 5 кг тастың $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ -қа салқындауы кезінде бөлінетін жылу мөлшері $Q = 4,2 \text{ кДж}$. Тастың меншікті жылусыйымдылығын анықтандар.

(Жауабы: $420 \text{ Дж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

3. Массасы 20 кг, температурасы 27°C суға қайнап тұрған су құйылды, нәтижесінде 60°C температура орнықты. Қайнаган судың массасын анықтандар.

(Жауабы: $16,5$ кг)

4. Массасы $0,1$ кг, температурасы 7°C суға массасы 42 г және температурасы 127°C зат салынды, нәтижесінде 17°C температура орнығады. Дененің меншікті жылусыйымдылығын анықтандар.

(Жауабы: $909 \text{ Дж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

- 5. Массасы 2 кг, температурасы 20°C суға массасы 100 г, температурасы 80°C -қа дейін қыздырылған жеден жасалған білікше және массасы 200 г, температурасы 90°C алюминийден жасалған білікше салынды. Қандай температура орнығады?

(Жауабы: $\approx 21,76^\circ\text{C}$)

- 6. Массасы 1 кг метал кесегін $\Delta t_1 = 23^\circ\text{C}$ -қа қыздыру үшін массасы $0,5$ кг суды $\Delta t_2 = 10^\circ\text{C}$ -қа қыздыруға қажет жылу мөлшеріндегі жылу жұмсалды. Металдың меншікті жылусыйымдылығы қандай?

(Жауабы: $c = 913 \text{ Дж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

*7. 20°C температурада алынған 5 литр суды қайнату үшін қанша құрғак ағаш қажет? Бөлінген жылу мөлшерінің жартысы суды жылтытуға жұмсалады деп қарастырындар.

(Жауабы: 0,404 кг)

*8. 39 м биектікten еркін төмен құлаған қорғасын шар плитаға соғылғанда оның механикалық энергиясы түгелдей жылу энергиясына айналды. Осы кезде шар қанша градусқа қызады?

(Жауабы: 3°C)

*9. Берілген мәліметтерді қолданып, есеп құрастырындар. Су: $t_1 = 24^\circ\text{C}$, спирт:

$$m_c = 30 \text{ г}, t_2 = 60^\circ\text{C}, c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}, q = 27 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}, m_2 = ?$$

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Жана алған аппарат каншалықты пайдалы және кызықты болды?	Тақырыпка қатысты тағы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында кандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылагын келеді?

Тараудың маңыздылары

Жылу құбылыстары

Жылулық қозғалыс деп молекулалардың үздіксіз хаостық қозғалысын айтамыз. *Температура* — дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.

Дененің ішкі энергиясы — бұл денені құрайтын барлық бөлшектердің кинетикалық және потенциалдық энергияларының косындисы.

Жылу тасымалдау процесі кезіндегі дененің ішкі энергиясының өзгеруіне тең шама Q жылу мөлшері деп аталады.



Менинкі жылусынымдылық — 1 кг затты 1°C-ка кыздыру үшін қажетті жылу мөлшеріне тең физикалық шама:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)},$$

Жылу балансының тендеуі: $\sum Q_{\text{ал}} = \sum Q_{\text{бер}}$.

Заттың агрегаттық күйлері

2 -ТАРАУ

Табиғатта және тұрмыста заттың бір агрегаттық күйден екінші күйге өтуін жіңі байқайсындар: көктемде кар ериді, қыста өзендер қатады, сүкіймаларындағы судар булаңып, бұлттар түзіледі.



Зат газ, сұйық, қатты күйінде кездеседі. Жазғы таңда шөп басында жылтылдаған шық тамшыларын көреміз. Аязды ауа райында терезе әйнегінде мұз өрнегі пайда болады.



*Неге суды қайнатқан кезде бұ түзіледі?
Бұл құбылыстар қалай жүзеге асады? Неге ылғал кім желде төзірек кебеді?*

Өндірісте металды балқытып, оны түрлі кальптарға құяды, одар сүнди және қатаяды.

Неліктен қоргасын және қалайыны үй жағдайында балқытуға болады, ал темірді балқыта алмайсың?



2

§ 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы, балқу температурасы



Тірек сөздер:

- ✓ балқу
- ✓ қатаю
- ✓ балқу температурасы

Сендер бүгінгі сабакта:

- заттың қатты күйден сұйыққа және керісінше, сұйық күйден қатты күйге ету процестерін зерттейтін боласындар.



Мұны білесіңдер

Кез келген зат молекулалардан тұрады, оның физикалық қасиеттері молекулалардың қалай орналасқанына және бір-бірімен өзара әсерлесуіне байланысты. Күнделікті өмірде сендер заттың үш агрегаттық күйін — қатты, сұйық және газ тарізді түрлерін байқайсындар.



10.1-сурет

Бүгін сендер қатты күйден сұйыққа ету және керісінше, сұйықтан қатты күйге ету процестерін зерттейтін боласындар.

Затты бір агрегаттық күйден екіншісіне қалай ауыстыруға болады? Егер тоңазытқыштан мұзды шығарып, жылы бөлмеде қалдырысақ, біраз уақыттан кейін мұз ериді.

Мұз қатты күйден сұйық күйге етіп, суға айналады. Егер касыққа корғасын немесе қалайы кесегін салып, от жалынында ұстаса (10.1-сурет), корғасын (қалайы) сұйық күйге ауысады. Мұндай жағдайда қатты дene балқыды деп айтады.

Қыста өзендер катып, су қатты күйге — мұзға айналады. Сұйық металл суыған кезде, қатаяды. Мұндай жағдайда затты кристалданды дейді.

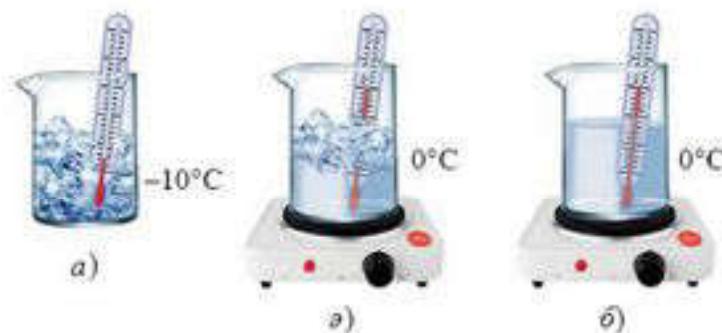


Суды мұздатқыш камерасында қатырып, пайда болған мұзды бірнеше ұсақ бөліктерге бөлейік. Қатқан мұз бөліктерін стақанға салып, термометрмен бастапқы температуралы өлшеп, қыздыра бастайық (10.2, а-сурет).

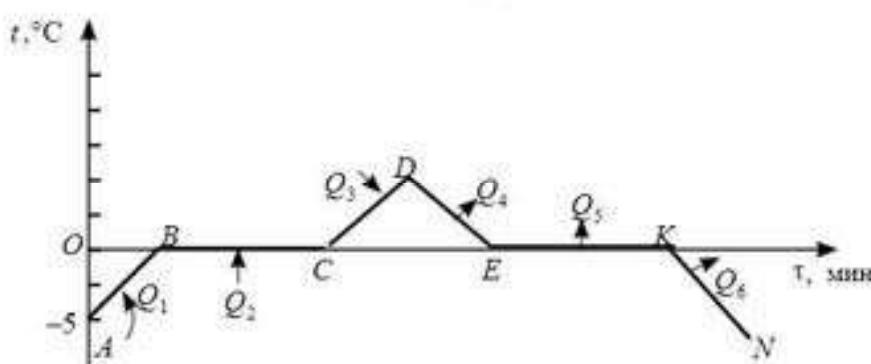
10.3-суретте мұз температурасының қыздыруға және салқыннату кезіндегі қатаюына кететін уақытқа тәуелділік графигі көрсетілген.

Бастапқыда (графиктің АВ бөлігі) қатты мұздың температурасы көтеріле бастайды, бұл кезде оған Q₁ жылу мөлшері беріледі. Температура 0°C-ка жеткен соң, ері қарай қыздырысақ та, температура көтерілмейді, мұз ери бастайтынын көруге болады (ВС бөлігі) (10.2, а-сурет).

Мұз толығымен еріп болғанша, температура 0°C-ты көрсетіп тұрады, бірақ еріп жатқан мұзға Q₂ жылу мөлшері беріледі (10.2, б-сурет).



10.2-сурет



10.3-сурет

Мұз толығымен еріп болған соң, әрі қарай қыздырсақ, судың температурасы жылдам көтеріледі (CD бөлігі), бұл кезде суга Q_3 жылу мөлшері беріледі.

Яғни графиктің AB аймагында мұздың температурасы көтеріледі. BC аймагы мұздың еру процесіне сәйкес келеді, оның температурасы тұрақты және нөлге тең. С нүктесі мұздың толық еріп, суга айналған күйіне сәйкес келеді, оның температурасы 0°C .

Заттың қатты құйдан сұйық қүйге айналу процесі балқу деп аталады.

Неліктен мұз еріген кезде, оған үздіксіз жылу беріліп жатса да тұрақты болып қала береді? Бұл сұралққа жауап беру үшін қатты және сұйық қүйдегі заттардың молекулалық құрылымының айырмашылығы неде екенін еске түсіру кажет. Қатты денелерде молекулалар өте тығыз және кристалдық тор түйіндерінде реттік құрылыммен орналасқан.

Қатты дene балқыған кезде кристалдық құрылым бұзылады, молекулалардың өзара әсерлесуінің потенциалдық энергиясы өзгереді.

Бұл жағдайда сырттан алынған жылу энергиясы денениң ішкі энергиясын арттыруға кетеді. Бірақ молекулалардың кинетикалық энергиясы өзгермейді. температура тұрақты болып қалады. Балқу процесі үнемі энергияның жұтылуымен қатар жүреді.

Қатты денениң сұйық қүйге айналу кезіндегі тұрақты температурасы балқу температурасы деп аталады. Эрбір қатты заттың тұрақты балқу температурасы болады. Кейбір заттардың балқу температурадарының мәндерін көлтіреік (10.1-кесте).

10.1- кесте

Заттар	Балқу температурасы, °C	Заттардың менишкіті балқу жылтуы, кДж/кг
Алюминий	660	321
Жез	900	330
Мис	1083	175
Калайы	232	59
Корғасын	327	25
Күміс	960	88
Болат	1400	82
Мұз	0	330

Барлық қатты денелерде балқу процесі мұздың еруі секілді жүзеге асады. Эрине, түрлі заттар үшін процестің сипаттамасы әртүрлі (мысалы, балқу температурасы).

Мұны Білесіндер

Сендер аморфты қатты денелердің молекулаларының ретсіз орналасатынын білесіндер. Олардың бұл қасиеті тығыздығы жоғары сұйықтықтың қасиетіне ұксайды.

Сондыктан, егер аморфты денені (парафин, шыны) кыздырсақ, олардың температурасы біртіндеп көтеріледі. Аморфты дене толығымен бірте-бірте жұмсарады және сұйыққа айналады, олардың тұрақты балқу температуралары жок.

Егер сұйықты сұйтсақ, белгілі бір температураға жеткенде ол катады. Тәжірибе жасайық, стакандағы суды кыздырмай, керісінше, оны салқында бастайық. Ол үшін оны температурасы төмен мұздың көп мөлшеріне салайық. Бастапқыда су салқындаі бастайды (10.3-сурет DE белгі). Температурасы 0°C-ка жеткен сон (10.3-сурет), температура әрі қарай өзгермейді, ал су мұзға айнала бастайды, мұны мұздың кристалдануы дейді. Кристалдану процесі ЕК аймағында жүзеге асады. Су толығымен мұзға айналған сон, әрі қарай салқындау кезінде мұздың температурасы төмендейді (KN белгі).

Заттың сұйық күйден қатты күйге айнату процесі кристалдану деп аталады.

Кристалдану жылудың бөлінуімен қатар жүзеге асады . Бұл кезде заттың ішкі энергиясы азаяды.

Заттың катаю температурасы оның балқу температурасына тең:

$$T_{\text{кат}} = T_b.$$



БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

1960 жылы американдық ғалым Б. Вуд тез балқитын ауыр корытпа ойлан тапты, оны Вуд қорытпасы деп атайды (10.4-сурет), оның балқу температурасы 68,5°C. Вуд қорытпасын температурасы 70°C шамасындағы ыстық суда оңай ерітуге болады.

10.4-сурет

Вуд корытпасынын құрамы: 25% корғасын; 12,5% қалайы; 12,5% кадмий; 50% висмут.

Вуд корытпасы түрлі қауіпсіздік құрылғылары үшін сактандыргыш ретінде, сонымен катар кола, жез, никель, мыс, алюминий және т.б. сияқты металдардың әртүрлі корытпаларында жұмысқ дәнекер ретінде кеңінен колданылады.

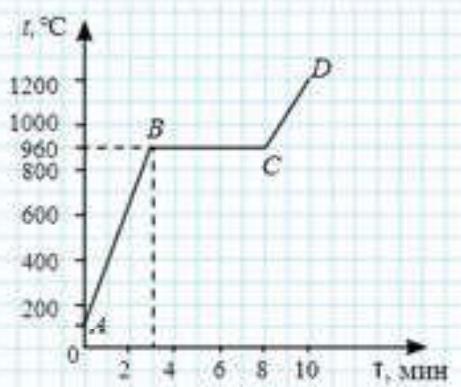


1. Балқу процесі деген не?
2. Қатты заттардың аморфтық заттардан айырмашылығы неде?
3. Балқу температурасы дегеніміз не?
- 4. Неліктен қатты затты балқыту кезінде жылу берілсе де, оның температурасы өзгермейді?
5. Кристалдану процесі дегеніміз не?
- 6. Мұздың еру және судың кристалдану процесін 10.3-сурет бойынша түсіндіріп беріңдер.

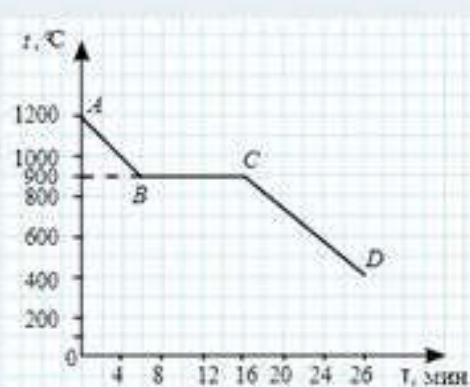


5-жаттығу

- *1. 10.5-суретте көрсетілген графикті зерттеп, мынадай сұрақтарға жауап беріңдер:
 - 1) Графиктің AB және CD бөліктері қандай процестерге сәйкес келеді?
 - 2) Зат AB бөлігінде қандай агрегаттық құйде болады? CD бөлігінде ше?
 - 3) BC бөлігінде қандай процесс жүреді? Бұл процесс қанша уақытқа созылады?
 - 4) Заттың бастапқы температурасы қандай?
 - 5) Бұл қандай зат? Оны графиктен қалай анықтауга болады?
- *2. 10.6-суретте көрсетілген графикке қарап AB, BC және CD бөлігінде қандай процестер жүріп жатқанын сипаттап беріңдер. Бұл қандай зат? Осы процестер кезінде молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы қалай өзгереді?
- *3. Бастапқы температурасы 27°C корғасын кесегін 15 минутта 500°C температураға дейін қыздырды. Осы процестің графиктің салындар және оның әрбір бөлігін сипаттандар.



10.5-сурет



10.6-сурет



- Далада ауа температурасы 0°C болғанда қар ерімейді. Ал егер оны жылы бөлмеге әкелсе, ери бастайды. Неге? Жауабын түсіндіріңдер.
- Ыдыстың ішінде температурасы 0°C , мөлшерлері бірдей мұз бен су бар. Олардың ішкі энергиялары бірдей ме? Жауаптарынды негіздендер.

Осы тақырыпта иені менгердіңдер?

Жаңа алған ақпарат каншалықты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка катысты тагы не білгілерің келеді?	Тақырып барысында кандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылатын келеді?

§ 11. Меншікті балқу жылуы



Тірек сөздер:

✓ меншікті балқу
жылуы

Сендер бүгінгі сабакта:

- меншікті балқу жылуы түсінігімен танысадындар;
- қатты затты балқыту үшін қажетті жылу мөлшерін есептеп үйренесіндер.



Сендер балқу процесінің жылуды жүту арқылы жүзеге асатынын білдіндер. Қатты денеге оны балқыту үшін қанша жылу мөлшерін беру қажет? Осыны аныктайык.

Заттың массасы негұрлым үлкен болса, оны балқыту үшін көп жылу мөлшерін жұмсау қажет. Мысалы, 2 кг мұзды еріту үшін 1 кг мұзды ерітуге қажет жылудың екі есе көп мөлшері қажет. Сондықтан: $Q \sim m$, яғни жылу мөлшері заттың массасына пропорционал.

Енді массалары бірдей екі затты алайық, мысалы мұз және қорғасын. Оларды балқыту үшін қажетті жылу мөлшері бірдей ме? Жок, неге? Өйткені балқыту кезінде берілген жылу мөлшері, соның әсерінен ішкі энергияның есуі заттың реттелген кристалдық құрылымын бұзуға жұмсалады. Түрлі денелердің құрылымдары әртурлі, сондықтан молекулалар арасындағы өзара әсерлесу күші де өзгеше болады. Түрлі заттардың кристалдық құрылымын бұзу үшін әртурлі жылу мөлшері жұмсалады. Бұл тәуелділікті ескеру үшін меншікті балқу жылуы деп аталатын арнайы шама енгізілген.

1 кг кристалл затты балқу температурасында сұйыққа айналдыру үшін жұмсалатын жылу мөлшеріне тән физикалық шама заттың **меншікті балқу жылуы** деп аталады.

Меншікті балқу жылу λ (лямбда) әрпімен белгіленеді. Затты балқыту үшін қажетті жылу мөлшері меншікті балқу жылутына пропорционал болады:

$$Q \sim \lambda.$$

Осы екі жағдайды ескерсек, массасы m затты балқытуға қажетті жылу мөлшері былай өрнектеледі:

$$Q = \lambda m. \quad (11.1)$$

Заттың қатаюы кезінде бөлінетін жылу мөлшері де осы (11.1) өрнегімен анықталады. (11.1) формуласынан:

$$\lambda = \frac{Q}{m}. \quad (11.2)$$

ХБ жүйесінде меншікті балқу жылутының өлшем бірлігі $[\lambda] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]$.

Кейбір заттардың меншікті балқу жылуы 10.1-кестеде көттілген.



1. Меншікті балқу жылутына анықтама беріңдер.
2. Балқу температурасында алынған қатты затты балқыту үшін қажетті жылу мөлшерін қалай анықтауға болады?
3. Қатты дененің ішкі энергиясы оны балқыту кезінде қалай өзгереді?
4. Неліктен қатты заттың балқуы кезінде жылу берілудің жалғасуына қарамастан, оның температурасы тұрақты болып қала береді?
- *5. Неге үй жағдайында болат қасыққа салып қалайы немесе қорғасын кесегін балқытуға болады, ал мысты балқытуға болмайды?



1. Дағы көктайғақ болған кезде неге жерге тұз немесе құм сеүіп тастайды? Жауабын түсіндіріңдер.
2. Жылу күбылыстарын зерттеуге арналған тәжірибелерді оқшаулау үшін қолданылатын құрал калориметр деп аталады. Мектеп калориметрінің құрылышын зерттеп, қысқаша сипаттама дайындандар.



Калориметрді өздерің жасандар. Стакандарды қажетті өлшемде тандап алыңдар. Ишкі стакан шамамен 150—200 мг-ға есептелген болсын, ал сыртқы стакан пластмасса болғаны дұрыс. Стакандар арасындағы жылудан жақсы оқшаулауды қамтамасыз етіңдер. Қақлақты термометр енгізетіндей етіп тесіндер.

Есеп шыгару мысалдары

Массасы 500 г, температурасы 40°C сұға температурасы 0°C болатын 200 г мұз салынды. Тұрактанған температура қандай?

Берілгені:

$$m_{\text{су}} = 500 \text{ г}$$

$$t_{\text{су}} = 40^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{мұз}} = 200 \text{ г}$$

$$t_{\text{мұз}} = 0^\circ\text{C}$$

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

$$\lambda = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t = ?$$

ХБЖ

$$0,5 \text{ кг}$$

$$0,2 \text{ кг}$$

40°C сұға температурасы 0°C болатын температура қандай?

Шешуі: Су $Q_1 = c_{\text{су}} m_{\text{су}} (t_{\text{су}} - t)$ тең жылу мөлшерін береді. Еру процесі кезінде мұздың алатын жылу мөлшері $\lambda m_{\text{мұз}}$ тең болады. Ол еріген кезде температурасы 0°C сұық сұға айналады, оны қыздыру үшін $c_{\text{су}} m_{\text{мұз}} (t - t_{\text{мұз}})$ жылу мөлшерін жұмсау қажет. Осылайша, мұздың алатын жылу мөлшері:

$$Q_2 = \lambda m_{\text{мұз}} + c_{\text{су}} m_{\text{мұз}} (t - t_{\text{мұз}}).$$

Жылу балансының тендеуін күрамыз:

$$c_{\text{су}} m_{\text{су}} (t_{\text{су}} - t) = c_{\text{су}} m_{\text{мұз}} (t - t_{\text{мұз}}) + \lambda m_{\text{мұз}}; \quad c_{\text{су}} m_{\text{мұз}} t_{\text{мұз}} = 0$$

екенін ескере отырып, осы өрнектен біз қажетті температура t анықтаймыз:

$$t = \frac{c_{\text{су}} m_{\text{су}} t_{\text{су}} - \lambda m_{\text{мұз}}}{c_{\text{су}} m_{\text{су}} + c_{\text{су}} m_{\text{мұз}}} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C} - 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 \text{ кг}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг}} = 6^\circ\text{C}.$$

Жауабы: 6°C болғанда температура тұрактанады.



6-жаттығу

1. 0°C температурада алынған қанша мұз 1700 Дж жылу мөлшерін жұмсау арқылы балқытылуы мүмкін?

(Жауабы: 5 г)

2. Балқу температурасында алынған 100 г қалайыны еріту үшін қанша жылу мөлшері қажет?

(Жауабы: 5900 Дж)

3. Массасы 0,5 кг, 20°C температурада алынған күмісті балқыту үшін қанша жылу мөлшері қажет?

(Жауабы: 152 кДж)

■4. Балқу температурасында алынған 2 кг мыс қатайғанда бөлінетін жылу мөлшері 3 кг қорғасын (балқу температурасында) қатайғанда бөлінетін жылу мөлшерінен қанша есе көп?

(Жауабы: 4,7 есе)

- *5. Температуры 20°C, жылдамдығы 300 м/с болатын қорғасын доп қабырғаға ұрылып, тоқтады. Бұл кезде қорғасының қандай бөлігі балқиды? Ұрылу кезінде бөлінген энергияның барлығын толығымен қорғасын жұтады деп есептендер.

(Жауабы: 0,204)

- *6. Массасы 10 кг, температуры $t_1 = -10^\circ\text{C}$ мұзды ерітіп, одан температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$ су алу үшін қанша жылу мөлшері қажет?

(Жауабы: 4,26 МДж)

- *7. Төменде берілген мәндерді пайдаланып есептер құрастырып, оны шығарындар:

$$\text{a) } m_1 = 2 \text{ кг}, \lambda_2 = 175 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, \lambda_1 = 321 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_2 = t_{20}, t_1 = t_{10}, Q_1 = Q_2, m_2 = ?$$

$$\text{б) } \lambda_1 = 321 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, \lambda_2 = 175 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_2 = t_{20}, t_1 = t_{10}, m_1 = 2m_2; \frac{Q_1}{Q_2} = ?$$

Осы тақырыпта нені мемгердіңдер?

Жана алған ақпарат каншалыкты пайдалы және кызықты болды?	Тақырыпка катысты тагы не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылагын келеді?

§ 12. Булану және конденсация. Қанықкан және қанықлаған булар



Сендер бүгінгі сабакта:

- булану және конденсация процестерімен танысадындар.



Тірек сөздер:

- ✓ булану
- ✓ конденсация
- ✓ қанықкан булар
- ✓ қанықлаған булар

Біз балқу және ката ю процестерін зерттедік. Енді сұйықтың газ тәрізді күйге айналу құбылыстарын және керісінше, газ тәріздес заттардың сұйық күйге етуін қарастырайық.

Су құйылған шәйнекті пешке қойып, қыздырамыз. Су қайнаган кезде шәйнектің шумегінен будын шықканын көресіндегі (12.1-сурет).

Су қайнаган кезде оның үстінгі жағында булану карқынды түрде жүреді, шәйнектің қакпағы жабық болғандықтан, бу шәйнектің шумегінен шығады.

Сұйықтың газ күйіне өту процесі булану деп атапады.

Бу түзілудің екі түрі бар: кебу және қайнау.

Сендер кебу процесін табиғатта және тұрмыста, күнделікті өмірде жиі байқайсындар. Үлғал кім сыртта тез кебеді, жаңбырдан кейін түзілген шалшыктар, төгілген сұйықтықтар да құрғайды.

Сұйықтың бетіндегі еркін булану процесі кебу деп аталаады.

Булану қалай жүзеге асатынын қарастырайык. Сендер сұйық заттардың молекулалары үздіксіз хаостық қозғалыста болатынын білесіндер. Сонымен қатар олар бір-бірімен әсерлесіп, өзара тартылады. Жеке молекулалар жылдамдығының сандық мәндері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді. Егер қандай да бір “шапшан” молекула сұйықтықтың бетіне жакын болса, ол көрші молекулалардың тартылысын женип, сұйықтан ұшып шығуы мүмкін. Молекулалардың саны өте көп болғандыктан, мұндай молекулалар әрдайым жеткілікті болады.

Молекулалардың жылулық күбылдысы ешқашан тоқтамайтынын ескерсек, сұйықтың кебуі кез келген температурада жүреді деп айтуда болады.

Мысалы, бассейннен шыкканда сен жаурайсын, ол саған таныс сезім. Тіпті жайғана колды жуғаннан кейін колынды сұлғіге сұртпесен сұйықты сезесін. Яғни булану кезінде сұйық салқындаиды. Мәселе мынада, кебу кезінде шапшан қозғалатын молекулалар сұйықты тастап кетеді, сондықтан қалған молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы азаяды. Сонымен қатар, ұшып шыккан молекулаларға басқа молекулалардың тартылысы күштерін жену кажет, бұл да энергияны кажет етеді, ал сырттан жылу берілмейді. Нәтижесінде булану кезінде сұйықтықтың ішкі энергиясы азайып, ол салқындаиды. Сондықтан буланып жаткан сұйықпен тиісіп тұрған денелердің де температурасы төмендейді, себебі олар сұйықка жылу береді. Осылайша кебу процесі энергияны жұтумен қатар жүреді.

Жұылған кім қай кезде жылдамырак кебеді, ыстық куні ме, әлде салқын куні ме? Сендер мұның жауабын білесіндер, температура қаншалықты жоғары болса, кім согұрлым тез кебеді. Яғни кебу жылдамдығы сұйықтың температурасына, бұл жағдайда ылғал кімдегі судың температурасына тұра пропорционал . Кім бүктелген күйінде кеппейді. Кімді ітмес бұрын мұқият түзүлеп, кімнің бетін тартып, еркін етіп жаясын. Осылайша сендер кімнің, яғни судың бос бетінің ауданын үлкейтесіндер. Сендер стаканға қараганда, тегіс тәрелкедегі судың тез кебетінін байқаған боларсындар.

Кебу жылдамдығы сұйықтықтың еркін бетінің ауданына байланысты, ол қаншалықты үлкен болса, бұл бетке жақын жылдам молекулалардың саны согұрлым көп, яғни булану жылдамдығы согұрлым жоғары болады.

Бірдей үш жайпақ тәрелкеге спирттін, судың және өсімдік майының аз мөлшерін құяйық. Шамалы уақыттан кейін спирт өте жылдам кебеді, суга бірнеше сағат кажет, ал май тәрелкеде бірнеше күн бойы тұра

беруі мүмкін. Яғни кебу жылдамдығы сұйықтың тегіне байланысты болады.

Біздің киімдеріміз қандай жағдайда жылдам кебеді: желді немесе желсіз ауа райында ма? Жауабы күнделікті тәжірибeden белгілі. Булану жылдамдығы сұйықтың еркін бетіндегі ауаның қозғалысына тауелді. Сұйықтықтан ұшып шықкан молекулалар біраз уақыт бойы оның бетіне жақын жерде болады, олар сұйықтықтан ұшып шықкан басқа молекулалармен және ауа молекулаларымен соктығысып, хаостық (ретсіз) қозғалыс түзеді. Нәтижесінде олардың кейбіреулері сұйықтықка қайта оралуы мүмкін. Егер сұйық бетінің үстінде жел болса, онда ол ұшып шықкан молекулаларды ұшырып алғып кетеді және булану жылдамырақ өтеді.

Сұйыққа қайта оралатын молекулалар кері айналымға, яғни заттың газ тәріздес күйінен сұйық күйіне айналуына катысады.

Заттың газ тәріздес күйінен сұйық күйіне айналу процесі конденсация деп аталады.

12.1-суреттегі қайнаған шэйнекті пештің үстінен алғып қойдық делік. Шэйнек шамалы суыған соң какпағының астынан су тамшыларын көруге болады. Бұл судың қызыу кезінде бүкіл кеңістікті толыратын су буының конденсациясының нәтижесі. Яғни, салқындаған кезде бу қайта суға айналып, конденсацияланады. Ішінде қайнап жатқан сұыбар шэйнектің шүмегінен шығып жаткан бу шын мәнінде өте майда су тамшылары, олар бөлме температурасында будың салқындауы кезінде түзіледі. Яғни біз конденсацияланған судың өте ұсак тамшыларын көреміз. Су буы — судың мөлдір газ тәрізді күйі, ол көрінбейді. Сендерге белгілі тұман да сол бұлт секілді судың қоюланған кішкентай тамшыларынан тұрады. Аудағы су буы салқындағанда конденсацияланып, өсімдіктердің бағдарына, жапырақ беттеріне ұсак тамшылар шық түрінде пайда болады.

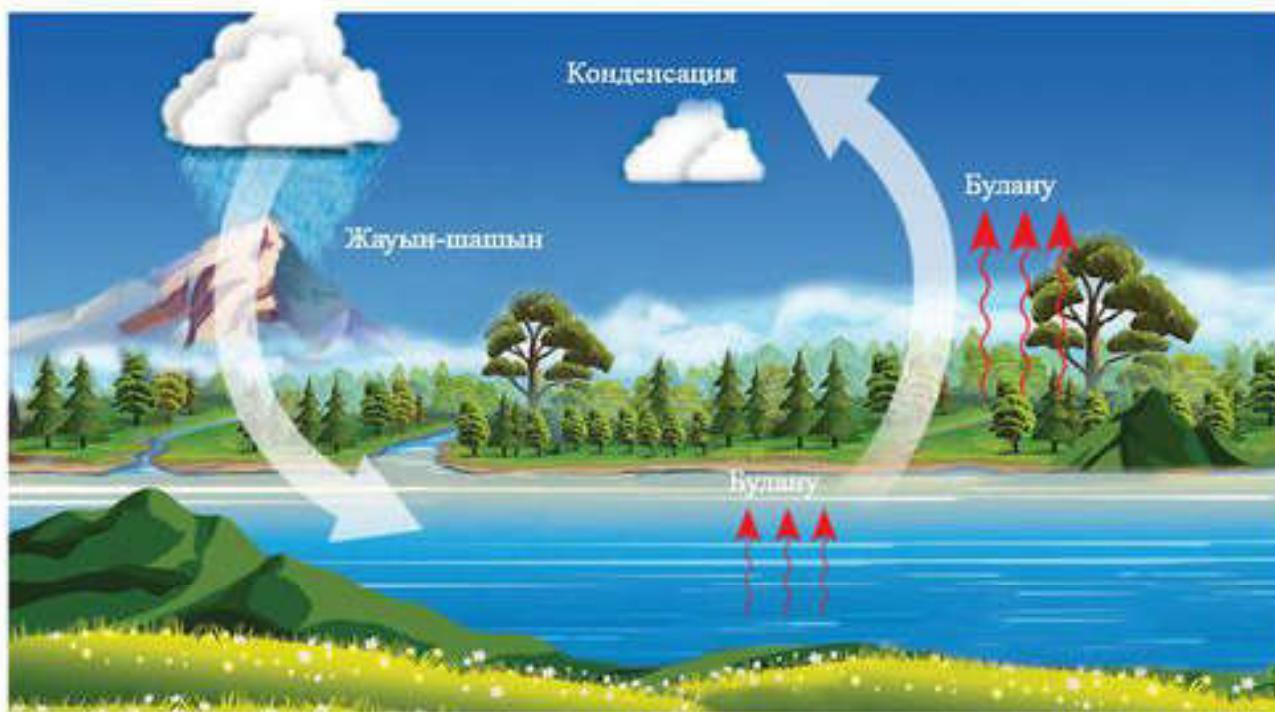
Булану және конденсация күбылысы табиғаттағы керемет су айналымын тудырады (12.2-сурет). Теніздер мен мұхиттардың беттерінен судың көп мөлшері буланып, су буы жылы ауамен бірге биікке көтерілгенде салқындалап, су буы конденсацияланады. Эрі карай салқындау нәтижесінде бұлт түзіледі. Желдің әсерінен жылжып отыратын бұлттар пайда болады. Судың тамшылары жеткілікті үлкен болғанда, олар қайтадан жер бетіне жауын-шашын ретінде түседі.

Конденсация процесі кезінде жылу энергиясы бөлінеді.

Буланумен қатар, қатты зат бірден газ тәріздес күйге айналуы мүмкін. Бұл құбылыс сублимация деп аталады. Сублимация да энер-



12.1-сурет



12.2-сурет

гияның жұтылуымен жүзеге асады. Сублимацияның мысалы ретінде аязды ауа райында киімнің күрғауын айтуда болады. Газ тәріздес күйден қатты күйге өткөтін кері процесс **десублимация** деп аталады. Мысалы: аязды ауа райында терезе әйнегінде мұз өрнегінің пайда болуы, жер бетіндегі және ағаш бұтақтарындағы қырау.

Қанықкан және қанықпаган булаар. Сұйықтың бетінде әрдайым осы сұйықтың буынын белгілі бір мөлшері болады. Сендер жоғарыда қарастырып еткендегі, сұйықтың булануы кез келген температурада жүреді, бірақ сонымен катар кері процесс те орын алады, яғни молекулалардың бір бөлігі сұйықтыққа қайта оралады.

Егер 12.3. а-суретте көрсетілген сұйықтық күйдегі ыдыстың бетін ашиқ қалдырысқа, сұйықтықтан ұшып шығатын молекулалар саны сұйыққа қайта оралатын молекулалар санынан көп болады. Мұндай бу қанықпаган

деп аталады. Керісінше сұйықтың бетін жауып қойсак, сұйықтың бетіндегі бу көністікке тараپ кетпейді (12.3. а-сурет). Бірнеше уақыттан кейін сұйықтан ұшып шықкан молекулалар саны сол уақыт ішінде оған қайта оралатын молекулалардың санына теңеседі. Өз сұйығымен динамикалық тепе-тәндікте болатын буды қанықкан бу деп атайды. Өз сұйығымен динамикалық тепе-тәндікте болмаітын буды қанықпаган бу деп атайды .



а) қанықкан бу а) қанықпаган бу

12.3-сурет

Қаныққан будың қысымы оның көлеміне тәуелді емес, бірақ температурага тәуелді. Температура жоғары болған сайын, қысым артады.



1. Булану деп қандай процесті айтады?
2. Кебу дегеніміз не?
3. Булану жылдамдығының сұйықтың температурасына тәуелділігі қандай? Жауабын түсіндіріңдер.
4. Кебу жылдамдығының сұйықтың еркін бетінің ауданына, сұйықтың тегіне және сыртқы шарттарға тәуелділігі қандай?
5. Булану кезінде сұйықтың ішкі энергиясы қалай взгереді? Неліктен?
6. Аязды күні жүргіншілердің аузынан бу шығады. Мұны қалай түсіндіруге болады?
7. Конденсация дегеніміз не?
8. Сублимация деп неңі айтады? Десублимация деген не?
9. Қаныққан бу деп қандай буды айтады? Қанықлаған бу дегеніміз не?
10. Қаныққан будың қысымы қандай шамаға тәуелді?



Табиғаттағы су айналымын сипаттанадар. Жердегі тіршілік үшін оның қандай маңызы бар? Презентация дайындаңдар.



Жабық ыдыстағы судың булануын зерттеу. Қақпағы бар екі бірдей стакан алындар. Оларға бірдей мөлшерде бөлме температурасындағы суды күйіндар. Су деңгейлерін маркермен белгілеп алындар. Стаканның біреуінің қақпағын жауып, екіншісін ашиқ қалдырып, оларды жылы жерге қойындар. Екі-үш күннен соң тағы да стакандардағы судың деңгейін белгілендер. Қорытынды жасандар.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жана алған ақпарат каншалыкты пайдалы және қызықты болды?	Тақырыпка қатысты тағы не белгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы, оны кіммен талқылагын келеді?

§ 13. Қайнау. Меншікті булану жылуы. Қайнау температурасының ішкі қысымға тәуелділігі



Тірек сөздер:

- ✓ қайнау
- ✓ қайнау температурасы
- ✓ меншікті булану жылуы

Сендер бүгінгі сабакта:

- сүйкітың қайнау процесімен, меншікті булану жылуы түсінігімен танысадыңдар;
- булану кезінде жұтылатын жылу мөлшерін анықтауды үйренесіңдер;
- қайнау температурасының сыртқы қысымға тәуелділігін тағайындайсыңдар.



Судың қайнау құбылысы бізге күнделікті өмірден жақсы таныс. Үйде біз су кайнатамыз, шай қоямыз, сорпа дайындаімyz. Бүтін осы процестерді жан-жакты зерттейміз. Алдымен судың қайнау құбылысы қалай жүзеге асатынын бақылайык.



Мөлдір ыдысты алып, оған су құйып газ пешіне қойып, қыздырайық (13.1-сурет). Біраз уақыттан соң ыдыстың түбі мен қабырғаларында суда еріген ауадан пайда болған майда көпіршіктерді көреміз. Олардың ішінде су буы да бар. Суды қыздырғанда көпіршік ішіндегі қаныққан будың қысымы артады да, көпіршіктер үлкейе бастайды. Көпіршіктің көлемі артқан сайын оған асер ететін Архимед күші де арта түседі. Көпіршік жеткілікті дәрежеде үлкейгенде кері iterуші құштің асерінен ол жоғары көтеріледі. Егер су әлі онша қыза қоймаған болса, оның жоғары қабаттарының температурасы төменгі қабатқа қарағанда аз болады да, бұл жерде көпіршік ішіндегі қаныққан будың кейбіреуі конденсацияланады, сол себепті көпіршік кішірейіп, төменге түседі. Судың астыңғы қабаттарындағы температурада ол тағы үлкейіп, жоғары көтеріледі. Осы кезде қайнап келе жатқан судың өзімізге таныс дыбысын естіміз. Температура артқан сайын көпіршік ішіндегі қаныққан будың қысымы да арта түседі, ол сыртқы қысымнан артық болған сатте көпіршік жарылады. Су қызған кезде оның үстінгі және төменгі қабаттарындағы температуралар теңеседі. Осы кезде жоғары көтерілген көпіршіктер одан сайын үлкейіп, судың бүкіл көлемінде жарылып, сыртқа бу шығып, су бүркүлдап қайнай бастайды.



13.1-сурет

Сүйкітың бүкіл көлемі бойынша жүретін қарқынды булану процесі **қайнау** деп аталады.

Іздестағы қайнатан суга термометр салып, үй жағдайында су 100°C-ка жуық температурада қайнайтынын және су қайнап жатқан кезде оның температурасы өзгермейтінін көруге болады. Бұл — судың **қайнау температурасы**.

Сұйық қайнайтын температураны қайнау температурасы деп атайды.

Әр сұйықтың қайнау температурашары да әртүрлі. Бұл түрлі заттардың молекулаларының өзара әсерлесу күші әртүрлі болатындығымен түсіндіріледі. Қайнау температурасы сыртқы қысымға байланысты. Қысым жоғарылаған сайын қайнау температурасы да артады. Әдетте, кестелерде сұйықтың калыпты атмосфералық қысымдағы қайнау температурасы көрсетіледі. Жер бетінін әр аймактарында атмосфералық қысым калыпты қысымнан ерекшеленеді, сондыктан сұйықтың қайнау температурасы да өзгеше болады. Мысалы, биік таударда судың қайнау температурасы жазық жердегіден төмен, ал калыпты атмосфералық қысымда ол 100°C-ка тең.

Су қайнаган кезде оның температурасы өзгермейді, бірақ егер қыздыруды тоқтатсақ, қайнау да тоқтайды. Қайнау процесін сақтау үшін үнемі жылу беріп тұру керек, яғни сұйықтың қайнауы энергияны жүту арқылы жүзеге асады. Сұйықты буга айналдыруға кажетті жылу мөлшері сұйықтың тегіне және оның массасына тәуелді.

1 кг сұйықты тұрақты температурада толығымен буга айналдыруға қажетті жылу мөлшеріне тең физикалық шама меншікті булану жылуы деп аталаады.

Анықтама бойынша меншікті булану жылуын былай жазайык:

$$r = \frac{Q}{m}, \quad (13.1)$$

мұндағы r — меншікті булану жылуы, m — сұйықтың массасы, Q — сұйықты буга айналдыруға кажетті жылу мөлшері.

ХБ жүйесінде меншікті булану жылуының өлшем бірлігі

$$[r] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right].$$

Калыпты атмосфералық қысымдағы кейбір сұйықтардың қайнау температурашары және меншікті булану жылуы 13.1-кестеде көлтірілген.

13.1- кесте

Зат	Қайнау температурасы, °C	Меншікті булану жылуы, МДж/кг
Су	100	2.25
Спирт	78	0.853
Сынап	357	0.284

(13.1) формуласы бойынша сұйықты буга айналдыруға кажетті жылу мөлшерін анықтайык:

$$Q = r \cdot m. \quad (13.2)$$

Конденсация процесі кезінде бөлінетін жылу мөлшерінің сұйықтың буга айналуына қажетті жылу мөлшеріне тең екенін тәжірибе жүзінде анықтауға болады.

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Сендер кайнау температурасы заттың тегіне және сыртқы ортага тәуелді мысалы, қысымға байланысты екенин белсендір. Кайнау температурасының аныктайтын тағы бір фактор бар. Үдіста кайнап жаткан суды мұнгит бақылаудар, алғашқы көпіршіктер ыдыстар кедір-бұлдыр жерлерінде және су ішпіндегі бөгде майда белшектердің айналасында пайдал болатынын байкауға болады.

Кабыргалары тегіс ыдыска жақсы тазартылған суды күйіп 100°C температурага дейін қыздырса, ол кайнамайды. Бұл басқа сұйықтыктарға да катасты. Осылайша, суды 130°C -ке дейін қыздыруға болады. Мұндай суды аса ысытылған су деп атайды.



Судың төменгі қысымда қайнауы. Бөлме температурасындағы суды банканиң жартысына дейін күйіп, 13.2 -суретте көрсетілгендей етіп вакуумдық сорғының қалпақшасының астына қоямыз. Сорғыны іске қосып, бақылау жүргізейік. Қысым атмосфералық қысымның $0,04$ белігіне дейін төмендегендеге су қайнай бастайды.



13.2-сурет



1. Сұйықтың қайнауы деп қандай процесті айтады?
2. Қайнау температурасы дегеніміз не?
3. Жылу үздіксіз беріліп тұрса да, қайнап тұрған сұйықтың температурасы неге өзгермейді?
4. Қайнау температурасы неге тауелді?
5. Меншікті булану жылуына анықтама беріңдер.
6. Булану және қайнау процестерінің айырмашылығы неде? Олардың қандай ортақ сипаттамалары бар?
7. Қайнау температурасында алынған сұйықтың буға айналдыру үшін қажетті жылу мөлшерін қандай формуламен есептеуге болады?

Есеп шығару мысалдары

Температурасы 20°C -ке тең 2 кг суды толығымен бута айналдыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?

Берілгені :

$$m = 2 \text{ кг}$$

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

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

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

$$r = 2.25 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

$$Q - ?$$

ХБЖ

Шешуі. Булану су қайнаган кезде жүзеге асады, сондыктан алдымен оны қайнау температурасына дейін қыздыру керек. Ол үшін $Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ жылу мөлшері қажет. 100°C температурадағы суды буға айналдыру үшін $Q_2 = rm$ жылу мөлшері жұмсалады. Сонда бізге қажетті жылу мөлшері:

$$Q = Q_1 + Q_2 \text{ немесе } Q = cm(t_2 - t_1) + rm.$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (100 - 20) ^\circ\text{C} + 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 5,67 \text{ МДж.}$$

Жауабы : $Q = 5,67 \text{ МДж.}$



7-жаттығу

1. Қайнау температурасында алынған 3 кг спиртті толығымен бұға айналдыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?
(Жауабы: 2,56 МДж)
2. Қайнау температурасындағы суды бұға айналдыру үшін $Q = 10 \text{ МДж}$ жылу мөлшері қажет болды. Бұл судың массасы қандай?
(Жауабы: 4,4 кг)
3. Температурасы 78°C спиртті толық бұға айналдыру үшін 4,3 МДж жылу мөлшері қажет. Спирттің массасы қандай?
(Жауабы: 5 кг)
4. Температурасы 30°C суды толық бұға айналдыру үшін 250 Дж жылу мөлшері қажет. Судың массасы қандай?
(Жауабы: 0,1 г)
5. $Q = 1000 \text{ Дж}$ жылу мөлшерін жұмсай отырып, температурасы $t = 20^\circ\text{C}$ судың қанша массасын бұға айналдыруға болады?
(Жауабы: 0,38 г)
6. Температурасы 0°C , массасы 2 кг мұзды толығымен бұға айналдыру үшін қажет жылу мөлшерін анықтаңдар.
(Жауабы: 6 МДж)
7. 0°C температурада алынған 2 кг мұзды түгелдей ерітіп, бұға айналдырып жіберу үшін қанша керосин жағу керек? Керосин жанғанда бөлінетін жылу мөлшері түгелдей мұзға (суға) беріледі деп есептәндер.
(Жауабы: 0,14 кг)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жана алған акпарат қаншалыкты пайдалы және кызылкы болды?	Тақырыпка қатысты тәғі не білгілерін келеді?	Тақырып барысында қандай сұраптар туындағы оны кіммен талқылагын келеді?

Тараудың маңыздылары

Заттың агрегаттық күйлері

Заттың катты күйден сұйық күйге айналу процесін *балқу* деп атайды.

Катты заттың сұйық күйге айналу кезіндегі температурасы *балқу температурасы* деп аталады.

Кристалдану — заттың сұйық күйден катты күйге айналу процесі.

1 кг кристалл затты балқу температурасында сұйыққа айналдыру үшін жұмсалатын жылу мөлшеріне тен физикалық шаманы осы заттың *меншікті балқу жылуты* деп атайды.

Затты балқытуға қажетті жылу мөлшерін мына өрнекпен аныктайды:

$$\underline{Q} = \lambda m.$$

Сұйыктың бұта айналу құбылысын *булану* деп атайды.

Сұйыктың бетінде жүретін булану кебу деп аталады.

Будың сұйыққа айналу процесін *конденсация* деп атайды.

Өз сұйығымен динамикалық тепе-тендікте болатын буды *қаныққан* бу деп атайды. Өз сұйығымен динамикалық тепе-тендікте болмайтын буды *қанықпаган* бу деп атайды.

Сұйыктың бүкіл көлемі бойынша жүретін қарқынды булану процесі *қайнау* деп аталады.

1 кг сұйықты толығымен бұта айналдыруға қажетті жылу мөлшеріне тен физикалық шама *меншікті булану жылуты* деп аталады.

Сұйыкты бұта айналдыруға қажетті жылу мөлшері:

$$\underline{Q} = rm.$$

Термодинамика негіздері

3 -ТАРАУ

Күнделікті өмірде біз автокөлікті, мотоциклді, ұшакты, пойыздарды т. б. келік түрлерін жіп колданамыз.

Олар қалай жұмыс істейді? Қандай энергияны қолданады?

Осы келік түрлерінің қозғалтқыштары қоршаган ортаға қалай әсер етеді?



Біз әртүрлі энергия түрлерін колданамыз: құн, су, жел, отын, электр энергиясы т.б.

Жылу мәшинелері қандай энергияның түрін қолданады?

Мәшинелер энергияны жұмысқа қалай айналдырады?



Үлкен калалардағы күн санап өсіп келе жатқан автокөліктер ағыны ауаны ластап, атмосферадағы улы газдардың үлесін арттырып жатыр.

Заманауи қогам осы бір өзекті мәселемен қалай күресуіне болады?



3

§ 14. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы



Тірек сөздер:

- ✓ ішкі энергия
- ✓ газдың жұмысы
- ✓ жылу мөлшері

Сендер бүгінгі сабакта:

- газдың жұмысын есептеуді, термодинамиканың бірінші заңын қолдануды және түсіндіруді үйренесіндер.



Барлық денелер үздіксіз козғалып, өзара әсерлесетін молекулалар мен атомдардан тұрады. Алдыңғы тарауда сендер “денениң ішкі энергиясы” деген ұғыммен таныстындар. Ишкі энергия денениң құрайтын барлық молекулалардың кинетикалық және потенциалдық энергиясының қосындысына тең. Денениң ішкі энергиясын U әрпімен белгілейді. Анықтамаға сәйкес:

$$U = \sum E_k + \sum E_p, \quad (14.1)$$

мұндағы E_k — кинетикалық энергия, E_p — потенциалдық энергия. Ишкі энергия денениң ішкі күйіне тәуелді.



- (14.1) формуласы қолданып, ішкі энергияны өзгерту тәсілдерін ұсынындар.

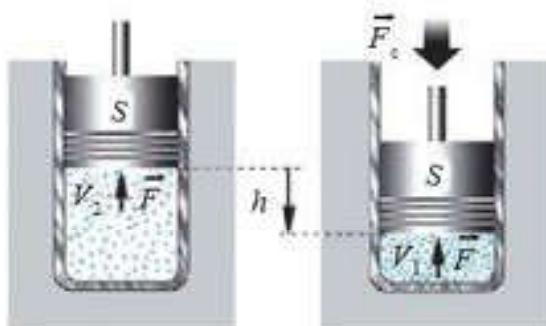
Денениң (газдың) ішкі энергиясын өзгертудің екі тәсілі бар: жылу беру және механикалық жұмыс жасау арқылы. Бірінші жағдайда ішкі энергияны денениң (газдың) қыздырып немесе сұтып, екінші жағдайда газды сығу арқылы молекулалардың аракашыктының өзгертеуді. Бірінші жағдайда денеге (газга) жылу мөлшері Q деп аталатын энергия беріледі. Бұл энергияны дене (газ) жылу алмасу кезінде алады немесе береді. Екінші жағдайда дене (газ) сығылуы арқылы A' жұмыс жасау керек. Поршень цилиндрдің ішіндегі газга әсер ететін жұмысты F_c сыртқы күш жасайды (14.1-сурет).

$$\Delta U = Q + A', \quad (14.2)$$

мұндағы A' — газдың сығылуы үшін жасалатын сыртқы күштердің жұмысы.

Денениң бір күйден екіншіге өткенде ішкі энергияның өзгерісі сыртқы жұмыс пен оған берілген жылу мөлшерінің қосындысына тең және ол бір күйден екінші күйге дуysу тәсіліне тауелді емес.

(14.2) өрнегі денениң (газдың) ішкі энергиясын қалай өзгертуге болатынын көрсетеді.



14.1-сурет

Сығылу кезіндегі сыртқы күштің жұмысы, мысалы, газдың A' жұмысы барлық уақытта кері танбамен алынған газдың өз жұмысына тең болады. Демек, $A' = -A$, онда (14.2) формула мына түрге келеді:

$$Q = \Delta U + A. \quad (14.3)$$

Газга берілген жылу мөлшері оның ішкі энергиясының өзгерісі мен газ жасайтын жұмыстың қосындысына тең. Бұл термодинамиканың бірінші заны деп аталады.

(14.3) өрнегі — термодинамиканың бірінші занының математикалық жазылуы. Бұл зан жылу процестері үшін энергияның сакталу заны болып табылады.

Термодинамиканың бірінші заны энергия шығындармай, мәнгі жұмыс істейтін жылу мәшинесін жасаудың мүмкін еместігін дәлелдейді. Шығында, газдың ішкі энергиясының қоры таусылғанда қозгалтқыш жұмыс істеуін токтатады. Демек, мәнгі қозгалтқыш жасау мүмкін емес. *Ішкі энергия — деңенің күйін көрсететін функция.* Жұмыс пен жылу мөлшері қандай да бір процестің өткізу нәтижесінде ішкі энергияның өзгерісін сипаттайтыны.

Деңенің ішкі энергиясы деңе жұмыс жасағанда немесе коршаган ортаға жылу бергенде өзгереді. Мысалы, қозгалтқыш цилиндріндегі қызған газ ішкі энергиясын жұмыс жасамай-ақ, жылу берілу нәтижесінде өзгертерді. Сондыктan жылу мөлшері мен жұмыс ішкі энергияның өзгеру өлшемі болып табылады.

Құтыға аздаған су құйып, бетін тығынмен тығыз жабайық та, суды қайнау температурасына дейін қыздырайық. Бу қысымының әсерінен құтының аузындағы тығын ұшып кетеді (14.2-сурет).

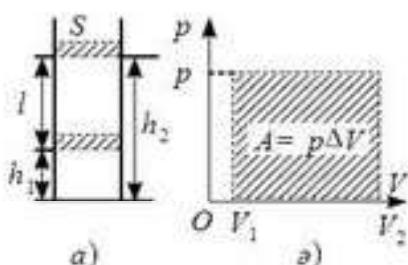


14.2-сурет

- Тәжірибеде су буының ішкі энергиясы қалай өзгереді?
- Тәжірибеде су буының ішкі энергиясы қандай тәсілмен өзгертілді?
- Тығын неге ұшып кетті?
- Ішкі энергия өзгерісінің алған жылу мөлшеріне тауелділігі туралы түсіндіріндер?
- Газ жұмысты ненің әсерінен жасады?

Қарастырылған тәжірибеде отын (спирт) энергиясы су буының ішкі энергиясына түрленеді. Ал бу кеңейіп, жұмыс жасаудың нәтижесінде тығынды ұшырып жібереді.

Цилиндрде салмақсыз поршень астында тұрған газдың қысымы тұракты деп алып, поршеньді h_1 біркіткітен h_2 біркіткіке көтеру үшін газ жасайтын жұмысты есептейік (14.3, a-сурет). Газ поршеньді қысып



14.3-сурет

жогары көтереді. Қысым күшін қысымның формуласын колданып табамыз: $p = \frac{F}{S}$. Мұндайдағы S — поршеннің ауданы.

$$A = F\Delta h = pS(h_2 - h_1) = p(Sh_2 - Sh_1) = \\ = p(V_2 - V_1) = p\Delta V,$$

мұндай ΔV — газ көлемінің өзгерісі

$$A = p\Delta V. \quad (14.4)$$

Бұдан газ бен будың көлемі өзгергенде ғана жұмыс жасалатыны шығады. Газ ұлғайып, он жұмыс жасайды: $\Delta V > 0$.

Бастапқы көлемнен соңғы көлем кіші болса, $\Delta V < 0$, демек, жасалатын жұмыс теріс. Бұл жағдайда газбен жұмыс жасалды деп айтады. Газдың жұмысын 14.3, ә-суреттегі график арқылы табуга болады.



1. Ішкі энергия деп нені айтады?
2. Дененің ішкі энергиясын қалай өзгертуге болады?
3. Термодинамиканың бірінші заңында не туралы айтылады?
4. Неге жұмыс пен жылу мөлшері ішкі энергия өзгерісінің өлшемі болып табылады?
5. Неге газдың көлемі өзгергенде жасайтын жұмысы поршеньге асер ететін сыртқы күштің жұмысынан таңбасымен ерекшеленіп, модулі сақталады?
6. Шәйнектегі су қайнағанда оның қакпағы неге қозғалады?
7. Цилиндр поршеннің астында газ бар, осы газды белгілі бір температураға дейін қыздыруға қай жағдайда аз энергия жұмсалады: поршень бекітулі түрғанда ма, әлде ол қозғалғанда ма? Неге?
8. Биіктен күмбә құлаған дене үшін энергияның сақталу заңы орындала ма?
9. Тас суға құлағанда энергияның сақталу заңы орындала ма?
10. Поршеньді цилиндрдің ішіне спиртке малынған мактаны салып, поршеньді жылдам түсірейік. Сол кезде қандай құбылыс байқалады? Түсіндіріндер.
11. Неге балғаны ұрған кезде немесе күннің көзінде тұрған кезде қызады? Жауаптарынды негіздендер.



8-жаттығу

1. Газдың ішкі энергиясы 54 кДж-ға артқанда 72 кДж жұмыс жасалу үшін оған қандай жылу мөлшерін беру керек?
(Жауабы: 126 кДж)
2. Газдың ішкі энергиясы 68 кДж-ға кемігенде 42 кДж жұмыс жасалу үшін оған қандай жылу мөлшерін беру керек?
(Жауабы: газ 26 кДж береді)

- 3. Газдың көлемі $0,3 \text{ м}^3$ -ден 500 л -ге дейін тұрақты қысымда үлкайған кезде 400 Дж жұмыс жасалды. Газдың қысымын табыңдар.

(Жауабы: 2 кПа)

- 4. Қандай да бір газдың көлемі 20 л . Оның кенеюі барысында 600 Дж жұмыс жасалған. Газдың қысымы 40 кПа болса, соңғы көлемі қандай?

(Жауабы: 35 л)

Осы тақырыпта нені менгердіндер?

Бүтінгі сабакта жана не үйренедіндер?	Кандай ақпаратты жаксы менгердіндер?	Берілген материалды не себепті толық менгерге алмадындар?

§ 15. Жылу процестерінің қайтымсыздығы. Термодинамиканың екінші заңы



Сендер бүтінгі сабакта:

- Қайтымды және қайтымсыз процестерді айыра білуді және термодинамиканың екінші заңын қолдануды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ қайтымды және қайтымсыз процестер
- ✓ термодинамиканың екінші заңы

Термодинамиканың бірінші заңы — жылулық процестер үшін энергияның сақтату заңы. Ол жүйе алған Q жылу мөлшері мен ішкі энергияның ΔU өзгерісін және газ жасаған A жұмысты байланыстырады:

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

Осы заңға сәйкес энергия ешқайдан пайда болмайды және жоғалып кетпейді. Ол бір жүйеден екінші жүйеге беріліп, бір түрден екінші түрге айналады. Табиғатта термодинамиканың бірінші заңы сақталмайтын процестер байкалған емес.

Термодинамиканың бірінші заңы жылу процесінің бағытын көрсете алмайды.

Мысал келтірейік. Температуралары сәйкесінше T_1 және T_2 екі денені жанастырсақ, негұрлым қаттырақ қызған дене энергиясының бір бөлігі салқынырақ денеге өтеді. Нәтижесінде біраз уакыттан соң жылулық тепе-тендік орнаиды. Керінше, жылу салқын денеден қызған денеге толық энергия сақтала отырып өтсе де, термодинамиканың бірінші заңы бұзылмайды. Бірак тәжірибе жылу процестері тек жылы денеден салқын денеге, яғни бір бағытта өтетінін көрсетеді.

Тағы бір мысал келтіреік. Қандай да бір биіктікten құлаған тастың потенциалдық энергиясы кинетикалық энергияға, одан кейін тас пен ол құлаған дененің ішкі энергиясына айналады.

Термодинамиканың бірінші заны жердегі тас өзінің манайындағы денелерден жылу алғып, бұрынғы биіктігіне көтерілуіне тыйым салмайды. Бірак біз мұндай процесті байқаған емеспіз. Бұл — **қайтымсыз процесс**.

Табигаттагы барлық жылу процестері қайтымсыз. Табигаттагы процестердің қайтымсыздығын, процестердің бағытын көрсетемін заң термодинамиканың екінші заңы деп аталады.

Кайтымды процесс деп жүйенің тепе-тен күйлер тізбегінің бірінен екіншісіне тура бағытта және дәл осы жолмен кері бағытта да отетін процесті айтады. Осының нәтижесінде жүйе де, оны коршаған денелер де дәл бастапқы күйіне оралуы тиіс.

Механикалық жұмыстың ішкі энергияға айналу процесі үйкелістің, газдар мен сұйықтардагы диффузияның, бастапқы қысымдары әртүрлі болғанда газдың арасын т.б. құбылыстардың салдарынан қайтымсыз болып табылады.

Термодинамиканың бірінші заны **қайтымды процесс** пен **қайтымсыз процестерді** ажыратады. Бұл заң термодинамикалық процесте энергия балансының сакталуын талап етеді, ал мұндай процестің жүруі мүмкін бе, жок па, оған жауап береді алмайды. Өздігінен жүретін процестердің өту бағытын термодинамиканың екінші заны анықтап береді. Ол термодинамикалық процестердің кейбір түрлеріне тыйым салу түрінде тұжырымдалады. Термодинамиканың екінші занының бірнеше тұжырымдамасы бар.

Термодинамиканың екінші занының Клаузис тұжырымдамасы: жылу температурасы жоғарыденeden температурасы төменденеге беріледі.

Термодинамиканың екінші занының Кельвин тұжырымдамасы: әсері қайталанып отыратын жылу мәшинелерінде бір гана жылу көзінен алынған барлық жылу мөлишерін механикалық жұмысқа түрлендіру мүмкін емес.

Мұндай процесс мүмкін болатын киялдағы жылу мәшинесін мәңгі қозғалтқыш деп атайды. Мұндай мәшине қандай да бір заттың, мысалы мұхиттың, ішкі энергиясын толығымен жұмысқа айналдырап еді. Жер бетіндегі мұхит сүйнің массасы шамамен 10^{21} кг. Оның температурасы бір градусқа төмендеп сүйгандан $\approx 10^{-24}$ Дж энергия бөліп шығарады. Бұндай энергия 10^{17} кг жуық көмір жанғанда бөлінеді екен. Жер бетінде бір жылда өндірілетін энергия бұл энергиядан шамамен 10 000 есе аз! Сондықтан екінші текті мәңгі қозғалтқыш адамзат үшін термодинамиканың бірінші заны тыйым салатын бірінші текті мәңгі қозғалтқышқа караганда маңызды болар еді.



1. Қайтымды, қайтымсыз процестердің принциптік айырмашылығы неде?
2. Термодинамиканың екінші заңында не жайлыштырады?
3. Жылу қозғалтқыштарында мұхиттың ішкі энергиясын қолдану мүмкіндігі неге жоқ?
4. Серпімсіз екі дененің соқтығысын қайтымды процесс деп айтуда бола ма?
5. Вакуумда абсолют серпімді шардың абсолют серпімді пешке құлауын қайтымды процесс деп айтуда бола ма?
6. Футбол добының қозғалысын қайтымды деп айтуда бола ма?
7. Жылуөткізгіштік процесінің қайтымсыздығын дәлелдеңдер.
8. Броундық қозғалыс қайтымды ма?

Осы тақырыпта кепі менгердіндер?

Бүтінгі сабакта жана не үйренедіндер?	Кандай ақпаратты жасы менгердіндер?	Берілген материалды не себепті толық менгерге алмадындар?

§ 16. Жылу қозғалтқыштарының пайдалы әсер коэффициенті (ПЭК)



Сендер бүгінгі сабакта:

- жылу мәшинесінің құрылышы мен жұмыс принциптерін сипаттауды;
- қозғалтқыштың ішкі жануы мен бу мәшинесінің жұмыс принциптерін сипаттауды;
- жылу қозғалтқышының пайдалы әсер коэффициентін анықтауды;
- жылу қозғалтқышын жетілдіру жолдарын ұсынуды;
- жылу мәшинелерінің қоршаған ортаның экологиялық жағдайына әсер етуін бағалауды үйренесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ жылу мәшинесі
- ✓ жұмыс денесі
- ✓ қыздырғыш
- ✓ сүтқыш
- ✓ жылу қозғалтқышы
- ✓ бу турбинасы
- ✓ жылу мәшинесінің ПЭК-і
- ✓ жылыштайды әффектісі
- ✓ ғаламдық жылышы
- ✓ экологиялық проблемалар

Жылу қозғалтқыштары. Адамдар ерте заманнан бері жұмыстың женилдететін әртүрлі құрылғыларды ойладап тауып, жасауға тырысты. Энергияны механикалық жұмысқа айналдыратын құрылғыны қозғалтқыш деп атайды (16.1-сурет).



16.1-сурет

Адамзат желдін энергиясы и жұмысқа айналдыратын жел донғалағын, судың энергиясын жұмысқа айналдыратын су донғалағы сиякты механикалық қозғалтқыштарды ойлап тапты.

Су донғалағы жер суару үшін Ежелгі Мысыр, Қытай, Үндістанда кеңінен қолданған. Су және жел донғалақтарын орта ғасырларда Еуропада мануфактуралық өндірістің негізгі энергетикалық базасы ретінде пайдаланған.

Кейін адамдар жел, су, күн энергияларынан басқа да энергия көздерін, оның ішінде отын энергиясын пайдалану жолдарын іздей бастады.

Отынның ішкі энергиясын механикалық жұмысқа айналдыратын қозғалтқыштар жылу қозғалтқыштары деп аталады. Оған бу, газ турбиналары, іштен жану қозғалтқыштары, дизель т.б. жатады. Бу мәшинелерінің әртүрлі болуы олардың конструкциясы мен энергияны түрлендіру принципін ғана көрсетеді. Жалпы жағдайда барлық жылу мәшинелері отын жануының есебінен өзінің ішкі энергиясын арттырады, содан кейін ішкі энергияны механикалық энергияға айналдырады.

Кез келген газ ұлғайғанда оң жұмыс жасайды.



- Кез келген жылу қозғалтқышы неден тұратыны жайлы ойланып көріндер. Ол үшін “Жылу қозғалтқыштарында қандай энергиялар түрленеді?” деген сұраққа жауап беріп көрейік.

Осы сұраққа жауап бере отырып, мынадай қорытындыға келесіндер: жылу мәшинелерінде міндетті түрде жұмыс денесі, оның ішкі энергиясын арттыратын қыздырыш және қозғалтқышты бастапқы калпына әкелетін сұтықыш болу керек (16.2-сурет).



16.2-сурет

Жылу қозгалтқыштарының кез келген ішкі энергияны толығымен пайдалы жұмысқа айналдыра алмайды.

- Отын жанғанда белінетін жылудың бәрі механикалық жұмысқа айнала ма? Жылу қозгалтқыштарындағы энергия шығыны немен байланысты?

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Алғашқы бу мәшинесі белгісін жылудын 1%-дан аз белігін ғана пайдалы жұмысқа айналдырган.

Кез келген жылу қозгалтқышында қыздырығыш жұмыс денесіне Q_1 жылу мөлшерін беріп, оның ішкі энергиясын арттырады. Жұмыс денесі жұмыс істеу барысында энергияның бір белігін мәшине тетіктерінің қызуына, үйкелісті жоюға жұмсап, коршаган ортага береді (әдетте, жылуды Q_2 сұтқыш алды деп айтады).

Жылу мәшинесінің жұмысы барысында энергия шығынын ескеру үшін арнайы физикалық шама енгізеді. Оны пайдалы әсер коэффициенті (ПЭК) деп атайды.

Мәшиненің пайдалы әсер коэффициенті деп алғынған Q_1 энергияның қанша белігі пайдалы жұмысқа кеткенін көрсететін физикалық шаманы айтады . ПЭК [η] ("эта") әрпімен белгіленеді:

$$\eta = \frac{A}{Q_1}, \quad (16.1)$$

$A = Q_1 - Q_2$ болғандықтан,

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 \% \quad (16.2)$$

немесе

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}. \quad (16.3)$$

Жылу мәшинесінің конструкциясы үнемі жетілдірілп келеді. Жылу мәшинесінің даму тарихына көз салсак, мәшинелердің конструкцияларының жетілдірілуі отынның жана түрлерін пайдалану ПӘК-інің мәнін алғашкы үлгілеріне қараганда ете жоғары мәнге жеткізді. Қазіргі бу мәшинелердің ПӘК-і 30—40%, іштен жану козғалтқыштарында 30—35%, дизельді козғалтқыштарда 35—42%. Көріп отырғанымыздай, барлық жылу козғалтқыштарының ПӘК-і төмен, тіпті 50%-ға жетпейді. Бұл отын энергиясының жартысынан астамы зая болатынын көрсетеді. Ғалымдардың алдында жылу козғалтқыштарының ПӘК-ін арттыру мәселесі тұр.



■ Жылу козғалтқышын жетілдіру мен ПӘК-ін арттыру жөнінде өз сиярынды ұсынындар.

Француз физигі Сади Карно ПӘК-і ең жоғары мәнге не болатын жылу мәшинесінің идеал түрін теориялық тұрғыдан ұсынды. Ол идеал жылу мәшинесінің ПӘК-ін

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \% \quad (16.4)$$

немесе

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (16.5)$$

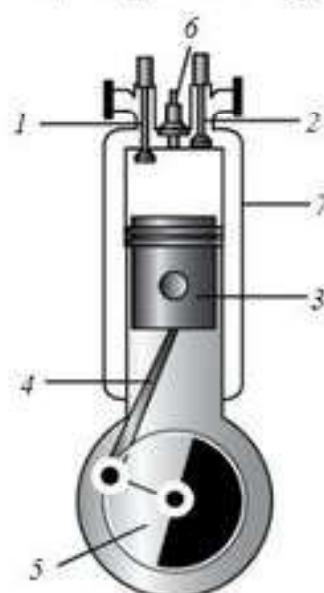
деп есептеуге болатынын көрсетті. 16.2-суретте жылу мәшинесінің кыздырғышы мен сұтқышының температуралары сәйкесінше T_1 және T_2 температураларымен өрнектелген.

Іштен жану козғалтқышы (ІЖК). Жылу козғалтқыштарының кең таралған түрі — төрт тактілі іштен жану козғалтқышы. Осы

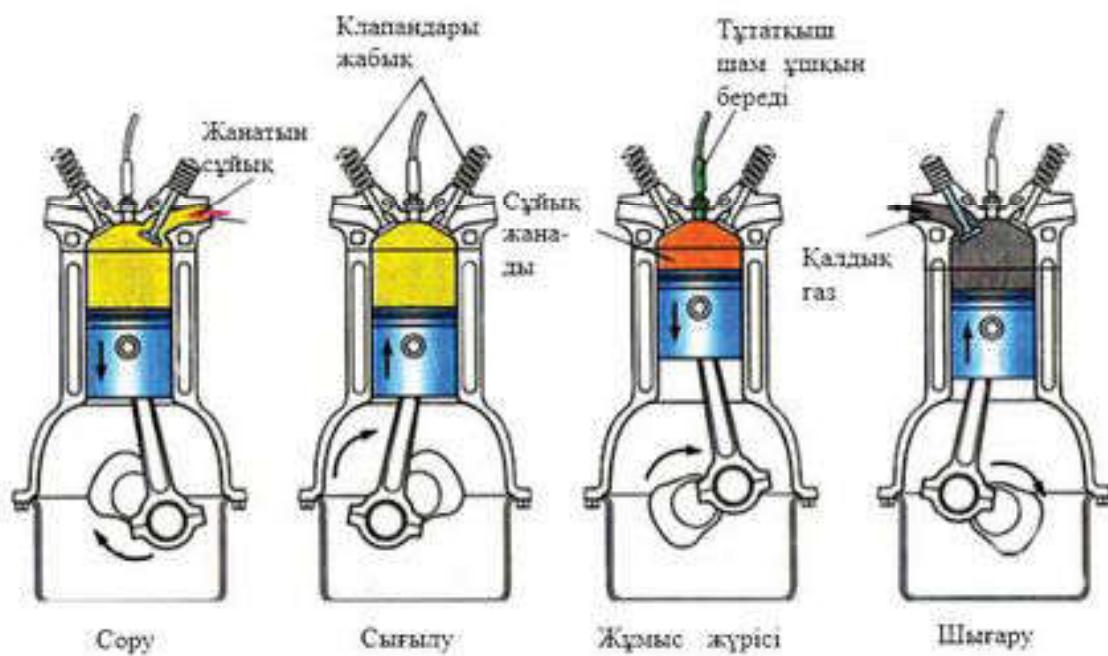
козғалтқыштың жұмысын карастырайык. Ол цилиндрден (7), поршеньнен (3), ашылыш-жабылатын екі клапаннан (1, 2), тұтандырғыш шам (6), бұлғак (шатун) (4) және иінді білктен (5) тұрады (16.3-сурет).

Іштен жану козғалтқышының жұмыс істеу принципіне тоқталайық (16.4-сурет). Бірінші такт — сору. Ол поршень жоғары шеткі орында тұрған кезде басталады. Поршень төмен жылжып сору клапанын ашады да, цилиндрге отын мен ауа коспасын сорады.

Козғалтқыштың екінші тактісі — сығу, поршень ең төменгі нүктеге жеткен сон жоғары кетерілп, цилиндрге сорылған отын мен ауа коспасын сығады. Отын-ауа қоспасы жану камерасының көлеміне



16.3-сурет



16.4-сурет

дейін сығылады. Бұл камера қалай жұмыс істейді? Поршеньнің үстінгі бөлігінің ең жоғары нүктесі мен цилиндрдің жоғары белігі арасындағы бос орын (көпілдік) жану камерасы деп аталады. Клапан неғұрлым нығыз жабылса, отын-аяу коспасы да жаксы сығылады.

Ушінші тakt — жұмыс жүрісі. Тактінің жұмыс жүрісі деп аталуы кездейсек емес. Себебі ол автокөлікті қозғалута мәжбүр етеді. Осы тakt барысында цилиндрде отын-аяу коспасының сығытуы әсерінен жану камерасында тұтату жүйесі іске косылып, тұтандыргыши шам ұшкын береді де, отын тұтанады.

Отын тұтанған соң оның көлемі бірден ұлғайып, поршеньді төмен жылжытады. Клапан алдыңғы тaktідегі секілді жабық тұрады.

Қозғалтқыштың төртінші тектісі — шығару: жұмыс жүрісінен кейін поршень ең төменгі нүктеге жеткенде шығару клапаны ашилады. Поршень жоғары жылжып, шығару клапаны арқылы қалдық газдарды (жану қалдығы) сыртқа шыгарады. Қакпақтың нақты, дәл жұмысы цилиндрдегі сығу мен жану қалдығының сыртқа толық шыгуын реттейді.

Төртінші тектіден кейін бірінші тakt басталады. Процесс циклді түрде кайталанады.

- Іштен жану қозғалтқышының жұмысындағы барлық төрт тakt ненің есебінен жүзеге асады? Сору, сығу, шығару тектілерінде поршеньді жоғары-төмен қозгайтын не?

Жұмыс жүрісі кезінде алынған барлық энергия автокөліктің қозғалысына жұмсалмайды. Энергияның бір белігі тегершіктің (маховик) айналуына кетеді. Ол инерция бойынша иінді білікті қозғалыска келтіріп, жұмыссыз жүріс кезінде поршеньді қозгайды.

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Шамамен 200 мың жыл бұрын Жерде 1 млн-ға жуық адам өмір сүрген. Қазір шамамен 6 млрд адам өмір сүруде. Оның қалада тұратыны — 4 млрд-қа жуық адам. Отын мен энергияны тұтыну артты. Соңғы 100 жылда адам басына шаққанда өндірілетін энергия шамамен 20 есеге есті. Онымен бірге әртүрлі отын жанғанда бөлінетін улы газ қалдықтары да артуда. Бұл жану қалдықтары жер атмосферасына, есімдік, жануарлар әлеміне көрі әсерін тигізуде. Соның салдарынан экологиялық мәселелер туындаиды.



- Біздің планетамыздағы қандай экологиялық мәселелер жайлыштайды? Өздеріннің тұратын жерде қандай экологиялық мәселелер бар?

Жылу мәшинелерін колданғанда коршаған ортаны ластау жайлыштайды.

Біріншіден, отын жанғанда атмосферадағы оттек пайдаланылады. Соның салдарынан ауадағы оттек біртіндеп азаяды.

Екіншіден, отынның жануы атмосфераға көмірқышқыл газын бөлүмен катар жүреді. Жер атмосферасында қазір шамамен 2600 млрд т көмірқышқыл газы бар (0.033%). Энергетиканың дамуы мен көлік санының артуына дейін жан-жануарлар демалғанда шықкан және қалдықтар шірігінде бөлінетін көмірқышқыл газы мен есімдіктердің фотосинтезі кезінде жұтылатын және мұхиттарда ерітін көмірқышқыл газының мөлшері бірдей болған. Соңғы онжылдықта бұл тепе-тендіктің бұзылуы артып келеді. Қазіргі уақытта көмір, мұнай мен газ жанғанда, атмосфераға жыл сайын 20 млрд т-ға жуық көмірқышқыл газы бөлінеді. Осының әсерінен атмосферадағы көмірқышқыл газының мөлшері артуда. Көміртек оксидінің молекулалары инфракызыл сәулені жұтады. Ал атмосферадағы көмірқышқыл газының мөлшері артса, оның мөлдірлігі өзгереді. Көмірқышқыл газы мөлшерінің будан әрі артуы атмосфера температурасының жоғарылауына әкеліп, жылтыр-жай эффектің тудырады. Бұл өз кезеңінде мұздықтарды ерітіп, соның салдарынан Дүниежүзілік мұхит суы деңгейінің көтерілу қаупін туысады.

Үшіншіден, көмір мен мұнай жанғанда ауа адам денсаулығына зиян азот және күкірт, ауыр металдардың косындысымен ластанады. Мұндай ластанулар ірі калалар мен өнеркәсіп орталықтарына тән. Көміртек оксиді мен азот косылсынан атмосфераны өзге автокөлік козғалтқыштары жыл сайын 2-3 млн т мырышпен ластайды.

Автокөлік козғалтқыштары атмосфераны ластауда шешуші рөл аткаратындықтан, козғалтқыштарды жетілдіру негізгі ғылыми-техникалық мәселе болып табылады. Коршаған ортаның ластануын азайтудың бір жолы — автокөліктерде дизельді козғалтқыш қолдану. Мұндай отынға мырыш косындысы косылмайды. Қазір электркозғалтқыштарды қолдану колға алынып отыр. Ол аккумулятордан коректенеді. Сондай-ақ



16.5-сурет

отын орнына сутекті пайдаланатын қозғалтқыштар жасау жолдары да қарастырылуда. Сутекті қозғалтқыштарда сутек жанганды су түзіледі. Бірақ мұнда да техникалық кындықтар бар. Коршаған ортаны корғау үйымдары дүниежүзі бойынша да был қағуда. Сондайтан коршаған ортаны жану қалдықтарынан корғау тәсілдерін дамытуға назар аударып, энергияның жаңа балама көздерін пайдалану басты мақсат болып табылады.

Энергияның балама көздеріне жел (16.5-сурет), күн (16.6-сурет) энергиясы жатады. Балама энергия көздерінің адамзат үшін болашағы зор.



16.6-сурет

- ?**
1. Адамзат энергияны түрлендіруді және оны дұрыс қолдануды үйренді ме?
 2. Кез келген жылу қозғалтқышының негізгі бөлігін атап, оның қызметін сипаттаңдар.
 3. Қозғалтқыштардың қызметі қандай?
 4. Жылу қозғалтқыштарындағы энергияның жоғалуына ықпал ететін факторларды атаңдар.
 5. Жылу двигателінің ПӘК-ін қалай арттыруға болады?
 6. Қыздырғыштың температурасын өзгертпей, салқындағыштың температурасын азайтса жылу машинасының ПӘК-і қалай өзгереді?
 7. Қыздырғыштың температурасын өзгертпей салқындағыштың температурасын қалай 2 есе төмендетуге болады?
 8. "Жылу қозғалтқыштарының болашағы жоқ" деген түсінік бар. Осыған келісесіңдер ме? Жауаптарыңды негіздендер.
 9. Неліктен автокөлік санының артуы кептеген экологиялық маселелер туғызады?

Есеп шыгару мысалдары

ПӘК 40% болатын жылу мәшинасы 8 кДж жұмыс аткарды. Жылу мәшинесі қандай жылу мөлшерін алғанын және бөлінгенін есептендер. Қыздырғыштың температурасы қандай, егер сұйтқыштың температурасы 27°C болса?

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ	<i>Шешуі :</i> ПӘК формуласын колдана- йық $\eta = \frac{A_n}{Q_1}$, мұндағы Q_1 — жылу мәшинесі алған жылу мөлшері.
$\eta = 40\%$	0.4	
$A_n = 8 \text{ кДж}$	$8 \cdot 10^3 \text{ Дж}$	
$t_2 = 27^\circ\text{C}$	300 К	$\eta = \frac{40\%}{100\%} = 0.4$, яғни $Q_1 = \frac{A_n}{\eta}$.
$Q_1 = ?$ $t_1 = ?$		
$Q_2 = ?$		

$$Q_1 = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{0.4} = 20 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 20 \text{ кДж.}$$

Жылу мәшинесінің сұйтқышка берген жылу мөлшері мынаған тен:

$$Q_2 = Q_1 - A_n = (20 \cdot 10^3 - 8 \cdot 10^3) \text{ Дж} = 12 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 12 \text{ кДж.}$$

Қыздырғыштың температурасы: $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$, мұндағы температура кельвинмен өлшенеді, яғни $T_2 = (t_2 + 273) \text{ К} = (27 + 273) \text{ К} = 300 \text{ К}$. Біз идеал жылу мәшинесімен жұмыс жасадық деп есептейміз,

$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{300 \text{ К}}{1 - 0.4} = 500 \text{ К}$. Температураны градус Цельсиймен өрнектесек: $t_1 = (T_1 - 273)^\circ\text{C} = (500 - 273)^\circ\text{C} = 227^\circ\text{C}$.

Жауабы : $Q_1 = 20 \text{ кДж}$; $Q_2 = 12 \text{ кДж}$; $t_1 = 227^\circ\text{C}$.



9-жаттығу

1. ПӘК-і 40% жылу мәшинесінің жұмыс деңесі 5 кДж жылу алды. Сұйтқышқа қанша жылу берілген? Қыздырғыштың температурасы 477°C болса, сұйтқыштың температурасын табындар.

(Жауабы: $Q_2 = 3 \text{ кДж}$; $t_1 = 177^\circ\text{C}$)

2. Идеал жылу мәшинесінің ПӘК-і 35%. Сұйтқыштың температурасы 2°C. Қыздырғыштың температурасы қандай?

(Жауабы: 150°C)

- 3. Жылу мәшинесінің қыздырғыштың температурасы 150°C, сұйтқыштікі 25°C. Мәшине қыздырғыштан 40 кДж энергия алды. Мәшине қандай жұмыс жасаған?

(Жауабы: 12 кДж)

- *4.** Бір цикл барысында жылу мәшинесі сүтқышқа 60 Дж жылу мөлшерін береді. Егер мәшиненің ПӘК-і 20% болса, ол 5 циклде қандай жұмыс жасайды?
- (Жауабы: 75 Дж)
- *5.** Идеал бу турбинасының ПӘК-і 60%, қыздырғыштың температурасы 480°C. Сүтқыштың температурасы қандай? Қыздырғыштан алған жылудың қандай белгі сүтқышқа беріледі?
- (Жауабы: 28°C; 40%)
- *6.** Жылу мәшинесі Карно циклі бойынша жұмыс істейді. Қыздырғыштан алынған жылу мөлшерінің 80%-ын сүтқышқа береді. Қыздырғыштан алатын жылу мөлшері 1,5 кДж. Циклдің ПӘК-ін табындар.
- (Жауабы: 20%)
- *7.** Карно циклімен жұмыс істейтін жылу мәшинесінің бір циклдегі жұмысы 73,5 кДж. Қыздырғыштың температурасы 0°C, жұмыс денесінің температурасы 0°C. Осы цикл ішінде сүтқышқа беретін жылу мөлшерін табындар.
- (Жауабы: d 201 кДж)
- *8.** Іштен жану қозғалтқышы 8 сағ жұмыс істегендеге 2 л бензин жұмсаса, оның қуаты қандай? Қозғалтқыштың ПӘК-і 20%.
- (Жауабы: 450 Вт)
- *9.** Температурасы -10°C, массасы 2 кг мұзды 100°C температурада суға айналдыру үшін қанша табиги газ жағу керек? Қыздырғыштың ПӘК-і 25%.
- (Жауабы: 142 г)

Осы тақырыпта иені менгердіндер?

Бұтінгі сабакта жана не үйрендіндер?	Кандай акпаратты жаксы менгердіндер?	Берілген материалды не себепті толык менгерге алмадындар?

Тараудың маңыздылары

Термодинамика негіздері

Кез келген дененің ішкі энергиясы бар. Ол молекулалардың бей-берекет қозғалысының кинетикалық энергиясы мен өзара әсерінің потенциалдық энергиясының қосындysынан тұрады:

$$U = \sum E_k + \sum E_p.$$

Дененің ішкі энергиясын еki тәсілмен өзгертеді: механикалық жұмыс жасау және жылу алмасу арқылы. Жылу алмасу барысында газ қандай да бір жылу мөлшерін алады:

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

Жылулық күбылystар үшін термодинамиканың бірінші заңы орындалады: егер денеге жылу мөлшері берілсе, ол ішкі энергияны өзгертуге және жұмыс жасауга жұмсалады.

Термодинамиканың екінші заңы процестің жүру бағытын анықтайды. Оның бірнеше айтылуы бар.

Термодинамиканың екінші заңының Клаузис тұжырымдамасы : жылу температурасы жоғары денеден температурасы төмен денеге беріледі.

Термодинамиканың екінші заңының Кельвин тұжырымдамасы : әсері қайталанып отыратын жылу мәшинелерінде бір ғана жылу көзінен алынған барлық жылу мөлшерін механикалық жұмысқа түрлендіру мүмкін емес.

Жылу қозғалтқыштары жұмыс денесінің ішкі энергиясын механикалық жұмысқа айналдырады.

Барлық жылу қозғалтқыштары кыздырғыштан, жұмыс денесінен және сұтқыштан тұрады.

Жылу қозғалтқышының ПЭК-і алынған энергияның қандай да бір белігі қозғалтқыштың пайдалы жұмысына айналғанын көрсетеді:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%.$$

Идеал жылу мәшинесінің ПЭК-ін

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

формуласы бойынша есептейді. Бұл формуланы алғаш қолданған С. Карно.

Электростатика негіздері

4 -ТАРАУ

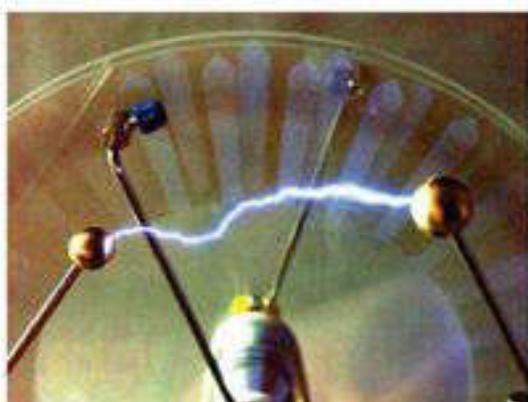
Найзагай, синтетикалық маталардың деңеге жабысусы мен оны шешкенде ұшқынның көрінуі, лазер принтерінің жұмысы электрлік және электрлену құбылыстарына жатады.

Неге бензин тасымалдайтын көлікке мемталы шынжыр бекітеді?

Бензин тасымалдайтын көліктен отынды құйып алғанда немесе оған бензин құйғанда көлікті жермен не үшін жалгайды?

Қазіргі когамды электр жарығынсыз елестету мүмкін емес. Теледидар, жерсеріктік байланыс, зымырандық техника, статикалық электрлену, найзагай — электрлік әсердің қолданылуы.

Электр өрісі қалай беріледі? Қорінбейтін өзара әсерлерді қалай бейнелеїсіңдер?



Электр энергиясы есебінен электроздалтқыштары жұмыс істейді, электр шамдары жанады және басқа электр аспаптары жұмыс істейді.

Электр энергиясын қалай сақтайды? Осы энергияны сақтайтын құрылғы бар ма?



4

§ 17. Электр заряды. Денелердін электрленуі

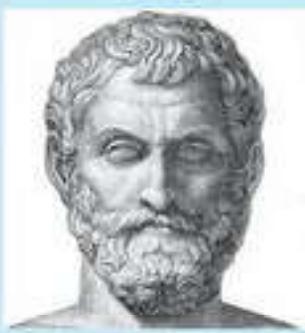


Тірек сөздер:

- ✓ **электрлену**
- ✓ **электрон**
- ✓ **электрондық заряд**
- ✓ **электростатикалық индукция**
- ✓ **оң және теріс заряд**
- ✓ **зарядтың үздіксіздігі**
- ✓ **элементар заряд**

Сендер бұғынгі сабакта:

- үйкелістен электрлену құбылышымен; түйісу және индукциямен;
- электр зарядының қасиетімен танысадындар.



Фалес
(б.з.д. 640—550)

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Анызға сүйенсек, ежелгі грек ойшыты Фалес Милетскийдін кызы янтарь ұршыктен жүн иреді екен. Бірде ұршыкты суга түсіріп алады. Суга түскен ұршыктың ұшына жүн жабысып калғанына назар аударған кыз оны су болғандыктан болар деп ойлады. Суды құргатып сұрткен сайын ұршыққа жабысқан жүн көбейе береді. Кыз экесіне келіп, осы құбылыштың себебін сұрайды.



■ Сендер бұл құбылышты қалай түсіндірер едіндер?

Фалес бұл құбылышты янтарьдың өзіне ғана тән ерекше қасиет деп түсіндіреді. Аң терісіне үйкелген янтарь жүнді ғана емес, басқа да женіл заттарды өзіне тартады. Көптеген жылдар бойы бұл қасиет тек янтарьға тән деп келген. Гректің “*elektron*” (янтарь) сөзі Фалестің кызы ашқан құбылышка ұксас құбылыштардың тарихи атауының қалыптасуына ықпал етті. Оларды *электр құбылыштары* деп атайды.



Пластмасса тарақ немесе қаламды алып, оны жүнге немесе құрғақ шашқа үйкендер. Содан кейін оны ұсақталған қағаз қиқымдарына жақындастындар. Не байқадындар? Тәжірибе нәтижесі бойынша қорытынды жасандар.

Теріге үйкелге н янтарьдан басқа көптеген заттар үйкеліс нәтижесінде өзіне женіл заттар тартатын қасиетке не болады.

Тәжірибеден қорытынды жасайык: әртүрлі заттардан жасалған денелер бір-бірімен үйкелген кезде женіл заттарды өзіне тартатын қасиетке ие болуын денелердің электрленуі деп атайды.

Денениң заттарды өзіне тарту қасиетіне ие болатын құбылыс электрлену деп аталаады.

Электрленуге әрқашан екі дene қатысады және олардың екеуі де электрленеді.

Мұны тәжірибе жасау арқылы тексеру онай: егер электрленген шыны таякты ұсақталған қағазға жақындастасқа, таяқшага қағаз тартыла бастайды (17.1-сурет). Егер таяқпен электрленген осы қағаздарға жұн матасын жақындастасқа, олар да матаға тартыла бастайды (17.2-сурет).

Тәжірибе электрленген және электрленбеген денелердің тартылатынын көрсетеді: электрленген дene женіл заттарды ғана емес, ауыр заттарды да тартады.

Мысалы: болат таяқша мен шыны таяқша (17.3, а-сурет); шумектен аккан су мен пластмасса таяқша (17.3, ә-сурет); янтарь және күргак шөп; эбонит немесе шыны таяқша мен ұсақталған қағаздар. Электрленген таяқшалар көмегімен майшам жалынының таяқшага тартылатынын дәлелдеуге болады (17.3, б-сурет).

Бір-біріне үйкелген денелер де өзара тартылады. Мысалы, адам денесіне үйкелген күйм электрленіп, денеге тартылады.

Тәжірибелердің көмегімен әртүрлі денелердің үйкелісі нәтижесінде олардың электрлік өзара әсерге түсемтін қасиетке ие болатынына көз жеткіздік.



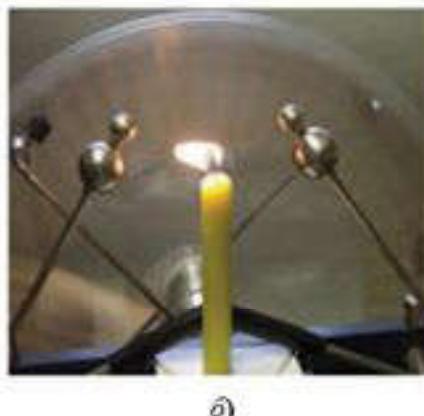
17.1-сурет



17.2-сурет



17.3-сурет





Электрленген денелерді зарядталған деп те атайды. Электрлік өзара әсерге сандық сипаттама беру үшін “электр заряды” ұфымы енгізіледі.

Электр заряды деп электрлік өзара әсердің қарқындылығын сипаттайтын физикалық шаманы айтады.

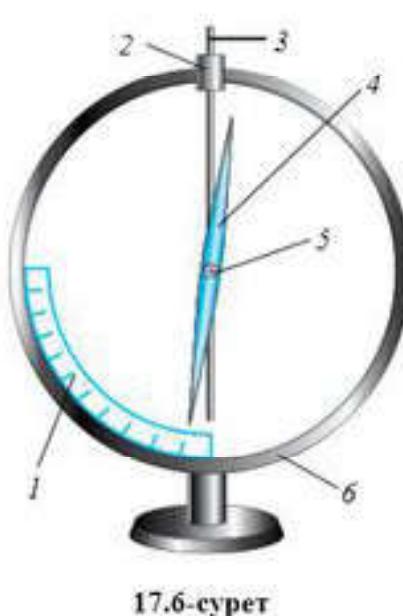
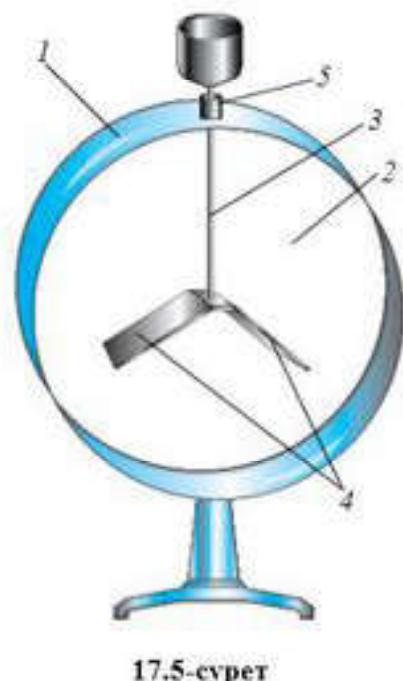
Электр зарядының екі тегі. Фалымдар зарядтың шыны, жұн, жібек, эбонит, янтарь және басқа да түрлерінің айырмашылығын бірден ажыратпады. Дегенмен 1733 жылы француз галымы Ш. Дюофэ тәжірибелер жасай отырып, электрленген денелерде зарядтың екі тегі пайда болатынын аныктады. Оларды шыны электр мен электрленген дене шыны электрленген денелердің бәрінен тебіледі және өзіне шайыр электрленген денелердің бәрін тартады деп түсіндірді. Казір зарядтардың бұл екі тегін он заряд және теріс заряд деп атайды. Жібекке, қағазға үйкелген шыны **он зарядталады**, жібекке, жүнге үйкелген эбонит **теріс зарядқа** не болады (17.4-сурет).

Электр зарядын $[q]$ әрпімен белгілейді. ХБ жүйесінде электр зарядының өлшем бірлігі француз физигі Ш. Кулонның күрметіне **кулон** (Кл) деп аталған:

$$[q] = [\text{Кл}].$$

Кулон — электрлік күбылыштарды зерттеген ғалым. Заряд таңбасы жағынан он немесе теріс және модулі жағынан үлкен немесе кіші болуы да мүмкін. Мұны бір денені бірнеше рет зарядтаң дәлелдеуге болады. Осы денелердің өзара әсері электрлену дәрежесіне қарай не үлкен, не кіші болуы мүмкін. Яғни электр зарядының екі тегі бар: **он** және **теріс**. **Аннас зарядтар бір-бірінен тебіледі, әр аннас зарядтар бір-біріне тартылады**.

Электроскоп. Денелердің зарядталғанын анықтап, зарядтарды салыстыру үшін **электроскоп** (грекше “*electro*” және “*sropeo*” — бақылау, анықтау) деп аталағын аспап қолданылады (17.5-сурет).



Оны 1745 жылы орыс физигі Г. В. Рихман ойлап тапқан. Электроскоптың металл корпусы (1) алдыңғы жағынан (2) шынымен жабылған. Аспаптың ішіне (3) металл өзек орнатылған.

Металл өзекке женіл қозғалатын (4) жапыракша бекітілген. Өзекше корпустан дәңгелек пішінді (5) тығынмен оқшауланған. Өзекшениң жоғары жағына күйс металл шар (кондуктор) кіргізілген. Егер кондукторға зарядталған денені тигізсе, оның жапыракшалары бір-бірінен тебіледі. Дене заряды арткан сағын олар бір-бірінен күштірек тебіледі. Бірақ электроскоп көмегімен зарядтардың таңбасын анықтау мүмкін емес.

Электроскоптың *электрометр* деген түрі бар (17.6-сурет). Оnda металл өзекшеге (3) жапыракшалар орнына тілше (4) бекітіледі және тілше өз осінен (5) айналады. Өзекше (6) корпустан пластмасса тығынмен (2) оқшауланған. Зарядтардың шамасын шкала (1) бойымен тілшениң ауытқу бұрышы бойынша табады.

Заряд үйкеліс нәтижесінде ғана емес, зарядталған денелер зарядталмаған денелермен жанасуы кезінде де пайда болады. Егер зарядталған таякшаны зарядталмаған шарға тигізсек, осы денелердің жанасуынан шар зарядталады (17.7-сурет). Демек, заряд белгінү қасиетіне де ие.

Электрленген дене мен электрленбеген дененің әр уақытта өзара тартылу себебін аныктап көрелік. Бізге әр аттас зарядтардың тартылатыны белгілі.

Ендеше біз зарядталған денені зарядталмаған денеге жақындастасқ, зарядталмаған дene қарама-карсы таңбалы зарядка не болады. Сондыктан денелер тартылады (17.8. a-сурет).

Егер теріс зарядталған таякшаны зарядталмаған металл шарға жақындастасқ, шардың таяқшага жақын жағында он заряд, ал қарсы жағында теріс заряд жиналады да, дene *бейтарат* (зарядсыз) күйде қала береді (17.8. a-сурет).

Дене қалай электрленеді? Дененің электрленуін түсіндіруге алғаш тырысқан американдық ғалым Б. Франклін. Оның үйғаруынша,



Бенджамин
Франклін
(1706—1790)

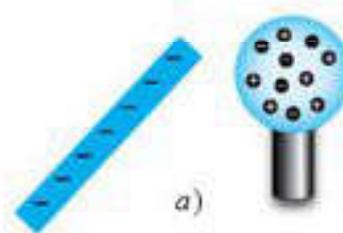
++++++



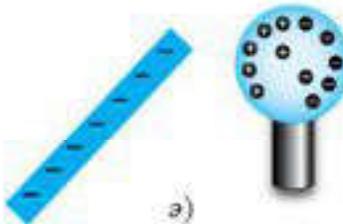
+ + + +



17.7-сурет

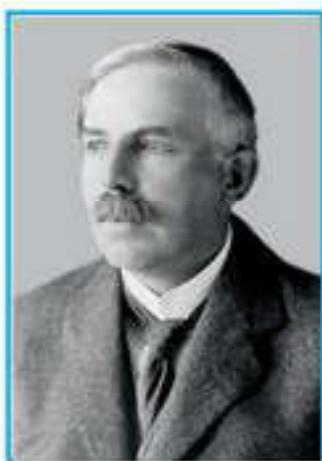


a)

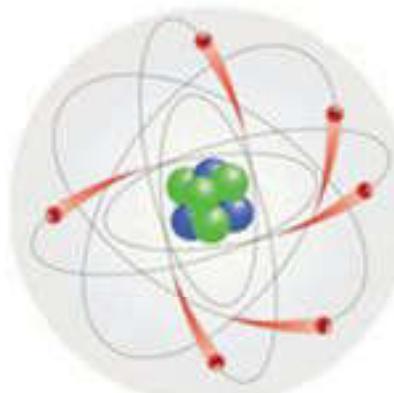


b)

17.8-сурет



Эрнест Резерфорд
(1871—1937)



17.9-сурет

Атом он зарядталған зарядты электрондардан күрілған (17.9-сурет).

электр — көзге көрінбейтін және адамға сезілмейтін ерекше сұйық. Осы модельге сүйеніп көптеген құбылыстарды түсіндіреді, ал түсіндірмей қалған құбылыстар одан да көп болды.

Кейін ағылшын физигі Э. Резерфорд электрлену құбылысының жаңа моделін ұсынды. Тәжірибеле сүйенген Резерфорд заттардың атомдардан, ал атомдардың зарядталған бөлшектерден тұратынын айтты. Оң зарядты бөлшектер мен теріс зарядты бөлшектердің саны тен болғандықтан, атом бейтарап (заряды нөлге тен).

Барлық электр заряды ең кіші электр зарядына еселік болып келеді. Ең кіші электр зарядын **элементар заряд деп атайды**. Оң элементар заряды бар бөлиек **протон деп атайды**. Протонға модулі жағынан тен теріс заряды бар бөлиек **электрон деп атайды**. Элементар зарядтың сан мәні тәжірибе жүзінде табылған: $q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. $q_p = +e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Кез келген зарядтың шамасы элементар зарядка еселенеді:

$$q = N \cdot e. \quad (17.1)$$

Зарядтың бөлінетін қасметі енді түсінікті болды. Зарядтың бөліну және элементар зарядқа еселену қасметі **дискреттілік** деп атайды. Ядродан және оны айналып жүретін теріс зарядады. Ядро протондар мен нейтрондардан күрілған.

Есте сақта!

Атом үш түрлі элементар зарядтардан тұрады: заряды жоқ (бейтарап) нейтрондар, он зарядты протондар мен теріс зарядты электрондар.

Электрон мен протондардың заряды модулі жағынан тен, таңбасы қарама-қарсы. Нейтрон мен протонның массасы шамалас. Ол шамамен электронның массасынан 1836 есе үлкен. Демек, атом массасының басым белгі ядрода жинақталған. Атом ядросы тұракты. Өйткені бөлшектерді ыдыратпай ұстап тұратын ядролық күш бар. Бұл күш аттас зарядты протондардың бір-бірінен тебіліп, ыдырауына жол бермейді. Ядроның радиусы атом радиусынан шамамен 100 000 есе кіші. Бұдан атомның ішінде бос кеңістіктің жеткілікті екені шығады.

Бірақ бул кеңістікте теріс зарядты электрондар қозғалып жүр. Олардың саны ядродары протондар санына тең. Сондықтан теріс зарядтардың косындысы ядроның он зарядын тенестіреді. Нәтижесінде атомның заряды бейтарап болады. Әртүрлі заттардың атомдары манайындағы электрондарды әртүрлі күшпен ұстап тұрады.



- Осы айтылғандарды ескеріп, артүрлі заттардан жасалған денелерді бір-біріне үйкесек не болатынын түсіндіріп көріндер.

Әртүрлі заттан жасалған денелерді бір-біріне үйкегендеге электрондар атомдар күштірек тартатын жакка ауысады. Сонда электроннан айырылған денеде он зарядтардың саны, ал электрон косып алған денеде теріс зарядтар басым болады. Сәйкесінше он заряды басым дене он зарядталады, теріс заряды басым дене теріс зарядталады.

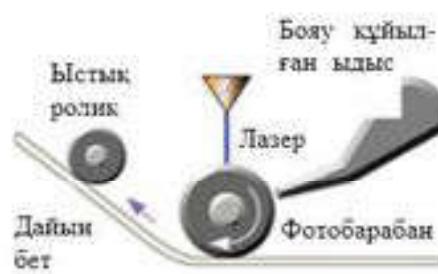
Егер $q < 0$ болса, дene N артық электронға не болады. Ал $q > 0$ болса, керісінше, дененің электрондары жетіспейді.

Электрленудің қолданылуы. Медицинада электрлену көмегімен электроаэрозольдар жасайды. Мұндай аэрозольдар оның карапайым түрлерінен тиімдірек. Оның тамшылары ұсакталғанда бір-біріне жабыспайды. Себебі бір-бірінен тебіліп, өкпеге тереңірек еніп, сол жерде биологиялық белсенді және емдік заттар түзеді.

Заманауи автокөлік зауыттарында оның шанағын арнағы камералярда бояйды. Осы камераларда бояу бүркіледі және теріс зарядталады. Осыдан кейін бүркілген бояу көліктің он зарядталған шанағына тартылып, бояу тегіс жағылады. Ұшакқа металл басқышты бірден экеліп қоюға болмайды. Себебі ұшактың ауамен үйкелісі нәтижесінде электрленуі салдарынан ұшқын шығып, өртену каупі бар. Алдымен ұшактың электр зарядын бәсендедеді. Ол үшін ұшактың шанағымен жалғанған металл арқанды жерге тастайды. Сонда электр зарядтары жерге кетеді.

Лазер принтерлерінің жұмысы электрлену күбылсынына негізделген (17.10-сурет). Принтерге компьютерден басып шығаруға команда берілгенде лазер көмегімен фотобарабанда кескін салынады. Одан кейін контейнерден барабанға күргак ұсак бояу (тонер) бүркіледі. Ол барабанның он зарядталған жерлеріне жабысып, сурет, әріптің бейнесін салады.

Арнағы механизмнің көмегімен барабанға қағаз беріледі. Қағаз қозғалыс нәтижесінде теріс зарядталады. Қағаз фотобарабанмен жаңасып, он зарядталған бояудың бөлшектері теріс зарядталған қағазға тартылып, қағазда із калдырады. Содан кейін қағаз ыстық роликтен өтіп, сол жерде бояу бөлшектері қағазға жабысады.



17.10-сурет

Мысалы диірмендерде білікшені айналдыратын қайыс электрленеді және осы процесс кезінде пайда болған үшкіндік разряд ұнды шашуы немесе өрт шығаруы мүмкін.

Току станогының жұмысы кезінде талшыктар үйкеліс салдарынан әр аттас зарядқа не болып, бір-біріне тартылуынан станоктың жұмысын күндатады. Электрленген мата өзіне ауа шандарын тартып, нәтижесінде мата кірлейді.

Үй жағдайында арнағы электр ылғалдақштар колданып, үйдің ылғалдылығын шамамен 70%-ға дейін көтеруге болады. Егер электрленетін беттерді глицерин ерітіндісімен сұртсе, разрядталу процесі артады.



1. а) Теріге үйкеліп электрленген екі эбонит таяқша; ә) жібекке үйкелген шыны таяқша, б) теріге үйкелген эбонит таяқша өзара қалай әсерлеседі?
2. Электр зарядының екі тегі болатынын қандай тәжірибелер далалдейді?
3. Қағаздың көмегімен денениң электрленгенін қалай білуге болады?
4. Электроскоп жапырақшаларының бір-бірінен ажырау бұрышы арқылы оның зарядын анықтауда бола ма?
5. Жібек жілкесі зарядталған қағаз гильза ілінген. Гильза зарядының тегін анықтауда тасілін ұсынындар.



1. Құрғак бөлмеде үрленген шарды құндыз берікке үйкелеп, терезенің шынысына жақындастындар. Не байқасындар? Жауабын түсіндіріңдер.
2. Кішкентай мақта алындар. Пластмасса тарақты немесе сызғышты электрлеп, мақтада жақындастындар. Мақта денеге тартылады. Таракты (сызғышты) мақтадан алыстатып, оны қайтадан мақтаның астыңға жағына жақындастындар. Сонда алдымен мақта таракқа (сызғышқа) тартылып, кейін денениң үстінде қалқып тұрады. Неге? Жауапты түсіндіріңдер.



10-жаттығу

1. а) Теріс зарядталған (17.11-сурет); ә) он зарядталған (17.12-сурет) таяқшаны жақындастықан кезде металл гильзының заряд таңбасы қалай өзгереді?

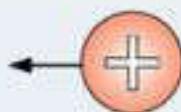


17.11-сурет

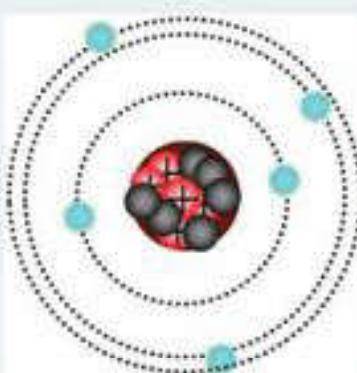


17.12-сурет

2. Бейтарап атомның 4 электроны бар. Осы атомның ядросында қанша протон бар?
(Жауабы: 4)
3. Сол жактағы шардың заряды қандай (17.13-сурет)? Неліктен?
4. 17.14-суретте қандай химиялық элемент көрсетілген? Элементтің атом ядросының заряды неге тең?
- 5. Бір шарды газетке, екінші шарды жүн матаға үйкелеп электрлендер. Электрленген шарларды қандай да бір қашықтықта ұстандар. Бұл шарлардың тартылу себебі неде?
- 6. Пластмасса сывышты құрғақ қағазға үйкеп электрлендер. Тәжірибе жүзінде сывыштың электрленгенін далелдендер.
- 7. Неге жерге қонған үшакқа металл баспалдақты бірден әкелмейді?
- 8. Металл бетін бүріккішпен бояған кезде оған заряд беріледі, ал бояу тамшыларын қарама-қарсы зарядтайты. Бұл не үшін қажет?
- 9. Шыны таяқшаның ұштарында бір мезгілде әр аттас зарядтарды алуға бола ма? Мыс таяқшада ше?
- 10. Теріс зарядты таяқшаның көмегімен шарды қалай он зарядтауға болады?
- 11. Заряды $1.5e$ электрон және $20e$ электрон зарядына тең бөлшектер бар ма?



17.13-сурет



17.14-сурет

Осы тақырыпта нені менгердіндер?

Сабакта не жаңалық болды?	Қандай аппаратқа ерекше көніл аудардың? Неге?	Қандай аппарат сендерді көбірек ойтандырды?

§ 18. Электр зарядының сақталу заңы. Кулон заңы



Тірек сөздер:

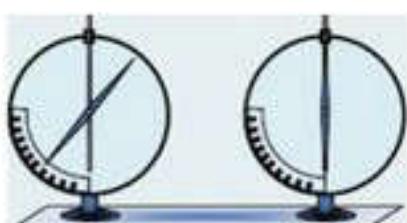
- ✓ зарядтың сақталу заңы
- ✓ Кулон заңы
- ✓ айналмалы таразы



Сендер бүгінгі сабакта:

- зарядтың сақталу заңын және Кулон заңын қолдануды үйренесіндер.

Электр зарядының сақталу заңы. Үйкеліс арқылы электрленуге оралайық. Тақшаны жүнге үйкеген кезде олар қарама-қарсы таңбамен зарядталады. Тәжірибелер көрсеткендей, таяқша мен жүннің зарядтарының шамасы тең. Олардың косынды заряды нөлге тең, яғни ол заряд өзара әсерге дейінгі денелердің зарядына тең. Осыдан электрлену кезінде заряд сақталады деп үйгара аламыз.



18.1-сурет

Осы айтылғанды тәжірибе жүзінде тексерілік. Екі электрометр алыш, оның бірін зарядтайық (18.1-сурет).

Электрометрлерді өткізгішпен жалғасак, екеуінің де зарядталатынын байқайсындар. Олардың косынды (жалпы) заряды бастапкы зарядқа тең (18.2-сурет).

Осы тәжірибеден екі корытынды шыгады. Оның бірі — **электр зарядының сақталу заңы.** Тұйық жүйеде жүретін кез келген процесс барысында зарядтардың алгебралық қосындысы өзгермей тұрақты қалады:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}. \quad (18.1)$$

Тұйық жүйедегі денелер тек бір-бірімен заряд алмасады. Осы жүйеге катысты басқа денелермен (оларды сыртқы денелер немесе сыртқы жүйелер деп те атайды) заряд алмаспайды.

Екінші корытынды: электрлену құбылысы электр зарядының сақталу заңына бағынады. Бұл өте қарапайым түсіндірледі: таяқшадан канша зарядталған бөлшек (электрон) кетсе, жүн киқымына сонша заряд келеді (немесе керісінше).

Кулон заңы. Қозғалмайтын зарядтардың өзара әсері зерттелетін электродинамиканың белімі **электростатика** деп, ал олардың өзара әсері **электростатикалық** деп аталады. Бұл әсерді 1785 жылы француз физигі Ш. О. Кулон зерттеген. Кулон өз тәжірибелерінде зарядталған

металл шарлардың өзара тартылу мен тебілу күштерінің шамасын өзі құрастырган айналмалы таразының көмегімен өлшеген (18.3-сурет). Бұл қуран өте сезімтал. Мысалы, таразының іні 1° бұрышка 10^{-9} Н күштің әсерінен бұрылған.

Кулон өмір сүрген уақытта зарядтардың өзара әсер қүшінің зарядтардың шамасына тәуелділігін анықтау мүмкіндігі болмады. Сондыктан ол тығырыктан шығудың мынадай жолын тапты: егер зарядталған металл шарды дәл сондай, бірақ зарядталмаған металл шарға тигізсек, зарядталған шардың заряды өзара тен болінеді. Осылайша, ол металл шардың зарядын 2, 4, т.с.с. рет өзгерту тәсілін көрсетті. Таразы пініндегі шар мен сырттан енгізілген зарядталған шардың өзара әсерлесуінен таразы піні бұрылады да, нәтижесінде жіп шіріліп, ширатылады. Жіп шіріліп ширавуын тоқтаткан кезде жіптің керілу күші мен электрлік өзара әсер күші теңеседі. Кулон кварцтан жасалған жіптің бұрылу бұрышы бойынша электрлік өзара әсер күшін анықтаған.

Зарядты өзгерткенде жіптің серпімділік күші де өзгереді.

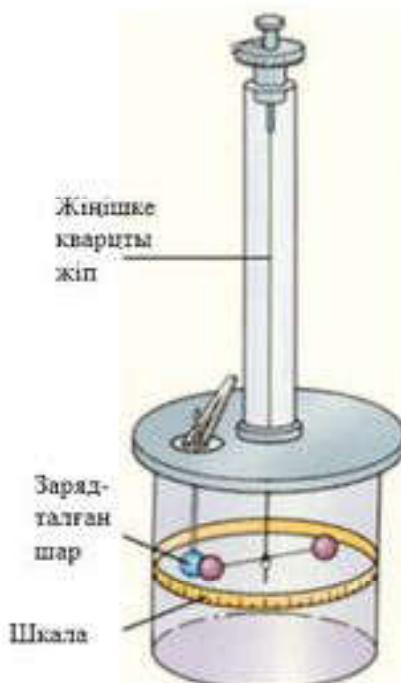
Кулонның тәжірибелерінде шарлардың өзара әсері өлшенді. Бұл шарлардың арақашыктығы олардың өлшемінен көп үлкен. Мұндай зарядталған денелерді нүктелік заряд деп атайды. **Нүктелік заряд** — берілген жағдайда өлшемдерін ескермеуге болатын зарядталған дене.

Бірнеше тәжірибелер нәтижесінде Кулон мына заңды тағайындағы: вакуумдегі қозғалмайтын екі нүктелік зарядтың өзара әсер күші зарядтардың абсолют шамалары көбейтіндісіне тұра пропорционал және олардың арақашыктығының квадратына кері пропорционал:

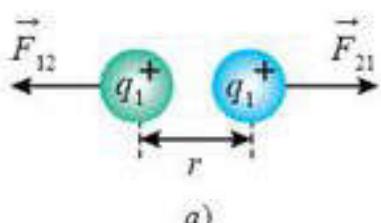
$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}. \quad (18.2)$$

Бұл заң оны ашқан ғалымның құрметіне **Кулон заңы** деп аталады.

Кулон заңы нүктелік зарядтардың электростатикалық өзара әсер заңы болып табылады. Кулон күшінің векторы әр уақытта зарядтардың косатын түзудің бойында жатады. Кулон күштері үшін Ньютоның үшінші заңы ақықат: зарядтар бір-біріне модулі бірдей, бағыты қарама-қарсы күшпен әсер етеді. Мысал ретінде 18.4-суретте екі зарядтың өзара әсерлесетін \vec{F}_{12} және \vec{F}_{21} күштері көрсетілген: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.



18.3-сурет



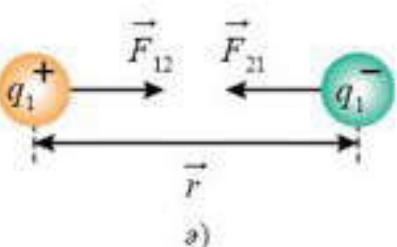
18.4, a-суреттегі күштер *тебілу күштері* болып табылады. Себебі зарядтардың таңбасы бірдей.

18.4, ə-суреттегі күштер — *тартылу күштері*. Себебі зарядтардың таңбасы қарама-карсы.

ХБ жүйесінде Кулон занындағы пропорционалдық коэффициент:

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

немесе



18.4-сурет

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

ϵ_0 — *электр тұрақтысы* деп аталады:

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

Тәжірибелер көрсеткендегі, зарядтардың өзара әсер күші олардың орналасқан ортасына тәуелді. Зарядтардың вакууммен салыстырылғандагы әсерін әлсіреттің орта *диэлектрлік* деп аталады.

Диэлектриктер — *электр тогын өткізбейтін зат*. Біртекіті диэлектрикте кандай қашыктықта болмасын зарядтардың өзара әсері вакуумдегі дәл сондай қашыктықка карағанда бірдей ϵ есе шамага аз болады. Бұл шаманы салыстырмалы *диэлектрлік өтімділік* деп атайды.

Диэлектрлік өтімділік тек диэлектриктің кандай заттан жасалғанына тана тәуелді. Ол диэлектриктің пішіні мен өлшеміне тәуелді емес. Диэлектрлік өтімділік — өлшемсіз шама. Әртүрлі орталардың салыстырмалы диэлектрлік өтімділігінің шамасы тәжірибе түрінде табылып, арнайы кестеге жазылады:

$$\epsilon = \frac{F_{\text{вакум}}}{F_{\text{орта}}}. \quad (18.3)$$

Диэлектрик үшін Кулон занының формуласы:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{\epsilon_r^2}. \quad (18.4)$$

Вакуумнің салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі 1 санына тең. Бірак басқа орталар үшін ол бірден үлкен. Ауаның салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі бірге жуық, есептеулер кезінде оны $\epsilon = 1$ деп алады.



1. "Нүктелік заряд" ұғымының енгізу себебі неде?
2. Неге Кулон өмір сурген уақытта электрлік өзара әсер күштерін өлишеу қыын болды?
3. Салыстырмалы диэлектрлік өтімділіктің физикалық мағынасы қандай?
- 4. Қандай жағдайларда зарядтың сақтау заңы қолданылмайды?
- 5. Қандай жағдайда аттас зарядталған екі дененің тебілу күші нөлге дейін кемиді?
- 6. Электрлену кезінде бір денеден екіншісіне 1000 электрон берілді. Осы дененің заряды қандай? Электр зарядының сақтау заңы орындала ма?
- 7. Егер екі электр зарядының қөлемін екі есе артырасақ, ал зарядтардың арақашықтығын екі есе азайтасақ, оларға әсер ететін күш қалай өзгереді?
- 8. Екі нүктелік зарядтардың біреуінің таңбасын өзгертсек, оларға әсер ететін күш өзгере ме? Түсіндіріңдер.
- 9. +5e және -3e зарядталған тамишылар біріксе, пайда болған тамишының заряды қандай болады?

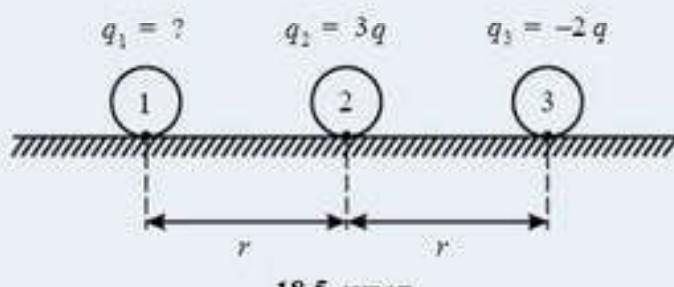


11-жаттығу

1. Шыны таяқшаны матамен үйкеген кезде оның заряды 12,8 нКл болса, одан қанша электрон алынған?
(Жауабы: $8 \cdot 10^{19}$)
2. Металл шардың заряды $q = -3,2 \text{ мкКл}$. Шардың артық электроны қанша?
(Жауабы: $2 \cdot 10^{13}$)
- 3. Әрқайсысының шамасы 40 нКл болатын екі заряд қалындығы 1 см слюдамен бөлінген. Олар өзара 18 мН күшпен әсерлеседі. Слюданың диэлектрлік өтімділігі қандай?
(Жауабы: 8)
- 4. Керосиндең бірдей он зарядты екі деңе 18 мН күшпен әсерлеседі. Бұл деңелердің арақашықтығы 24 см. Әр деңе қанша электрон жоғалтты?
(Жауабы: $3 \cdot 10^{12}$)
- 5. Әрқайсысының заряды 8 нКл болатын аудағы екі нүктелік заряд 0,36 мН күшпен тебілу үшін оларды қандай арақашықтықта орналастыру қажет?
(Жауабы: 5 мм)
- 6. Сутек атомындағы электрон мен протондардың арақашықтығы 53 пм болса, олардың өзара әсер күшін табындар.
(Жауабы: 82 нН)
- 7. Зарядталған көлемдері бірдей бес шарды бір-бірімен түйістіргенде, осы шарлардың қосынды заряды 10 нКл болды. Түйістіргенге дейін бірінші шардың заряды -1 нКл , екіншінікі 17 нКл болған, қалған шарлардың заряды бірдей. Төртінші шардың түйістіргенге дейінгі зарядын табындар.
(Жауабы: -2 нКл)

*8. Екінші шар тепе-тендікте тұр. Бірінші шардың зарядын табындар (18.5-сурет).

(Жауабы: $-2q$)



18.5-сурет

Осы тақырыпта нені мемгердіңдер?

Сабакта не жаңалық болды?	Кандай ақпаратка ерекше көніл аударды? Неге?	Кандай ақпарат сендерді көбірек ойландырды?

§ 19. Электр өрісі. Электр өрісінің кернеулігі. Электростатикалық өрістің күш сыйықтары



Тірек сөздер:

- ✓ алыстан және жақыннан әсер ету теориясы
- ✓ электр өрісі
- ✓ электр өрісінің күш сыйығы
- ✓ электр өрісінің кернеуі
- ✓ сынақ заряды



Сендер бұғынғі сабакта:

- "Электр өрісі" түсінігінің физикалық мағынасы мен күш ретінде сипатталуын;
- бір электростатикалық өрістегі әсер ету зарядын анықтауды;
- күш сыйығы көмегімен электростатикалық өрістің графигін бейнелеуді үйренесіңдер.

Алыстан және жақыннан әсер ету. Өткен параграфта электростатиканың негізгі заны — екі нүктелік зарядтардың өзара әсер күшін есептеуге мүмкіндік беретін Кулон занымен таныстындар. Кулон заны тәжірибе жүзінде ашылған. Зарядтардың өзара қалаї әсерлесетінін Кулон заны түсіндірмейді: Кулонның өзі бір-бірінен алыс қашықтықтағы зарядтардың өзара қалаї әсерлесетіні жайлы көп ойланды. Ол И. Ньютоның идеясына арка сүйеді. Ньютон да Букіләлемдік тартылымы занын ашқанмен, онын әсерін түсіндіре алмаған. Сондыктan ол гравитациялық өзара әсер лезде таралады деп үйірдады.

Кулон электр зарядтарының бір-біріне вакуумда да әсер ететініне көзі жеткенде, ол зарядтар лезде бос кеңістік, яғни вакуум арқылы әсерлеседі деп үйірді. Алыстан әсер ету теориясына сәйкес, гравитациялық және электромагниттік құштер — материяның бір түрі. Алыстан әсер ету ілімі қарапайым әрі түсінкті ілім. Оның математикалық өрнегі үйлесімді. Осы теорияны XIX ғасырдың басында ғалымдардың көпшілігі қолдады. Сонымен қатар денелердің алыс қашықтықтан, яғни өзі жок кеңістіктің бөлігіне әсер етуіне күмән келтіруге болады.

Міне, осы себепті ағылшын ғалымы Майкл Фарадей жақыннан әсер ету ілімін ұсынды. Әрине, ол алыстан әсер ету іліміне кері ілім. М. Фарадейдің айтудынша, табигат бостыкты ұнатпайды. Бұл ілімге сәйкес, денелердің өзара әсері басқа бір үшінші объект арқылы жүзеге асады. Осы объект — өзара әсерді кеңістіктің бір нүктесінен екіншісіне беретін физикалық нысан.

Өзара әсерді тарату жылдамдығы шекті: бір зарядтың орны өзгерсе, басқалары оны бірден сезбейді. Оған қандай да бір уақыт кетеді.

Ғылымға Фарадей өріс ұғымын әсерді тасымалдаушы ретінде енгізді. Басында бұл идея Фарадейге бір денениң екіншіге бос кеңістік арқылы әсер етпейтіні арқылы сенімділік берді. Өрістің бар екені дәлелденбеді. Ол дәлел кейінірек алынды. Заманауи көзқараска сәйкес, барлық электр зарядтары өзінің маңайындағы кеңістікті өзгертип, электр өрісін тудырады. Осы өзгерісті, яғни пайда болған электр өрісін сезеді. Зарядтан алыстаған сайын өріс әлсірейді. Вакуумдегі зарядтың да айналасында электр өрісі бар. Зарядқа әсер етуі арқылы өрістің бар болуы ғана емес, сонымен қатар өрістің кеңістікте таралуы мен оның сипаты зерттеледі.

Электр өрісі. Алыстан әсер ету ілімін жақыннан әсер ету ілімі жеңіп шыкты. Зарядтар арасындағы өзара әсерді вакуумда тарататын электр өрісі болып шыкты. Электр заряды өзінің маңайында электр өрісін тудырады, ол өз кезегінде қандай да бір күшпен басқа зарядтарға әсер етеді. Электр өрісі әсерді тасымалдайтын арнаны ортаға мұқтаж емес. Ол затта да, вакуумда туындалап, затпен қатар материяның өмір сұру formasы болып табылады.

Ғалымдар қазір өрістің ішкі күрылымын түсіндіре алмайды. Қазір тек электр өрісінің касиеттері мен заңдарын, байланыстарды зерттеумен ғана шектелудеміз.

Электр өрісін анықтаудың қарапайым тәсілі — сынақ заряд деп аталатын электр зарядын қолдану. Сынақ зарядқа әсері арқылы кеңістіктегі электр өрісінің бар екенін білеміз, оның көмегімен кеңіс-



Кулон Шарль
Огюстон
(1736—1806)

тіктің әртүрлі нүктелеріндегі өріс шамасы зерттеледі. Ол үшін сынак заряд нүктелік болу керек.

Электр өрісі — нақты өмір сүретін материалдық нысан. Оны сипаттау үшін *кернеулік* $[E]$ деп аталатын физикалық шама енгізілген. Электр өрісінің кернеулігі күштік сипаттама болып табылады. Ол электр өрісінің осы өрістің берілген нүктесіндегі бірлік сынама он зарядқа қандай күшпен әсер ететінін көрсетеді:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (19.1)$$

Өріс кернеулігі — векторлық шама. Кеңістіктің әр нүктесінде электр өрісі кернеулік векторымен сипатталады. ХБ жүйесінде электр өрісінің өлшем бірлігі:

$$[\vec{E}] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right].$$

(19.1) формуладан электр өрісінің зарядқа әсер ететін күшін электр өрісінің кернеулігі арқылы анықтауга болады:

$$\vec{F} = \vec{E} q. \quad (19.2)$$

Нүктелік заряд тудырған электр өрісінің кернеулігін анықтайық. Бұл — қарапайым және женіл шешілетін есеп. Вакуумда орналасқан нүктелік q он зарядты қарастырайық. A нүктесіне он сынама q_0 зарядты q зарядтан r қашықтықта орналастырайық. q заряды тарапынан сынак зарядқа тебілу күші әсер етеді, сондыктан q он зарядтың өріс кернеулігі одан әрі бағытталады (19.1-сурет).

(19.1) формуланы колданып, нүктелік q зарядтың кернеулігінің шамасын табайық:

$$E = \frac{F}{q_0} = k \frac{qq_0}{r^2 q_0}.$$

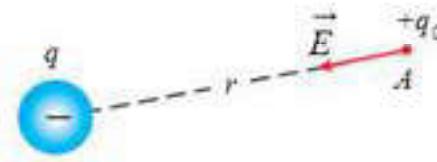
Осыдан

$$E = k \frac{q}{r^2}. \quad (19.3)$$

Өріс тудырған заряд теріс болса, онда осы зарядтың модулін де q әрпімен белгілейік. Он сынак зарядқа әсер ететін күш тартылыс күшіне айналады. Сол себепті теріс заряд өрісінің кернеулігі зарядқа қарай бағытталған (19.2-сурет), ал кернеулік модулін (19.1) формуламен есептейді.



19.1-сурет



19.2-сурет

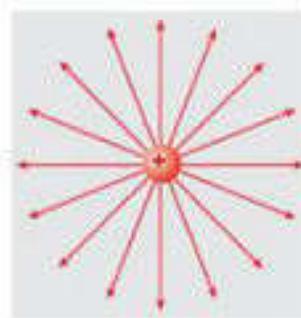
Электр өрісінің күш сзықты. Электр өрісі көзбен көріп, құлакпен естілмейтін заттардың катарына жатады. Оны түйсік арқылы қабылдайды. Өзара жер күшін әртүрлі сзық түрінде бейнелеу — көрнекілік үшін колданылатын тәсіл.

Электр өрісінің күш сзықтары (немесе кернеулік сзықтары) деп кез келген нүктесіне жүргеілген жанаманың бағыты сол нүктедегі электр өрісінің кернеулік бағытымен бірдей болатын сзықтарды айтады (19.3-сурет).

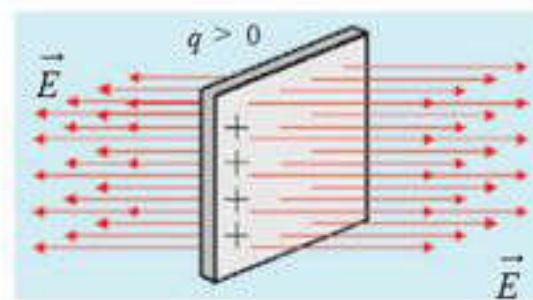
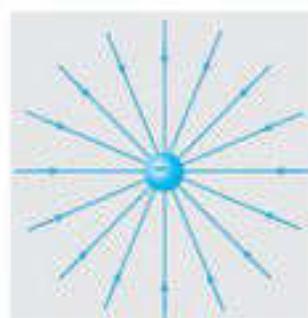
Күш сзықтары он зарядтан теріс зарядқа бағытталған немесе шексіздікке кетеді.

Нүктелік зарядтың кеңістіктең көрінісіне оралайық (19.4-сурет).

Нүктелік заряд өрісінің кернеулік сзықтары. Кернеулік сзықтары кернеулік векторларының бойымен бағытталады. Кернеулік векторлары күш сзықтарының бағытын көрсетеді. Сонымен катар өріс кернеулігінің абсолют шамасы жайлы да мәліметтер береді: кернеулік сзықтары калындаған сайын кеңістіктің осы аймағындағы өріс шамасы да үлкен болады. Кернеулік сзықтарының көрінісін зарядталған жазықтық үшін де көрсете аламыз (19.5-сурет).



19.4-сурет



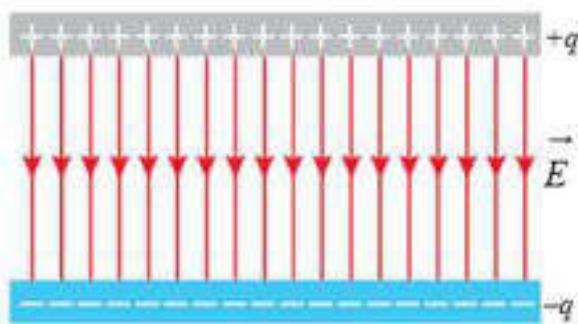
19.5-сурет

Зарядтарының таңбасы қарама-карсы болатын шексіз екі астарлардың арасындағы электр өрісінің күш сзықтары 19.6-суреттегідей түрge не.

Бұл өрістің күш сзықтары бір-біrine параллель және сзықтардың орналасу тығыздығы барлық жерде бірдей. Мұндай электр өрісі *біртекті* деп аталады. Оны былай жазады:

$$\vec{E} = \text{const.}$$

Кернеулік сзықтарын кез келген электр өрісінде жүргізуге болады.

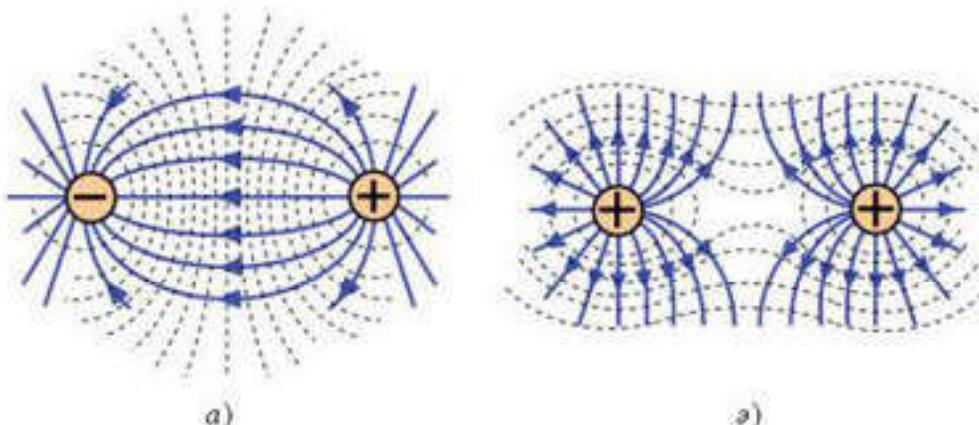


19.6-сурет

Оны қалай орындауды? Кеңістіктің әр нүктесінде өрістің кернеулік векторы кернеулік сызықтардың жанамасы бойымен бағытталған.

19.3-суретте аттас және әр аттас нүктелік зарядтардың электр өрісі кернеулігінің күш сызықтары көрсетілген.

Кернеулік сызықтары әрқашан он зарядтан басталып, теріс заряд пен аяқталады.



19.7-сурет. Нүктелік зарядтардың электр өрісінің күш сызықтары:
а) әр аттас нүктелік зарядтар; б) аттас нүктелік зарядтар



- Боялатын денені зарядтап, оған бояуды бұрку әдісімен бояу тәсілі арзан әрі адам өміріне қауіпсіз. Неге? Жауапты түсіндіріңдер.
- 19.8-суретте көрсетілген өзара асерді түсіндіріңдер.

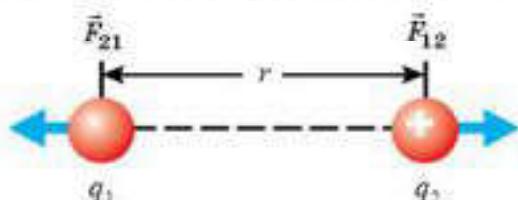


19.8-сурет



1. Алыстан асер ету ілімінің пайдасы себебі неде? Бұл ілімнің мәні қандай?
2. Жақыннан асер ету ілімінің мәні неде?
3. Электр өрісі деп нені түсінесіңдер?
4. Электр өрісін сипаттайтын шамалар қандай?
5. Электр өрісінің күш сызықтарына сипаттама беріңдер.

- *6. Электр өрісі күш сыйықтарының бағытын қалай анықтайды?
- *7. q_1 зарядының таңбасын анықтаңдар (19.9-сурет).
- *8. F_{12} және F_{21} күштерінің қайсысы ұлкен (19.9-сурет)?
- *9. Электр өрісі көмегімен шаңды тазартуға бола ма?



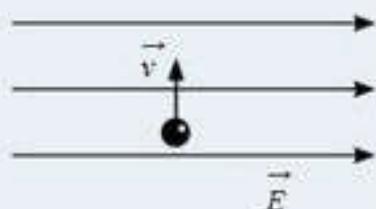
19.9-сурет

**12-жаттығу**

1. Біртекті электростатикалық өрістегі зарядтың шамасы $5 \cdot 10^{-7}$ Кл. Өріс тарапынан зарядқа әсер ететін күш $2,5 \cdot 10^{-5}$ Н. Өрістің кернеулігі қандай?

(Жауабы: 50 Н/Кл)

- *2. Протон біртекті электростатикалық өріске перпендикуляр бағытта ұшып кірді (19.10-сурет). Протонның қозғалысы қалай өзгереді?



- *3. Бірдей екі метал шардың зарядтары сәйкесінше $q_1 = q$ және $q_2 = 5q$. Шарларды түйістірген сон ажыратып, бұрынғы қашықтыққа апарып қойды. Олардың арасындағы әзара әсер күшінің модулі неше есеге және қалай өзгереді?

19.10-сурет

(Жауабы: 1,8 есе артады)

- *4. Массасы 0,1 мг тозан кернеулігі 1 кН/Кл біртекті электр өрісінде "ілініп" тұруы үшін оның заряды қандай болу керек?

(Жауабы: 1 нКл)

- *5. Нүктелік зарядтың арақашықтығын 3 есе артырсақ, электр өрісінің кернеулігі қалай өзгереді?

(Жауабы: 9 есе азаяды)

- *6. Электр өрісінің кернеулігі 250 Н/Кл болатын 10 нКл нүктелік зарядтан заряд қандай арақашықтықта орналасқан?

(Жауабы: 60 см)

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Сабакта не жаңалық болды?	Қандай аппаратка ерекше көніл аудардын? Неге?	Қандай аппарат сендерді көбірек ойландырды?

§ 20. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы



Тірек сөздер:

- ✓ потенциал
- ✓ потенциалдар айырымы



Сендер бүгінгі сабакта:

- потенциалдар айырымының физикалық мағынасын үйренесіндер және түсінесіндер.

Электр өрісінің жұмысы. Электр өрісінде орналасқан зарядка өріс тараудың электр күші әсер етеді. Егер осы күштің әсерінен заряд орын ауыстырса, онда өріс жұмыс жасайды. Зарядтың орнын ауыстыру үшін өріс жасайтын жұмыс шамасын есептейік. $\vec{F} = q\vec{E}$ электр күшінің әсерінен q зарядтың 1-нүктеден 2-нүктеге орын ауыстыруын карастырайық (20.1-сурет). Бұл күштің жұмысы:

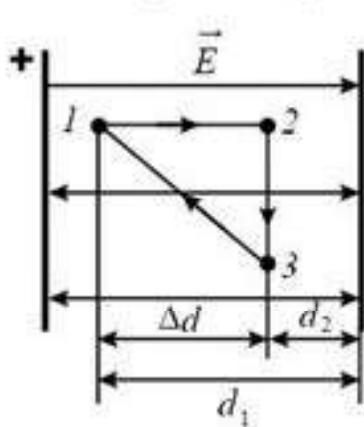
$$A = \vec{F} \Delta d = q\vec{E} \Delta d = q\vec{E}(d_1 - d_2) = q\vec{E} d_1 - q\vec{E} d_2.$$

Заряд 2-нүктеден 3-нүктеге орын ауыстырганда өріс жұмысы нөлге тең. Себебі, күш орын ауыстыруға перпендикуляр әсер етеді. Демек, зарядты 1-нүктеден 3-нүктеге 2-нүктеге арқылы жылжытатын өріс жұмысы:

$$A = q\vec{E} d_1 - q\vec{E} d_2. \quad (20.1)$$

Алған формулага жасалған талдау мына корытындыға экеледі: 1) зарядтың орнын ауыстыру үшін жасалатын жұмыс траекторияның пішініне тәуелді емес; 2) түйік траекторияның жұмысы нөлге тең, өйткені заряд бастапқы орнына оралғандықтан, орын ауыстыру нөлге тең.

Осы қасиеттерге не болатын өріс **потенциал**, ал осы өрістерде әсер етуші күш **консервативті** деп аталады. Консервативті күштер әсер ететін өрісте энергияның сакталу заны орындалады.



20.1-сурет

Электр өрісіндегі зарядтың потенциалдық энергиясы. Потенциалдық энергияны тек консервативті күштер үшін ғана анықтауға болады. Екі нүктенің арасында бөлшектің орын ауыстыруы бойынша жасалатын мұндай күштің жұмысы таңдал алған жолға тәуелді емес. (20.1) формуладан электр өрісінің жұмысы зарядтың өрістегі бастапқы және соңғы орындарымен анықталатын екі шаманың айырымына тең. Ол траекторияның пішініне тәуелді емес. Бұл шамалар электр өрісіндегі зарядтың

бастапқы және соңғы потенциалдық энергияларымен анықталады. Электр өрісіндегі зарядтың потенциалдық энергиясы:

$$W_p = qEd. \quad (20.2)$$

Электр өрісінің берілген нүктесі үшін электростатикалық потенциал $[\Phi]$ деп аталатын физикалық шама енгізілген.

Электростатикалық потенциал — өрістің берілген нүктесінде орналасқан біртік оң сынақ заряд не болатын потенциалдық энергиямен анықталатын электростатикалық өрістің скаляртық, энергетикалық сипаты:

$$\Phi = \frac{W_p}{q_0}. \quad (20.3)$$

ХБ жүйесіндегі потенциалдың өлшем бірлігі $[\Phi] = [V] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right]$.

Біртекті электростатикалық өрістің потенциалын есептеу формуласы:

$$\Phi = \frac{W_p}{q_0} = Ed. \quad (20.4)$$

Осыны ескерсек, электростатикалық өрістің жұмысы:

$$A = q_0(\Phi_1 - \Phi_2). \quad (20.5)$$

$\Phi_1 - \Phi_2 = \frac{A}{q_0}$ шамасын потенциалдар айрымы $[U]$ деп атайды.

Потенциалдар айрымы деп біртік сынама оң зарядтың электр өрісінде орын аудостыруы бойынша жасалатын жұмыспен анықталатын скаляр физикалық шаманы айтады.

Потенциалдар айрымының, әдетте,

$$U = \Phi_1 - \Phi_2$$

түрінде жазады. Сондыктан электр өрісінің жұмысы:

$$A = q \cdot U. \quad (20.6)$$



1. Потенциал деп қандай өрісті айтады?
2. Потенциал өрістің негізгі қасиеттерін атаңдар.
3. Электростатикалық өрістің потенциалы деп нені түсінесіңдер?
4. Потенциалдар айрымының физикалық мағынасы неде?
5. Оң зарядталған дененің жанында зарядталмаған өткізгіш бар. Өткізгіштің потенциалы оң ба, әлде теріс не?
6. Қай жағдайда электр өрісінің жұмысы нөлге тең?

**13-жаттығу**

- Екі өткізгіш 80 В және -80 В потенциалға дейін зарядталған, 40 мкКл зарядты бір өткізгіштен екіншіге аудыстырыланда бұл екі өткізгіштің өрісіндегі потенциалдарды табыңдар.
- (Жауабы: 6,4 мДж)
- 4 мкКл зарядты потенциалы 120 В болатын нүктеге орын аудыстыру үшін 0,24 мДж жұмыс жасалған. Электр өрісіндегі зарядтың алғашқы нүктесіндегі потенциалдарды табыңдар.
- (Жауабы: 180 В)
- 20 нКл заряд орын аудыстырыланда өріс 2,8 мкДж жұмыс жасады. Зарядтың потенциалдар айырымы қандай?
- (Жауабы: 140 В)
- Өрістегі 12 нКл заряд 2 мкДж энергияға ие болатын нүктенің потенциалын табыңдар.
- (Жауабы: 167 В)
- Потенциалы 100 В нүктеден потенциалы 20 В нүктеге 20 нКл заряд орын аудыстырыланда электр өрісі қандай жұмыс жасайды?
- (Жауабы: 1,6 мкДж)
- Кернеулігі 5 кВ/м электр өрісіндегі жұмысы 10 мДж болса, 40 мкКл зарядтың орын аудыстыруы қандай?
- (Жауабы: 50 мм)

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Сабакта не жаңалық болды?	Қандай ақпаратка ерекше көніл аудардын? Неге?	Қандай ақпарат сендерді көбірек ойландырды?

§ 21. Өткізгіштер мен диэлектриктер



Тірек сөздер:

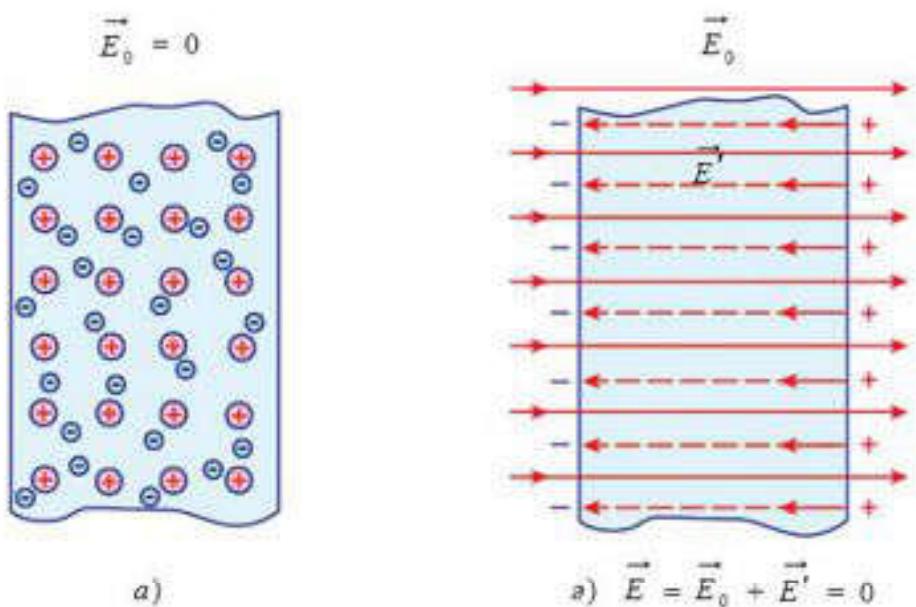
- ✓ **электростатикалық индукция**
- ✓ **диэлектриктер**
- ✓ **поляризациялану**

Сендер бүгінгі сабакта:

- электр өрісіндегі өткізгіштер мен диэлектриктердің қызметімен танысадындар.



Өткізгіштер. Барлық заттардың молекулалардан тұратынына қарамастан, олардың ішкі құрылымы әртүрлі. Кейбір заттардың еркін қозғалатын зарядталған белшектері бар. Мұндай заттар **өткізгіштер** деп аталады.



21.1-сурет

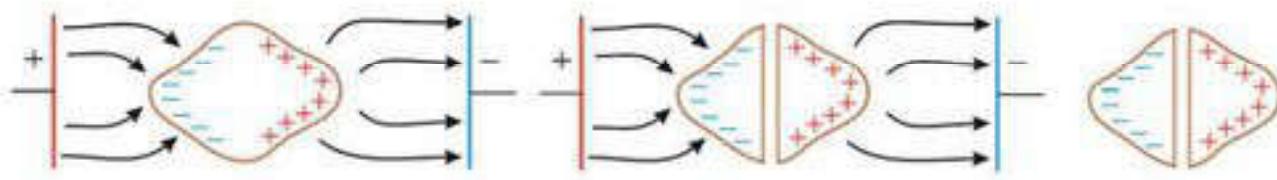
Егер өткізгішті электр өрісіне орналастырса, оның еркін зарядтары өріс әсерінен бір бағытта қозгалады. Сейтіп, өткізгіште электр тогы пайда болады.

Өткізгіш деп бойынан ток өткізетін затты айтады. Металдар токты жаксы өткізеді. Металдардағы зарядталған бөлшектер — еркін электрондар. Электрондардың заряды теріс. Сондыктan оған электр өрісі тарапынан электр өрісінің кернеулігіне қарама-қарсы бағытталған күш әсер етеді. Дәл осы себепті электр өрісіндегі, металл өткізгіштегі электрондар бір жаққа жиналады. Өткізгіштің ішінде өзінің электр өрісі пайда болады. Ол өрістің кернеулігі модулі жағынан сыртқы өрістің кернеулігіне тең. Сондыктan өткізгіштің ішіндегі корытқы өрістің кернеулігі нөлге тең (21.1, a-сурет). Демек, сыртқы өрістің әсерінен өткізгіштегі заряд тар реттеліп, оның бетінде жинақталады (21.1, a-сурет).

Егер өткізгішті электр өрісінен алмай екіге бөліп кессек, әр аттас зарядталған екі өткізгіш аламыз (21.2-сурет).

Зарядтар өткізгіш ішінде бөлініп орналасады, нәтижесінде оның ішіндегі электр өрісінің кернеулігі нөлге тең болатын жағдай электростатикалық индукция деп аталауды.

Зарядтардың тепе-тендігі калыптасканда өткізгіш ішіндегі электр өрісінің кернеулігі нөлге тең болады: $E = 0$.



21.2-сурет



21.3-сурет

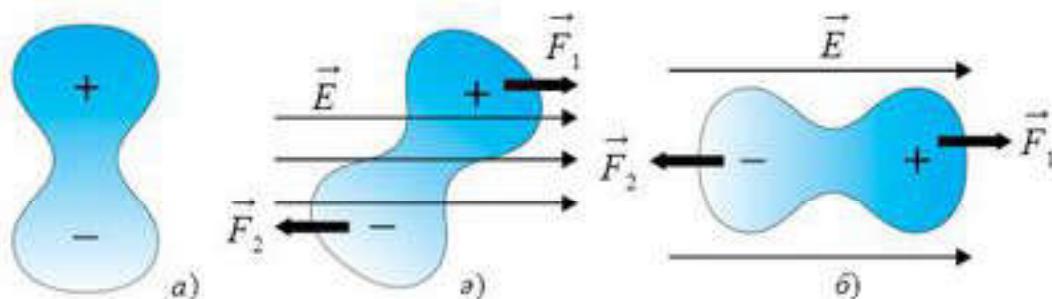
Электростатикалық корғаныс. Заряд тар тенескенде электр өрісінің кернеулігі оқшауланған тұтас өткізгіште ғана емес, іші бос, қуыс өткізгіштерде де нелге тен. Сондықтан біртекті зарядталған сфералың ішінде кернеулік нелге тен (сфералың ішінде зарядталған денелер жок).

Электр өрісіндегі өткізгіштердің осы қасиетін электростатикалық корғаныс кезінде колданады. Мысалы, электр өрісіне сезімтал аспаптар жасағанды оларды металл корпуска орналастырады. Корпустың тұтас болуы міндетті емес. Оның орнына “Фарадей торы” деп аталатын металл торды пайдаланса да болады (21.3-сурет).

Электр корғаныстарын күшті электр өрісінде жұмыс істейтін адамдардың қауіпсіздігі үшін колданады.

Жайтартқыш. Гимараттар мен кемелердің наизағайдан корғайды. Оның жұмыс істеу принципі мынадай: жайтартқыштың металдан жасалған үшкір ұшы электрленген заттардан электрді өзіне тартады.

Жайтартқыш — гимараттың тәбесінде орнатылған бір немесе бірнеше үшкір металл таяқшалар. Таяқтардың үшкір ұшы жоғары қаратылып, екінші ұшы жермен жалғастырылады (жерлестірілі). Наизағайлы бұлт металл таяқшалардың арасынан өткенде өзінің электрлік қасиетін жоғалтады. Электр разряды әлсіз жарық шығарып, дыбыссыз өтуі немесе металл таяқшаны наизағай ұрғанда қатты дыбыс шығаруы да мүмкін.



21.4-сурет

Диэлектриктер. Диэлектриктерде еркін заряд жок. Бұл диэлектриктерде зарядталған бөлшектер мүлде жок деген сөз емес. Басқа заттардағы сиякты диэлектриктің молекулалары мен атомдарында оң зарядты ядро мен теріс зарядты электрон бар. Атомдар мен молекулалардың зарядтары бір-бірімен күшті байланысқан. Мұндай зарядтарды *байланысқан зарядтар* деп атайды.

Диэлектриктерді электр өрісіне енгізгенде электр өрісінің әсерінен байланысқан зарядтар өріс сзықтарының бойымен орналасады (21.4-сурет).

Сонымен, сыртқы электр өрісінің әсерінен диэлектрикте молекулалары сыртқы электр өрісінің кернеулігінің бағытымен орналасады.

Бұл құбылысты диэлектрикте *поляризациясы* деп атайды. Диэлектрикте поляризациясы нәтижесінде оның бетінде зарядтар пайда болады (21.5-сурет). Бұл зарядтар байланысқан, себебі олар тек молекула ішіндегі ығысу салдарынан пайда болып отыр. Ал өткізгіштерде еркін электрондар өткізгіштің бойымен козғалады.

Поляризация нәтижесінде диэлектрикте ішіндегі пайда болған оң және теріс зарядтар бір-бірін тенгереді (21.6-сурет). Ал диэлектрик бетінде мұндай тенгеру жок. Сондыктan беттік зарядтар пайда болады.

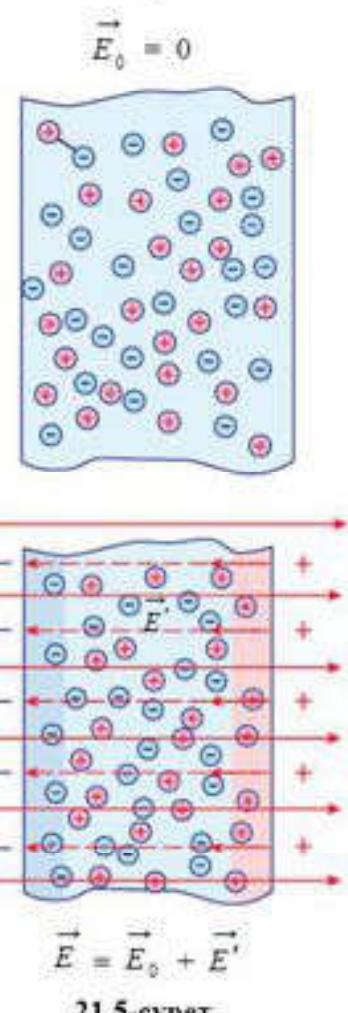
21.6-суретте диэлектрикте поляризациялануы салдарынан оның бетінде пайда болатын байланысқан зарядтар сыйбасы көрсетілген.

Осылайша, диэлектрикте поляризациясы салдарынан диэлектрик ішіндегі электр өрісінің кернеулігі кемиді.

Поляризация нәтижесінде зарядталмаған диэлектриктер зарядталған дененің таңбасына карамастан, оған тартылады.

Біртекіті диэлектрикте ішіндегі сыртқы электр өрісі кернеулігінің неше есе азаятынын көрсететін шама *диэлектрлік өтімділік* деп ататын, ϵ (эпсилон) әрнімен белгіленеді.

Әртүрлі заттардың диэлектрлік өтімділігі бір-бірінен өзгешеленеді. Мысалы, ауда $\epsilon = 1,0006$, оны $\epsilon = 1$ деп алуға болады. Басқа газдардың да диэлектрик өтімділігі $\epsilon \approx 1$. Бұл газ тығыздығының аздығымен түсіндіріледі.



21.5-сурет



21.6-сурет

Сүйкіттер мен катты денелердің басым бөлігінде $\epsilon > 1$ болады. Судың диэлектрик өтімділігі $\epsilon = 81$.



1. Откізгіштер деп қандай денелерді атайды? Мысал келтіріңдер.
2. Электр өрісіндегі откізгіште қандай өзгерістер болады? Электр өрісіндегі откізгіштердің еркін электрондары қандай бағытта қозғалады?
3. Откізгіштің заряды тұдыратын өріс сыртқы өріске қарама-қарсы бағытталады. Неге?
4. Диэлектрик деп қандай денелерді атайды? Мысал келтіріңдер.
5. Диэлектриктің поляризациялануын түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта негі менгердіңдер?

Сабакта не жаңалық болды?	Кандай аппаратка ерекше көніл аудардын? Неге?	Кандай аппарат сендерді көбірек ойландырды?

§ 22. Электрсыйымдылық. Конденсатор



Tірек сөздер:

- ✓ электрсыйымдылық
- ✓ конденсатор
- ✓ Фарад

Сендер бүгінгі сабакта:

- конденсатордың құрылымы мен қызметін білесіндер.



Электрсыйымдылық. Откізгішке q электр зарядын берсек, оның бетіндегі Φ потенциал болады. Егер откізгіштегі зарядтың шамасын $2q$ -ге арттырасқ, потенциал да 2Φ -ге артады. Бұдан откізгіштің заряды неғұрлым көп болса, оның бетіндегі потенциал да соғұрлым көп болатыны шығады.

Пропорционалдық коэффициентін откізгіштің электрсыйымдылығы (C) деп атайды.

Откізгіштің электрсыйымдылығы оның потенциалын 1 В-қа арттыру үшін откізгішке қандай заряд беру керегін көрсететін физикалық шама:

$$C = \frac{q}{\Phi}. \quad (22.1)$$

ХБ жүйесіндегі электрсыйымдылықтың өлшем бірлігі **фарад** (Φ).

$$[C] = [\Phi] = \left[\frac{\text{Кл}}{\text{В}} \right].$$

1 Φ откізгіштің потенциалы 1 В-ка тең болу үшін откізгішке беретін зарядтың шамасын көрсетеді. 1 Φ — өте үлкен сыйымдылық. Шамамен радиусы $9 \cdot 10^9$ км болатын шардың сыйымдылығына тең. Сондықтан

практикада сыйымдылықты **микрофарад** (мкФ) пен **нанофарад** (нФ) арқылы өлшейді:

$$1\text{мкФ} = 10^{-6} \Phi, \quad 1\text{нФ} = 10^{-9} \Phi.$$

Конденсатор. Астарлар деп жазық конденсатордың пластиналарын атайды. Астар түріндегі оқшауланған өткізгішке зарядталмаған өткізгішті жақындастысак, зарядталған өткізгіштің потенциалы кеміді. Зарядталмаған өткізгішті алыстатсысак, біріншінің заряды қалпына келеді. Осы тәжірибе өткізгіштің электрсыйымдылығы басқа өткізгіштің жақындауына карай артатынын көрсетеді. Егер өткізгіштердің арасына қатты диэлектрик, мысалы слюданы салсак, бірінші өткізгіштің потенциалы кеміді, ал заряды өзгермейді. Демек, өткізгіштердің арасына қойылған қатты диэлектрик жүйенің электрсыйымдылығын арттырады.

Жұқа диэлектрик қабатымен бөлінген екі өткізгіштен тұратын жүйені конденсатор (латынша “condensare” — тығызыдау, коюландыру) деп атайды. Конденсатор оңашаланған бір өткізгішке карағанда өте улкен электрсыйымдылыққа ие болады.

Конденсатордың электрсыйымдылығы деп өткізгіштердің бірінің қаряды мен өткізгіштер арасындағы U потенциалдар айрымының қатынасына тең физикалық шаманы айтады.

Конденсатордың сыйымдылығы:

$$C = \frac{q}{\Phi_1 - \Phi_2} = \frac{q}{U}. \quad (22.2)$$

Конденсатор сыйымдылығы оның қалай құрастырылғанына байланысты. Егер астарлар жазық және өзара паралель орналасса, оны **жазық конденсатор** деп атайды (22.1-сурет).

Жазық конденсатордың зарядталған астарларының әрқайсысы конденсатор бетінің мәнайында электр өрісін тудырады. Бұл өрістер конденсатор астарларының арасында жинақталған.

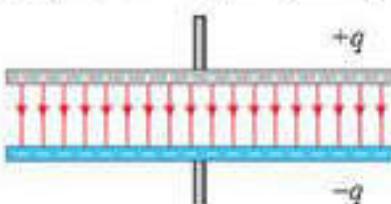
Жазық конденсатордың сыйымдылығы зарядтың шамасына емес, диэлектриктің калындығы мен астарлардың ауданына тәуелді:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}, \quad (22.3)$$

мұндағы S — пластинаның ауданы, d — пластиналардың арақашықтығы, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м — электр тұрақтысы, ϵ — конденсатор пластиналарының арасындағы кеңістіктегі заттың диэлектрик өтімділігі.

22.2-суретте конденсатордың түрлері көрсетілген.

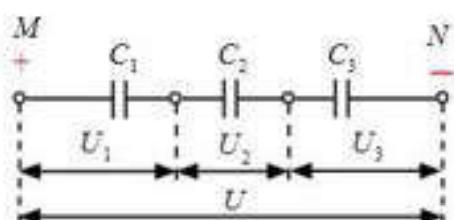
Сұлбада конденсаторды $\dashv \vdash$ тәнбасымен белгілейді.



22.1-сурет



22.2-сурет



22.3-сурет

Зарядталған конденсатордың электр энергиясы бар. Оны мына формуладан табады:

$$W_e = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}. \quad (22.4)$$

Конденсатор электр энергиясын жинау және лезде разрядтау кезінде (фотожарық) тұракты және айнымалы токты бөлу үшін түзеткіштерде, тербелмелі контурларда, басқа да радиоэлектронды құрылғыларда пайдаланылады.

Конденсаторларды бір-бірімен жалғауға болады. Жалғанған кезде оның жалпы сыйымдылығы жалғану тәсіліне тәуелді.

Конденсаторларды тізбектей жалғау. Тізбектей жалғанғанда барлық конденсаторлардың зарядтары тең (22.3-сурет).

Осылай жалғанған конденсаторларда:

$$1. q_1 = q_2 = q_3 = q. \quad 2. U_1 + U_2 + U_3 = U. \quad 3. \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

Тізбектей жалғанғанда конденсатордың кернеуі әр конденсатордағы кернеудің қосындысына тең болады, ал жалпы сыйымдылық кеміді.

Конденсаторларды параллель жалғау. Конденсаторлар параллель жалғанғанда барлық конденсатордың кернеуі тең (22.4-сурет).

Мұнда мына катынастар дұрыс:

$$1. U_1 = U_2 = U. \quad 2. q_1 + q_2 = q. \quad 3. C = C_1 + C_2.$$

Параллель жалғанғанда жалпы заряд барлық конденсатордың зарядтарының қосындысына, ал сыйымдылық жекеленген конденсатор сыйымдылықтарының қосындысына тең.

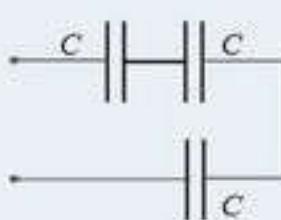


1. Откізгіштің электрсыйымдылығы $C = 40 \text{ нФ}$. Бұл нені билдіреді?
2. Диэлектрикten жасалған дененің сыйымдылығы туралы не айтуда болады?
3. Конденсатор деген не?
4. Қандай жағдайда металл өткізгіштерден конденсатор құрайды?
5. Конденсатор заряды деп нені туслесіңдер?
6. Зарядталған конденсатордың энергиясы болатынын қандай тәжірибе арқылы дәлелдеуге болады?
7. a) Екі астардың да зарядын 2 есе арттырса; b) бір астардың зарядын өзгеріссіз қалдырып, екіншісін 3 есе кемітсе, жазық конденсатордың сыйымдылығы қалай өзгереді?
8. Зарядталған конденсатор токтан ажыратылған, егер оның сыйымдылығын 3 есе арттырса, энергиясы қалай өзгереді?
9. Сыйымдылықтары бірдей екі конденсатор берілген, ал конденсаторлардың сыйымдылығын: a) 2 есе арттыру үшін; a) 2 есе кеміту үшін оларды қалай қосады?

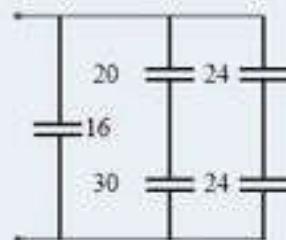


14-жаттығу

- *1. Сыйымдылықтары $C_1 = 300 \text{ пФ}$, $C_2 = 40 \text{ пФ}$, $C_3 = 100 \text{ пФ}$ болатын үш конденсатор тізбектей жалғанып, кернеуі 160 В ток көзіне қосылған. Сыйымдылығы C_2 конденсатордың U_2 кернеуін табындар.
- (Жауабы: 104 В)
- *2. 22.5-суреттегідей жалғанған конденсаторлар батареясының сыйымдылығы қандай? Эр конденсатордың сыйымдылығы 4 мкФ-ка тең.
- (Жауабы: 1,33 мкФ)
3. Сыйымдылығы 5 нФ, астарларының арасындағы потенциалдар айырымы 400 В болатын зарядталған конденсатордың энергиясы қандай?
- (Жауабы: 400 мкДж)
4. Сыйымдылығы 10 мкФ, астарлардың арасындағы потенциалдар айырымы 120 В болу үшін конденсаторға қандай заряд беру керек?
- (Жауабы: 1,2 мКл)
5. Конденсаторға 0,4 мкКл заряд бергенде оның астарларының арасындағы потенциалдар айырымы 800 В болды. Конденсатордың сыйымдылығы қандай?
- (Жауабы: 0,5 нФ)
- *6. Конденсаторлардың сыйымдылығының мәні нФ-пен берілсе, конденсаторлар батареясының сыйымдылығын табындар (22.6-сурет).
- (Жауабы: 40 нФ)
- *7. Жазық конденсатор астарларының еркіншілдік ауданы 520 см^2 тең. 12 В ток кезінін кернеуіне қосқан кезде астарларда 55,2 нКл заряд пайда болды. Сонда ауданы астарлардың бір-бірінен қандай қашықтықта орналастыру қажет?
- (Жауабы: 0,1 мм)
- *8. Жазық конденсатор еркіншілдік ауданы 59 см^2 -ка тең астарлардан тұрады. Олардың арасында шыны қабат орналасқан. Электр өрісінің кернеулігі 10 МВ/м болған кезде конденсатордың шыны қабаты тесілсе, онда конденсаторда қандай максимал заряд жинауға болады?
- (Жауабы: 5,22 нКл)
- *9. Импульстық фотожарық шамы кернеуі 800 В және 800 мкФ болатын конденсатор сыйымдылығымен қоректенеді. Разрядтың ұзақтығы 2,4 мс болса, жарықтың энергиясын және куатын есептendir.
- (Жауабы: 256 Дж; 107 кВт)



22.5-сурет



22.6-сурет

Осы тақырыпта нені мемгердіндер?

Сабакта не жаңалық болды?	Қандай әкпаратта ерекше көніл аудардын? Неге?	Қандай әкпарат сөндерді көбірек ойтандырды?

Тараудың маңыздылары

Электростатика негіздері

Дене электрон косып алғанда *теріс*, ал оны жоғалтқанда *оң* зарядталады. Электрлену кезінде заряд пайда болмайды, тек өзара кайта бөлінеді. Денені үйкеу немесе зарядталған денеге жанастыру арқылы электрлелді. Электрлік күбылдыс зарядтың сакталу заңына бағынады:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const.}$$

Электр тогын еткізу кабілетіне карай заттар *өткізгіштер* және *диэлектриктер* болып бөлінеді. Өткізгіштерде зарядталған еркін бөлшектер бар, диэлектриктер байланысқан зарядтардан тұрады. Сондыктан диэлектриктерді оқшаулағыш ретінде колданады.

Аттас зарядтар тебіледі, әр аттас зарядтар тартылады. Зарядтардың өзара әсер күші Кулон занымен өрнектеледі:

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

Электрлік әсер электр өрісі арқылы жүзеге асады. Электр өрісін күш сзықтары арқылы бейнелейді. Олардың бағыты кернеулік векторымен сәйкес келеді. Электр өрісінің кернеулігі күштік сипатка ие:

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

Электр өрісінің потенциалы энергетикалық сипатка ие:

$$\phi = \frac{W}{q}.$$

Конденсатор *электрсыйымдылық* деп аталағын шамамен сипатталады. Конденсатордың *электрсыйымдылығы* — конденсатор астарларының бірінің заряды модулінің олардың астарлар арасындағы потенциалдар айырымына катынасымен анықталатын физикалық шама:

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

Зарядталған конденсатордың энергиясы:

$$W_c = \frac{CU^2}{2}.$$

Конденсаторлардың жалғау	
Тізбектей	Параллель
1. $q = q_1 = q_2 = q_3$	1. $q = q_1 + q_2 + q_3$
2. $U = U_1 + U_2 + U_3$	2. $U = U_1 = U_2 = U_3$
3. $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	3. $C = C_1 + C_2 + C_3$

Тұрақты электр тогы

5 -ТАРАУ

Заманауип өмірді теледидар, компьютер, кіржугыш мәшине, электр шамы т.б. электрлік құрылғыларсыз елестете алмаймыз.



Электр құрылғылары қалай жұмыс істейді? Олардың жұмысын қандай заңдар сипаттайды?

Казіргі уақытта өндірістің қай саласы болмасын, ауылшаруашылығы, көлік, мұнай өнеркәсібі саласы және т.б. электр энергиясының жұмыс істей алмайды.



Электр энергиясын қалай алады? Электр энергиясының қандай бағама көздері бар?



5

§ 23. Электр тогы. Электр тогының көздері



Тірек сөздер:

- ✓ **электр тогы**
- ✓ **ток көзі**
- ✓ **ЭҚК**
- ✓ **ішкі кедергі**



Сендер бүгінгі сабакта:

- ток көзінің жұмысын, электр тогының пайда болу шарттарын түсіндіруді үйренесіндер.

Электр өрісіндегі зарядталған бөлшектерге электр күштері әсер ететінін білесіндер.



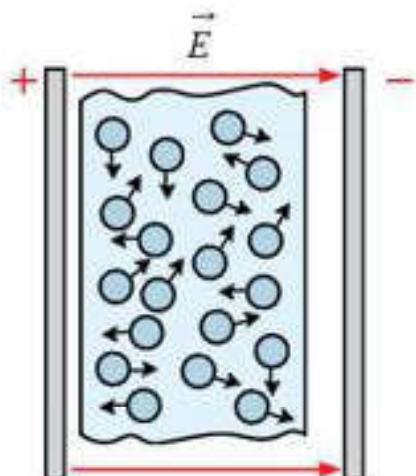
Әр аттас зарядталған шексіз ұзын екі астар тудырған электр өрісіне алдымен бейтарап бөлшектерді, кейін он зарядты, содан кейін электрон енгізейік. Барлық жағдайда бөлшектер жылулық қозғалысқа түседі. Оның қарқындылығы температурага тәуелді (23.1-сурет).

Екінші, үшінші жағдайда бөлшектердің хаостық қозғалысына астарлар тудырған өріс тарапынан күш әсер етіп, олар реттелген қозғалыска келеді (23.2-сурет).

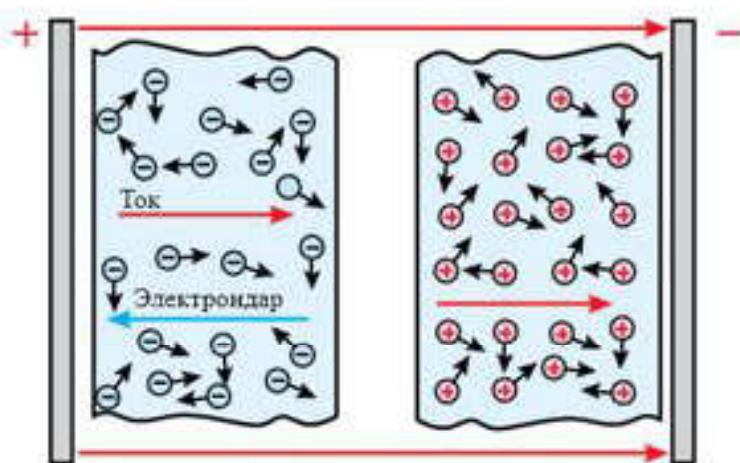
Зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысы электр тогы деп аталағы.

Электр тогының қозғалысын топтасқан шіркейлердің бұлтымен салыстыруға болады. Шіркей бұлты желдің бағытымен қозғалса да, оның ішіндегі әр шіркей ретсіз, кез келген бағытта қозғалады.

Электр тогының бағытына шартты түрде өткізгіштегі он зарядтың бағыты алынады.



23.1-сурет

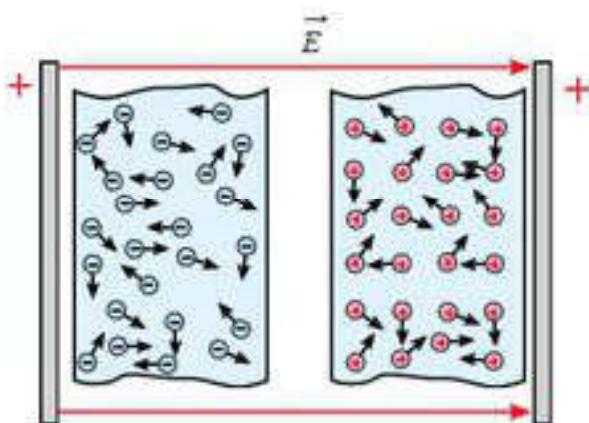


23.2-сурет

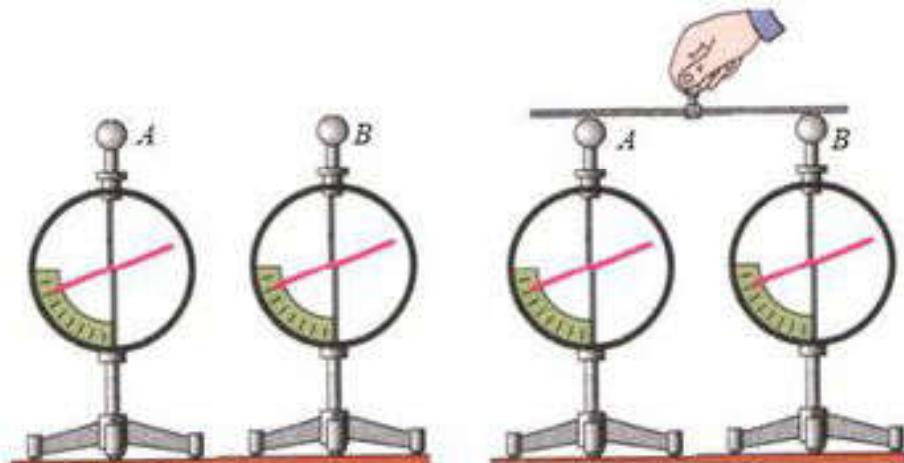
Егер астарлардын заряд шамасы тен әрі аттас болса, бөлшектердің реттелген козғалысы байқалмайды (23.3-сурет). Мұны тәжірибе жүзінде дәлелдей аламыз.

Екі электрометрдің өзектерін потенциалдарының шамасы мен танбасын бірдей етіп зарядтайық. Содан кейін оларды металл таяқшамен жалғайық. Сонда электрометрлердің тілі козғалмайды (23.4-сурет). Демек, тізбекте электр тогы пайда болған жоқ.

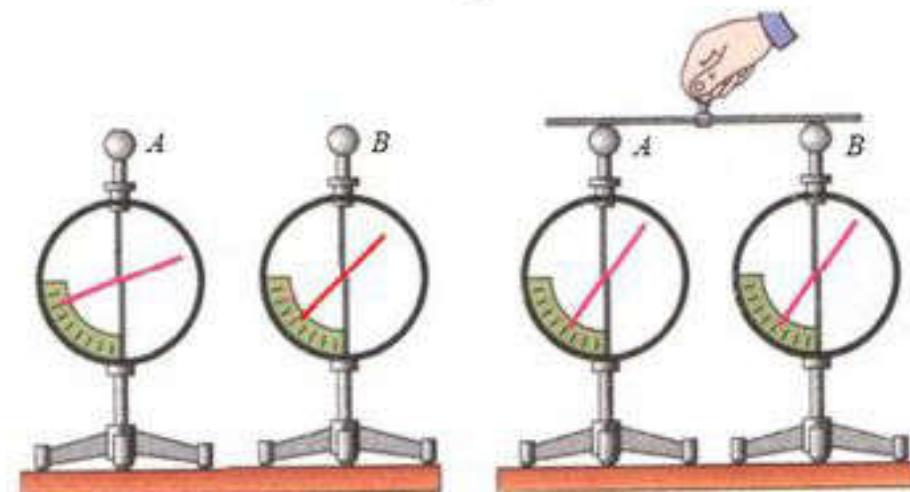
Енді электрометрлерге әртүрлі потенциалдар беріп зарядтаған сон оларды металл таяқшамен жалғасақ, өзектердегі зарядтар қайтадан таралып орналаса бастайды. Бұл процесс өзектердің потенциалдары тенескенше жалғасады. Оны электрометрлердің көрсетуінен аныктайды. Потенциалдар тенескенге дейін тізбекте электр тогы жүреді (23.5-сурет).



23.3-сурет



23.4-сурет



23.5-сурет

Ойша және накты жасалған тәжірибелерді қорытындылай келе электр тогы пайда болуы үшін екі шарт кажет екеніне көз жеткізесіндер:

1. *Ортада зарядталған еркін бөлшектердің болуы.*
2. *Зарядталған бөлшектердің қозғалысқа келтіретін электр өрісінің болуы.*

Айталық, берілген ортада (мысалы, металл) зарядталған еркін бөлшектер бар болсын. Электр өрісі жоқ кезде бөлшектер ретсіз қозғалып, олардың жылулық қозғалысының жылдамдығы температураға тәуелді езгеріп отырады. Егер осы ортада электр өрісін тудырса, зарядталған бөлшектерге электр күші әсер етеді. Электр күшінің әсерінен бөлшектер ретсіз қозғалысын сақтай отырып, белгілі бір бағытта қозғалады. Егер ортада зарядталған бөлшектер болмаса, ток та жоқ. Сондыктан барлық орталар электр тогын өткізетіндер (өткізгіштер) және өткізбейтіндер (диэлектриктер) болып белінеді.

Ток көздері. Өткізгіштің ішінде тұракты электр өрісі болу үшін өткізгіштердің үшінде потенциалдар айырымы болу керек. Ол үшін қандай да бір энергия түрін электр энергиясына түрлендіретін құрылғы кажет. Мұндай құрылғыларды *ток көздері* деп атайды. Мұны былай түсінеміз: ток көзінің ішінде табигаты электрлік емес күштің (оны бөгде күш деп атайды) әсерінен зарядтардың бөлінуі жүреді. Нәтижесінде зарядтар ток көзінің үштарында жиналады. Ток көзінің ішінде бөгде күштер әсерінен зарядтардың орны ауысып, соның есебінен ток көздерінің үштарында тұракты потенциалдар айырымы туындаиды.

Тұйық тізбекте бірлік оң зарядтың орын ауыстыруы барысында бөгде күштер жасаған жұмыс электр қозғауышы күш (ЭКК) деп аталаады.

$$\mathcal{E} = \frac{A_s}{q_0}$$

Электр қозғаушы күш $[\mathcal{E}]$ әрпімен белгіленіп, ХБ жүйесіндегі ЭКК-тің өлшем бірлігі ретінде *вольт* (В) тағайындалған:

$$[\mathcal{E}] = [V]$$

Ток көзі түрлендіретін энергия түріне карай бөлінеді (23.1-кесте).

23.1- кесте

Энергия түрленуі	Ток көздерінің атауы
Механикалық энергия электр энергиясына түрленеді	Электрофорлық мәшинелер, генератор
Ішкі энергия электр энергиясына түрленеді	Термоэлемент
Жарық энергиясы электр энергиясына түрленеді	Фотоэлемент, күн батареялары
Химиялық энергия электр энергиясына түрленеді	Гальванни элементі, аккумулятор, батареялар

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

XVIII ғасырга дейін барлық ток көздері үйкелсөн арқылы электрлеуға иетілдеген еді. Ен тиімді ток көзі электрофор машинесі болды. Оның дискилері карама-карсы бағытта айналады да, қышшактары дискімен жаңасып үйкеледі. Нәтижесінде кондукторларда карама-карсы таңбалы зарядтар жиналады (23.6-сурет).

Ток көзинің екинші бір түрі гальвани элементтері. Күкірт кышкылының ерітіндісі күйілган ылдыса мырыш (цинк) пен мыс электродтар салынады (23.7-сурет). Мырыштың атомдары күкірт кышкылымен белсенді эсерге түседі, мырыш иондары оны тастан шыгады. Сондыктан мырыш теріс зарядталады. Мыс кышкылымен әлсіз эсерлесетіндіктен, он зарядка не болады. Осылайша электродтар арасында потенциалдар айырымы пайда болады.

Әртүрлі екі металды дәнекерлеп, осы дәнекерленген жерді қыздырса, электр тогы пайда болады (23.8-сурет). Кейбір селен, германий, кремний, мыс оксиді сияқты заттарды жарықтандыруға потенциалдар айырымы алынады. Күн батареялары осы принциппен жұмыс істейді (23.9-сурет). Ток көзинің тағы бір түрі — аккумулятор 23.10-суретте берілген.

ТОК КӨЗІНІҢ КЕЙІР ТҮРЛЕРІ

Электрофор



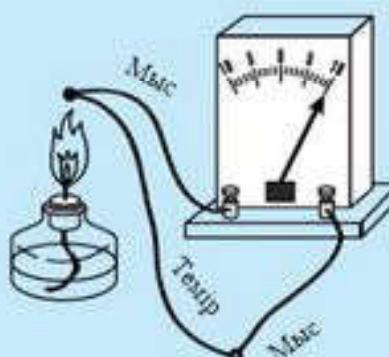
23.6-сурет

Гальвани элементі



23.7-сурет

Термоэлемент



23.8-сурет

Күн батареясы



23.9-сурет

Аккумулятор



23.10-сурет



23.11-сурет

Бөгде күштердің есебінен ток көзінде электр энергиясы жинақталады. Жинақталған энергияны қолдану үшін ток тұтынуышы қажет. Ток көзі, тұтынуыш, ажыратқыштар бір-бірімен өткізгіш арқылы жалғанып, электр тізбегін құрайды (23.11-сурет).

Ток көзі электр қозғаушы күштен басқа ішкі кедергімен де сипатталады. Ток көзінің ішінде қозғалған зарядтар ток көзі кедергісін женеді.



1. Электр тогы деп нені түсінесіңдер?
2. Тізбекте ток жүру үшін қандай шарттар орындалуы қажет?
3. Өткізгіштегі электрондар қозғалысының бағыты қандай? Токтың бағыты ше?
4. Бөгде күштер деп нені айтады?
- 5. Электр тізбегіндегі ток көзінің рөлі қандай?
6. Ток көзін сипаттайтын шама қандай?
- 7. Ток көзі электр қозғаушы күшінің физикалық мағынасы қандай?
8. Ток көзінің ішкі кедергісі деп нені түсінесіңдер?
- 9. Ток көзінде жазылған 9 В жазуы нені білдіреді?
- 10. Ток көзінің электр қозғаушы күші 4,5 В болса, 1,5 Кл зарядтың орнын аудыстыру үшін бөгде күштер жасайтын жұмысты табыңдар.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Сабакта не көбірек ұнады?	Кандай тәжірибе жиналадыдар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

§24. Электр тізбегі және оның құрамды бөліктері. Ток күші. Кернеу



Тірек сөздер:

- ✓ **электр тізбегі**
- ✓ **ток күші**
- ✓ **кернеу**



Сендер бүтінгі сабакта:

- электрлік сыйбаларды график түрінде кескіндеу кезінде электр тізбегі элементтеріне шартты белгілер қолдануды;
- кернеудің және ток күшінің физикалық мағынасын түсіндіруді үйренесіңдер.

Токтың әсері. Электр тогы кедергіні жою үшін үздіксіз энергия жұмсау арқылы жүреді. Бұл энергияны электр энергиясының көзі береді. Мұнда механикалық, химиялық, жылулық және басқа да энергия түрлерінің электр энергиясына түрлену процесі болады.

Электр тогы тұтынушы (шам, электрпештері, шансорғыш, электрқозғалтқыштар және т.б.) арқылы өткенде оның жылулық, магниттік, химиялық әсері байқалады, яғни электр тогы жұмыс жасайды.

Ток өткізгіш бойымен өткенде өткізгіш кызады. Бұл — токтың жылулық әсері. Бұл әсер электрқызырғыш күралдарда анық байқалады (24.1-сурет).



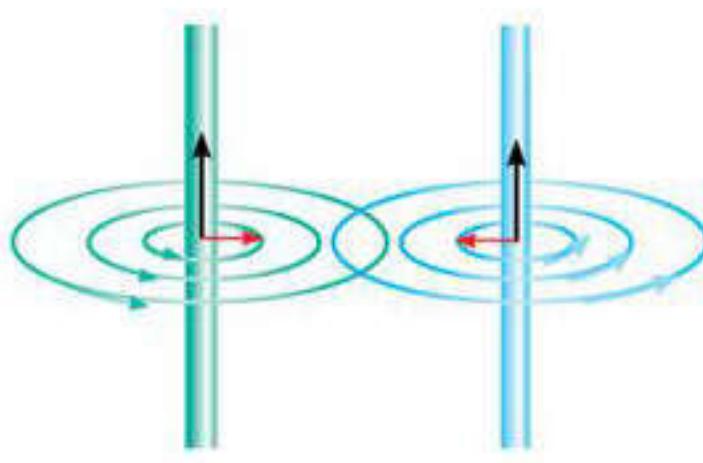
24.1-сурет

Токтың магниттік әсері өткізгіштің бойынан ток өткенде манайында магнит өрісін тудыруынан көрінеді. Мысалы, екі параллель өткізгіштің бойынан ток бір бағытта өтсе, олар тартылады, егер қарама-қарсы бағытта өтсе, тебіледі (24.2-сурет).

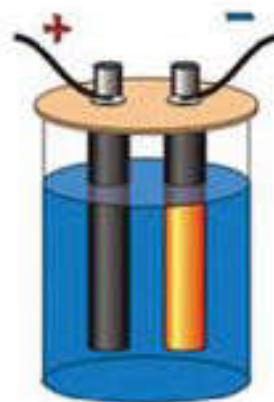
Токтың химиялық әсері тұз, қышқыл, сілтілердің судағы ерітіндісінен ток өткенде байқалады (24.3-сурет).

Электр тізбегі. Бір-бірімен өткізгіш арқылы жалғанған ток көзі, тұтынушы, ажыратып-қысқыш электр тізбегін құрады. Егер кілт ажыратылып тұrsa, тізбектен ток жүрмейді.

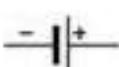
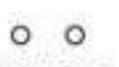
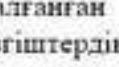
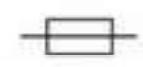
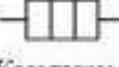
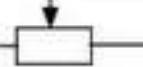
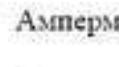
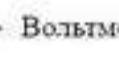
Ынғайлы болу үшін электр тізбегі мен оның негізгі элементтерін арналы таңбалар арқылы белгілейді (24.1-кесте). Алынған сыйза электр сұлбасы деп аталады.



24.2-сурет



24.3-сурет

Электр тізбегі элементтерінің шартты белгілері			
Ток көзі	Тұтынуышы	Басқару элементтері	Откізгіштер
 Гальвани элементі	 Шам	 Кітт	 Клеммалар
 Элементтер батареясы	 Қонырау	 Резистор (кедергі)	 Жалғанған откізгіштердің киылсысы
	 Резистор (кедергі)	 Сактандыргыш	 Жалғанбаган откізгіштердің киылсысы
	 Кызылу элементтері	 Потенциометр	 Амперметр
			 Вольтметр



Андре-Мари Ампер
(1775—1836)

Ток күші. Электр тогының тұтынуышы арқылы өткенде әртүрлі әсері байкалады. Тұтынуыш бойымен бірлік уақыт ішінде неғұрлым көп заряд өтсе, соғұрлым әсері күшті болады. Сондықтан токтың әсерін сипаттау үшін *ток күші* деген шама енгізіледі.

Ток күші — откізгіштің көлденең қимасынан бірлік уақыт ішінде қандай заряд өткенін көрсететін физикалық шама :

$$I = \frac{q}{t}. \quad (24.1)$$

Ток күшінің бірлігі француз физигі А. М. Ампердің құрметіне *ампер* деп аталады

$$[I] = [A].$$

1 А — ұзындықтары 1 м, арақашықтықтары 1 м болатын параллель екі өткізгіштің бөлігінен ток өткенде олардың $2 \cdot 10^{-7}$ Н күшпен әсерлесуін тудыратын ток күші.

Практикада ток күшінің еселік бірліктері қолданылады:

$$1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}, \quad 1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}.$$

Ток күшін *амперметр* деп аталатын күрылғының көмегімен өлшейді. Ол тізбектегі ток күші өлшенетін құралға тізбектей жалғанады.

Кернеу. Электр тізбегінің кернеу деп атала-тын тағы бір сипаттамасы бар. Оны $[U]$ әрпімен белгілейді. Электр өрісі зарядталған бөлшектерді қозғалысқа келтіре отырып, жұмыс жасайды. Бұл жұмыстың ток жұмысы деп атайды. Бұл жұмыстың шамасы кернеуте тәуелді.

Кернеу — бірлік заряд өткізгіш бойымен орын аудастырганда электр өрісінің қандай жұмыс жасаітынын көрсететін физикалық шама:

$$U = \frac{A}{q_0}.$$

Кернеудің өлшем бірлігін италияндық физик А. Вольтаның күрметіне *вольт* деп атаған:

$$[U] = [V] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right].$$

Откізгіш бойымен 1 Кл заряд орын аудастырганда электр өрісі 1 Дж жұмыс жасаса, өткізгіштердің ұшындағы кернеу 1 В-ка тең болады.

Практикада үлестік және еселік бірліктер жиі колданылады:

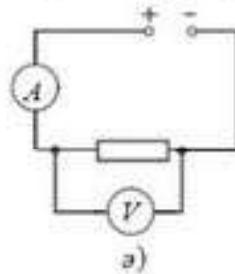
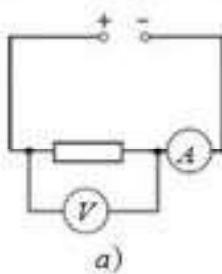
$$1 \text{ мВ} = 10^{-3} \text{ В}, 1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В}, 1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}.$$

Откізгіштің ұштарындағы кернеуді өлшеуте арналған құралды *вольтметр* деп атайды. Вольтметр кернеуі аныкталатын тізбек белгіне параллель қосылады.



Вольта
Аlessandro
(1745—1827)

- 1. Электр тізбегінің бойымен өткен токтың әсерін атандар.
- 2. Токтың жылулық, химиялық және механикалық әсеріне мысалдар көтіңдер.
- 3. Электр тізбегінің негізгі құраушыларын атандар.
- 4. Электр тізбегіндегі ток көзі мен тұтынуышының қызметі қандай?
- 5. Электр тізбегіне амперметрді қалай қосады?
- 6. Электр тізбегіне вольтметрдің қосылуы амперметрдің қосылуынан немен ерекшеленеді?
- 7. Тізбектей қосылған ток көзі, қонырау, амперметр, реостат және реостаттың кернеуін өлшейтін вольтметрден тұратын электр тізбегінің сұлбасын сыйыңдар.
- 8. 24.4-суреттегі сұлбаны қарастырыңдар. 24.4, а-суреттегі сұлбада амперметрдің көрсеткіші 1,2 А. Егер амперметрді басқа жерге аудастырып қосса, оның көрсеткіші қалай өзгереді (24.4, а-сурет)?



24.4-сурет

**15-жаттығу**

1. $I_1 = 200 \text{ мА}$, $I_2 = 420 \text{ мкА}$, $I_3 = 0,034 \text{ кА}$ ток күштерін ампермен өрнектендер.
2. $U_1 = 240 \text{ мВ}$, $U_2 = 3,40 \text{ кВ}$, $U_3 = 780 \text{ мкВ}$ кернеуді вольтпен өрнектендер.
- 3. Колшамның ток күші 200 мА. Колшам 12 мин жұмыс жасағанда шырыштың көлденен қимасынан қанша электрон өткен? Элементар заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл-ға} \text{ тен.}$

(Жауабы: $9 \cdot 10^{29}$)

- 4. 24.5-суреттегі график бойынша өткізгіштегі ток күшін табындар.

(Жауабы: 4 А)

- 5. Электрпеші 15 мин жұмыс жасаған. Пештің ток күші 2,5 А болса, оның шырышының көлденен қимасы арқылы қанша заряд өткен?

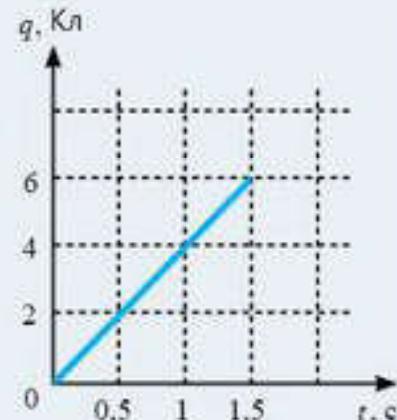
(Жауабы: 2,25 кКл)

- 6. 220 В кернеудегі шам қылышының көлденен қимасы арқылы 400 Кл заряд өткен. Электр ерісінің жұмысын анықтандар.

(Жауабы: 88 кДж)

7. Егер электр ерісі 2,4 кДж жұмыс жасаса, резистор арқылы қанша заряд өткен? Резисторға 12 В кернеу берілген.

(Жауабы: 200 Кл)



24.5-сурет

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Сабакта не көбірек үнады?	Қандай тәжірибе жинадындар?	Қандай сұраптар туындауды? Неге?

§ 25. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы. Өткізгіштің электр кедергісі, меншікті кедергісі, реостат

**Тірек сөздер:**

- ✓ **Ом заңы**
- ✓ **кедергі**
- ✓ **меншікті кедергі**
- ✓ **реостат**
- ✓ **потенциометр**

**Сендер бүгінгі сабакта:**

- есеп шығарғанда тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолдануды, кедергінің физикалық мағынасын түсіндіруді;
- өткізгіш кедергісінің формуласын есеп шығару кезінде қолдануды үйренесіндер.

Омның тәжірибе сі. Ом заңының ашылу тарихы қызық. 1826 жылы Георг Симон Ом мектепте физика және математика пәні мұғалімі болып жұмыс істеп жүргендеге электр тогының табиғатын тануға

көмектесетін жаңалық ашады. Ол кернеудің ток күшіне тәуелділігін тапкан. Осы физика занына оны ашкан Омның құрметіне *Ом заны* деген атап берілген. Ол уақытта көптеген ғалымдар электрлік құбылыстың табиғатын ашуға күш салған, көптеген мағлуматтар белгілі болған, бірақ бәрі емес. 1821 жылы Дэви металдарды өткізгіштік қасиетіне қарай (өткізгіштіктің өсуіне қарай) былай орналастырган: темір, платина, корғасын, мырыш, алтын, мыс, күміс. Ол өткізгіштіктің өткізгіш сымның көлденең кимасына тұра пропорционал, ал оның ұзындығына кері пропорционал болатынын дәлелдеген. Ом ток күшін өлшеу үшін Кулонның айналмалы таразы әдісін колданған. Бірақ оған ол сәл өзгертулер енгізді. Тогы бар өткізгіш үстіне Ом жілке ілінген магнит тілшесін қойып, жіп шірілгенде керілу күші тілді тепе-тендікте ұстап тұратынын бақылаған. Сейтіп, ток күшінің магнит күшіне пропорционалдығын ескеріп, жілтін шірілу бұрышының көмегімен ток күшін анықтаған. Көптеген тәжірибелердің нәтижесінде мынадай корытындыға келген:

1. Тізбектің әртүрлі бөліктерінде ток күші тұрақты.
2. Өткізгіштегі ток күші кернеуге тұра пропорционал.
3. Өткізгіштің ұзындығының артуымен және оның көлденең кимасының кішіреюімен ток күші кеміді.

Өткізгіштің кедергісі. Өткізгіштегі еркін бөлшектер электр өрісінің әсерінен реттелген қозғалыска түсіп, осы өткізгіштің иондарымен өзара әсерлеседі. Осы кезде олардың реттелген қозғалысы баяулап, ток күші кеміді. Электр тогының жүруіне жасалатын бөгет *электр кедергісі* деп аталады. Әртүрлі өткізгіштер токтың жүруіне кедергі жасайды. Демек, олардың кедергісі әртүрлі.

Өткізгіштің ток жүруіне кедергі жасау қабілетін сипаттайтын физикалық шама электр кедергісі (R) деп аталады.

Өткізгіштің қабілеті үлкен болса, кедергінің аз болатыны түсінікті. Өткізгіш сымның кедергісін

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (25.1)$$

формуласынан табады. Мұндағы ρ — пропорционалдық коэффициент өткізгіш жасалған материалдың ішкі күрілымын аныктайды. Бұл коэффициент заттың менишкіті кедергісі деп аталады.

Менишкіті кедергі — бірлік ұзындық пен бірлік қимадағы кедергімен анықталаатын физикалық шама.

Әр заттың өзіне тән менишкіті кедергісі бар және ол кестеге енгізілген.

ХБ жүйесіндегі кедергінің өлшем бірлігі $[R] = [\text{Ом}]$. Ол Омның құрметіне аталған.



Георг Симон Ом
(1789—1854)

Өткізгіштің ұштарындағы кернеу 1 В болғанда, одан 1 А ток өтсе, өткізгіштің кедергісі 1 Ом болады.

ХБ жүйесінде меншікті кедергінің өлшем бірлігі $[\rho] = [\text{Ом} \cdot \text{м}]$.

Есеп шығарған кезде меншікті кедергінің мына өлшем бірлігі колданылады:

$$[\rho] = \left[\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \right].$$

Кедергіні оммегер күралының көме гімен өлшейді. Металдардың ішінде токты өте жаксы өткізетіндер — күміс пен мыс. Себебі олардың меншікті кедергісі өте аз. Көптеген жағдайларда электр күрылғыларында меншікті кедергісі үлкен материалдар керек. Мысалы: никром, никелин, константан. Меншікті кедергісі өте үлкен эбонит, фарфор, керамика сияқты заттар да бар. Оларды диэлектриктер деп атайды да, оқшаулагыш ретінде колданады.

Тәжірибелер көрсеткендегі, өткізгіштің кедергісі температураға тәуелді. Температураның артуымен өткізгіштердің кедергісі артады.



- Заттың қурамына қарай температура арткан сайын өткізгіштің кедергісі артатынын түсіндіріндер.

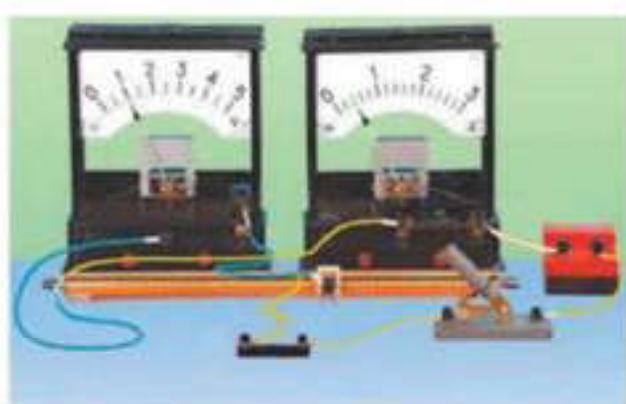
Тізбек бөлігіне арналған Ом заңы. Ом өзі жүргізген тәжірибелерінің нәтижесінде өткізгіштің бойынан етіп жатқан токтың шамасын есептейтін занды ашты. *Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тура пропорционал және оның кедергісіне кері пропорцио нал:*

$$I = \frac{U}{R}. \quad (25.2)$$



- Неге XIX ғасырдың басында өткізгіштен токтың ету зандылықтарын дәлелдеу қыны болды? Қазіргі уақытта осы зандылықтарды қандай құралдардың көмегімен дәлелдеуге болады?

Өткізгіштің кедергісінің оның ұзындығы мен көлденен кимасының ауданына тәуелділігін тәжірибе жүзінде анықтайык (25.1-сурет).



25.1-сурет

Тізбектің ток көзіне алдымен никелин, никромнан жасалған, кималары бірдей, ұзындықтары 1.5; 2; 3; 4 есе артық сымдарды кезекпен жалғайык. Одан кейін тізбекке никелин мен никромнан жасалған, ұзындықтары бірдей кималары 2; 3; 4 есе үлкен өткізгіштерді кезекпен жалғайык.

Тәжірибелінің әркайсысын жасаған сайын $R = \frac{U}{I}$ формуласынан кедергінің шамасын табайык. Тәжірибелінің нәтижесі (25.2) формуланың дұрыстығын дәлелдейді.

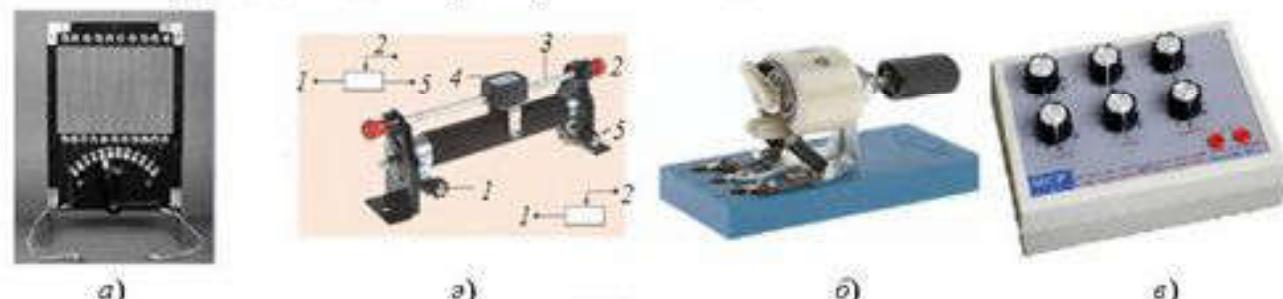
Ток күшінің кернеуге тәуелділігінің графигін *вольт-амперлік сипаттама* деп атайды. 25.2-суретте вольт-амперлік сипаттама көрсетілген.

Реостат пен потенциометр. Электр тізбегінде ток күшін жіп өзгерту қажет болады. Мысалы, электр тізбегіндегі электрқызығыштың қызуы, дыбыс зорайтқыштардағы дыбыс өзертіледі.

Электр тогынын күшін арнайы құрал — *реостат* арқылы реттеуге болады. Реостаттың құрылымы әртүрлі:

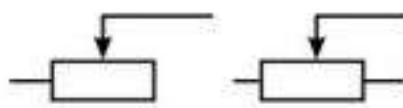
- 1) иінді реостат (25.3, *a*-сурет);
- 2) сырғакты реостат (25.3, *a*, *b*-суреттер);
- 3) штепсельді реостат немесе кедергілер жынтығы (25.3, *c*-сурет).

Мектепте 25.3, *a*-суреттегі сырғакты реостат жиі қолданылады. Керамикалық канқага меншікті кедергісі үлкен сым оралады. Сым ток өткізбейтін жұка затпен қапталған. Ораманың үстінде металл 3-таяқша бар. Сырғак 4-таяқшаның бойымен сырғиды. Сырғактың ұштары сым ораманы катты қысып, онымен түйіседі. Сырғак орамдармен үйкеліс нәтижесінде оқшаулағыши пленкалар сырлылып, электр тогы сым орамынан сырғакқа, одан тұтынушыға өтеді.

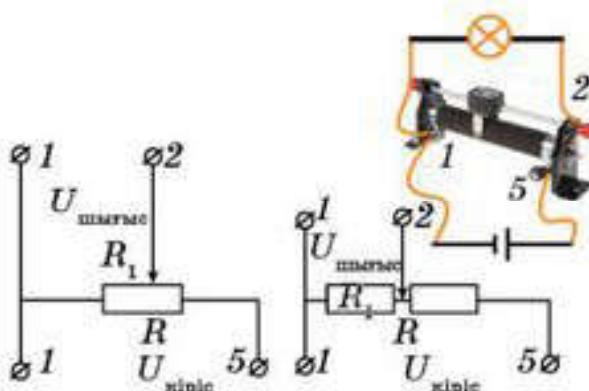


25.3-сурет

Реостаттың бірнеше түйісу клеммалары 1, 2, 5 бар (25.3, *a*-сурет). Егер өткізгішті 1- және 2-клеммамен жалғаса, ма арқылы ток реостаттың орамдары бойымен өтеді де, тізбекке шығады. Оны сыйбада 25.3, *a*-суреттегідей (төменгі бүршішта) белгілейді. Сыйбада реостаттың шартты түрде белгіленуі 25.4-суретте көрсетілген.



25.4-сурет



25.5-сурет

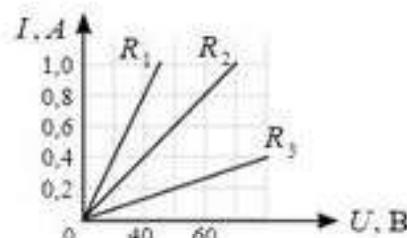
Жогары бұрышта) көрсетіледі 1- және 5-клеммаларға U толық кернеуді беріледі, ал 2- және 5-клеммалардан оның бөлігі алынады (25.5-сурет). Тізбек белгінен арналған Ом заңынан кернеудің кедергіге тұра пропорционалдығы шығады: $U = IR$. Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына тұра пропорционал. Демек, реостаттың 1- және 5-клеммалары арасындағы жалпы кернеуі $U_{\text{ксп}} = IR$. 2- және 5-клеммалар арасындағы кернеу $U_{\text{шам}} = IR_1$. Сонда $\frac{U_{\text{шам}}}{U_{\text{ксп}}} = \frac{R_1}{R}$.



■ Кернеудің белгішінің комегімен 12В кернеуге есептелінген шамды, 120В-тық тізбекке қосуға бола ма? (25.5-сурет жогары он жақ шеті)



- 1. Өткізгіш бойымен өтетін токтың заңдылықтарын ашу кезінде қандай қындықтар болады?
- 2. Ом заңы қандай шамаларды байланыстырады?
- 3. Өткізгіш кедергісінің физикалық мағынасы қандай?
- 4. Өткізгіштің кедергісін қалай өзгертуге болады?
- 5. Өткізгіштің меншікті кедергісі деген не? Ол үғым не үшін енгізілген?
- 6. Өткізгіштегі ток күшінің кернеуге тәуелділік графигі қандай? Түсіндіріңдер.
- 7. Өткізгіштегі ток күшінің кедергіге тәуелділік графигі қандай?
- 8. Кедергісі ең үлкен өткізгішті атаңдар (25.6-сурет).
- 9. Реостат пен кернеу бөлгіштің айырмашылығы қандай?
- 10. Кернеу бөлгіштің кернеуді неге болетінін түсіндіріңдер.
- 11. Пәтердегі кернеуі бірдей тұрмыстық электр құрылғыларын бір-біріне қалай жалғау қажет?
- 12. Тәменгі кернеуге арналған шамды кернеуі үлкен электр тізбегіне қалай қосу көрек?



25.6-сурет

Есеп шығару мысалдары

1. Алюминийден жасалған өткізгіштің кедергісі 0.1 Ом, массасы 54 г. Откізгіштің көлденен қимасынын ауданы мен ұзындығын табыңдар.

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ
$m = 54 \text{ г}$	0,054 кг
$R = 0.1 \text{ Ом}$	
$\rho_a = 2.9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	
$\rho_o = 2.7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$	

$$l = ? \quad S = ?$$

Откізгіштің массасын $m = \rho_o V = \rho_o S l$ (2) формуласынан табайык, мұндағы ρ_o — алюминийдің тығыздығы. Бірінші тендеуді екіншіге көбейтсек, $Rm = \rho_o \rho_a l^2$.

$$l = \sqrt{\frac{Rm}{\rho_o \rho_a}}, \quad l = \sqrt{\frac{0.1 \text{ Ом} \cdot 0.054 \text{ кг}}{2.7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 2.9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}}} = \sqrt{\frac{54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{7.83 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{69 \text{ м}^2} \approx 8.3 \text{ м.}$$

(1) тендеуді (2) тендеуге бөліп, $\frac{R}{m} = \frac{\rho_a}{\rho_o S^2}$ аламыз. Осыдан $S = \sqrt{\frac{\rho_o m}{\rho_a R}}$,

$$S = \sqrt{\frac{2.9 \cdot 10^{-8} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot 0.054 \text{ кг}}{2.7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.1 \text{ Ом}}} = \sqrt{5.8 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2} \approx 2.4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 2.4 \text{ мм}^2.$$

Жауабы : $l \approx 8.3 \text{ м}; \quad S = 2.4 \text{ мм}^2$.

2. Ток күші 250 А және 2000 Кл-ға тен электр заряды мәшине стартерінен өтсе, ол қанша уақыт жұмыс істейді?

<i>Берілгені :</i>	<i>Шешуі :</i>
$q = 2000 \text{ Кл}$	$I = \frac{q}{t}$ екені белгілі, онда $t = \frac{q}{I}$.
$I = 250 \text{ А}$	
$t = ?$	$t = \frac{2000 \text{ Кл}}{250 \text{ А}} = 8 \text{ с.}$

Жауабы : 8 с.

3. Ұзындығы 11 м, қимасы 0.1 мм^2 болатын өткізгіштен көрнекі 220 В болатын 4 А ток күші өтіп жатыр. Откізгіш қандай материалдан дайындалғанын анықтандар.

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ	<i>Шешуі :</i>
$l = 11 \text{ м}$		$R = \frac{\rho_a l}{S}$. Ом занына сүйенсек $R = \frac{U}{I}$.
$S = 0.1 \text{ мм}^2$	$1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$	$\rho_a = \frac{RS}{l} = \frac{US}{l}$.
$U = 220 \text{ В}$		
$I = 4 \text{ А}$		$\rho_a = \frac{220 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2}{4 \text{ А} \cdot 11 \text{ м}} \approx 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м.}$
$\rho_a = ?$		

Кейбір заттардың меншікті кедергісі берілген кестеден бұл константан екенін анықтадык.

Жауабы : константан

4. Электр сымының ұзындығы 200 км. Оны дайындау үшін қимасы 120 мм^2 -қа тең болат сым колданылды. Сымдағы ток күші 150 мА. Сымдағы кернеуді табындар.

<i>Берілгені :</i>	XБЖ	<i>Шешуі</i> . Өткізгіш бөлігіне арналған Ом занына сәйкес
$I = 200 \text{ км}$	$2 \cdot 10^3 \text{ м}$	$U = I \cdot R, R = \frac{\rho_s l}{S}$, онда
$S = 120 \text{ мм}^2$	$120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$	$U = I \cdot \frac{\rho_s l}{S}$.
$I = 150 \text{ мА}$	$150 \cdot 10^{-3} \text{ А}$	
$\rho_s = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$		
$U - ?$		

$$U = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ м}}{120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 30 \text{ В.}$$

Жауабы : 30 В.

5. а) 25.7-суреттегі реостаттың сырғағын он жақ шетке сырғытса, шамның қысыштарындағы кернеу қалай өзгереді? ә) Реостаттың сырғағы 2 дәл ортада орналасса, амперметрдің көрсетуін жоғарылату үшін сырғакты қай жаққа козғау керек? б) Реостаттың сырғағы әртүрлі жағдайда орналасқанда тізбектегі амперметрдің көрсетуі бірдей бола ма? в) Сырғақ сол жақ шетте тұрғанда реостатқа тағы бір реостатты тізбектей қосса, шамның қысыштарындағы кернеу қалай өзгереді?

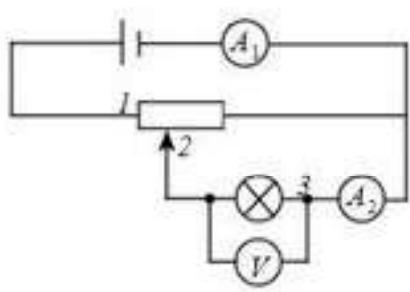
Шешуі . а) Берілген сызбада реостат кернеу бөлгіш секілді жұмыс жасайды. Шам реостаттың он жағына параллель жалғанған. Сондыктан шамдағы кернеу мен реостаттың он жағындағы кернеу бірдей. Егер реостаттың сырғағын он жақ шетке жылжытсак, осы бөліктегі кедергі нөлге тең болады. Демек, шамдағы кернеу (оны параллель қосылған вольтметр көрсетеді) де нөлге тең (тізбек бөлігіндегі кернеу бөлік кедергісіне тұра пропорционал).

ә) Егер сырғакты солға жылжытсак, шамға жалғанған реостат бөлігінің кедергісі артып, 1-нүктесіндегі ток сырғақ тұрған 2-нүктеге жетеді де, екіге бөлінеді. Содан кейін реостат арқылы да, шам арқылы да өтеді. Ток күші арткан сайын кедергі азаятындықтан, сырғакты

солға сырғытқанда реостаттың кедергісі артады. Шам арқылы өтетін ток та артып, амперметрдің көрсетуі де артады.

б) A_2 амперметрі A_1 амперметрінен төмен шама көрсетеді: себебі A_1 амперметр тізбектің тармақталмаған бөлігіндегі токты көрсетеді. Ол тармақталған бөліктердегі токтардың қосындысына тең.

в) Артады. Неге? Ойланып жауап беріндер.



25.7-сурет

**16-жаттығу**

*1. Болат сымның ұзындығын $\frac{1}{4}$ бөлікке қысқартса, оның кедергісі қалай өзгереді?

(Жауабы: 1,33 есе кемиді)

*2. Бір оқушы "амперметрдің кедергісі тізбек кедергісінен үлкен болса, ол ток күшін дұрыс есептей береді" деп үйгарды, екінші оқушы "тізбектің кедергісінен амперметрдің кедергісі кіші болса ғана оның көрсеткіші дәл болады" деді. Кімдікі дұрыс?

*3. Телеграфтың ұзындығы 1 км, көлденен қимасы $0,5 \text{ mm}^2$ бөлігінен 8 мА ток өтсе, оның кернеуі қандай? ($r_{\text{болат}} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$)

(Жауабы: 1,92 В)

*4. Электрқызыдырығыштың никель сымын ұзындығы дәл сондай никром сыммен алмастырғанда, кедергі 2 есе артты. Қай сым жінішке? Сымдардың диаметрлерінің қатынасы қандай?

(Жауабы: никром, 1,14 есе)

*5. 12 В кернеу мен 0,3 А ток күшіне есептелген электр шамы ток көзіне ұзындығы 30 см қимасы $0,34 \text{ mm}^2$ мыс сыммен қосылған. Шамның ток көзіне қосылу сыйбасын сыйындар. Шам мен сымның кедергісі қандай? Сымның кедергісі шамдікінен 5 есе артык.

(Жауабы: $R_c = 1,5 \text{ мОм}$; $R_w = 40 \text{ Ом}$; 800 м)

*6. Толық кедергісі 84 Ом реостат тізбекке кернеу бөлгіш ретінде қосылып, 24 В кернеу берілген (25.7-сурет). 1- және 2-нүктелердің арасындағы реостат бөлігінің кедергісі 28 Ом болса, шығыс кернеу (шамдағы кернеу) қандай?

(Жауабы: 16 В)

Осы тақырыпта иені мемгердіцдер?

Сабакта не көбірек ұнады?	Кандай тәжірибе жинадындар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

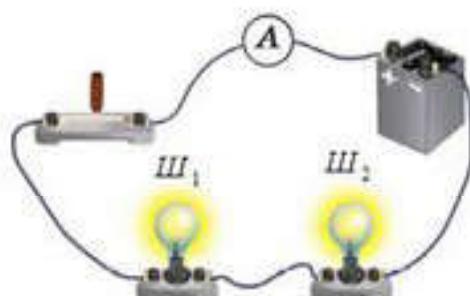
§ 26. Откізгіштерді тізбектей және параллель жалғау**Сендер بұғынгі сабакта:**

- откізгіштерді тізбектей және параллель жалғаудағы тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып, электр тізбегін есептеуді үйренесіндер.

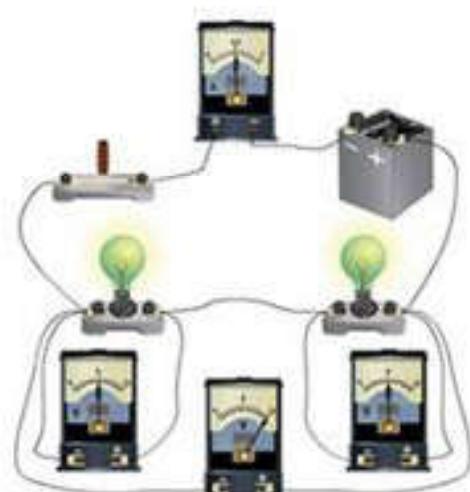
**Tірек сөздер:**

- ✓ **откізгіштерді тізбектей және параллель жалғау**

Күнд елікті өмірде электр энергиясын тұтынушылар электр тізбегіне әртүрлі тәсілдермен жалғанады.



26.1-сурет



26.2-сурет

Мысалы, бір үйдің әртүрлі пәтерінде бірнеше шам, электр пеші, шансорғыш, теледидар бір мезгілде қосылып, жұмыс істейді. Тұтынушының кейбір жалғау тәсілдерін қарастырайық.

Резисторларды ең қарапайым косу тәсілі — *тізбектей жалғау*. Тізбектей жалғанған резисторлардың бойынан бірдей ток өтеді. Бұл жағдайда тізбекте тармақталу болмайды. 26.1-суретте екі шам осылай жалғанған.

Ток көзі құрған электр өрісі әсерінен электр заряды ток көзінің оң полюсінен W_1 шамы арқылы өтіп, амперметр мен W_2 шамы арқылы ток көзіне оралады. Сондыктan өткізгіштер тізбектей жалғанса, олардың ток күші бірдей:

$$I = I_1 = I_2. \quad (26.1)$$

Зарядты резистор арқылы жылжытканда электр өрісі өткізгіштің кедергісін жою үшін жұмыс жасайды. Сондыктan тізбекте резистор көп болған сайын электр өрісінің жұмысы артады. Демек, зарядтың екі шам арқылы өтіп, орын ауыстыру үшін жасайтын толық жұмысы әр шамдағы жұмыстың қосындысына тен. Жұмыс кернеуге эквивалентті болғандықтан, жалпы кернеу де жекеленген шамдардың кернеулерінің қосындысына тен:

$$U = U_1 + U_2. \quad (26.2)$$

$U = IR$ болғандықтан, $IR = IR_1 + IR_2$. Ендеше тізбектегі жалпы кедергі жекеленген резисторлардың кедергілерінің қосындысына тен:

$$R = R_1 + R_2. \quad (26.3)$$

Осы айтылғандарды кестеге түсіріп, корытындылайық.

$I = I_1 = I_2$
$U = U_1 + U_2$
$R = R_1 + R_2$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Алынған қорытынды өткізгіштердің тізбектей жалғау белгісі деп аталаады. Мұны 26.2-суреттегідей тізбектей жинап, тәжірибе жүзінде тексеруге болады.

Жаңа жыл шыршасының шамдар тізбегі (гирлянда) тізбектей жалғанады.



26.2-суреттегі вольтметрлердің көрсетулерін салыстырындар және түсіндіріндер.

Өткізгіштерді параллель де жалайы. *Параллель жалғанганда барлық резисторлардагы кернеу бірдей болады*. Мұны 26.3-суреттегі тізбекті жинап, тәжірибе түрінде дәлелдеу оңай. Барлық вольтметрлердің көрсетуі бірдей. Демек,

$$U = U_1 = U_2. \quad (26.4)$$

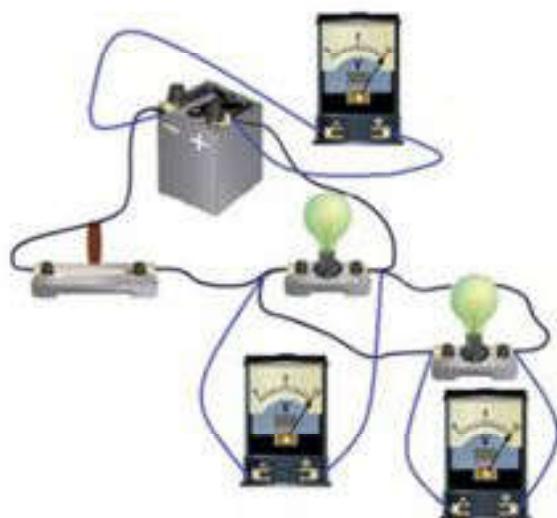
26.4-суреттегідей электр тізбегін жинаса, тізбектің тармакталған бөлігіндегі ток күші әр дербес шамдардың ток күштерінің қосындысына тең екеніне оңай көз жеткіземіз:

$$I = I_1 + I_2. \quad (26.5)$$

$I = \frac{U}{R}$ болғандықтан, (26.5) формуласы $\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ түрінде жаза аламыз. Тендіктің екі жағын U -ға қысқартайық,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (26.6)$$

Өткізгіштер параллель жалғанганда жалны кедергіге кері шама әр бөліктегі кедергілердің кері шамаларының қосындысына тең.



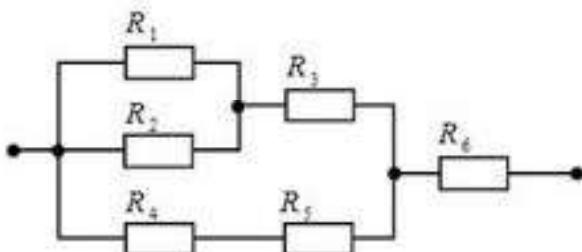
26.3-сурет



26.4-сурет

Пәтердегі түрмистық күрылғылар параллель жалғанады. Осы айтылғандарды кестеге түсіріп, корытындылайық.

$I = I_1 + I_2$
$U = U_1 = U_2$
$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$



26.5-сурет

Сонымен катар өткізгіштерді аралас та жалғаута болады (26.5-сурет).



1. Өткізгішті параллель және тізбектей жалғаудың айырмашылығы неде?
2. Тізбектің жалпы кедергісін азайту үшін өткізгіштерді қалай жалғау керек?
3. Мыс өткізгішті ортасынан қақ бөлсө, кедергісі қалай өзгереді?
4. Тізбектей жалғаудың кемшилігі неде?
5. Шамдағы ток күшін өлиеуге арналған амперметрді шамға параллель жалғаса, тізбекте қандай өзгерістер болады?
6. Шамдағы кернеуді өлиеуге арналған вольтметрді шамға тізбектей жалғаса, тізбекте қандай өзгеріс болады?
7. Электр энергиясы қалай қолданылады?
8. Электр энергиясын механикалық, ішкі, химиялық, жарық энергияларына қалай түрлендіруге болады?

Есеп шығару мысалдары

1. Кедергісі 10 Ом өткізгіштен сақина жасалған (26.6-сурет). Тізбектегі кедергі 0,9 Ом болу үшін жалғағыш сымдарды қай жерге жалғау қажет?

Берілгені :

$$R_c = 10 \text{ Ом}$$

$$R = 0,9 \text{ Ом}$$

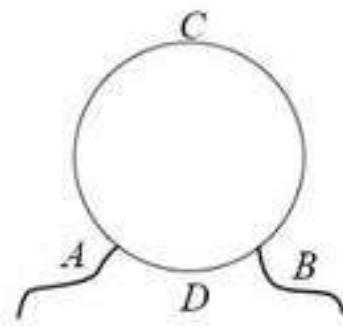
$$I_2 : I_1 = ?$$

Шешуі . ACB тармағындағы кедергіні r_1 , ADB тармағындағы кедергіні r_2 деп белгілейік. Сонда алғынан тізбектегі жалпы кедергі (ACB және ADB беліктері параллель жалғанған):

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}. \text{ Сақинаның кедергісі } R_c = r_1 + r_2, \text{ осыдан } r_2 = R_c - r_1, \text{ одай}$$

$$\text{болса, } R = \frac{r_1(R_c - r_1)}{r_1 + R_c - r_1}. \text{ Ортақ белімге келтірсек, } RR_c = R_c r_1 - r_1^2 \quad (1).$$

Осы шамаларды (1) формулаға қойсак, $10 \cdot 0,9 = 10r_1 - r_1^2$ немесе $9 = 10r_1 - r_1^2$. $r_1^2 - 10r_1 + 9 = 0$. $r_1 = 5 \pm \sqrt{25 - 9} = 5 \pm 4$. Квадрат



26.6-сурет

тендеуді шешіп, екі түбірді табамыз. Оның бірі қысқалау беліктің кедергісі, оның шамасы $r_1 = 1 \text{ Ом}$. Ұзындау бөліктің кедергісі $r_2 = 9 \text{ Ом}$. Откізгіштердің кедергісі олардың ұзындықтарына көрі пропорционал болғандықтан, пайда болған кесінділердің катынасы $I_2 : I_1 = 9 : 1$.

$$\text{Жауабы} : \frac{I_2}{I_1} = \frac{9}{1}.$$

2. 26.7-суретте тізбектегі кедергі $R = 4 \text{ Ом}$ болса, онда тізбектің толық кедергісін табындар.

Берілгені :

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$R_m = ?$$

Шешуи. 1- және 2-резисторлар параллель жалғанған, сәйкесінше олардың кедергісін параллель жалғау ережесін колданып есептейік.

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \text{ немесе } \frac{1}{R'} = \frac{2}{2R}, R' = \frac{2R}{2} = R.$$

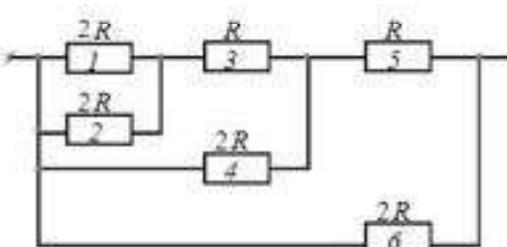
R' -резистор мен 3-резистор тізбектей жалғанған, яғни $R_S = R' + R = R + R = 2R$. Откізгіштің сызбасын енді былай салуға болады (26.8-сурет). Енді R_S пен 4-резистор параллель жалғанған.

$$\frac{1}{R''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R}, R'' = R.$$

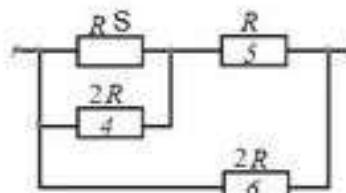
R'' резистор мен 5-резистор тізбектей жалғанған, яғни олардың кедергісі мынаған тен: $R^{IV} = R'' + R = R + R = 2R$. Онда жаңа сызба аламыз (26.9-сурет). R^{IV} пен 6-резистор параллель жалғанған.

$$R_m = \frac{R^{IV} \cdot 2R}{R^{IV} + 2R} = \frac{2R \cdot 2R}{4R} = R = 4 \text{ Ом}.$$

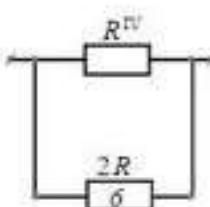
$$\text{Жауабы} : R_m = 4 \text{ Ом}.$$



26.7-сурет



26.8-сурет



26.9-сурет

3. Шам 36 В кернеуге және 2 А ток күшіне есептелген. Қимасы 1 мм^{-2} -ка тен константан сымынан жасалған реостат кернеуі 220 В болатын тізбекке жалғанған. Сымның ұзындығын және реостаттың кедергісін есептендер.

Берілгені:

$$U_{\text{ш}} = 36 \text{ В}$$

$$I_{\text{ш}} = 2 \text{ А}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

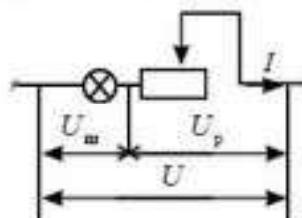
$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho_3 = 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R = ? \quad I = ?$$

ХБЖ

$$1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Шешуі. Тізбектің салайық (26.10-сурет).

26.10-сурет

$$\text{Реостаттағы көрнеудін түсін табайык: } U_p = U - U_{\text{ш}}.$$

Тізбектей жалғанған кезде шамдағы ток күші реостаттағы ток күшіне тең $I_p = I_{\text{ш}}$. Реостат кедергісін тізбек белігі үшін Ом занын қолданып табамыз: $R = \frac{U_p}{I_p} = \frac{U - U_{\text{ш}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{(220 - 36) \text{ В}}{2 \text{ А}} = 92 \text{ Ом}$.

$$R = \frac{\rho_3 l}{S} \quad \text{Сондықтан} \\ \text{Еткізгіш ұзындығы } l = \frac{RS}{\rho_3} \quad \text{екендігі шығады. } l = \frac{92 \text{ Ом} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 184 \text{ м.}$$

Жауабы: $R = 92 \text{ Ом}$, $l = 184 \text{ м}$.

4. Шырша шамдары қалта шамының шамдарынан жасалған. Осы шам тізбегін желіге қосқанда әр шамның көрнеуі 3 В. Шамдардың бірін ағытып алыш, оның орнына саусак тигізу неге қауіпті?

Шешуі. Қалта шамының кедергісі аз, бар-жоғы бірнеше Омғана. Тізбектегі барлық шырша шамдарының кедергісі бірнеше ондаған Ом. Саусактың кедергісі бірнеше жүздеген Ом. Тізбектей жалғанғанда тізбектің белігіндегі көрнеу түсі белгітердегі кедергіге тұра пропорционал. Сондықтан саусакты шамның орнына тізбекке тигізуге болмайды. Бұл адам өміріне өте қауіпті.

**17-жаттығу**

- 1.** Тізбек кедергілері 4 Ом және 12 Ом болатын тізбектей жалғанған екі резистордан тұрады. Бірінші резистордың ток күші 1,2 А. Эр резистордың көрнеуін және тізбектегі жалпы көрнеуді табындар.

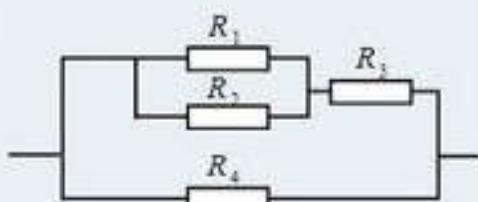
(Жауабы: 4,8 В; 14,4 В; 19,2 В)

- 2.** Әрқайсысының кедергісі 12 Ом болатын үш резистордың жалпы кедергісі қандай?

(Жауабы: $R = 36 \text{ Ом}$; 18 Ом ; 8 Ом ; 4 Ом)

- *3.** $R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом}$ болса, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 12 \text{ Ом}$ жалпы кедергін есептөндөр (26.11-сурет).

(Жауабы: 4,8 Ом)



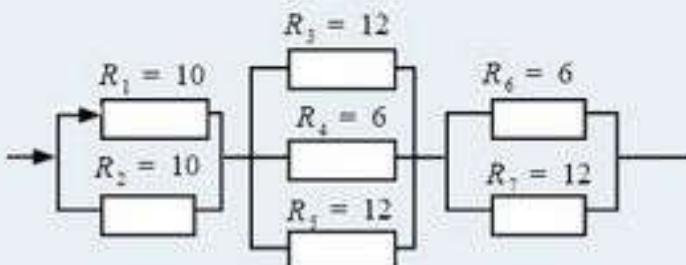
26.11-сурет

- *4. 26.12-суреттегі тізбектің жалпы кедергісі мен кернеуін табындар.
 R_1 кедергідегі ток 1А-ге тең.

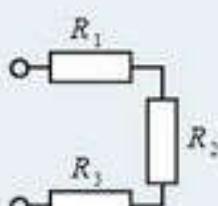
(Жауабы: 12 Ом; 24 В)

- *5. $R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = R_5 = 8 \text{ Ом}$, $R_6 = 15 \text{ Ом}$ болса, 26.13-суреттегі әр тізбектің жалпы кедергісі неге тең?

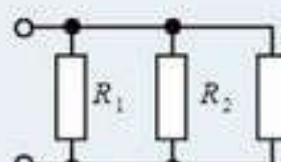
(Жауабы: а) 16 Ом; а) 1,6 Ом; б) 25,7 Ом)



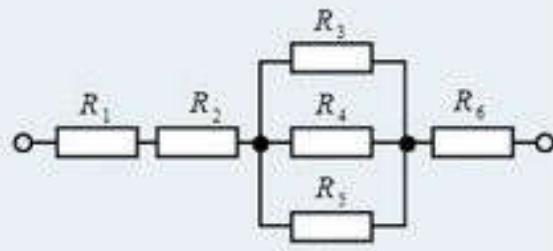
26.12-сурет



а)



в)



с)

26.13-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Сабакта не көбірек ұнады?	Кандай тәжірибе жиналадындар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

§ 27. Электр тогының жұмысы мен қуаты. Электр тогының жылулық әсері. Джоуль—Ленц заңы



Тірек сөздер:

- ✓ **токтың жұмысы мен қуаты**
- ✓ **ПӘК**
- ✓ **токтың жылулық әсері**
- ✓ **Джоуль—Ленц заңы**



Сендер бүгінгі сабакта:

- есеп шығарғанда токтың жұмысының және қуатының формуласын қолдануды;
- Джоуль—Ленц заңын қолдануды үйренесіндер.

Мұны білесіңдер

Тұтынушы арқылы өткен электр тогы артурлі әсер туғызады. Токтың қандай әсерлерін білесің? Электрқайнатқышпен суды қалай жылтытады? Көлікті автоматты турде жинауды қалай басқаруға болады? Шам ненің есебінен жанады? Троллейбус қозғалуы үшін неге электр сымдарына қосады?

Токтың жұмысы. Электр энергиясы энергияның басқа түрлеріне (механикалық, химиялық, жарық, ішкі энергияға) жөніл түрленеді. Оны өндірісте және тұрмыста кеңінен қолданады. Мұндай түрленулер токтың жұмысы есебінен жүреді. “Токтың жұмысы” түсінігін қарастырайық.

Электр өрісінің әсерінен заряд орын ауыстырғанда осы өріс жұмыс жасайды. Бұл жұмысты *токтың жұмысы* деп атайды. Демек, тізбек бөлігіндегі токтың жұмысы:

$$A = q \cdot U,$$

мұндағы q — тізбек бөлігінен өтетін электр заряды, U — бөліктегі кернеу.

$q = I \cdot t$, мұндағы I — өткізгіштегі ток күші, t — электр тогының ету уақыты, осыны ескерсек,

$$A = IUt. \quad (27.1)$$

(27.1) формуласының көмегімен тұтынушыдағы токтың жұмысын есептеуге болады. Бұл жұмыс токтың барлық әсерлерін ескереді. Тізбек бөлігіне арналған Ом заңы $I = \frac{U}{R}$ өнергін қолданып мұндағы R — тізбек бөлігіндегі кедергі, токтың жұмысын есептейтін баска формуланы аламыз:

$$A = \frac{U^2 t}{R} \quad (27.2)$$

немесе

$$A = I^2 R t. \quad (27.3)$$

Электр өрісі ток көзінің ішіндегі бөгде күштердің жұмысы есебінен пайда болады. Бөгде күштердің жұмысын

$$A_{\text{бөгде}} = q\mathcal{E} \quad (27.4)$$

формуласы бойынша есептейді.

$q = I \cdot t$ формуласын ескерсек, токтың толық жұмысы мынаған тен:

$$A = \mathcal{E}It. \quad (27.5)$$

Бөгде күштер жасайтын жұмыс электр тізбегінің **толық жұмысы** деп аталады. Ол тұтынуышыдағы электр энергиясының да, ток көзі ішіндегі зарядтың қозғалысы бойынша жасайтын өріс жұмысын да ескереді.

ХБ жүйесінде жұмыстың өлшем бірлігі джоуль (Дж): $[A] = [\text{Дж}]$.

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

Ток жұмысын *өлшеттік құралды электресептеуіш* деп атайды.

Мұны білесіндер

Сендер артүрлі уақыт аралығында бірдей механикалық жұмыс жасауға болатын білесіндер. Механикалық жұмыстың орындалу шапшандығын сипаттайтын шама қалай аталаудың еске түсіріндер.

Токтың қуаты. Электр тогы үшін қуат шамасы енгізілген.

Электр тогының қуаты — электр энергиясын энергияның басқа түріне түрлену шапшандығын сипаттайтын физикалық шама:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (27.6)$$

ХБ жүйесінде ток қуатының өлшем бірлігі *ватт* (Вт): $[P] = [\text{Вт}] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{с}} \right]$

Кедегісі R тізбек бөлігіндегі электр тогының қуаты: $P = \frac{UI}{t} = UI$.
 $P = UI$. (27.7)

Электр тізбегінің толық қуаты:

$$P = \mathcal{E}I. \quad (27.8)$$

$I = \frac{U}{R}$ екенін ескерсек, (27.7) тендеуін, яғни ток тұтыну шыда өндірілетін қуатты былай жаза аламыз:

$$P = I^2R = \frac{U^2}{R}. \quad (27.9)$$

Қуат ватпен өлшенгендіктен, жұмыстың өлшем бірлігі:

$$[A] = [\text{Дж}] = [\text{Вт} \cdot \text{с}].$$

Ток жұмысының ХБ жүйесіндегі өлшем бірлігі ретінде $[\text{kВт} \cdot \text{сaf}]$ колданылады:

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

Токтың қуатын *ваттметрмен* өлшайді.



Джеймс Прескотт
Джоуль
(1818—1889)



Эмилий
Христианович
Ленц
(1804—1865)

Электр тізбегінің ПЭК-і. Тізбекке электрқозғалтқыш қосылса, электр тогының энергиясы, біріншіден, механикалық жұмыс жасауга жұмсалады және ол пайдалы A_n жұмыска тен; екіншіден, энергия электрқозғалтқыштың орамалары мен жалғағыш сымдарды қыздыруға жұмсалады, ол шығындалған энергия.

Демек, кез келген электр тізбегінде энергия шығыны болады. Олай болса, пайдалы әсер коэффициенті жайлы әнгіме қозғауга болады. ПЭК-ін былай есептейді:

$$\Pi = \frac{A_n}{A_x}. \quad (27.10)$$

Пайдалы жұмыс деп тұрақты токтың сыртқы тізбегі жасаған жұмысты айтады :

$$A_n = IUt = I^2Rt.$$

Толық жұмыс деп ток көзінің жұмысын айтады . Ол:

$$A_{\text{тол}} = A_{\text{бетап}} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E}t.$$

$$\Pi = \frac{IUt}{\mathcal{E}t} \cdot 100\% = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\%. \quad (27.11)$$

ПЭК-і ток көзінің электр қозғауши күшінің қандай да бір бөлігі тұтынушыда кернеу түрінде бөлінетінін көрсетеді.

Токтың жылулық әсері. Джоуль—Ленц занды. Қазіргі кездегі техникада электр тогының жылулық әсері үлкен рөл аткарады. Ток өткізгіштен өткенде оны қыздырады, мұны сендер үй тұрмысында колданатын әртүрлі электр құралдарының жұмысы барысында байқауларына болады.



- Бойынан ток өткенде өткізгіштің қызатынын қалай түсіндіруге болады? Осы кезде өткізгіште қандай процестер өтеді?

Кез келген өткізгіште зарядталған еркін бөлшектер (электрондар мен иондар) болады. Мысалы, электрпеші, үтік, фен, электр шайнегі, және т.б.

Олар электр өрісінің әсерінен қозғала отырып, заттың иондарымен немесе атомдарымен әсерлеседі де, оларға өз энергияларының бір бөлігін береді. Электр тогы жұмысының нәтижесінде өткізгіштің ішкі энергиясы артады. Бұл температуралының жоғарылауына әкеледі.

Ағылшын физигі Д. П. Джоуль мен орыс физигі Э. Х. Ленц жүргізген тәжірибелер қозғалмайтын металл өткізгіштерде токтың барлық

жұмысы оның қызына, яғни температурасының жоғарылауына жүмсалатынын дәлелдеген. Қызған өткізгіш өзі алған энергиясын қоршаган ортаға береді.

Электр тогының жұмысы $A = IUt$, $A = \frac{U^2t}{R}$ немесе $A = I^2Rt$ формулаларымен есептеледі, яғни өткізгіштен бөлінетін жылу мөлшері де осы формулалармен анықталады:

$$Q = IUt, \quad Q = \frac{U^2t}{R}, \quad Q = I^2Rt.$$

Джоуль—Ленц заңы: қозғалмайтын өткізгіштердің бойынан ток өткендегі бөлінетін жылу мөлшері ток күшінің квадратын өткізгіштің кедергесіне және ток өтетін уақытқа көбейткенге тең:

$$Q = I^2Rt. \quad (27.12)$$

Бөгде күштердің әсерінен ток көзінің клеммаларында потенциалдар айырымы пайда болады. Егер ток көзінің клеммаларына электр шамын жалғаса, электр өрісі шамның қыл сымының бойымен және ток көзінің ішінде зарядтың орнын ауыстыра отырып жұмыс жасайды. Энергияның сакталу заңына сәйкес: $A_{\text{бөгде}} = A_{\text{шам}} + A_{\text{ішкі}}$.

$A_{\text{бөгде}} = \mathcal{E}It$, $A_{\text{шам}} = I^2Rt$, $A_{\text{ішкі}} = I^2rt$ белгілі. Ендеше $\mathcal{E}It = I^2Rt + I^2rt$. Осыдан:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (27.13)$$

(27.13) өрнегі толық тізбек үшін Ом заңын береді.

Толық (түйікшілген) тізбектің ток күші ток көзінің ЭКК-іне тұра пропорционал, толық кедергіге көрі пропорционал. Толық тізбекке арналған Ом заңынан шығатыны:

$$\mathcal{E} = U_{\text{сүрткі}} + U_{\text{ішкі}}. \quad (27.14)$$

- 
- 1. Электр тогының жұмысын қандай формулалармен есептейді?
 - 2. Токтың пайдалы жұмысының толық жұмыстар ерекшелігі неде?
 - 3. Жұмыстың ХБ жүйесінен тыс қандай бірлігін білесіңдер? Оның физикалық мағынасы неде?
 - 4. Токтың қуаты деп нені тусласыңдар?
 - 5. Электрқыздырығыштың қуаты 900 Вт. Бұл нені білдіреді?
 - 6. Бір ай ішінде электрөшлеуіштің көрсетуі 120 кВт · сағ-қа өзгерді. Осы жазуды тусландырай!
 - 7. Бойынан ток өткен өткізгіш неге қызады?
 - 8. Неге үтікке жалғанған сым үтіктің спираліне қарағанда әлсіз қызады?
 - 9. Джоуль—Ленц заңын түжірымдаңдар.
 - 10. Джоуль—Ленц заңын қолданып токтың химиялық асерін есептеуге бола ма? Неге?
 - 11. Электр шамының қыл сымын қысқартқанда, шам тұтынатын қуат өзгере ме?
 - 12. Вагонның тамбуры өзара параллель жалғанған бес шаммен жарықтанды. Шам төрттеу болса, электр энергиясының шығыны азая ма? Шамдар тізбектей жалғанса жауп қалаї өзгереді?

Есеп шығару мысалдары

1. 5 мин ішінде 20°C температурадағы 1,5 л суды қайнау температурасына дейін ысыту үшін көлденең қимасы 0.1 mm^2 никром өткізгіштен жасалған қыздырғыштың ұзындығы қандай болу керек? Қыздырғыштың ПЭК-і 90%, кернеуі 220В.

<i>Берілгені :</i>	ХБЖ
$T = 5 \text{ мин}$	300 с
$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$	
$V = 1,5 \text{ л}$	$1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
$S = 0.1 \text{ mm}^2$	$0.1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$
$t_2 = 100^{\circ}\text{C}$	
$\eta = 90\%$	0.9
$U = 220\text{В}$	
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$	
$\rho_0 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	
$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$	

$l = ?$

Шешуі. Қыздырғыштың ПЭК-ін $\eta = \frac{A_n}{A_k}$ формуласы арқылы табады. Қыздырғыш суды қайнау температурасына дейін қыздыру үшін қажет. Демек, пайдалы әсер суды қайнауга дейін жеткізу үшін суға берілетін жылу мөлшерін $A_n = Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ формуласынан табады, мұндагы $m = \rho V = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1,5 \text{ кг}$.

Электр тогы қыздырғыштың спиралінен өткенде жұмыс жасайды. Ол жұмыс $A_k = Q_2 = \frac{U^2}{R} T$. Сонда ПЭК-інің формуласы мынаған тән болады:

$$\eta = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{U^2 T}. \quad (1)$$

Қыздырғыштың кедергісін $R = \frac{\rho_0 l}{S}$ формуласынан табамыз. Осыдан өткізгіштің ұзындығы:

$$l = \frac{RS}{\rho_0}. \quad (2)$$

(1) формуладан кедергіні табамыз: $R = \frac{\eta U^2 T}{cm(t_2 - t_1)}$. Осы шамамы (2) формулаға койсак, $l = \frac{\eta T U^2 S}{cm(t_2 - t_1) \rho_0}$. Есептеулер жүр гіземіз:

$$l = \frac{0.9 \cdot 300 \text{ с} \cdot (220 \text{ В})^2 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 1,5 \text{ кг} \cdot (100 - 20)^{\circ}\text{C} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} \approx 2,36 \text{ м.}$$

Жауабы : $l \approx 2,36 \text{ м.}$



18-жаттығу

- 220 В кернеуге қосылған электр шамы 5 мин ішінде 12 кДж энергия жұмсады. Шамдағы ток күші қандай?

(Жауабы: 30 мА)

- *2.** Электрқозғалқыштары бірдей екі троллейбус әртүрлі жылдамдықтармен қозғалады. Олардың қайсысының қуаты үлкен: жылдам әлде баяурақ қозғалатының ба? Троллейбустардың қозғалысқа кедергісін бірдей деп есептендер.
- 3.** Ток күші 6 А болғанда электр пеші 8 мин ішінде 2,2 МДж энергия тұтынады. Пеш спиралінің кедергісі қандай?
- (Жауабы: 127 Ом)
- *4.** Электр пешті жөндеген кезде оның спиралі бастапқы ұзындықтан 10%-ға қысқарады. Пешті сол тізбекке қосқанда оның тұтынатын қуаты неше есе өзгереді?
- (Жауабы: 1,1 есе артады)
- *5.** 220 В кернеуге есептелген үтікте кедергісі бірдей $R = 80,7$ Ом болатын екі орамасы бар. Ажыратқыштың кемегімен оларды тізбектей және параллель жалғауға болады. Эр жағдай үшін үтіктің қуатын есептendir.
- (Жауабы: 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт)
- *6.** Кетергіш кранның электрқозғалқыш кернеуі 380 В ток көзіне қосылған. Осы кездегі орамдағы ток күші 20 А. Егер кран массасы 1000 кг жүкті 20 м биіктікке 1 мин-та кетерсе, оның ПЭК-і қандай?
- (Жауабы: 44%)

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Сабакта не көбірек үнады?	Қандай тәжірибе жинадыңдар?	Қандай сұраптар туындалы? Неге?

§ 28. Металдардағы электр кедергісінің температураға тәуелділігі. Асқын өткізгіштік



Сендер бұғынғі сабакта:

- металдардағы электр тогының табигатын түсінілдіруді және кедергінің температураға тәуелділігін анықтауды үйренесіңдер.
- Кызған өткізгіште қандай өзгеріс болуы мүмкін? Бұл өзгерістер өткізгіштің электрлік қасиетіне қалай әсер етеді? Шамдағы кернеуді біртіндеп кетерсе, шамның ток күші қалай өзгереді?

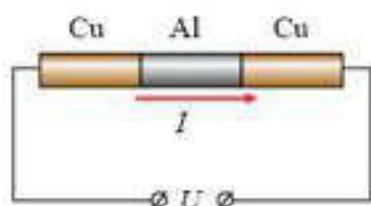


Тірек сөздер:

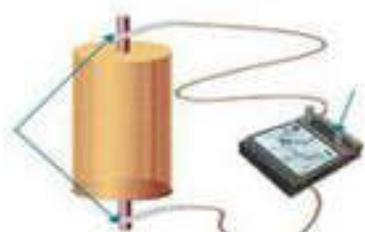
- ✓ кедергінің температураға тәуелділігі
- ✓ асқын өткізгіштік



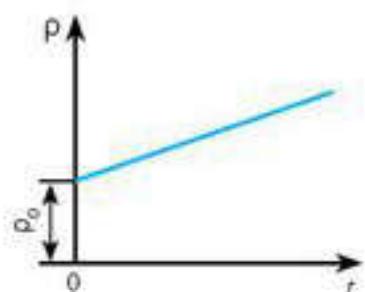
Заттар электр тогын әртүрлі өткізеді. Барлық металдар жақсы өткізгіштер, бірақ олардың ішкі күрілымы әртүрлі болғандыктан, ток өткізу кабілеттері де өзгешеленеді. Металдардағы заряд тасымалдаушы бөлшектер — еркін электрондар . Мұны неміс физигі Э. Рик-



28.1-сурет



28.2-сурет



28.3-сурет

ке мен американдық физиктер Т. Стюарт пен Р. Толмен тәжірибелерінде дәлелденген. Олар екі мыс цилиндрдің арасына алюминий цилиндрді жалғап, электр тізбегін құрайды (28.1-сурет). Тізбектен бір жыл бойы ток өткізгенде цилиндрлердің химиялық құрамы мен массалары өзгермеген. Демек, металдарда тоқты еркін электрондар тасымалдайды. Американдық ғалымдар Г. Стюарт пен Р. Толмен цилиндр шарғыны (катушка) сыммен орап, өз осінен айналдырып, кеңет тоқтатканда (28.2-сурет), онда қыска уақытта тоқ пайда болған.

Біз өткізгіштің кедергісі оның геометриялық өлшеміне және металдың құрамына байланысты екенін анықтадық. Ал енді металл өткізгіштің кедергісі кандай шамаларға тәуелді екенін анықтайық. *Металдың кедергісі температуралық өзгерісіне тәуелді, себебі еркін электрондардың қозгалысы температурага тәуелді*. Осыны тексеру үшін аккумуляторға болат спираль жалғап, оны оттың жалынына ұстасақ, тізбекке косылған амперметр тоқ күшінің төмендегенін көрсетеді. Демек, температуралық өзгеруімен өткізгіштің кедергісі де өзгереді. Егер 0°C температурада өткізгіштің температурасы R_0 , ал t температурада R болса, кедергінің салыстырмалы өзгерісі, тәжірибе көрсеткендей, температуралық өзгерісіне тұра пропорционал:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha_t. \text{ Осылдан:}$$

$$R = R_0(1 + \alpha_t). \quad (28.1)$$

Пропорционалдық коэффициенті α кедергінің *температуралық коэффициенті* деп аталады. Ол зат кедергісінің температуралық коэффициенті сан жағынан өткізгішті 1 K жылдықтандағы кедергінің салыстырмалы өзгерісіне тең. *Металл қызғанда оның геометриялық өлшемі өзгермейді деп есептесек, оның менишкіті кедергісі температуралық өзгерісіне тұра пропорционал*:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha_t). \quad (28.2)$$

α өте аз шама болғандықтан, (28.2) формулаға сәйкес, өткізгіштің менишкіті кедергісі температуралық өзгерісіне тұра пропорционал (28.3-сурет).

Кедергінің артуы былай түсіндіріледі: температуралық артуымен кристалдық тордың түйіндеріндегі иондардың тербеліс амплитудасы да артады. Сондыктан еркін электрондар иондармен жиі соқтығысып, қозгалыс бағытын өзгертіп отырады. Шамның вольфрам қылышын

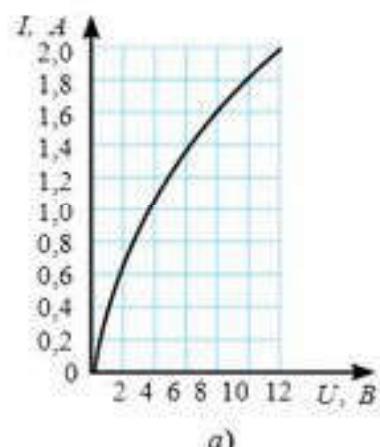
кедергісі оның бойынан ток еткенде 10 есе артады. Сондыктан шамның қылсымының вольт-амперлік спіпштамасы сзыбыты тәуелділікті бермейді (28.4, а-сурет).

Металл кедергісінің температураға тәуелділігін электрлік термометрлерде қолданады. Мұндай термометрлер өте төмен және өте жоғары температураларды өлшейді. Ондай температураларды өлшеуте қарапайым сұйық термометрлер жарамайды.

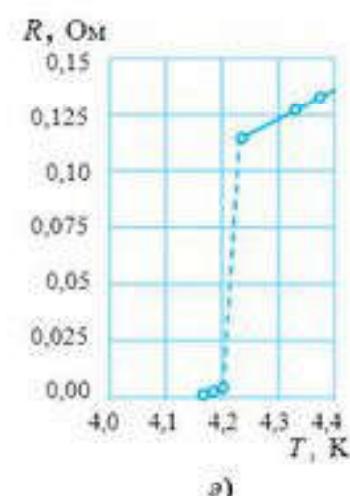
(28.2) формуладан температураның төмендеуімен металдардың кедергісі төмендейтінін көреміз. 1911 жылы голландиялық физик Х. Камерлинг-ОНнес асқын өткізгіштік құбылысын ашты. Ол сынаптың төменгі температуралардағы электр кедергісін өлшеді. Камерлинг заттарды қоспалардан мейлінше жоғары сапада тазартып, температураны төмендектенде заттың кедергісінің қалай өзгеретінін билгісі келеді. Зерттеу нәтижелері күтпеген нәтиже берді: 4,15 К-нен температурадан төмен температурада сынаптың кедергісі жойылған. Кедергінің температураға тәуелділік графигі 28.4, а-суреттө көрсетілген.

Бұл сынаптың осы температурадан бастап электр тогына кедергі жасамайтынын көрсетеді. *Кейбір металдар да асқын өткізгіштік қасиетке ие.* Егер осындаи металдан сакина жасап, ток тудырса, ток осы сакинада өте ұзак уақыт жүреді. Өткізгіштегі өшпейтін ток екі жыл бойы жүріп тұрган. Бірақ бұл тәжірибе белгілі бір сыртқы себептермен тоқтатылған.

 ■ Асқын өткізгіш металдар колданса, адамзат қандай артықшылықтарға ие болар еді?



a)



b)

28.4-сурет



1. Металдар не себепті жақсы өткізгіштер деп саналады?
2. Неліктен металдың өткізгіштігі электрондық?
3. Сыртқы электр өрісі бар және оның жоқ кезіндегі металдардың еркін электрондарының қозғалысын спиптандар.
4. Неге температура жоғарылағанда металдың кедергісі артады?
5. Асқын өткізгіштердің артықшылығы неде?
6. Электр шамы оны желіге қосқаннан кейін үлкен қуатты бірден тұтына ма, алде біраз минуттан соң тұтына ма?
7. Егер электр қылсымының кедергісі температураның жоғарылауымен взгермесе, оның ең төменгі қуатындағы ұзындығы үлкен болуы керек пе, алде кіші болуы керек пе?

Осы тақырыпта иені мемгердіңдер?

Сабакта не көбірек ұнады?	Кандай тәжірибес жиналдындар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

§ 29. Электрқыздырғыш құралдар, қыздыру шамдары, қысқа түйікталу, балқымалы сақтандырғыштар



Тірек сөздер:

- ✓ **электрқыздырғыш құралдар**
- ✓ **қыздыру шамы**
- ✓ **қысқа түйікталу**
- ✓ **сақтандырғыштар**



- Бойынан электр тогы өткендегі өткізгіштің қызуын қалай және қайда қолдануға болады?

Сендер бүгінгі сабакта:



- Электрқыздырғыш құралдардың жұмысын және қысқа түйікталуды болдырмау тәсілдері мен пайда болу себептерімен танысадындар.

Электрқыздырғыш құралдар. Заманауи өмірді түрлі электр және электрқыздырғыш құралдарының, жарықтандырғыш шамдарсыз т.б. елестету мүмкін емес. Олардың жұмысы токтың жылулық әсеріне негізделген.

Үй жағдайында электр пештері, үтіктер, шәйнектер, кайнатқыштар кеңінен пайдаланылады. Өндірісте токтың жылулық әсерін, болаттың арнауы түрлерін, баска да материалдарды электр дәнекерлеуге колданады. Ауылшаруашылығында электр тогының көмегімен жылыжайларды, инкубаторды жылтырады, астықты кептіреді.

Қыздырғыш электр құралдарының негізгі белігі — қыздыру элементі. Қыздырғыш элемент меншікті кедергісі үлкен өткізгіштен жасалады. Ол жоғары температураға дейін ($1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$) қызғанда балқымайды. Қыздырғыш элемент жасау үшін көбіне никромды колданады. Оның меншікті кедергісі $\rho = 1,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$. Никроммен катар вольфрамды да пайдаланады. Оның меншікті кедергісі $\rho = 53 \text{ нОм} \cdot \text{м}$. Никром мен вольфрамның меншікті кедергілері үлкен, сондыктан олар өлшемі кіші қыздырғыш элемент жасаута ынғайлышады.

Қыздырғыш элементте сым немесе таспа түріндегі өткізгіш ыстыққа тәзімді материалға (слюда, кыш) оралады.

Мысалы, электр үтігіндегі қыздырғыш элемент — никромды таспа. Оның әсерінен үтіктің төменгі белігіне жылу беріледі (29.1-сурет).



29.1-сурет

Кыздыру шамының жұмысы токтың жылулық әсеріне негізделген. Заманауи кыздыру шамының негізгі бөлігі (29.2-сурет) жінішке вольфрам сым болып табылады (29.3-сурет). Вольфрам — жоғары температурада балқытын металл. Оның балку температурасы 3387°C. Кыздыру шамындағы вольфрам спираль 3000°C-қа дейін қызады. Осы температурада ол ақ түске еніп, катты жарыктанады. Қылсым тез жанып кетпеуді үшін оны ауасы сорылған шыны колбаға салады.

Бірақ вакуумда вольфрам тез буланып, спираль жұкарады да, тез жанып кетеді. Вольфрамның тез булануын болдырмау үшін шамды азотпен, кейде криpton немесе аргонмен толтырады. Газдың молекулалары вольфрамның бөлшектерінің қылсымнан үшіп шығуына кедергі жасап, қылсым ұзак жұмыс істейді.

Қазіргі уақытта кыздыру шамын энергия үнемдегіш (күндізгі және диодты) шамдар ығыстырып келеді (29.4-сурет).



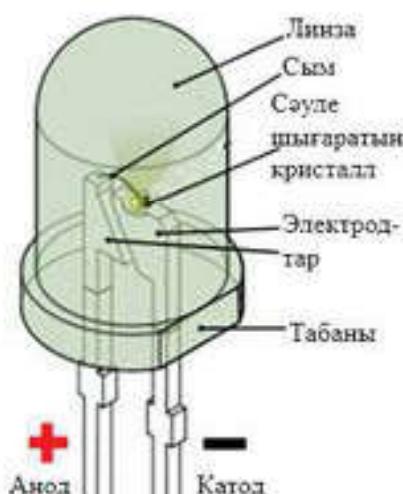
29.2-сурет



29.3-сурет



29.4-сурет



29.5-сурет

Диодтың шамдардың жұмысын 29.5-сүреттің көмегімен түсіндіруге болады. Бұл шамда жартылай өткізгіштік кристалл бар. Ол бойынан ток өткенде жарық шыгарады. Жарықтың түсі кристалдьың қандай заттан жасалғанына байланысты болады.

Энергия үнемдеуіш шамдар басқаша жұмыс істейді, олардың негізгі бөлігі ұксас болып келеді. Шамның құрамында бірнеше тұтік бар. Соның бірі газразрядты тұтік.

Есте сақта!

Сынап бұы адам өміріне қауіпті: сондыктан энергия үнемдеуіш шам сынса, онын калдықтарын дұрыс жинап, орнын сұртіп тазалау керек.

БҰЛ ҚЫЗЫК!

Газразрядты тұтік — шамның көрінетін жарық шыгаратын белігі. Оны корпусмен жалгайды, корпустың ішіндегі шамның ішкі белігі, коректендіретін және іске косатын электрондық сұлба болып табылады. Электрондық сұлба шамды жағады.

Екі жағынан дәнекерленген тұтікті энергия үнемдеуіш шамның колбасы деп атайды. Электродтар тұтіктің карама-қарсы жағында болады. Энергия үнемдеуіш шамның колбасының пішіні нірілген және люминофор кабығымен жабылған. Бұл колбада инертті газ бен аздаған мөлшерде сынап бұы адам. Оны ток кезінен косканда сынап буынын бейтарап атомдары электрондарын жоғалтып, ионға айналады. Бұл процесс иондану деп аталады.

Энергия үнемдеуіш шамның колбасының пішіні неге нірілген? Шамның ұзындығын қыскарту мақсатында оның пішіні осылай жасалады. Шыныршыкты ніре орай отырып газразрядты тұтіктің ұзындығын арттырады, бірақ шамның тұлғасы кішірейеді. Бұлай жасамаса, шамды люстраға орнату қын болар еді.

Қыска түйікталу. Тізбектің ұштарын кедергісі тізбек белігі кедергісінен өте аз болатын өткізгіштермен жалғауды қыска түйікталу деп атайды. Ашық өткізгіштер бір-бірімен кездейсөк түйіскенде немесе ток сымдарын жүргізгенде қыска түйікталу болуы мүмкін.

Қыска түйікталғанда тізбектің кедергісі бірден азайып, тізбектегі ток күші артады. Салдарынан өткізгіштер катты қызып, жанып кетеді. Сонымен қатар қосымша тұтынушыларды параллель қосканда тізбектің кедергісі төмендеуі мүмкін. Осыны болдырmas үшін сактандырғыштар колданылады.

Сактандырғыш. Құрылғы, мәшине, аппараттар, құралдар, қару-жарап т.б. жұмысын қауіпсіз ету үшін сактандырғыштар колданылады. Сактандырғыштардың кең таралған түрі — балқымалы сактандырғыштар. Бұл сактандырғыштар электр жүйесін қыска түйікталудан сактайтын.



29.6-сурет

Балқымалы сактандырғыштар — электр құралдарын қыска түйіктату мен артық жүкке түрлендіру үшін сактайды. Электр тізбегі әркашан белгілі бір ток күшіне есептеледі.

Егер кандай да бір себептермен тізбектегі ток күші белгіленген мөлшерден асып кетсе, өткізгіштер қызып, олардың сыртындағы оқшаулағыштары балқиды. Желідегі ток күшінің арту себебінің бірі қуатты тұтынушы, мысалы электр пештерінің бір мезгілде косылуынан болуы мүмкін. Балқитын сактандырғыштың негізгі бөлігі — балқитын сым. Ол тез балқитын металдан, мысалы корғасыннан жасалады. Балқымалы сым фарфор цилиндрін ішіне салынады. Тізбектегі ток күші мөлшерінен артқанда корғасын балқып, тізбек ажыратылады.

Балқымалы сактандырғыштар қарапайым әрі арзан. Дегенмен кемшілігі де бар: балқитын сымды жоғары кернеудегі құралдарда алмастыру кын. Балқитын сым тек қыска түйікталған токтан ғана корғайды. Жұмысы балқуга емес, дene қызған кездегі жылудың үлгаюға негізделген сактандырғыштар да бар. Ондай сактандырғыштарды щитке орнатады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Жылу ажыратқыш (29.7-сурет) — бойынан ток өткендегі қызатын биметалл пластини. Бойынан межеден артық ток өткендегі биметалл пластини иіліп, козгалатын контакттін серіппесін басады. Сейтіп электр тізбегі ажыратылады. Балқымалы сактандырғыштан салыстырганда автоматты сактандырғыштар пластини салынғандан сон кайтадан іске косылады.



29.7-сурет

Электроника саласында электрлік автомат кең танымал (29.8-сурет). Бұл электротехника құралының жалпы жұмысы бірдей: ток көзінсө косу және одан ажырату. Ток күші межесінен артып кеткендегі құрал уақытында ажыратылады. Оның екі қызметі бар: ажырату және етс үлкен токтардан корғау. Осы сактандырғыш пайда болғанин бері балқымалы сактандырғыш колданыстан шығып барады.



29.8-сурет

Бұрын токтың арту қаупінен тек осы балқымалы сактандырыштар корғап келген еді.

Электрлік автоматтар колдануга колайлы. Егер жанып кеткен сактандырышты алмастыру кажет болса, автоматты жоғары көтерсөн жеткілікті.



1. Электрқыздырығыш құралдар қалай жұмыс жасайды?
- 2. Электр үтігінің жұмыс істеу принципі қандай?
- 3. Қызыдуру шамдарының құрылышы мен жұмыс істеу принципі қандай?
- 4. Диодтың және энергия унемдеуіш шамдардың артықшылығы қандай?
- 5. Қысқа тұбықталу қай кезде байқалады?
6. Сактандырыштар не үшін қажет?
- 7. Балқымалы сактандырыштың жұмыс істеу принципі қандай?
- 8. Жылуулық ажыратқыш қалай жұмыс істейді?
- 9. Электр автоматтының жұмыс істеу принципі қандай?
- 10. Балқымалы сактандырыштың кемшилігі неде?
- 11. Электр автоматтының артықшылығы қандай?

Осы тақырыпта иені мемгердіңдер?

Сабакта ие көбірек үнады?	Кандай тәжірибе жинадындар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

§ 30. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы



Тірек сөздер:

- ✓ токтың химиялық әсері
- ✓ электрохимиялық эквивалент
- ✓ Фарадей заңы



- Кернеу берілген электр өткізгішті суға салсак, судан ток жүре бастайды. Басқа сұйықтар да ток өткізе ме?

Сендер бүгінгі сабакта:

- сұйықтардағы электр тогының табигатын түсіндіруді үйренесіндер.

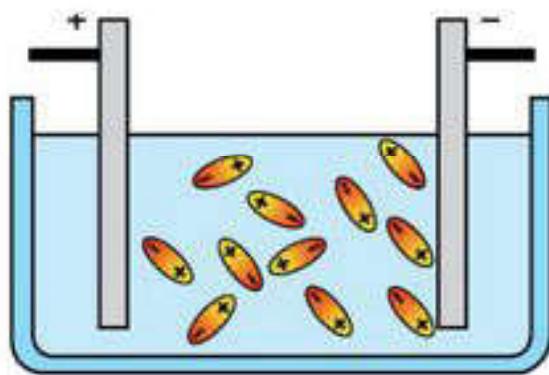


Мұны білесіңдер

Адам денесінің 80%-ы судан тұрғандықтан, дene электр тогын жақсы өткізеді: токтың адам организміне пайдасы да, зияны да бар.



a)



ә)

30.1-сурет

Сұйыктың электр өткізгіштігінің адам өмірінде маңызы зор. Ұялы телефон батареялары, аккумулятордың жұмысы сұйыктың электр өткізгіштігіне негізделген.

Балқыган бокситтен алюминий алады. Бұл металды үшак, сусындардың күткесін жасағанда колданады. Ток көзі, шам, тазартылған (дистилденген) су құйылған ыдыстар тұратын сырба жинанық. Үйдісқа екі электрод салынған (30.1, a-сурет).

Шам кілтпен тұйыкталғанда жанбайды. Демек, дистилденген судан ток жүрмейді (30.1, ә-сурет).

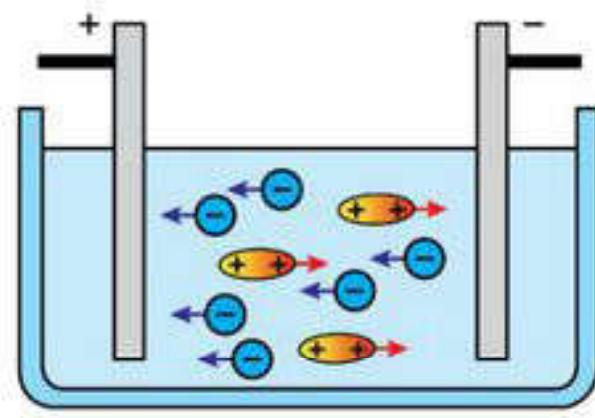
Егер ыдысқа тұз салсақ, шам жанбайды. Егер суға тұзды біртіндеп салсақ, шам жанады. Демек, судағы тұз ерітіндісі электр тогын өткізеді.

Бұл су ерітіндісінде еркін заряд пайда болды дегенді білдіреді (30.2, a-сурет).

Судың молекуласы тұздың молекуласын коршап, оны он және теріс зарядталған бөлшектерге бөледі (30.2, ә-сурет). Бейтарап молекулалардың ионға ыдырауы **электролиттік диссоциация** деп аталады.



a)



ә)

30.2-сурет



Майкл Фарадей
(1791—1867)

Тұздың, қышқыл және сілтілердің судагы ерітіндісі электролит деп аталады.

Электролиттер токты жаксы өткізеді. Металл және газдармен салыстырганда электролиттің ерекшелігі мынада: электролит арқылы өтетін ток электродтардағы химиялық реакциялармен қатар жүреді. Нәтижесінде электролиттің құрамына кіретін химиялық элементтер бөлінеді.

Электродтарда заттардың бөліну құбылысы электролиз деп аталады. Электролиздің ағылшын физигі М. Фарадей зерттеп, электролиз занын ашкан.

Электродтарда бөлінетін зат массасы электролит арқылы өтетін зарядка тура пропорционал:

$$m = kq. \quad (30.1)$$

q = It болғандыктан, электролиз занын

$$m = kIt \quad (30.2)$$

турінде жазамыз. Көріп отырғандарында, электродта бөлінетін зат массасы электролиттен өтетін ток күші мен ток өтетін уақытка тура пропорционал.

(30.1) формуладағы *k* коэффициенті заттың электрохимиялық эквиваленті деп аталады. Оны тәжірибе жүзінде тағайындауды.

Заттың электрохимиялық эквиваленті — электролиттен 1 Кл электр заряды өткенде электродта бөлінетін зат массасымен анықталатын физикалық шама. ХБ жүйесінде заттың электрохимиялық эквивалентінің өлшем бірлігі $[k] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \right]$.

Электролиз техникада кеңінен колданылады. Электролиздің колданылуына мысалдар келтірейік.

1. Таза металдарды алудың электролиттік әдісін тазарту әдісі деп те атайды. Оған мыс, алтын, күміс сияқты бағалы металдарды электролиттік жолмен тазарту жатады.

2. Электролиз арқылы металдан жасалған нәрселерді екінші бір металдың жұка қабатымен қаптайтын. Осы процесті *гальваностегия* деп атайды. Мұны бүйімді таттанудан корғау мақсатында жасайды. Бүйім таттанбайтын никель және хром металмен қапталады.

3. Гальвонопластика — бүйімның бұдыр көшірмелерін дайындау тәсілін орыс ғалымы Б.С. Якоби ойлап тапқан. Осы тәсілмен ол 1836 жылы Санкт-Петербургтегі Исаакиев соборының күйс фигуralарын жасаған.

4. Анонтау — металдарда оксидтік қорғаныс қабатын алу.
5. Металл бүйімдарының бетін электрохимиялық жолмен өндөу (жылтырату).

6. Су тазарту. Суды қоспалардан тазартып, жұмсақ, тұшы су алады.
 7. Кесетін әртүрлі аспаптарды (ота пышақтарын, ұстараны) электрохимиялық жолмен кайрау.



1. Неліктен тазартылған су электр тогын өткізбейді?
2. Суға тұз немесе қышқыл қоссақ, суда қандай өзгеріс болады?
3. Электролит деп нені тусласындар?
4. Электролиз деп нені айтады?
5. Неге өткізгіштің ашиқ изоляцияланбаған сымдарына қол тигзуге болмайды?
6. Неге бұйымды гальваникалық тасілмен қаптау үшін никель мен хромды қолданады?
7. Неге жарықтандырығыш желінің сымдарын (өткізгіштерін) резенкемен қаптайды? Үлгіл болменің сымдарын сыртынан шайырмен (смола) қаптайды. Себебі неде?
8. Электролиздің техникада қолданылуына мысалдар келтіріңдер.



19-жаттығу

1. Электролиз кезінде ток күші 4 А болғанда, 20 мин ішінде қанша алюминий бөлінеді?

(Жауабы: 0,445 г)

*2. 10 мин ішінде электродта 670 мг күміс белінді. Ваннаға тізбектей жалғанған амперметр 0,9 А көрсетеді. Амперметрдің көрсетуі дұрыс па?

(Жауабы: жоқ, 1 А)

3. Қанша уақыттың ішінде мыс хлоры ($CuCl_2$) ерітіндісінде электролиз кезінде массасы 4,74 г мыс белінді? Ток күші 2 А.

(Жауабы: 2 сағ)

*4. Мыс купоросы ерітіндісіндегі электродтарға 12В кернеу берілді: 1 кг мыс алу үшін қанша энергия қажет?

(Жауабы: 36 МДж)

*5. Күмістің азот қышқылы ерітіндісінен 6 сағ-та 120 г күміс белінуі үшін ерітіндіні қыздыруға қанша куат жұмсалуы керек? $R = 1,2 \text{ Ом}$.

(Жауабы: 30 Вт)

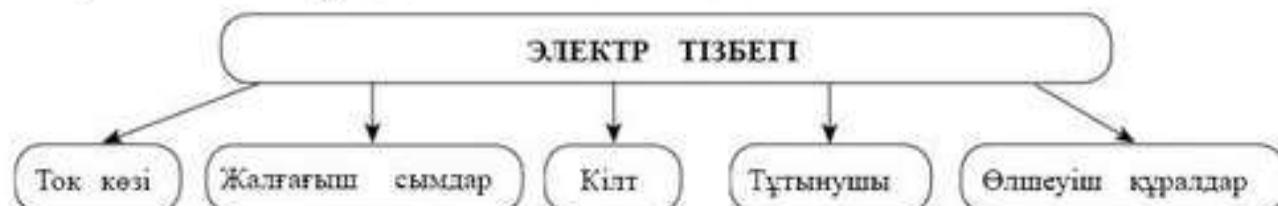
Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Сабакта не көбірек ұнады?	Кандай тәжірибе жинадындар?	Кандай сұраптар туындауды? Неге?

Тараудың маңыздылары

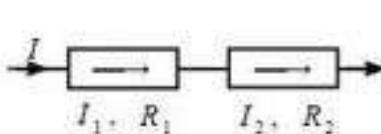
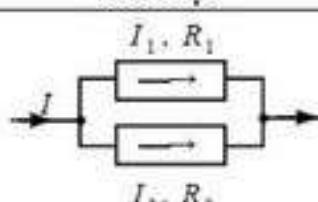
Тұрақты электр тогы

Электр тогы — электр өрісі әсерінен зарядталған белшектердің реттелген козғалысы. Токтың бағытына он зарядталған белшектердің козғалыс бағыты алынады. Ток күші мен оның бағыты уакыт өтүімен өзгермесе, оны *тұрақты ток* деп атайды.



Электр тізбегін сипаттайтын шамалар	Ток көзін сипаттайтын шамалар
Ток күші $I = \frac{q}{t}$ (А)	Электр козгауыш күш (ЭКК) $E = \frac{A_0}{q_0}$ (В)
Кернеу $U = \frac{A}{q_0}$ (В)	Ішкі кедергі r (Ом)
Кедергі $R = \rho \frac{l}{S}$ (Ом)	

Тізбек белігіне арналған *Ом заңы*: $I = \frac{U}{R}$.

Откізгіштердің тізбектей жалғаудың белгілері	Откізгіштердің параллель жалғаудың белгілері
	
$I_1 = I_2 = I$	$I = I_1 + I_2$
$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

Откізгіштің бойынан ток өткенде оның жылудық әсері байкалады. Осы әсер салдарынан бөлінген жылу Джоуль—Ленц заңынан табылады: $Q = I^2 R t$.

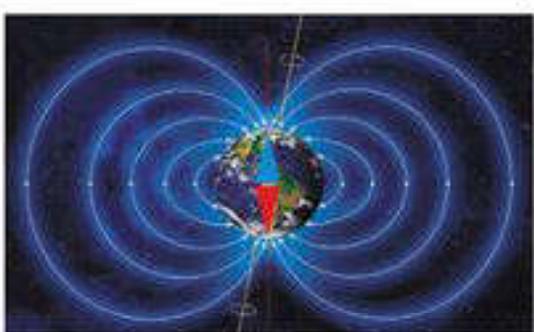
Электролиттен өткен токтың химиялық әсері байкалады. Бұл кезде бөлінген зат массасын Фарадей заңынан табады: $m = kq$.

Электромагниттік құбылыстар

6 -ТАРАУ

Жерді коршап тұрған магнит өрісі оны
ғарыштық сәулелерден қорғайды.

Магнит өрісі Жерді қалай қорғайды?



Электрөлшеуіш күралдардың көмегімен
электр тізбегін сипаттайтын ток күші, кернеу,
кедергі, қуат, т.б. шамаларды өлшейді.

*Электрөлшеуіш күралдардың жұмыс істеу
принципінің негізінде не жатыр?*



Өндірісте темір сынықтарын, басқа да
темір заттарды тасымалдау үшін электромаг-
ниттер кеңінен қолданылады.

*Электромагниттермен неге тек қана
темір нәрселерді тасымалдауга болады?
Олардың жұмысының негізінде не жатыр?*



Қазір өмірді электрлік көлктерсіз, электр-
қозғалтқыштарсыз, трансформаторсыз елес-
тету кын.

*Магниттік өзара жар әсір және электрқозғалт-
қыштарды не біріктіреді?*



6

§ 31. Тұрақты магниттер. Магнит өрісі



Тірек сөздер:

- ✓ **магниттер**
- ✓ **тұрақты магниттер**
- ✓ **магнит өрісі**
- ✓ **магнит өрісінің күш сзықтары**
- ✓ **Жердің магнит өрісі**



- Магниттер туралы не білетіндерінді еске түсіріндер. Магниттердің қандай негізгі қасиеттерін білесіндер?
- Шегелер магниттерге тартылады, одан соң шегелерге темір ұнтақтары тартыла бастайды. Неге бұлай болатыны туралы ойланып көрейікші?

Магниттер күнделікті қолданып жүретін құрылғыларда кеңінен колданылады. Магниттерге көзіміз үйреніп кеткені сондай, тіпті айналамызда қанша магнит барын да білмейміз. Ойланып карасақ, біздің пәтерімізде ондаған магниттер бар, олар электр ұстараларда, магнитофондарда, сағаттарда, шеге салған кораптарда да бар. Тіпті біздің денемізде ағып жаткан биотоктар айналамызда магнит өрісі күш сзықтарының ғажайып өрнектерін салады. Жер — алыш магнит. Күн — сары плазмалы шар, ол Жерден де үлкен алыш магнит. Телескоптармен әрен көрінетін Галактикалар мен тұмандықтардың үлкендігі сондай, олардың елшемдерін елестету кын, бірақ олар да магниттер. Термоядролық синтез, электр энергиясын магнитодинамикалық өндіру, зарядталған бөлшектерді синхрофазатрондарда үдету, суға батқан кемелерді шығару үшін ғаламат үлкен магниттер кажет. Заманауи физика мен техниканың негізгі өзекті мәселелерінің бірі күшті, аса қуатты магниттерді алу болыш табылады.

Магниттік өзара әсер туралы теренірек тоқталып, карастырайық.

Күшті магниттік заттардың магниттік қасиеттері көне заманнан белгілі болған. Қытайда үш мың жылдан артық уақыт бұрын магнит тілшесінің солтүстіктен онтүстікке қарай бағдарланып орналасатын қасиетін практикада колдана бастаған. Сол кездін өзінде бұл елдің ғалымдары көліктерге “бағыттауштар” орнатқан, олар колы тұрақты магниттің көмегімен ылғи онтүстікті көрсетіп тұратын адам мүсіні немесе қасық түрінде жасалатын (31.1-сурет).



31.1-сурет

Сендер бүгінгі сабакта:

- магниттердің негізгі қасиеттерін сипаттауды және магнит өрісін күш сзықтары арқылы графикалық түрде кескіндеуді үйренесіндер.



Магниттің қасиеттері көне грек елінде де әйгілі болған, оған біздің заманымызға дейін жеткен аныздар дәлел бола алады. Аныздардың бірінде темірден жасалған заттарды өзіне тартатын тау туралы айтылады. Теніздин жағалауында тұрган бұл тау оған жақын жүзіп келген кемелердегі темірден жасалған бұйымдарды, шегелерді өзіне тартып суырып алады екен, содан кемелер кирап, тенізшілер апат болған.

Б.з. V ғасырында көне қалалардың бірі Магнесияның маңында көптеп кездесетін магнетит минералының жіпке ілінген кесектері үнемі бір бағытта бағдарланып тұратыны белгілі болған (31.2-сурет). Сонымен катар бұл минералдың магниттік қасиеттері бар — ол өзіне темір, кобальт, никельден жасалған заттарды тартады. Магнит сөзінің өзі осы Магнесия қаласының атынан шыккан, “*magnetis lithos*” сөз тіркесі “Магнесияның тасы” мағынасын білдіреді (31.2-сурет).

Қазіргі кезде магниттердің екі түрі белгілі: *табиги* және *жасанды*. Табиги магниттерге темір кені, никель мен кобальттың корытпалары жатады. Никель, кобальт немесе темірден жасалған заттар электр тогының әсерінен магниттік қасиетке не болады. Олар жасанды магнитке айналады.

Магниттік қасиеттерін ұзак уақыт сақтаған тұра алатын заттар тұракты магниттер деп атапады. Олар жасанды магнитке жатады.

Тұракты магниттердің түріне қарай сипаттамалары мен қасиеттері де бір-бірінен өзгеше. Олардың кейбіреуі магниттелуін жеңіл жоғалтады, ал басқа біреулерінің магниттелуін жою кынға түседі. Кейбіреулері магниттелген соң аса күшті магниттік қасиетке не болса, басқа біреулерінің әлсіз болады. Тұракты магниттердің магниттік қасиеттері температурага тәуелді.

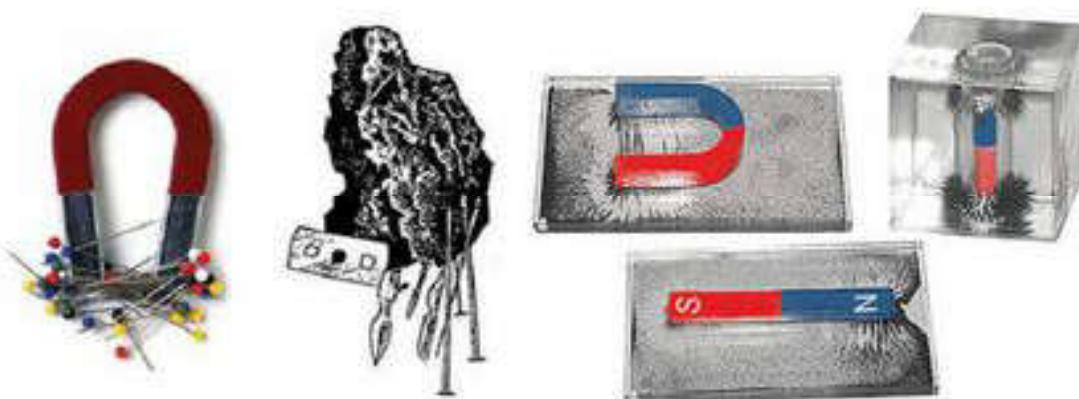
Тұракты магниттерді тек уш химиялық элементтерден және олардың корытпаларынан жасауға болады — темір, кобальт және никель.

Тәжірибе тұракты магниттің әртүрлі беліктері темір ұнтақтарын түрліше дәрежеде тартатынын (31.3-сурет) көрсетеді. Ен үлкен тарту күшіне магниттің ұштары не. Оларды магниттің *полюстері* деп атайды. Кез келген магниттің екі полюсі бар — *солтүстік* және *оңтүстік*. Солтүстік полюсін *N (North)*, оңтүстік полюсін *S (South)* әрпімен белгілейді.

Егер жұка жолак пішінді тұракты магнитті суда жүзіп журген ағаш тақтайшаның үстіне койса, ол бір ұшы жердің солтүстік полюсін,



31.2-сурет



31.3-сурет

екінші ұшы онгустік полюсін көрсететіндегі болып, бұрылып орналасады. Осы бакылаулардың нәтижесі компас жасауға түрткі болды. Алғашқы компастар Қытайда шамамен III ғасырда пайда болады. Еуропада компасты XII ғасырдан бастап қолдана бастады. Кейін Жердің магнит өрісінің әсерінен бағдарланатын магнит тілшелері жасалды.

Егер жылтыр үстелдің үстіне екі жолақ магнитті қатар қойса, олардың аттас полюстері тебіліп, әр аттас полюстері өзара тартылатынын көресіндер (31.4-сурет).

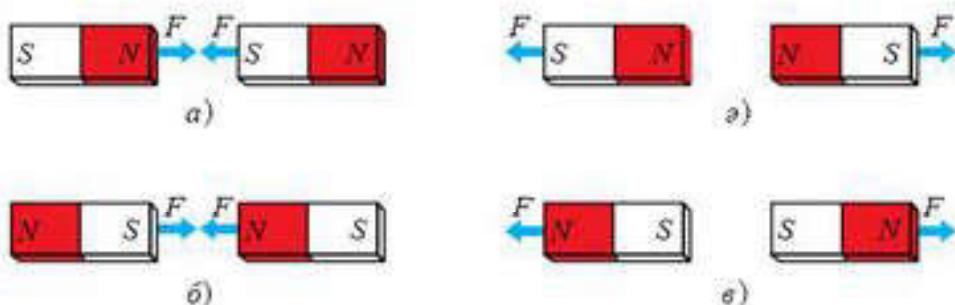
Магниттердің өзара әсері, олардың магнит тілшелеріне немесе темір ұнтақтарына әсері материалының ерекше түрі — магнит өрісі арқылы жүзеге асады.

Магнит өрісі деп электр тогы бар өткізгіштердің өзара әсерлесуін жүзеге асыратын материалының түрін айтады.

Магнит өрісінің бар-жоғын оның магнит тілшелеріне, темір ұнтақтарына әсері арқылы анықтаймыз.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Темір мен оның корытпаларынын, никель мен кобальттын күшті магниттегі қасиеттері оларды жоғары температурага дейін қыздырганда жойылады. Темір бұл кабілеттін 753°C -ка дейін қыздырганда, кобальт 1127°C -ка, никель 358°C температурада жоғалтады.



31.4-сурет



Мөлдір органикалық шынының (оргстекло) бетіне темір ұнтақтарын сеуіп, астына жолақ және таға тәрізді магниттерді орналастырайық. Ұнтақтардың түйік сзықтарды бойлай орналасатынын көресіндер (31.5-сурет). Магнит полюстерінің орнына байланысты осы сзықтардың пішіндері де әртүрлі болады. Магнит өрісінің күш сзықтарының суретін көру үшін шыныны жайлап саусақлен түртіп, ұнтақты сілкіп қою керек.



31.5-сурет

Магниттік өзара әсерді кескіндеу ынғайлы болу үшін ғалымдар “магнит өрісінің күш сзықтары” ұғымын енгізуі ұсынды.

Магнит өрісінің күш сзықтары — бұл ойша сзыылган кішкентай магнит тілшелерінің осытерін бойлай орналасқан сзықтар. Магнит өрісінің күш сзықтары түйік сзықтар, олардың басы да, аяғы да жоқ. Күш сзықтары магниттің солтустік полюсінен шығып, онтустік полюсіне кіріп жатады деп есептеледі. Магнит өрісінің бағыты магнит тілшесінің солтустік ұшының бағытымен бірдей.

Магнит өрісінің әсері үлкен аймактарда күш сзықтары жіп шоғырланады. Әрине, күш сзықтары шын мәнінде магнит өрісінде жок, олар ойша алынған сзықтар.

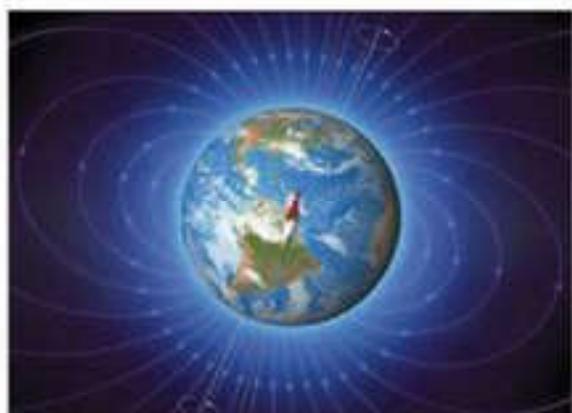


■ Магниттің ішіндегі күш сзықтарының бағыттары қандай болатыны туралы ойланып көріңдерші?

Көптеген тәжірибелерде темір ұнтақтары магнит тілшелердің қызметін атқарады, себебі олар магнит өрісінде магнитtelіп, магнит тілшесі сияқты болады.

Егер жолақ магнитті екі бөлікке бөлсек, олардың әркайсының екі полюсі болады, басқаша айтқанда, магниттердің әркашан екі полюсі болады: солтустік және онтустік.

Магниттің қасиеттерін зерттеу тарихымен танысайық. 1600 жылы ағылшын ғалымы Вильям Гильберттің “Магниттер, магниттік денелер және ұлы магнит — Жер туралы” деген еңбегінде Жердің магниттілігін түсіндіретін тәжірибе жөнінде жазды. Гильберт магнит кенінен шар жасап, шардың кішкене темір тілшеге калай әсер ететінін зерттеді. Гильберт кішкене темір тілшенің шар манында козғалысы жерге жақын орналасқан горизонталь осытен айнала алатын компас тілшесінің козғалысына ұксас екенін байқады, сондыктан од “Жер дегеніміз — алып магнит” деген корытындыға келеді.



31.6-сурет

4. Жер шары — үлкен магнит.

5. Бір ғана полюсі бар магнит болмайды.

Жердің магнит өрісі бар екенін француз физигі А. М. Ампердің зерттеулері дәлелдеді. Оны Жердің ядроында ширкуляция жасайтын дөңгелек токтар тудырады (31.6-сурет).

Жердің магнит және географиялық полюстері бір-біріне сәйкес келмейді. Онтүстік магнит полюсі *S* географиялық солтүстік полюске жақын, Виктория көлінің (Канада) солтүстік жағалауының маңында орналасқан. Солтүстік магнит полюсі *N* онтүстік географиялық полюске жақын. Антарктида жағалауларының маңында орналасқан. Жердің магнит полюстері жылжып отырады.

Жердің магнит өрісі — біздің планетамызды ғарыштық сәулелерден корғап тұрған көрінбейтін калқан. Ол зиянды бөлшектерді Жер бетіне жақыннатпай, планетаны айналып өтетіндегі бұрыш жібереді.

Мұны بілесіңдер

Жер бетінің кейбір аймақтарында оның магнит өрісі сол жерде орналасқан темір кендеріндегі магнит өрісінің салдарынан қатты өзгеріске ұшыраған. Осындай аймактың бірі — Ресейдің Курск облысы, оны Курск магнит аномалиясы дейді.

Тұракты магниттердің колданылу салаларын атап өтейік:

1) автомобилдердің электрогенераторларында;

2) радиомикрофондарда;

3) магнитофондарда;

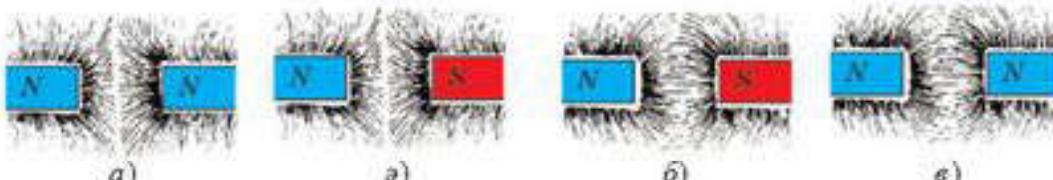
4) дыбыс зорайтқыштарда;

5) трансформаторларда;

6) тіс дәрігерлері тіс протездері орнықты тұру үшін магнитке орналасқан импланттар қолданады. Олар бір-біріне тартылып, қозгалмай тұрады.



1. Тұрақты магниттер өрісінде темір үнтақтарының орналасуын көрсөтмей тәжірибе жасаңдар. Тәжірибе нәтижелерін түсіндіріңдер.
2. Магнит полюстерінің әсерлесу ережелерін түжырымдаңдар
3. Өздерің компас жасап көріңдер. Ол үшін қандай заттар керек? Компастың жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.
4. Бір магнитпен көптеген болат таяқшаларды магниттеуге болады. Бұл таяқшалар ненің әсерінен және қалай магниттеледі?
5. Тәмендегі 31.7-суреттің қайсысында магнит өрісінің күш сыйықтары дұрыс бейнеленген?



31.7-сурет

6. Тәжірибе жасаңдар. Оргышыныға темір үнтақтарын сеуіп, астына жолақ магнитті әкеліп айналдырыңдар. Бақылаған құбылысты түсіндіріңдер.
7. 31.8-суреттегі "құралды" қандай мақсатта пайдалануға болады?



31.8-сурет



31.9-сурет

8. 31.9-суреттегі қатені табыңдар.
9. Жердің магнит өрісінің солтүстік шұғыланың пайдасы болуына әсері бар ма?
10. Солтүстік шұғыла неге тек Жердің полюсінде байқалады?
11. Неге магнит өрісі жоқ планетада тіршілік жоқ?
12. Екі бірдей болат біздің (спицы) біреуі магниттелген. Осы екі біздің гана пайдаланып, екеуінің қайсысы магниттелгенін қалай белуге болады?

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Бүтінгі сабакта не қызықтырды?	Қандай дағдыны қалыптастырындар?	Тақырыптарға тағы қандай ақпарат косар еліндер?	Қандай ақпарат бойынша сұрақтар туындауды?

§ 32. Тогы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғының магнит өрісі



Тірек сөздер:

- ✓ магниттік өзара әсер
- ✓ магнит өрісі
- ✓ магнит өрісінің күш
сызықтары
- ✓ оң қол ережесі



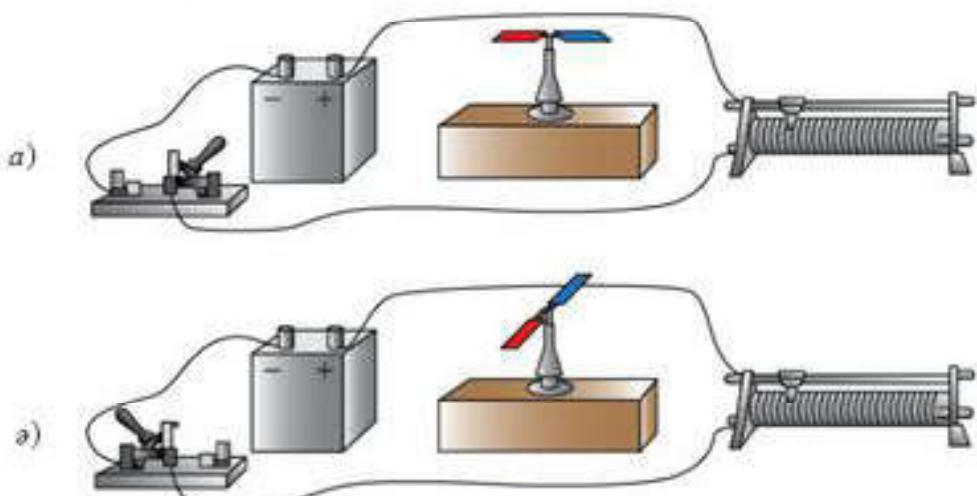
Сендер бүгінгі сабакта:

- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіріп, түзуток пен соленоидтың магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын анықтауды үйренесіндер.

1820 жылы дат физигі Эрстед тәжірибе жүзінде электр тогының магнит тілшесіне әсер ететінін байқады. Ол тогы бар өткізгіштің маңында магнит өрісі пайда болады деп болжады. Осы жаңалық физиканың жаңа белімі — электромагнитизмнің пайда болуына себепші болды.

Осы тәжірибеліңіз (32.1-сурет). Ток көзінен тартылған катты металл сымның жаңына иненің ұшына кигізілген магнит тілшесі койылған. Сымнан әлі ток журмей түрғанда тілше солтүстікті көрсетіп тұрады (32.1, a-сурет). Енді сымның ұштарын ток көзіне қосайық. Сонда тілше өзінің бастапкы қалпынан ауытқиды (32.1, a-сурет). Тілшені сымнан алғыс басқа жерге де қоюға болады, бірақ нәтиже өзгермейді: *тізбек тұйықталған кезде тілше бұрылып, сымга перпендикуляр орналасады.*

Эрстед тәжірибеліңін нәтижесін байлаша түсіндіреді: *тогы бар өткізгіштің айналасындағы кеңістікте магнит өрісінің әсерінен магнит тілшесі ауытқиды*. Сендер алдыңғы параграфтарда тұракты магниттің магнит өрісі болатынын сипаттай отырып, онымен танысады бастаған болатынсындар. Эрстед тәжірибесі өткізгіштің бойынан жүріп жаткан электр тогы оның айналасындағы кеңістікте магнит өрісін тудыратынын көрсетті.



32.1-сурет

Француз физигі А. М. Ампер токтардың өзара әсерлесуі қозғалмайтын электр зарядтарының өзара әсерлесуінен өзгеше деп есептеген. Ол параллель токтардың өзара әсерлесуін көрсететін тәжірибе жасады (32.2-сурет). Тәжірибелер токтардың өзара әсерлесуі магнит өрісі арқылы жүзеге асадынын көрсетті. Бойларынан бірдей бағытта ток өтіп жатқан өткізгіштер өзара тартылады, ал токтардың бағыты қарама-қарсы болғанда олар бір-бірінен тебіледі және олардың өзара әсер күштерінің сан мәні өткізгіштердің арақашыктығына тәуелді. Токтардың бұл өзара әсері магниттік өзара әсер деп, ал токтардың өзара әсер күші магниттік күш деп аталды.

Ампер мен Эрстед өздерінің тәжірибелерінде магнит өрісі тек кана тұракты магниттердің емес, электр тогының да айналасында және зарядталған бөлшектердің қозғалысы кезінде пайда болатынын көрсетті.

Магнит өрісі — бұл токтар мен қозғалыстың зарядтардың өзара әсерлесуін жүзеге асыратын материалының айрықша түрі.

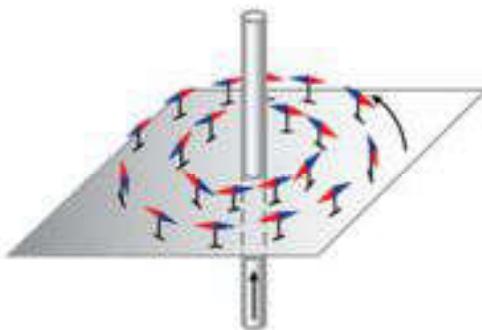
Есте сақта!

Козғалмайтын электр зарядтары электростатика өрісін, ал қозғалыстың зарядтар (ток) магнит өрісін тудырады.

Тогы бар түзу өткізгіш тудыратын магнит өрісі қандай болатынын карастырайык. Ол үшін мәлдір оргышының тесіп, одан түзу өткізгішті өткізіп, өткізгіштің бойынан ток жіберейік (32.3-сурет). Магнит тілшелері өткізгішті айнала шенберлердің бойымен орналасады. Егер өткізгіштегі токтың бағытын қарама-қарсы тілшелер бірден қарама-қарсы жакка бұрылады. Оргышынға магнит тілшелердің орнына темір ұнтағын себетін болсак, олар да өткізгіштің айналасында шенбердің бойымен, ал яғни ұнтақтар өткізгішке таяу жерлерде жүй, одан алыстаған сайын сирек орналасады (32.4-сурет). Бұл магнит өрісі өткізгіштен алыстаған сайын азая түсетінін көрсетеді.



32.2-сурет



32.3-сурет



32.4-сурет



32.5-сурет

Мұндай сзықтардың пайда болу себебі, олар магнитtelіп, кішкене магнит тілшелері сиякты күш сзықтарының бойымен орналасып, бұрылады да, сақина тәрізді кішкене шынжырлар күрайды. Сонымен, тогы

бар түзу өткізгіштің магнит өрісінің күш сзықтары өткізгішті айнала коршап жаткан концентрлі шенберлер болып табылады.

Магнит өрісінің күш сзықтарының бағытына магнит тілшесінің солтүстік ұшының бағытын алу келісілген. Мысалы, 32.3-суретте тілшелердің солтүстік ұштарының бағыты өрістің күш сзықтары сағат тілінің бағытына қарама-карсы екенін көрсетіп тұр.

Тогы бар түзу өткізгіштегі магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын он кол ережесі арқылы аныктайды. **Он қол ережесі**: егер түзу тоқты он қолдың алақанымен орай ұстасақ, бас бармақ тоқтың бағытын, ал қалған төрт саусақ магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетеді.

Осы ережені “*бұргы ережесі*” түрінде де тұжырымдауга болады: *егер бұргының ұшы тоқтың бағытымен қозгалса, оның сабының айнағы бағыты магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын көрсетеді*.

Сонымен, түзу өткізгіштен өтіп жаткан тоқтың магнит өрісінің күш сзықтары шенбер сиякты.

Енді спираль тәрізді өткізгіштен ток өткендеге оның магнит өрісі қандай болатынын карастырайық (32.5-сурет). Мұндай өткізгіш шарғы немесе *соленоид* деп аталады (грекше “*solen*” — түтік). Өткізгішті оргышыныға орналастырып, шыныға темір ұнтақтарын себейік (32.5-сурет). Суреттен ұнтақтар түйік сзықтардың бойымен орналасқаны және олар соленоидтің ішінде жиі орналасқаны анық көрініп тұр. Олай болса, соленоидтің ішіндегі магнит өрісі оның сыртындағы өрістен күштірек. Сонымен қатар, соленоидтің ішінде ұнтақтар түзу сзықтың бойымен орналасқан. Бұл соленоидтің ішіндегі өріс біртекті екенін көрсетеді.

Енді сымды цилиндр тәрізді катты беттің сыртына айналдыра тығыз орасақ, *шарғы* (катушка) аламыз. (32.6-сурет). Шарғының бойынан ток жіберіп, оған ұсақ шегелерді жакындастасақ, олар шарғыға тартылады.



32.6-сурет

Егер шарғының ішіне болат не темір өзекшені енгізсек, шарғыға тартылатын шегелердің саны әлдеқайда артық болатынын байқаута болады. Баскаша айтсак, өзекшени енгізген кезде магнит өрісі күшейеді. Электр окшауланған сым оралған өзекшесі бар шарғы электромагнит деп аталады. Баска шарттар бірдей болғанда, электромагниттің магнит өрісі өзекшесіз шарғының немесе соленоидтің өрісінен әлдеқайда күшті болады.



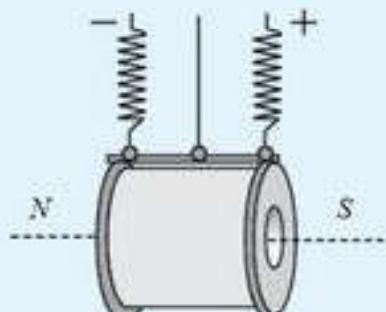
■ Соленоидке болат өзекше енгізген кезде неге оның магнит өрісі күшейеді?

Соленоидтен өткен ток алдымен темір өзекшени магниттейді. Магниттеген темір өзекше магнит өрісін тузызады, бұл өрістің бағыты соленоидтегі магнит өрісінің бағытымен бағыттас. Оны шарғыға тартылатын шегелер немесе скрепкалардың саны артқанына қарап-ақ байқасандар болады. Егер шарғыдан өтетін ток күшін арттырсак, онда магнит өрісі де артады.

Ток күшін өзгертпей, шарғының орамасындағы орам санын арттыра отырып та магнит өрісін күшетуге болады. Себебі орам саны артқан сайын әрбір орамның магнит өрісі бір-біріне косылып, нәтижесінде пайда болған магнит өрісі артады.

Мұны білесіндер

Жіпке ілінген шарғыдан ток өткенде ол Жердің магнит өрісінің әсерінен компастың тілшесі сияқты бағдарланып орналасады (32.7-сурет). Олай болса, тогы бар шарғының магнит өрісі Жердің магнит өрісінің әсерінен бағдарланады.

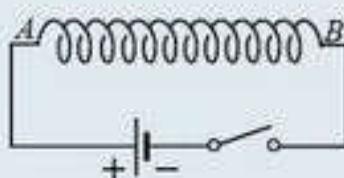


32.7-сурет

Шарғылар кассалық аппараттарда, билеттер мен чектерді кесуде, электркелтіргіштерде, телефон түтіктерінде, әртүрлі айырғыштарда, электрөлшеуіш күралдарда, зауыттарда жүк көтергіш мәшинелерде, магниттік айырғыштарда т.б. жерлерде колданылады.

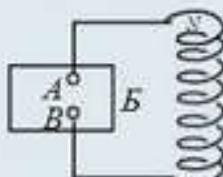


- Соленоид (бір қатар оралған сымды шарғы) арқылы ток өткен кездеңі шарғының полюстерін анықтандар (32.8-сурет).

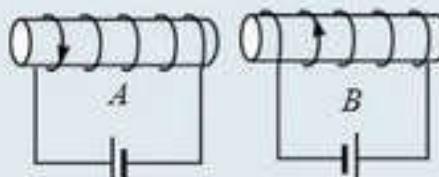


32.8-сурет

- 2.** Шарғыдағы токтың бағыты мен ток көзі полюстерінің таңбасын анықтандар (32.9-сурет). Солтүстік магнит полюсі шарғының жоғары ұшында орналасқан.
- 3.** A шарғының орамасы сағат тілінің бағытымен, ал B шарғының орамасы сағат тіліне қарама-қарсы бағытта оралған (32.10-сурет). Электромагниттердің сол жақ ұштарының полюстері бірдей болады ма? Түсіндіріңдер.



32.9-сурет



32.10-сурет



1. Эрстед тәжірибесінде магнит тілшесінің болуы неге маңызды?
2. Эрстед тәжірибесінің негізгі қорытындысы не?
3. Темір ұнтақтарын магнит тілшелері сияқты шенбер бойымен орналастыратын қандай күш?
4. Тогы бар өткізгіштің маңында күш өрісі бар екенін қандай тәжірибелер дәлелдейді?
5. Оргышының бетінен темір ұнтақтары себілген. Егер: а) оргышының бетін саусақпен түртсек, а) астына магниттің солтүстік полюсін, содан кейін онтүстік полюсін жақындалатсаң не байқалады?
6. Оң қол ережесі қандай мақсатта қолданылады?
7. Оң қол ережесінің орнына қандай ережені қолдануға болады?
8. Соленоидтің магнит өрісін зерттеу үшін нені қолданады?
9. Соленоидтің магнит өрісінің күш сзықтары қандай?
10. Тогы бар шарғының магниттік асерін қалай күшетуге болады?
11. Электромагниттің магнит өрісі неге соленоидтікінен күшті?
12. Қолдан магнит жасау тәсілін ұсынындар.
13. Соленоидтің полюстерін қалай анықтайды?



20-жаттығу

1. Дәптерге түзу өткізгішті сзызып, ондағы токтың бағытын көрсетіңдер.
2. Тогы бар түзу өткізгіштің магнит өрісінің күш сзықтарын сзызып, олардың бағытын көрсетіңдер. Бұл үшін қандай ережені қолданындар?
3. Шарғыны сзызып, ондағы токтың бағытын көрсетіңдер.
4. Шарғының магнит өрісінің күш сзықтарын сзызып, олардың бағытын көрсетіңдер. Бұл жерде қандай ереже қолданылғанын айтындар?
5. Егер: а) шарғының орам санын арттыrsa, ә) ондағы ток күшін арттыrsa, б) шарғыға болат өзекше енгізген кезде шарғыдағы магнит өрісінің күш сзықтарының сызбасы қалай өзгереді?

Осы тақырыпта нені мемгердіңдер?

Бүтінгі сабакта не қызықтырды?	Кандай дағдыны қалыптастырудындар?	Тақырыптарға тағы қандай акпарат қосар едіндер?	Кандай аппарат бойынша сұраптар туындауды?

§ 33. Электромагниттер және олардың колданылуы



Сендер бүгінгі сабакта:

- әртүрлі пішіндегі өткізгіштен өтетін токтар тудыратын магнит өрістерін салыстыруды;
- электромагниттердің әсер принципін үйренисіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ электромагнит
- ✓ электромагниттің магнит өрісі

Темір өзекше (оны *ферромагнит* деп те атайды) енгізілген шары электромагнит болып табылады (33.1-сурет).

Электромагнитті орамдарынан ток жүріп тұргандаған магнит деп карастыруға болады. Токтың бағытын өзгертуен электромагниттің полюстері де өзгереді.

Электромагниттің артықшылықтары :

1. Олардың өлшемдері микроскопиялық мөлшерден өте үлкен мәндерге дейін болуы мүмкін.
2. Электромагниттің орамасын ток көзіне қосып, ажырату арқылы оны тез магниттеп, керісінше, магниттік касиетінен айыруға болады.
3. Ток күшін, орам санын және өзекшенні өзгерте отырып, магниттік әсерді онша әсер ете қоймайды, сондыктан олар токтың оптималь мәнін ұстап тұра алады.
4. Токтың бағытын өзгертип, магниттік күштің бағытын да өзертүге болады.

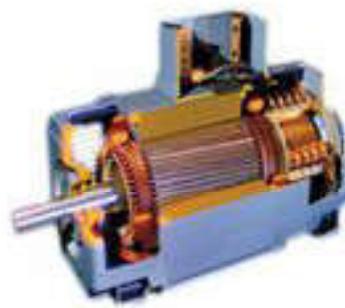
Міне, осы себепті электромагниттердің кең таралуын түсіндіруге болады, яғни электромагниттер колданылмайтын электротехниканың саласы жок. Мысалы, магниттік ажыратқыштарға температуралың өзгерісі онша әсер ете қоймайды, сондыктан олар токтың оптималь мәнін ұстап тұра алады.



33.1-сурет



33.2-сурет



33.3-сурет

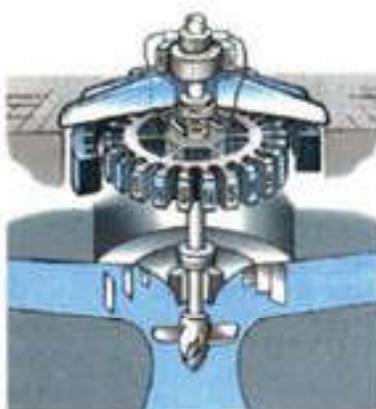
Электромагниттер және оларды қолдану. Электромагниттерді акпаратты сактау үшін жиі қолданады. Олар кез келген заманауи күралдарда пайдаланылады. Колонкаларда, дыбыс зорайтқыштарда, магнитофондарда ток күшінің бағыты мен шамасы өзгергенде магниттік күштің де өзгеретініне негізделіп, электромагниттер пайдаланылады.

Өмірде электромагниттердің кайда қолданады? Ен қарапайым қолданыс — бұл есіктің коныраулары (33.2-сурет) мен электромагниттік күльштар.

Күшті өріс тудыра отырып есікке электромагниттік кедергі жасауға болады. Электромагнит арқылы ток өтіп тұрғанда есік те жабық тұрады. Теледидарлар, компьютерлер, автомобилдер, лифтілер, кешіру аппараттары т.б. — осының бәрінде де электромагниттер қолданылады.

Заманауи өмірде электрқозғалтқыштар (33.3-сурет) мен генераторлардың маңызы өте зор. Мотор электр энергиясын қабылдап, оны кинетикалық энергияға айналдыру үшін магнитті пайдаланады. Генератор (33.4-сурет), керісінше, магниттер арқылы қозғалыс энергиясын электр энергиясына айналдырады.

Ауыр, үлкен металл заттарды көтеру үшін жүк көтергіш электромагниттер (33.5-сурет) қолданылады. Олардың көмегімен, мысалы, есік автокөліктердің пайдаға жарату үшін бір жерден екінші жерге көтеріп қоюға болады. Көлік катынастары саласында да электромаг-



33.4-сурет



33.5-сурет

ниттер кеңінен қолданыс табуда. Азия мен Еуропадағы темір жолдарда автомобилдерді тасымалдау үшін электромагниттерді пайдаланады. Бұл тәсіл оларды аса үлкен жылдамдықпен козғалтуға мүмкіндік береді.

Электромагниттер металл сыйнектарын сұрыптауда, шойын және басқа да қара металдарды түсті металдардан бөліп алуға мүмкіндік береді.



1. Тогы бар шарғылар қалай әсерлеседі?
- 2. Шарғының қай ұшы солтүстік және оңтүстік полюс екенін қалай ажыратуға болады?
3. Электромагниттер неге кеңінен қолданылады? Оз нұсқаларында ұсыныңдар.
- 4. Куаты 40 Вт электр шамына тізбектей жалғанған электр қоныраудың дауысы ақырын естіледі. Куаты (25 Вт немесе 60 Вт) қандай шаммен сұыстырылғанда қонырау қатты естілетін болады?
- 5. Суреттегі (33.6-сурет) құралдарды сыммен жалғастырыңдар. Соңда айыртышты (1) басқанда аккумулятор (2) арқылы қонырау (3) іске қосылатын болсын.



33.6-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Бүгінгі сабакта не қызықтырды?	Кандай дағдыны қалыптастырдыңдар?	Тақырыптарға тағы қандай ақпарат косар едіндер?	Кандай ақпарат бойынша сұраптар туындауды?

§ 34. Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері, электрқозғалтқыштар, электролишеуіш құралдар



Тірек сөздер:

- ✓ ампер тәжірибесі
- ✓ ампер күші
- ✓ сол қол ережесі
- ✓ магнит
- индукциясының векторы
- ✓ электрқозғалтқыш
- ✓ электролишеуіш құралдар
- ✓ электр магниттік реле



- Күнделікті өмірде біз электр тогын көп қолданамыз: трамвайлар, троллейбустар, электртауарлар, шансорғыштар, кір жуатын мәшинелер, т.б. Олар қалай жұмыс істейді? Оларды қозғалыска келтіретін не?

Ампер тогы бар параллель өткізгіштермен тәжірибе жасау арқылы олардың өзара әсері магнит өрісі арқылы жүзеге асатынын дәлелдеді. Тексеру үшін Ампер таға тәрізді түрлі магниттің полюстері арасында орналасқан тогы бар түзу өткізгішті қолданып, бірнеше тәжірибе жасады (34.1-сурет).

Өткізгіштен ток өткен кезде, Ампер магнит өрісі әркашан тогы бар өткізгішке қандай да бір күшпен әсер ететінін анықтады. Ток күшін өзгерте отырып ол ток күши артқан сайын магнит өрісі таралынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш те всетінін анықтады. Сонымен катар магнит өрісінде түрган өткізгіштің ұзындығы артканда оған әсер етуші күштің артатыны дәлелденді. Егер өткізгіш магнит өрісінің күш сыйыктарына перпендикуляр орналасса, оған әсер ететін күштің мәні максимал, ал параллель орналасқанда нөлге тең болады.



34.1-сурет

Сонымен қатар, магниттің өткізгішке әсер ететін күші магнит өрісінің өзіне тәуелді. Тәжірибелердің корытындылай келе, Ампер магнит өрісі тарапынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш өткізгіштегі ток күшине, оның актив бөлігінің ұзындығына (яғни өткізгіштің магнит өрісіндегі тұрған бөлігінің ұзындығына), магнит өрісінің шамасына тұра пропорционал және өткізгіштің магнит өрісінде орналасу бұрышына тәуелді екенін анықтады.

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

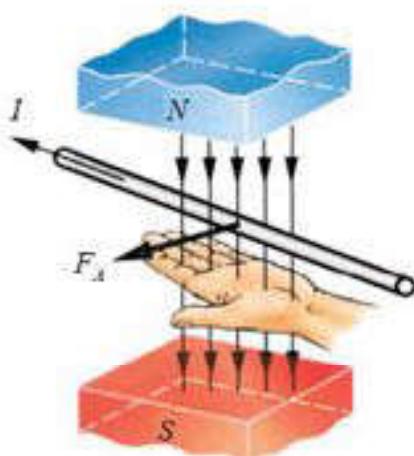
мұндағы I — өткізгіштегі ток күші, l — өткізгіштің магнит өрісіндегі тұрған бөлігінің ұзындығы, B — магнит индукциясының векторы (бұл шама магнит өрісін сипаттайтын), α — магнит өрісінің күш сызыктары мен өткізгіштегі токтың арасындағы бұрыш.

Магнит өрісі тарапынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш Ампер күші деп аталады.

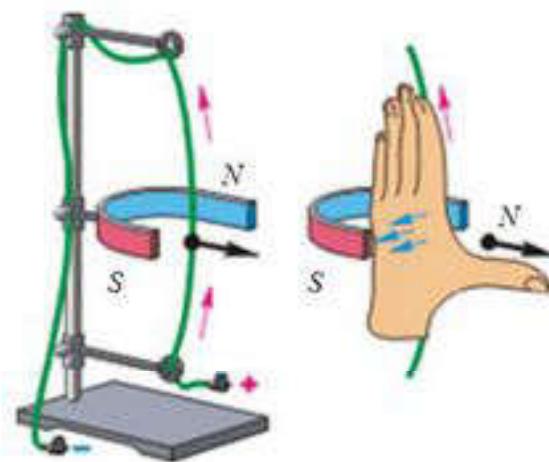
Магнит индукциясының векторы (\vec{B}) деп магнит өрісінің күштік сипаттамасы болып табылатын векторлық шаманы айтады. Өткізгіштегі токтың бағыты мен магниттің полюстері өзгергенде Ампер күшінің бағыты да өзгереді. Мысалы, 34.2-суретте Ампер күші солға қарай бағытталған, бірақ өткізгіштегі токтың бағыты өзгергенде Ампер күші онға бағытталады, яғни өткізгіш магниттен ығыстырылады. Сол сиякты, магнитті 90° -қа бұрғанда Ампер күшінің бағыты өзгереді.

Ампер күшінің бағытын сол қол ережесі бойынша анықтауға болады: егер сол қолды алақанга магнит өрісінің күш сызықтары кіретіндей етіп орналастырса, ал төрт саусақты токтың бағытымен бірдей бағыттаса, онда 90° -қа қайырылған бас бармақ Ампер күшінің бағытын көрсетеді (34.2-сурет).

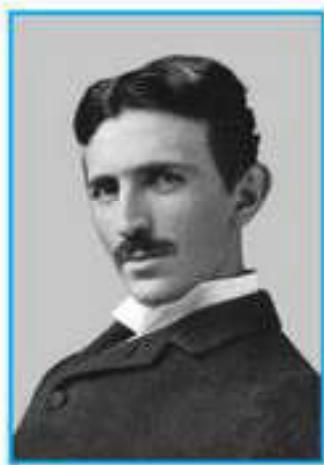
Осы ережені түсіндіретін тағы бір суретке назар аударайық (34.3-сурет).



34.2-сурет



34.3-сурет



Никола Тесла
(1856—1943)

Магнит полюстерінің арасында магнит өрісінің күш сзықтары солтүстік полюстен онтүстік полюске карай бағытталады. Полюстердің арасына койылған магнит тілшесі дәл осы бағытты керсетеді.

Олай болса, 34.3-суреттегі күш сзықтары алаканға кіріп жату үшін алақанды төрт саусакты жоғары қаратып, өзіннен әрі карай бұру керек. Сонда кайырылған бас бармак өткізгіштің онға карай жылжитынын керсетеді, тәжірибе де осыны дәлелдеді.

Енді неге өткізгіш күш сзықтарына перпендикуляр орналасқанда оған әсер ететін күш максимал болатыны түсінікті.

$$F_{\max} = BI \Delta l.$$

Осы өрнектен магнит индукция векторының физикалық мағынасын анықтауга болады.

Магнит индукция векторы деп магнит өрісі таратынан ұзындығы 1 м, бойынан 1 А ток өтіп жатқан өткізгішке әсер ететін күшке тең физикалық шаманы айтамыз .

$$B = \frac{F_{\max}}{I \Delta l}.$$

ХБ жүйесінде магнит өрісінің индукциясы **тесламен** (Тл) өлшенеді

$$[B] = [\text{Tl}] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \right].$$

Бұл өлшем бірлік сербия физигі Н. Тесланың күрметіне аталады.

Ол біртекті магнит өрісінде ұзындығы 1 м, бойынан 1 А ток өтіп жатқан және магнит индукциясы векторына перпендикуляр түрған өткізгішке 1Н күш әсер ететін магнит өрісінің индукциясына тең шама.

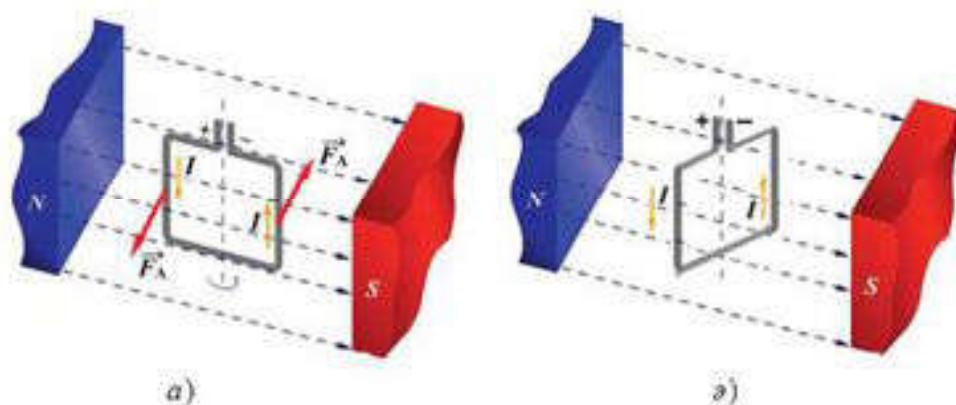


Таға тәрізді магнит полюстерінің арасына төртбұрыш рама тәрізді тогы бар өткізгіш қойындар (34.4-сурет).

Раманың оң және сол жақ қабырғаларына сол қол ережесін қолданып, оларға әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтандар (34.4, a-сурет). Ол күштер раманы сағат тіліне қарама-қарсы бағытта айналдыратын күшті туғызады, соның әсерінен рама жазықтығы магнит өрісінің күш сзықтарына перпендикуляр болатындағы бұрылып орналасады. Бұл тәжірибеден магнит өрісі раманы бұратынын байқайсындар.



- 34.4, ә-суреттегі рама тәрізді тогы бар өткізгіштегі токты ток көзінен ажыратсак, қандай құбылысты байқайсындар?



34.4-сурет

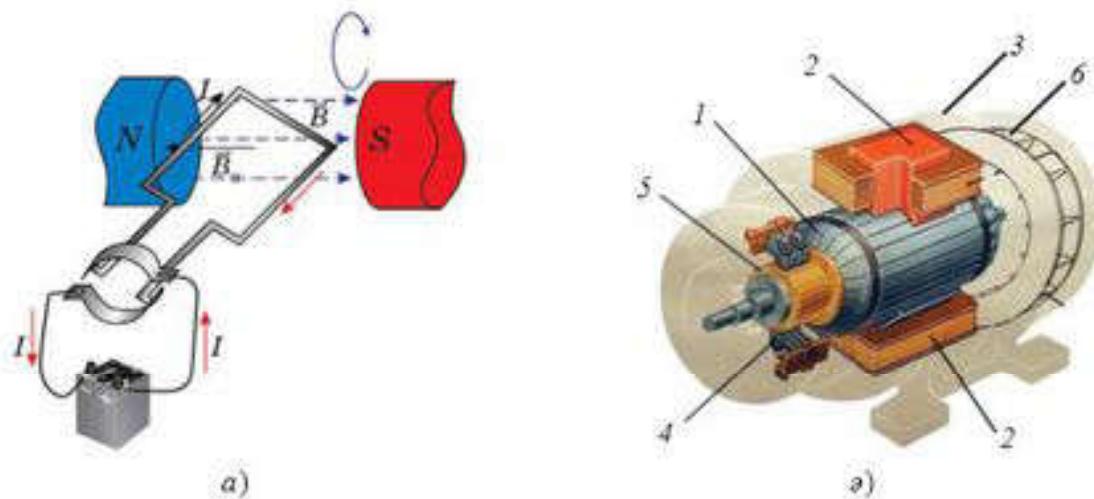
Рама магнит өрісінде қозғала отырып, 34.4, *a*-суретте көрсетілген жағдайға жеткенде токты ажыратып тастаса, ол өзінің инерциясы мен қозғалысын жалғастырады да, алғашкы орнына қайтып келеді (34.4, *a*-сурет). Енді токты қайта қоссак, рама тағы да бастапқы жағдайлардан өтіп, 34.4, *a*-суреттегі күйіне қайтып келеді. Осылай электрқозғалтқыштың үлгісін аламыз.

Есте сақта!

Раманың магнит өрісінде бұрылатын себебі, оның он және сол боліктеріне бір-біріне қарама-карсы бағытталған Ампер күштері әсер етеді. Бұл күштер раманың центрінен өтетін вертикаль оське қатысты айналдыруши момент тудырады. Мінеке, осы себепті рама бұрылады.

Электрқозғалтқыш — адамзаттың бага жетпес туындысы. Электрқозғалтқыштың әсер ету принципі қандай, ол қалай жұмыс істейді, құрылымы қандай?

34.5. *a*-суретте электрқозғалтқыш, ал 34.5, *a*-суретте оның жұмыс істейу принципі көлтірілген. Электрқозғалтқыштың негізгі бөліктері: 1-якорь (бойынан ток өтетін рама), 2-магнит полюстері, 3-қозғалтқыштың корпусы, 4-щеткалар, 5-коллектор, 6-вентилятор.



34.5-сурет



Борис Семенович
Якоби
(1801—1874)

Электрөлшеуіш
өрсінің айналуына

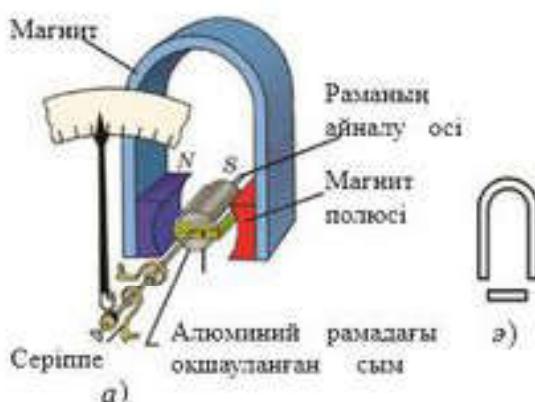
Электр тогының көмегімен механикалық козғалыс тудыру принципін толығырақ карастырайык. 34.5, *a*-суретте карапайым электромотор кескінделген. Біртекті магнит өрсіне сым раманы вертикаль орналастырып, ток көзіне қосайык. Сонда не болады? Рама бұрылышпен, қандай да бір уақыт аралығында инерциямен горизонталь қалпына дейін козғалады. Бұл нейтрал жағдай — елі нүктеде — бұл жерде өріс тарапынан тогы бар өткізгішке әсері нөлге тең. Козғалыс жалғасу үшін рамадағы токтың бағытын дер кезінде ауыстырып отыру керек. Осылынан коллектор камтамасыз етеді, ол әрбір жарты айналым сайын рамадағы токтың бағытын карама-карасы бағытка ауыстырып отырады. Құралдардың жұмысы тогы бар раманың магнит негізделген.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Алғашкы электркозгалтқышты жасап шыгарған Б. С. Якоби. Одан белек бұл дарынды енергетик шығарма жасаған алғашкы әрітергіш телеграф аппаратын ойлаң тапқан, гальванопластиканың негізін салушы.

Электркозгалтқыштарды магнитоэлектрлік және электромагниттік жүйе құралдары деп бөледі.

Магнитоэлектрлік жүйенің құралдары тогы бар раманың тұракты магниттің магнит өрсімен әсерлесуіне негізделген (34.6, *a*-сурет). Рамаға женіл тілше бекітілген. Өлшенетін ток күші негұрлым үлкен болса, рама да согұрлым үлкен бұрышқа ауытқиды, ал онымен бірге тілше де бұрылады. Сұлбаларда магнитоэлектрлік жүйенің құралдары 34.6, *a*-суреттегідей белгіленеді. Бұл жүйенің құралдары жоғары дәлдікке ие.

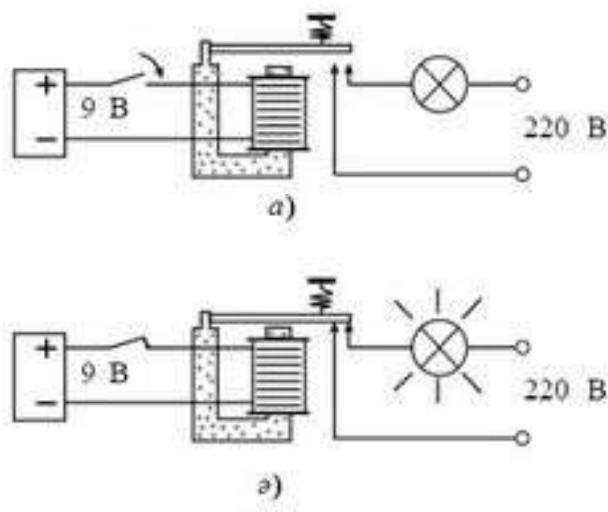


34.6-сурет

Электромагниттік құралдардың тағы бір колданылуы — **электромагниттік реле**, ол қуаты жоғары токты аз қуатты токтың көмегімен басқаруға арналған.

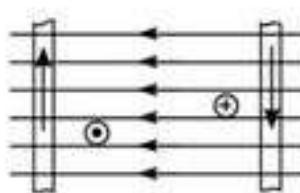
Электромагниттік реленің жұмыс істеу принципі шарғының орамдарынан электр тогы өткенде оның металл өзекшесінде пайда болатын электромагниттік күштерді пайдалануға негізделген.

Электромагниттің өзекшесінің үстіне жұка пластина (қозғалма-лы якорь) койылады, оған бірнеше қысқыштар бекітіледі (34.7-сурет). Бекітілген қысқыштарға қарама-карсы оларға жұп болатын қысқыштар орнатылады. Якорьды бастапқы жағдайда ұстап тұру үшін оған бекітілген серіппе колданылады. Электромагнитке кернеу түсіргенде якорь оған, серіппенің кедегісін жоя отырып, тартыла бастайды. Осы кезде құралдағы реленің құрылышына карай қысқыштар қосылады, не ажырайды. Егер кернеуді ажыратып тастаса, серіппе якорьды бұрынғы қалпына алып келеді. Осының әсерінен шам жанады немесе өшеді.

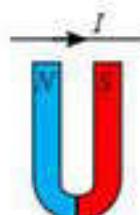


34.7-сурет

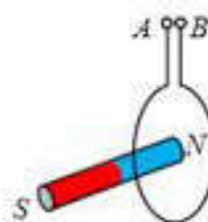
1. Ампер күші деп қандай күшті айтады?
2. Ампер күшінің әсер ету бағытын қалай анықтайады?
3. Магнит индукция векторының физикалық мағынасы қандай?
4. Тогы бар раманы магнит өрісінен қойғанда не болады?
- 5. Тогы бар раманың магнит өрісінде айналу қасиеті қай жерде пайдаланылады?
- 6. 34.8-суретте магнит өрісінде түрған төрт өткізгіш берілген. Осы өткізгіштердің әрқайсысы қалай қозғалады? Әр өткізгішке әсер ететін күш қалай қарай бағытталған?
- 7. Бойынан ток өтіп жатқан тұзу өткізгіш таға тәрізді магнит полюстерінің үстіне (34.9-сурет) орналастырылған. Өткізгіш барлық бағытта еркін қозғала алады. Ол магнит өрісінің әсерінен қозғала ма?
- 8. Бойынан ток өтіп жатқан, жінішке жілкे үлінген дөңгелек өткізгішке магнитті солтүстік полюсімен жақындатайық (34.10-сурет). Өткізгіш тартыла бастайды. Өткізгіштегі токтың бағыты қандай?



34.8-сурет



34.9-сурет



34.10-сурет

Осы тақырыпта нені мемгердіндер?

Бүтінгі сабакта не қызықтырыды?	Қандай дағдыны қалыптастырындар?	Тақырыптарға тағы қандай акпарат косар едіндер?	Қандай акпарат бойыниша сұраптар туындауды?

§ 35. Электромагниттік индукция. Генератор



Тірек сөздер:

- ✓ **электромагниттік индукция**
- ✓ **индукциялық ток**
- ✓ **индукциялық генераторлар**
- ✓ **Қазақстанның электр энергиясы**



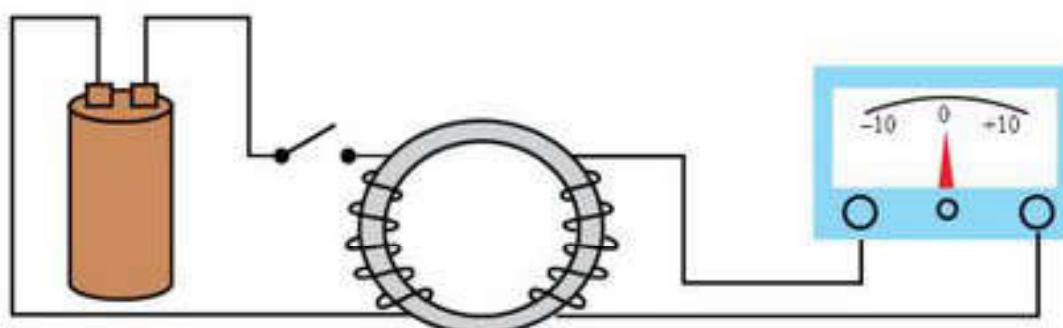
- Откен сабактардан сендер электр тогы магнит өрісін тудыратынын білдіндер. Қалай ойлайсындар, керіншे, магнит өрісінің көмегімен электр тогын тудыруға бола ма?

Ампер мен Эрстед тогы бар өткізгіштің айналасында магнит өрісі пайда болатынын дәлелдеген соң, көптеген ғалымдар “магнит өрісінің көмегімен электр тогын алуға бола ма?” деген сұраққа жауап іздей бастады. Ағылшын физигі М. Фарадей осы бағытта 10 жыл жұмыс істеп, нәтижесінде 1831 жылы жетістікке жетті.

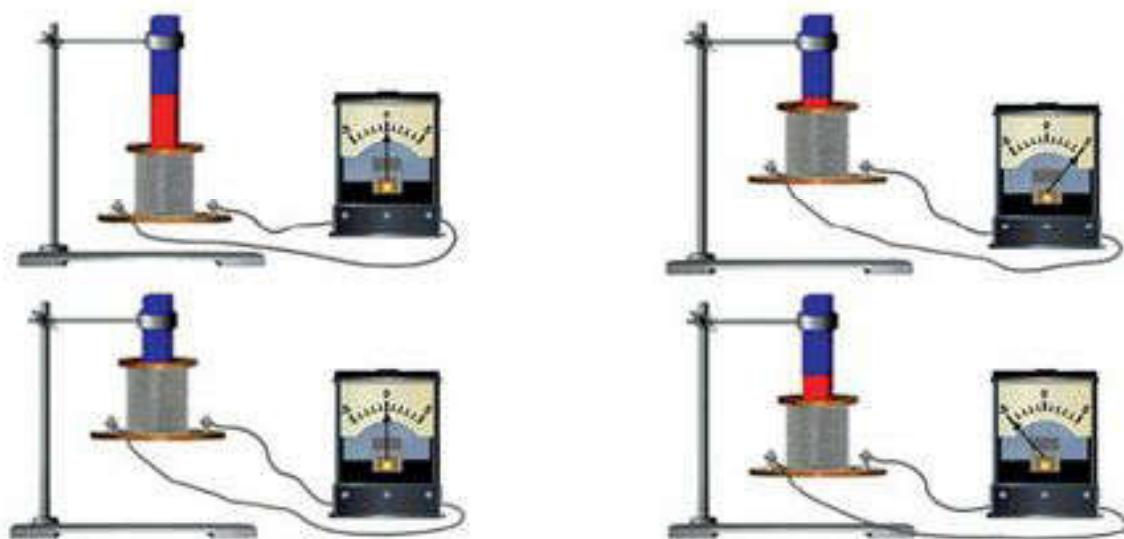
БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

М. Фарадей магнит өрісінің көмегімен электр тогын алу мәселеі туралы ұмытпазу үшін үнемі қалтасына магнит салып жүреді екен.

Фарадей мынадай тәжірибе жасады: темір сакинаға бір-бірінен оқшауланған екі мыс сымнан жасалған шарғыны орады; бір шарғыны сакинаның бір жартысына, екінші шарғыны сакинаның екінші жартысына (35.1-сурет) орады. Ол бір шарғыны гальвани элементіне қосып, ток өткізді, екінші шарғының ұштарын гальванометрмен түйіктады. Фарадей бірінші шарғыны ток көзіне қосқан және ажыраткан мезеттерде (темір сакина магниттеліп, немесе магниттелуін жойып оты-



35.1-сурет



35.2-сурет

рады) гальванометрдің тілшесі нөлден ауытқып, аз уақыт тербелген соң, тез токтайтынын байқады. Бұдан “магнит өрісі өзгерген кезде екінші шарғыда өте қысқа мерзімге электр тогы пайда болады” деген корытындыға келді.

Фарадей тағы да бір тәжірибе жасады. Ол шарғыға тұракты магнитті енгізіп, содан кейін оны суырып алды (35.2-сурет). Сол мезетте шарғыда ток пайда болатыны байқалды.

Фарадей мынадай корытындыға келді: кез келген айнымалы магнит өрісі түйік контурда электр тогын тудырады, бұл токтың әсері кәдімгі гальвани элементтерінен алынатын электр тогымен бірдей.

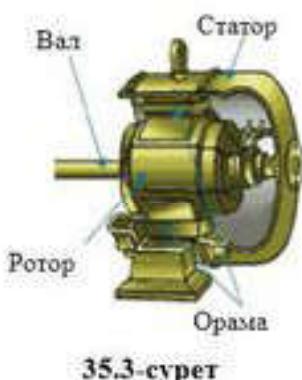
Магнит өрісінде қозғалатын (немесе айналасындағы магнит өрісі қозғалатын тыныштықта тұрган) өткізгіштеге электр тогының пайда болу құбылысы электромагниттік индукция деп аталады. Осылай пайда болған ток индукциялық ток деп, ал оны алатын құрылғы индукциялық электрордвигатель деп аталады. Мұндай генераторларда қозғалыстағы өткізгіштің (немесе магниттің) механикалық энергиясы электр энергиясына айналады.

Осы тәсіл шамамен 100 жылдан астам уақыт бойы өндірістік көлемдегі электр энергиясын алуда қолданылып келеді.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

“Индукция” термини латынша “*inductio*” сөзинен шыккан, ол “түркі болу” (мысалы, кандай да бір ой туындауна тұртқі болу) мағынасын билдірелі. Тұртқі болу, туындау, индукциялық токтың пайда болуы — синоним сөздер.

Индукциялық электрордвигательдерінің негізгі бөліктері 35.3-суретте көрсетілген. Статор — генератордың қозғалмайтын бөлігі. Рамкамен жасаған тәжірибеде статор магниттің полюстері мен қысқыштары бо-



Лып табылады, рамка магнит полюстерінің арасында орналасқан. Ротор — генератордың айналып тұратын бөлігі. Ол бір ғана рамка емес, көптеген сым орамдардан тұрады. Куатты генераторлардагы статорда бекітілген сым орамдар козғалмайды, ал магнит өрісі роторға бекітілген электромагниттермен бірге айналып тұрады. Барлық ірі электростансыларындағы генераторлар осылай жұмыс істейді.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Су электростансында бегеттен төмен құлаған су генератордың валын секундина 1—2 айналым жүрілкеппен айналдырады. Егер роторда бір ғана индукциялық орама болса, алынатын электр тогынын жүрілігі небәрі 2—4 Гц болар еди, оны ендірісте пайдалана алмаймыз. Сондыктan 50 Гц жүрілік ату үшін бірнеше ондаған индукциялық орамалар колданылады.



- Егер магнит қозғалмай тұрып, шарғы оған қатысты қозғалса да магнит өрісі өзгереді. Онда индукциялық ток пайда бола ма? Осыны 35.4-суретті пайдалана отырып, ез беттерінмен тексеріндер.

Бірінің бойымен ток жүріп жатқан, ал екіншісі гальванометрмен түйікталған екі шарғымен де тәжірибе жүргізуге болады. Екі шарғының қайсысы қозғалса да (35.5-сурет) екінші шарғыда ток пайда болады.

Осындай көптеген тәжірибелер магнит өрісі өзгергенде кез келген түйік контурда электр тогы пайда болатынын көрсетті. Ол ток индукциялық деп аталады.

Фарадей өз тәжірибелерінде егер магниттің қозғалу жылдамдығын арттыrsa, индукциялық ток күші де артатынын анықтады. Индукция-



лық токтың бағытын **Ленц ережесі** бойынша анықтайды: *өзгермегі магнит өрісінде тұрған тұйық контурда пайда болатын индукциялық ток әрқашан өзінің магнит өрісімен сыртқы магнит өрісінде өзгерісін тоғықтырып отыратындағы бағытталады.*

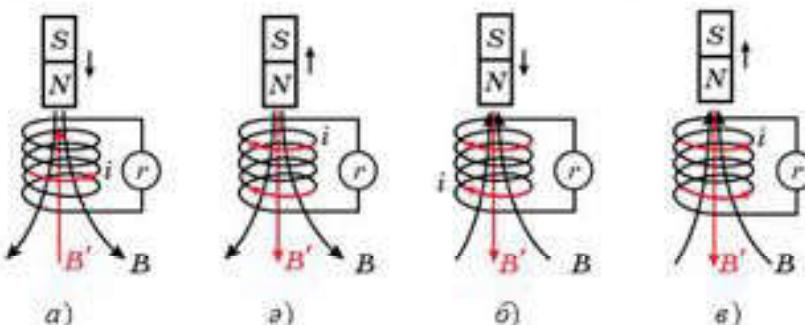
Бұл ережені орыс физигі Э.Ленц тұжырымдаған болатын. Ленц ережесін қолданудың бірнеше мысалдарын көрастырайық.

35.6-суретте магнитті шарғыға енгізген кезде, шарғының орамдарын тесіп өтетін магнит өрісі артады. Олай болса, шарғыда пайда болатын индукциялық ток өзінің магнит өрісі сыртқы өрісті азайтатындағы болып бағытталады (яғни индукциялық токтың магнит өрісі жоғары бағытталған).

Енді оң кол ережесін пайдаланып, шарғыдағы индукциялық токтың бағытын анықтайық (ол сағат тілінің бағытына карсы бағытталған).

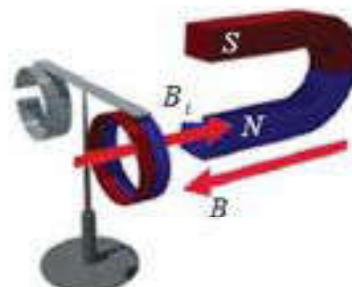


- Осы айтылғандарға сүйеніп, 35.6, а, а, б, в-суреттердегі шарғыдан өтіп жатқан индукциялық ток неге олай бағытталатынын түсіндіріндер.



35.6-сурет

35.7-суретте Ленц ережесін демонстрациялайтын құрал көрсетілген. Магнитті сақинаның ішіне енгізгенде онда пайда болатын токтың магнит өрісі сыртқы магнит өрісіне карсы бағытталатыны жақсы көрініп түр. Сол себепті сақина магниттен тебіледі. Егер магнитті сақинадан суыратын болсак, сақина магнитке ілесе қозғалады.



35.7-сурет

 Ленц ережесін қолданып сақина неге бұлай қозғалатынын түсіндіріндер. Егер магнитті кесілген (тұтас емес) сақинаға жақыннатса, ол қозғалмайды. Неге екенін түсіндіріндер.

Фарадей ашкан электромагниттік индукция күбылдысы электр энергиясын өндіретін индукциялық генераторлардың жұмысының негізінде жатыр. Бұл генераторлар электростансыларында орналастырылады.

Гидро электрстансыларында жоғарыдан төмен ақкан судың энергиясы, жылу электрстансыларында отынның энергиясы, жел электрстансыларында желдің энергиясы, атом электрстансыларында атом энергиясы **электр энергиясына** айналады.

Қазақстанның барлық электрстансыларының тағайындалған қуатының қосындысы 20 мың МВт жуық, ал жұмыс істеп тұрған (факт бойынша) қуаты шамамен 15 мың МВт. Қазақстан жылына шамамен 91,9 млрд кВт · сағ электр энергиясын өндіреді. яғни Қазақстанның электрмен қамтамасыз етілуі жылына 4 мың кВт · сағ/адамға жуық, ал Ресейде бұл көрсеткіш шамамен 6,7 болса, АҚШ-та -14, Қытайда -3,5.

Өкінішке орай, электр стансыларының көпшілігі тағайындалған қуаттан аз мөлшерде энергия өндіреді. Тек 2012 жылы ғана Қазақстан 1991 жылғы электр энергиясын өндіру деңгейіне жетті (шамамен 87,4 млрд кВт · сағ).

Электрстансылардың түріне карай Қазақстанда электр энергиясының шамамен 72% көмірден, 12,3% — гидроресурстардан, 10,6% — газдан, 4,9% — мұнайдан өндіреді. Сонымен электрстансыларының осы төрт түрі барлық электр энергиясының шамамен 99,8% өндірсе, қалған 0,2% баламалы энергия көздерінің үлесінде. Бүгінгі таңда энергетика саласында электр энергиясының баламалы көздерін жасап, оны пайдалану жобаларын жасау қолға алынып жатыр.

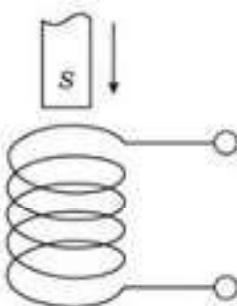
Электр энергиясының тұтынуышылары: өндіріс (шамамен 70%), күнделікті тұрмыста (~10%), көлік (~6%), қызмет көрсету саласы (~8%).

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

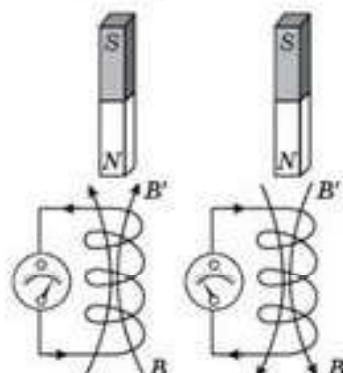
Куатты индукциялық генераторлар шамамен (15—20) кВт көрнеудегі ток өндіреді және олардың ПӘК-і 97—98%-ға тең.



1. Шарғыдағы индукциялық токтың бағытын анықтап, қысқыштардағы полюстерді белгілендер (35.8-сурет).
2. 35.9-суретте көрсетілген магниттердің қозғалыс бағытын анықтаңдар.



35.8-сурет

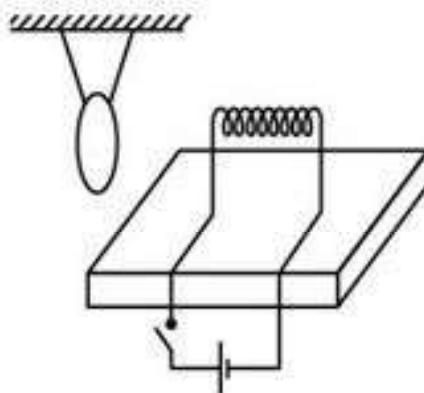


35.9-сурет

- 3. Жолақ магнитті серіппеге іліп, тербеліске түсірейік. Осы кезде магнит шарғыға еніл, қайта шығып отырады. Ал шарғының қысқыштары осциллографқа (тербелістерді бақылауға арналған құрылғы) жалғанған (35.10-сурет). Осциллографтың экранындағы кескіні нені білдіреді?
- 4. Шарғының жаңында тұбық мыс сақина жіңішке ұзын жілкө ілініп тұр (35.11-сурет). Шарғы үстелге бекітіліп, тұрақты ток көзіне қосылған. Алғашында шарғы ток көзінен ажырап тұрады. Тізбекті тұбықтағанда сақина қалай қозғалады? Жауапты түсіндіріңдер. Түсініктемеде қандай физикалық құбылыстар мен занұлықтарды қолданыңдар?



35.10-сурет



35.11-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Бүтінгі сабакта не кызықтырды?	Қандай дәғдымны калыптас- тырдындар?	Тақырыптарға тәғі кандай ақпарат қосар едіндер?	Қандай ақпарат бойынша сұрақтар туындалды?

Тараудың маңыздылары

Электромагниттік құбылыштар

Откізгіштен ток өткенде әрқашан магнит *өрісі* пайда болады. Магнит өрісін күш сзықтарымен кескіндейді. Магнит өрісінің күш сзықтары — откізгішті орап жаткан түйік сзықтар.

Магнит өрісінің күш сзықтарының бағытын *он қол* (немесе бұргы) ережесімен аныктайды. Егер он колдын бас бармағын токтың бағытымен бағыттас ұстасан, онда откізгішті орай ұстаған төрт саусақ магнит өрісі күш сзықтарының бағытын көрсетеді. Осы бағытты өрістің зерттеліп отырған нүктесіне койылған кішкене магнит тілшесі солтустік полюсті көрсетеді. Откізгіштегі токтың бағыты өзгергенде күш сзықтарының бағыты қарама-қарсы бағытка өзгереді.

Электромагниттер — ішінде темір не болат өзекшесі бар шарғыға оралған откізгіштер. Электромагниттер магнит өрісінің энергиясын жинақтайтын қасиетке ие.

Тұракты магниттер — темірден, болаттан, басқа да заттардан жасалған денелерді өзіне тартатын және осы қасиетті ұзақ уақыт сактайтын денелер. Магниттердің екі полюсі бар — *солтустік* және *онтустік*. Полюстерде магнит өрісі барынша күшті. Тұракты магниттің магнит өрісінің күш сзықтары түйік. Олар солтустік полюстен шығып, онтустік полюске кіреді және магниттің ішінде түйікталады.

Жер және басқа да аспан денелері тұракты магниттер болып табылады, яғни олардың айналасында магнит өрісі бар.

Магнит өрісі тогы бар откізгіштерге, яғни қозғалыстағы зарядтарға әсер етеді. Электролшеуіш құралдар мен электрқозғалтқыштардың жұмысы осыған негізделген.

Барлық электрқозғалтқыштар айналмалы (ротор) және қозғалмайтын бөліктерден (статор) құралған. Қолданылуына байланысты оларға электромагниттерді немесе тұракты магниттерді орналастырады. Коллектор — ротордың әрбір айналымы кезінде токтың берілуін реттейтін кондырығы.

Электромагниттік индукция — магнит өрісінде қозғалатын немесе айнымалы (өзгермелі) магнит өрісінде қозғалмай тұрған откізгіштегі индукциялық токтың пайда болу құбылышы.

Жарық құбылыстары

7 -ТАРАУ

Жарық құбылыстары мен оптикалық аспаптар адам өмірінде маңызды орын алады. Жарықтың таралу зандарын адамдар құрылым саласында және әртүрлі оптикалық аспаптар жасағанда пайдаланады.



Күнделікті тұрмыста айналар мен линзаларды көп қолданамыз. Олардың комегімен қатай кескін алуға болады?



Күнделікті өмірде біз кемпіркосақ, дисперсия, жарықтың сынуы мен шағылуы, сағым, Күн не Ай тұтылуы спектты көптеген оптикалық құбылыстарды байқаймыз.

Осы құбылыстарды адамдар қатай пайдаланады?



7

§ 36. Жарықтың түзу сыйыкты таралу заны



Тірек сөздер:

- ✓ **күн сәулесі**
- ✓ **жарық көздері**
- ✓ **жарықтың түзу сыйыкты таралуы**
- ✓ **Күннің тұтылуы**
- ✓ **көлеңкелер**



- Сендер күн сәулелері өзара қызылсады және бағыттарын өзгертуестен, түзу сыйыктың бойымен таралатынын байқаған боларсындар. Мұны қалай түсін-друге болады?

Сендер бүгінгі сабакта:

- көлеңкенің пайда болуын, Күн және Айдың тұтылуын график түрінде кескіндеуді үйренесіндер.



Жарық күбылыстары біздің өмірімізде манызды рел аткарады. Жарық денелерді жарыктандырады, қыздырады, химиялық әсер етеді, заттан электрондарды жұлдып шыгара алды, сонын салдарынан электр тогы пайда болады. Күн сәулесінің энергиясы Жер бетіндегі ағаштар мен өсімдіктердің өсуіне үлкен септігін тигізеді, сонымен катар күн батареялары арқылы жарық энергиясын электр энергиясына турлендіруте болады, онымен үйлерді, жылдыжайларды жылтырады.

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Шамамен уш күннің ішінде Күннің Жерге беретін энергиясы Жер койнауындағы барлық отын түрлерінің бере алатын энергиясымен бірдей. Ал әр секунд сайын Жерге Күннен жететін энергия мөлшері шамамен 170 млрд Дж-ге тең. Бұл энергияның басым белгілі атмосферада, бұлттарда жұтылады және шашырайды. Оның тек үштен бір белгілі Жердің бетінде жетеді. Күннен шығатын толық энергия оның Жерге жететін белгілінен шамамен 5 млрд ессе көп екен. Күн энергиясының осы азгана белгілінің озі барлық басқа энергия көздері беретін энергиядан шамамен 1600 ессе артык.

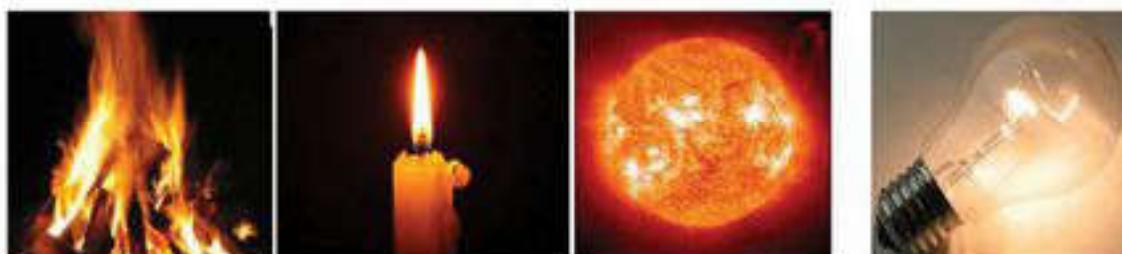
Жарық деген не? Бұл сұрактың жауабын адамдар көне заманнан бері іздең келеді. Мысалы, Аристотель “жарық — көзден шығатын бір нәрсе” деп ойлады. Оның ойынша жарық сәулелері денені сипап өтіп, бакылаушыға оның пішіні мен сапасы туралы акпарат береді. Бірақ ол адам неге каранғыда көрмейтінін түсіндіре алмады. Пифагордың мектебінде “Күн сәулелері кою және сұйық эфир арқылы өтеді, ал көз денеге қарай жүретін флюидтер шыгарып, сол арқылы адам көреді” деп есептеген. Демокрит “денелерден шығатын ұсак белшектер көзге түсіп, сол арқылы көз көреді, яғни әрбір заттан ұдайы сол денеге ұксас қабыршықтар шыгады” деп тұжырымдаған. “Бұл

қабыршықтар — дененің “ұлғілері”, көзге түскенде дененің пішіні мен түрін қалыптастырады” деп санаған. Ғалымдар XVII ғасырға дейін “түстер жарық пен каранғылықтың әртүрлі пропорцияда араласуының нәтижесі” деп есептеген.

Ағылшын физигі И. Ньютон 1672 жылы жарықтың корпускулалық теориясын жасап шығарды. Бұл теорияға сәйкес, *жарық дегеніміз — жарқыраган денелерден шығатын ұсақ, жылдам ұшатын бөлшектердің* (корпускулалардың) ағыны. Бұл теория жарықтың шағылуы мен сыйнусын, оның тұзу сыйыктың бойымен таралуын жаксы түсіндіріп берді, бірақ жарықтың толқындық касиеттерін түсіндіре алмады. 1690 жылы голланд физигі Г. Х. Гюйгенс жарықтың толқындық теориясын жасап, оған сәйкес “жарық — ерекше орта эфирде таралатын тербелістер” деді.

Қазір жарық дегеніміз 300 000 км/с жылдамдықпен таралатын электромагниттік толқын екені белгілі, оны жарық көздері тудырады.

Жарық көздері деп көрінетін жарықты шыгаратын денелерді айтамыз. Кез келген денені жоғары температураға дейін қыздырсақ ол жарық шығарады, яғни қызған денелер жарық көздері болып табылады. Оларды жытулық жарық көздері деп атайды. Мұндай жарық көздеріне Күн, алау, қыздыру шамы т.б. жатады (36.1-сурет).



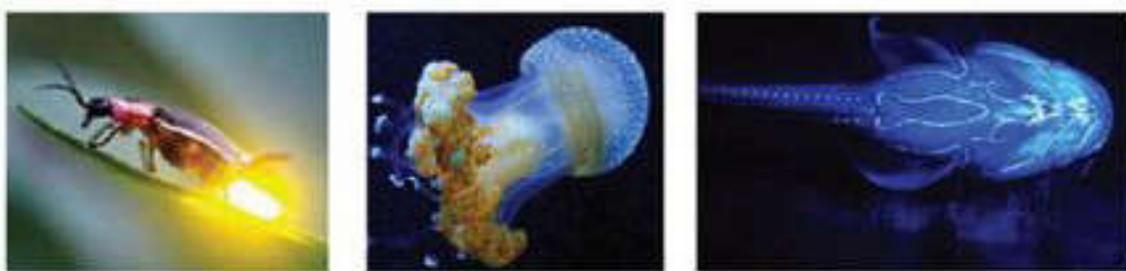
36.1-сурет

Сонымен катар сүйк жарық көздері де болады. Олар көрінетін сәулелерді (жарықты) адамдарға үйреншікті коршаған ортандың температурасында шығарады. Яғни, сүйк жарық көздері — бөлме температурасына жуық температурада жарқырайтын денелер. Мысалы, теледидардың экраны, энергия унемдегіш шамдар, компьютердің немесе ұялы телефонның экраны т.б. (36.2-сурет). Олар баска энергия түрлерін жарық энергиясына түрлендіреді.



36.2-сурет

Күндізгі жарық шамдары да сұық жарық көздеріне жатады. Тіпті жарқырайтын тірі организмдер де бар. Олар да сұық жарық көздеріне жатады. Мысалы, жазғы түнде ормандагы жарқырауық коныздар және кейбір терен суда мекендейтін балықтарды жатқызуға болады (36.3-сурет).



36.3-сурет

Жарық көздерін *табиғи* және *жасанды* деп бөледі. Табиғи жарық көздеріне көрінетін жарықты шыгару қабілетіне не болатын материалық объектілер мен құбылыстар жатады. Табиғи жарық көздерінен бөлек, адамдар ойлан тапқан және дайындаған жарық көздері, яғни жасанды жарық көздері де бар.

36.1-кестеде табиғи және жасанды жарық көздерінің мысалдары келтірілген.

36.1- кесте

Табиғи жарық көздері	Жасанды жарық көздері
Күн мен жұлдыздар. Шұғылалық жарқырау. Жарқырайтын жәндіктер Терен суда мекендейтін балықтар, есімдіктер, шіріктер, Найзагай, фосфор.	Алау, шырак, факел. Электр шамдары. Жарнамалық газразрядты түтіктер. Теледидар экранының жарығы, Люминесцентті бояулар.

Көптеген денелер жарық көзі болғандыктан емес, өзіне түскен жарық шағылатындықтан жарқырайды, мысалы Ай мен айналар.

Физикада нүктелік жарық көзі деген ұғым жіңі колданылады. Бұл не?

Ол есепті шыгару кезінде өлшемдерін ескермеуге болатын жарық шығарып тұрған денені *нүктелік жарық көзі* деп атайды. Нүктелік жарық көзіне жұлдыздарды, шырактың жалынын, кішкене шамды т.б. жатқызуға болады. “Нүктелік жарық көзі” ұғымы жарық құбылыстарын зерттеуді женилдету үшін қажет.

БҰЛ ҚЫЗЫ!

XVIII ғасырда Куба аралының жағалауына жакындаған калған ағылшын кемелері аралда жанып тұрған көптеген шамдарды көріп, аралда тұратын адамдардың саны көп екен деп ойлан көрі кайткан. Шын мәнінде ол жай гана жағалаудағы ұшып жүрген жарқырауық коныздар еді.

Испандық-америкалық соғыста американцы дәрігерлер отаны бетелкеге салынған жарқырауық коныздардың жарығымен жасаған деген есептіктер бар.

Жарықтың таралу процесстері геометриялық оптика бөлімінде карастырылады. Бұл бөлімде жарықтың таратуы геометриялық зандылыштарға сүйеніп зерттеледі, ал жарықтың табиғаты карастырылмайды. Геометриялық оптиканың негізгі ұғымдарының бірі — “жарық сәулесі” ұғымы. Бойымен жарық көзінен келген жарық энергиясы тарайтын сызық жарық *сәулесі* деп аталады. Жарық сәулесі жарық көзінен басталады (36.4-сурет).

Геометриялық оптиканың зандары ерте заманда жарық сәулелерін бакылау нәтижесінде тұжырымдалып, тәжірибе жүзінде тағайындалған. **Геометриялық оптиканың төрт негізгі заны бар:** жарықтың тузу сызықты таралу заны; тәуелсіз жарық сәулелерінің таралу заны; жарықтың шағыту; сыну зандары.

Жарықтың тузу сызықты таралу заны: біртекті мөлдір ортада жарық тузу сызықтың бойымен таралады деп тұжырымдалады.



36.4-сурет

Мұны білесіңдер

Суды мөлдір орта деп санаймыз. Себебі, су жарықты еткізетіндіктен, судың ішіндегі денелерді керуімізге болады. Үйдің терезелері де мөлдір және жарықты еткізеді, сондықтын біз айнектің арғы жағындағы заттарды көреміз. Үйдің қабырғалары мөлдір емес және жарықты еткізбейтіндіктен, қабырғаның арғы жағындағы заттарды көре алмаймыз.



- 36.5-суреттегі фотосуреттің көмегімен жарықтың тузу сызықты таралатының қалай дәлелдеуге болады?
- 36.5-суреттегі жарықты еткізетін және еткізбейтін денелер бар ма? Түсіндіріңдер.
- Қараңғылық пен көленкенің айырмашылығы бар ма?
- 36.6-суреттегі фотосуреттің көмегімен қандай зандылықты дәлелдеуге болады?



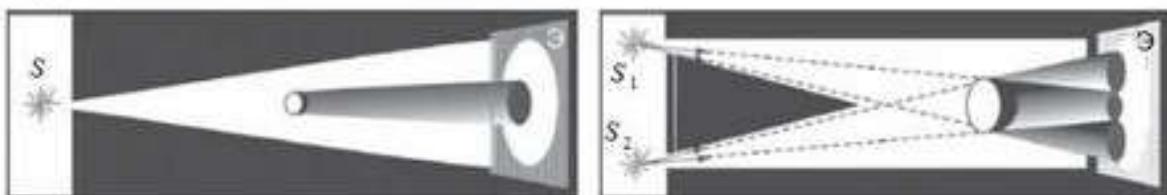
36.5-сурет



36.6-сурет

Жарыктың түзу сыйыкты таралуы көленке мен шала көленкенің құбылыстарын түсіндіреді.

Көленке — бұл мәлдір емес нәрсенің сыртындағы жарық энергиясы түспейтін кеңістіктің белгі. Күн ашық кезде адамдардың, ағаштардың, гимараттардың т.б. нәрселердің айқын көленкелерін көруге болады. Нүктелік жарық көзінен шығатын жарық шоғының жолына мәлдір емес нәрсені қоятын болсақ, оның артында көленкелер пайда болады (36.7-сурет), ал экранда нәрсенің контурын кайталайтын көленке көрінеді. Егер жарық көзі ұзыншак болса, нәрсенің сыртында жинақталған көленке пайда болады. Ал мәлдір емес нәрсені екі жарық көзімен жарықтандыrsa, уш көленке пайда болады. Оның бірі — толық көленке, кеңістіктің бұл белгіне екі жарық түспейді. Қалған екі көленкенің коюлығы азырак, себебі кеңістіктің бұл беліктеріне екі жарық көзінің бірінен жарық түседі. Бұл шала көленке деп аталады.

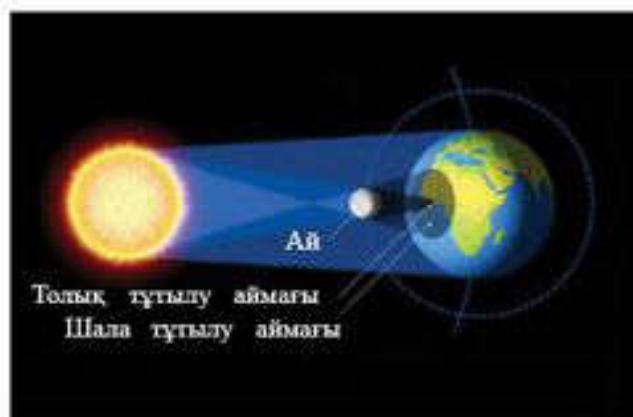


36.7-сурет

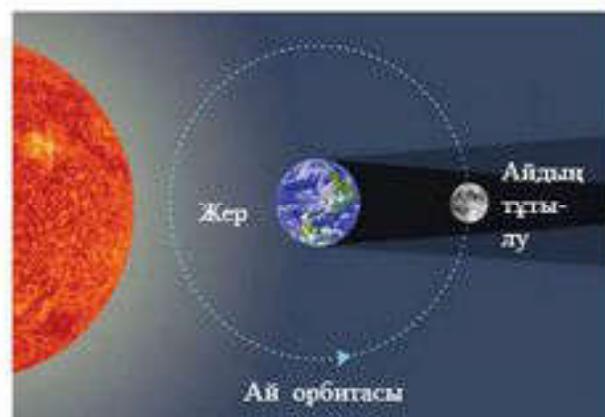
БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Шамамен б.з.д. 300 жылдарда көне грек философы Евклид “жарық түзу сыйыкпен таралады” деп есептеген. Ол — көленкенің пайда болуын алғаш рет түсіндірген ғалым. Егер жарық көзі мен бакылаушы адамның көзінің арасына мәлдір емес нәрсені қойса, түзу сыйыкты таралып келе жатқан жарық жолындағы нәрсені айналып ете алмайды, сондықтан жарық көзі көрінбейді. Корыта келе, Евклид “кеңістіктегі жарық түспейтін аймакта көленке пайда болады” деп тұжырымдады. Ежелгі грек және Египет колонналары бар гимараттарды салған кезде жарыктың түзу сыйыкты таралатынын ескеріп отырған.

Күннің және Айдың тұтылулары. Айдын және Күннің тұтылуын жарыктың түзу сыйыкты таралу занына сәйкес түсіндіруге болады. Күн жарық түсіретін планеталар мен олардың серіктеріне көленке және шала көленке түсіреді. Мысалы, Айдын көленке конусының максимал ұзындығы 384 000 км, ал Жердің көленке конусы кеңістікте 33 млн км-ге дейін созылып жатыр. Егер Ай Жерді айнала қозғалған кезде Күн мен Жердің ортасына келіп қалса, ол Күннің бетін жауып калады да, Күн тұтылады (36.8-сурет). Ол тек Айдың толық көленкесі (толық тұтылу) немесе шала көленкесі (шала тұтылу) түсken жерлерде байқалады. Күннің толық тұтылу ұзақтығы әртүрлі болуы мүмкін, әдетте, ол 2—3 мин. Күннің тұтылуы тек жана Ай туылған кезде болады.



36.8-сурет



36.9-сурет

Егер Айдын Жерді айналу орбитасы Жердін Күнді айналу орбитасының жазықтығында жатса, олар әрбір жана ай тутан кезде осы күбылдыс байқалатын еді. Бірақ Ай орбитасының жазықтығы Жер орбитасының жазықтығымен 5° бүрыш жасайды, сол себепті тұтылу тек қана Ай Жер мен Ай орбиталар жазықтықтарының қиылсысуының маңында болғанда ғана байқалады.

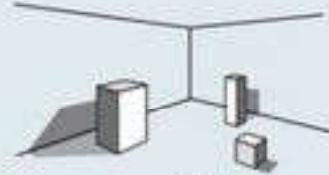
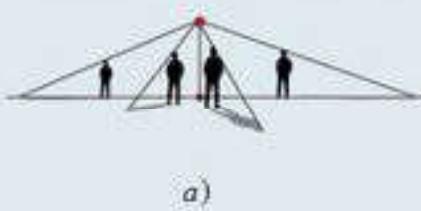
Толық Күн тұтылу жер бетінде бір жарым жылда бір рет байқалады, бірақ ол берілген бір жерде өте сирек қайталанады. Жер мен Айдын қозғалысы жеткілікті түрде зерттелгендіктен, тұтылу уақытын онай есептеп шығаруға болады.

Айдын тұтылуы Жердің көлеңкесі Айға түскенде байқалады (36.9-сурет).

Сәулелердің тәуелсіз таралу заңы — бұл геометриялық оптиканың екінші заңы. Бұл заң былай тұжырымдалады: жарық сәулелері бір-бірінен тәуелсіз таралады және қызылтықтан кезде бір-бірінің одан ері қарай таралуына әсер еттейді (36.10-сурет).



- Суретшілер дене көлеңкесінің суретін салған кезде жарықтың түзу сызықты таралуы заңдылығын қолданады. 36.11, а)-суреттегі көлеңкеге қарап бұл заңды қалай пайдаланатынын түсіндіріндер?
- Ал 36.11, а, б)-суреттерде көлеңкеге қарап, жарықтың түзу сызықты таралуын қолданып жарық көзін табуға бола ма?



36.11-сурет



1. Жылулық жарық көздерінің сүйк жарық көздерінен айырмашылығы қандай?
2. Қоленке қалай пайды болады?
3. Шала қоленке деген не?
4. Нарсенің қоленкесінің өлшемдері неге байланысты?
5. Күндізгі жарық шамдарына тіке қарауға болады, олар көзді бұлдыраттайды, неге? Бұны қалай түсіндіресіңдер?
6. Ота жасаған кезінде хирургқа қоленке кедергі жасамас үшін жарық көзін қалай орналастырган дұрыс?
7. Неге сыншылтагы окушылардың үстеліне сол жағынан жарық түсетіндей етіп орналастырады? Түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Не үйренилдір?	Кандай тәжірибе көбірек ойтандырды?	Шығармашылық қабілеттерінді не шындалды?	Кандай тұлғалық қызығушылықтарын ояңды және олар қалай бағытталды?

§ 37. Жарықтың шағылуы, шағылу зандары. Жазық айналар



Тірек сөздер:

- ✓ жарықтың шағылуы,
- айналық және
- бұлыштыр беттер,
- ✓ шашыраңқы және
- айналық шағылу,
- ✓ жазық айна

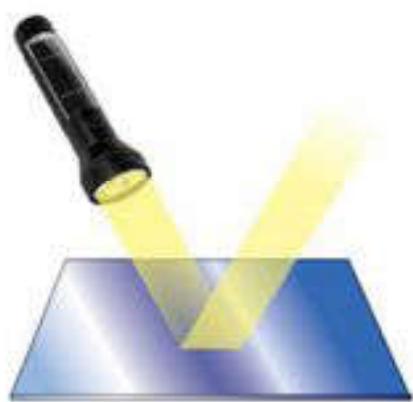
Сендер бүгінгі сабакта:

- жарықтың шағылу құбылысын оқып-үйренесіндер және оның зандарын тәжірибе жүзінде тағайындастырайдар.



Булдіршін кезден бері әрбіреуің айнамен “күн шұғыласын тусіріп” ойнаған шығарсындар. Сонда айнаның орналасуы өзгерген кезде одан шағылған күн сәулесінің бағыты да өзгеретінін бакылау қызықты болатын (37.1-сурет).

Күн шұғыласы неге бұлай козгалатыны туралы ойлап көрдіңдер мей? Барлықтарың күнделікті тұрмыста, жеке тазалық гигиенасын сактаған кезде айнаны колданасындар (37.2-сурет). Осы жағдайлардың бәрінде сендер жарықтың шағылу құбылысымен кездесесіндер. **Жарықтың шағылуы** деп екі түрлі ортаның шегарасына түскен кезде жарық сәулесінің таралу бағытының өзгеру құбылысын айтады. Бұл жағдайда жарық сәулесі алғашкы ортаға кайта оралады.



37.1-сурет



37.2-сурет



37.3-сурет



Осы құбылдысты жан-жақты қарастырып, тәжірибе жасайық. Арнайы шайбага (дөңгелекке) бекітілген кішкене айнага оған түргышылған перпендикулярмен 50° бұрыш жасайтын 1-сәулені түсірейік (37.3-сурет). Мұндай сәулені түскен сауле деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышын тусу бұрыши (α) деп атайды. Сонда сендер жарық сәулесі бұрынғы бағытынан ауытқып, алғашқы ортаға (a) айнага түргышылған перпендикулярмен 50° бұрыш жасай, қайта оралатынын көресіндер. Осы 2-сауле шағылған сауле деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышы шағылу бұрыши (γ) деп аталаады.

Тусу бұрышын өзгерте отырып, сендер әрқашан тусу бұрышы шағылу бұрышына тең болатынын көресіндер. Оның үстіне, түскен сәуле мен шағылған сауле бір жазықтықта (берілген жағдайда ол шайбаның жазықтығы) жататынын байқауға болады.

Сонымен, тәжірибе жүзінде жарықтың екі шағылу заңын тағайындаады:

1. Түскен сауле, шағылған сауле және сәуленің тусу нүктесінде шағылдыруышы бетке түргышылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады .

2. Тусу бұрышы шағылу бұрышына тең .

$$\alpha = \gamma. \quad (37.1)$$

Шағылудың екі түрі бар: *дұрыс* (айналық) және *шашыранды* (диффузиялық). Тегістелген, жылтыр беттен шағылу дұрыс немесе айналық шағытуға жатады . Айналық беттер деп параллель түскен сәулелер параллель сәулелер түрінде шағылдыратын беттерді айтады . Түрлі айналық беттердің шағылу карқындылығы да әртүрлі болады . Мысалы, тегістелген күміс айна өзіне түскен сәуленің 96%-ын, ал тегістелген жылтыр кара бет жарық энергиясының тек 1%-ын ғана шағылдырады . Яғни, бұл жағдайда параллель жарық шоғы шағылғаннан кейін де параллель сәулелер шоғы түрінде әрі қарай тарапатынын көруімізге болады (37.4-сурет).



37.4-сурет



37.5-сурет

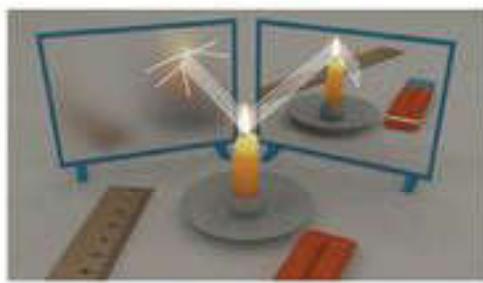
Шашыранды немесе диффузиялық шағыту — бұл кедір-бұдыр беттен шағыту құбылысы (мұндай беттің әркелкілігі жоғары). Диффузиялық шағылу кезінде параллель жарық шоғы әртүрлі бұрышпен жан-жакқа шашырап шағылады. Жарықты барлық бағытта біркелкі шашыратын шағылдыратын бет тегіс, мөлдір емес бет деп аталады. Дәл мұндай беттер болмайды, бірақ соған ұксас беттер бар, мысалы бор. Жарық түскенде кез келген дененің кедір-бұдыр бетіне қарасак, оны көреміз (37.5-сурет), ал таза айнаның жылтыр бетіне қарасак, айнаның бетін көрмейсіндер, оның есесіне айнадағы өзіміздің және басқа да нәрселердің кескіндерін көрүте болады (37.6-сурет).

Диффузиялық және айналық шағылудың айырмашылығы 37.7-суретте көрсетілген.

Осы себепті кинофильмдер проекцияланатын экрандардың бетін айналық емес, кедір-бұдыр етіп жасайды. Жарық кедір-бұдыры өте ұсак беттерден, мысалы суретке немесе жазуга арналған қағаздардан, гипстең, бордан өте жақсы шашырайды. Шаң-тозанда, тұман болған кезде жарық күшті шашырайды. Айналық шағылғанға қарағанда шашыранды шағылған жарық көзді шаршатпайды.

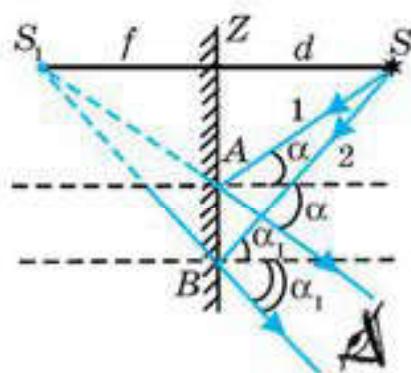


37.6-сурет



37.7-сурет

Жазық айна. Айналық шағылу айналарда көнінен колданылады. Айналардың жазық және сфералық түрі бар. Жылтыр тегістелген шағылдырығыш қабаттен қатталған, қисықтық радиусы шексіздікке ұтылғанын бет жазық айна деп аталаады. Жарық көзі S нүктенің Z жазық айнадағы кескінін салайық (37.8-сурет). Айнага 1-және 2-сәулелерді бағыттайык. Бұлардың екеуі де айнадан шағылады, бірақ бізге олар S_1 нүктесінен шығып жаткандай көрінеді. Осы S_1 нүктесі S нүктесінің кескіні болып табылады.



37.8-сурет



S нүктесінен Z айнага дейінгі қашықтық Z айнадан S_1 , кесінге дейінгі қашықтыққа тең, яғни

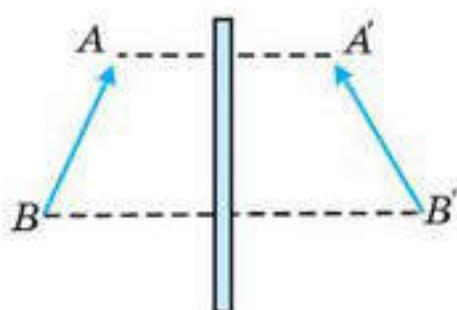
$$d = f \quad (37.2)$$

болатынын дәлелдендер.

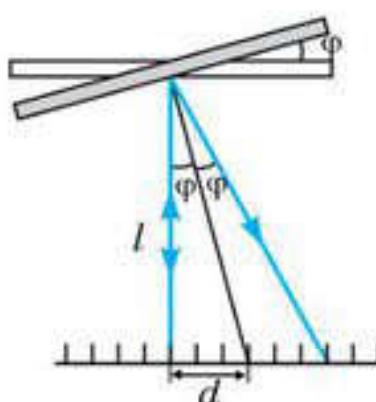
Бұл — жазық айнаның формуласы. Формуланы қорытып шығару үшін шағылу зандарын және геометрия пәнінен алған білімдерінді колданындар. Жазық айна нәрсенің жалған кескінін береді.

Жазық айнадағы кескін оның айналық симметриясы (37.9-сурет) болып табылады.

Жазық айнаны айналық санақ үшін колданады (37.10-сурет). Мысалы, сендерге өте аз шаманы өлшеу керек болсын. Жарық сәулесі айнага 90° бұрышпен түссін. Мұндай жағдайда шағылған сәуле де түскен сәуленің бойымен, бірақ оған қарама-карсы бағытта таралады. Егер айнаны Φ бұрышқа бұрса, сәуле 2Φ бұрышқа ауытқиды және $\operatorname{tg} 2\Phi = \frac{d}{l}$. Егер бұрыш өте аз болса, айнаны микроскоптың тубусының ішіне орналастырады.



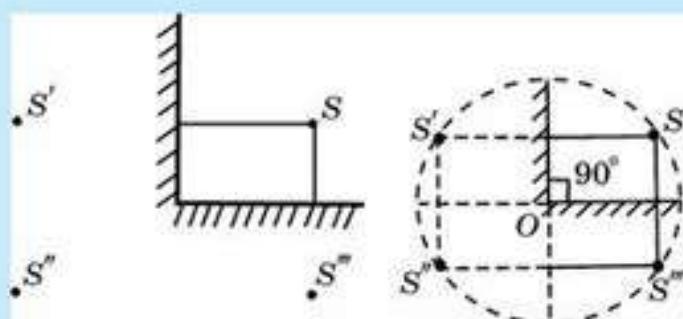
37.9-сурет



37.10-сурет

БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Өзара перпендикуляр екі айнаның алдында жарық көзі орналасқан (37.11-сурет).



37.11-сурет

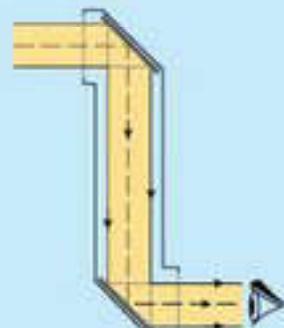
Сендер жарық көзінің қанша кескінін көріп тұрсындар? Тәжірибे үш кескін пайда болатынын көрсетеді. S' — жарық көзінің бірінші айнадагы, ал S'' екінші айнадагы кескін болсын. S''' — бүл бірінші айнадагы кескін S' -тың екінші айнадагы кескіні. Ол бірінші айнадагы S'' кескінімен дәл келеді. Сонымен, центрі O нүктесінде орналасқан шенбердің бойында үш кескін алыны. Олай болса, өзара перпендикуляр екі айна беретін кескіндердің санын есептейтін формууланы оның алтуға болады: $N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$.

Айналар бір-бірмен кез келген α бұрыш жасай орналасқанда пайда болатын кескіндер саны мына формуламен аныталады:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1. \quad (37.3)$$

Осыны тәжірибеде тексеріндер.

Жазық айналарды көбінесе жасырын жерден бақылау жүргізуға арналған құралдарда — перископтарда колданады (37.12-сурет).



37.12-сурет

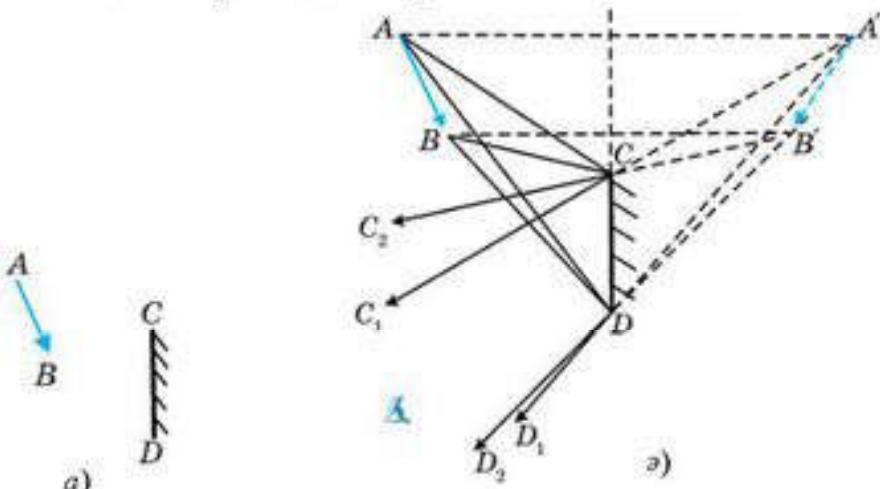


1. Жарықтың шағылуы деп қандай құбылышты айтады? Ол қандай заңдарға бағынады?
2. Сендер шағылудың қандай түрлерін білесіндер?
3. Қандай айна жазық айна деп аталаады?
- *4. Жазық айнаның формуласын қорытып шығарыңдар.
5. Жазық айна қандай кескін береді?
- *6. Жазық айна нақты кескін беруі мүмкін бе?
7. Тұсу бұрышы деп қандай бұрышты айтамыз?
8. Шағылу бұрышы деп қандай бұрышты айтамыз?
9. Шағылу заңдарының мағынасын түсіндіріңдер.

Есеп шығару мысалдары

1. AB нәрсе мен CD айна 37.13, α -суреттө көрсетілгендей орналаскан. Айнадағы AB нәрсенің кескінін салындар. Нәрсенің кескінін тұтастай көру үшін көзді қай жерде орналастыру қажет?

Шешуі. A нүктесінен шықкан сәулелер айнадан шағылған соң CC_1 , және DD_1 (37.13, α -сурет), ал B нүктесінен шықкан сәулелер айнадан шағылған соң CC_2 , мен DD_2 , түзулерімен шектелген жолактын ішінде тарадады (мұны шағылу зандарын колданып, онай анықтауға болады). Нәрсенің барлық нүктелерінен шығатын сәулелер тек CC_1 мен DD_2 , түзулерінің арасындағы кеңістіктің әрбір нүктесінде қылышып жатады. Егер көз CC_1 мен DD_2 , түзулерінің арасындағы жолактын ішінде орналасса, ол нәрсенің тұтас кескінін түтел көреді. Осы есептен басқа жеке есеп шығады: адам айнадан өзінің тұла бойын түтел көру үшін жазық айнаны қай жерге қою керек?



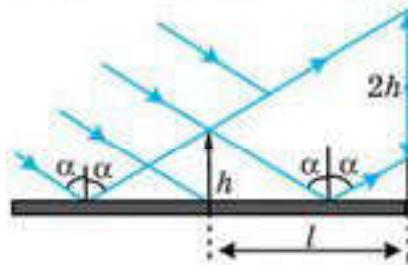
37.13-сурет

2. Жарық сәулелері горизонталь жатқан жазық айнадан шағылышпен вертикаль экранға туседі. Горизонталь айнаның бетінде жалпақ дене жатыр. Вертикаль экрандағы көленкені сипаттап беріндер.

Шешуі. Нәрсенің биіктігін h , нәрседен экранға дейінгі кашыктықты — l деп белгілейік. Жарық айнага α бұрышпен туседі. Екі жағдайды карастырайык:

1) $l > 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Оnda экранда екі көленке пайда болады: бірі тұра, екіншісі төнкерілген, бұлардың табандары бір-бірімен қабаттаскан көленкенің жалпы ұзындығы $2h$ -ка тең (37.14-сурет). Көленке жарық сәулелерімен жарықтандырылған, тұра тускен және шағылған сәулелермен жарықтандырылған экранның баска беліктерінен қарама-қарсы айрықшаланып тұрады.

2) $l < 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Бұл жағдайдада көленкенің ұзындығы $2h$ -тан кіші және бұл көленкеде тұра сәуле де, шағылған сәуле де түспейтін беліктер болады (мұны өздерін дәлелдендер).



37.14-сурет



21-жаттығу

1. Қарындаш жазық айнадан 25 см қашықтықта тұр. Егер қарындашты айнадан 10 см-ге әрі жылжытып қойса, қарындаш пен оның кескінінің арақашықтығы қандай болады?
(Жауабы: 70 см)
2. Егер айнаны нәрсенің жалған кескіні пайда болған жерге жылжытып қойса, нәрсе мен кескінінің арақашықтығы қалай өзгереді?
(Жауабы: 2 есе артады)
- *3. Егер екі жазық айнаның арасындағы екі жақты бұрыш 45° ; 30° болса, қанша кескін алуға болады?
(Жауабы: 7; 11)
- *4. Екі өзара параллель жазық айна неше кескін береді?
(Жауабы: 3)
- *5. Егер жазық айнаны 20° -ка бұрса, одан шағылған сауле қанша бұрышқа бұрылады?
(Жауабы: 40°)
- *6. Өзара екі жақты 60° бұрыш жасайтын екі жазық айнадан тұратын жүйе жарқыраған нүктенің неше кескінін береді?
(Жауабы: 5)
7. Күннің биіктігі 50° . а) Құдықтың түбіне жарық түсіру үшін; а) Күн саулелерін горизонталь бағыттау үшін жазық айнаны қалай орналастыру керек?
(Жауабы: горизонтқа а) 70° ; а) 115° немесе 65° бұрыш жасайды)
8. Тегіс, мөлдір емес немесе жылтыр фотоқағазға шығарылған суреттің қайсысына қараған көзге женіл болады?
(Жауабы: тегіс, мөлдір емес фотоқағаз)
9. Өз кескінінді айнадан көруге болады, ал қабырғадан неге кере алмайсың?
10. Сәуленің тусу бұрышы 60° . Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрышты табындар.
(Жауабы: 120°)
- *11. Бойы 1,79 м адам ұзындығы 12 м ағаштан 5 м қашықтықта тұр. Адам қандай қашықтыққа жазық айнаны қойған кезде ағаштың үстінгі нүктесін кере алады?
(Жауабы: 65 см)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Не үйрениңдер?	Кандай тәжірибе көбірек ойтандырды?	Шығармашылық кабілеттерінді не шындалды?	Кандай тұлғалық қызыгуышылтықтарын ояды және олар қалай бағытталды?

§ 38. Сфералық айналар.

Сфералық айна көмегімен кескін салу



Сендер бүгінгі сабакта:

- сфералық айнада нәрселердің кескінін салуды және алынған кескінді сипаттауды үйренесіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ сфералық айна
- ✓ оптикалық ось
- ✓ айнаның фокусы
- ✓ фокаль жазықтық
- ✓ үш тамаша сәуле

Өткен параграфта сендер шағылу күбылыштарымен таныстындар және жазық айналғы шағылуды қарастырдындар. Бірақ жазық айнадан бөлек кисық айналар да бар, олардың шағылдырығыш беттері кисық. Ерекше жағдай — бұл шағылдырығыш беті сфералық болатын айналар. Бұл айналар жүргізуі жолды бакылап отыру үшін автокөліктеге, жолайрыктарына, дүкендерге орналастырылады, тіс дәрігерлері колданады (38.1, *a*, *ә*, *б*, *в*-суреттер).

Сфералық айна. Шағылдырығыш беті сфераның бөлігі болып табылатын айна сфералық айна деп аталады. Егер жарық сфераның ішкі бетінен шағылса (38.2, *а*-сурет) сфералық айна *ойыс* деп, ал егер сфераның сыртқы бетінен шағылса (38.2, *ә*-сурет) *довцес* деп аталады.

Ойыс сфералық айнаны қарастырайық (38.2, *б*-сурет). Кез келген сфералық айнаның *O* төбесі деп радиусы R болатын сфераның берілген бөлігінің ортағы нүктесін айтады. Сфералық айнаның *O* төбесі мен сфераның геометриялық центрі арқылы өтетін түзуді сфералық айнаның бас оптикалық осі деп атайды. Кез келген сфералық айнаның бас оптикалық осіне параллель түскен сәулелер одан шағылған соң бір нүктеде қылышады. Бұл нүктене — айнаның фокусы. Айнаның төбесі *O* мен фокусының арақашықтығы фокус аралығы деп аталаады. Сфералық айнаның фокаль жазықтығы *AB* деп оның фокусы арқылы бас оптикалық



a)



ә)

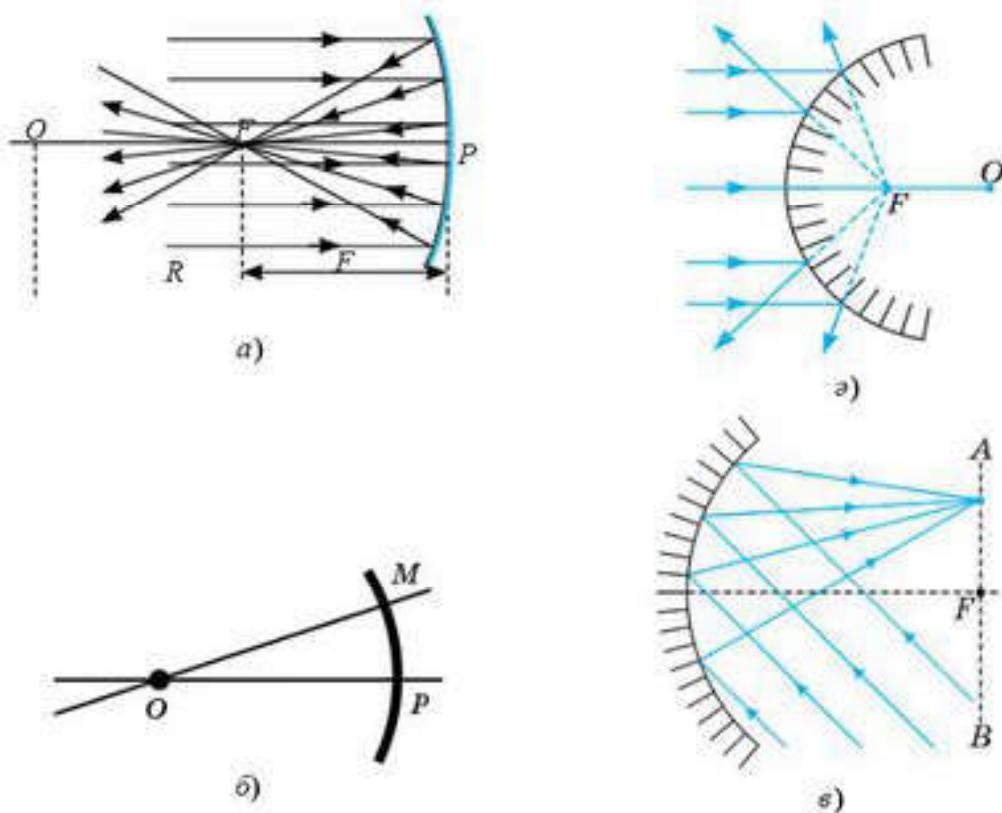


б)

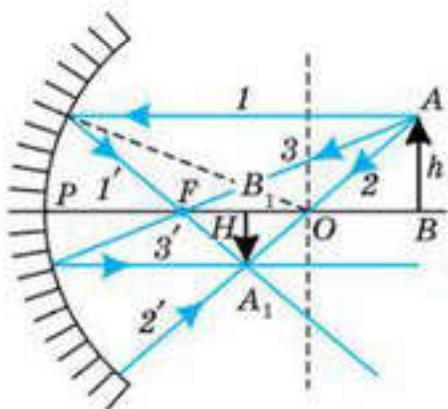


в)

38.1-сурет



38.2-сурет



38.3-сурет

осыке перпендикуляр өтетін жазықтықты айтады (38.2, ө-сурет). Егер айнаға түскен параллель сәулелер шоғы бас оптикалық осыке параллель болмаса, олар айнадан шағылған соң фокаль жазықтықтың бір нүктесінде жинақталады (38.2, ө-сурет).

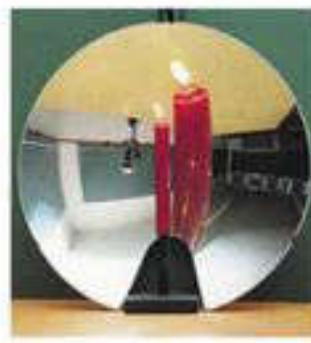
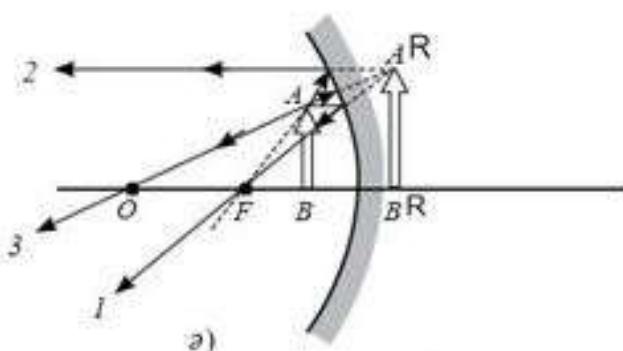
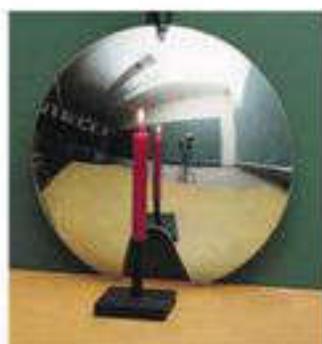
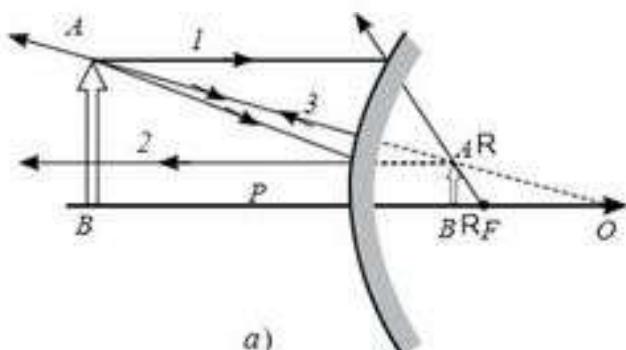
Ойыс айна жарықты жинақтайды. Бұл айнаның фокусы нақты деп атала-ды, себебі онда айнадан шағылған сәулелер жинақталады. Дөңес айна жарықты шашыратады. Дөңес айнаның фокусын жалған деп атайды, себебі онда айнадан шағылған сәулелердің созындылары жинақталады. Дөңес айна әрқашан жалған кескін береді.

Сфералық айнада кескін салу үшін үш шағылу заңдары колданылады. Кескін салу үшін тамаша сәулелер пайдаланылады (38.3-сурет).

1. *Сәүле 1*, ол айнаның бас оптикалық осіне параллель бағытта түсіп, айнадан шағылған соң айнаның фокусы арқылы өтеді ($1'$ -сәүле).
2. *Сәүле 2*, ол айнаның кисықтық центри арқылы өтіп, айнадан шағылған соң сол бағытта таралады ($2'$ -сәүле).
3. *Сәүле 3*, ол айнаның фокусы арқылы өтіп, одан шағылған соң бас оптикалық осыке параллель бағытта таралады ($3'$ -сәүле).

Сфералық айна кішірейтілген (38.4, *a*-сурет) немесе үлкейтілген (38.4, *ə*-сурет) кескін беруі мүмкін.

Сфералық айнада кескін салудың жолдары 38.1-кестеде берілген.



38.4-сурет

38.1- кесте

Сфералық айнаның түрі	Кескін алудың тәсілі
1	2
I. Ойыс айна 	Суретте нәрсе ретінде орналаскан сфераның центрі O нүктесінің артында орналаскан. Жоғарыда караңтырылған үш тамаша сәулелін көмегімен салынған кескін F фокус пен O сфераның центрінің арасында жатыр. Бұл — нақты, кері, кішірейтілген кескін .
	Нәрсе сфераның центрінде орналаскан. Бұл жағдайда $OP = R = 2F$. Олай болса, кескін нәрсе тұрган жерде пайды болады. Бұл — нақты, кері кескін, ал оның елшемдері нәрсенің елшемдерімен бірдей .

1	2
	<p>Нәрсе сфераның центрі мен фокустын арасында орналасқан. Бұл жағдайда нәрсениң кескінің центрдің артында пайдада болады. Бұл — нақты, кері, үлкейтілген кескін.</p>
	<p>Нәрсе фокус пен айнаның арасында орналасқан. Кескін айнаның артында пайдада болады. Бұл — тұра (төңкерілмеген), ұзгайтылған және жалған кескін. Себебі айнаның артында шағылған сәулелер емес, олардың созынылдыры киылсысады.</p>
II. Дөңес айна 	<p>Ойыс айнага қараганда дөңес айнада кескін алу онайырак. Кескін тек айнаның арт жағында пайдада болады. Дөңес айнадағы кескін — тұра (төңкерілмеген), жалған, кішірейтілген. Ол айнаның артында пайдада болады.</p>

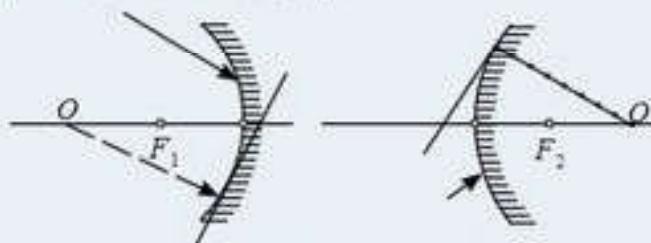
Қазіргі кезде параболаның ойыс айналары кеңінен қолданылып жүр. Параболалық айнаның бетіне түскен параллель сәулелер бір нүктеде жинақталады. Егер мұндай айнаның фокусына шамды орналастырса, біз параллель жарық шоғын аламыз. Бұл автомобильдің фарасында, прожекторларда пайдаланылады. Ойыс айналар телескоп-рефлекторларда да қолданыс тапкан, олардың көмегімен жүлдүзді аспанды, ғаламшарларды зерттейді.



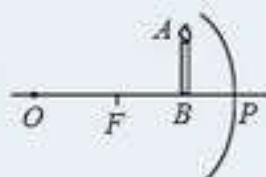
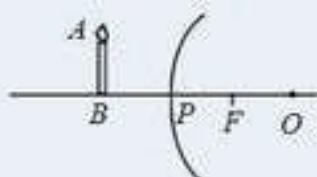
1. Қандай сфералық айна жарықты шашыратады, ал қандай айна өзіне түскен параллель жарық шоғын бір нүктеге жинақтайды? Ол нүктене қалағаталады?
2. Сфералық айнаның қайсысының фокусы жалған, қайсысы нақты?
3. Қандай кескін нақты деп аталауды?
4. Сфералық айнада кескін салуға мүмкіндік беретін үш тамаша саулелерді атаңдар.
5. Өздерінде белгілі жазық, сфералық айналарды қолдану мысалдарын көлтіріңдер.

**22-жаттығу**

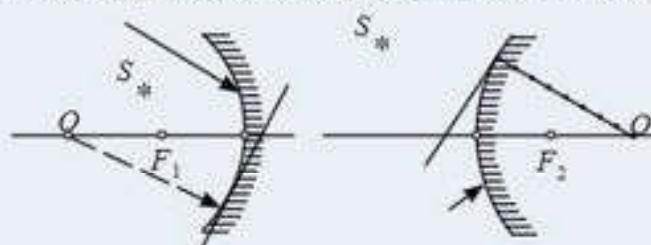
1. Ойыс айнаның бетіне түскен сәуленің жолын сзып (38.5-сурет), фокус қай жерде орналасқанын табындар.

**38.5-сурет**

2. Нәрсенің кескінін табындар (38.6 және 38.7-суреттер). Оны сипаттандар.

**38.6 -сурет****38.7 -сурет**

3. 5 жарық көзінің кескінін салындар. Оны сипаттандар (38.8-сурет).

**38.8 -сурет****Осы тақырыпта нені мәңгердіңдер?**

Не үйренилдір?	Кандай тәжірибе көбірек ойтандырыды?	Шығармашылық кабілеттерінді не шындалды?	Кандай тұлғалық кызыгуышылтықтарын ойнады және олар қалай бағытталды?

§ 39. Жарықтың сынуы, жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу



Тірек сөздер:

- ✓ жарықтың сынуы
- ✓ сыну бұрышы
- ✓ жарықтың сыну заңдары
- ✓ абсолют және салыстырмалы сыну көрсеткіштері
- ✓ толық ішкі шағылу



Сендер бүгінгі сабакта:

- жарықтың сыну және толық ішкі шағылу құбылыстарын оқып-үйренесіндер және жарық мөлдір ортадан өткен кезде сәулелердің жолын салуды үйренесіндер.

Судан шығып тұрған заттар су мен ауанын шегарасында аздалысынып, қисайып тұрған сияқты болып көрінетініне көніл аудардындар ма? Су құйылған стаканға салынған тұтікше сынып тұрған сияқты көрінеді (39.1, a, ә-сурет). Шын мәнінде, бұл заттардың ешқайсысы да сынған жок, тек жарық сәулелері бір ортадан екінші ортаға өткенде таралу бағыты өзгеретіндіктен осылай көрінеді. 39.1, б-суреттөн жарықтың шағылу және сыну құбылыстарын бакылауга болады.

Енді жарық бір ортадан екінші ортаға өткенде қалай таралатынын зерделейік. Ауадан суга түскен жарық сәулесі шегарада екіге белінеді: олардың бірі таралу бағытын өзгертип, шағылады, ал екіншісі бағытын өзгертип, суга өтеді (39.2-сурет). Назар салып қарасақ, перпендикуляр мен сынған сәуленің арасындағы бұрыш перпендикуляр мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыштан кіші екенін байқауға болады.

Жарықтың сынуы. Жарық сәулелері бір ортадан екінші ортаға өткенде сәулелердің бағытының өзгеру құбылысы жарықтың сынуы деп аталағы. Бұл құбылыс “жарықтың таралу жылдамдығы әртүрлі ортада түрліше болады” деген заңдылықтың салдары болып табылады.



a)



ә)



б)

39.1-сурет

Жарықтың шағылу және сыну заңдары біздің өміріздегі көптеген күбылыштарды тудырады. Осы заңдардың арқасында біз әлемді өзімізге етене таныс қалпында көреміз.

Тәжірибе жүзінде тағайындалған сыну заңы былай тұжырымдалады:

1) түскен сәулө, сынған сәулө және шеара дағы түсү нұктесіне тұргызылған перпендикуляр — бір жазықтың бойында жатады (39.2-сурет);

2) түсү бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін тұрақты шама болып табылады және екінші ортадың бірінші ортадан салыстырғандагы **салыстырмалы** сыну **көрсеткіші** деп аталаады :

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (39.1)$$

Бұл формуланың дәлелдеуімен жоғары сыныптарда танысадындар.

Салыстырмалы сыну көрсеткіші бірінші ортадағы жарықтың тарапту жылдамдығы екінші ортадағы жарық жылдамдығынан артық екенін көрсетеді.

$$n = \frac{v_1}{v_2}, \quad (39.2)$$

Мұндагы n — салыстырмалы сыну көрсеткіші, v_1 — бірінші ортадағы жарық жылдамдығы; v_2 — екінші ортадағы жарық жылдамдығы.

Жарықтың сыну заңын XVII ғасырдың басында голландиялық математик В. Снеллиус тұжырымдады.

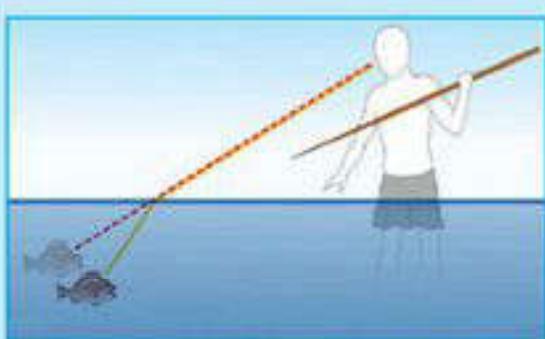
Жарықтың сынуының екінші заңы (39.1) формуласынан түсү бұрышы артқанда сыну бұрышы да артатынын көреміз.



39.2-сурет

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Жарықтың сыну құбылышының салдарынан су тубендегі заттар (денелер) көзге жакынрақ болып (39.3-сурет), ал аспандагы жұлдыздар жоғары болып көрінеді.



39.3-сурет

Жарықтың ваккумда таралу жылдамдығы (с әрпімен белгілеміз) берілген ортада таралу жылдамдығынан неше есеп екенін білдіретін физикалық шаманы осы ортаның абсолют сыну көрсеткіші деп атайды, яғни

$$\frac{c}{v_1} = n_1, \quad (39.3)$$

мұндағы n_1 — бірінші ортадағы абсолют сыну көрсеткіші.

Жарықтың ваккумдегі жылдамдығы ортадағы жарық жылдамдығынан артық ($c > v$), яғни абсолют сыну көрсеткішіндегі $n > 1$ болады. Мысалы, судың абсолют сыну көрсеткіші $n = 1,33$, шынынікі $1,5 < n < 1,8$, аяда үшін $n = 1,0003$, алмаз үшін $n = 2,42$.

Абсолют сыну көрсеткіші үлкенірек орта оптикалық тығызырақ орта деп аталады.

Сонымен, жарық біртекті ортада түзу сзықпен таралады, ал бір ортадан екінші ортаға өткенде оның таралу бағыты және жылдамдықтың шамасы өзгереді. 39.1-кестеде кейбір орталардағы жарықтың таралу жылдамдығы көрсетілген.

39.1- кесте

Кейбір орталардағы жарықтың таралу жылдамдығы

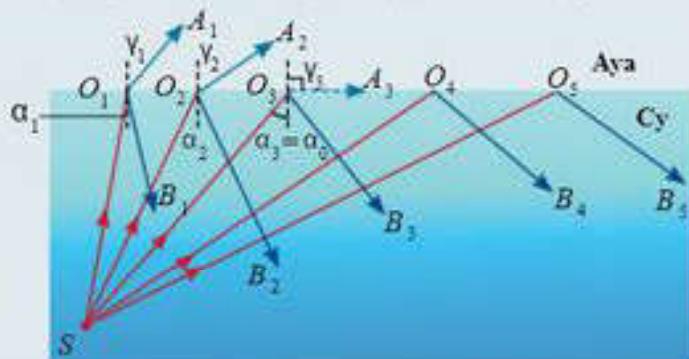
Вакуум (ая)	300 000 км/с	Бензин	214 300 км/с
Су	226 000 км/с	Тұз	194 300 км/с
Сұт	220 000 км/с	Қант	192 300 км/с
Шыны	200 000 км/с	Алмаз	124 100 км/с

Абсолют және салыстырмалы сыну көрсеткіштерінің арасындағы байланысты тағайындаіык. (39.3) өрнегінен: бірінші ортадағы жарықтың таралу жылдамдығы $v_1 = \frac{c}{n_1}$, ал екінші ортада $v_2 = \frac{c}{n_2}$. Онда (39.1) формуласына сәйкес:

$$n = \frac{n_2}{n_1}, \quad (39.4)$$



Судағы жарық S көзінен шығатын саулелердің O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 нүктелеріндегі таралу жолдарын түсіндіріңдер (39.4-сурет).



39.4-сурет

Жарық сәулесі бір ортадан екінші ортаға өткенде өзінің бастапкы бағытынан ауытқиды және түсү бұрышы неғұрлым үлкен болса, ауытқу да соғұрлым көп болады.

Жарықтың толық ішкі шағылуы. Жарықтың оптикалық тығызырақ ортадан оптикалық тығыздығы азырақ ортаға өтуін карастырайык. Бұл жағдайда түсү бұрышы сыну бұрышынан аз. Сонымен катар, түсү бұрышы артқанда сыну бұрышы да өсетінін білеміз. Олай болса, түсү бұрышын арттыра берсек, түсү бұрышының мәні α_0 -ға жеткенде сыну бұрышы 90° -қа тен болады (39.5-сурет). Яғни, жарық екінші ортаға өтпейді. Осы құбылыс *толық ішкі шағылу* деп аталады.

Түсү бұрыштары α_0 -дан үлкен болса, жарық оптикалық тығыздығы көбірек бірінші ортадан мүлде шыға алмайды. Толық ішкі шағылу жағдайында сыну заны былай жазылады.

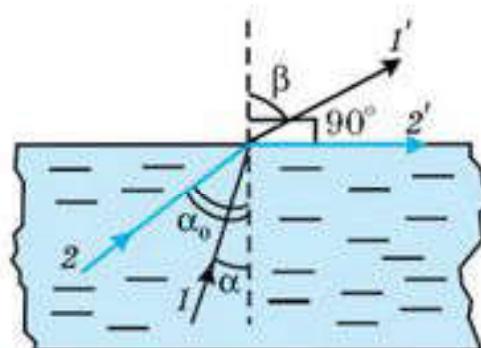
$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \text{ немесе } \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Ая мен вакуум үшін $n_2 = 1$, онда сонғы формула жарық қандай да бір ортадан ауаға не ваккумге шыққан кезде былай жазылады: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$. Осыдан ортаның абсолют сыну көрсеткішінің мәнін анықтауга болады:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_0}. \quad (39.5)$$

Әртүрлі мәлдір орталардың абсолют сыну көрсеткіштері толық ішкі шағылу құбылысының көмегімен есептеп шығарылған.

Толық ішкі шағылу құбылысы талшықтық оптикада колданылады. Оны медицинада, эндоскопиялық күралдарда пайдаланады.



39.5-сурет

- 3
1. Жарықтың сынусы деп қандай құбылысты айтады? Ол қалай бақылауды?
 2. Жарықтың сынусы заңдарын тұжырымдаң, оны қорытып шығарыңдар.
 3. Абсолют және салыстырмалы сынус көрсеткіштерінің физикалық мағынасы қандай? Олар өзара қалай байланысқан?
 4. Жарықтың толық ішкі шағылуы деп қандай құбылысты айтады? Ол қай кезде бақыланады?
 - *5. Судың шын және көрінетін тереңдігі деп нені айтамыз? Олар неге бірдей емес?



23-жаттығу

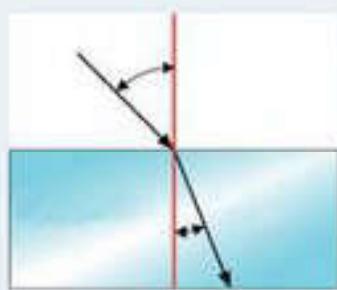
1. Қолыңды суға батырған кезде судың ішінде саусақтар неге қысқа болып керінеді? Түсіндіріндер.
2. Аспан денесінің горизонттан биіктігін өлшегендеге ол неге шын мәнінен артық болып шығады?
3. Балықшы гарпуншының қателігі неде (39.6-сурет)?
4. Тұманның әр тамшысы мәлдір су болса да, тұтастай алғанда ол мәлдір емес. Неге?
5. 39.7-суретте қандай құбылыс бейнеленген?
6. 39.8-суретте қай орта оптикалық тығызырақ?



39.6-сурет



39.7-сурет



39.8-сурет

- 7. Жарық саулесі судың бетіне 60° бұрышпен түседі. Судағы сыну бұрышы қандай?

(Жауабы: 40°)

8. Жіңіске жарық шоғы ауадан қандай да бір сұйыққа өтеді. Егер тусу бұрышы 30° , ал сыну бұрышы 15° болса, сұйықтың сыну көрсеткіші қандай? Осы сұйықтағы жарықтың таралу жылдамдығы неге тең?

(Жауабы: $1,93; 1,55 \cdot 10^8 \text{ м/с}$)

- 9. Тоғанның түбіне ұзындығы $1,25 \text{ м}$ таяқ қағылды. Таяқ түгелдей судың ішінде тұр. Егер жарық саулелері су бетіне 30° бұрышпен түссе, таяқтың тоған түбіндегі көленкесінің ұзындығын есептendir.

(Жауабы: $0,5 \text{ м}$)

- 10. Тоғанның түбіне қағылған қаданың $1 \text{ м}-\text{ге}$ тең бөлігі судың үстіне шығып тұр. Егер тоғанның терендігі 2 м , Күннің горизонттан биіктігі 30° болса, қаданың су бетіндегі және тоған түбіндегі көленкесінің ұзындықтары қандай?

(Жауабы: $l_1 = 1,73 \text{ м}; l_2 = 3,45 \text{ м}$)

- 11. Бұлактың түбінде тас жатыр. Бала оны таяқпен түрткісі келді. Ол таяқты ауада 45° бұрышпен үстап, тасты көздейді. Егер бұлактың терендігі 40 см болса, таяқ, тастан қандай қашықтықта орналасады?

(Жауабы: 19 см)

12. Жарық саулесінің ауадан шыныға өткендегі тусу бұрышы 60° , сыну бұрышы 30° . Шыныдағы жарықтың таралу жылдамдығын және толық ішкі шағылудың шектік бұрышын табындар.

(Жауабы: $1,73 \cdot 10^8 \text{ м/с}; 35^\circ$)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Не үрлендіндер?	Кандай тәжірибе көбірек ойландырыды?	Шығармашылық кабілеттеріндеги шындауды?	Кандай тұлғалық қызығушылықтарын оянды және олар қалай бағытталды?

§ 40. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы. Линзаның комегімен кескін салу



Сендер бүгінгі сабакта:

- жұқа линзаның формуласын есептер шығару үшін қолдануды;
- жұқа линзада сәулелердің жолын салуды және алынған кескінді сипаттауды үрленесіндер.



Тірек сөздер:

- ✓ линза
- ✓ жинағыш және шашыратқыш линза
- ✓ линзаның фокусы
- ✓ жұқа линзаның формуласы

Мұны білесіңдер

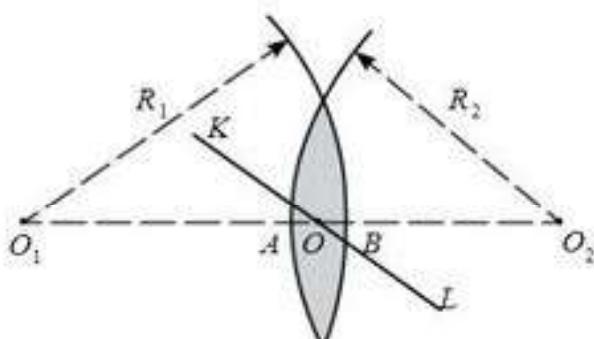
Жарықтың сыну құбылысы телескоптар, микроскоптар, фотоаппараттар, проекциялық аппараттар, дүрбілер, көзілдіркітер сияқты басқа да көптеген оптикалық аспаптарда қолданылады (40.1-сурет).



40.1-сурет

Осы аспаптардың бәріне ортақ бір тетік бар. Оның не екенін айта аласындар ма?

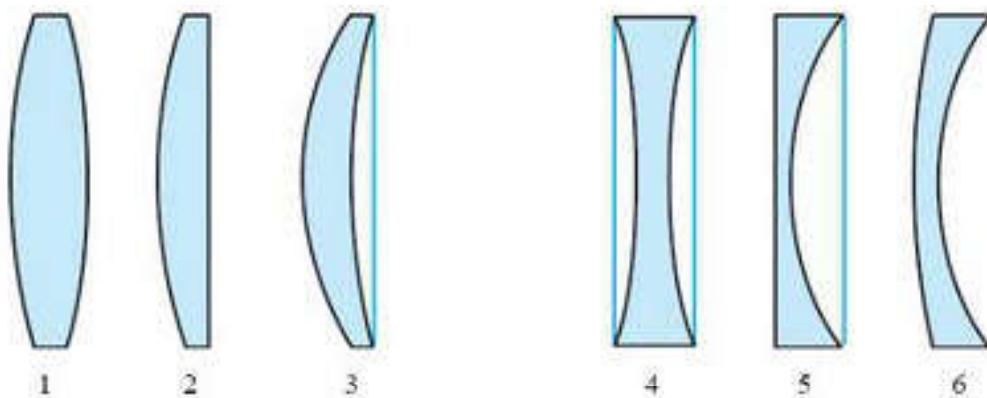
Көптеген оптикалық аспаптарда линзалар — екі сфералық бетпен шектелген мөлдір денелер қолданылады. Линзаларды *жинағыш* және *шашыратқыш* деп екіге бөледі. Біріншілері өзінен өткен сәулелерді бір нүктеге жинақтайды, ал екіншілері шашыратады. Жинағыш линзаның ортасы шетінен қалып, ал шашыратқыш линзада керісінше ортасы шетінен жұқа. Линзаның негізгі ұғымдары мен сипаттамалары 40.2-суретте кескінделген линзаны карастырайық. Мұнда O_1 мен O_2 нүктелері — линзаны құрайтын сфералық беттердің кисықтық центрлері. R_1 мен R_2 осы беттердің кисықтық радиустары. *Линзаны*



40.2-сурет

күрайтын сфералық беттердің центрлері арқылы өтетін түзусызық линзаның **бас оптикалық осі** деп аталады. Линзаның ішінде, бас оптикалық осьтің бойында жатқан O нүктесі линзаның **оптикалық центрі** деп аталады. Осы нүктеде арқылы жарық сәулесі сынбай, түзу өтеді. Оптикалық центр арқылы өтетін кез келген KL түзуі қосымша оптикалық ось деп аталады, олар кисықтың центрлері арқылы өтпейді. Бас оптикалық осьпен линза беттерінің қылышу нүктелері A және B линзаның **төбелері** деп аталады. Линзаның төбелерінің аракашыктығы AB линзаның қалыңдығы деп аталады.

Егер линзаның қалыңдығы қисықтың радиустарымен шамалас болса, ол қалың линза деп, егер линзаның қалыңдығы қисықтың радиустарынан көп есебінде болса, ол жұқа линза деп аталады. Біз жұқа линзаны қарастырамыз. Линза беттерінің формасына (пішініне) қарай оларды дөнеш (жазық-дөнеш, қосдөнеш, ойыс-дөнеш) және ойыс (жазық-ойыс, қосойыс және дөнеш-ойыс) деп беледі (40.3-сурет).



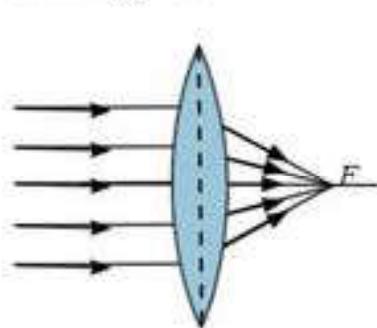
40.3-сурет. Линзаның түрлері:

- 1 — қосдөнеш линза; 2 — жазық-дөнеш линза; 3 — ойыс-дөнеш линза;
- 4 — қосойыс линза; 5 — жазық-ойыс линза; 6 — дөнеш-ойыс линза

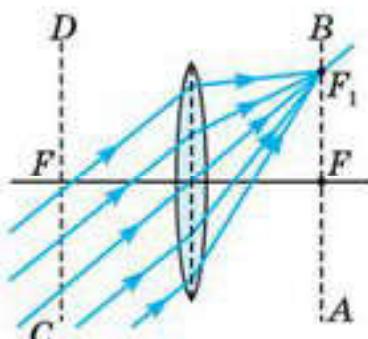
Егер жинағыш линзага бас оптикалық оське параллель сәулелер шоғын түсірсе, олар линзадан өткен соң бір нүктеде жинақталады. Бұл нүктене ***F*** линзаның **бас фокусы** деп аталады (40.4-сурет). Бұл нүктене **бас оптикалық осьтің** бойында жатады. Линзаның екі жағында орналасқан екі бас фокусы бар. Егер линзаның қосымша оптикалық осіне параллель сәулелер шоғын түсірсе, олар линзадан өткен соң қосымша осьтің бойында жатқан бір нүктеде — F , қосымша фокуста қылышады. Барлық қосымша фокустар AB фокаль жазықтықта

жатады (40.5-сурет). **Фокаль жазықтың деп бас фокус арқылы бас оптикалық оське перпендикуляр өтетін жазықтың айтады.** Линзаның AB және CD екі фокаль жазықтығы бар, ал косымша фокустары шексіз көп. Жинағыш линзаның фокустары **нақты фокустар** деп аталады, себебі бұл нүктелерде линзадан өткен сәулелердің өздері киылсысады.

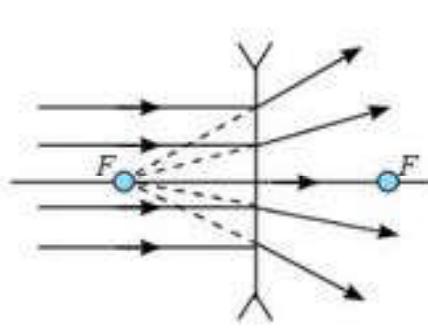
Шашыратқыш линзаның фокустары жорамал деп аталады, себебі ол нүктелерде линзада сынған сәулелердің созындылары киылсысады (40.6-сурет).



40.4-сурет



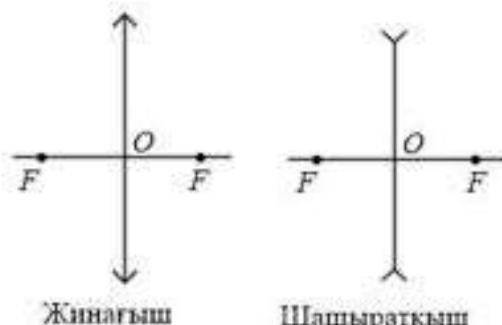
40.5-сурет



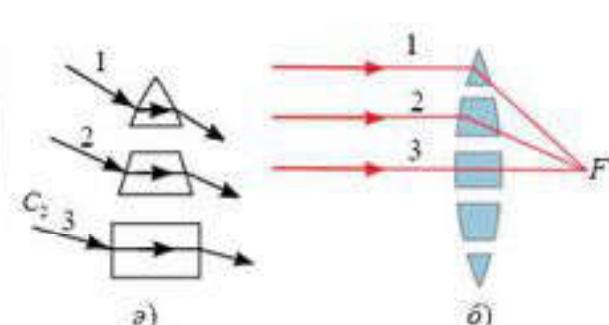
40.6-сурет

Практикада көбінесе жұқа линзалар колданылады. Линзаларда кескін салу ыңғайты болу үшін ерекше белгілеудер енгізілген (40.7-сурет).

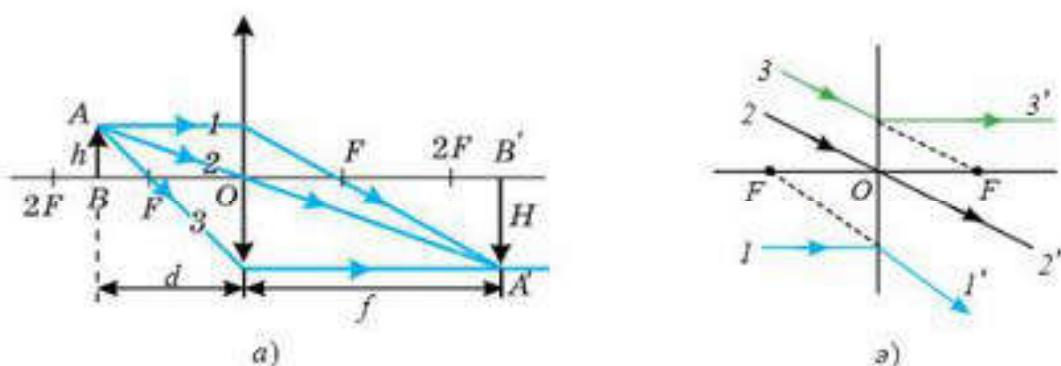
Линзада жарықтың қалай сыннатынын қарастырайық? Кез келген линзаны кішкене призмалардың жынтығы ретінде қарастырута болады (40.8, a -сурет). Призмаға түскен жарық, 40.8, a -суретте көрсетілгендей, сынап (1-сәуле), призманың табанына параллель тарапады. Призманың екінші жағына түскенде сәүле екінші рет сынап, призманың табанына қарай ауытқып, бірінші ортага кайта оралады. Линзаның басқа бөлігіне түскен 2-сәуле 1-сәуле сияқты призманың табанына қарай ауытқып шығады. 3-сәуле болса призма центрі арқылы сынбай призманың табанына параллель өтеді. Осылардың нәтижесінде барлық сәулелер бас оптикалық осьте жаткан бір нүктеде киылсысады, бұл нүктене **линзаның фокусы** деп аталады (40.8, b -сурет).



40.7-сурет



40.8-сурет



40.9-сурет

Линзарда кескін салу. Линзада кескін салу үшін үш тамаша сәулелерді қолданады:

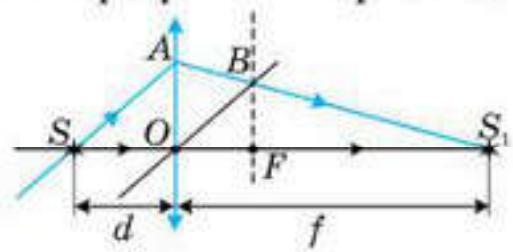
1. *Сәуле 1.* Линзаға бас оптикалық оське параллель түскен сәуле сынғаннан кейін линзаның фокусы арқылы өтеді (40.9, а-сурет). Шашыратқыш линзада сәуле сынған соң, оның созындысы жорамал фокустан шығып жатқан сиякты көрінеді (40.9, а-сурет).

2. *Сәуле 2.* Линзаның оптикалық центр арқылы өткен сәуле сынбайды.

3. *Сәуле 3.* Линзаның бас фокусы арқылы түскен сәуле линзада сынған соң бас оптикалық оське параллель таралады (40.9, а-сурет). Шашыратқыш линзада оның екінші жағында орналасқан жорамал фокустың бағытында түскен сәуле, сынған соң бас оптикалық оське параллель таралады (40.9, а-сурет).

Жинағыш линза нәрсенің накты кескінін де жорамал кескінін де беруі мүмкін. Накты кескін сәулелердің өздері қылышқанда, ал жорамал кескін сәулелердің созындылары қылышқанда пайдаланынын еске сала кетейік.

Жұка линзаның формуласы. Жұка линзаның формуласын корытып шығарайык. Ол үшін жарқыраған S нүктесінің кескінін салайық. OB қосымша оптикалық осьті пайдаланайық. SA түскен сәуле OB қосымша оптикалық оське параллель болып, сынған соң, ол BF фокаль жазықтықта жатқан қосымша фокус B арқылы өтіп, бас оптикалық осьпен S_1 нүктесінде қылышады. SS_1 , сәулесі линзаның оптикалық центрі O арқылы сынбай өтіп, AB сәулесімен S_1 нүктесінде қылышады, ол жарқыраған S нүктесінің кескіні болып табылады (40.10-сурет).



40.10-сурет

Нәрседен (жарқыраған нүктеден) линзаның оптикалық центріне дейінгі SO қашықтыкты d әрпімен, ал линзаның оптикалық центрінен нәрсенің кескініне дейінгі OS_1 қашықтыкты f әрпімен, линзаның фокус аралығы OF қашықтығын F әрпімен белгілейді. Мынадай есептеулер

жүргізейік. Үшбұрыштар SAS_1 мен OBS_1 , үшбұрыштар ұқсастығының үшінші белгісі бойынша ұқсас. Олай болса: $\frac{SS_1}{OS_1} = \frac{OS}{OF}$ немесе енгізілген белгілеудерді пайдалана отырып: $\frac{d+f}{f} = \frac{d}{F}$. Осы өрнекті түрлендірейік: $\frac{d}{f} + 1 = \frac{d}{F}$. Соңғы формуланың сол жағы мен он жағын d -ға бөлсек:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (40.1)$$

Бұл — жұқа линзаның формуласы.



Жұқа линзаның формуласын басқа жолмен де қорытып шығаруға болады. Осы формуланы қорытып шығарудың басқа жолдарын өздерің ұсынындар.

Жұқа линзаның формуласын қолданудын ерекшеліктерін қарастырайық. Нәрсе қай жерде орналасқанына, линза қандай кескін беретініне (накты ма, жорамал ма) және бұл қандай линза екенине байланысты біз бұл формуланың мынадай жазылу түрлерін және кескіндердің мынадай түрлерін алуымыз мүмкін (40.1-кесте).

40.1- кесте

Кескінді салу	Жұқа линзаның формуласы	Кескіннің сипаттамасы
1	2	3
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін накты, күштірілген, тенкерілген (көрініштік)
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін накты, үлкейтілген, тенкерілген (көрініштік)
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін накты, бірдей, тенкерілген (көрініштік)

1	2	3
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Кескін жорамал, үлкейтілген, тұра
	$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Шашыратқыш линза әрқашан жорамал, кішірейтілген, тұра кескін береді.

1. Жинағыш линза накты кескін береді. Онда $d > 0$ (он), $f > 0$ (он) және $F > 0$ (он).

2. Жинағыш линза, бірақ жорамал кескін береді. Онда $d > 0$ (он), $f < 0$ (теріс) және $F > 0$ (он).

3. Шашыратқыш линза. Ол әрқашан жорамал кескін береді. Онда $d > 0$ (он), $f < 0$ (теріс) және $F < 0$ (теріс).

Линзаның оптикалық күші. Линза сәулелерді қашалықты күшті “сындыратынын” сипаттау үшін ерекше физикалық шама — **линзаның оптикалық күші (D)** ұғымы енгізілді. **Линзаның оптикалық күші дең** бас фокус аралығына көрі шаманы айтады. Олай болса, **линзаның оптикалық күшінің физикалық мағынасы** : ол жарық сәулелері линзадан откенде қашалықты дәрежеде сынаптынын сипаттайтыды :

$$D = \frac{1}{F}. \quad (40.2)$$

Оптикалық күштің өлшем бірлігі — **диоптрия** : [1 дптр = $\frac{1}{м}$].

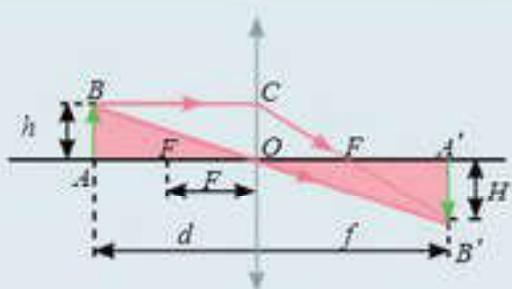
Линзаның үлгайтуы. Линза нәрсенің кескінін үлкейтіп те, кішірейтіп те беруі мүмкін. **Линзаның сырғықтық үлгайтуы** дең кескіннің сырғықтық өлимелінің нәрсенің сырғықтық өлимеліне қатынасына тән физикалық шаманы айтады :

$$\Gamma = \frac{H}{h}. \quad (40.3)$$



1. 40.9, a-суреттің көмегімен (40.3) формуласын дәлелдендер.

2. 40.11-суретті және үшбұрыштардың үқсастық белгілерін пайдаланып, $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ болатынын дәлелдендер.



40.11-сурет

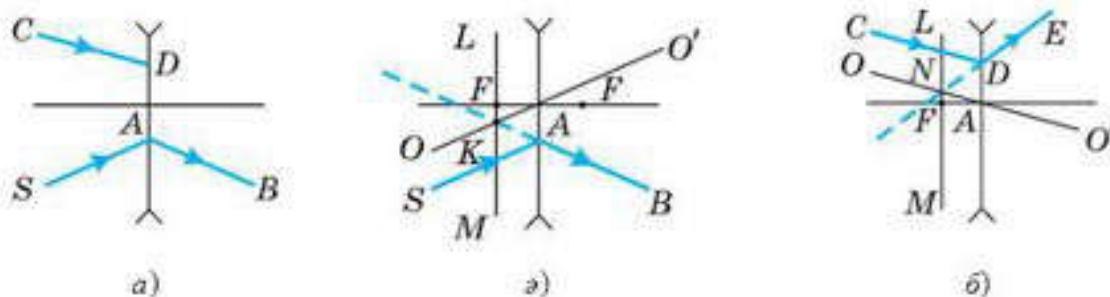
Шашыратқыш линзада кескін салатын болсак, ол әрқашан кішірейтілген, жорамал, төңкерілмеген кескін беретінін көруге болады. Ал жинағыш линза нәрсе қай жерде тұрғанына карай нақты да, жорамал үлғайтылған да, кішірейтілген де кескін беруі мүмкін.

Есеп шығару мысалдары

40.12, *a*-суретте SA сәулесінің шашыратқыш линзада сынғанин кейінгі жолы көрсетілген. Салу жұмыстары арқылы линзаның бас фокустарының орнын аныктандар. CD сәулесінің әрі қарайғы жолын көрсетіндер.

Шешуі. SA сәулесіне параллель қосымша OO' ось жүргізейік (40.12, *а*-сурет). Бұл ось сынған AB сәуленің созындысымен LM жазықтықта жаткан K нүктесіндегі киылсысады. Фокаль жазықтықтың бас оптикалық осьпен киылсысу нүктесі шашыратқыш линзаның бас фокусы болып табылады.

CD сәулесінің әрі қарайғы жолын табу үшін, CD сәулесіне параллель линзаның оптикалық центрі арқылы OO' түзуін жүргізейік (40.12, *б*-сурет). Линзаның қосымша осі болып табылатын бұл түзудің LM фокаль жазықтықпен киылсысу нүктесі линзаның қосымша фокусы N және D нүктелері арқылы өтетін түзуді жүргізе отырып, CD сәулесінің линзада сынғанин кейінгі жолын табамыз. Ол — DE түзуі болады.



40.12-сурет

- 1. Линза деген не? Линзаның қандай түрлерін білесіңдер?
- 2. Шашыратқыш линзаның жинағыш линзадан айырмашилығы қандай?
- 3. Линзаның оптикалық центрінің орнын қалай анықтауға болады?
- 4. Сызбадан линза фокусының орнын қалай анықтауға болады?
- 5. Линзаның қай осі бас оптикалық ось, қайсысы қосымша ось екенін қалай анықтауға болады?
- 6. Жинағыш линзаның фокусының орнын тәжірибе жүзінде қалай анықтауға болады? Шашыратқыш линзанікін ше?
- 7. Екі окушының қайсысы дұрыс тұрғырымдайды: бірінші окушы "жинағыш линзаның фокустарының барлығы жалған, ал шашыратқыш линзаның фокусы нақты", ал екінші окушы "жалған фокус болмайды" деп есептейді. Дұрыс жауабын айтындар және түсіндіріңдер.

8. Фокаль жазықтың деп қандай жазықтықты айтады?
- 9. Қосымша фокустың орнын біле отырып, линзаның бас фокусының орнын қалай табуға болады?
10. Қандай кескінді нақты, қандай кескінді жорамал дейміз?
11. Линзаның оптикалық күші деп нені айтамыз?
- 12. Мына жағдайлар үшін нәрсенің кескінін салыңдар: а) нәрсесе линзаның екі фокус аралығында тұр; ә) нәрсесе линза мен оның бас фокусының арасында орналасқан. Шыққан кескіндердің сипаттамаларын беріңдер.
- 13. "Линзаның ұлғайтуы 0.25" деген сөйлемнің мағынасын тусландырай!
- 14. Егер линзаның жартысын мөлдір емес шымылдықпен жауып қойса, нәрсенің толық кескінін алуға бола ма?



24-жаттығу

- 1. Қай кезде жинағыш линзаның көмегімен нәрсенің жорамал кескінін алуға болады? Жауапты линзадағы жарық саулелерінің жолын сала отырып тусландырай!

(Жауабы: нәрсесе фокус пен линзаның арасында тұрғанда)

2. Қандай жағдайда жинағыш линзадағы нәрсенің кескінінің биіктігі нәрсенің өзінің биіктігімен бірдей болып шығады? Жауапты линзадағы саулелердің жолын сала отырып, тусландырай.

(Жауабы: нәрсесе линзадан $2F$ қашықтықта тұрғанда)

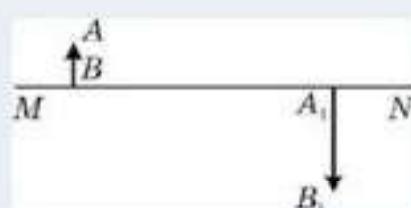
- 3. Линзаның бас оптикалық осі MN , нәрсесе AB және оның кескіні A_1B_1 берілген (40.13 және 40.14-суреттер). Линзаның центрі мен фокус аралығын табыңдар.

- 4. Линзаның бас оптикалық осі мен бір сауленің жолы берілген (40.15-сурет). Линзаның фокусын табыңдар.

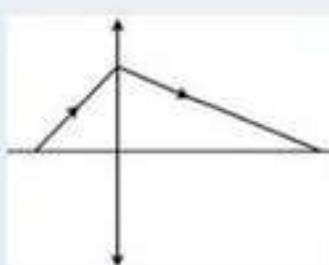
- 5. 40.16-суретте фокус аралығы F линзадан өткен сауле көрсетілген. Сауленің линзаға жеткенге дейінгі жолын салыңдар.



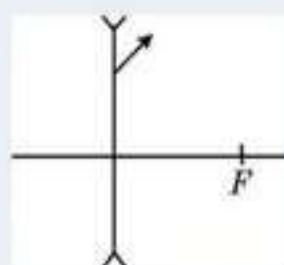
40.13-сурет



40.14-сурет

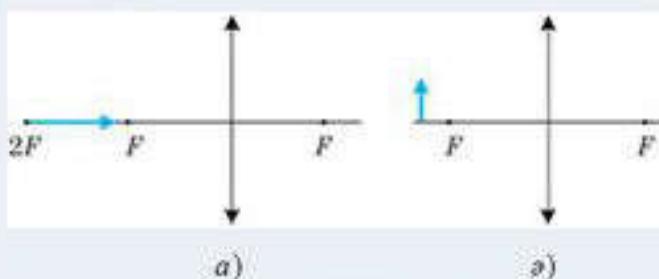


40.15-сурет



40.16-сурет

- *6. Берілген нәрсенің линзадағы кескінін салындар (40.17, а, ә-суреттер). Осы кескінді сипаттандар.



40.17-сурет

7. Оптикалық құші 5 дптр жүқа жинағыш линзадан 60 см қашықтықта жарық нүктесі тұр. Осы нүктө мен оның экрандағы кескінінің арақашықтығын есептendir.

(Жауабы: 80 см)

8. Егер нәрсенің кескіні фокус аралығы 40 см линзадан 60 см қашықтықта пайда болса, нәрсе линзадан қандай қашықтықта тұр?

(Жауабы: 120 см)

9. Нәрседен линзаға дейінгі және линзадан кескінге дейінгі арақашықтықтар бірдей 0,5 м. Егер нәрсені линзаға қарай 20 см-ге жылжытса, кескін неше есе үлгайды? Линзаның фокус аралығы қандай?

(Жауабы: $\Gamma = 1,25$; $F = 25$ см)

Осы тақырыпта нені мемгердіндегі?

Не үйренилдер?	Кандай тәжірибе көбірек ойландырыды?	Шыгармашылық кабілеттерінді не шындалды?	Кандай тұлғалық қызыгушылыктарын ояиды және олар қалай бағытталды?

§ 41. Көз — оптикалық жүйе ретінде, көру кемшіліктері және оларды түзетудің тәсілдері



Сендер бүгінгі сабакта:

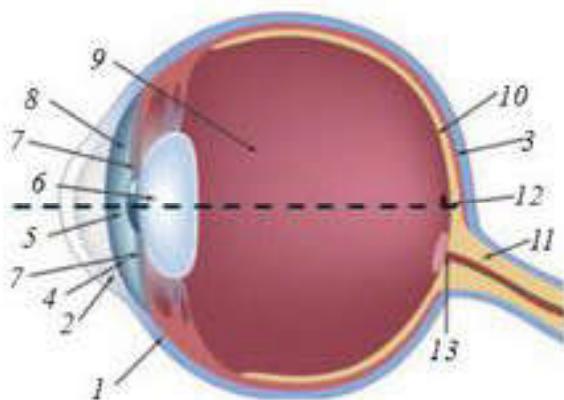
- көздің алыстан нашар көрушілігі мен жақыннан нашар көрушілігін түзетуді сипаттап үйренисіңдер.



Тірек сөздер:

- ✓ **көз**
- ✓ **алыстан нашар көрушілік**
- ✓ **алыстан көргіштік (жақыннан көрмеушілік)**
- ✓ **көзілдірік**

Адам коршаган орта жайлы акппараттарды өзінің сезім мүшелері арқылы кабылдайды. Көз — осындай мүшелердің бірі. Адамның көруі — бұл адамның көру жүйесі арқылы жүзеге асатын, жарық



41.1-сурет

энергиясын түрлендіру нәтижесінде акпаратты қабылдау қабілеті. Жарық сигналын түрлендіру көздің тор қабатында басталады, бұдан соң фоторецепторлар қозып, көру орталығына акпарат беріледі. Адам көзбен көреді. Әлем, коршаған орта туралы негізгі акпараттарды біз көздің көмегімен білеміз.

Көз. Көз — бұл адамға да, жануарларға да коршаған әлемді қабылдаута мүмкіндік беретін “тірі” оптикалық

курал. Көз өзінің алмасының тор қабатында кішірейтілген, нақты, төнкерілген кескін береді. Көздің күрылымы 41.1-суретте кескінделген.

1. *Склера* — көз алмасының сыртқы қабығы.
2. *Қасаң қабықша* — склераның алдыңғы мөлдір бөлігі (оның сыну көрсеткіші $n = 1.38$).
3. *Тамырлы қабық* көзді коректендеретін кан тамырларынан тұрады.
4. *Түсті қабықша* — тамырлы қабыктың алдыңғы бөлігі. Эр адамның көзінің түсі де, қабығының түсі де әртурлі болады.
5. *Караышық* — түсті қабыктың ортасындағы тесік, ол арқылы жарық өтеді. Караптың диаметрі рефлексиялық түрде, жарыктануға қарай 2-ден 8 мм-ге дейін өзгере алады.
6. *Көз жанары* (көзбұрақ) — кескінді көз алмасының тор қабатына проекциялайтын, кос дөнеш линза тәрізді мөлдір, серпімді, қат-қабат дене. Көз жанарының қисықтық радиусы оның жан-жағындағы бұлшық еттердің әсерінен өзгере алады, сол себепті әртурлі қашықтықта орналаскан денелердің кескіні тұра тор қабыктың сезімтал қабатына проекцияланады. Бұл процесс *аккомодация* деп аталады. Сонымен, *аккомодация* — бұл көз жанарының қисықтық радиусын өзгерте отырып, көздің әртурлі қашықтықтан анық көруге бейімделуі. Нәрсенің бөліктерін дұрыс көріп, қарастаға ең ыңғайлы болатын, нәрседен көзге дейінгі қашықтықтың ең жақсы көру қашықтығы деп аталады. Қалыпты көз үшін бұл қашықтық 25 см.
7. *Бұлшық еттер* көз жанарын деформациялап, қисықтық радиусын өзгертереді. Сонымен қатар, бұлшық еттер көздің осі қарап отырған денеге бағытталатында етіп, көзді бұрып отырады. Дене неғұрлым жақын болса, сол көз бен он көздің бұлшық еттерінің жиырылуының айырмашылығы да соғұрлым көп. Жақын орналаскан нәрсенің он көз бен сол көздің тор қабығындағы кескіндері аздал өзгеше болады. Бұл адамға нәрсеге немесе оның бөліктеріне дейінгі қашықтықты мөлшерлеуге және нәрсенің көлемін байкауға мүмкіндік береді.



8. Сү тәрізді сұйық .

9. Шыны тәрізді дене — бұл көз алмасын толтырып тұрган іркілдеген сұйық.

10. Тор қабық — көз алмасының түбін түтел жауып тұрады. Ол көру жүйесінің тарамдарынан тұрады.

11. Көру жүйесі , оның ұштары күтышалар немесе таяқша деп аталады. Бұл — жарық сезгіш элементтер.

12. Сары дақ — тор қабықтағы жарықка ен сезімтал жер.

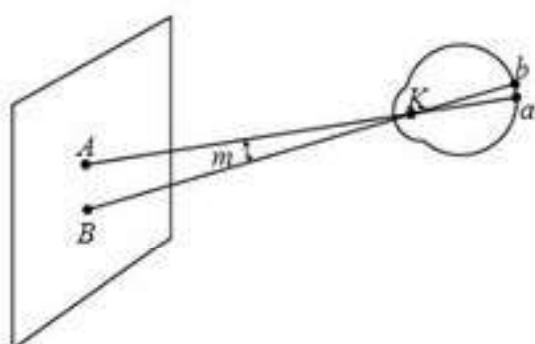
13. Соқыр дақ — тор қабықтағы көру жүйесі кіретін жер.

Көзді фокус аралығы айнымалы, ал экранға (тор қабыққа) дейінгі арақашығы тұракты болатын оптикалық жүйе деп карастыруға болады. Жарық көздің тор қабығына проекцияланады да, ондағы жүйке ұштары миңдың көру орталығына импульс жібереді. Бұл процесс көріну бейнелерінің пайда болуына экеп соғады.

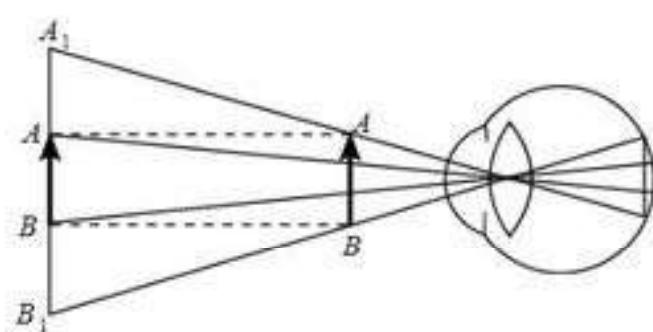
Нәрсеге қарағанда оның шеткі *A* және *B* нүктелерінен шықкан (41.2-сурет) сәулелер көзге түсіп, көздің сындырығыш орталарынан өткен соң көздің тор қабығында *a* және *b* нүктелерінде жиналады. Сәулелер көзде сынған соң көру бұрышы деп аталатын (41.2-суретте бұл *bKa* бұрыш *AKB* вертикаль бұрышқа тең) бұрышты құрайды.

Көру бұрышының шамасы екі факторға — қарап отырған нәрсенің үлкендігі мен оның көзге дейінгі қашықтығына тәуелді, бұл 41.3-суреттен көрініп түр.

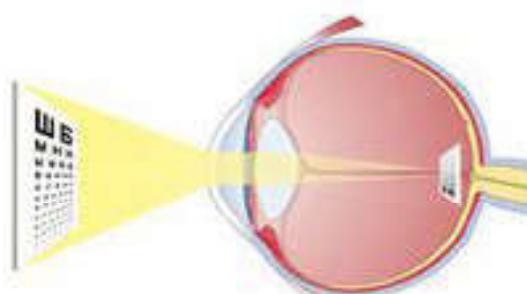
Үлкендіктері бірдей, бірақ көзден әртүрлі қашықтыктарда тұрган *AB* тілшелерді біз әртүрлі көру бұрышымен көреміз. Сонымен катар, көзден әртүрлі қашықтықта орналаскан, *AB* тілшесінен әлдекайда үлкен *A₁B₁*, тілшесі мен *AB* тілшесінен шықкан сәулелер сынған соң тор қабыққа бірдей көру бұрышымен түседі. Сонымен, көзге жакын тұрган нәрсе үлкен бұрышпен көрінеді. Күнделікті өмірде біз мұны жақсы білеміз — егер нәрсені анықтап көргіміз келсе, оны көзге жақыннатамыз, яғни үлкен көру бұрышымен қараймыз.



41.2-сурет



41.3-сурет



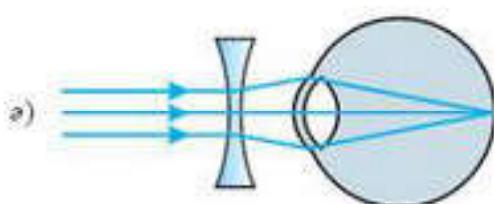
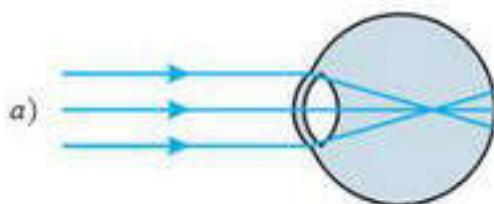
41.4-сурет

Өзінің күрілымы бойынша көз фотоаппаратқа ұксайды (41.4-сурет). Объективтін рөлін көз жанары мен шыны тәрізді дене атқарады. Кескін тор қабықтың сезімтал бетінде пайда болады. Айқын кескін аккомодация арқылы жүзеге асады. Қараышқ өлшемдері өзгеріп тұратын диафрагманың рөлін атқарады.

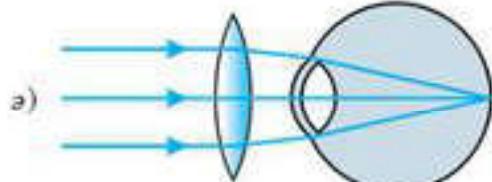
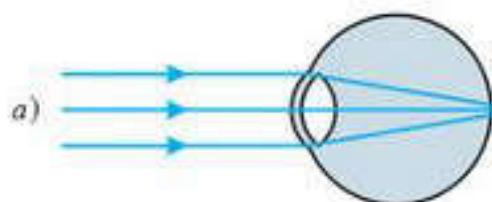
Көзілдірік. Дұрыс көретін көз (ең жаксы көріну кашыктығы 25 см) нәрсенің кескінін тор қабыкка проекциялайды. Кейбір адамның көзі қалыпты жағдайда кескінді тор қабыкка емес, оның алдына проекциялайды (41.5, а-сурет). Мұндай адамдарда *алыстан нашар көрүштік* деп аталатын көз кемшілігі бар. Алыстан нашар көретін адам нәрсені тек белгілі бір кашыктықтан бастап айқын көре алады. Ол жакын тұрган нәрселерді жаксы көреді, бірақ нәрсе алыстаған сайын оны нашар көре бастайды. Көздің мұндай кемістігін түзету үшін шашыратқыш линзалардан жасалған (минустық) көзілдірік қолданылады (41.5, ә-сурет).

Егер көз нәрсенің кескінін тор қабактың артында берсе (41.6, а-сурет) мұндай кемістік *алыстан көргіштік* (жакыннан көрмеушілік) деп аталады. Мұндай адамдар алыстағы нәрселерді көреді, бірақ айқын көре алмайды, олардың ұсақ бөліктерін ажыратса алмайды. Ал жакындағы нәрселерді олар нашар, бұлдыратып кана көреді. Бұл адамдардың аккомодациясының жакын шаги 25 смден артық. Алыстан көргіштігі жинағыш линзалардан жасалған көзілдіріктерді киіп, түзетеді (41.6, ә-сурет).

Екі көзben көру (бинокулярлық көру) нәрселерді көлемдік көруге, олардың орналасу терендіктерін ажыратуга, нәрсе қандай кашыктықта тұрганын мөлшерлеуге мүмкіндік береді. Нәрселерге бір көзben ғана карасак, олардың бәрі бір жазыктықта жатқан сиякты болады.



41.5-сурет



41.6-сурет

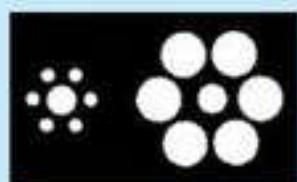
БҮЛ ҚЫЗЫҚ!

Көрү ерекшеліктері мен түстерді кабылдау алдамышы көрнестер тудырумы мүмкін. 41.7-суретке қаралған отырып, түстерді кабылдау иллюзиясын бақылауга болады. Әртүрлі түсті квадраттардың ішінде орналасқан сопакшалардың (овалдар) түстері әртүрлі сияқты. Аныктап карасандар олардың бәрінін түсі бірдей, сүр түсті.

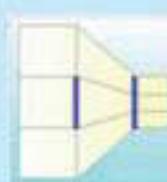


41.7-сурет

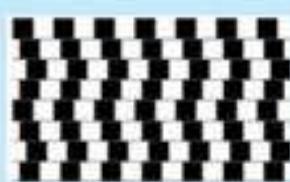
41.8-суретте сол жақтағы дәңгелек улкен сияқты, бірақ дәңгелектер бірдей. Сол сияқты, 41.9-суретте сызықтардың ұзындығы әртүрлі сияқты, шын мәнінде олар бірдей. 41.10-суреттегі горизонталь сызықтарға мүжілт карасандар, олар езара параллель орналасқан.



41.8-сурет



41.9-сурет



41.10-сурет



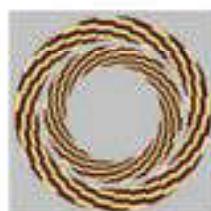
1. Аккомодация үғымын қалай түсінесіндер?
2. Мына шамалар нені білдіреді: -3 дptr, $+4.5$ дptr?
3. 41.11-суретте қандай кескін бейнеленген?
4. 41.12-суретте кескінделген жағдай вмірде бақылануы мүмкін бе?
5. 41.13-суреттегі сызықтар түйік сызықтар ма, алде спираль ма?
6. 41.14-суретте қандай көзілдірік кескінделген?
7. 41.15-суретте көздің қандай кемістіктері суреттелген? Оларды қалай туэтүрге болады?



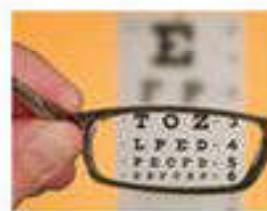
41.11-сурет



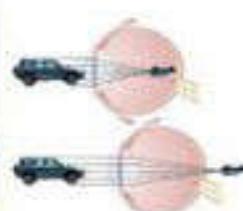
41.12-сурет



41.13-сурет



41.14-сурет



41.15-сурет

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Не үйрәндіңдер?	Кандай тәжірибес көбірек ойландырыды?	Шығармашылық қабылеттерінді ис шындасты?	Кандай тұлғалық қызыгушылықтарын ояиды және олар қалай бағытталды?

§ 42. Оптикалық аспаптар



Тірек сөздер:

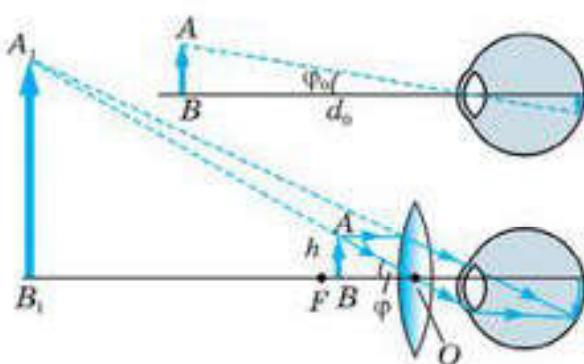
- ✓ оптикалық аспаптар
- ✓ лупа
- ✓ обскур камерасы
- ✓ фотоаппарат
- ✓ микроскоп
- ✓ телескоп



Сендер бүгінгі сабакта:

- бұл сабакта сендер қаралайым оптикалық аспаптардың жұмыс істеу принципін қарастырып,
- қаралайым оптикалық аспаптарды жасауды (перескоп, обскур камерасы т.б.) үйренесіндер.

Әртүрлі оптикалық аспаптардың жұмыс істеу принциптерінің негізінде геометриялық оптиканың заңдары жатыр. Бұл аспаптардың негізгі бөлігі — нәрсенің кескінін салатын оптикалық жүйе. Қандай мақсатта пайдаланылатынына орай оптикалық аспаптардың мынадай түрлері бар: проекциялық аппараттар, микроскоптар, телескоптар, фотоаппараттар т.б.



42.1-сурет

Лупа. Нәрсенің ұсақ бөлшектерін ажыратып көру үшін оны үлкен көру бұрышымен карау керек. Оптикалық аспаптардың көмегімен нәрсені көзге жақындату арқылы көру бұрышын үлкейтуге болады. Үлкен көру бұрышына тор қабықтағы үлкен кескін сәйкес келеді. Ұсақ нәрселерді караап, көру үшін колданылатын ең қаралайым құрал — қысқа фокусты ($F \approx 10$ см) жинағыш линза. Оны

лупа деп атайды. Эдette лупаны көзге жақын ұстайды, ал қарайтын нәрсені оның фокаль жазықтығына орналастырады (42.1-сурет). Осы кезде тор қабықтағы кескін көзге күш күш түсірмей-ақ пайда болады. Лупаның ұлғайтыу оның өлшемдерімен шектеледі. Оптикалық күші үлкен линзаның дөнестігі де үлкен болатыны бізге белгілі. Осы себепті лупаның өлшемдерін кішірейтуге тұра келеді, ал мұның өзі көру өрісін азайтып, лупаны пайдалануда қындықтар туғызады. Сондыктan 40 еседен көп ұлғайтатын лупалар колданылмайды.

Лупаны сағат жөндөйтін шеберлер, геологтер, ботаниктер, криминалистер, филателистер т. б. колданады.

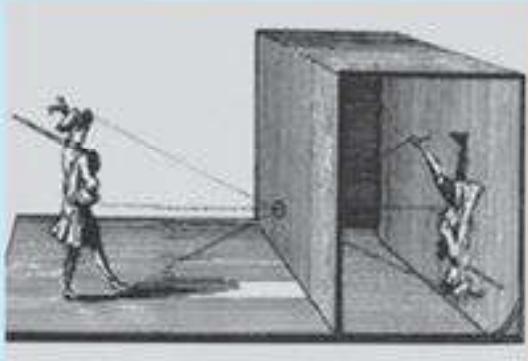
БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Обскур камерасы (латынша “*camera obscura*” — “қараңғы бөлме”) — объектілердің оптикалық кескіндерін алуға мүмкіндік беретін ең қаралайым құрылғы. Ол — бір жағында тесігі бар, ал оған қарама-касры қабыргасында

экран (тегіс, мелдір емес әйнек немесе ақ қағаз) орнатылған, жарық өткізбейтін жәшік (42.2-сурет).

Диаметрі шамамен 0,5—5 мм болатын тесіктен откен сәулелер экранда төнкерілген кескін береді. Обскур камерасының негізінде фотокамералар жасалған.

Алғашкы обскур камералары б.з.д. V—VI ғасырларда жасалған болатын. Қытай философтарының колхазбаларында осылайша қараңғыланған белмениң қабыргасында төнкерілген кескін алу женинде айтылады. X ғасырда араб галымы Иби Аль-Хайсам (Альгазен) Құн тұтынтуын бакылау үшін ариайы шатырларды пайдаланып, қарама-қарсы қабыргада құннан кескінін бакылады. Альгазен бірінші болып жарықтың түзу сзықты таралуына сүнене отырып, обскур камерасының жұмыс істеге принципін түсіндірді. Орта ғасырларда обскур камералар астрономиялық бакылауларда бірнеше кайтара колданылған.



42.2-сурет

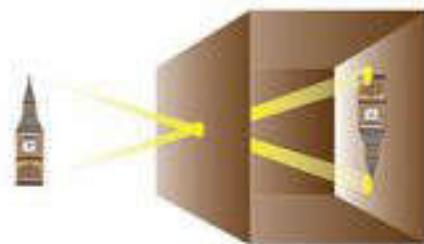


Сендер обскур камерасын өздерің жасауларыңа болады. Ол үшін: картон жәшік, шоколад орайтын жылтыр қағаз, скотч, ақ қағаз, кенсе инесі, кенсе пышағы қажет.

1. Картон жәшіктің бүйір қабыргасына кенсе пышақтың көмегімен тік төртбұрышты тесік жасандар.
2. Алдын ала саңылау кесілген жылтыр қағазben осы тесікті жабындар.
3. Саңылауга қарама-қарсы жақтағы жәшік қабыргасының ішінен ақ қағаз бекітіндер, ол экранның қызметін атқаратын болады. 42.3-суретте экранда кескін көрініп тұр.

4. Жәшіктің түбін бас сиятындағы етіп тесіп, жарық өтпес үшін жан-жақтың бәрін скотчпен бекітіндер. Обскур камера дайын болды. Саңылауды нәрсеге қарай бұрып, экранда оның кескінін көре аласындар.

Егер экранға фотопленка жабыстырып қойса, нәрсенің фотосуретін алуға болады.



42.3-сурет

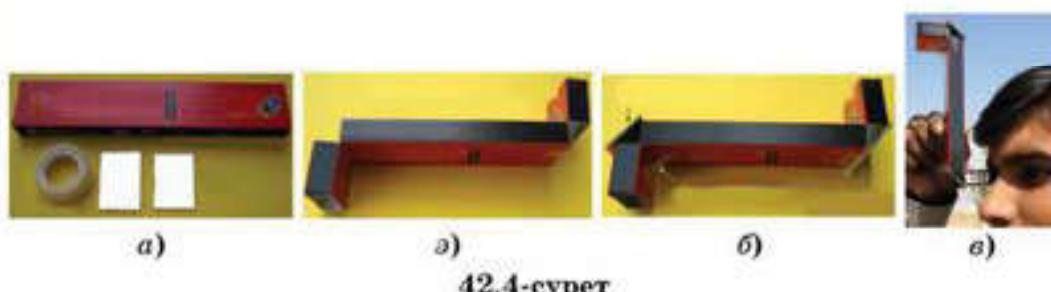
Перископ. Тағы бір қарастыратын оптикалық аспап — перископ (көне грекше “περί” — “айналы” және “τοπεω” — “қараймын”). Бұл — тығызып отырган жерден бакылау жасауга мүмкіндік беретін оптикалық аспап. Перископты да өздерің онай жасай аласындар.



Перископ жасауға қажетті материалдар: кез келген қағаз қорап, өлшемдері бірдей екі жазық айна, скотч, кенсе пышағы, қайыш, сыйғыш, қарындаш (42.4, a-сурет).

Жұмысты орындау тәртібі: қораптың екі шетінен 3 см-ден өлшеп кесіндер де, тік бұрыш жасай бүктендер; бүктелген жерлерді бекітіндер (42.4, a-сурет) және сол жерге айналарды жапсырындар, айнаның беті

қорапқа қарап тұруы қажет (42.4, б-сурет). Перископ дайын болды, оны тігінен қойындар. Перископтың жоғары шетін нәрсеге қаратып, төменгі шетінен кескінді бақыланадар (42.4, в-сурет).



42.4-сурет

Проекциялық оптикалық аспаптар. Проекциялық аспаптарға экранда нәрсенің нақты, үлкейтілген кескінің беретін құралдар жатады (42.5-сурет). Бұлардың үш түрі бар: **диаскоп** (латынша *діа* — “мәлдір”), онымен мәлдір нәрселерді экранга проекциялауға болады; **эпископ** — экранга мәлдір емес нәрселерді проекциялады және **эпидиаскоп** — ол экранга мәлдір де, мәлдір емес те нәрселерді проекциялады. Барлық жағдайларда нәрсені объективтің фокусы мен екі еселенген фокусының арасына қояды. Нәрсе фокусқа неғұрлым жақын тұрса, проекциялық аппарат соғұрлым көп ұлғайту береді. Диаскопта қуатты жарық көзінен шықкан жарық ағыны конденсордың (линзалар жүйесінің) көмегімен диапозитивке (мәлдір объект) жіберіледі. Жарық ағынын арттыру үшін кейде жарық көзінің артына ойыс айна қояды. Ол жарықты шағылдырып, оны линзалар жүйесіне карай қайта жібереді. Конденсорды ол кішілеу жарық көзінің кескінің объективке беретіндегі етіп орналастырады, ал объектив өз кезегінде диапозитивті экранга проекциялады.



42.5-сурет



- Нәрсені неге фокуспен екі еселенген фокустың арасына қою керек екені туралы ойландындар ма? Өз ойларынды графикалық шешу арқылы далалдендер.

Мәлдір емес нәрселерді, мысалы кітаптағы суреттерді, экранға көрсету үшін оларды ойыс айнаның фокусы орнатылған шамнан шығатын сүзделермен қатты жарыктандырады. Суреттен шағылған жарық ағыны жазық айнаға, ал одан жарық күші жоғары объектив арқылы экранға туседі. Мұндай аспап — **эпископ** деп аталады.

Фотоаппарат — линзалар жүйесінің көмегімен нәрсениң кескінін жарықсезгіш плёнкада алуға болатын оптикалық құрылғы. Фотоаппараттың негізгі бөліктері: объектив, мөлдір емес камера, фотопленка (42.6-сурет). Объектив кескінді фотопленкаға проекциялауға арналған күрделі линзалар жүйесі болып табылады. Фотопленканың жазықтығында накты, кішірейтілген, төнкерілген кескін алынады. Жарық энергиясының әсерінен фотопленкада бромды күмісте реакция жүріп, негатив пайда болады.

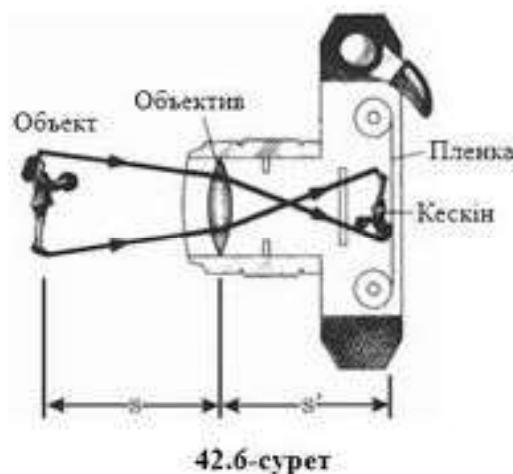
Фотоға түсіретін нәрсе екі фокустық аралықтан әрі койылады, ал оның кескіні фокус пен екі фокустың арасында пайда болады. Нәрседен объективке дейінгі кашыктық әртүрлі болатындықтан, айқын кескін алу үшін объектив пен фотопленканың аракашықтығын өзгертуге тұра келеді. Ол үшін объективті жылжытады.

Кескіннің сапасы фотопленкаға түсетін жарық энергиясының мөлшеріне байланысты. Сондыктan, фотоаппаратта жарыкты тек белгілі бір уақытта — экспозиция уақытында өткізетін арнаны жапқыш тетігі болады. Экспозиция уақыты плёнканың сапасы мен жарыктандырылуына байланысты.

Объективтің жұмыстық бөлігінің диаметрін диафрагмамен өзгертуге болады. Диафрагманың тесігін кішірейте отырып, фотоаппараттан әртүрлі кашыктықта жаткан нүктелердің кескіндері бірдей дәрежеде айқын болатындаі етуге болады. Бұл жағдайда айқындық терендігі артты дейді.

Фотосуреттің манызы өте зор. Заманауи фотосурет тез, түрлі түсті, стереоскопиялық болып табылады. Оны өмірдің көптеген салаларында кеңінен колданады: ол арқылы ғарыштағы объектилер жайлы да, микробелшектер жайлы да акпарат алуға болады, онымен көрінбейтін сәулелерді де тіркеуге болады. Көркем фотосуреттер бізге куанышты көніл күй сыйлайды. Фототілшілер айналамызда болып жатқан оқигаларды толығымен сипаттап жеткізеді.

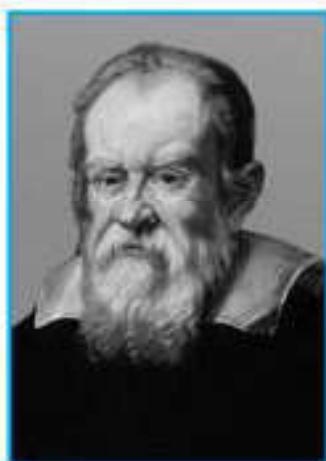
Микроскоп. Өте ұсақ кішкентай нәрселерді көру үшін микроскоп колданылады (42.7-сурет). Ең қаралайым микроскоп екі линзадан тұрады. Нәрсеге



42.6-сурет



42.7-сурет



Галилео Галилей
(1564—1642)



42.8-сурет



42.9-сурет

қарап түрған ұзын фокусты жинағыш линза *объектив* деп аталады. Ол нәрсенің накты, үлкейтілген кескінін береді. Бұл кескін екінші жинағыш қыска фокусты линза (лупа) арқылы қаралады, оны *окуляр* деп атайды. Зерттелетін нәрсе объективтің фокусына таяу жерде орналастырылады. Сол кезде объектив үлкейтілген накты кескін береді, ол объективтің артында, окулярдың фокусына таяу жерде пайда болады.

Заманауи микроскоптар 2-3 мың есе жуық үлгайта береді. Ұсақ заттарды қарайтын оптикалық аспаптардан белек өте алыста орналасқан нәрселерді қарауға арналған құралдар бар. Оларға телескоптар, көру түтіктері, дүрбілер т.б. жатады. Әлемде ең алғашкы көру түтігін 1609 жылы Г. Галилей жасаған (42.8-сурет). Көру түтігі объективті нәрсенің кескінін көзге жакын жерде береді, оны лупа сияқты окуляр арқылы қарайды.

Телескоп — аспан денелерін (галамшарлар, жүлдіздар, кометалар т.б.) бакылауға арналған оптикалық аспап (42.9-сурет). Телескоптарды линзалық (рефракторлық, латынша “*refractus*” — “сындыру”) және айналық (рефлекторлық, латынша “*reflectere*” — “шагылдыру”) деп бөледі. Алғашкы айналық телескопты И. Ньютон 1671—1672 жылдары жасап шыгарды. Телескоп-рефлекторда объектив ретінде диаметрі үлкен параболалық айна колданылады.

Әлемдегі ең ірі, айнасының диаметрі 6 м телескоп-рефлектор Кеңестер Одағында жасалып, Солтүстік Кавказда орнатылған болатын, бұл — Альт-азимуталды үлкен телескоп (42.10-сурет). Ал әлемдегі ең ірі, объективінің диаметрі 1,02 м телескоп-рефрактор АҚШ-та жасалды. Телескоптардың үлгайтуы шамамен 500-ден асады, оған объективтің фокус аралығының үлкен болуы себеп. Телескоптармен Айдағы өлшемі 1 м-ден аз нәрселерді, Марстағы өлшемдері шамамен 100 м нәрселерді көруге болады.

XX ғасырдың 60 жылдары жаңа үлкен обсерватория салу үшін Қазақстанның онтүстік аудандарына бірнеше экспедиция шыгарылды. Нәтижесінде Алматыдан 80 километр жерде теңіз деңгейінен биіктігі 2 750 м Асы-Түрген жазығында колайлы жер табылды. Астроклиматтың ең манызды сипаттамалары — кала жарығынан алыс болуы, желсіз тундер, атмосфераның мөлдірлігі мен тыныштығы. Осы белгілер обсер-



42.10-сурет



42.11-сурет

ватория салатын жер тандауда назар аударатын басты сипаттамалар болып табылады. Бұл кезде Астрофизикалық институтқа белгілі неміс фирмасы “Карл Цейсс (Йена)” жасаған телескоп жеткізілді. 1976 жылы осы фирманның 60 сантиметрлік телескопы орнатылды. Қазіргі уақытта биік таулы Асы-Түрген обсерваториясында Қазақстандағы ең үлкен телескоп АЗТ-20 орнатылып тұр (42.11-сурет).

Асы-Түрген жазығындағы орнатылған телескоптан алғынған кескіннің сапасы өте жоғары болып шығады. Кейінірек бұл сапа тіпті жоғарылайды деп күтүте болады, себебі Асы-Түрген обсерваториясына ең жана 3,6 метрлік телескоп орнату жобасы бар. Біздің “ғарыш тере-земіз” жабылып қалмай, барынша кеңінен ашылып, ғалам туралы жаңа білім алуға мүмкіндік көбейе береді деп үміттенеміз. Ал телескоптар бакылау нәтижелерін тамаша фотосуреттер түрінде беретініне сенеміз.

Осы тақырыпта нені менгердіңдер?

Не үйрендіңдер?	Кандай тәжірибе көбірек ойландыры?	Шығармашылық кабілеттерінді не шындалы?	Кандай тұлғалық қызыгу-шылыктарын ояды және олар қалай бағытталды?



1. Лупаны қандай мақсатта қолданады?
- 2. Обскур камерасы оптикада маңызды орын алады. Неге?
3. Перископтың негізгі бөлігіне не жатады?
- 4. Проекциялық аппаратта неге нарсені фокус пен екі фокустың арасына орналастырады? Жауабын суреттеп көрсетіңдер.
5. Біз неге кезді оптикалық жүйе ретінде қарастырамыз?
- 6. Кез бен фотоаппараттың құрылымында ұқсастықтар бар ма? Екеуінің айырмашылықтары қандай?
7. Фотосурет жасаған кезде нарсені екі фокустық линзаның арасына орналастырады. Түсіндіріңдер.
- 8. Фотоаппаратқа суретке түсіретін кезде объективке шыбын қонды делік. Ол суреттің сапасына қалай әсер етеді? Біз фотосуретте шыбының бейнесін көреміз бе? Түсіндіріңдер.

• Тараудың маңыздылары

Жарық құбылыстары

Жарықтың таралуын зерттейтін геометриялық оптиканың төрт заны бар:

- Жарықтың түзу сызықпен таралу заны: жарық сәулесі біртекті ортада түзу сызықпен таралады.
- Жарықтың тәуелсіз таралу заны: жарық сәулелері кездескенде бір-бірінің әрі қарай таралуына әсер етпейді.
- Жарықтың шағылу заны: 1) түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаны бөліп тұрған шегараға тусу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр — бір жазықтықтың бойында жатады; 2) тусу бұрышы а шағылу бұрышы Ψ -ға тең.
- Жарықтың сыну заны: 1) түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортанды бөліп тұрған шегараға тусу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың бойында жатады. 2) Тусу бұрышының синусының сыну бұрышының синусына катынасы берілген екі орта үшін тұракты шама және ол екінші ортандың бірінші ортамен салыстырғандағы салыстырмалы сыну көрсеткіші деп аталады: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$.

Жарықтың шағылу және сыну құбылыстарына, олардың заңдарына негізделіп көптеген оптикалық аспаптар, соның ішінде жазық және сфералық айналар, линзалар, проекциялық аппараттар жұмыс істейді.

Көптеген оптикалық аспаптарда *линза* — екі сфералық беттермен шектелген мөлдір дene қолданылады.

Жұка линзаның формуласы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линза беретін кескіннің орнын табута мүмкіндік береді. Линзаларда кескін салуда *үш тамаша саулени* қолданады.

Линзалар, призмалар, айналар проекциялық аппараттар мен басқа да оптикалық аспаптардың негізгі бөлігі болып табылады.

ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖУМЫСТАР

1-ЖУМЫС. ТЕМПЕРАТУРАЛАРЫ ӘРТҮРЛІ СУДЫ АРАЛАСТЫРҒАНДАҒЫ ЖЫЛУ МӨЛШЕРИН САЛЫСТАРУ

Кіріспе. Жылу беру процесінде ыстық денеден салқын денеге жылу энергиясы тасымалданады. Егер осы кезде сыртқы ортамен жылу алмасу болмаса, онда салқын дененин алған жылу мөлшері ыстық денеге берген жылу мөлшеріне тең болады.

Жұмыстың мақсаты : суды арадастыру кезінде ыстық судын берген және салқын судын алған жылу мөлшерін анықтау және жоғарыда айтылған сөздердің дүрыстығына көз жеткізу.

Күрделі-жабдықтар : мензурка, термометр, стакан, калориметр, ішіндегі ыстық суы бар шайник (барлық сыныпқа бірсеу).

Жұмыс барысы :

1) калориметрдің сыртқы ыдысының ішіндегі стаканға $m_1 = 100\text{g}$ ыстық су құйып, судын t_1 температурасын елшіндер;

2) стаканға салқын судын осындаі мөлшерін құйып, онын t_2 температурасын елшіндер;

3) салқын суды калориметрдің ішіндегі ыстық суга құйындар, алған ыстық және салқын судын коспасын термометрдің ұшымен арадастырындар. Алған судын коспасының t температурасын елшіндер;

4) тәжірибелі үш рет кайталап, нәтижесін кестеге толтырындар;

№	Ыстық судын массасы, m_1 , (кг)	Ыстық судын температурасы, t_1 , (°C)	Салқын судын массасы, m_2 , (кг)	Салқын судын температурасы, t_2 , (°C)	Коспаның температурасы, t , (°C)	Орташа мәндері				
						m_1 , (кг)	m_2 , (кг)	t_1 , (°C)	t_2 , (°C)	t , (°C)
1										
2										
3										

5) алған орташа мәндерді $Q_1 = c m_1 (t_1 - t)$ формуласынан қойып, ыстық судын берген жылу мөлшерін есептіндер;

6) $Q_2 = c m_2 (t - t_2)$ формуласы бойынша салқын судын алған жылу мөлшерін есептіндер;

7) алған нәтижелерді салыстырындар. Корытынды жасандар. Тәжірибелін көтөлігін бағалап, онын себебін түсіндіріндер.

2-ЖУМЫС. МҰЗДЫҢ МЕНШІКТІ БАЛҚУ ЖЫЛУЫН АНЫҚТАУ

Кіріспе. Катты заттың балқуы әрдайын энергияны жүту арқылы жүреді. Маассасы m катты заттың балқуы үшін қажетті жылу мөлшері $Q = m \lambda$ формуласымен анықталады, мұндағы λ — меншікті балқу жылуты. Егер еріп жатқан мұзды температурасы t_1 ыстық денеге салсақ, су $Q_1 = c_1 m_{\text{су}} (t_1 - t_2)$ жылу мөлшерін береді. Берілген жылу мұзды ерітуге және судын 0°C температурасынан коспаның t_2 температурасына дейін кезекті кыздыруына жұмсалады: $Q_2 = m_{\text{мз}} \lambda + c_2 m_{\text{мз}} (t_2 - 0^\circ\text{C})$. Жылу балансының тәндеуі: $c_1 m_{\text{су}} (t_1 - t_2) = m_{\text{мз}} \lambda + c_2 m_{\text{мз}} (t_2 - 0^\circ\text{C})$.

Осыдан мұздың меншікті балку жытуы мынаган тен:

$$\lambda = \frac{c_v m_{\text{в}} (t_1 - t_2) - c_v m_{\text{вр}} \cdot t_2}{m_{\text{вр}}}.$$

Жұмыстың мақсаты: мұздың меншікті балку жылуын анықтау.

Құрал-жабдықтар: калориметр, термометр, мензурка, ішінде еріп жатқан мұзы мен салқын сұы бар стакан, сүзгіш қағаз; ыстық су құйылған шәйинек (бұкіл сыйыпка біреу).

Жұмыс барысы:

- 1) калориметрдің ішкі стаканына $m_1 = 100$ г ыстық су құйып, оны сыртқы ыдыска салып, судын t_1 температурасын елшендер;
- 2) еріп жатқан мұзы мен салқын сұы бар ыдыстан мұз кесегін алындар, оны сүзгіш қағазбен көптіріп, ыстық су құйылған калориметрге салындар;
- 3) суды термометрдің ұшымен мұжият араластырып, термометрдің көрсеткішін бақыланадар. Калориметрдегі мұздың толық еріген кезіндегі температурасын t_2 аныктандар;
- 4) бастапқы судын көлемімен коспанын көлемін ескере отырып, мұздың көлемін мына формуламен аныктайык: $V = V_1 + V_2$, $V_2 = V - V_1$;
- 5) мұздың көлемін ескере отырып, массасын есептейік: $m_2 = \rho_3 \cdot V_2$;
- 6) тәжірибелін нәтижелерін кестеге енгізіндер:

Ыстық судын массасы m_1 , (кг)	Ыстық судын көлемі, V_1 , (м^3)	Ыстық судын темпер., t_1 , ($^\circ\text{C}$)	Мұздың темпер., t_2 , ($^\circ\text{C}$)	Коспа-нын темпер., t_3 , ($^\circ\text{C}$)	Коспа-нын көлемі V_1 , (м^3)	Мұздың көлемі V_2 , (м^3)	Мұздың массасы m_2 , (кг)	Мұздың меншікті балку жытуы λ , (Дж/кг)

- 7) алынған елшеу нәтижелерін (1) формулага койып, мұздың меншікті балку жылуын аныктандар;
- 8) корытынды жасандар.

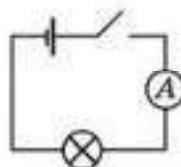
3-жұмыс. ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІН ҚҰРАСТАЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘРТҮРЛІ БӨЛІКТЕРІНДЕГІ ТОК КУШІ МЕН КЕРНЕУДІ ӨЛШЕУ

Жұмыстың мақсаты: ток күші тізбектің әртурлі белгінде бірдей екенін көрсету және кернесу мен ток күшин елшесуді үйрену.

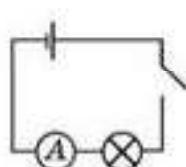
Құрал-жабдықтар: ток көзі, амперметр, вольтметр, қыздыру шамы, 2 сым резистор, кілт, жалғағыш сымдар.

Жұмыс барысы:

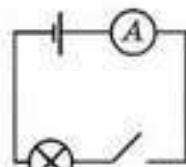
- 1) амперметр мен вольтметрдің белік құнын аныктандар;
- 2) 1—3-суреттердегі сұлбалар бойыниша электр тізбектерін жинаңдар;
- 3) әр жағдай үшін амперметрдің көрсетулерін кестеге жазындар:



1-сурет



2-сурет



3-сурет

- 4) жинаған тізбектің сұлбасын сыйындар;
- 5) ток көздерін, екі резисторды, қылтты тізбектей қосып, электр тізбегін жинаңдар;
- 6) тізбекті тұйыктандар және ер резистордың ұштарындағы U_1 , U_2 көрнеулерді және екі резистордан тұратын тізбек белгіндегі көрнеуді елшендер;
- 7) $U_1 + U_2$ қосындысын есептейдер және U көрнеуімен салыстырындар;
- 8) темендең кестелерді толтырындар.

I_1 , (А)	I_2 , (А)	I_3 , (А)	Корытынды

U_1 , (В)	U_2 , (В)	U , (В)	Корытынды

9) корытынды жасандар.

4-жұмыс. ТІЗБЕК БӨЛІГІНЕ АРНАЛҒАН ОМ ЗАҢЫН ТЕКСЕРУ

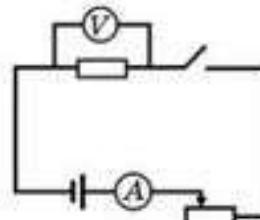
Жұмыстың мақсаты : тізбектің белгіндегі ток күшін, көрнеуді, кедергіні елшеу.

Құрал-жабдықтар : ток көзі, сымдар, реостат, резистор, амперметр, вольтметр, кілт.

Жұмыс барысы :

- 1) амперметр мен вольтметр шкалаларын карандар және бір белгіктің құнын аныктандар;
- 2) сұлба бойынша электр тізбегін жинаңдар (4-сурет);
- 3) тізбекті тұйыктандар;
- 4) реостаттың үш калыптагы нәтижелерін есептейдер.

Құралдардың көрсетулерін кестеге жазындар:



4-сурет

№	I , (А)	U , (В)	R , (Ом)
1			
2			
3			

- 5) Ом занын пайдаланып резистордың кедергісін есептейдер: $R = \frac{U}{I}$;
- 6) есептеу нәтижелерін кестеге тусіріндер;
- 7) тәжірибе нәтижесін корытындыландар.

Тапсырма. Өлшеу нәтижелері бойынша ток күшінің көрнеуге тәуелділік графигін түргызып, корытынды жасандар.

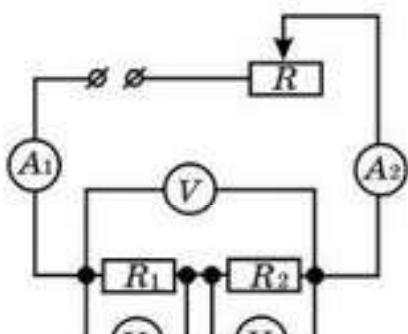
5-жұмыс. ӨТКІЗГІШТЕРДІ ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАУДЫ ЗЕРДЕЛЕУ

Жұмыстың мақсаты : тізбектей жалғау зандарын тексеру.

Құрал-жабдықтар : ток көзі, 2 резистор, реостат, 2 амперметр, 3 вольтметр, еткізгіш сымдар, кілт.

Жұмыс барысы :

- 1) амперметрдің және вольтметрдің белгі құнын аныктандар;



5-сурет

- 2) электр тізбегін сұлба бойынша жинаңдар (5-сурет);
3) V_1 , V_2 , V (U_1 , U_2 , U_x) вольтметрлерінің көрсетулерін жазындар;

4) жалпы көрнеуді мына формуламен есептеп, $U_x = U_1 + U_2$, V вольтметрдің көрсетуімен салыстырындар. Корытынды жасандар.

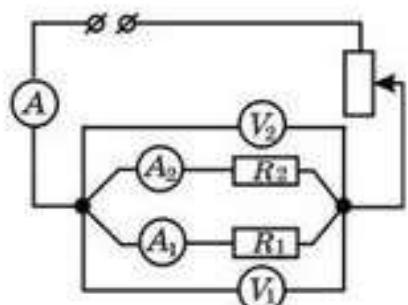
- 5) A_1 , A_2 (I_1 , I_2) амперметрлерінің көрсетулерін жазындар;

6) белгітін жалпы кедергісін $R'_x = \frac{U_x}{I_x}$; $R_x = R_1 + R_2$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ формулалары бойынша есептендер;

- 7) өлшеу нәтижелерін кестеге түсіріндер:

I_1 , (А)	I_2 , (А)	U_1 , (В)	U_2 , (В)	U_x , (В)	R_1 , (Ом)	R_2 , (Ом)	R'_x , (Ом)	R_x , (Ом)

6-жұмыс. ӨТКІЗГІШТЕРДІ ПАРАЛЛЕЛЬ ЖАЛҒАУДЫ ЗЕРДЕЛЕУ



6-сурет

Жұмыстың мақсаты : параллель жалғау зандарын тексеру.

Құрал-жабдықтар : ток көзі, 2 сым резистор, реостат, 2 вольтметр, өткізгіш сымдар, кілт, 3 амперметр.

Жұмыс барысы :

- 1) электр тізбегін сұлба бойынша жинаңдар (6-сурет);

- 2) V_1 , V_2 (U_1 , U_2) вольтметрлерінің көрсетулерін жазындар;

3) вольтметрдің көрсетулерін салыстырындар;

- 4) A_1 , A_2 , A (I_1 , I_2 , I_x) амперметрлерінің көрсетулерін жазындар;

5) $I_x = I_1 + I_2$ есептендер;

- 6) алынған нәтижелерді салыстырындар және корытынды жасандар;

7) белгітін жалпы кедергісін $R'_x = \frac{U_x}{I_x}$, $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$; $\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ формулалары бойынша есептендер;

- 8) өлшеулердің нәтижелерін кестеге түсіріндер:

I_1 , (А)	I_2 , (А)	I_x , (А)	U_1 , (В)	U_2 , (В)	R_1 , (Ом)	R_2 , (Ом)	R'_x , (Ом)	R_x , (Ом)

- 7) корытынды жасандар.

7-жұмыс. ЭЛЕКТР ТОГЫНЫҢ ЖҰМЫСЫ МЕН ҚУАТЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: электр ерісінің жұмысы мен қуатын анықтау.

Құрал-жабдықтар: ток кезі, амперметр, вольтметр, қыздыру шамы, кілт, жалғашты сымдар, секундомер.

Жұмыс барысы:

- 1) амперметр мен вольтметрдің болік құнын аныктандар;
- 2) электр тізбегін сұлба бойниша жинаңдар (7-сурет);
- 3) тізбекті түйіктап, қыздыру шамынын қосылу уақытын белгілендер;

4) вольтметр мен амперметрдің көрсетулерін жазыңдар;
5) тізбекті ажыратындар да, қыздыру шамының сену уақытын белгілендер;

- 6) электр тогынын шамдағы қуатын $P = I \cdot U$ формуласы бойниша есептәндер;
- 7) $A = P \cdot t$ формуласы бойниша электр тогынын жұмысын есептәндер, мұндағы t — қыздыру шамының жаңу уақыты;
- 8) барлық өлшеулер мен есептеудерді кестеге жазыңдар:

$I, (\text{A})$	$U, (\text{V})$	$t, (\text{s})$	$P, (\text{Вт})$	$A, (\text{Дж})$	Тұтынуышы

9) корытынды жасаңдар.

8-жұмыс. ТҮРАҚТЫ МАГНИТТІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ӨҚЫП-ҮЙРЕНУ ЖӘНЕ МАГНИТ ӨРІСІНІҢ КЕСКІНДЕРІН АЛУ

Жұмыстың мақсаты: тұракты магниттермен танысу және жалпак, дуга тәрізді пішіндегі магниттердің айналасындағы магнит ерістері қандай сыйықтар қалыптастырыттынын көрсету.

Құрал-жабдықтар: әртүрлі пішінді магниттер, темір ұнтақтары, қағаз стакан, 1 бет қағаз, әртүрлі материалдан жасалған денелер жиынтығы.

Жұмыстың барысы:

I. Заттардың магнитке қайсысы тартылып, қайсысы тартылмайтынын анықтаңдар.

a) ағаш (карындаш, сыйғыш);

ә) болат (скрепка);

б) алюминий (цилиндр);

в) пластмасса (қалам, сыйғыш);

г) резина (өшіргіш);

ғ) мыс (сым).

II. Бір-бірімен бекітілген скрепкаларды 8-суретте көрсетілгендей магнитке іліндер. Содан кейін бір колынмен магнитке жабысып тұрған бірінші скрепканы ұстап, магниттен ажыратындар. Байқаған құбылысты сипаттандар.

III. Темір ұнтақтарымен тәжірибелер:

1) темір ұнтақтарды қағаздың бетіне сеуіп, оған магнитті жақындастыңдар;

2) магниттің әртүрлі жағына ұнтақтар катай жабысканына көніл аударындар;

3) темір ұнтақтарынын ең көп жабысан жерлерін белгілендер;

4) екі жолақ магнитті әртүрлі ұнтақтарымен бір-біріне жақындастыңдар. Байқаған құбылыстарды сипаттап жазыңдар.



8-сурет

- 5) үстел үстіндегі магниттерді бір бет қағазбен жұыш, қағазға жұқа етіп темір ұштағын себіндер;
- 6) пайда болған магнит сзықтарын байқап карандар;
- 7) 3,6-пункттерде көрінген суреттерді салындар.

9-жұмыс. ЭЛЕКТРОМАГНИТТІ ҚҰРАСТАЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘСЕРІН СЫНАУ

Жұмыстың мақсаты : электромагниттің негізгі беліктерімен танысып, оны жинау.
Құрал-жабдықтар : ток көзі, реостат, кілт, жалғағыш сымдар, магнит тілше, электромагнитті жинауга арналған беліктер.

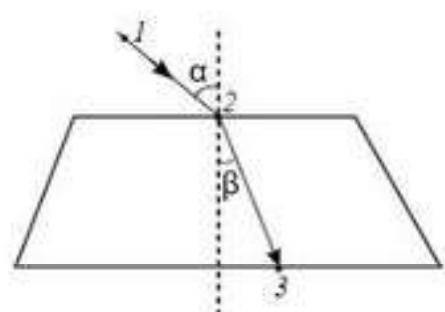
Жұмыс барысы:

- 1) ток көзін, шарғыны, реостатты және кілтті тізбектей косып, электр тізбегін жинандар;
- 2) тізбекті тұйыктап, магнит тілшесін пайдаланып шарғыны магнит полюстерін аныктандар;
- 3) магнит тілшесін шарғынын магнит ерісінің оған тигізетін әсері шамалы болатындағы кашықтықта орналастырындар;
- 4) шарғыға темір өзекшінің енгізіндер;
- 5) электромагниттің магнит тілшеге әсерін бакыландар;
- 6) реостаттың көмегімен ток күшін өзгертуіп, магнит ерісінің магнит тілшесінен әсерін бакыландар;
- 7) корытынды жасаңдар.

10-жұмыс. ШЫНЫНЫҢ СЫНУ КӨРСЕТКІШІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты : шынының сыну көрсеткішін анықтау.
Құрал-жабдықтар : паралель кыртаратын пластинка, түйреуштер, таза параптак, картон, кағаз, транспортир, тригонометриялық шамалардың кестесі.

Жұмыс барысы:

- 
- 9-сурет
- 1) картон кағаздың бетіне таза параптак, ал параптактың бетіне жалпақ жағымен шыны пластинканы койындар және онын шетін карындашпен айналдыра сзыяндар;
 - 2) шынының бір жағына түйреуштің бірі пластинканың кырын жаңайтын етіп екі түйреуш түйрендер. Түйреуштер арқылы ететін түзу пластинканың кырлары перпендикуляр болмауы тиіс (9-сурет);
 - 3) шынының көздін деңгейінде дейін көтеріп, оның екінші жағына үшінші түйреушті шыны арқылы қарағанда алдынғы екі түйреуш көрібейтіндей етіп шынының қабырғасын жаңай түйрендер;
 - 4) шыны мен түйреуштерді алғып тастандар және түйреуш тұрған жерлерді 1, 2, 3 деп белгілендер. Осы нүктелер арқылы шынының шегараларымен кылымсқанша түзу жүргізіндер. 2-нүкте арқылы екі ортаның шегарасына перпендикуляр тұрғызындар;
 - 5) транспортирдің көмегімен α түсу бұрышын және β сыну бұрышын елшіндер;
 - 6) синустардың мәндерінің кестесі бойниша елшінген бұрыштардың синустарын аныктандар;
 - 7) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ формуласынан сыну көрсеткішін есептendir;
 - 8) тәжірибелі α түсу бұрышын өзгерте отырып, тағы екі рет жасаңдар. Әр тәжірибе үшін сыну көрсеткішін аныктандар. Есептегу нәтижелерін кестеге жазындар:

№	Жарық сәулесінің түсү бұрышы α, (град.)	Сыну бұрышы β, (град.)	Сыну көрсеткіші, n
1.			
2.			
3.			

9) сыну көрсеткішінің орташа арифметикалық мәнін табындар:

$$n_{\text{opt}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3};$$

10) абсолюттік қателікті табындар:

$$\Delta n_1 = |n_{\text{opt}} - n_1|;$$

$$\Delta n_2 = |n_{\text{opt}} - n_2|;$$

$$\Delta n_3 = |n_{\text{opt}} - n_3|;$$

$$\Delta n_{\text{opt}} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3};$$

11) салыстырмалы қателікті табындар:

$$\Gamma_{\text{сas}} = \frac{\Delta n_{\text{opt}}}{n_{\text{opt}}} \cdot 100\%;$$

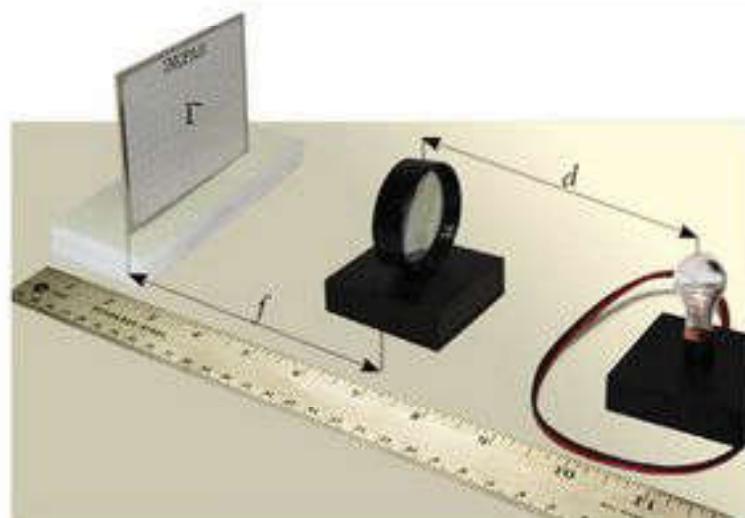
12) есептеу итілгенде шықкан мәнді кестедегі мәнмен салыстырындар. Корытынды жасандар.

11-жұмыс. ЖИНАҒЫШ ЛИНЗАНЫҢ ФОКУСТЫҚ АРАҚАШЫҚТЫҒЫ МЕН ОПТИКАЛЫҚ КУШІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты : линзаның фокустық аракашықтығын және оптикалық күшін анықтау.

Күрал-жабдықтар : жинағыш линза, сызғыш, экран, (Г) белгісі бар жарық кезі. Жұмыс барысы :

1) жарық кезін, линзаны және экранды бір түзудің бойына орналастырындар (10-сурет);



10-сурет

2) алынған жарық нүктесі — линзаның фокусындағы кескін. Линза мен экранның арақашықтығы — F фокустық арақашықтық;

3) $D = \frac{1}{F}$ формуласын қолданып, линзаның D оптикалық күшін аныктандар;

4) корытынды жасандар;

5) шамды линзадан әртүрлі қашықтықка орналастырып ($F < d < 2F$; $d = 2F$; $d > 2F$), Гәрпінің экрандағы кескінін алындар;

6) алынған кескінді сипаттандар;

7) линзадан шамға дейінгі d және шамнан экранга дейінгі f арақашықтықты елшеп, мәліметтерді кестеге толтырындар.

№	d , (м)	f , (м)	F , (м)	D , (дптр)
1				
2				
3				

8) жұқа линзаның формуласынан $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линзаның арақашықтығын табындар; $F = \frac{df}{d+f}$;

9) есептеулер жүргізіндер:

$$10) F_{\text{опт}} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3};$$

11) корытынды жасандар.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. А. В. Перышкин, Н. А. Родина. Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1998.
2. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1980.
3. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: Наука, 1960.
4. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1960.
5. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. М.: Наука, 1960.
6. Б. А. Кронгафт, В. И. Кем, Н. Койшибаев. Физика. Учебник для 10 кл (естественно-математического направления). Алматы: Мектеп, 2014.
7. С. Тұяқбаев, Ш. Насохова, Б. Кронгафт и др. Физика. Учебник для 11 кл. (естественно-математического направления) Алматы: Мектеп, 2015.
8. Кричченко И. В. Физика. Учебник для 8 кл. Бином, 2015.
9. Енохович А. С. Краткий справочник по физике, 2-е изд. М.: Высшая школа, 1976.
10. Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат. Сборник задач по физике для 8 кл.
11. Б. А. Кронгафт, В. И. Кем. Сборник задач по физике для 8 кл. Алматы: Мектеп, 2012.
12. И. В. Лукашек, Е. В. Иванова. Сборник задач по физике для 7—9 кл. 2004.
13. А. П. Рымкевич, П. А. Рымкевич. Сборник задач по физике: Дрофа, 2014.
14. Л. А. Кирик. Самостоятельные и контрольные работы по физике для 8 кл. М.: Илакса, 2014.
15. Г. Н. Степанова. Сборник задач по физике. Просвещение, 1995.
16. Браверман Э. М. Вечера по физике в средней школе / Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1969.
17. Капица П. Л. Понимаете ли вы физику? М.: Знание, 1968.
18. Ланге В. Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. М.: Просвещение, 1967.
19. Ланге В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку. М.: Наука, 1974.
20. Маковецкий П. В. Смотри в корень! Сборник любопытных задач и вопросов. 3-е изд. М.: Наука, 1976.

МАЗМУНЫ

Алғы сез	4
----------	---

1-тарау. ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

§ 1. Жылудың қозғалыс. Броундық қозғалыс. Диффузия	6
§ 2. Температура, оны елшеу тәсілдері. Температуранның шкаладары	10
§ 3. Ішкі энергия. Ішкі энергияның өзгерту тәсілдері	15
§ 4. Жылу жүткізгіштік, конвекция, соғулे шығару	20
§ 5. Табигаттағы және техникадағы жылу берілу	24
§ 6. Жылу құбылыштарының тірі ағзатардың өміріндегі рөлі	27
§ 7. Жылу мешшері. Заттың меншікті жылусыйымдастыры	31
§ 8. Отын энергиясы. Отынның меншікті жану жылуы	35
§ 9. Жылудың процестердегі энергияның сакталу және турлену заңдары	39

2-тарау. ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙЛЕРІ

§ 10. Қатты денелердің балкуы және катаюы, балку температурасы	46
§ 11. Меншікті балку жылуы	50
§ 12. Булану және конденсация. Қанықкан және қанықпаган булар	53
§ 13. Кайнау. Меншікті булану жылуы. Кайнау температурасының ішкі кысымға тәуелділігі	58

3-тарау. ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ

§ 14. Термодинамиканың бірінші заны. Газдың және будың жұмысы	64
§ 15. Жылу процестерінің қайтымыздыры. Термодинамиканың екінші заны	67
§ 16. Жылу қозғалтқыштарының пайдалы әсер коэффициенті (ПӨК)	69

4-тарау. ЭЛЕКТРОСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ

§ 17. Электр заряды. Денелердің электрленуі	80
§ 18. Электр зарядының сакталу заны. Кулон заны	88
§ 19. Электр өрісі. Электр өрісінің кернеулігі. Электростатикалық өрістің күш сзықтары	92
§ 20. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы	98
§ 21. Өткізгіштер мен дізлектриктер	100
§ 22. Электрсыйымдастыры. Конденсатор	104

5-тарау. ТУРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ

§ 23. Электр тогы. Электр тогының көздері	110
§ 24. Электр тізбегі және оның құрамды беліктері. Ток күші. Кернеу	114
§ 25. Тізбек белігі үшін Ом заны. Өткізгіштің электр кедергісі, меншікті кедергісі, реостат	118
§ 26. Өткізгіштердің тізбектей және параллель жалғау	125
§ 27. Электр тогының жұмысы мен куаты. Электр тогының жылудың әсері. Джоуль—Ленц заны	132



§ 28. Металдардағы электр кедергісінің температурага тәуелділігі. Асқын еткізгіштік	137
§ 29. Электркыштырыш күралдар, қызылу шамдары, қыска тұйыкталу, балқымалы сактандырыштар	140
§ 30. Электр тогынын химиялық әсері. Фарадей заны	144

6-тарау. ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ҚҰБЫЛЫСТАР

§ 31. Тұракты магниттер. Магнит өрісі	150
§ 32. Тогы бар түзу еткізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғынын магнит өрісі	156
§ 33. Электромагниттер және олардың колданытуы	161
§ 34. Магнит өрісінің тогы бар еткізгішке әсері, электркозгалтқыштар, электр өлшеуіш күралдар	164
§ 35. Электромагниттік индукция. Генератор	170

7-тарау. ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

§ 36. Жарықтың түзу сыйкыты тарапу заны	178
§ 37. Жарықтың шағытуы, шағылу заңдары. Жазық айналар	184
§ 38. Сфералық айналар. Сфералық айна кемегімен кескін салу	191
§ 39. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заны. Толық ішкі шағыту	196
§ 40. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұка линзаның формуласы. Линзаның кемегімен кескін салу	201
§ 41. Кез — оптикалық жүйе ретінде, керу кемшиліктері және оларды түзетудің тәсілдері	209
§ 42. Оптикалық аспаптар	214
Зертханалық жұмыстар	221
Пайдаланылған әдебиеттер	229



Учебное издание

Кронгарт Борис Аркадьевич
Насохова Шолпан Бабиевна

ФИЗИКА

Учебник для 8 класса общеобразовательных школ
(на казахском языке)

Редакторы *А. Сабдатиева*
Көркемдеуші редакторы *Ә. Станова*
Техникалық редакторы *Л. Садықова*
Корректоры *Г. Абдрахимова*
Компьютерде беттеген *И. Алмабаева*

Баспаға Қазакстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
№ 0000001 мемлекеттік лицензиясы 2003 жылы 7 шілдеде берілген

ИБ № 5710

Басуға 18.06.18 көл койылды. Пішімі $70 \times 100^{1/16}$. Офсеттік қағаз.
Каріп түрі "SchoolBook Kza". Офсеттік басылыш.
Шартты баспа табагы $18,71+0,32$ косарбет. Шартты бояулұры беттанбасы 76,77.
Есептік баспа табагы $13,76+0,54$ косарбет. Тарадымы 20 000 дана (II зауыт).
Тапсырыс №

"Мектеп" баспасы, 050009, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 143

Факс: 8(727) 394-42-30, 394-37-58

Тел.: 8(727) 394-42-34

E-mail: mekter@mail.ru

Web-site: www.mekter.kz

