

Б.А. Кронгарт, Ш.Б. Насохова

Жоба

ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептің
8-сыныбына арналған оқулық



Алматы "Мектеп" 2018

Кронгарт Б.А., Насохова Ш.Б.

Физика. Жалпы білім беретін мектептің 8-сыныбына арналған оқулық. — Алматы: Мектеп, 2018. — 227 б.

© Кронгарт Б.А., Насохова Ш.Б., 2018

© “Мектеп” баспасы,
көркем безендірілуі, 2018

Барлық құқықтары қорғалған

Басылымның мүлкітік құқықтары
“Мектеп” баспасына тиесілі

1-тарау
Жылу құбылыстары



2-тарау
Заттың агрегаттық күйлері



3-тарау
Термодинамика негіздері



4-тарау
Электростатика негіздері



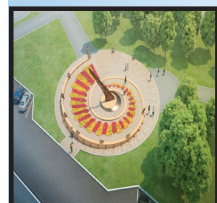
5-тарау
Тұрақты электр тогы



6-тарау
Электромагниттік құбылыстар



7-тарау
Жарық құбылыстары





МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	6
---------------	---

1-тарау. ЖЫЛУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

§ 1. Жылулық қозғалыс. Броундық қозғалыс. Диффузия.....	8
§ 2. Температура, оны өлшеу тәсілдері. Температура шкалалары	12
§ 3. Ішкі энергия. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері.....	17
§ 4. Жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару	22
§ 5. Табиғаттағы және техникадағы жылу берілу	26
§ 6. Жылу құбылыстарының тірі ағзалардың өмірлеріндегі рөлі	29
§ 7. Жылу мөлшері. Заттың меншікті жылу-сыйымдылығы	33
§ 8. Отын энергиясы. Отынның меншікті жану жылуы	37
§ 9. Жылулық процестердегі энергияның сақталу және түрлену заңдары	41

2-тарау. ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙЛЕРІ

§ 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы, балқу температурасы	46
§ 11. Меншікті балқу жылуы.....	50
§ 12. Булану және конденсация. Қанықпаған және қаныққан булар	53
§ 13. Қайнау. Меншікті булану жылуы. Қайнау температурасының ішкі қысымға тәуелділігі	57

3-тарау. ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ

§ 14. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы	64
§ 15. Жылу процестерінің қайтымсыздығы. Термодинамиканың екінші заңы.....	67
§ 16. Жылу қозғалтқыштары және олардың ПӘК-і.....	69

4-тарау. ЭЛЕКТРОСТАТИКА НЕГІЗДЕРІ

§ 17. Электр заряды. Денелердің электрленуі.....	80
§ 18. Электр зарядының сақталу заңы. Кулон заңы.	88
§ 19. Электр өрісі. Электр өрісінің кернеулігі. Электростатикалық өрістің күш сызықтары	92

§ 20. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы	98
§ 21. Өткізгіштер мен диэлектриктер	100
§ 22. Электрсыйымдылық. Конденсатор	104

5-тарау. ТҰРАҚТЫ ЭЛЕКТР ТОГЫ

§ 23. Электр тогы. Электр тогының көздері	110
§ 24. Электр тізбегі және оның құрамды бөліктері. Ток күші. Кернеу	115
§ 25. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы. Өткізгіштің электр кедергісі, меншікті кедергісі, реостат	119
§ 26. Өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау	125
§ 27. Электр тогының жұмысы мен қуаты. Электр тогының жылулық әсері. Джоуль — Ленц заңы	131
§ 28. Металдардағы электр кедергісінің температураға тәуелділігі. Асқын өткізгіштік	137
§ 29. Электрқыздырғыш құралдар, қыздыру шамдары, қысқа тұйықталу, балқымалы сақтандырғыштар	139
§ 30. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы	144

6-тарау. ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ҚҰБЫЛЫСТАР

§ 31. Тұрақты магниттер. Магнит өрісі	150
§ 32. Тогы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі. Тогы бар шарғының магнит өрісі	156
§ 33. Электромагниттер және олардың қолданылуы	162
§ 34. Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке әсері, электрқозғалтқыштар, электр өлшеуіш құралдар	164
§ 35. Электромагниттік индукция. Генератор	170

7-тарау. ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

§ 36. Жарықтың түзу сызықты таралу заңы	178
§ 37. Жарықтың шағылуы, шағылу заңы. Жазық айналар	185
§ 38. Сфералық айналар. Сфералық айнаның көмегімен кескін салу	191
§ 39. Жарықтың сынуы, жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу	196
§ 40. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы. Линзаның көмегімен кескін салу	203
§ 41. Көз — оптикалық жүйе ретінде, көру кемшіліктері және оларды түзетудің тәсілдері ..	204
§ 42. Оптикалық құралдар	215
Зертханалық жұмыстар	223
Әдебиеттер тізімі	231





Ойтүрткі

Өзін-өзі
тексеруге
арналған
сұрақтарТәжірибе
жасайық

Жаттығулар

Практикалық
тапсырмалар□ Орта деңгейлі
тапсырмалар* Күрделілігі
жоғары
тапсырмалар— мәтін ішіндегі
орындалуы
барлық оқушы
үшін міндетті
емес материал

Жас дос! Биыл сен физика пәнін оқуды жалғастырасың. 7-сыныпта физиканың табиғат жайлы ғылым екенін білдің. Физика өзіне баурап алатын әдемі әлем екеніне, оның заңдары арқылы әртүрлі тәсілдерді қолданып физикалық құбылыстарды сипаттап қана қоймай, оларды болжауға болатынына көз жеткіздің.

8-сынып физика оқулығының көмегімен сен өзіңді қоршаған ортаны зерттей отырып, ол жайлы қызықты да таңғажайып нәрселерді білетін боласың.

Оқулықтағы теориялық материалдың мәтінінде ой туғызатын сұрақтар мен тапсырмалар, тарихи және қосымша қызықты материалдар бар. Оларды оқып, тапсырмаларды орындай отырып сен жаңа білімді терең әрі жан-жақты меңгеруге мүмкіндік аласың.

Өр тақырып тірек сөздерден және сабақтың мақсатынан басталады. “Есте сақта!” айдарымен түрлі анықтамалар, маңызды салдарлар, қорытындылар берілген. Осы айдарлардың арасында оқылатын тақырыптың күнделікті өмірмен, қоршаған ортамен, өзің оқып жатқан басқа пәндермен байланысын ашатын оқу материалдары бар. Олардың ішінде “Мұны білесіңдер”, “Бұл қызық” “Практикалық тапсырмалар” айдарлары физиканың басқа ғылым салаларымен байланысын ашатын білімді жетілдіру мақсатында ұсынылған. Осы тапсырманы орындау барысында өз ойыңды еркін айтып, көрнекілік үшін фотослайдтар, көрсетілім, шағын хабарлама дайындап, қорытынды жасап үйренесің.

Сұрақтар мен тапсырмалар бөлімінде “Есеп шығару мысалдары” айдары бар. Мұнда теориялық білімді практикалық маңызы бар әртүрлі есептерді шығарғанда қолданып үйренесің.

Физикада табиғаттағы құбылыстарды зерттеудің негізгі тәсілі — эксперимент. Сондықтан оқулықта тәжірибелер мен бақылаулар жүргізуге негізделген практикалық тапсырмалар берілген. “Тәжірибе жасайық!” айдарында қолда бар нәрселерден өлшеу құралдары, құрылғылар және аспаптар жасау ұсынылады.

Өмірде табысты болу үшін білім мен ұшқыр ой, шыдамдылық қажет. Бұл қасиеттер сенің де бойыңда бар. Есте сақта: білімді мыңды жығады!

Өмірде сәттілік, оқуда табыс тілейміз!

Авторлар

Жылу құбылыстары

«Жылы», «суық» деген сөздердің мағынасы сендерге жақсы таныс, оны сезу мүшелерің арқылы білесіңдер. Суықта ауа температурасы төмен, ал ыстықта жоғары екені де сендерге мәлім.

Ал температура деген не? Оны қалай өлшейді?



Жер шарының табиғаты, өсімдіктері мен жан-жануарлар әлемі сан қилы. Арктиканың қатал климатында өмір сүретін жануарлар мен шөл далада тіршілік ететін жануарлардың айырмашылықтары бар.

Олар жергілікті ортаға қалай бейімделеді? Тірі организмдердің өмір сүру тәсілдерінің қалыптасуында жылу құбылыстары қандай рөл атқарады?



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

Отын жанған кезде бөлініп шығатын жылу энергиясын қалай есептеуге болады.

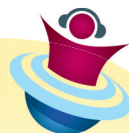


§ 1. Жылулық қозғалыс. Броундық қозғалыс. Диффузия



Тірек сөздер:

- ✓ броундық бөлшектер
- ✓ диффузия
- ✓ хаостық қозғалыс



Сендер бүгінгі сабақта:

- молекулалардың жылулық қозғалысын дәлелдейтін құбылыстармен танысасыңдар.

Мұны білесіңдер

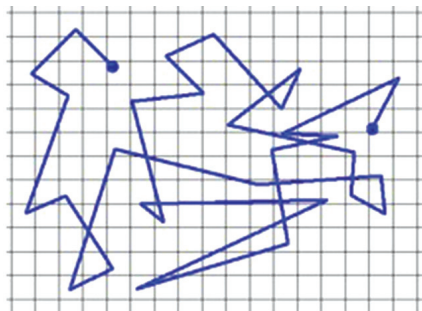
Барлық денелер молекулалардан, ал олар атомдардан құралады. Молекулалардың өзара орналасуына және қозғалысына байланысты зат қатты, сұйық немесе газ тәрізді күйде болуы мүмкін.

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

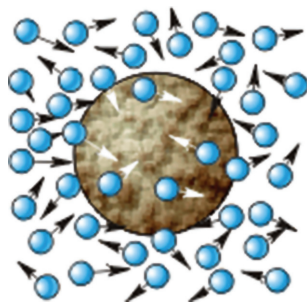
Броундық қозғалыс. 1827 жылы ағылшын ботанигі Р.Броун гүл тозаңдарының кішкентай бөлшектері жүзіп жүрген су тамшысын микроскоппен бақылады. Ол тозаң бөлшектері үздіксіз, ретсіз қозғалатынын және бұл қозғалыс шексіз жүретінін анықтады.

Бұл тәжірибені үгітілген ағаш пен көмірдің майда ұнтақтарын қолдана отырып қайталауға болады. Бұл бөлшектер суда ерімейді. Микроскоппен көмір түйіршіктерінің үздіксіз және секірмелі түрде қозғалатынын көруге болады. Олардың көлемі кішілері (өлшемі $\geq 1\text{мкм}$ болған сайын) бір орыннан екіншісіне жылдам ретсіз ауысып отырады, ал үлкендері бір орында ретсіз тербеліп тұрады, мұндай бөлшек *броундық* деп аталады.

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



1.1-сурет. Броундық бөлшектердің қозғалыс траекториясы



1.2-сурет. Су молекуласының броундық бөлшекпен өзара әсерлесу үлгісі

Броундық бөлшектердің қозғалысын су молекулаларының көмегімен ретсіз және үздіксіз қозғалады деп болжап түсіндіруге болады (1.1-сурет). Броундық бөлшекті су молекулалары жан-жағынан қоршап тұрады (1.2-сурет). Молекулалар ретсіз қозғалысының арқасында бір-бірімен және броундық бөлшекпен соқтығысады. Бұл соқтығысулар да үздіксіз және ретсіз болады. Егер броундық бөлшектердің өлшемі кіші (~ 1 мкм) болса, онда бір мезгілде соқтығысу саны да аз болады және бөлшектер осы молекулалардың барлық күштерінің қосындысы бағытталаатын жаққа ауысады. Егер бөлшек үлкен болса, молекулаға әсер етуші күш оны орнынан жылжыта алмайды. Осылайша, броундық бөлшектердің қозғалысын бақылай отырып, молекулалардың қозғалысы туралы қорытынды жасай аласыңдар, бірақ оларды тікелей көзбен көре алмайсыңдар. Тәжірибелер температура артқанда броундық бөлшектердің қозғалыс қарқынының да өсетінін көрсетеді.

Диффузия.



- Ойланып мына тұжырымдардың қайсысы дұрыс, қайсысы қате екенін анықтаңдар:

 - 1) "Броундық қозғалыс" тәжірибесінде микроскоп арқылы зат молекулаларының хаустық қозғалысын бақылаймыз.
 - 2) Броундық бөлшектердің өлшемдері шамамен молекулалардың өлшемдерімен бірдей.
 - 3) Броундық бөлшектердің өлшемдері молекулалардың өлшемдерінен көп есе үлкен.
 - 4) Өте төмен температурада броундық қозғалыс тоқтайды.



1-тәжірибе. Биік шыны стақанға толтырып су құйыңдар. Оған калий перманганатының (марганцовка) түйіршіктерін салып, бақылаңдар. Сонда нені көруге болады? Түйіршіктің айналасындағы су біртіндеп күлгін түске бояла бастайды. Осы процестің уақытқа тәуелді жүру барысы 1.3, а, ә, б-суреттерде кескінделген. Егер стақанды айтарлықтай ұзақ уақытқа қалдыратын болсақ, су толық қызғылт күлгін түске боялады. Үйде осы тәжірибені қайталап көріңдер, судың қалай басқа түске айналатынын және оның қанша уақыттан кейін толық басқа түске ауысатынын бақылаңдар.



а)



ә)



б)

1.3-сурет. Сұйықтағы диффузия:

а) тәжірибе басында; ә) 5 минут өткен соң; б) 2 сағат өткен соң

2-тәжірибе. Өтір құтысының қақпағын басатын болсақ, себілген өтірдің иісін бірден сеземіз. Өтір молекулалары ауаға еніп, ауаның молекулаларымен араласады. Газ плитасын қосқанда да газдың иісін бірден сезесіңдер.

3-тәжірибе. Бірдей екі шыны стақан алыңдар. Оның біріне суық, екіншісіне ыстық су құйыңдар. Екеуіне марганец түйіршіктерін салып, бақылаңдар. Суық су құйылған стақанға қарағанда, ыстық су құйылған стақандағы судың жылдамырақ боялатынын байқайсыңдар. Яғни, температура жоғары болған сайын, диффузияның жүру қарқыны жоғарылайды.

1-тәжірибеде арқылы сендер су мен марганец бөлшектерінің ретсіз қозғалып, араласатынын байқайсыңдар. *Заттардың осылай тәуелсіз түрде араласуы **диффузия** деп аталады.*

Диффузия құбылысы сұйықтарда, газдарда және қатты заттарда да орын алады. Диффузияның қарқындылығы заттың тығыздығына және температураға байланысты (3-тәжірибе). Сұйық денелерге қарағанда газдағы диффузияның жүру жылдамдығы жоғарырақ (2-тәжірибе), ал қатты денелерде ол өте баяу жүреді. Мынадай тәжірибелер жасалған. Өте жақсы тегістелген мыс және қола білеушелерді бірінің үстіне бірін қойып, бес жылдан соң алып қарағанда олар бір-біріне 1 мм қалыңдықта кірігіп кеткен екен. Егер осы білеушелерді (80–100)°C температурадағы пешке қойса, олар 1 мм қалыңдыққа кірігу үшін 10–15 күн ғана қажет болады.

Осы тәжірибелерден мынадай қорытындылар жасауға болады:

1. Газдарда диффузия өте жылдам жүреді, сендер иісті алғашқы секундтардан-ақ сезесіңдер, сұйықта диффузия құбылысы баяуырақ жүреді. Сұйықта бөлшектердің тәуелсіз толық араласуы үшін бірнеше күн немесе апта қажет болуы мүмкін. Мұны су құйылған стақанға бояу салып, бақылап көрсеңіздер болады. Қатты денелерде диффузия жүру үшін бірнеше жылдар қажет.

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

Табиғат құбылыстарында диффузия маңызды рөл атқарады. Мысалы, атмосфераның құрамына кіретін газдар бір-бірімен ұдайы араласып жататындықтан біз демалатын ауаның құрамы біртекті болады. Ағаштар көмірқышқыл газын жұтып, оттекті бөліп шығарытынын білесіңдер. Бұл процесс те диффузия арқылы жүзеге асады. Адам ағзасында болып жататын дем алу, ағзаның жасушаларының оттегімен және қоректік заттармен қамтамасыз етілуі де диффузиялық процестердің көмегімен жүреді.

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

Диффузия құбылысы адамзат қоғамының әрекеттерінен болатын қоршаған ортаның ластануы барысында зиянды рөл атқарады. Автокөліктердің шығаратын улы газдары, өндіріс орындарының зиянды қалдықтары диффузияның негізінде алыс қашықтықтарға тарап, жайылып кетеді де, су мен түрлі тамаққа қолданылатын заттарға қосылады. Осының нәтижесінде адамның денсаулығы мен Жер экологиясына зор зиян келеді.

Диффузия құбылысы сонымен қатар, заттың молекулаларының үздіксіз және ретсіз қозғалатынын дәлелдейді, оны *хаостық қозғалыс* деп те айтады. “Хаос” сөзі ежелгі грек тілінен аударғанда “ $\chi\alpha\omicron\varsigma$ ” – ашыламын, бұл жағдайда ретсіздік, шатасу, араласу дегенді білдіреді.

Броундық қозғалыс және диффузия құбылысы заттың молекулаларының үздіксіз хаостық қозғалыста болатынын дәлелдейді.

Жылулық қозғалысы дегеніміз – молекулалардың үздіксіз хаостық қозғалысы.

Молекулалардың жылулық қозғалысы ешқашан тоқтамайды, оның сипаты заттың агрегат күйіне тәуелді.

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

Сұйықтардың молекулалары бір-біріне өте жақын, тығыз орналасқан. Сұйықтардың молекулаларының жылулық қозғалысы тепе-теңдік орнының маңында тербеліске әкеледі. Уақыт өткен сайын молекула бір тепе-теңдік орнынан екінші орынға ауысып отырады.

Қатты денелердің молекулалары тек бір тепе-теңдік орнының айналасында тербеледі.

Барлық жағдайда да жылулық қозғалысының қарқындылығы температураға тәуелді болады.



1. Броун тәжірибесін сипаттаңдар.
2. Броундық бөлшектер деп қандай бөлшектерді айтады?
3. 1.2-суретке сүйеніп, броундық бөлшектердің қозғалысын сипаттаңдар.
- *4. Неліктен броундық бөлшектердің қозғалысын бақылау арқылы молекула қозғалысын сипаттауға болады? Өз сөздеріңмен түсіндіріңдер.
5. Диффузия құбылысына түсініктеме беріңдер.
6. Газдағы және сұйықтағы диффузия құбылысына мысалдар келтіріңдер.
7. Диффузияның қарқыны температураға қалай тәуелді?
- *8. Броундық қозғалыстың тоқтауы мүмкін бе? Неліктен?



1. Күншуақ күні пердені жауып, кішкентай саңылау қалдырыңдар. Саңылаудан бөлмеге түскен жарық жолағын мұқият қараңдар. Не байқадыңдар? Бақыланған құбылысты түсіндіріңдер.
2. Бірдей үш стақан алыңдар. Біреуіне салқын су, екіншісіне жылы су, үшіншісіне ыстық су құйыңдар. Оларға аздап шәй жапырағын салыңдар. 15 минут уақыт аралығында стақандарды бақылаңдар. Бақыланған құбылысты сипаттаңдар, қорытынды жасаңдар.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 2. Температура, оны өлшеу тәсілдері. Температураның шкалалары

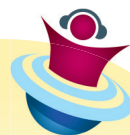


Тірек сөздер:

- ✓ жылулық тепе-теңдік
- ✓ температура
- ✓ термометр
- ✓ температуралық шкала

Сендер бүгінгі сабақта:

- температураны өлшеу әдістерімен және температуралық шкалалармен танысасыңдар.



Күнделікті өмірде әрдайым судың жылуы немесе мұздың қатуы, қардың еруі секілді жылулық құбылыстарды байқауға болады. Сендер кез келген дененің температурасын қолмен ұстау арқылы салқын немесе ыстық екенін анықтай аласыңдар, ыстық дененің температурасы салқын

денеден жоғары екенін білесіңдер. Яғни, біз температураны жылулықтың дәрежесі ретінде қабылдаймыз. Дегенмен, бірден температураға нақты анықтама беру оңай емес.

Сонымен, “Температура деп нені айтамыз?” деген сұраққа жауап іздеп көрейік. Егер ыстық плитаның үстіне ішінде суы бар қазанды қойсақ, су жыли бастайды және белгілі бір уақыт өткен соң суы бар қазанның температурасы плитаның температурасына дейін өседі. Ал егер салқын суды ыстық сумен араластыратын болсақ, онда жылы су аламыз. Бұл жағдайда ыстық су суып, салқын су жылиды. Біраз уақыттан соң қыздыру және салқындау процестері тоқтайды нәтижесінде біз жылы су аламыз. Оның көлемінің барлық бөліктерінде температура бірдей болады. Бұл кезде жылулық тепе-теңдік орнады деп айтады.



Үстелдің үстіне ыстық суы бар стақанды қойып, ішіне термометр салыңдар. Шамалы уақыт күтіп, содан соң әр 5 минут сайын термометр көрсеткішін жазып отырыңдар. Термометр көрсеткіші төмендей бастайды, бірақ төмендеу қарқындылығы уақыт өте азайып, біраз уақыттан соң термометр көрсеткіші тұрақталады. Осы кезде стақандағы сумен сыртқы ортаның температурасы теңесіп, олар *жылулық тепе-теңдік* күйде болады.

Тепе-теңдік күйдегі барлық денелердің температуралары әрқашан бірдей болады және оның мәні қанша уақыт өтсе де өзгермейді. **Температура** – дененің жылулық күйін сипаттайтын физикалық шама.

Бір бөлмеде ұзақ уақыт тұрған барлық денелердің температуралары бірдей.

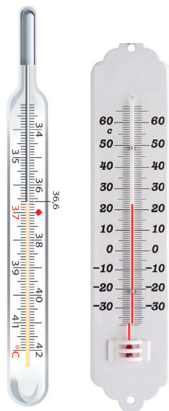
Біз өткен параграфта температура жоғарылағанда жылулық қозғалысының қарқындылығы да артатынына көз жеткіздік. Басқаша айтқанда, температура артқанда дененің молекулаларының жылулық қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы да өсе түседі. Әрине, жеке молекуланың жылдамдығы үнемі ретсіз өзгеріп жатады, бірақ берілген күйде жылулық тепе-теңдік 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 аталады.

Қолымызбен ұстап, дененің қаншалықты ыстық немесе салқын екенін біз, әрине, ажырата аламыз, бірақ бұл тек жуықтап алғандағы мөлшерлеме. Температураны дәл өлшеу үшін арнайы құралдар қолданылады, сендер олармен таныссыңдар және қолданып та жүрсіңдер.

Мұны білесіңдер

Температураны өлшейтін құралды *термометр* деп атайды.



а) б)

2.1-сурет. Термометрлер;
а) медициналық;
б) тұрмыстық

Температура өзгергенде денелердің кейбір қасиеттері де өзгереді. Мысалы, температура артқанда денелердің көлемі де ұлғаятыны тәжірибеден белгілі. Сол сияқты температураның өзгерісі дененің электр кедергісінің де өзгерісін тудырады. Жарық шығарып тұрған дененің түсі температураға тәуелді өзгереді. Денелердің қасиеттерінің осындай өзгерістері термометрлердің жұмыс істеу негізінде жатыр.

2.1-суретте белгілі тұрмыстық және медициналық термометрлер бейнеленген. Олардың қалай жұмыс істейтінін қарастырайық. Мұндай термометрлерді *түйіспелі* деп те атайды, себебі дененің температурасын өлшеу үшін оларды жылулық тепе-теңдік орнағанша дене-

ге түйістіріп ұстап тұру қажет. Әдетте, термометр сұйықтығы ретінде (термометрлік дене) сынап немесе спирт алынады. Суретте көрсетіліп тұрғандай, жіңішке түтікті белгілі бір деңгейге дейін термометрлік денемен толтырады. Түтіктің бір ұшы (төменгі) кеңейтіліп, екінші ұшы дәнекерленеді. Температура өзгерген кезде сұйықтық көлемі де өзгеріп, ол түтік бойымен қозғала бастайды, яғни сұйықтың жеткен биіктігі температураға пропорционал болады. Енді термометрді градуирлеу керек, басқаша айтсақ, температураны көрсететін шкала жасау қажет.

Мұндай шкаланы швед ғалымы А.Цельсий ойлап тапты, *Цельсий шкаласы* қазір соның атымен аталады. Ол судың қату температурасын 0 деп, ал қайнау температурасын 100 деп алуды ұсынды. Бұл *тірек нүктелері* деп аталады. Тірек нүктелерінің арасы бірдей 100 бөлікке бөлінеді. Осындай бөліктердің әрбірі бір градусқа сәйкес келеді және 1°C деп белгіленеді (2.1-сурет). 0°C -тан жоғары температураға оң, ал 0°C -тан төмен температураға теріс таңбасы қойылады. Біздің елімізде Цельсий шкаласы кең таралған, осы шкала бойынша температураны t деп белгілейді. Бұдан басқа да мынадай температура шкалалары бар.



Андерс Цельсий
(1701—1744)

Кельвин шкаласы. Оны Уильям Томсон (лорд Кельвин) ұсынған. Ол нөлдік нүктесі “суықтың шектік дәрежесіне”, яғни абсолютті нөлге, ал шкала бөлімінің құны Цельсий шкаласымен бірдей болатын шкаланы ұсынды. Кельвин шкаласында температура T әрпімен, ал температураның өлшем бірлігі Кельвин [K] белгіленеді, мысалы, $T = 20\text{ K}$. Кельвин шкаласы ХБ (Халықаралық бірліктер) жүйесінде қолданылады. Осы екі шкаланың бір бөлігінің құны бірдей болып табылады. Кельвин шкаласы бойынша 0 K Цельсий шкаласы — $273,15^{\circ}\text{C}$ температурасына сәйкес келеді. Кельвин шкаласының

екінші тірек нүктесі ретінде су бір мезгілде қатты, сұйық және газ тәрізді күйде қатар болатын температура (үштік нүкте) алынады. Оған $T = 273,15 \text{ K}$ температурасы сәйкес келеді.

Есте сақта!

$T = 0 \text{ K}$ ең төменгі температура, оны абсолютті нөл деп атайды. Негізінде, температураны абсолютті нөлге дейін төмендету мүмкін емес.

Температураның Цельсий мен Кельвин шкалалары арасындағы байланысы төмендегі формуламен өрнектеледі:

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

АҚШ-та және Англияда *Фаренгейт температуралық шкаласы* (белгіленуі – $^{\circ}\text{F}$) қолданылады. Бұл шкала бойынша судың қату температурасы 32°F , ал қайнау температурасы 212°F . Цельсий және Фаренгейт шкалаларының арасындағы байланыс былай өрнектеледі:

$$\begin{aligned} ^{\circ}\text{C} &= (^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 0,5556; \\ ^{\circ}\text{F} &= (^{\circ}\text{C} : 0,5556) + 32. \end{aligned} \quad (2.2)$$

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

Есте сақта!

Термометр әрқашан өзінің температурасын көрсетеді. Сондықтан, температураны өлшегенде термометрді денеге түйістіріп, жылулық тепе-теңдік орнағанша ұстап тұру керек.



2.2-сурет. Термометрлердің түрлері

Сендер термометрлік денелердің жылулық ұлғаюына негізделген түйіспелі термометрмен таныстыңдар. Олар қарапайым және қолданыста ыңғайлы, бірақ өте төмен және өте жоғары температураны өлшеуге жарамайды. Сонымен қатар сұйықтық термометрлер (шынысы) тез сынып кетуі мүмкін. Кейбір жағдайларда тікелей түйістіру орната алмайтын жерлердің температурасын өлшеуге тура келеді, олар аспан денелері немесе қандай да бір құрылғының күрделі бөлшектері болуы мүмкін. Ол үшін термометрдің басқа түрлері қолданылады (2.2-сурет).



1. “Жылулық тепе-теңдік” деген сөздің мағынасы қандай?
2. Температураға анықтама беріңдер.
3. Термометр дегеніміз не?
4. Сұйықтық термометрді қалай жұмыс істейтінін түсіндіріп беріңдер. Не себепті оларды түйіспелі деп атайды?
5. Қандай температуралық шкалаларды білесіңдер? Сендер қай шкаланы қолданасыңдар?
6. Температура мәндерін бір шкаладан екіншісіне ауыстыру үшін қолданылатын байланысты сипаттаңдар.



1-жаттығу.

1. Кестенің бос жерлерін толтырыңдар.

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

2. Өз беттеріңмен Галилей термоскопының құрылысымен танысып, эссе жазыңдар. (<https://loldinvent.ru/>; [is – zhitomirsky.narod.ru](http://is-zhitomirsky.narod.ru)).

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

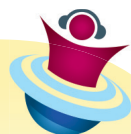
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 3. Ішкі энергия. Ішкі энергияны өзгерту тәсілдері



Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

- дененің ішкі энергиясы түсінігімен және оны өзгерту тәсілдерімен танысасыңдар.

Алдыңғы екі бөлімде қарастырылған тәжірибелер мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді: 1. Барлық денелер (заттар) молекулалардан тұрады. 2. Молекулалар бір-бірімен өзара әсерлеседі. 3. Молекулалар ешқашан тоқтамайтын үздіксіз хаостық қозғалыста болады.

Мұны білесіңдер

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

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

Ішкі энергияны U өрпімен белгілейміз. Анықтамаға сәйкес:

$$U = \sum (E_k + E_n)_{\text{молекула}}$$

Дене температурасының өзгерісі кезінде молекулалардың жылулық қозғалысының жылдамдығы да өзгереді, демек, олардың кинетикалық энергиясы өзгереді. Сендер сондай-ақ температураның өзгерісі дененің өлшемдерінің өзгеруіне әкелетінін білесіңдер, бұл молекулалар арасындағы қашықтықтың, яғни молекулалардың потенциалдық энергиясының өзгеретінін көрсетеді. Бұдан ішкі энергия 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 м^3 оттегі құрамында шамамен $2,7 \cdot 10^{25}$ молекула бар, сондықтан барлық молекулалардың жалпы энергиясы, яғни дененің ішкі энергиясы үлкен.

Мысалы, бөлме температурасындағы үш литрлік банкадағы судың ішкі энергия массасы шамамен 1 т денені 75 метр биіктікке көтеру

үшін қажет жұмысқа тең деп есептеуге болады. Бұл небәрі 3 литр судың ішкі энергиясы. Ал енді, әлемдегі мұхит суларының ішкі энергиясы қаншалықты үлкен екенін ойлап көріңдер. Заттың молекулаларының жылулық қозғалысы ешқашан тоқтамайды, яғни дененің ішкі энергиясы нөлге тең болмайды.

Ішкі энергия заттың агрегат күйіне де тәуелді. Мысалы, мұз 0°C температурада ери бастайды. Ыдыстың 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 агрегат күйлерінде молекулалардың өзара орналасуы, олардың бір-бірінен қашықтығы әртүрлі, сондықтан молекулалардың өзара әсерлесу потенциалдық энергиялары да әртүрлі, яғни ішкі энергиясы әртүрлі.

Ішкі энергияның анықтамасынан ол молекулалардың кинетикалық және потенциалдық энергиясынан тұратыны белгілі. Сонымен қатар, сендер механика курсынан дененің кинетикалық энергиясы мен потенциалдық энергиясының қосындысы толық механикалық энергия деп аталатынын да білесіңдер.

Бірақ, осындай ұқсастықтарға 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 анықталады. 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 жаңа, статистикалық деп аталатын заңдылықтар орындалады, олармен сендер жоғарғы сыныптарда танысатын боласыңдар. Бұл заңдылықтар заттың қасиеттерін оны құрайтын бөлшектердің сипаттамаларының орташа мәндері арқылы өрнектеуге мүмкіндік береді. Мысалы, молекуланың орташа кинетикалық энергиясы ұғымы қолданылады.

Берілген дененің механикалық энергиясы оның орны мен қозғалысына тәуелді өзгеріп отырады. Мысалы, жерде жатқан тасты алып, лақтырып 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, тек осы затты құрайтын молекулалардың қозғалысы мен өзара әсерлесуіне тәуелді. Молекулалардың жылулық қозғалысы ешқашан

тоқтамайтындықтан ішкі энергия да ешқашан нөлге тең болмайды. Ал механикалық энергия, санақ жүйесін таңдап алуымызға байланысты, нөлге тең болуы әбден мүмкін.

Есте сақта!

Заттың ішкі энергиясы тек қана оның температурасы мен агрегаттық күйіне тәуелді.

Дененің ішкі энергиясын өзгерту мүмкін бе және қалай?

Сендер білетін бір тәсіл: температураны өзгерту қажет. Егер ыстық плитаға салқын су құйылған кәстрөлді қойса, ол қызады, ішкі энергиясы артады. Егер ыстық су құйылған стақанға мұз кесегін салса, ол ериді, ал стақандағы су салқындайды, оның ішкі энергиясы азаяды. Күнделікті өмірде жиі байқауға болатын осы секілді көптеген мысалдарды келтіруге болады. Мұндай жағдайларда жылу ыстық денеден салқын денеге беріледі, яғни жылу тасымалданады.



1-тәжірибе. Үстелдің үстіне 100 теңгелік тиынды қатты ысыклап үйкелендер. Бір минуттан аз уақыт ішінде оның жылығанын сезесің, яғни ішкі энергиясы артты.

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

3-тәжірибе. Жуан алюминий немесе мыс сым алып, оны бір жерінен жылдам қозғалыспен бүгіңдер. Бірнеше уақыттан соң бүгілген жер қызады.

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

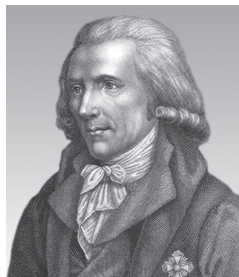
Бұл тәжірибелерден ішкі энергияны жылу тасымалынсыз, жұмыс жасап өзгертуге болады деген қорытындыға келеміз.

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

Ол Мюнхеннің әскери шеберханасында зеңбірек құю жұмыстарының барысын бақылай отырып, маңызды қорытынды жасады. Ол кездерде



3.1-сурет. Ауада от тудыру



Бенджамин Томпсон,
граф Румфорд
(1753—1814)

зеңбіректің ұңғысын (стволын) алдымен тұтастай құйып алып, содан соң оның ядросы (зеңбіректің оғы) қозғалатын каналын аттардың көмегімен қозғалысқа келтіретін алып бұрғылау станоктарымен тесетін (3.2-сурет). Румфорд бұрғылау кезінде ұңғы да, бұрғы да қатты қызып кететінін байқады. Ол мұның себебі бұрғының ұңғыға қатты үйкелуі деп болжады. Осы әсерді көбейте үшін суы бар бөшкенің ішіне Румфорд ұңғыны енгізіп, оны тығыз тиісіп тұратын өтпейтін бұрғының көмегімен тесуге тырысты. Бұрғылау кезінде су қатты қызып, тіпті 2,5 сағаттан кейін қайнап кететіні анықталды. Осылайша жұмыс істелу барысында өте үлкен мөлшерде жылу бөлінуі мүмкін екені дәлелденген болатын.



3.2-сурет. Румфорд тәжірибесі

Егер жұмыс денеге сыртқы әсер нәтижесінде жасалынса, оның ішкі энергиясы артады. Егер жұмысты дененің өзі жасаса, ішкі энергия азаяды.

Сонымен, ішкі энергияны өзгертудің екі тәсілі бар: **жылу тасымалдау** және **механикалық жұмыс жасау**.



■ Мына тұжырымдардың қайсысы дұрыс, қайсысы қате.

- 1) Температура жоғарлағанда ішкі энергия артады.
- 2) Ішкі энергия температураға тәуелді емес.
- 3) Егер екі дененің температурасы бірдей болса, олардың ішкі энергиялары да бірдей.
- 4) Берілген нақты бір дененің ішкі энергиясы өзгермейді.
- 5) Берілген бір заттың ішкі энергиясы әртүрлі агрегаттық күйлерде әртүрлі болады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Егер Жердің орташа температурасы тек 1 градусқа төмендейтін болса, онда әлемдегі барлық электрстансыларында жыл бойы шығарылатын энергиядан миллиардтаған есе көп энергия бөлінеді.



1. Дененің ішкі энергиясы деген не?
2. Денені қыздырғанда ішкі энергия қалай өзгереді? Суытқанда ше?
3. Дененің ішкі энергиясы өзгергенін қалай білуге болады?
4. Үстел үстінде бөлме температурасында мынадай заттар орналасқан: бірдей 1 литрлік банкаларда су және өсімдік майы, көлемдері бірдей 1 дм^3 болат және ағаш кесектері. Бұлардың ішкі энергиялары бірдей ме, жоқ па? Жауабыңды негіздеңдер.
5. Ішкі энергияны өзгертудің қандай тәсілдерін білесіңдер? Мысалдар келтіріңдер.
6. Су құйылған шелек 20 м биіктікке көтерілді. Осы кезде судың механикалық және ішкі энергиясы қалай өзгереді? Жауабыңды негіздеңдер.
7. Суық күні далада жүрген баланың қолы тоңды. Үйге кіре салысымен ол қолын тез жылытқысы келді. Бала мұны қандай тәсілдермен жасай алады? Ол тәсілдердің бір-бірінен айырмашылығын түсіндіріңдер.
8. Күнделікті тұрмыста жұмыс істеу арқылы ішкі энергияны өзгерту мысалдарын келтіріңдер.



Бұрандалы қақпағы бар көлемі 1 литрлік пластик банкіге шамамен жартысына дейін су құйып, температурасын өлшеңдер. Банкінің қақпағын тығыз жауып, сүлгімен ораңдар. Банкіні 15 минут бойы қатты шайқаңдар. Содан кейін банкінің қақпағын ашып, тез судың температурасын қайтадан өлшеңдер. Температура қалай өзгереді? Нәтижесін түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

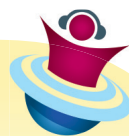
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 4. Жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару



Тірек сөздер:

- ✓ жылу берілу
- ✓ жылуөткізгіштік
- ✓ конвекция
- ✓ сәуле шығару



Сендер бүгінгі сабақта:

- жылу берілудің негізгі түрлерімен танысасыңдар.

Мұны білесіңдер

Температуралары әртүрлі денелер бір-бірімен түйістірілген кезде жылу алмасу (жылу берілу) орын алады, нәтижесінде денелер арасында жылулық тепе-теңдік орнығады. Жылу берілу арқылы ішкі энергияны өзгерту тәсілдерінің бірі, бұл жағдайда температурасы жоғары дененің ішкі энергиясы механикалық жұмыс жасамай-ақ аз қыздырылған дененің ішкі энергиясына ауысады.

Жылу берілу процесі кезінде дененің ішкі энергиясының өзгерісіне тең шама жылу мөлшері деп аталады. Жылу мөлшері Q әрпімен белгіленеді, оның өлшем бірлігі – Джоуль.

$$[Q] = [Дж]$$

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

Жылуөткізгіштік – дененің қаттырақ қыздырылған бөлігінен азырақ қыздырылған бөлігіне жылу энергиясының берілуі. Жылу берілу әртүрлі денелер арасында немесе бір дененің түрлі бөліктерінің арасында болуы мүмкін. Молекулалық деңгейде жылу беруді былай түсіндіруге болады: кинетикалық энергиясы жоғары молекулалар өз энергиясының бір бөлігін қозғалысы баяу молекулаларға береді.

Есте сақта!

Жылу өткізумен бірге энергия тасымалданады, бірақ зат алмаспайды.



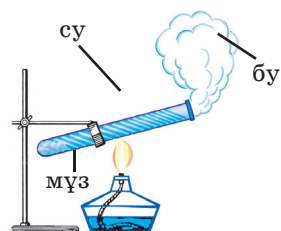
1-тәжірибе. Штативке көлденең металл білікше (стержень) бекітіп, оның төменгі жағына бір-бірінен бірдей қашықтықта кеңсе шпегелерін пластилинмен бекітіңдер. Білікшенің екінші шетін 4.1-суретте көрсетілгендей шамның жалынымен қыздыра бастаңдар.



4.1-сурет. Білікшенің бойымен жылу беру



4.2-сурет. Ауаның жылуөткізгіштігі



4.3-сурет. Судың жылуөткізгіштігі

Шегелер түсе бастайды. Алдымен білікшенің қызған шетіндегі шегелер түседі, сонан соң кезекпен қалғандары құлайды. Бұл тәжірибе білікшенің бойымен қаттырақ қыздырылған шетінен азырақ қыздырылған жағына жылу берілетінін көрсетеді.

2-тәжірибе. Бір саусағыңа құрғақ шыны түтікше киіңдер. Түтікшені 4.2-суреттегідей шамның жалынына ұстаңдар. Бұл кезде саусағың ұзақ уақыт бойы жылуды сезбейді. Бұл ауаның жылуөткізгіштігінің нашар екенін көрсетеді.

3-тәжірибе. Шыны түтікшеге кішкене мұз салып, оны пробирканың диаметріне сәйкестеп ауыр, кішкене дөңгелек нәрсемен бастырамыз. Сонда үстінен салқын су құйғанда мұз су бетіне қалқып шығып кетпейді. Түтікшені 4.3-суреттегідей шамның жалынына ұстаймыз. Біраз уақыттан соң судың үстіңгі қабаты қайнай бастайды, бірақ түбіндегі мұз ерімейді. Бұл судың жылуды нашар өткізетінін көрсетеді.

Денелердің жылуөткізгіштігі әртүрлі болады. Ең жақсы жылуөткізгіштер – металдар. Су, шыны, ағаш, пластик жылуөткізгіштігі төмен денелерге жатады.

Газдардың барлығының жылуөткізгіштігі төмен болады. Сол себепті, барлық кеуек материалдар (тері, жүн, мақта) жылуды жақсы өткізбейді, сондықтан оларды суықтан қорғау үшін қолданады. Мысалы, жануарлар жылына екі рет түлейді: көктемде және күзде. Олардың көктемгі жүні сирек әрі қысқа болса, күзде жүндері ұзарып, қалыңдай түседі. Бұл жануарлардың қатты суықтан қорғануына мүмкіндік береді.

Адамдар қыста тоңбас үшін тон немесе астары мақтамен, не кеуек синтетикалық материалдармен толтырылған киім киеді.

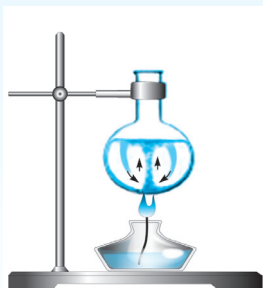
Конвекция — сұйықтың немесе газдың ағыны арқылы жылу энергиясын тасымалдау.

Қатты денелерде конвекция болмайды, себебі қатты денелердегі заттардың қабаттары қозғалмайды.



1-тәжірибе. 4.4-суретте көрсетілгендей колбаға су құйып, колбаның түбіне акварель бояуының кішкене бөлігін қысқышпен мұқият саламыз. Содан кейін суды қыздыра бастаймыз. Біраз уақыттан соң колбаның ортаңғы бөлігінде судың боялған ағыны жоғары көтеріліп, оның қабырғасының бойымен төмен түседі. Колбаның бүйір қабырғасы жағындағы су салқын болады. Біз қыздырылған және қыздырылмаған қабаттарындағы судың табиғи араласуын байқаймыз.

2-тәжірибе. Қағаздан зырылдауық кесіп аламыз. Оның ортасын инемен тесіп, жіп өткізіп, жоғары көтеріміз. 4.5-суретте көрсетілгендей, зырылдауықтың төменгі жағынан шамды жағып қоямыз, ол айнала бастайды. Себебі, ауаның қызған қабаттары жоғары көтеріліп, зырылдауықты айналдырады.



4.4-сурет. Сұйықтағы конвекция



4.5-сурет. Ауадағы конвекция

Конвекция кезінде зат тасымалданады. Конвекцияның *табиғи (еркін)* және *еріксіз* конвекция деп аталатын түрлері болады. 1-тәжірибедегі су қабаттарының араласуы еркін конвекцияның мысалы болып табылады, ал егер сен қолыңа дем үрлеу арқылы, жылы ауамен қолыңды жылытсың, бұл еріксіз конвекция.

Электромагниттік толқындардың таралу процесі кезіндегі жылу энергиясының берілу процесін сәуле шығару (сәулелену) деп айтамыз. Күн сәулелері топырақ пен жер атмосферасын жылытады. Жанып жатқан пештің қасында отырып, жылуды сеземіз. Қызып тұрған үтікке немесе оттың жалынына қолыңды жақындатсаң, олардан таралып жатқан жылуды сезесіңдер. Мұның барлығы сәулелену арқылы жүретін энергия тасымалының мысалдары. Сәулелену вакуумде жүзеге асатын жылу берудің жалғыз түрі болып табылады. Жылу берілу механизмі күрделі. Сендер 9–10-сыныптарда сәуле шығарудың барлық заңдылықтарын толығырақ өтетін боласыңдар.



1. Жылу берілудің қандай түрлерін білесіңдер?
2. Жылуөткізгіштік дегеніміз не?
3. Қазанның, табаның, т. б. ыстыққа қойылатын ыдыстарды металдан, ал құлақтарын пласмассада жасайды? Неге? Жауабыңды негізде.
4. Қысқы күртешелердің астарын түбітпен немесе синтетикалық үлпек материалмен жасайды. Неге?
5. Жақсы жылу өткізгіштер мен нашар жылуөткізгіштерге мысалдар келтіріңдер.
6. Конвекция дегеніміз не?
7. Конвекция мен жылуөткізгіштіктің арасында қандай айырмашылықтар бар?
8. Сәуле шығару арқылы жылу беру мысалдарын келтіріңдер.
9. Қандай орталарда жылу өткізгіштік жүзеге асады? Конвекция? Сәуле шығару?



1. Бірдей екі пластик бөтелке алып, оларға температуралары $\sim 40^{\circ}\text{C}$ болатын жылы су құйыңдар. Бөтелкенің бірін қалың сүлгімен ораңдар, екіншісін солай қалдырыңдар. Төрт сағаттан соң сүлгіні ашып, бөтелкелерді ұстап көріңдер. Қай бөтелке жылырақ? Неліктен?
2. Неліктен термостағы шәй ұзақ уақытқа дейін суымайды?
3. Не себепті қыздырғыш элемент электр шәйнегінің астында орналасады?
4. Қолыңды қызып тұрған электр лампына жақындатқанда не сезесің? Жылу берілудің қандай түрін байқағаныңды түсіндіріңдер.
5. Суретке қарап, жылу берілудің түрлері туралы айтыңдар (4.6-сурет).



4.6-сурет. Жылу берілудің түрлері

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 5. Табиғаттағы және техникадағы жылу берілу



Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

- жылу берілу процестеріне негізделген табиғат құбылыстарымен танысасыңдар.

Сендер өздерің дағдыланған ортада өмір сүріп жатырсыңдар және көбінесе айналада болып жатқан құбылыстарға аса мән бере бермейсіңдер. Мысалы, неге жел соғады? Ойланып көрейік. Күн сәулесі топырақ пен Жер атмосферасын жылытады. Ауа температурасының артуынан жерге жақын жатқан 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 Жердің 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 керісінше қыста муссондар құрғақшылық 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 құрғақ және ыстық пассаттардың әсерінен қалыптасты.

Конвекция құбылысы, теңіз жағалауындағы күндізгі және түнгі бриздің, желдің пайда болуын түсіндіреді (5.1-сурет). Күндіз



5.1-сурет

теңіз жағалауы суға қарағанда жылдамырақ қызады. Жер бетіндегі ауаның температурасы судың бетіндегі температураға қарағанда жоғарырақ. Жер бетіндегі жылы ауа жоғары көтеріліп, оның орнына теңізден салқын ауа келеді, нәтижесінде *күндізгі бриз* қалыптасады.

Түнгі бриз. Түнде теңіз бетіне қарағанда жағалаудағы құрғақ жер

тезірек салқындайды, сондықтан теңіз үстіндегі ауа жағалаудың ауасына қарағанда жылырақ болады. Сондықтан ауа ағындары өздерінің бағытын қарама-қарсы бағытқа өзгертіп, енді жел керісінше жағалаудан теңізге қарай соғып *түңгі бриз* пайда болады. Бриз — самал жел, оның жылдамдығы небәрі 1–5 м/с.

Теңіз бен мұхит суының біркелкі жылымауынан тұрақты мұхит ағындары қалыптасады, олар Жер климатын қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. *Гольфстрим* – Жердің күнделікті айналымы мен пассат желдерінің әсерінен пайда болған Атлант мұхитындағы жылы теңіз ағыны. Гольфстримдегі жылы су теңіздегі ауа массасының температура-сын көтереді, бұл атмосфералық қысымның таралуына, осылайша атмосфераның айналымына және климаттың қалыптасуына әсер етеді.

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

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

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

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Орталық Азиядағы ең желді мекендердің бірі – Жоңғар қақпасы. Бұл – Жоңғар Ала-тауы мен Барлық жоталарының арасындағы таулы өткел, осы жермен қазақ – қытай шегарасы өтеді. Желдердің басым бағыттары: оңтүстік–шығыс, солтүстік–шығыс, солтүстік–батыс, олар Жоңғар қақпасының екі жағындағы атмосфералық қысымның үлкен айырмашылығынан туады. Эби-Нұр қазаншұңқырынан басталатын, «евгей» деп аталатын оңтүстік-шығыс желі Жоңғар қақпасынан өткенде қатты күшейіп, жылдамдық алады (60—80 м/с). Бұл дауыл үйлердің төбесін ұшырып, жолдағы мәшинелерді төңкеріп, электр желілерін бүлдіріп кете алады. Алакөл көлінде «евгей» биіктігі 4-5 метр толқын тудырып, дауыл тұрғызады, көлдегі қайықтарды төңкеріп тастайды. “Евгей” желі әсіресе қыста жолға шыққан адамдар өміріне аса қауіпті.

Адамдар бұрыннан күнделікті өмірде жылу берудің әртүрлі түрлерін қолданған. Тіпті ертеде адам отты жағып үйреніп, отпен жылынып, өз тағамдарын дайындады, суықтан қорғану үшін аң терісін пайдаланды.



5.2-сурет. Әуе шары



5.3-сурет. Конвекциялық пештер

Үйлеріңді бақылап қарасаңдар, көптеген жылу берілу құбылыстарын байқайсыңдар. Жылуөткізгіштігі жоғары екенін біліп, тағам дайындайтын ыдыстарды металдан, ал олардың ұстағышын ағаш немесе пластмассадан, яғни жылуөткізгіштігі нашар материалдан жасайды. Кірпіш, бетон, шыны сияқты материалдар жылуды нашар өткізетінін ескере отырып, үй тұрғызады, терезені екі рамадан салады, себебі оның арасындағы ауа да жылуды нашар өткізеді.

Әуе шары — ауадан жеңіл алғашқы ұшу аппараты, ол қыздырылған ауаның әсерінен көтеріледі. Бүгінде әлемнің көптеген қалаларында әуе шарларымен туристерді серуендетеді, әуе шарларының фестивальдары өткізіледі, ғылыми зерттеулерде қолданады (5.2-сурет).

Заманауи конвекциялық пештердің жұмысы еріксіз конвекция құбылысына негізделген. Мұндай пештер қазір үйде түрлі кафе, ресторандарда кеңінен қолданылады (5.3-сурет). Олардың артқы қабырғасына қыздырғыш элемент (ТЭН) және желдеткіш орнатылады. Пешті қосқанда ыстық ауаның еріксіз конвекциясы жүріп, пештің бүкіл көлемінде ауа біркелкі қызып, бірдей жағдай қалыптасады. Мұндай пештер ұннан жасалған түрлі тағамдарды және гастрологиялық өнімдерді даярлауға пайдаланылып жүр. Конвекциялық пештердің тағы бір

артықшылығы — олар өте үнемді және экологиялық таза. Қосылған кезде ыстық ауа айналымы орын алады. Осы еріксіз конвекция әсерінен тағам толығымен біркелкі және жылдам қыздырылады. Мұндай пештерде тағам дайындау әрдайым жеңіл болады.

Конвекцияның арқасында бөлмені жылытқыш батареяларымен қыздыруға болады. Оларды терезенің төменгі жағына орнатады, ол ауаның жылы ағындарымен алмасып, бөлмені жылытады.



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 дайындайтын ыдыстар металдан жасалады?

5. Бөлмені жылу радиаторларымен жылыту қалай жүзеге асады? Жылу радиаторлары әсерінен бөлмедегі ауа ағындарының бөлме ішіндегі алмасу схемасын сызыңдар.
6. Неліктен біздің елде терезе жақтауларын қосарлы етіп жасайды?
7. Не себепті үйлер кірпіштен немесе ағаштан жасалады?



1. Термос құрылғысы туралы баяндап беріңдер.
2. Киіз үйдің құрылымы мен оған пайдаланылатын материалдар туралы қысқаша хабарлама жасаңдар. Киіз үй құрылымында жылу берілу құбылыстары қалай ескерілген?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 6. Жылу құбылыстарының тірі ағзалардың өмірлеріндегі рөлі



Тірек сөздер:

- ✓ термореттеу
- ✓ жайлы зона
- ✓ климаттық жағдайлар



Сендер бүгінгі сабақта:

- тірі ағзалардағы жылу алмасу процестері және жануарлардың өзі тұратын мекенінің климат жағдайына қалай бейімделетіні туралы оқып-үйренесіңдер

Мұны білесіңдер

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

Қалыпты адамның температурасы тұрақты болады. Себебі, адамдарда ғана емес, барлық жылықанды жануарларда *термореттеу механизмі* жақсы дамыған. Термореттеудің мағынасы қоршаған ортаның температурасының ауытқуы кезінде организмнің өз денесінің температураны ұстап тұру қабілетінің бар болуында. Термореттеу ағзада пайда болатын

жылудың жоғарылауы мен төмендеуі және қоршаған ортаға организмнің беретін жылуының күшеюі немесе азаюы арқылы жүзеге асады. Жылу алмасу процесі адамның және барлық тірі ағзалардың өмірінде шешуші рөл атқарады. Қоршаған ортаның төменгі ауа температурасы, физикалық стресс, ас қорыту ағзадағы жылудың пайда болуын арттырады. Ортаның жоғарғы температурасы және жылу алмасудың төмендеуі (тері астындағы майлы қабат, жануардың қалың жүні) ағзадағы жылудың пайда болуын азайтады.

Тірі организмдердің барлығында белгілі бір температура диапазоны бар. Қалыпты дене температурасын сақтап тұру үшін ағза қажетті энергияның ең аз мөлшерін жұмсайды. Бұл температура тыныштық күйінде және жеңіл киінген адам үшін шамамен 18—20°C аралығы.

Жоғарыда қарастырып өткен жылу алмасудың әрқайсысы термореттеуде маңызды рөл атқарады.

Жылуөткізгіштік. Жылу берілу процесі денеге түйісетін заттармен, ауа қабатымен және денелердің арасында жүзеге асады. Жылу берілудің бұл түрінің азаюына тері астындағы май қабаты, жылы киім, жануардың қалың жүні 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 сәуленің жұтылуы орын алады. Ағзаның және ортаның температурасы тең болған кезде, сәулелену арқылы энергия алмасу тоқтатылады.

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

Жалпы алғанда, Жердің климаты қолайлы болып табылады. Бірақ әртүрлі климаттық аймақтардағы температуралар әртүрлі және



6.1-сурет. Императорлық пингвиндер

олардың өзгеру диапазоны шамамен 150°C. Жылы қанды организмдердің белсенді өмір сүру температурасының жоғарғы шегі шамамен 50°C болып есептеледі, төменгі шегі нақты анықталмаған. Бірақ қазіргі заманғы технологиялардың арқасында адамзат осы шектеулерді айтарлықтай кеңейте алды.

Қай жануарлардың түрін алсақ та, олар өздері мекендейтін климаттық жағдайларына бейімделген. Императорлық пингвиндер Антарктиданың қатал климаттық жағдайына бейімделген (6.1-сурет). Олардың жылы жүн қабаттары маңызды рөл атқарады. Денесіндегі қысқа және қатты қауырсындарының түбіндегі

жүндері мамық, бір-бірімен тығыз орналасып, жақсы оқшаулағыш ауа қабатын құрайды.

Пингвин денесінің формасы жылуды жақсы сақтауға мүмкіндік береді, себебі дене пішінінің аумағы бойымен салыстырғанда кішкентай. Сондай-ақ, мұрын-көз жасы түтігінде дем шығару кезінде аз мөлшерде жылуды жоғалтатын арнайы жылу алмасу жүйесі бар.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Ызғарлы кезеңдерде пингвиндер тығыз топтасып, жылуды мүмкіндігінше ұстап тұруға мүмкіндік беретін “тасбақа” түзеді.

Арктиканың ақ аюлары ол жердің қатаң климатына әбден бейімделген. Оның қысқа, жүндес құлақтары, тері астындағы қалың май қабаты және денесіндегі тығыз, ұзын жүндері суық климаттық жағдайда суықтан жақсы қорғайды (6.2-сурет). Оның табаны қалың, қатты түкпен тығыз жабылған, бұл да жылуды аз жоғалтуға көмектеседі.

Енді, жануарлардың ыстыққа қалай бейімделетінін қарастырайық.

Түйе – шөлде мекендейтін ең қызықты жануарлардың бірі. Түйе ұзақ күндер бойы су ішпей, тіпті 60 градустық ыстық кезінде былқылдақ құмда ұзақ жүре береді. Ол мұны қалай істейді? Сендер білесіңдер, екі өркешті және бір өркешті түйелер бар. Түйе өркешіндегі майдың үлкен қоры температура артқан кезде суға айналады. Осының арқасында түйе 30 күн бойы сусыз өмір сүре алады, есесіне суға жеткен соң 10 минут ішінде 90 литр су ішіп қоюы мүмкін. Аяғының жалпақ, сүйелді табандары дөңдерден құламауға мүмкіндік береді, сонымен қатар, ыстық құмнан қорғайды, ал ұзын аяқтары оның денесін күйіп тұрған ыстық топырақтан биікке көтеріп тұрады, сол себепті түйеге өте қатты ыстық онша әсер ете қоймайды.



6.2-сурет. Ақ аю



6.3-сурет. Екі өркешті түйе



6.4-сурет. Шөл сарышаяны

Шөл даладағы сарышаян да ыстыққа жақсы бейімделген. Сарышаян түнгі жыртқыш, ал күндіз көбінесе ыстық құмға көміліп жатады. Жәндіктің қатты сауыты ағзадағы тамақтану арқылы алына-тын судың буланып кетуіне жол бермейді. Тамақ болмаған кезде, ол бір жыл немесе одан көп жыл бойына тамақтанбай, 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 маңызды екенін көрдіңдер.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Сарышұнақ. Қазақстанда Бетпақдала шөлінің батыс бөлігінде және Шу алқабында мекендейді. Ол шөл және шөлейт эфемерлермен, бадана және түйнектермен, дәнді дақылдар және жусан сабақтарымен, астықтармен қоректенеді. Оның рационында 30-ға жуық өсімдік түрлері бар. Май жинау кезінде тәулік бойы дерлік тамақ іздеп, тәулігіне 200 г азық-түлікті тұтынады. Жиналған май жазғы ұйқы кезінде аман қалуға көмектеседі. Егер аюлар қыс мезгілінде ұйықтайтын болса, сарышұнақтар ең ыстық айларда ұйықтайды. Олар суды тіпті қалай ішу керектігін білмейді, азықтағы ылғалды қанағат етеді.



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



Сендердің аймақтарыңда қандай жануарлар өмір сүреді? Олардың жергілікті климат жағдайларына қалай бейімделгенін айтыңдар. Қысқаша мәтін дайындаңдар.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§7. Жылу мөлшері. Заттың меншікті жылуsыйымдылығы



Тірек сөздер:

- ✓ жылу мөлшері
- ✓ меншікті жылуsыйымдылық



Сендер бүгінгі сабақта:

- меншікті жылуsыйымдылық түсінігімен танысып, жылу мөлшерін анықтауға берілген есептерді шығарып үйренесіңдер.

Мұны білесіңдер

Ішкі энергияны өзгертудің негізгі екі жолы бар. Олар жұмыс жасау және жылу беру. Жылу беру кезінде дененің ішкі энергиясының өзгерісіне тең болатын шаманы ***Q жылу мөлшері*** деп атаймыз.

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



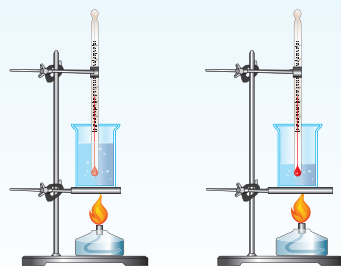
1-тәжірибе. Судың жылу процесін қарастырайық. Тәжірибе барысында температураны қарапайым термометрмен өлшеңдер. Судың температурасын жоғарылату үшін неғұрлым көп уақыт жұмсалса, соған сәйкес берілген жылу мөлшері де соғұрлым көп болады. Суды жылытуға қажет жылу мөлшері температураның өзгерісіне пропорционал екені түсінікті.

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

мұнда t_1 – бастапқы температура, t_2 – соңғы температура, $\Delta t = t_2 - t_1$ – температураның өзгерісі, Δ (дельта) – өзгеріс.

2-тәжірибе. Екі бірдей ыдыс алайық. Оның біреуіне 1 кг, екіншісіне 2 кг су құйыңдар (7.1-сурет). Оларды бірдей жағдайда бірдей температураға дейін қыздырайық. Екі кг суды жылыту үшін екі есе уақыт қажет, яғни жылу мөлшері массаға тура пропорционал: $Q \sim m$.

3-тәжірибе. Екі бірдей ыдысқа массалары жөне температуралары бірдей екі түрлі сұйықтық (су және глицерин) құйыңдар. Оларды бірдей температураға дейін қыздыру үшін әртүрлі уақыт керек.



7.1-сурет. Суды қыздыру

Осы тәжірибелерден денені қыздыруға кететін жылу мөлшері соңғы және бастапқы температуралардың айырмасына, дененің массасына тура пропорционал және дененің қандай заттан жасалғанына байланысты деген қорытынды жасауға болады.

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

Барлық үш тәжірибенің нәтижелерін біріктіріп, былай жазуға болады:

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

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

(7.1) өрнегінен меншікті жылуsыйымдылықты анықтайық:

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

Соңғы өрнектен *меншікті жылуsыйымдылық 1 кг затты 1°C-қа жылытуға қажетті жылу мөлшеріне тең шама екені байқалады*. ХБ жүйесіндегі меншікті жылуsыйымдылықтың өлшем бірлігі

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

Денені механикалық жұмыс жасамай, тек жылу беру арқылы қыздырғанда оған берілетін жылу мөлшері сол дененің ішкі энергиясының өзгерісіне тең екенін білесіңдер. Олай болса, меншікті жылуsыйымдылығына мынадай анықтама беруге болады: егер дененің көлемі өзгермейтін болса, массасы 1 кг болғанда температурасы 1°C-қа өзгеруіне сәйкес ішкі энергиясының өзгерісіне тең шама.

Меншікті жылуsыйымдылық заттың жылулық қасиеттерін сипаттайды, оның шамаларын кестеден табуға болады (7.1-кесте).

7.1-кесте

Кейбір заттардың меншікті жылуsыйымдылығы

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	қорғасын	130
су буы	2200	күнбағыс майы	1700	мұз	2100
ауа	1000	сынап	120	күміс	230
көмірқышқыл газы	830	этил спирті	2400	шыны	840

Егер жылу алмасу кезінде дене жылытын болса, онда дене жылу мөлшерін қабылдап жатыр және жылу мөлшерін (7.1) формуламен анықтайды. Ал егер дене суытын болса, онда дене жылу мөлшерін бөліп немесе беріп жатыр.



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

Есеп шығару мысалдары

1. 5 литр суды 80°C температураға дейін қыздыру үшін қандай жылу мөлшері қажет? Судың бастапқы температурасы 16°C -қа тең.

Берілгені:

$$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 16^{\circ}\text{C}$$

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

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

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$Q = ?$

Шешуі: Жылу мөлшерін анықтау үшін (7.1) формуласын пайдаланамыз.

$Q = cm(t_2 - t_1)$; судың массасын оның тығыздығы арқылы анықтайық $m = \rho \cdot V$.

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

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

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

Берілгені:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

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

$$t_2 = 40^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 1,52 \text{ кДж} = 1520 \text{ Дж}$$

$c = ?$

бұдан

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}; c = \frac{1520 \text{ Дж}}{0,2 \text{ кг} \cdot (40 - 20)^{\circ}\text{C}} = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}.$$

Шешуі: Дене қандай заттан жасалғанын анықтау үшін (7.2) формуладан жылу сыйымдылықты анықтап, сөйкесінше мәнді 7.1-кестеден іздейік.

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

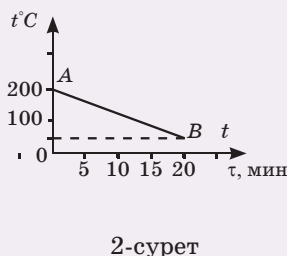
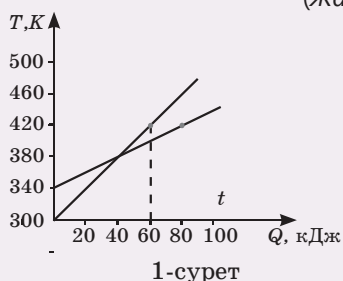
Кесте бойынша дене жезден жасалғанын анықтадық.

Жауабы: Жез.



2-жаттығу

1. 600г глицеринді 20°C -тан 60°C -қа дейін жылыту үшін қанша жылу мөлшері қажет? (Жауабы: 57,6 кДж)
2. Егер күмістен жасалған бұйымды 30°C -қа жылыту 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 жылытқан кезде, қажетті жылу мөлшерлерінің қатынасын анықтаңдар. (Жауабы: 2,4)
- *5. Денені 40°C -қа жылыту үшін 500 Дж жылу қажет. Осы денені 60°C -қа жылыту үшін қанша жылу мөлшері қажет болады? Дененің массасы екі есе үлкейді деп қарастырыңдар. (Жауабы: 1500 Дж)
- *6. 2 кг глицерин $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$ -қа суыған кезде бөлінетін жылу мөлшері 500 г күнбағыс майы 20°C -қа суыған 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 жылыту үшін $5,67 \cdot 10^7$ кДж жылу мөлшері қажет. Бассейннің тереңдігі қандай? (Жауабы: 3 м)
8. 1-суретте екі түрлі денелердің температураларының оларға берілген жылу мөлшеріне тәуелділігі көрсетілген. Денелердің массалары бірдей, 2 кг-ға тең. Осы денелердің меншікті жылу сыйымдылықтарын анықтаңдар
(Жауабы: 1-дене $250 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, 2-дене $500 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$)
9. 2-суретте массасы 2 кг алюминий кесегінің температурасының өзгеру графигі кескінделген. Бұл қандай процесс? Процесс кезінде жылу мөлшері жұтыла ма, әлде бөліне ме? Осы жылу мөлшерін анықтаңдар.
(Жауабы: $Q = 2756$ кДж жылу мөлшері бөлінеді)



Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 8. Отын энергиясы. Отынның меншікті жану жылуы



Тірек сөздер:

- ✓ отын
- ✓ жану
- ✓ меншікті жану жылуы



Сендер бүгінгі сабақта:

- отынның жану кезіндегі жылудың бөліну процесімен танысып, бөлінген жылудың мөлшерін анықтап үйренесіңдер.

“Отын” деген сөзді біз күнделікті өмірде жиі қолданып, онымен жақсы таныспыз. Өрдайым ас әзірлеген кезде сендер газдың жануын пайдаланасыңдар, үйлеріңді жылыту үшін немесе электр энергиясын алу үшін газ немесе көмірді қолданасыңдар.

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

Отынның қатты (ағаш, көмір), сұйық (бензин, мазут, керосин) және газ тәріздес (табиғи газ) түрлері болады (8.1, а, ә, б-суреттер).



көмір

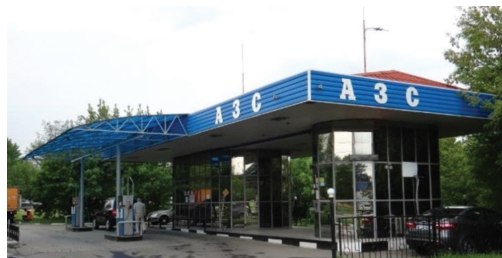


ағаш



шымтезек

а) қатты түрлері

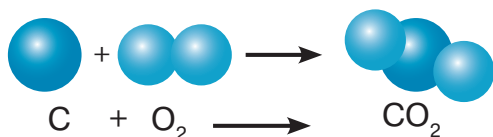


ә) сұйық түрі



б) газ түрі

8.1-сурет. а), ә), б) Отынның түрлері



8.2-сурет

Отынның жануы дегеніміз – тотықтырғыш химиялық реакция. Осы реакция барысында С көміртек атомдары О оттект атомдарымен қосылып, CO_2 көмірқышқыл газының молекуласын түзеді (8.2-сурет). Бұл процесс жылу бөліну арқылы жүзеге асады.

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

1. Қаншалықты көп отын жақсақ, соншама көп жылу бөлінетіні анық: $Q \sim m$.

2. 1 кг ағаш жаққанда бөлінетін жылу мөлшері 1кг көмір немесе 1 кг мұнай жаққандағы бөлінетін жылу мөлшеріне тең емес, яғни жылу мөлшері заттың тегіне тәуелді. *Отынның жылу шығару қабілетін сипаттайтын шама отынның меншікті жану жылуы деп аталады: $Q \sim q$.*

Аталған екі тәуелділікті қорытындылай 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 аталады.

(8.2) формула бойынша ХБ жүйесінде меншікті жану жылуының өлшем бірлігі $[q] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]$.

Кейбір отын түрлерінің меншікті жану жылуының мәндері.

8.1-кесте

Отынның меншікті жану жылуы

Зат	q , МДж/кг	Зат	q , МДж/кг
Ағаш көмір	29,7	Таскөмір (қарағандылық)	33,5
Қоңыр көмір (торғайлық)	27—29	Кокс	30,3
Құрғақ ағаш	8,3	Дәрі (порох)	3,0
Шымтезек	15,0	Мазут	40,0
Жанармай	46,0	Этил спирті	27,0
Дизель отыны	42,0	Сутек	120,0
Керосин	43,0	Табиғи газ	44

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Біздің еліміз өте үлкен отын-энергетикалық қорға ие.

Мұнай. Дәлелденген мұнай қорының көлемі әлемдік қордың шамамен 3,2% құрайды. Мұнай және газ қоры Атырау, Маңғыстау, Ақтөбе және Батыс Қазақстан облыстарында орналасқан.

Табиғи газ. Қазақстанның газдық қоры ~1,82 трлн м³ құрайды және әлемдік қордың шамамен 1,7 % болып табылады .

Көмір. Қазақстанның көмір қоры шамамен 162 млрд тоннаны құрайды және жыл сайын 100 млн. тоннаға жуық көмір қазып алынады. Тас көмірдің кен орны Қарағанды, Павлодар және Қостанай облыстарында орналасқан. Осылардың арасында Қарағанды көмір бассейнінің маңызы зор. Қарағандының көмірі коксталады және оның сапасы өте жоғары. Көмірдің жалпы қоры шамамен 45 млрд тоннаны құрайды.

Жоғарыда айтылған органикалық отынның түрлері қазіргі кездегі ең көп таралған энергия көздері болып табылады. Олар жанған кезде көмірқышқыл газы, күл, шлактар, кейбір металдар мен олардың тұздары, хлор, күкірттің оксидтері, түр органикалық қоспалар, 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 қазіргі таңда қоршаған 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 тәуелді?*
3. *Отынның меншікті жану жылуы дегеніміз не?*
4. *Қазақстанның отын-энергетикалық қоры жайлы не білесіңдер?*
5. *8.1-кестені пайдалана отырып қай отынның меншікті жану жылуы жоғары екенін анықтаңдар. Неліктен?*



Сендер тұратын аймақта отынның қандай түрлері қандай мақсаттарда қолданылатынын анықтаңдар. Осы отындардың жануы кезінде қоршаған ортаның ластануын қалай азайтуға болады? Қысқа әңгіме жазыңдар.

Есепті шығару мысалдары

50 литр суды 20°C-тан 80°C температураға дейін жылыту үшін қанша тас көмір қажет? Көмірдің жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшерінің 75% суды жылытуға жұмсалады.

Берілгені:	Шешуі: Массасы m көмірдің жануы кезінде бөлінетін жылу мөлшері:
$V = 50 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$	$Q = qm.$
$t_1 = 20^\circ\text{C}$	Тас көмірдің меншікті жану жылуын
$t_2 = 80^\circ\text{C}$	8.1-кестеден анықтаймыз: $q = 35,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
$q = 33,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$	Бөлінген жылу мөлшерінің 75% суды жылытуға жұмсалады
$\eta = 75\%$	$Q_1 = 0,75Q. \quad (1)$
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Суды жылытуға жұмсалатын жылу мөлшерін
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$	(7.1) формуладан алайық:
$m - ?$	

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

ал судың массасын оның көлемі және тығыздығы арқылы анықтайық $m_c = \rho_c \cdot V_c$. Енді барлығын (1) формулаға қоятын болсақ:

$$c_c \cdot \rho_c \cdot V_c(t_2 - t_1) = 0,75qm.$$

Осыдан ізделіп отырған газ көлемін анықтайық:

$$m = \frac{c_c \cdot \rho_c \cdot V_c(t_2 - t_1)}{0,75q} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 (80 - 20)^\circ\text{C}}{0,75 \cdot 33,5 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,5 \text{ кг}.$$

Жауабы: $m = 0,5 \text{ кг}.$



3-жаттығу

1. 5 кг құрғақ ағашты жаққанда қандай жылу мөлшері бөлінеді?
2. 2 кг шымтезекті жаққанда бөлінетін жылу мөлшеріне тең болатын қанша құрғақ отын жағу қажет?
3. 2 кг көмір жаққанда қандай жылу мөлшері бөлінеді?
4. 5 кг құрғақ ағаш және 5 кг шымтезек жаққанда пеш бірдей жылиды ма? Неліктен?
- *5. 3 кг бензин мен соншама керосинді толық жаққан кезде бөлінетін жылу мөлшерлерінің айырымы неге тең?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 9. Жылулық процестердегі энергияның сақталу және түрлену заңдары



Тірек сөздер:

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

Сендер бүгінгі сабақта:

- жылу балансының теңдеуімен танысасыздар, есеп шығару барысында энергияның сақталу заңдарын жылулық процестерінде қолдануды үйренесіздер.

Мұны білесіздер

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

Энергияның сақталу заңы табиғатта болып жатқан барлық процестер үшін, соның ішінде, жылулық құбылыстар үшін де бірдей. Сендер (§ 3) ішкі энергияның өзгеруінің екі тәсілін білесіздер: жылу алмасу және механикалық жұмыс жасау. Бірінші жағдайда ыстық дене өз жылуын береді, салқын дене оны қабылдайды. Екінші жағдайда механикалық энергия ішкі энергияға түрленеді. Екі жағдайда да энергияның бір бөлігі қоршаған ортаға таралады. Жылу алмасуға қатысатын дене жылулық оқшауланған қабықшада (мысалы, калориметр) орналасқан деп қарастырып көрейік. Мұндай жағдайда, ыстық дененің берген жылу мөлшерін салқын дене толық қабылдап алады.

Жылу процестеріндегі энергияның сақталу заңының мәні мынаған тең:

$$Q_{\text{алғ}} = Q_{\text{бер}}.$$

Жылулық оқшауланған жүйелерде, егер ішкі энергия тек жылу беру нәтижесінде өзгерсе, ыстық денелерден берілген жылу мөлшерінің жалпы мәні суық денелер алған жылу мөлшерлерінің қосындысына тең.

$$\Sigma Q_{\text{алғ}} = \Sigma Q_{\text{бер}}, \quad (9.1)$$

мұнда Σ (сигма) — қосынды белгісі.

(9.1) теңдеуі **жылу балансының теңдеуі** деп аталады.

Мұны білесіздер

Дененің жылу алмасу нәтижесінде жылулық тепе-теңдік күйі орнайды, яғни осы денелердің барлығының температурасы бірдей болады.

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



1. Дененің ішкі энергиясын өзгертудің тәсілдерін атаңдар.
2. Денелер арасындағы жылу алмасу қандай бағытта жүреді?
3. Жылу алмасу процестері үшін энергияның сақталу заңының мәні неде?
4. Жылу балансының теңдеуін жазыңдар, талқылаңдар.

Есепті шығару мысалдары

1. Стақандағы температурасы 90°C ыстық суға массасы 240 г күміс қасық салайық. Егер судың массасы 200 г, қасықтың бастапқы температурасы 15°C болса, стақанда орныққан температураны анықтаңдар. Қоршаған ортамен жылу алмасуды есептемендер.

Берілгені:

$$m_c = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_k = 240 \text{ г} = 0,24 \text{ кг}$$

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

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

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

$$c_k = 230 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$t = ?$$

Шешуі: Жылу балансының теңдеуін қолданайық. Су жоғары температураға ие болғандықтан, жылу береді, ал қасық жылуды қабылдап алады. Судың беретін жылу мөлшері: $Q_1 = m_c c_c (t_c - t)$.

Қасықтың қабылдап алған жылу мөлшері:

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

Жылу балансының теңдеуіне сәйкес:

$$Q_1 = Q_2 \text{ немесе } m_c c_c (t_c - t) = m_k c_k (t - t_k). \quad m_c c_c t_c - m_c c_c t = m_k c_k t - m_k c_k t_k,$$

осыдан қажетті температураны анықтайық:

$$t = \frac{m_c c_c t_c + m_k c_k t_k}{m_k c_k + m_c c_c} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 90^{\circ}\text{C} + 0,24 \text{ кг} \cdot 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 15^{\circ}\text{C}}{0,24 \text{ кг} \cdot 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} + 0,2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}} \approx 85,37^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{Жауабы: } t \approx 85,37^{\circ}\text{C}.$$

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 қанша ыстық су қолданды?

Берілгені:

$$V = 10 \text{ л} = 10^{-2} \text{ м}^3$$

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

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

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

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

$$V_1 - ? \quad V_2 - ?$$

Шешуі: Бұл есепті шығару үшін жылу

балансының теңдеуін қолданамыз: $Q_{\text{алф.}} = Q_{\text{бер.}}$

Ыстық судың беретін жылу мөлшері:

$$Q_1 = c m_1 (t_{1\text{ы}} - t).$$

Салқын судың қабылдайтын жылу мөлшері:

$$Q_{\text{п}} = c m_2 (t - t_{1\text{с}}).$$

Жылу балансының теңдеуін қолданайық: $Q_1 = Q_2$.

$$c m_1 (t_{1\text{ы}} - t) = c m_2 (t - t_{1\text{с}}). \quad (1)$$

Судың массасы көлем мен тығыздық арқылы өрнектеп табайық:
 $m = \rho V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-2} \text{м}^3 = 10 \text{кг}$. Судың жалпы массасы
 $m = m_1 + m_2 = 10 \text{ кг-ға тең}$. Соңғы өрнектен $m_2 = m - m_1$ және (1)
 өрнекке қоятын болсақ: $cm_1(t_{1\text{Ы}} - t) = c(m - m_1)(t - t_{1\text{с}})$.

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

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

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



4-жаттығу

Есеп шығарған кезде қоршаған ортамен жылу алмасуды ескермеңдер.

1. Температурасы 20°C , массасы 500 г суға температурасы 60°C болатын 1,5 кг ыстық су қосайық. Орныққан температураны анықтаңдар.
(Жауабы: 44°C)
2. Массасы 5 кг тастың $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ -қа салқындауы кезінде бөлінетін жылу мөлшері $Q = 2,1 \text{ кДж}$. Тастың меншікті жылу сыйымдылығын анықтаңдар.
(Жауабы: $420 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$).
3. Массасы 1 кг, температурасы 27°C суға қайнап тұрған су құйылды, нәтижесінде 60°C температура орнықты. Қайнаған судың массасын анықтаңдар.
(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 жылу сыйымдылығын анықтаңдар.
(Жауабы: $909 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$).
- *5. Массасы 20 кг, температурасы 20°C суға массасы 100 г, температурасы 80°C дейін қыздырылған жезден 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 металл 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 мөлшеріндей жылу жұмсалды. Металдың меншікті жылу сыйымдылығы қандай?
(Жауабы: $c \approx 913 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$).
- *7. 20°C температурада алынған 5 литр суды қайнату үшін қанша құрғақ ағаш қажет? Бөлінген жылу мөлшерінің жартысы суды жылытуға жұмсалады деп қарастырыңдар.
8. 39 м биіктіктен еркін төмен құлаған қорғасын шар плитаға соғылғанда оның механикалық энергиясы түгелдей жылу энергиясына айналды. Осы кезде шар қанша градусқа қызады?
(Жауабы: 3°C)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

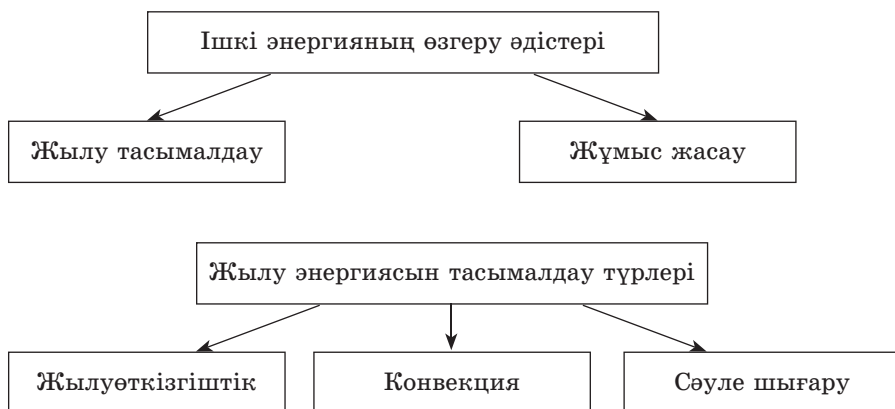
Тараудың ең маңыздылары

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 қосындысы.

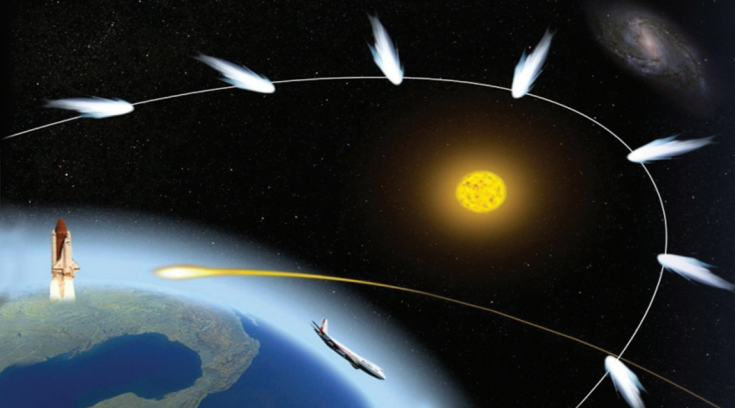
Жылу тасымалдау процесі кезіндегі дененің ішкі энергиясының өзгеруіне тең шама Q жылу мөлшері деп аталады.



Меншікті жылусыйымдылық – 1 кг затты 1°C -қа қыздыру үшін қажетті жылу мөлшеріне тең физикалық шама:

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

Жылу балансының теңдеуі: $\Sigma Q_{\text{алғ}} = \Sigma Q_{\text{бер.}}$



2 – ТАРАУ

Заттың агрегаттық күйлері

Табиғатта және тұрмыста заттың бір агрегаттық күйден екінші күйге өтуін жиі байқайсыңдар: көктемде қар ериді, қыста өзендер қатады, суқоймаларындағы сулар буланып, бұлттар түзіледі.



Өндірісте металды балқытып, оны түрлі қалыптарға құяды, олар суды және қатаяды. Үйде суды қайнатқан кезде бу түзілетінін байқауға болады.

Зат газ, сұйық, қатты күйінде кездеседі. Жазғы таңда шөп басында жылтылдаған шық тамшыларын көреміз.

Бұл құбылыстар қалай жүзеге асады? Неге ылғал киім желде тезірек кебеді? Неліктен қорғасын және қалайыны ұй жағдайында ерітуге болады, ал темірді еріте алмайсың?



§ 10. Қатты денелердің балқуы және қатаюы, балқу температурасы



Тірек сөздер:

- ✓ балқу
- ✓ қатаю
- ✓ балқу температурасы



Сендер бүгінгі сабақта:

- заттың қатты күйден сұйыққа және керісінше сұйық күйден қатты күйге өту процестерін зерттейтін боласыңдар.

Мұны білесіңдер

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



10.1-сурет. Қорғасынның балқуы

Затты бір агрегаттық күйден екіншісіне қалай ауыстыруға болады? Бүгін сендер қатты күйден сұйыққа өту және керісінше сұйықтан қаттыға өту процестерін зерттейтін боласыңдар. Егер тоңазытқыштан мұзды шығарып, жылы бөлмеде қалдырсақ, біраз уақыттан кейін мұз ериді. Мұз қатты күйден сұйық күйге өтіп, суға айналады.

Егер қасыққа қорғасын немесе қалайы кесегін салып, от жалынында ұстаса (10.1-сурет), қорғасын (қалайы) сұйық күйге ауысады. Мұндай жағдайда, қатты дене *балқыды* деп айтады.

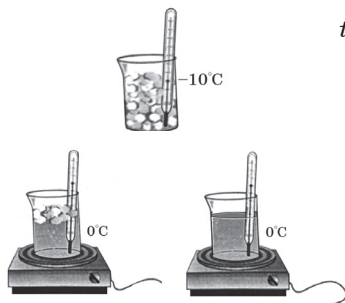
Қыста өзендер қатып, су қатты күйге ауысады – мұзға айналады. Сұйық металл суыған кезде, қатайды. Мұндай жағдайда, зат *кристалданды* дейді.



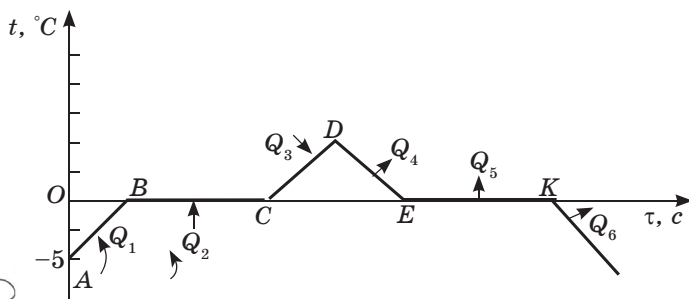
Суды мұздатқыш камерасында қатырып, бірнеше ұсақ бөліктерге бөлейік. Оны стақанға салып, термометрмен бастапқы температураны өлшеп, қыздыра бастайық (10.2-сурет).

Бастапқыда (графиктің *AB* бөлігі) қатты мұздың температурасы көтеріле бастайды, бұл кезде оған Q_1 жылу мөлшері беріледі. Температура 0°C -қа жеткен соң, өрі қарай қыздырсақ та, температура көтерілмейді, мұз ери бастайтынын көруге болады (*BC* бөлігі).

Мұз толығымен еріп болғанша, температура 0°C -ты көрсетіп тұрады, бірақ еріп жатқан мұзға Q_2 жылу мөлшері беріледі. Мұз толығымен еріп болған соң, әрі қарай қыздырсақ, судың температурасы жылдам көтеріледі (CD бөлігі) бұл кезде суға Q_3 жылу мөлшері беріледі. 10.3-суретте мұз температурасының қыздыруға және салқындату кезіндегі қатаюына кететін уақытына тәуелділік графигі көрсетілген. AB аймағында мұздың температурасы көтеріледі. BC аймағы мұздың еру процесіне сәйкес келеді, оның температурасы тұрақты және нөлге тең. C нүктесі мұздың толық еріп, суға айналған күйіне сәйкес келеді, оның температурасы 0°C .



10.2-сурет. Мұздың еруі



10.3-сурет. Мұздың еру және қатаю графигі

Заттың қатты күйден сұйық күйге айналу процесі балқу деп аталады.

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

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

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

Қатты дененің сұйық күйге айналу кезіндегі температурасы балқу температурасы деп аталады. Әрбір қатты заттың тұрақты балқу температурасы болады. Кейбір заттардың балқу температураларының мәндерін келтірейік (10.1-кесте).

10.1-кесте

Заттар	Балқу температурасы, °С	Заттардың меншікті балқу жылуы, кДж/кг
Алюминий	660	321
Жез	900	330
Мыс	1083	175
Қалайы	232	59
Қорғасын	327	25
Күміс	960	88
Темір	1400	82
Мұз	0	333

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

Мұны білесіңдер

Сонымен қатар, сендер *аморфты* қатты денелердің молекулаларының ретсіз орналасатынын білесіңдер. Олардың бұл қасиеті тығыздығы жоғары сұйықтықтың қасиетіне ұқсайды.

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

Егер сұйықты суытсақ, белгілі бір температураға жеткенде ол қатады. Тәжірибе жасайық, стақандағы суды қыздырмай, керісінше, оны салқындата бастайық. Ол үшін оны температурасы төмен мұздың көп мөлшеріне салайық. Бастапқыда су салқындай бастайды (10.3-сурет *DE* бөлігі). Температурасы 0°C-қа жеткен соң (10.3-сурет), температура әрі қарай өзгермейді, ал су мұзға айнала бастайды. Бұл процесс *кристалдану* деп аталады. Кристалдану процесі *EK* аймағында жүзеге асады. Су толығымен мұзға айналған соң, әрі қарай салқындату кезінде мұздың температурасы төмендейді (*KN* бөлігі).

Заттың сұйық күйден қатты күйге айналу процесі кристалдану деп аталады.

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

Заттың қатаю температурасы оның балқу температурасына тең.

$$t_6 = t_{\text{кат}}$$

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

1960 жылы ғалым Б. Вуд тез балқитын ауыр қорытпа ойлап тапты, оны *Вуд қорытпасы* деп атайды, оның балқу температурасы 68,5°C. Вуд қорытпасын температурасы 70°C шамасындағы ыстық суда оңай ерітуге болады.



10.4-сурет. Вуд қорытпасы

Вуд қорытпасының құрамы: 25% қорғасын; 12,5% қалайы; 12,5% кадмий; 50% висмут.

Вуд қорытпасы түрлі қауіпсіздік құрылғылары үшін сақтандырғыш ретінде, сонымен қатар, қола, жез, никель, мыс, алюминий және т.б. сияқты металдардың әртүрлі қорытпаларының ерітіндісінде жұмсақ дәнекер ретінде кеңінен қолданылады.

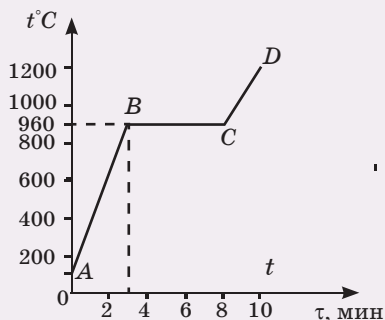


1. Балқу процесі деген не?
2. Қатты заттардың аморфтық заттардан айырмашылығы неде?
3. Балқу температурасы дегеніміз не?
4. Неліктен қатты затты балқыту кезінде жылу берілсе де, оның температурасы өзгермейді?
5. Кристалдану процесі дегеніміз не?
6. Мұздың еру және судың кристалдану процесін 10.3-сурет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

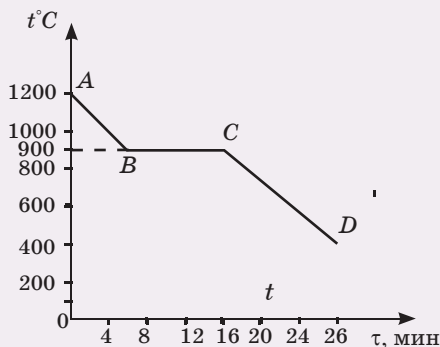


5-жаттығу

- 1 1-суретте көрсетілген графикті зерттеп, мынадай сұрақтарға жауап беріңдер:
 - а. Графиктің AB және CD бөліктері қандай процестерге сәйкес келеді?
 - ә. Зат AB бөлігінде қандай агрегаттық күйде болады? CD бөлігінде ше?
 - б. BC бөлігінде қандай процесс жүреді? Бұл процесс қанша уақытқа созылады?
 - в. Заттың бастапқы температурасы қандай?
 - г. Бұл қандай зат? Оны графиктен қалай анықтауға болады?
- *2. 2-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 қорғасын кесегін 15 минутта 500°C температураға дейін қыздырды. Осы процестің графигін сызыңдар және оның әрбір бөлігін сипаттаңдар.



1-сурет



2-сурет



1. Далада ауа температурасы 0°C болғанда қар ерімейді. Ал егер оны жылы бөлмеге әкелсе ери бастайды. Неге? Жауабын түсіндіріңдер.
2. Ыдыстың ішінде температура 0°C мөлшерлері бірдей мұз бен су бар. Олардың ішкі энергиялары бірдей ме? Жауабыңды негізде.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетіңіздер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 11. Меншікті балқу жылуы



Тірек сөздер:

✓ **меншікті балқу жылуы**

Сендер бүгінгі сабақта:

- меншікті балқу жылуы түсінігімен танысасыңдар;
- қатты затты балқыту үшін қажетті жылу мөлшерін есептеп үйренесіңдер.



Сендер балқу процесі жылуды жұту арқылы жүзеге асатынын білдіңдер. Қатты денеге оны балқыту үшін қанша жылу мөлшерін беру қажет? Осыны анықтайық.

Заттың массасы неғұрлым 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: $Q \sim m$ деп алайық.

Енді массалары бірдей екі затты алайық, мысалы, мұз және қорғасын. Оларды балқыту үшін қажетті жылу мөлшері бірдей ме? Жоқ. Неге? Өйткені, балқыту кезінде берілген жылу мөлшері, соның әсерінен ішкі энергияның өсуі заттың реттелген кристалдық құрылымын бұзуға жұмсалады. Түрлі денелердің құрылымдары әртүрлі, сондықтан молекулалар арасындағы өзара әсерлесу күші де әртүрлі болады. Түрлі заттардың кристалдық құрылымын бұзу үшін әртүрлі 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 тең физикалық шама заттың *меншікті балқу жылуы* деп аталады.

Меншікті жылу λ (лямбда) өрпімен белгіленеді. Затты балқыту үшін қажетті жылу мөлшері меншікті балқу жылуына 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 жылуының өлшем бірлігі $[\lambda] = [\text{Дж/кг}]$. Кейбір заттардың меншікті балқу жылуы 10.1-кестеде келтірілген.



1. Меншікті балқу жылуына 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 алюминий қасыққа салып қалайы немесе қорғасын кесегін балқытуға болады, ал мысты балқытуға болмайды?



1. Неге далада көктайғақ болған кезде жерге тұз сеуіп тастайды? Жауабын түсіндіріңдер.
2. Жылу құбылыстарын зерттеуге арналған тәжірибелерді оқшаулау үшін қолданылатын құрал калориметр деп аталады. Мектеп калориметрінің құрылысын зерттеп, қысқаша сипаттама дайындаңдар.



Калориметрді өздерің жасаңдар. Стақандарды қажетті өлшемде таңдап алыңдар. Ішкі стақан шамамен 150–200 мг есептелген болсын, ал сыртқы стақан пластмасса болғаны дұрыс. Стақандар арасын жылудан жақсы оқшаулауды қамтамасыз етіңдер. Қақпақты термометр енгізетіндей етіп тесіңдер.

Есеп шығару мысалдары

Массасы 500 г, температурасы 40°C суға температурасы 0°C болатын 200 г мұз салынды. Ол қандай температурада тұрақтанады?

Берілгені:

$$m_{\text{су}} = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_{\text{су}} = 40^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{мұз}} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_{\text{мұз}} = 0^\circ\text{C}$$

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

$$\lambda = 333000 \text{ Дж/кг}$$

$t = ?$

Шешуі:

$Q_1 = c_{\text{су}} m_{\text{су}} (t_{\text{су}} - t)$ тең жылу мөлшерін береді. Еру процесі кезінде мұздың жылу мөлшері $\lambda m_{\text{мұз}}$ тең болады. Ол еріген кезде, температурасы 0°C суық суға 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 теңдеуін құрамыз:

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

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

$$t = \frac{c_{\text{су}} m_{\text{су}} t_{\text{су}} - \lambda m_{\text{мұз}}}{c_{\text{су}} m_{\text{су}} + c_{\text{су}} m_{\text{мұз}}} = \frac{4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C} - 333000 \text{ Дж/кг} \cdot 0,2 \text{ кг}}{4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,5 \text{ кг} + 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ кг}} = 6^\circ\text{C}.$$

Жауабы: 6°C болғанда температура тұрақтанады.



6-жаттығу

1. 0 °C температура кезінде 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. 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)
4. Массасы 0,5 кг күмісті 20 °C температурада балқыту үшін қанша жылу мөлшері қажет? (Жауабы: 152 кДж)
- *5. Температурасы 20°C, жылдамдығы 300 м/с болатын қорғасын доп қабырғаға ұрылып, тоқтады. Бұл кезде қорғасынның қандай бөлігі балқиды? Ұрылу кезінде бөлінген энергияның барлығын толығымен қорғасын жұтады деп есептеңдер. (Жауабы: 0,204)
- *6. Массасы 10 кг, температурасы $t_1 = -10^\circ\text{C}$ мұзды ерітіп, одан температурасы $t_2 = 20^\circ\text{C}$ су алу үшін қанша жылу мөлшері қажет? (Жауабы: 4,26 МДж)
7. Төмендегі берілгендердің көмегімен есеп құрастырыңдар. Су: $t_1 = 24^\circ\text{C}$, спирт: $m_c = 30 \text{ г}$, $t_2 = 60^\circ\text{C}$, $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$; $q = 27 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$, $m_2 = ?$

8. Төменде берілген мәндерді пайдаланып есептер құрастырып, оны шығарыңдар: а) $m_1 = 2 \text{ кг}$, $q_2 = 175 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $q_1 = 321 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_2 = t_{26'}$, $t_1 = t_{16'}$, $Q_1 = Q_2$, $m_2 = ?$
 ә) $q_1 = 321 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $q_2 = 175 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_2 = t_{26'}$, $t_1 = t_{16'}$, $m_1 = 2m_2$; $\frac{Q_1}{Q_2} = ?$

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 12. Булану және конденсация. Қанықпаған және қаныққан булар



Тірек сөздер:

- ✓ булану
- ✓ конденсация
- ✓ қаныққан булар
- ✓ қанықпаған булар



Сендер бүгінгі сабақта:

- булану және конденсация процестерімен танысасыңдар.

Біз балқу және қатаю процестерін зерттедік. Енді сұйықтың газ тәрізді күйге айналу құбылыстарын және керісінше, газ тәріздес заттардың сұйық күйге өтуін қарастырайық.

Су құйылған шәйнекті плитаға қойып, қыздырамыз. Су қайнаған кезде шәйнектің шүмегінен будың шыққанын көресіңдер (12.1-сурет).

Су қайнаған кезде оның жоғарғы жағында булану қарқынды түрде жүреді, шәйнектің қақпағы жабық болғандықтан, бу шәйнектің шүмегінен шығады.

Сұйықтың газ күйіне өту процесі бу түзілу деп аталады.

Бу түзілудің екі түрі бар: булану және қайнау.

Сендер кебу процесін табиғатта және тұрмыста күнделікті өмірде жиі байқайсыңдар. Ылғал киім сыртта тез кебеді, жаңбырдан кейін түзілген шалшықтар, төгілген сұйықтықтар да құрғап, жоғалып кетеді.

Сұйықтың бетіндегі еркін бу түзілу процесі булану деп аталады.

Бу түзілу қалай жүзеге асатынын қарастырайық. Сендер сұйық заттардың молекулалары үздіксіз хаустық қозғалыста болатынын білесіңдер. Сонымен қатар, олар бір-бірімен әсерлесіп өзара тартылысқа

түседі. Жеке молекулалар жылдамдығының сандық мәндері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді. Егер қандай да бір “шапшаң” молекула сұйықтықтың бетіне жақын болса, ол көрші молекулалардың тартылысын жеңіп, сұйықтан ұшып шығуы мүмкін. Молекулалардың саны өте көп болғандықтан, мұндай молекулалар әрдайым жеткілікті болады.

Молекулалардың жылулық құбылысы ешқашан тоқтамайтынын ескерсек, *сұйықтың булануы кез келген температурада жүреді* деп айтуға болады.

Мысалы, бассейннен шыққанда сен жаурайсың, ол саған таныс сезім. Тіпті жай ғана қолды жуғаннан кейін қолыңды сүлгіге сұртпесең суықты сезесің. Яғни, булану кезінде сұйық салқындайды. Мәселе мынада, булану кезінде шапшаң қозғалатын молекулалар сұйықты тастап кетеді, сондықтан қалған молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы азаяды. Сонымен қатар, ұшып шыққан молекулаларға басқа молекулалардың тартылыс күштерін жеңу қажет, бұл да энергияны қажет етеді ал сырттан жылу берілмейді. Нәтижесінде булану кезінде сұйықтықтың ішкі энергиясы азаяды, ол салқындайды. Осылайша *булану процесі энергияны жұтумен қатар жүреді*.

Жуылған киім қандай кезде жылдамырақ кебеді? Ыстық күні ме, әлде салқын күні ме? Сендер мұның жауабын білесіңдер, температура қаншалықты жоғары болса, киім соғұрлым тез кебеді. Яғни булану жылдамдығы сұйықтың температурасына, бұл жағдайда ылғал киімдегі судың температурасына *тура пропорционал*. Киім бүктелген күйінде кеппейді. Киімді ілмес бұрын мұқият түзулеп, киімнің бетін тартып, еркін етіп жаясың. Осылайша сен киімнің, яғни судың бос бетінің ауданын үлкейтесің. Сен стақанға қарағанда, тегіс төрелкедегі судың тез буланып кететінін білесің.

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

Бірдей үш жайпақ төрелкеге спирттің, судың және өсімдік майының аз мөлшерін құяйық. Шамалы уақыттан кейін спирт өте жылдам буланады, суға бірнеше сағат қажет, ал май төрелкеде бірнеше күн бойы тұра беруі мүмкін. Яғни *кебу жылдамдығы сұйықтың тегіне байланысты болады*.

Біздің киімдеріміз қандай жағдайда жылдам кебеді: желді немесе желсіз ауа райында? Жауабы күнделікті тәжірибеден белгілі. ***Булану жылдамдығы сұйықтықтың еркін бетіндегі ауаның қозғалысына тәуелді***. Сұйықтықтан ұшып шыққан молекулалар біраз уақыт бойы оның бетіне жақын жерде болады, олар сұйықтық пен ауа молекулаларынан ұшып шыққан басқа молекулалармен соқтығысып, хаостық (ретсіз) қозғалыс түзеді. Нәтижесінде олардың кейбіреулері сұйықтыққа қайта оралуы мүмкін. Егер беттің жоғары жағында жел болса, онда ол

ұшып шыққан молекулаларды алып кетеді және булану жылдамырақ өтеді.

Сұйықтыққа қайта оралатын молекулалар кері айналымға, яғни заттың газ тәріздес күйінен сұйық күйіне айналуына қатысады.

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



12.1-сурет. Булану және конденсация

12.1-суреттегі қайнаған шәйнекті пештің үстінен алып қойдық делік. Шәйнек шамалы суыған соң қақпағының астынан су тамшыларын көруге болады. Бұл судың қызуы кезінде бүкіл кеңістікті толтыратын су буының конденсацияның нәтижесі. Содан кейін, салқындаған кезде бу қайта суға айналып, конденсацияланады. Ішінде қайнап тұрған суы бар шәйнектің шүмегінен шығып жатқан бу шын мәнінде өте майда су тамшылары, олар бөлме температурасында будың салқындауы кезінде түзіледі. Яғни біз конденсацияланған судың өте ұсақ тамшыларын көреміз. Су буы – судың мөлдір газ тәрізді күйі, ол көрінбейді. Сендерге белгілі тұман да сол бұлт секілді судың қоюланған кішкентай тамшыларынан тұрады. Ауадағы су буы салқындағанда конденсацияланып, шөп бастарына, жапырақ беттеріне ұсақ тамшылар шық түрінде пайда болады.

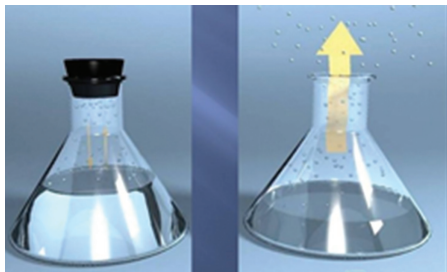
Табиғатта булану және конденсация құбылысы табиғаттағы керемет су айналымын тудырады (12.2-сурет). Теңіздер мен мұхиттардың беттерінен судың көп мөлшері буланып, жоғары көтеріледі, олар конденсацияланып салқындайды, конденсация жүзеге асады. Желдің әсерінен жылжып отыратын бұлттар пайда болады. Судың 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 энергияның жұтылуымен жүзеге асады. Сублимацияның мысалы ретінде аязды ауа райында киімнің құрғауын айтуға болады. Газ тәріздес күйден қатты күйге өтетін кері процесс **десублимация** деп аталады. Мысалы: аязды ауа райында терезе әйнегінде мұз өрнегінің пайда болуы, жер бетінде және ағаш бұтақтарындағы қырау.*

Қаныққан және қанықпаған булар. Сұйықтың бетінде әрдайым



12.2-сурет. Табиғаттағы су айналымы



а) қаныққан бу ә) қанықпаған бу
12.3-сурет.

осы сұйықтың буының белгілі бір мөлшері болады. Сендер жоғарыда қарастырып өткендей, сұйықтың булануы кез келген температурада жүреді, бірақ сонымен қатар кері процесс те орын алады, яғни молекулалардың бір бөлігі сұйықтыққа қайта оралады.

Егер 12.3, ә-суретте көрсетілген сұйықтық құйылған ыдыстың бетін

ашық қалдырсақ, сұйықтықтан ұшып шығатын молекулалар саны сұйыққа қайта оралатын молекулалар санынан көп болады. Мұндай бу *қанықпаған* деп аталады. Керісінше сұйықтың бетін жауып қойсақ, сұйықтың бетіндегі бу кеңістікке тарап кетпейді (12.3, а-сурет). Бірнеше уақыттан кейін сұйықтан ұшып шыққан молекулалар саны сол уақыт ішінде оған қайта оралатын молекулалардың санына теңеседі. Өз сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте болатын буды *қаныққан бу* деп атайды. Өз сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте болмайтын буды *қанықпаған бу* деп атайды.

Қаныққан будың қысымы оның көлеміне тәуелді емес, бірақ температураға 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 өзгереді? Неліктен?
6. Аязды күні жүргіншілердің аузынан бу шығады. Мұны қалай түсіндіруге болады?
7. Конденсация дегеніміз не?
8. Сублимация деп нені айтады? Десублимация деген не?
9. Қаныққан бу деп қандай буды айтады? Қанықпаған бу дегеніміз не?
10. Қаныққан будың қысымы қандай шамаға тәуелді?



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



Жабық ыдыстағы судың булануын зерттеу

Қақпағы бар екі бірдей стақан алыңдар. Оларға бірдей мөлшерде бөлме температурасындағы су құйыңдар. Су деңгейлерін маркермен белгілеп алыңдар. Стақанның біреуінің қақпағын жауып, екіншісін ашық қалдырыңдар және оларды жылы жерге қойыңдар. Екі-үш күннен соң тағы да стақандардағы су деңгейін белгілеңдер. Қорытынды жасаңдар.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

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



Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

- сұйықтың қайнау процесімен, меншікті булану жылуы түсінігімен танысасыңдар;
- булану кезіндегі жылу мөлшерін анықтауды үйренесіңдер;
- қайнау температурасының сыртқы қысымға тәуелділігін тағайындайсыңдар.

Судың қайнау құбылысы бізге күнделікті өмірден жақсы таныс. Үйде біз су қайнатамыз, шәй қоямыз, сорпа дайындаймыз. Бүгін осы процестерді жан-жақты зерттейміз. Алдымен, судың қайнау құбылысы қалай жүзеге асатынын бақылайық.



Мөлдір ыдысты алып оған су құйып, плитаға қойып, қыздырайық (13.1-сурет). Біраз уақыттан соң ыдыстың қабырғалары мен түбінде суда ерітілген ауа мен су буынан пайда болған майда көпіршіктерді көреміз. Олар үлкейе бастайды. Көпіршіктің көлемі жеткілікті дәрежеде үлкейген кезде оған әсер ететін Архимед күші көпір-



13.1-сурет. Судың қайнауы



шікті жоғары көтереді. Температура артқан сайын көпіршіктің ішіндегі қысым да жоғарылай береді, ол сыртқы қысымнан артық болған сәтте көпіршік жарылады. Сол кезде біз өзімізге таныс қайнап келе жатқан судың дыбысын естиміз. Су әбден қызған кезде, көпіршіктердің көлемі одан әрі өсіп, судың бүкіл көлемі бойынша бу шығарып, жарыла бастайды. Су бұрқылдап қайнайды.

Сұйықтың бүкіл көлемі бойынша жүретін қарқынды булану процесі қайнау деп аталады.

Ыдыстағы қайнаған суға термометр салып, үй жағдайында су 100°C температурада қайнайтынын және су қайнап жатқан кезде оның температурасы өзгермейтінін көруге болады. Бұл судың *қайнау температурасы*.

Сұйық қайнайтын температураны қайнау температурасы деп атайды.

Өр сұйықтың қайнау температуралары да әртүрлі. Ол сыртқы қысымға байланысты. Қысым жоғарылаған сайын, қайнау температурасы да артады. Әдетте, кестелерде сұйықтың қалыпты атмосфералық қысымдағы қайнау температурасы көрсетіледі. Жер бетінің әр аймақтарында атмосфералық қысым қалыпты қысымнан ерекшеленеді, сондықтан сұйықтың қайнау температурасы да әртүрлі болады. Мысалы, биік тауларда судың қайнау температурасы жазық жердегіден төмен, ал қалыпты атмосфералық қысымда ол 100°C-қа тең.

Су қайнаған кезінде оның температурасы өзгермейді, бірақ егер қыздыруды тоқтатсақ, қайнау да тоқтайды. Қайнау процесін ұстап тұру үшін үнемі жылу беріп тұру керек, яғни сұйықтың қайнауы энергияны жұту арқылы жүзеге асады. Сұйықты буға айналдыруға қажетті жылу мөлшері сұйықтың тегіне және оның массасына тәуелді.

1 кг сұйықты толығымен буға айналдыруға қажетті жылу мөлшеріне тең физикалық шама меншікті булану жылуы деп аталады.

Анықтама бойынша меншікті булану жылуын былай жазайық:

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

Мұндағы, r – меншікті булану жылуы, m – сұйықтың массасы, Q – сұйықты буға айналдыруға қажетті жылу мөлшері.

ХБ жүйесінде меншікті булану жылуының өлшем бірлігі

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

Қалыпты атмосфералық қысымдағы кейбір сұйықтардың қайнау температуралары және меншікті булану жылуы 13.1-кестеде келтірілген.

Зат	Қайнау температурасы °С	Меншікті булану жылуы МДж/кг
Су	100	2,25
Спирт	78	0,853
Сынап	357	0,284

(13.1) формуласы бойынша сұйықты буға айналдыруға қажетті жылу мөлшерін анықтайық:

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

Бу конденсация процесі кезінде бөлінетін жылу мөлшерінің сұйықтың буға айналуына қажетті жылу мөлшеріне тең екенін тәжірибе жүзінде анықтауға болады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

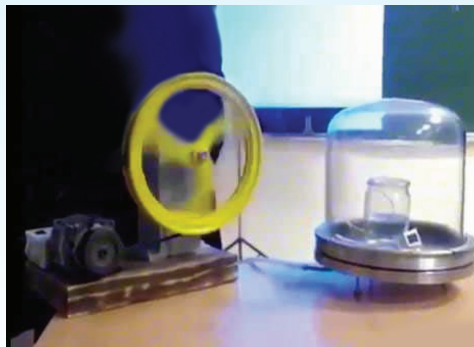
Сендер қайнау температурасы заттың тегіне және сыртқы орта жағдайына тәуелді, мысалы, қысымға байланысты екенін білесіңдер. Қайнау температурасын анықтайтын тағы бір фактор бар. Ыдыста қайнап жатқан суды мұқият бақылай отырып, алғашқы көпіршіктер ыдыстың кедір-бұдыр жерлерінде және су ішіндегі бөгде майда бөлшектердің айналасында пайда болатынын байқауға болады.

Қабырғалары тегіс ыдысқа жақсы тазартылған суды құйып 100°C температураға дейін қыздырса, ол қайнамайды. Бұл басқа сұйықтықтарға да қатысты. Осылайша, суды 130°C-қа дейін қыздыруға болады. Мұндай суды өте ысытылған су деп атайды.



Судың төменгі қысымда қайнауы

Бөлме температурасындағы суды банканың жартысына дейін құйып, 13.2-суретте көрсетілгендей етіп вакуумдық насосстың қалпақшасының астына қоямыз. Насосты іске қосып, бақылау жүргізейік. Қысым атмосфералық қысымның 0,04 бөлігіне дейін төмендегенде 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 тәуелді?
5. Меншікті булану жылуына анықтама беріңдер.
6. Булану және қайнау процестерінің айырмашылығы неде? Олардың қандай ортақ сипаттамалары бар?
7. Қайнау температурасында алынған сұйықты буға айналдыру үшін қажетті жылу мөлшерін формуламен есептеуге болады?

Есеп шығару мысалдары

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

Берілгені:

$$m = 2 \text{ кг}$$

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

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

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

$$r = 2,25 \text{ МДж/кг} =$$

$$= 2,25 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q = ?$$

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

$$Q = cm(t_2 - t_1) + rm = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot 2 \text{ кг} (100 - 20)^{\circ}\text{C} + 2,25 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 5,67 \text{ МДж}.$$

Жауабы: $Q = 5,67 \text{ МДж}.$



7-жаттығу

1. Қайнау температурасында алынған 3 кг спиртті толығымен буға айналдыру үшін қанша жылу мөлшері қажет?
(Жауабы: 2.56 МДж)
2. Қайнау температурасындағы суды буға айналдыру үшін, $Q = 10 \text{ МДж}$ жылу мөлшері қажет болды. Бұл судың массасы қандай?
(Жауабы: 4,4 кг)
3. Температурасы 78°C спиртті толық буға айналдыру үшін $4,3 \text{ МДж}$ жылу мөлшері қажет. Спирттің массасы қандай?
(Жауабы: 5 кг)
4. $Q = 1000 \text{ Дж}$ жылу мөлшерін жұмсай отырып, температурасы $t = 20^{\circ}\text{C}$ судың қанша массасын буға айналдыруға болады?
(Жауабы: 0,38 г)

***5.** Температурасы 0°C , массасы 2 кг мұзды толығымен буға айналдыру үшін қажет жылу мөлшерін анықтаңдар.

(Жауабы: 6 МДж)

***6.** Температурасы 30°C суды толық буға айналдыру үшін 250Дж жылу мөлшері қажет. Судың массасы қандай?

(Жауабы: 0,1 г)

***7.** 0°C температурада алынған 2 кг мұзды түгелдей ерітіп, буға айналдырып жіберу үшін қанша керосин жағу керек? Керосин жанғанда бөлінетін жылу мөлшері түгелдей мұзға (суға) беріледі деп есептеңдер.

(Жауабы: 0,14 кг)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

Заттың агрегаттық күйлері

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

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

Кристалдану — заттың сұйық күйден қатты күйге айналу процесі.

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

Затты балқытуға қажетті жылу мөлшерін мына өрнекпен анықтайды:

$$Q = \lambda m.$$

Сұйықтың буға айналу құбылысын *булану* деп атайды.

Сұйықтың бетінде жүретін булану *кебу* деп аталады.

Будың сұйыққа айналу процесін *конденсация* деп атайды.

Өз сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте болатын буды *қаныққан бу* деп атайды.

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

1 кг сұйықты толығымен буға айналдыруға қажетті жылу мөлшеріне тең физикалық шама *меншікті булану жылуы* деп аталады.

Сұйықты буға айналдыруға қажетті жылу мөлшері:

$$Q = rm.$$

Термодинамика негіздері

Күнделікті өмірде жиі қолданылатын автокөлік, мотоцикл, ұшақ т.б. көліктер қалай жұмыс істейді?

Бұл көліктер қандай энергияны қолданады?

Осы мәшинелердің қозғалтқыштары қоршаған ортаға қалай әсер етеді?

63

Біз әртүрлі энергия түрлерін қолданамыз: күн, су, жел, отын, электр т.б. Жылу мәшинелері қандай энергияны қолданады?

Мәшинелер энергияны жұмысқа қалай айналдырады?

Үлкен қалалардағы күн санап өсіп жатқан автокөліктер ағыны ауаны ластанып, атмосферадағы улы газдардың үлесін арттырып жатыр.

Заманауи қоғамның осы бір өзекті мәселесімен қалай күресуге болады?

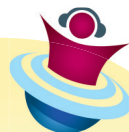


§ 14. Термодинамиканың бірінші заңы. Газдың және будың жұмысы



Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

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

Барлық денелер үздіксіз қозғалып, өзара әсерлесетін молекулалар мен атомдардан тұрады. Олардың кинетикалық және потенциалдық энергияларының қосындысы *дененің ішкі энергиясы* деп аталады.

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

мұндағы N — дененің (газдың) барлық молекулалар саны.

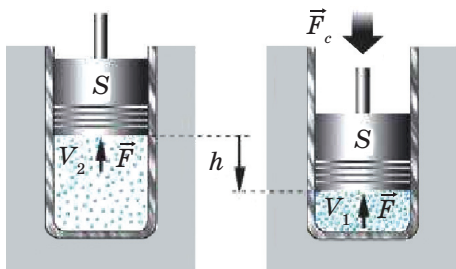
Ішкі энергия дененің ішкі күйіне тәуелді.



- (14.1) формуланы қолданып, ішкі энергияны өзгерту тәсілдерін ұсын.

Дененің (газдың) ішкі энергиясын өзгертудің екі тәсілі бар: молекулалардың кинетикалық энергиясын немесе потенциалдық энергиясын өзгерту. Бірінші жағдайда ішкі энергияны денені (газды) қыздырып немесе суытып, екінші жағдайда газдың сығылуы арқылы молекулалардың арақашықтығын өзгертеді. Бірінші жағдайда денеге (газға) 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 газға әсер ететін жұмысты F_c сыртқы күш жасайды (14.1-сурет).



14.1-сурет

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

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

Дененің бір күйден екіншіге өткенде ішкі энергияның өзгерісі сыртқы жұмыс пен оған берілген жылу мөлшерінің қосындысына тең және ол бір күйден екінші күйге ауысу тәсіліне тәуелді емес.

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

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

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

Газға берілген жылу мөлшері оның ішкі энергиясының өзгерісі мен газ жасайтын жұмыстың қосындысына тең. Бұл **термодинамиканың бірінші заңы** деп аталады.

(14.3) өрнегі — термодинамиканың бірінші заңының математикалық жазылу түрі. Бұл заң жылу процестері үшін энергияның сақталу заңы болып табылады.

Термодинамиканың бірінші заңынан энергия шығындамай, мәңгі жұмыс істейтін жылу мәшинесін жасаудың мүмкін еместігі шығады. Шындығында, газдың ішкі энергиясының қоры таусылғанда қозғалтқыш жұмыс істеуін тоқтатады. Демек, мәңгі қозғалтқыш жасау мүмкін емес. *Ішкі энергия дененің күйін көрсететін функция. Жұмыс пен жылу мөлшері қандай да бір процестің өтуі нәтижесінде ішкі энергияның өзгерісін сипаттайды.*

Дененің ішкі энергиясы дене жұмыс жасағанда немесе қоршаған ортаға жылу бергенде өзгереді. Мысалы, қозғалтқыш цилиндріндегі қызған газ ішкі энергиясын жұмыс жасамай-ақ, жылу берілу нәтижесінде суып та өзгереді. Сондықтан жылу мөлшері мен жұмыс ішкі энергияның өзгеру өлшемі болып табылады.

Құтыға аздаған су құйып, бетін тығыз жабайық та, суды қайнау температурасына дейін ысытайық. Будың қысымы құтының тығынын ұшырып жібереді (14.2-сурет).

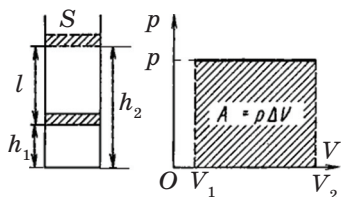


14.2-сурет



- Тәжірибе кезінде су буының ішкі энергиясы қалай өзгереді?
- Тәжірибеде су буының ішкі энергиясы қандай тәсілмен өзгертілді?
- Тығын неге атылып кетті?
- Ішкі энергия өзгерісінің алған жылу мөлшеріне тәуелділігі туралы не айтасыз?
- Газ жұмысты ненің есебінен жасады?

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



14.3-сурет

Цилиндрде салмақсыз поршень астында тұрған газдың қысымы тұрақты деп алып, поршеньді h_1 биіктіктен h_2 биіктікке көтеру үшін газ жасайтын жұмысты есептейік (14.3-сурет). Газ поршеньді қысып жоғары көтереді. Қысым күшін қысымның формуласын қолданып табамыз: $p = \frac{F}{S}$, мұндағы S – поршень ауданы.

$$A = F \Delta h = p S (h_2 - h_1) = p (S h_2 - S h_1) = p(V_2 - V_1) = p\Delta V, \text{ мұндағы } \Delta V - \text{газ көлемінің өзгерісі немесе}$$

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

Бұдан газ бен будың жұмысты көлем өзгергенде ғана жасайтыны шығады. Газ кеңейіп, оң 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-суреттегі график арқылы табуға 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 әрекет ететін сыртқы күштің жұмысынан таңбасымен ерекшеленіп, модулі сақталады?
- 6. Шәйнектегі су қайнағанда оның қақпағы неге қозғалады?
- *7. Цилиндр поршенінің астында газ бар, осы газды белгілі бір температураға дейін қыздыруға қай жағдайда аз энергия кетеді: поршень бекітулі тұрғанда ма, әлде ол қозғалғанда ма? Неге?
- *8. Биіктен құмға құлаған дене үшін энергияның сақталу заңы орындала ма?
- *9. Тас суға құлағанда энергияның сақталу заңы орындала ма?
- *10. Поршеньді цилиндрдің ішіне спиртке малынған мақтаны салып, поршеньді жылдам түсірейік. Сол кезде қандай құбылыс байқалады? Түсіндіріңдер.
- *11. Мыс сымның бір бөлігін қозғалысқа келтіріп жоғары-төмен қозғайық. Біраз уақыттан кейін сол бөлік қызғанын байқайсыңдар, түсіндіріңдер.
- *12. Неге балға ұрған кезде немесе күннің көзінде тұрған кезде қызады? Жауабын негіздеңдер.



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 кеңейгенде 400 Дж жұмыс жасалды. Газдың қысымын тап.

(Жауабы: 2 кПа)

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

(Жауабы: 35 л)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 15. Жылу процестерінің қайтымсыздығы. Термодинамиканың екінші заңы

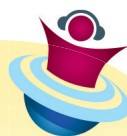


Тірек сөздер:

- ✓ қайтымды және қайтымсыз процестер
- ✓ термодинамиканың екінші заңы

Сендер бүгінгі сабақта:

- қайтымды және қайтымсыз процестерді айыра білуді, және термодинамиканың екінші заңын қолдануды үйренесіңдер.



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

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

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 байқалған емес.

Термодинамиканың бірінші заңы жылу процесінің бағытын көрсете алмайды.

Мысал келтірейік. Температуралары сәйкесінше T_1 және T_2 екі денені жанастырсақ, неғұрлым қаттырақ қызған дене энергиясының бір бөлігі салқынырақ денеге өтеді. Нәтижесінде біраз уақыттан соң жылулық тепе-теңдік орнайды. Керісінше жылу салқын денеден қызған денеге толық энергия сақтала отырып өтсе де, термодинамиканың

бірінші заңы бұзылмайды. Бірақ тәжірибе жылу процестері тек жылы денеден салқын денеге, яғни бір бағытта өтетінін көрсетеді.

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

Термодинамиканың бірінші заңы жердегі тас өзінің маңайындағы денелерден жылу алып бұрынғы биіктігіне көтерілуіне тыйым салмайды. Бірақ біз мұндай процесті байқаған емеспіз. Бұл — қайтымсыз процесс.

Табиғаттағы барлық жылу процестері қайтымсыз. Табиғаттағы процестердің қайтымсыздығын, процестердің бағытын көрсететін заң *термодинамиканың екінші заңы* деп аталады.

Қайтымды процесс деп жүйенің тепе-тең күйлер тізбегінің бірінен екіншісіне тура бағытта және дәл осы жолмен кері бағытта да өтетін процесті айтады. Осының нәтижесінде жүйе де, оны қоршаған денелер де дәл бастапқы күйіне оралуы тиіс.

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

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

Термодинамиканың екінші заңы (Клаузиус тұжырымдамасы): *жылу температурасы жоғары денеден температурасы төмен денеге беріледі.*

Кельвиннің тұжырымдамасы: *әсері қайталанып отыратын жылу машиналарінде бір ғана жылу көзінен алынған барлық жылу мөлшерін механикалық жұмысқа түрлендіру мүмкін емес.*

Мұндай процесс мүмкін болатын қиялдағы жылу машинесін *мәңгі қозғалтқыш* деп атайды. Мұндай машина қандай да бір заттың, мысалы, мұхиттың ішкі энергиясын толығымен жұмысқа айналдыра еді. Жер бетіндегі мұхит суының массасы шамамен 10^{21} кг. Оның температурасы бір градусқа төмендеп суығанда $\approx 10^{24}$ Дж энергия бөліп шығарады. Бұндай энергияны 10^{17} кг көмір жанғанда бөледі екен. Жер бетінде бір жылда өндірілетін энергия бұл энергиядан 10 000 есе аз! Сондықтан екінші текті мәңгі қозғалтқыш адамзат үшін термодинамиканың бірінші заңы тыйым салатын бірінші текті мәңгі қозғалтқышқа қарағанда маңызды болар еді.



1. Қайтымды, қайтымсыз процестердің принциптік айырмашылығы неде?
2. Термодинамиканың екінші заңында не жайлы айтылады?
- 3. Жылу қозғалтқыштарында мұхиттың ішкі энергиясын қолдану мүмкіндігі неге жоқ?
- 4. Серпімсіз екі дененің соқтығысуын қайтымды процесс деп айтуға бола ма?
- 5. Вакуумде абсолют серпімді шардың абсолют серпімді плитаға құлауын қайтымды процесс деп айтуға бола ма?
- *6. Футбол добының қозғалысын қайтымды деп айтуға бола ма?
- *7. Жылуөткізгіштік процесінің қайтымсыздығын дәлелдеңдер.
- *8. Броундық қозғалыс қайтымды ма?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 16. Жылу қозғалтқыштары және олардың ПӘК-і



Тірек сөздер:

- ✓ жылу мәшинесі
- ✓ жұмыс денесі
- ✓ қыздырғыш
- ✓ суытқыш
- ✓ жылу қозғалтқышы
- ✓ бу турбинасы
- ✓ жылу мәшинесінің ПӘК-і
- ✓ ғаламдық жылыну
- ✓ экологиялық проблемалар



Сендер бүгінгі сабақта:

- жылу мәшинесінің құрылысы 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 үйренесіңдер.

Жылу қозғалтқыштары. Адамдар ерте заманнан бері жұмысты жеңілдететін өртүрлі құрылғыларды ойлап тауып, жасауға тырыс-

ты. Энергияны механикалық жұмысқа айналдыратын құрылғыны *қозғалтқыш* деп атайды (16.1-сурет).



16.1-сурет

Адамзат желдің энергиясын жұмысқа айналдыратын жел доңғалағын, судың энергиясын жұмысқа айналдыратын су доңғалағы сияқты механикалық қозғалтқыштарды ойлап тапты.

Су доңғалағы жер суару үшін Ежелгі Мысыр, Қытай, Үндістанда кеңінен қолданған. Су және жел доңғалақтарын орта ғасырда 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 көр. Ол үшін мына сұраққа жауап бер: жылу қозғалтқыштарында қандай энергиялар түрленеді?

Осы сұраққа жауап бере отырып, мынадай қорытындыға келесіңдер: жылу мәшинелерінде міндетті түрде отын болу керек. Оны *жұмыс денесі* деп атайды. Сонымен қатар отынның ішкі энергиясын арттыратын қыздырғыш және қозғалтқышты бастапқы қалпына әкелетін суытқыш болу керек (16.2-сурет).



16.2-сурет

Жылу қозғалтқыштарының кез келгені ішкі энергияны толығымен пайдалы жұмысқа айналдыра алмайды.



- Отын жанғанда бөлінетін жылудың бәрі механикалық жұмысқа айнала ма? Жылу қозғалтқыштарындағы энергия шығыны немен байланысты?

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Алғашқы бу мәшинесі бөлінген жылудың 1%-дан аз бөлігін ғана пайдалы жұмысқа айналдырған.

Пайдалы әсер коэффициенті. Кез келген жылу қозғалтқышында қыздырғыш жұмыс денесіне Q_1 жылу мөлшерін беріп, оның ішкі энергиясын арттырады. Жұмыс денесі жұмыс істеу барысында энергияның бір бөлігін мәшине тетіктерінің қызуына, үйкелісті жоюға жұмсап, қоршаған ортаға береді (әдетте, жылуды Q_2 суытқыш алды деп айтады).

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

Мәшиненің пайдалы әсер коэффициенті деп алынған Q_1 энергияның қанша бөлігі пайдалы жұмысқа кеткенін көрсететін физикалық шаманы айтады. ПӘК-і 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 жетілдіріліп келеді. Жылу мәшинесінің даму тарихына көз салсақ, мәшинелердің конструкцияларының жетілдірілуі, отынның жаңа түрлерін пайдалану ПӘК-інің мәнін алғашқы үлгілеріне қарағанда өте жоғары мәнге жеткізді. Қазіргі бу мәшинелердің ПӘК-і 30—40%, іштен жану қозғалтқыштарында 30—35%, дизельді қозғалтқыштарда 35—42%. Көріп отырғанымыздай, барлық жылу қозғалтқыштарының ПӘК-і төмен, тіпті 50%-ға жетпейді. Бұл отын энергиясының жартысынан астамы зая болатынын көрсетеді. Ғалымдардың алдында жылу қозғалтқыштарының ПӘК-ін арттыру мәселесі тұр.



- Жылу қозғалтқышын жетілдіру мен ПӘК-ін арттыру жөнінде өз ойыңды ұсын.

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

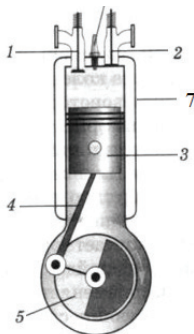
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \quad (16.4)$$

немесе

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

есептеуге болатынын көрсетті. 16.2-суретте жылу мәшинесінің қыздырғыш пен суытқыштың сәйкесінше T_1 және T_2 температуралары ХБ жүйесінде К өрнектелген.

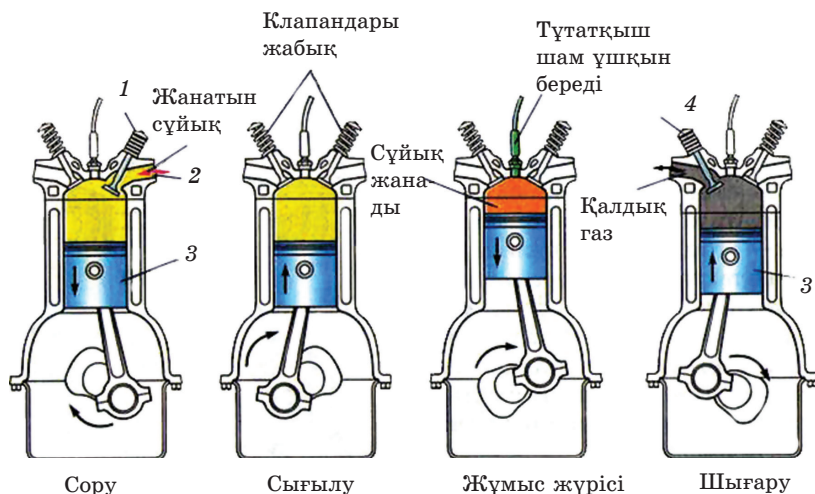
Іштен жану қозғалтқышы (ІЖҚ). Жылу қозғалтқыштарының кең таралған түрі — төрт тактілі іштен жану қозғалтқышы. Осы қозғалтқыштың жұмысын қарастырайық. Ол цилиндрден (7), поршеньнен (3), ашылып-жабылатын екі клапаннан (1,2), тұтандырғыш шам (6), бұлғақ (шатун) (4) және иінді біліктен (5) тұрады (16.3-сурет).



16.3-сурет

Іштен жану қозғалтқышының жұмыс істеу принципіне тоқтайық (16.4-сурет). Бірінші такт — сору. Ол поршень жоғарғы шеткі орында тұрған кезде басталады. Поршень төмен жылжып сору клапанын (1) ашады да, цилиндрге отын мен ауа қоспасын сорады.

Қозғалтқыштың екінші тактісі — сығу, поршень ең төменгі нүктеге жеткен соң жоғары көтеріліп, цилиндрге сорылған отын мен ауа қоспасын сығады. Отын-ауа қоспасы жану камерасының көлеміне дейін



16.4-сурет

Төрт тактілі қозғалтқыштың жұмыс жүрісі: 1 — сорғыш клапан; 2 — сорғыш канал; 3 — поршень; 4 — шығару каналы — бөлшек қозғалысы.

сығылады. Бұл камера қалай жұмыс істейді? Поршеньнің жоғарғы бөлігінің ең жоғарғы нүктесі мен цилиндрдің жоғарғы бөлігі арасындағы бос орын (кеңістік) *жану камерасы* деп аталады. Клапан неғұрлым нығыз жабылса, отын-ауа қоспасы да жақсы сығылады.

Үшінші такт — жұмыс жүрісі. Тактінің *жұмыс жүрісі* деп аталуы кездейсоқ емес. Себебі ол автокөлікті қозғалуға мәжбүр етеді. Осы такт барысында цилиндрде отын-ауа қоспасының сығылуы әсерінен жану камерасында тұтату жүйесі іске қосылып, тұтандырғыш шам ұшқын береді де отын тұтанады.

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

Қозғалтқыштың төртінші тактісі — шығару: жұмыс жүрісінен кейін поршень ең төменгі нүктеге жеткенде шығару клапаны ашылады. Поршень жоғары жылжып, шығару клапаны арқылы қалдық газдарды (жану қалдығы) сыртқа шығарады. Қақпақтың нақты, дәл жұмысы цилиндрдегі сығу мен жану қалдығының сыртқа толық шығуын реттейді.

Төртінші такіден кейін бірінші такт басталады. Процесс циклді түрде қайталанады.



- Іштен жану қозғалтқышының жұмысындағы барлық төрт такт ненің есебінен жүзеге асады? Сору, сығу, шығару тактілерінде поршеньді жоғары-төмен қозғайтын не?

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

Жылу мәшинелерін қолданудың экологиялық мәселелері

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

200 мың жыл бұрын Жерде 1 млн 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 өсті. Онымен бірге әртүрлі отын жанғанда бөлінетін улы газ қалдықтары да артуда. Бұл жану қалдықтары жер атмосферасына, өсімдік, жануарлар әлеміне кері әсерін тигізуде. Салдарынан экологиялық мәселелер туындайды.



- Біздің планетамыздағы қандай экологиялық мәселелер жайлы естідің немесе басқа сабақтарда талдадың? Өз тұрған жеріңде қандай экологиялық мәселе бар?

Жылу мәшинелерін қолданғанда қоршаған ортаны ластау жайлы сұрақтар туындайды.

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

Екіншіден, отынның жануы атмосфераға көмірқышқыл газын бөлумен қатар жүреді. Жер атмосферасында қазір шамамен 2600 млрд т көмірқышқыл газы бар ($\approx 0,033\%$). Энергетиканың дамуы мен көлік санының артуына дейін жан-жануарлар демалғанда шыққан және қалдықтар шірігінде бөлінетін көмірқышқыл газы мен өсімдіктердің фотосинтезі кезінде жұтылатын және мұхиттарда еритін көмірқышқыл газының мөлшері бірдей болған. Соңғы онжылдықта бұл тепе-теңдіктің 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 артады. Көміртек оксидінің молекулалары инфрақызыл сәулеленіп тұрады. Ал атмосферадағы көмірқышқыл газының мөлшері артса, оның мөлдірлігі өзгереді. Көмірқышқыл газы мөлшерінің бұдан әрі артуы атмосфера температурасының жоғарылауына әкеліп, жылыжай эффектісін тудырады. Бұл өз кезегінде мұздықтарды ерітіп, салдарынан Дүниежүзілік мұхит суы деңгейінің көтерілуі қаупін туғызады.

Үшіншіден, көмір мен мұнай жанғанда ауа азот және күкірт қосындысымен ластанады. Сонымен қатар адам денсаулығына зиян ауыр металдар түзіледі. Мұндай ластанулар ірі қалалар мен өнеркәсіп орталықтарына тән. Көміртек оксиді мен азот қосылысынан атмосфераны өзге автокөлік қозғалтқыштары жыл сайын 2-3 млн т мырышпен ластайды.



16.5-сурет

Автокөлік қозғалтқыштары атмосфераны ластауда шешуші рөл атқарғандықтан, қозғалтқыштарды жетілдіру көкейтесті ғылыми-техникалық мәселе болып табылады. Қоршаған ортаның ластануын азайтудың бір жолы — автокөліктерде дизельді қозғалтқыш қолдану. Мұндай отынға мырыш қосындысы қосылмайды. Қазір электрқозғалтқыштарды қолдану қолға алынып отыр. Ол аккумулятордан қоректенеді. Сондай-ақ отын орнына сутекті пайдаланатын қозғалтқыштар жасау жолдары да қарастырылуда. Сутекті қозғалтқыштарда сутек жанғанда су түзіледі. Бірақ мұнда да техникалық қиындықтар бар. Қоршаған ортаны қорғау ұйымдары дүниежүзі бойынша дабыл қағуда. Сондықтан қоршаған ортаны жану қалдықтарынан қорғау тәсілдерін дамытуға назар аударып, энергияның жаңа балама көздерін пайдалану басты мақсат болып табылады.

Энергияның балама көздеріне күн (16.5-сурет), жел (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, салқындатқыштың температурасын азайтса жылу машинасының ПӘК-і қалай өзгереді?
- *7. Қыздырғыштың температурасын өзгертпей салқындатқыштың температурасын қалай 2 есе төмендетуге болады?
- 8. Жылу қозғалтқыштарының болашағы жоқ деген түсінік бар. Осыған келісесің бе? Жауабыңды негізде.
- 9. Автокөлік санының артуы неліктен көптеген экологиялық мәселелер туғызады?

Есеп шығару мысалдары

ПӘК 40 % болатын жылу мәшинасы 8 кДж жұмыс атқарды. Жылу мәшинасы қандай жылу мөлшерін алғанын және бөлінгенін есептеңдер. Қыздырғыштың температурасы қандай, егер суытқыштың температурасы 27°C болса?

Берілгені: $\eta = 40\% = 0,4$ $A_n = 8 \text{ кДж} = 8 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ $t_2 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$ $Q_1 - ?$ $t_1 - ?$ $Q_2 - ?$	Шешуі: ПӘК формуласын қолданайық $\eta = \frac{A_n}{Q_1}$, мұндағы Q_1 – жылу мәшинасы алған жылу мөлшері. $\eta = \frac{40\%}{100\%} = 0,4, \text{ яғни } Q_1 = \frac{A_n}{\eta}$
---	--

$$Q_1 = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{0,4} = 20 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 20 \text{ кДж}$$

Жылу мәшинесінің суытқышқа берген жылу мөлшері мынаған тең:

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

Қыздырғыштың температурасы: $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$, мұндағы температура кельвинмен өлшенеді, яғни $T_2 = (t_2 + 273^\circ \text{C}) \text{ К} = 300 \text{ К}$.

Біз идеал жылу мәшинасымен жұмыс жасадық деп есептейміз.

$$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{300 \text{ К}}{1 - 0,4} = 500 \text{ К. Температураны } ^\circ \text{C келтірсек:}$$

$$t_1 = T_1 - 273 = (500 - 273)^\circ \text{C} = 227^\circ \text{C}$$

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



9-жаттығу

1. ПӘК-і 40% жылу мәшинесінің жұмыс денесі 5 кДж жылу алды. Суытқышқа қанша жылу берілген? Қыздырғыштың температурасы 477°C болса, суытқыштың температурасы қандай?

(Жауабы: $Q_2 = 3 \text{ кДж}$; $t_2 = 177^\circ \text{C}$)

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

(Жауабы: 150°C)

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

(Жауабы: 12 кДж)

- 4. Бір цикл барысында жылу мәшинесі суытқышқа 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. Суытқыштың температурасы қандай? Қыздырғыштан алған жылудың қандай бөлігі суытқышқа беріледі?

(Жауабы: 25°C; 40%).

- 6. Жылу мәшинесі Карно циклі бойынша жұмыс істейді. Қыздырғыштан алынған жылу мөлшерінің 80%-ын суытқышқа береді. Қыздырғыштан алатын жылу мөлшері 1,5 кДж. Циклдің ПӘК-ін табыңдар.

(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 суытқышқа беретін жылу мөлшерін табыңдар.

(Жауабы: ≈ 201 кДж)

- *8. Іштен жану қозғалтқышы 8 сағ жұмыс істегенде 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 табиғи газ жағу керек? Қыздырғыштың ПӘК-і 25%.

(Жауабы: 140 г)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

Термодинамика негіздері

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

$$U = (E_k + E_p) \cdot N.$$

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

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

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

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

Термодинамиканың екінші заңы (Клаузиус тұжырымдамасы): жылу температурасы жоғары денеден температурасы төмен денеге беріледі.

Кельвиннің тұжырымдамасы: әсері қайталанып отыратын 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 қыздырғыштан, жұмыс денесінен және суытқыштан тұрады.

Жылу қозғалтқышының ПӘК-і алынған энергияның қандай да бір бөлігі қозғалтқыштың пайдалы жұмысына айналғанын көрсетеді:

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

Идеал жылу мәшинелері үшін ПӘК-ін

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

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

Электростатика негіздері

Найзағай, синтетикалық маталардың денеге жабысуы мен оны шешкенде ұшқынның көрінуі, лазер принтерінің жұмысы электрлік және электрлену құбылыстарына жатады.

Неге бензин тасымалдайтын көлікке металл шынжыр бекітеді?

Неге бензин тасымалдайтын көліктен отынды құйып алғанда немесе оған бензин құйғанда көлікті жермен жалғайды?

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

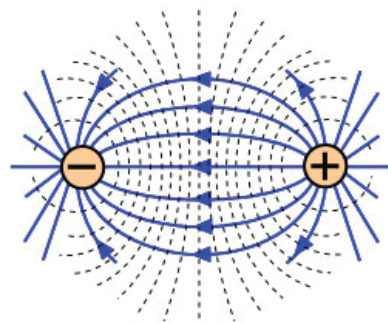
Электр өрісі қалай беріледі?

Көрінбейтін өзара әсерлерді қалай бейнелейсіңдер?

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

Электр энергиясын қалай сақтайды?

Осы энергияны сақтайтын құрылғы бар ма?

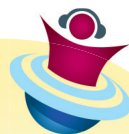


§ 17. Электр заряды. Денелердің электрленуі



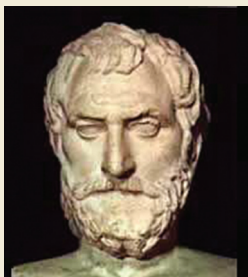
Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

- үйкелістен электрлену құбылысымен; түйісу және индукциямен;
- электр зарядтың қасиетімен танысасыңдар.



Фалес
(б.з.д. 640—550)

Аңызға сүйенсек, б.з.д. 640—550 жылдары ежелгі грек ойшылы Фалес Милетскийдің қызы янтарь ұршықпен жүн иіреді екен. Бірде ұршықты суға түсіріп алады. Суға түскен ұршықтың ұшына жүн жабысып қалғанына назар аударған қыз оны су болғандықтан болар деп ойлайды. Суды құрғатып сұрткен сайын ұршыққа жабысқан жүн көбейе береді. Қыз әкесіне келіп, осы құбылыстың себебін сұрайды.



■ Сендер бұл құбылысты қалай түсіндірер едіңдер?

Фалес бұл құбылысты янтарьдың өзіне ғана тән ерекше қасиеті деп түсіндіреді. Аң терісіне үйкелген янтарь жүнді ғана емес, басқа да жеңіл заттарды өзіне тартады. Көптеген жылдар бойы бұл қасиет тек янтарьға тән деп келген. Гректің “elektron” (янтарь) сөзі Фалестің қызы ашқан құбылысқа ұқсас құбылыстардың тарихи атауының қалыптасуына ықпал етті. Оларды *электр құбылыстары* деп атай бастады.



Пластмасса тарақ немесе қаламды алып, оны жүнге немесе құрғақ шашқа үйкендер. Содан кейін оны ұсақталған қағаз қиымдарына жақындатыңдар. Не байқадыңдар? Тәжірибе нәтижесі бойынша қорытынды жасаңдар.

Теріге үйкелген янтардан басқа көптеген заттар үйкеліс нәтижесінде өзіне жеңіл заттар тартатын қасиетке ие болады.

Тәжірибеден қорытынды жасайық: әртүрлі заттардан жасалған денелер бір-бірімен үйкелген кезде жеңіл заттарды өзіне тартатын қасиетке ие болады. Мұны *денелер электрленді* деп атайды.

Дененің заттарды өзіне тарту қасиетіне ие болатын құбылыс электрлену деп аталады.

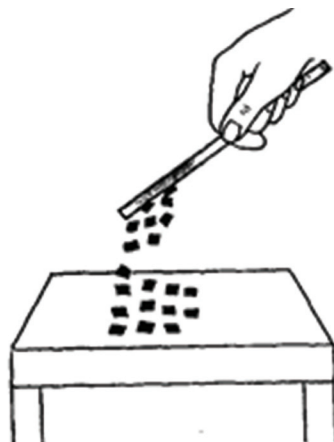
Электрленуге әрқашан екі дене қатысады және олардың екеуі де электрленеді.

Мұны тәжірибе жасап тексеру оңай: егер электрленген шыны таяқты ұсақталған қағазға жақындатсақ, таяқшаға қағаз тартыла бастайды (17.1-сурет). Егер таяқпен электрленген осы қағаздарға жүн матасын жақындатсақ, олар да матаға тартыла бастайды (17.2-сурет).

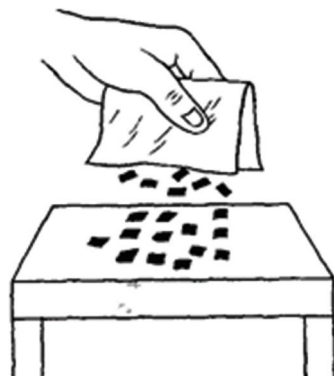
Тәжірибе *электрленген және электрленбеген денелердің тартылатынын* көрсетеді: электрленген дене жеңіл заттарды ғана емес, ауыр заттарды да тартады.

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

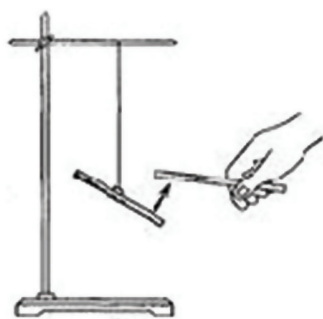
Бір-біріне үйкелген денелер де өзара тартылады. Мысалы, адам денесімен үйкелген киім электрленіп, денеге тартылады.



17.1-сурет



17.2-сурет



а)

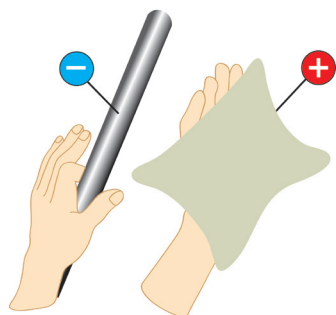


ә)

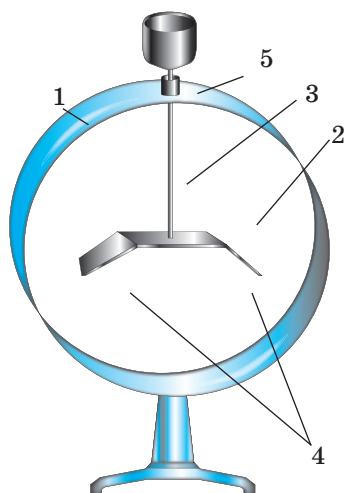


б)

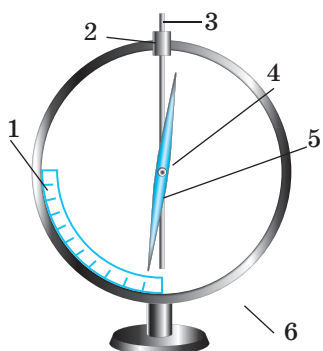
17.3-сурет



17.4-сурет



17.5-сурет



17.6-сурет

Тәжірибелер көмегімен әртүрлі денелердің үйкелісі нәтижесінде олардың *электрлік өзара әсерге түсетін қасиетке ие болатынына* көз жеткіздік.

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

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

Электр зарядының екі тегі. Ғалымдар зарядтың шыны, жүн, жібек, эбонит, янтарь және басқа да, түрлерінің айырмашылығын бірден ажыратпады. Дегенмен 1733 жылы француз ғалымы Ш. Дюфэ тәжірибелер жасай отырып, *электрленген денелерде зарядтың екі тегі пайда болатынын* анықтады. Оларды шыны электр және шайыр (смола) электр деп атады. Шыны электрмен электрленген дене шыны электрленген денелердің бәрінен тебіледі және өзіне шайыр электрленген денелердің бәрін тартады деп түсіндірді. Қазір зарядтардың бұл екі тегін оң заряд және теріс заряд деп атайды. Жібекке, қағазға үйкелген шыны *оң зарядталады*, жібекке, жүнге үйкелген эбонит *теріс зарядқа* ие болады (17.4-сурет).

Электр зарядын q әрпімен белгілейді. ХБ жүйесінде электр зарядының өлшем бірлігі француз физигі Ш. Кулонның (1736—1806) құрметіне Кулон (Кл) деп аталған. $[q] = [\text{Кл}]$.

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

Электроскоп. Денелердің зарядталғанын анықтап, зарядтарды салыстыру үшін *электроскоп* (грекше “electro” және “sropeo” — бақылау, анықтау) деп аталатын 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 жеңіл қозғалатын (4) жапырақша бекітілген. Өзекше корпустан дөңгелек пішінді (5) тығынмен оқшауланған. Өзекшенің жоғары жағына қуыс металл шар (кондуктор) кигізілген. Егер кондукторға зарядталған денені тигізсе, оның жапырақшалары бір-бірінен тебіледі. Дене заряды артқан сайын олар бір-бірінен күштірек тебіледі. Бірақ электроскоп көмегімен зарядтардың таңбасын анықтау мүмкін емес.

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

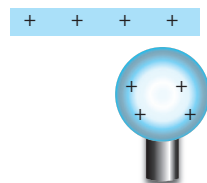
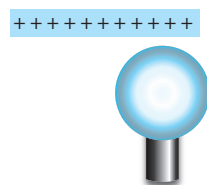
Заряд үйкеліс нәтижесінде ғана емес, зарядталған денелер зарядталмаған денелермен жанасуы кезінде де пайда болады. Егер зарядталған таяқшаны зарядталмаған шарға тигізсек, осы денелердің жанасуынан шар зарядталады (17.7-сурет). Демек, заряд бөліну қасиетіне де ие.

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

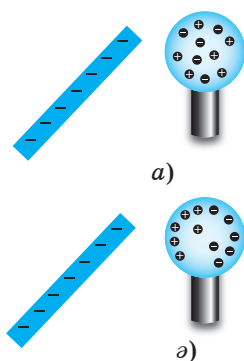
Ендеше біз зарядталған денені зарядталмаған денеге жақындатсақ, зарядталмаған дене қарама-қарсы таңбалы зарядқа ие болады. Сондықтан денелер тартылады (17.8, а-сурет).

Егер теріс зарядталған таяқшаны зарядталмаған металл шарға жақындатсақ, шардың таяқшаға жақын жағында оң заряд, ал қарсы жағында теріс заряд жиналады да, дене *бейтарап* (зарядсыз) күйде қала береді (17.8, ә-сурет).

Дене қалай электрленеді? Дененің электрленуін түсіндіруге алғаш тырысқан американдық ғалым — Б. Франклин. Оның ұйғаруынша, электр —



17.7-сурет



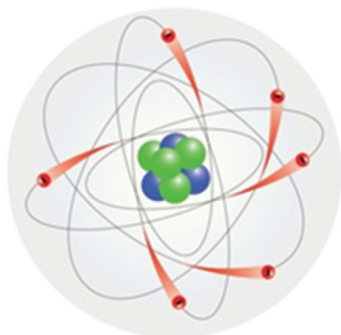
17.8-сурет



Бенжамин Франклин
(1706—1790)



Эрнест Резерфорд
(1871—1937)



17.9-сурет

көзге көрінбейтін және адамға сезілмейтін ерекше сұйық. Осы модельге сүйеніп көптеген құбылыстар түсіндірілді, ал түсіндірілмей қалған құбылыстар одан да көп болды.

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

Барлық электр заряды ең кіші электр зарядына еселік болып келеді. *Ең кіші электр зарядын элементар заряд деп атайды.* Оң элементар заряды бар бөлшек *протон* деп аталады. Протонға модулі жағынан тең теріс заряды бар бөлшекке *электрон* деген атау берілген. Элементар зарядтың сан мәні эксперимент 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 зарядқа еселенеді:

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

Зарядтың бөлінетін қасиеті енді түсінікті болды. Зарядтың бөліну және элементар зарядқа еселену қасиеті *дискреттілік* деп аталады.

Атом оң зарядталған ядродан және оны айналып жүретін теріс зарядты электрондардан тұрады. Ядро протондар мен нейтрондардан құрылған (17.9-сурет).

Сонымен,

Есте сақта!

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

Электрон мен протондардың заряды модулі жағынан тең, таңбасы қарама-қарсы. Нейтрон мен протонның массасы шамалас. Ол шамамен электронның массасынан 1836 есе үлкен. Демек, атом массасының басым бөлігі ядрода жинақталған. Атом ядросы тұрақты. 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 бұл кеңістікте теріс зарядты электрондар қозғалып жүр. Олардың саны ядроғағы протондар санына тең. Сондықтан теріс зарядтардың қосындысы ядроның оң зарядын теңестіреді. Нәтижесінде атомның заряды бейтарап болады. Өртүрлі заттардың атомдары маңайындағы электрондарды өртүрлі күшпен ұстап тұрады.



■ Осы айтылғандарды ескеріп, өртүрлі заттардан жасалған денелерді бір-біріне үйкесек не болатынын түсіндіріп көріңдер.

Өртүрлі заттан жасалған денелерді бір-біріне үйкегенде электрондар атомдар күштірек тартатын жаққа ауысады. Сонда электроннан айырылған денеде оң зарядтардың саны, ал электрон қосып алған денеде теріс зарядтар басым болады. Сәйкесінше оң заряды басым дене оң зарядталады, теріс заряды басым дене теріс зарядталады.

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

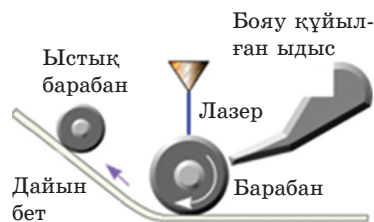
Электрленудің қолданылуы. Медицинада электрлену көмегімен электроаэрозольдар жасайды. Мұндай аэрозольдар оның қарапайым түрлерінен тиімдірек. Оның тамшылары ұсақталғанда бір-біріне жабыспайды. Себебі бір-бірінен тебіліп, өкпеге тереңірек еніп, сол жерде биологиялық белсенді және емдік заттар түзеді.

Заманауи автокөлік зауыттарында оның шанағын арнайы камераларда бояйды. Осы камераларда бояу бүркіледі және теріс зарядталады. Осыдан кейін бүркілген бояу көліктің оң зарядталған шанағына тартылып, бояу тегіс жағылады. Ұшаққа металл басқышты бірден әкеліп қоюға болмайды. Себебі ұшақтың ауамен үйкелісі нәтижесінде электрленуі салдарынан ұшқын шығып, өртену қаупі бар. Алдымен ұшақтың электр зарядын бөсеңдетеді. Ол үшін ұшақтың шанағымен жалғанған металл арқанды жерге тастайды. Сонда электр зарядтары жерге кетеді.

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

Арнайы механизмнің көмегімен барабанға қағаз беріледі. Қағаз қозғалыс нәтижесінде теріс зарядталады. Қағаз фотобарабанмен жанасып, оң зарядталған бояудың бөлшектері теріс зарядталған қағазға тартылып, қағазға із қалдырады. Содан кейін қағаз ыстық роликтен өтіп, сол жерде бояу бөлшектері қағазға жабысады.

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



17.10-сурет

Тоқу станогының жұмысы кезінде талшықтар үйкеліс салдарынан әр аттас зарядқа ие болып, бір-біріне тартылуынан станоктың жұмысын қиындатады. Электрленген мата өзіне ауа шаңдарын тартып, нәтижесінде мата кірлейді.

Үй жағдайында арнайы электр ылғалдатқыштар қолданып, үйдің ылғалдылығын шамамен 70%-ға дейін көтеруге болады. Егер электрленетін беттерді глицерин ерітіндісімен сүртсе, разрядталу процесі артады.

Өндірісте электрленуді болдырмау үшін барлық станоктар мен механизмдерді жермен жалғап, үнемі ауаны ылғалдандырып отырады және ток өткізгіш пластиктен жасалған еден қолданады.



1. а) Теріге үйкеліп электрленген екі эбонит таяқша; ә) жібекке үйкелген шыны таяқша мен теріге үйкелген эбонит таяқша өзара қалай әрекеттеседі?
2. Электр зарядының екі түрі болатынын қандай тәжірибелер дәлелдейді?
- 3. Парақ қағаздың көмегімен дененің электрленгенін қалай білуге болады?
- 4. Электроскоп жапырақшаларының бір-біріне ажырау бұрышы арқылы оның заряды жайлы не білуге болады?
- *5. Жібек жіпке зарядталған қағаз гильза ілінген. Гильза зарядының тегін анықтау тәсілін ұсыныңдар.



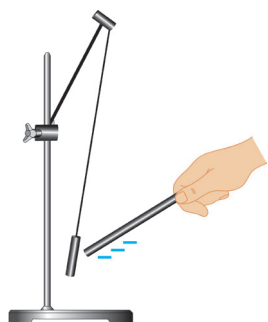
1. Құрғақ бөлмеде үрленген шарды малақайға үйкелеп, терезенің шынысына жақындат. Не байқайсың? Жауабын түсіндіріңдер.
2. Бір үзік мақта ал. Пластмасса тарақты электрлеп, мақтаға жақындат. Мақта тараққа тартылады. Тарақты жұлқа тартып мақтадан ажыратып, оны қайтадан мақтаның астыңғы жағына жақындат. Сонда алдымен мақта тараққа тартылып, кейін тарақтың үстінде қалқып тұрады. Неге? Жауапты түсіндіріңдер.



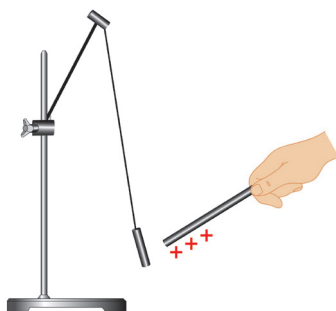
10-жаттығу

1. Металл гильза зарядының таңбасын анықтаңдар: а) теріс зарядталған (17.12-сурет); ә) оң зарядталған (17.13-сурет).
2. Бейтарап атомның 4 электроны бар. Осы атомның ядросында қанша протон бар? (Жауабы: 4)
3. Сол жақтағы шарда қандай заряд бар? Неліктен? (17.14-сурет).
4. 17.15-суретте қандай химиялық элемент көрсетілген? Бұл атом ядросының заряды неге тең?
- 5. Бір шарды газетке, екінші шарды жүн матаға үйкелеп электрлеңдер. Электрленген шарларды қандай да бір қашықтықта ұстаңдар. Бұл шарлардың тартылу себебі неде?

- 6. Пластмасса сызғышты құрғақ қағазға үйкеп электрлендер. Тәжірибе жүзінде сызғыштың электрленгенін дәлелдеңдер.
- 7. Неге жерге қонған ұшаққа металл баспалдақты бірден әкелмейді?
- 8. Металл бетін бүріккішпен бояған кезде оған заряд беріледі, ал бояу тамшыларын қарама-қарсы зарядтайды. Бұл не үшін қажет?
- *9. Шыны таяқшаның ұштарында бір мезгілде әр аттас зарядтар алуға бола ма? Мыс таяқшада ше?
- *10. Теріс зарядты таяқшаның көмегімен шарды қалай оң зарядтауға болады?
- *11. Заряды 1,5 электрон және 20 электрон зарядына тең бөлшектер бар ма?



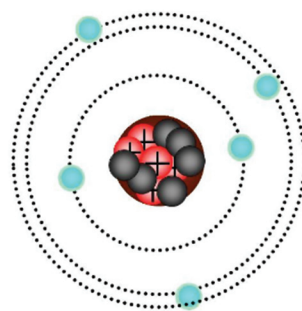
17.12-сурет



17.13-сурет



17.14-сурет



17.15-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

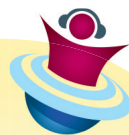
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 18. Электр зарядының сақталу заңы. Кулон заңы



Тірек сөздер:

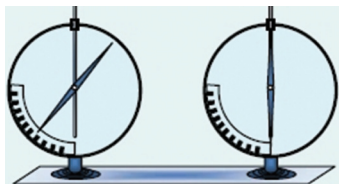
- ✓ зарядтың сақталу заңы
- ✓ Кулон заңы
- ✓ айналмалы таразы



Сендер бүгінгі сабақта:

- зарядтың сақталу заңын және Кулон заңын қолдануды үйренесіңдер.

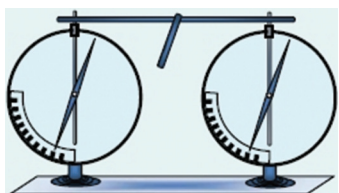
Электр зарядының сақталу заңы. Үйкеліс арқылы электрленуге оралайық. Таяқшаны терімен үйкелеп сүрткенде, тері де қарама-қарсы таңбамен зарядталады. Тәжірибелер көрсеткендей, таяқша мен тері зарядтарының шамасы тең. Олардың қосынды заряды нөлге тең, яғни ол заряд өзара әсерге дейінгі денелердің зарядына тең. Осыдан электрлену кезінде заряд сақталады деп ұйғара аламыз.



18.1-сурет

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

Электрометрлерді өткізгішпен жалғасақ, екеуінің де зарядталатынын байқайсыңдар. Олардың қосынды (жалпы) заряды бастапқы зарядқа тең (18.2-сурет).



18.2-сурет

Осы эксперименттен екі қорытынды шығады. 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 қатысты басқа денелермен (оларды сыртқы денелер немесе сыртқы жүйелер деп те атайды) заряд алмаспайды.

Екінші қорытынды: электрлену құбылысы электр зарядының сақталу заңына бағынады. Бұл өте қарапайым түсіндіріледі: таяқшадан қанша зарядталған бөлшек (электрон) кетсе, теріге сонша заряд келеді (немесе керісінше).

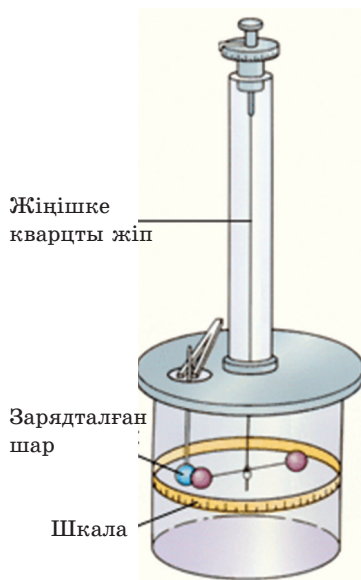
Кулон заңы. Қозғалмайтын зарядтардың өзара әсері зерттелетін электродинамиканың бөлімі **электростатика** деп, ал олардың өзара

әсері *электростатикалық* деп аталады. Бұл әсерді 1785 жылы француз физигі Ш.О. Кулон зерттеген. Кулон өз тәжірибелерінде зарядталған металл шарлардың өзара тартылу мен тебілуі күштерінің шамасын өзі құрастырған айналмалы таразының көмегімен өлшеген (18.3-сурет). Бұл құрал өте сезімтал. Мысалы, таразының иіні 1° бұрышқа 10^{-9} Н күштің әсерінен бұрылған.

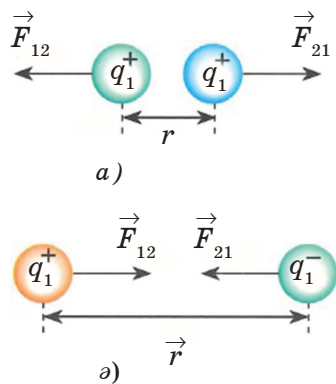
Кулон өмір сүрген уақытта зарядтардың өзара әсер күшінің зарядтардың шамасына тәуелділігін анықтау мүмкіндігі болмады. Сондықтан ол тығырықтан шығудың мынадай жолын тапты: егер зарядталған металл шарды дәл сондай, бірақ зарядталмаған металл шарға тигізсек, зарядталған шардың заряды өзара тең бөлінеді. Осылайша, ол металл шардың зарядын 2, 4 т.с.с. рет өзгерту тәсілін көрсетті. Таразы иініндегі шар мен сырттан енгізілген зарядталған шардың өзара әсерлесуінен таразы иіні бұрылады да, нәтижесінде жіп иіріліп, ширатылады. Жіп иіріліп ширауын тоқтатқан 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 ара-



18.3-сурет



18.4-сурет

қашықтығы 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 тағайындады: *вакуумдегі қозғалмайтын екі нүктелік зарядтың өзара әсер күші зарядтардың абсолют шамалары көбейтіндісіне тура пропорционал және олардың арақашықтығының 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 зарядтарды

қосатын түзудің бойында жатады. Кулон күштері үшін Ньютонның үшінші заңы ақиқат: 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: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.

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

18.4, б-суреттегі күштер — тартылу күштері. Себебі, зарядтардың таңбасы қарама-қарсы.

ХБ жүйесінде Кулон заңындағы пропорционалдық коэффициент:

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

немесе

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

ϵ_0 — *электрлік тұрақтысы* деп аталады:

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

Тәжірибелер көрсеткендей, зарядтардың өзара әсер күші олардың орналасқан ортасына тәуелді. *Зарядтардың вакууммен салыстырғандағы әсерін әлсірететін орта диэлектрлік* деп аталады.

Диэлектриктер — *электр тогын өткізбейтін зат*. Біртекті диэлектрикте қандай қашықтықта болмасын зарядтардың өзара әсері вакуумдегі дәл сондай қашықтыққа қарағанда бірдей ϵ есе шамаға аз болады. Бұл шаманы *салыстырмалы диэлектрлік өтімділік* деп атайды.

Диэлектрлік өтімділік тек диэлектриктің қандай заттан жасалғанына ғана тәуелді. Ол диэлектриктің пішіні мен өлшеміне тәуелді емес. Диэлектрлік өтімділік — өлшемсіз шама. Өртүрлі орталардың салыстырмалы диэлектрлік өтімділігінің шамасы эксперимент түрінде табылып, арнайы кестеге жазылады:

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

Диэлектрик үшін Кулон заңының формуласы:

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

Вакуумнің салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі, көріп отырғанымыздай, 1 санына тең. Басқа орталар үшін ол бірден үлкен. Ауаның салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі бірге жуық. Есептеулер кезінде оны $\epsilon = 1$ деп алады.

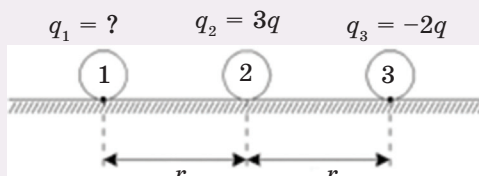


1. Нүктелік заряд ұғымын енгізу себебі неде?
2. Неге Кулон өмір сүрген уақытта электрлік өзара әсер күштерін өлшеу қиын болды?
3. Салыстырмалы диэлектрлік өтімділіктің физикалық мағынасы қандай?
- 4. Қандай жағдайларда зарядтың сақталу заңы қолданылмайды?
- 5. Қандай жағдайда аттас зарядталған екі дененің тебілу күші нөлге дейін кемиді?
- 6. Электрзация кезінде бір денеден екіншісіне 1000 электрон берілді. Осы дененің заряды қандай болды? Электр зарядының сақтау заңы орындала ма?
- *7. Егер екі электр зарядының көлемін екі есе артырсақ, ал зарядтардың арақашықтығын екі есе азайтсақ оларға әсер ететін күш қалай өзгереді?
- *8. Екі нүктелік зарядтардың біреуінің таңбасын өзгертсек, оларға әсер етін күш өзгереді ма? Түсіндіріңдер.
- *9. $+5e$ және $-3e$ зарядталған тамшылар біріксе, пайда болған тамшының заряды қандай болады?



11-жаттығу

1. Шыны таяқшаны матамен үйкеген кезде оның заряды 12,8 нКл болса, одан қанша электрон алынған?
(Жауабы: $8 \cdot 10^{10}$)
2. Металл шардың заряды $q = -3,2$ мКл. Шардың артық электроны қанша?
(Жауабы: $2 \cdot 10^{13}$)
- 3. Әрқайсысының шамасы 40 нКл болатын екі заряд қалыңдығы 1 см слюдамен бөлінген. Олар өзара 18 мН күшпен әсерлеседі. Слюданың диэлектрлік өтімділігі қандай?
(Жауабы: 8)



18.5-сурет

- *4. Бірдей оң зарядты екі дене керосинде 18 мН күшпен әсерлеседі. Бұл денелердің арақашықтығы 24 см. Әр дене қанша электрон жоғалтты?
(Жауабы: $3 \cdot 10^{12}$)
- 5. Әрқайсысының заряды 8 нКл болатын ауадағы екі нүктелік заряд 0,36 мН күшпен тебілу үшін оларды қандай арақашықтыққа орналастыру қажет?
(Жауабы: 15 мм)



- 6. Сутек атомындағы электрон мен протондардың арақашықтығы 53 пм болса, өзара әсер күші қандай?

(Жауабы: 82 Нм)

- *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 табыңдар.

(Жауабы: –2 нКл)

- *8. Екінші шар тепе-теңдікте тұр. Бірінші шардың зарядын табыңдар (18.5-сурет).

(Жауабы: –2q)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

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



Тірек сөздер:

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

Сендер бүгінгі сабақта:

- “электр өрісі” түсінігінің физикалық мағынасы мен күш ретінде сипатталуын;
- бір электростатикалық өрістегі әсер ету зарядын анықтауды;
- күш сызығы көмегімен электростатикалық өрістің графигін бейнелеуді үйренесіңдер.

Алыстан және жақыннан әсер ету. Өткен параграфта біз электростатиканың негізгі заңы — екі нүктелік зарядтардың өзара әсер күшін есептеуге мүмкіндік беретін Кулон заңымен таныстық. Кулон заңы эксперимент жүзінде ашылған. Зарядтардың өзара қалай әрекеттесетінін Кулон заңы түсіндірмейді: Кулонның өзі бір-бірінен алыс қашықтықтағы зарядтардың өзара қалай әсерлесетіні жайлы көп ойлан-

ды. Ол И. Ньютонның идеясына арқа сүйеді. Ньютон да Бүкіләлемдік тартылыс заңын ашқанмен, оның әсерін түсіндіре алмаған. Сондықтан ол гравитациялық өзара әсер лезде таралады деп ұйғарды.

Кулон электр зарядтарының бір-біріне вакуумде де әсер ететініне көзі жеткенде ол зарядтар лезде бос кеңістік, яғни вакуум арқылы әсерлеседі деп ұйғарды. Алыстан әсер ету теориясына сәйкес гравитациялық және электромагниттік күштер — материяның бір түрі. Алыстан әсер ету ілімі қарапайым өрі түсінікті ілім. Оның математикалық өрнегі үйлесімді. Осы теорияны XIX ғасырдың басында ғалымдардың басымы қолдады. Сонымен қатар денелердің алыс қашықтықтан, яғни өзі жоқ кеңістіктің бөлігіне әсер етуіне күмән келтіруге болады.

Міне, осы себепті ағылшын ғалымы Майкл Фарадей *жақыннан әсер ету* ілімін ұсынды. Өрине, ол алыстан әсер ету іліміне кері ілім. М. Фарадейдің айтуынша, табиғат бастықты ұнатпайды. Бұл ілімге сәйкес, денелердің өзара әсері басқа бір үшінші агент арқылы жүзеге асады. Осы агент 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 дененің екіншіге бос кеңістік арқылы әсер етпейтіні арқылы сенімділік берді. Өрістің бар екені дәлелденбеді. Ол дәлел кейінірек алынды. Заманауи көзқарасқа сәйкес, барлық электр зарядтары өзінің маңайындағы кеңістікті өзгертіп, 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 шықты. Зарядтар арасындағы өзара әсерді вакуумде тарататын электр өрісі болып шықты. Электр заряды өзінің маңайында электр өрісін тудырады, ол өз кезегінде қандай да бір күшпен басқа зарядтарға әсер етеді. Электр өрісі әсерді тасымалдайтын арнайы ортаға мұқтаж емес. Ол затта да, вакуумде туындап, затпен қатар материяның өмір сүру формасы болып табылады.

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



Кулон Шарль
Огюстон
(1736—1806)

Электр өрісін анықтаудың қарапайым тәсілі — *сынақ заряд* деп аталатын электр зарядын қолдану. Сынақ зарядқа әсері арқылы кеңістіктегі электр өрісінің бар екенін білеміз, оның көмегімен кеңістіктің әртүрлі нүктелеріндегі өріс шамасы зерттеледі. Ол үшін сынақ заряд нүктелік болу керек.

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

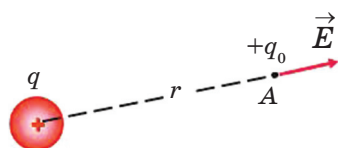
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (19.1)$$

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

$$[\vec{E}] = \left[\frac{H}{Kл} \right].$$

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

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



19.1-сурет

Нүктелік заряд тудырған электр өрісінің кернеулігін анықтайық. Бұл қарапайым және жеңіл шешілетін есеп. Вакуумде орналасқан нүктелік q оң зарядты қарастырайық. А нүктесіне оң сынама q_0 зарядты q зарядтан r қашықтықта орналастырайық. q заряды тарапынан сынақ зарядқа тебілу күші әсер етеді, сондықтан q оң зарядтың өріс кернеулігі одан әрі бағытталады (19.1-сурет).

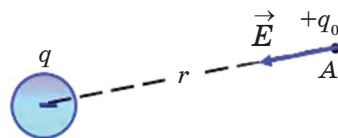
(19.1) формуланы қолданып, нүктелік q зарядтың кернеулігінің шамасын табайық:

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

Осыдан

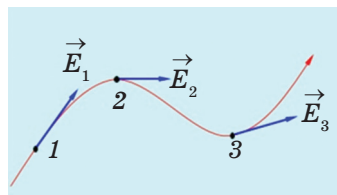
$$E = k \frac{q}{r^2}. \quad (19.3)$$

Өріс тудырған заряд теріс болса, онда осы зарядтың модулін де q әрпімен белгілейік. Оң сынақ 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.



19.2-сурет

Электр өрісінің күш сызығы. Электр өрісі көзбен көріп, құлақпен естілмейтін заттардың қатарына жатады. Оны түйсік арқылы қабылдайды. Өзара әсер күшін өртүрлі сызық түрінде бейнелеу көрнекілік үшін қолданылатын тәсіл.



19.3-сурет

Электр өрісінің күш сызықтары (немесе кернеулік сызықтары) *деп кез келген нүктесіне жүргізілген жанаманың бағыты сол нүктедегі электр өрісінің кернеулік бағытымен бірдей болатын сызықтарды айтады* (19.3-сурет).

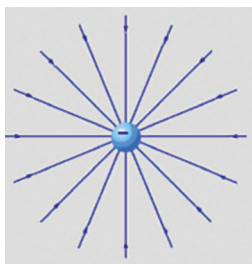
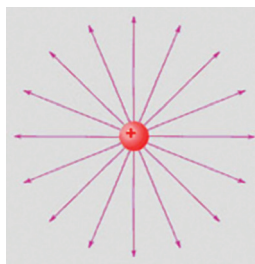
Күш сызықтары оң зарядтан теріс зарядқа бағытталған немесе шексіздікке кетеді.

Нүктелік зарядтың кеңістіктегі көрінісіне оралайық (19.4-сурет).

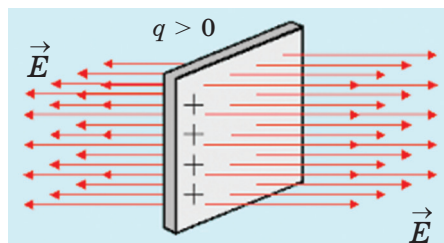
Нүктелік заряд өрісінің кернеулік сызықтары. Кернеулік сызықтары кернеулік векторларының бойымен бағытталады. Кернеулік векторлары күш сызықтарының бағытын көрсетеді. Сонымен қатар, өріс кернеулігінің абсолют шамасы жайлы да мәліметтер береді: кернеулік сызықтары қалыңдаған сайын кеңістіктің осы аймағындағы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

Зарядтарының таңбасы қарама-қарсы болатын шексіз екі астарлардың арасындағы электр өрісінің күш сызықтары 19.6-суреттегідей түрге ие.

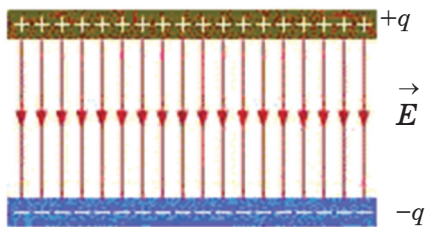
Бұл өрістің күш сызықтары бір-біріне параллель және сызықтардың орналасу тығыздығы барлық жерде бірдей. Мұндай электр өрісі



19.4-сурет. Нүктелік заряд өрісінің кернеулік сызықтары



19.5-сурет. Зарядталған жазықтық өрісінің кернеулік сызықтары



19.6-сурет. Параллель астарлардың арасындағы электр өрісінің кернеулік сызығы

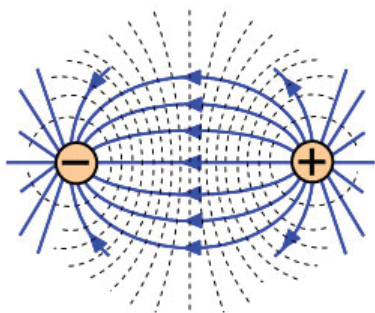
біртекті деп аталады. Оны былай жазады:

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

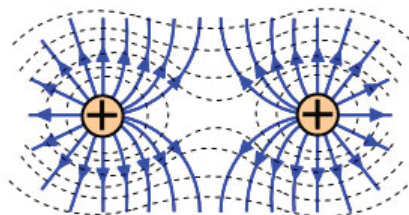
Кернеулік сызықтарын кез келген электр өрісінде жүргізуге болады. Оны қалай орындайды? Кеңістіктің әр нүктесінде өрістің кернеулік векторы кернеулік сызықтардың жанамаcы бойымен бағытталған.

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

Кернеулік сызықтары әрқашан оң зарядтан басталып, теріс зарядтан аяқталады.



а)



б)

19.7-сурет. Нүктелік зарядтардың электр өрісінің күш сызықтары:

а) әр аттас нүктелік зарядтар; б) аттас нүктелік зарядтар



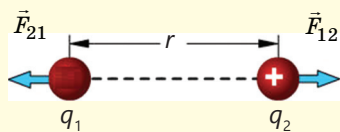
- Боялатын денені зарядтап, оған бояуды бүрку әдісімен бояу тәсілі арзан, әрі адам өміріне қауіпсіз. Неге? Жауапты түсіндіріңдер.
- 19.8-суреттегі жапырақтардың өзара әрекетін түсіндіріңдер.



19.8-сурет



1. Алыстан әсер ету ілімінің пайда болу себебі неде? Бұл ілімнің мәні қандай?
2. Жақыннан әсер 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 сызықтарының бағытын қалай анықтайды?
- 7. q_1 зарядының таңбасын анықтаңдар (19.9-сурет).
- 8. F_{12} және F_{21} күштерінің қайсысы үлкен (19.9-сурет)?
- *9. Электр өрісі көмегімен шаңды тазартуға бола ма?

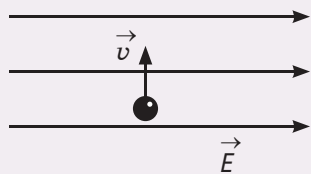


19.9-сурет



12-жаттығу

1. Біртекті электростатикалық өрістеі 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 металл шардың зарядтары сәйкесінше $q_1 = q$ және $q_2 = 5q$. Шарларды түйістірген соң ажыратып, бұрынғы қашықтыққа апарып қойды. Олардың арасындағы өзара әсер күшінің модулі неше есеге және қалай өзгереді?
(Жауабы: 1,8 есе артады)
- *4. Массасы 0,1 мг тозақ кернеулігі 1 кН/Кл біртекті электр өрісінде "ілініп" тұруы үшін оның заряды қандай болу керек?
(Жауабы: 1 нКл)
- 5. Нүктелік зарядтың арақашықтығы 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)



19.10-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

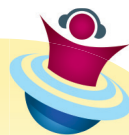
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 20. Электр өрісінің потенциалы және потенциалдар айырымы



Тірек сөздер:

- ✓ потенциал
- ✓ потенциалдар айырымы



Сендер бүгінгі сабақта:

- потенциалдар айырымының физикалық мағынасын үйренесіңдер және түсінесіңдер.

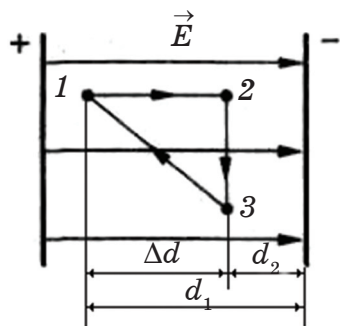
Электр өрісінің жұмысы. Электр өрісінде орналасқан зарядқа өріс тарапынан электр күші әсер етеді. Егер осы күштің әсерінен заряд орын ауыстырса, онда өріс жұмыс жасайды. Зарядтың орнын ауыстыру үшін өріс жасайтын жұмыс шамасын есептейік. $\vec{F} = q\vec{E}$ электр күшінің әсерінен q зарядтың 1 нүктеден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

$$A = F\Delta d = qE\Delta d = qE(d_1 - d_2) = qEd_1 - qEd_2.$$

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

$$A = qEd_1 - qEd_2. \quad (20.1)$$

Алынған формулаға жасалған талдау мына қорытындыға әкеледі: 1) зарядтың орнын ауыстыру үшін жасалатын жұмыс траекторияның пішініне тәуелді емес; 2) тұйық траекторияның жұмысы нөлге тең, өйткені заряд бастапқы орнына оралғандықтан, орын ауыстыру нөлге тең.



20.1-сурет

Осы қасиеттерге ие болатын өріс **потенциал**, ал осы өрістерде әсер етуші күш **консервативті** деп аталады. Консервативті күштер әсер ететін өрісте энергияның сақталу заңы орындалады.

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 таңдап алынған 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* $[\varphi]$ деп аталатын физикалық шама енгізілген.

Электростатикалық потенциал — өрістің берілген нүктесінде орналасқан бірлік оң сынақ заряд ие болатын потенциалдық энергиямен анықталатын электростатикалық өрістің скалярлық, энергетикалық сипаты:

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

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

Біртекті электростатикалық өрістің потенциалын есептеу формуласы:

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

Осыны ескерсек, электростатикалық өрістің жұмысы:

$$A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (20.5)$$

$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q_0}$ шамасын *потенциалдар айырымы* $[U]$ деп атайды.

Потенциалдар айырымы деп бірлік сынама оң зарядтың электр өрісінде орын ауыстыруы бойынша жасалатын жұмыспен анықталатын скаляр физикалық шаманы айтады.

Потенциалдар айырымын, әдетте,

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

түрінде жазады. Сондықтан электр өрісінің жұмысы:

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



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



13-жаттығу

1. Екі өткізгіш 80 В және -80 В потенциалға дейін зарядталған. 40 мкКл зарядты бір өткізгіштен екіншіге ауыстырғанда бұл екі өткізгіштің өрісі қандай жұмыс жасайды? (Жауабы: 6,4 мДж)
2. 4 мкКл зарядты потенциалы 120В болатын нүктеге орын ауыстыру үшін 0,24 мДж жұмыс жасалған. Электр өрісіндегі зарядтың алғашқы нүктесіндегі потенциалды табыңдар. (Жауабы: 180 В)
3. 20 нКл заряд орын ауыстырғанда өріс 2,8 мкДж жұмыс жасады. Зарядтың потенциалдар айырымы қандай? (Жауабы: 140 В)
4. Өрістеігі 12 нКл заряд 2 мкДж энергияға ие болатын нүктенің потенциалын табыңдар. (Жауабы: 167 В)
5. Потенциалы 100 В нүктеден потенциалы 20 В нүктеге 20 Нкл заряд орын ауыстырғанда электр өрісі қандай жұмыс жасайды? (Жауабы: 1,6 мкДж)
6. Кернеулігі 5 кВ/м электр өрісінің жұмысы 10 мДж болса, 40 мкКл зарядтың орын ауыстыруы қандай? (Жауабы: 50 мм)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 21. Өткізгіштер мен диэлектриктер



Тірек сөздер:

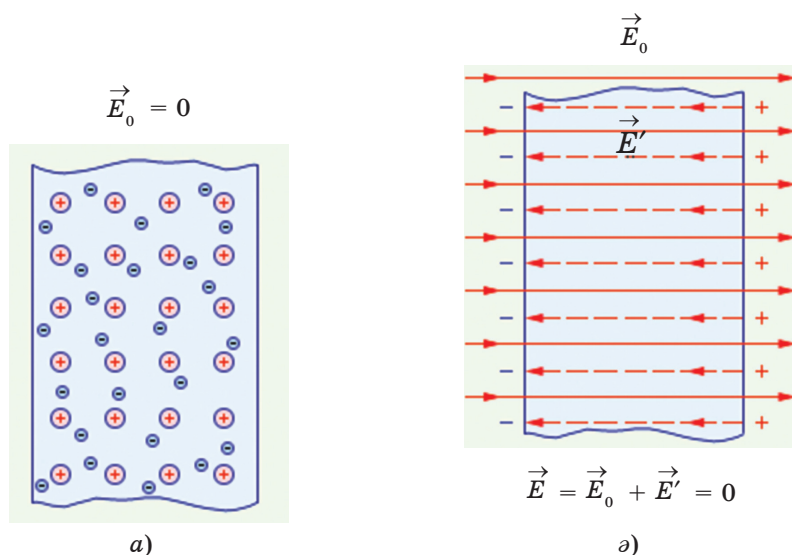
- ✓ электростатикалық индукция
- ✓ диэлектриктер
- ✓ поляризациялану

Сендер бүгінгі сабақта:

- өткізгіштердің қызметін оқып, электростатикалық қозғалыс туралы ақпарат аласыңдар;
- жайратқыштарды қолданулардың негізгі мақсатын;
- байланысқан зарядтармен поляризация ұғымын түсінесіңдер.

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

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



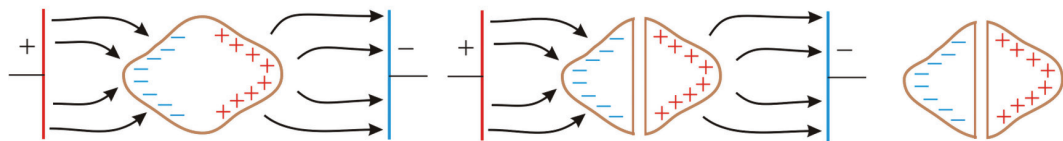
21.1-сурет

Өткізгіш деп бойынан ток өткізетін затты айтады. Металдар токты жақсы өткізеді. Металдардағы зарядталған бөлшектер — еркін электрондар. Электрондардың заряды теріс. Сондықтан 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. Сондықтан өткізгіштің ішіндегі қорытқы өрістің кернеулігі нөлге тең (21.1, а-сурет). Демек, сыртқы өрістің әсерінен өткізгіштегі зарядтар реттеліп, оның бетінде жинақталады (21.1, ә-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 аталады.

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



21.2-сурет



21.3-сурет

Электростатикалық қорғаныс. Зарядтар теңескенде электр өрісінің кернеулігі оқшауланған тұтас өткізгіште ғана емес, іші бос, қуыс өткізгіштерде де нөлге тең. Сондықтан біртекті зарядталған сфераның ішінде кернеулік нөлге тең (сфераның ішінде зарядталған денелер жоқ).

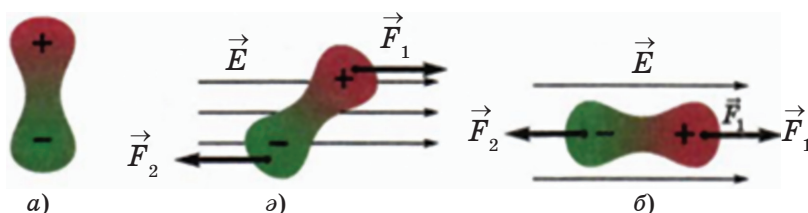
Электр өрісіндегі өткізгіштердің осы қасиетін электростатикалық қорғаныс кезінде қолданады. Мысалы, электр өрісіне сезімтал аспаптар жасағанда оларды металл корпусқа орналастырады. Корпустың тұтас болуы міндетті емес. Оның орнына “Фарадей торы” деп аталатын металл тор пайдаланса да болады (21.3-сурет).

Электр қорғаныстарын күшті электр өрісінде жұмыс істейтін адамдардың қауіпсіздігі үшін қолданады.

Жайтартқыш. Ғимараттар мен кемелерді найзағайдан қорғайды. Оның жұмыс істеу принципі мынадай: жайтартқыштың металдан жасалған үшкір ұшы электрленген заттардан электрді өзіне тартады.

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

Диэлектриктер. Диэлектриктерде еркін заряд жоқ. Бұл диэлектриктерде зарядталған бөлшектер мүлде жоқ деген сөз емес. Басқа



21.4-сурет

заттардағы сияқты 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 өрістің сызықтары бойымен орналасады (21.4-сурет).

Сонымен, *сыртқы электр өрісінің әсерінен диэлектриктің молекулалары сыртқы электр өрісінің кернеулігінің бағытымен орналасады.*

Бұл құбылысты *диэлектриктің поляризациясы* деп атайды. Диэлектриктің 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 қозғалады.

Поляризация нәтижесінде диэлектриктің ішінде пайда болған оң және теріс зарядтар бір-бірін теңгереді (21.6-сурет). Ал диэлектрик бетінде мұндай теңгеру жоқ. Сондықтан беттік зарядтар пайда болады.

21.6-суретте диэлектриктің поляризациялануы салдарынан оның бетінде пайда болатын байланысқан зарядтар сызбасы көрсетілген.

Осылайша, *диэлектриктің поляризациясы салдарынан диэлектрик ішіндегі электр өрісінің кернеулігі кемиді.*

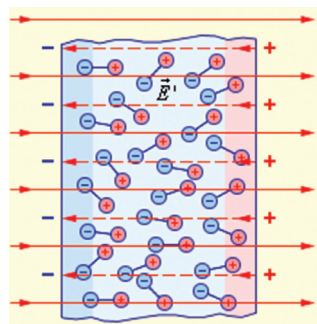
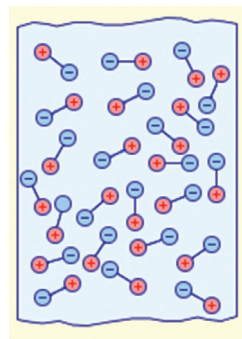
Поляризация нәтижесінде зарядталмаған диэлектриктер зарядталған дененің таңбасына қарамастан, оған тар-тылады.

Біртекті диэлектриктің ішіндегі сыртқы электр өрісі кернеулігінің неше есе азаятынын көрсететін шама диэлектрлік өтімділік деп аталып, ϵ (эпсилон) әрпімен белгіленеді.

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

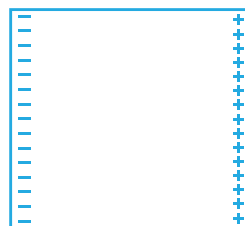
Сұйықтар мен қатты денелердің басым бөлігінде $\epsilon > 1$. Судың диэлектрлік өтімділігі $\epsilon = 81$.

$$\vec{E}_0 = 0$$



$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}'$$

21.5-сурет



21.6-сурет



1. Өткізгіштер деп қандай денелерді атайды? Мысал келтіріңдер.
2. Электр өрісіндегі өткізгіште қандай өзгерістер болады?
- 3. Электр өрісіндегі өткізгіштердің еркін электрондары қандай бағытта қозғалады?
4. Өткізгіштің заряды тудыратын өріс сыртқы өріске қарама-қарсы бағытталады. Неге?
- 5. Диэлектрик деп қандай денелерді атайды?
6. Диэлектриктің поляризациялануын түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 22. Электрсыйымдылық. Конденсатор



Тірек сөздер:

- ✓ электрсыйымдылық
- ✓ конденсатор
- ✓ Фарад

Сендер бүгінгі сабақта:

- конденсатордың құрылымы мен қызметін білесіңдер.

Электрсыйымдылық. Өткізгішке q электр зарядын берсек, оның бетіндегі потенциал φ болады. Егер өткізгіштегі зарядтың шамасын $2q$ -ге арттырсақ, потенциал да 2φ -ге артады. Бұдан өткізгіштің заряды неғұрлым көп болса, оның бетіндегі потенциал да соғұрлым көп болатыны шығады. Пропорционалдық коэффициентке көшсек, $q = C\varphi$.

Пропорционалдық коэффициентін *өткізгіштің электрсыйымдылығы* (C) деп атайды.

Өткізгіштің электрсыйымдылығы оның потенциалын 1 В-қа арттыру үшін өткізгішке қандай заряд беру керекін көрсететін физикалық шама:

$$C = \frac{q}{\varphi}. [C] = [\Phi] = \left[\frac{\text{Кл}}{\text{В}} \right] \quad (22.1)$$

ХБ жүйесіндегі электрсыйымдылықтың өлшем бірлігі Фарад (Φ).

1 Φ өткізгіштің потенциалы 1 В-қа тең болу үшін өткізгішке 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:

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

Конденсатор. *Астарлар* деп жазық конденсатордың пластиналарын атайды. Астар түріндегі оқшауланған өткізгішке зарядталмаған өткізгішті жақындатсақ, зарядталған өткізгіштің потенциалы кемиді. Зарядталмаған өткізгішті алыстатсақ, біріншінің заряды қалпына келеді. Осы тәжірибе өткізгіштің электр сыйымдылығы басқа өткізгіштің жақындауына қарай артатынын көрсетеді. Егер өткізгіштердің арасына қатты диэлектрик, мысалы, слюданы салсақ, бірінші өткізгіштің потенциалы кемиді, ал заряды өзгермейді. Демек, өткізгіштердің арасына қойылған қатты диэлектрик жүйенің электр сыйымдылығын арттырады.

Жұқа диэлектрик қабатымен бөлінген екі өткізгіштен тұратын жүйені конденсатор (латынша “condensare” — тығыздау, қоюландыру) деп атайды. Конденсатор оңашаланған бір өткізгішке қарағанда өте үлкен электр сыйымдылыққа ие болады.

Конденсатордың электр сыйымдылығы деп өткізгіштердің бірінің q заряды мен өткізгіштер арасындағы U потенциалдар айырымының қатынасына тең физикалық шаманы айтады.

Конденсатордың сыйымдылығы:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}, \quad (22.2)$$

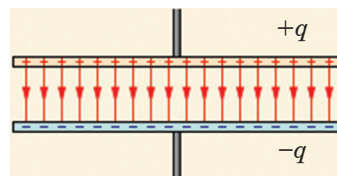
мұндағы S — пластинаның ауданы; d — пластиналардың арақашықтығы; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электр тұрақтысы; ϵ — конденсатор пластиналарының арасындағы кеңістіктегі заттың диэлектрлік өтімділігі. Конденсатор сыйымдылығы оның қалай құрастырылғанына байланысты. *Егер астарлар жазық және өзара параллель орналасса, оны жазық конденсатор деп атайды* (22.1-сурет).

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

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

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

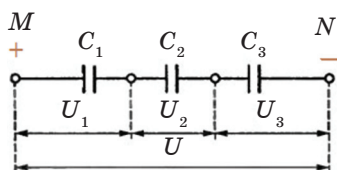
мұндағы S — бірдей екі астардың біреуінің ауданы; d — астарлардың арақашықтығы; ϵ_0 — электр тұрақтысы; ϵ — конденсатор астарларының арасындағы кеңістіктегі заттың диэлектрлік өтімділігі.



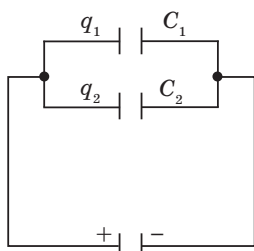
22.1-сурет



22.2-сурет



22.3-сурет



22.4-сурет

22.2-суретте конденсатор түрлері көрсетілген. Сұлбада конденсаторды $\text{—}|\text{—}$ таңбасымен белгілейді.

Зарядталған конденсатордың электр энергиясы бар. Оны мына формуладан табады:

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

Конденсатор электр энергиясын жинау және лезде разрядтау кезінде (фото жарық) тұрақты және айнымалы тоқты 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. $q_1 = q_2 = q_3 = q$
2. $U_1 + U_2 + U_3 = U.$
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 кемиді.

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

Мұнда мына қатынастар дұрыс:

1. $U_1 = U_2 = U_3 = U.$
2. $q_1 + q_2 + q_3 = q.$
3. $C = C_1 + C_2 + C_3.$

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



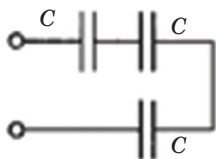
1. Өткізгіштің электрсыйымдылығы $C = 40$ нФ. Бұл нені білдіреді?
- 2. Диэлектриктен жасалған дененің сыйымдылығы туралы не айтуға болады?
3. Конденсатор деген не?
4. Қандай жағдайда металл өткізгішті конденсатор құрады?
5. Конденсатор заряды деп нені түсінесің?
- 6. Зарядталған конденсатордың энергиясы болатынын қандай тәжірибе арқылы дәлелдеуге болады?

- *7. а) Екі астардың да зарядын 2 есе арттырса;
 ә) бір астардың зарядын 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 а) 2 есе арттыру үшін; ә) 2 есе кеміту үшін оларды қалай қосады?

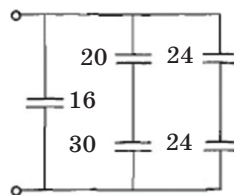


14-жаттығу

- 1. Сыйымдылықтары $C_1 = 30$ пФ, $C_2 = 40$ пФ, $C_3 = 100$ пФ болатын үш конденсатор тізбектей жалғанып, кернеуі 160 В ток көзіне қосылған. Сыйымдылығы C_2 конденсатордың U_2 кернеуін тап. (Жауабы: 104 В)
- 2. 22.5-суреттегідей жалғанған конденсаторлар батареясының сыйымдылығы қандай? Әр конденсатордың сыйымдылығы 4 мкФ. (Жауабы: 1,33 мкФ)
3. Сыйымдылығы 5 нФ, астарларының арасындағы потенциалдар айырымы 400 В болатын зарядталған конденсатордың энергиясы қандай? (Жауабы: 400 мкДж)
4. 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 тап (22.6-сурет) (Жауабы: 40 нФ)
7. Жазық конденсатор астарларының әрқайсысының ауданы 520 см² тең. 12 В ток көзінің кернеуіне қосқан кезде астарларда 55,2 нКл заряд пайда болды. Сонда ауадағы астарларды бір-бірінен қандай қашықтықта орналастыру қажет? (Жауабы: 0,1 мм)
- 8. Жазық конденсатор әрқайсысының ауданы 59 см²-қа тең астарлардан тұрады. Олардың арасында шыны қабат орналасқан. Электр өрісінің кернеулігі 10 МВ/м болған кезде шыны қабатты конденсатор тессе, онда конденсатор 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 қуатын есептеңдер. (Жауабы: 256 Дж; 107 кВт)



22.5-сурет



22.6-сурет

Тараудың ең маңыздылары

Электростатика негіздері

Дене электрон қосып алғанда *теріс*, ал оны жоғалтқанда *оң* зарядталады. Электрлену кезінде заряд пайда болмайды, тек өзара қайта бөлінеді. Денені үйкеу немесе зарядталған денеге жанастыру арқылы электрлейді. Электрлік құбылыс зарядтың сақталу заңына бағынады:

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

Электр тогын өткізу қабілетіне қарай заттар *өткізгіштер* және *диэлектриктер* болып бөлінеді. Өткізгіштерде зарядталған еркін бөлшектер бар, диэлектриктер байланысқан зарядтардан тұрады. Сондықтан диэлектриктерді оқшаулағыш ретінде қолданады.

Аттас зарядтар тебіледі, әр аттас зарядтар тартылады. Зарядтардың өзара әсер күшін Кулон заңынан табады:

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

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

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Электр өрісінің потенциалы энергетикалық сипатқа ие:

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

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

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

Зарядталған конденсатордың энергиясы:

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

Конденсаторларды 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. $C = C_1 + C_2 + C_3$

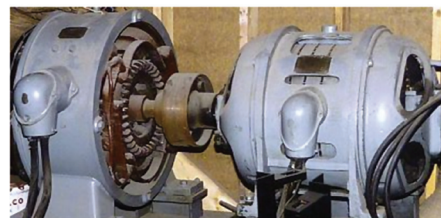
Тұрақты электр тогы

Заманауи өмірді теледидар, компьютер, кіржуғыш мәшине, электр шамы т.б. электрлік құрылғыларсыз елестете алмаймыз.

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

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

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

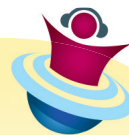


§ 23. Электр тогы. Электр тогының көздері



Тірек сөздер:

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



Сендер бүгінгі сабақта:

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

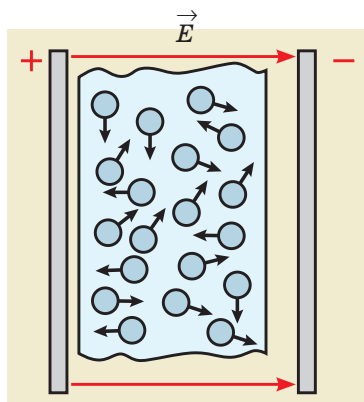
Электр өрісіндегі зарядталған бөлшектерге электр күштері әсер ететінін білесіңдер.



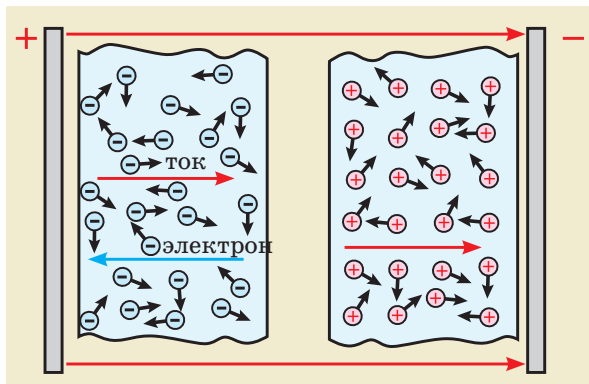
Әр аттас зарядталған шексіз ұзын екі астар тудырған электр өрісіне алдымен бейтарап бөлшектерді, кейін оң зарядты, содан кейін электрон енгізейік. Барлық жағдайда бөлшектер жылулық қозғалысқа түседі. Оның қарқындылығы температураға тәуелді (23.1-сурет).

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

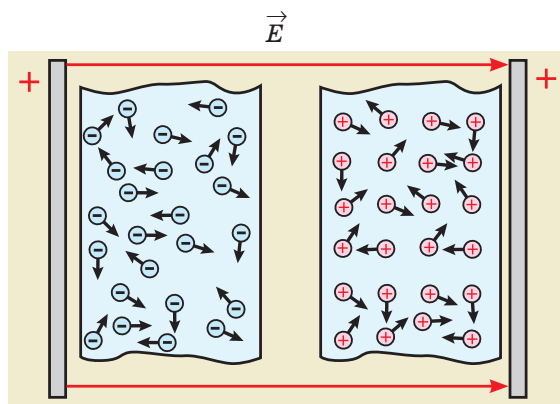
Зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысы электр тогы деп аталады.



23.1-сурет



23.2-сурет



23.3-сурет

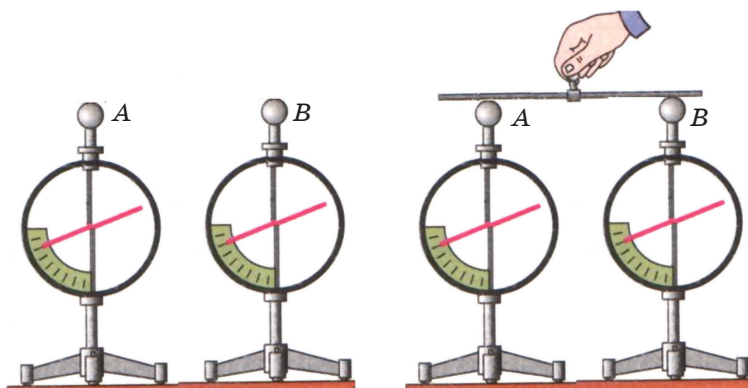
Электр тогы шіркейлердің жиналып бұлт құрғаны секілді. Шіркей бұлты желдің бағытымен қозғалса да, оның ішіндегі әр шіркейдің қозғалысы ретсіз, кез келген бағытта қозғала береді.

Электр тогының бағытына шартты түрде өткізгіштегі оң зарядтың бағыты алынады.

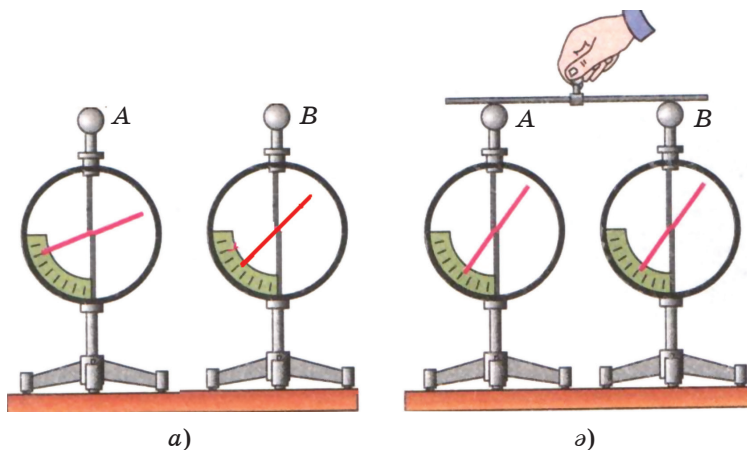
Егер астарлардың заряды шамасы тең әрі аттас болса, бөлшектердің реттелген қозғалысы байқалмайды (23.3-сурет). Мұны тәжірибе жүзінде дәлелдей аламыз.

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

Енді электрометрлерге әртүрлі потенциалдар беріп зарядтаған соң оларды металл таяқшамен жалғасақ, өзектердегі зарядтар бөліне бастайды. Бұл процесс өзектердің потенциалдары теңескенше жалғасады. Оны электрометрлердің көрсетуінен анықтайық. Потенциалдар теңескенге дейін тізбекте электр тогы жүреді (23.5-сурет).



23.4-сурет



23.5-сурет

Ойша және нақты жасалған тәжірибелерді қорытындылай келе электр тогы пайда болуы үшін екі шарт қажет:

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

Айталық, берілген ортада (мысалы, металл) зарядталған еркін бөлшектер бар. Электр өрісі жоқ кезде бөлшектер ретсіз қозғалып, олардың жылулық қозғалысының жылдамдығы температураға тәуелді өзгеріп 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. Сондықтан барлық орталар электр тогын өткізетіндер (өткізгіштер) және өткізбейтіндер (диэлектриктер) болып бөлінеді.

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

Тұйық тізбекте бірлік оң зарядтың орын ауыстыруы барысында бөгде күштер жасаған жұмыс электр қозғаушы күш (ЭҚК) деп аталады.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\sigma}}{q_0}.$$

Электр қозғаушы күш $\mathcal{E}$ әрпімен белгіленіп, ХБ жүйесіндегі ЭҚК-тің өлшем бірлігі Вольт (В).

Ток көзі түрлендіретін энергия түріне қарай 23.1-кестедегідей бөлінеді.

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	Гальвани элементі, аккумулятор, батарея

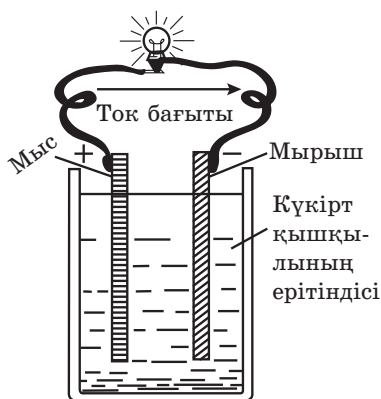
Ток көзінің кейбір түрлері

Электрофор



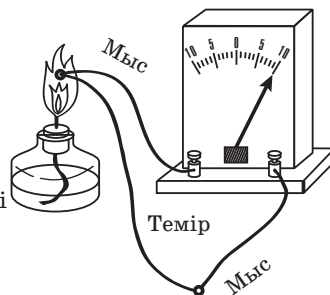
23.6-сурет

Гальвани элементі



23.7-сурет

Термоэлемент



23.8-сурет

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

XVIII ғасырға дейін барлық ток көздері үйкелеу арқылы электрлеуге негізделген еді. Ең тиімді ток көзі электрофор мәшинесі болды. Оның дискілері қарама-қарсы бағытта айналады да, қылшақтары дискімен жанасып үйкеледі. Нәтижесінде кондукторларда қарама-қарсы таңбалы зарядтар жиналады (23.6-сурет).

Күкірт қышқылының ерітіндісі құйылған ыдысқа мырыш (цинк) пен мыс электродтар салынады (23.7-сурет). Мырыштың атомдары күкірт қышқылымен белсенді әсерге түседі де, мырыш иондары оны тастап шығады. Сондықтан мырыш теріс зарядталады. Мыс қышқылмен әлсіз әсерлесетіндіктен, оң зарядқа ие болады. Осылайша электродтар арасында потенциалдар айырымы пайда болады.

Күн батареясы



23.9-сурет

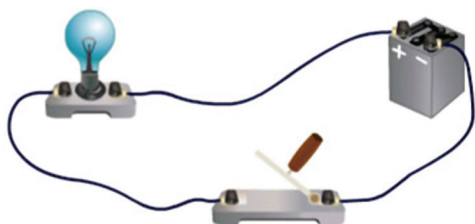
Акумулятор



23.10-сурет

Өртүрлі екі металды дәнекерлеп, осы дәнекерленген жерді қыздырса, электр тогы пайда болады (23.8-сурет). Кейбір селен, германий, кремний, мыс оксиді сияқты заттарды жарықтандырғанда потенциалдар айырымы алынады. Күн батареялары осылай жұмыс істейді (23.9-сурет).

Ток көзінің басқа түрлері 23.10-суретте берілген.



23.11-сурет

Бөгде күштердің есебінен ток көзінде электр энергиясы жинақталады. Жинақталған энергияны қолдану үшін ток тұтынушы қажет. Ток көзі, тұтынушы, ажыратқыштар бір-біріне өткізгіш арқылы жалғанады (23.11-сурет).

Ток көзі электр қозғаушы күштен басқа ішкі кедергімен де сипатталады. Ток көзінің ішінде қозғалған зарядтар ток көзі кедергісін жеңеді.



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 ауыстыру үшін бөгде күштер жасайтын жұмысты табыңдар.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 24. Электр тізбегі және оның құрамды бөліктері. Ток күші. Кернеу



Тірек сөздер:

- ✓ **электр тізбегі**
- ✓ **ток күші**
- ✓ **кернеу**

Сендер бүгінгі сабақта:

- электрлік сызбаларды 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 жұмсай отырып 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, шаңсорғыш, электр-қозғалтқыштар және т.б.) арқылы өткенде оның жылулық, магниттік, химиялық әсері байқалады, яғни электр тогы жұмыс жасайды.

Ток өткізгіш бойымен өткенде өткізгіш қызады. Бұл – токтың жылулық әсері. Бұл әсер электрқыздырғыш құрылғыларда анық байқалады (24.1-сурет).



24.1-сурет. Электрқыздырғыш құралдар

Токтың магниттік әсері өткізгіштің бойынан ток өткенде маңайында магнит өрісін тудыруынан көрінеді. Мысалы, екі параллель өткізгіш-

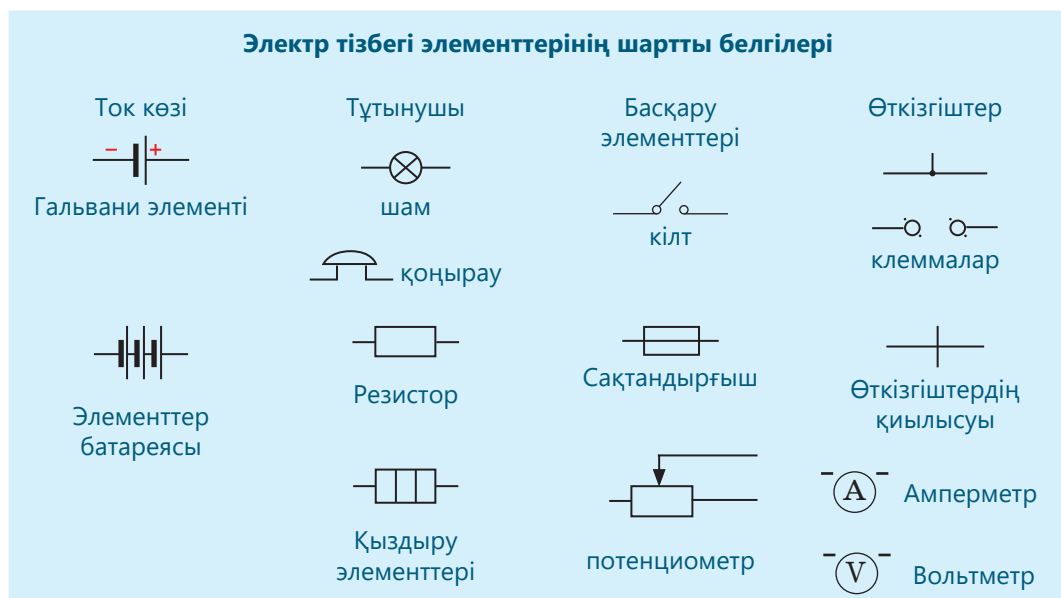
тің бойынан ток бір бағытта өтсе, олар тартылады, егер қарама-қарсы бағытта өтсе, тебіледі.

Токтың химиялық әсері тұз, қышқыл, сілтілердің судағы ерітіндісінен ток өткенде байқалады (24.2-сурет).

Электр тізбегі. Бір-бірімен өткізгіш арқылы жалғанған ток көзі, тұтынушы ажыратып-қысқыш электр тізбегін құрады. Егер кілт ажыратылып тұрса, тізбектен ток жүрмейді.

Ыңғайлы болу үшін электр тізбегімен оның негізгі элементтерін арнайы таңбалар арқылы белгілейді (24.1-кесте). Алынған сызба *электр сұлбасы* деп аталады.

24.1-кесте



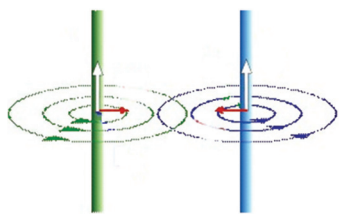
Ток күші. Электр тогының тұтынушы арқылы өткенде өртүрлі әсері байқалады. Тұтынушы бойымен бірлік уақыт ішінде неғұрлым көп заряд өтсе, соғұрлым әсері күшті болады. Сондықтан токтың әсерін сипаттау үшін *ток күші* деген шама енгізіледі.

Ток күші — өткізгіштің көлденең қимасынан бірлік уақыт ішінде қандай заряд өткенін көрсететін физикалық шама:

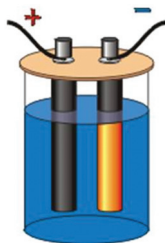
$$I = \frac{q}{t}. \quad (24.1)$$

Ток күшінің бірлігі француз физигі А.М. Ампердің құрметіне Ампер деп аталады.

1 А күш ұзындықтары 1 м, арақашықтықтары 1 м болатын параллель екі өткізгіштің бөлігінен ток өткенде олардың $2 \cdot 10^{-7}$ Н күшпен әсерлесуін тудыратын ток күші.



24.2-сурет



24.3-сурет



Андре Мари Ампер
(1775—1836)



Вольта Алессандро
(1745—1827)

Практикада ток күшінің еселік бірліктері қолданылады:

$$1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}, \quad 1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}.$$

Ток күшін *амперметрдің* көмегімен өлшейді. Ол тізбектегі ток күші өлшенетін құралға тізбектей жалғанады.

Кернеу. Электр тізбегінің кернеу деп аталатын тағы бір сипаттамасы бар. Оны U әрпімен белгілейді. Электр өрісі зарядталған бөлшектерді қозғалысқа келтіре отырып, жұмыс жасайды. Бұл жұмысты ток жұмысы деп атайды. Бұл жұмыстың шамасы кернеуге тәуелді.

Кернеу — бірлік заряд өткізгіш бойымен орын ауыстырғанда электр өрісінің қандай жұмыс жасайтынын көрсететін физикалық шама:

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

Кернеудің өлшем бірлігін итальян физигі А. Вольтаның құрметіне *вольт* деп атаған:

$$[U] = [V] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right].$$

Өткізгіш бойымен 1 Кл заряд орын ауыстырғанда электр өрісі 1 Дж жұмыс жасаса, өткізгіштердің ұшындағы кернеу 1В болады.

Практикада үлестік бірліктер жиі қолданылады:

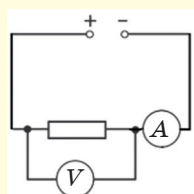
$$1 \text{ мВ} = 10^{-3} \text{ В}, \quad 1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В}, \quad 1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}.$$

Кернеуді *вольтметр* көмегімен өлшейді (24.3-сурет). Вольтметр кернеуі анықталатын тізбек бөлігіне параллель қосылады.

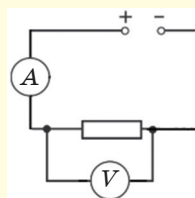


1. Электр тізбегі бойымен өткен токтың әсерін атаңдар.
- 2. Токтың жылулық, химиялық және магниттік әсеріне мысал келтіріңдер.
3. Электр тізбегінің негізгі құраушыларын атаңдар.
4. Электр тізбегіндегі ток көзі мен тұтынушының қызметі қандай?

- 5. Электр тізбегіне амперметрді қалай қосады?
- 6. Электр тізбегіне вольтметрдің қосылуы амперметрдің қосылуынан немен ерекшеленеді?
- *7. Тізбектей қосылған ток көзі, қоңырау, амперметр, реостат және реостаттың кернеуін өлшейтін вольтметрден тұратын электр тізбегінің сұлбасын сызыңдар.
- *8. 24.4-суреттегі сұлбаны қарастырыңдар. 24.4, а-суреттегі сұлбада амперметрдің көрсеткіші 1,2 А. Егер амперметрді басқа жерге ауыстырып қосса (24.4, ә-сурет), оның көрсеткіші қалай өзгереді?



а)



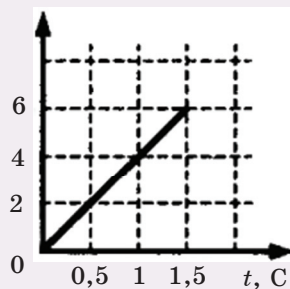
ә)

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 өрнектеңдер.
2. $U_1 = 240 \text{ мВ}$, $U_2 = 3,40 \text{ кВ}$, $U_3 = 780 \text{ мкВ}$ кернеуді вольтпен өрнектеңдер.
- 3. Қолшамның ток күші 200 мА. Қолшам 12 мин жұмыс жасағанда шиыршықтың көлденең қимасынан қанша электрон өткен? Элементар заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл-ға}$ тең.
(Жауабы: $9 \cdot 10^{20}$)
- 4. 24.5-суреттегі график бойынша өткізгіштегі ток күшін табыңдар.
(Жауабы: 4 А)
- 5. Электрплита 15 мин жұмыс жасаған. Плитаның ток күші 2,5 А болса, оның шиыршығының көлденең қимасы арқылы қанша заряд өткен? q , Кл
(Жауабы: 2,25 нКл).
- 6. 220 В кернеудегі шам қылының көлденең қимасы арқылы 400 Кл заряд өткен. Электр өрісінің жұмысын анықтаңдар (Жауабы: 88 кДж)
7. Егер электр өрісі 2,4 Дж жұмыс жасаса, резистор арқылы қанша заряд өткен? Резисторға 12В кернеу берілген.
(Жауабы: 200 Кл)



24.5-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 25. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы. Өткізгіштің электр кедергісі, меншікті кедергісі, реостат



Тірек сөздер:

- ✓ **Ом заңы**
- ✓ **кедергі**
- ✓ **меншікті кедергі**
- ✓ **реостат**
- ✓ **потенциометр**



Сендер бүгінгі сабақта:

- есеп шығарғанда тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолдануды, кедергінің физикалық мағынасын түсіндіруді;
- өткізгіш кедергісінің формуласын есеп шығару кезінде қолдануды үйренесіңдер.

Омның тәжірибесі. Ом заңының ашылу тарихы қызық. 1826 жылы Георг Симон Ом мектепте физика және математика пәні мұғалімі болып жұмыс істеп жүргенде электр тогының табиғатын тануға көмектесетін жаңалық ашады. Ол кернеудің ток күшіне тәуелділігін тапқан. Осы физика заңына оны ашқан Омның құрметіне *Ом заңы* деген атау берілген. Ол уақытта көптеген ғалымдар электрлік құбылыстың табиғатын ашуға күш салған, көптеген мағлұматтар белгілі болған, бірақ бәрі емес. 1821 жылы Дэви металдарды өткізгіштік қасиетіне қарай (өткізгіштіктің өсуіне қарай) былай орналастырған: темір, платина, қорғасын, мырыш, алтын, мыс, күміс. Ол өткізгіштіктің өткізгіш сымның көлденең қимасына тура пропорционал, ал оның ұзындығына кері пропорционал болатынын дәлелдеген. Ол кезде әлі амперметр жоқ болатын. Сондықтан Ом ток күшін өлшеу үшін Кулонның айналмалы таразы әдісін қолданған. Бірақ оны сәл өзгертті. Тогы бар өткізгіш үстіне ол жіпке ілінген магнит тілін қойған. Жіп иірілгенде керілу күші тілді тепе-теңдікте ұстап тұрған. Жіптің иірілу бұрышы көмегімен ток күші анықталған. Ол осы әдісті ток күшінің магнит күшіне пропорционалдығын ескеріп қолданған. Көптеген эксперимент нәтижесінде мынадай қорытындыға келген:



Георг Симон Ом
(1789—1854)

1. Тізбектің әртүрлі бөліктерінде ток күші тұрақты.
2. Өткізгіштегі ток күші кернеуге тура пропорционал.
3. Өткізгіштің ұзындығының артуымен және оның көлденең қимасының кішіреюімен ток күші кемиді.

Өткізгіштің кедергісі: өткізгіштегі еркін бөлшектер электр өрісінің әсерінің ретімен қозғалысқа түсіп, осы өткізгіштің иондарымен өзара әсерлеседі. Осы кезде олардың реттелген қозғалысы баяулап, ток күші

кемиді. Электр тогының жүруіне жасалатын бөгет *электр кедергісі* деп аталады. Өртүрлі өткізгіштер токтың жүруіне кедергі жасайды. Демек, олардың кедергісі өртүрлі.

Өткізгіштің ток жүруіне кедергі жасау қабілетін сипаттайтын физикалық шама электр кедергісі (R) деп аталады.

Өткізгіштік қабілеті үлкен болса, кедергінің аз болатыны түсінікті. Өткізгіш сымның кедергісін

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (25.1)$$

формуласынан табады. Мұндағы ρ пропорционалдық коэффициенті өткізгіш жасалған материалдың ішкі құрылымын анықтайды. Бұл коэффициент *заттың меншікті кедергісі* деп аталады.

Меншікті кедергі — бірлік ұзындық пен бірлік қимадағы кедергімен анықталатын физикалық шама.

Өр заттың өзіне тән меншікті кедергісі бар және ол кестеге енгізілген.

ХБ жүйесіндегі кедергінің өлшем бірлігі $[R] = \text{Ом}$. Ол Омның құрметіне аталған.

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 қолданылады: $[\rho] = \left[\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \right]$.

Кедергіні *омметрдің* көмегімен өлшейді. Металдардың ішінде токты өте жақсы өткізетіндер — күміс пен мыс. Себебі олардың меншікті кедергісі өте аз. Көптеген жағдайларда электр құрылғыларында меншікті кедергісі үлкен материалдар керек. Мысалы: нихром, никелин, константа. Меншікті кедергісі өте үлкен эбонит, фарфор, керамика сияқты заттар да бар. Оларды *диэлектриктер* деп атайды да, оқшаулағыш ретінде қолданады.

Тәжірибелер көрсеткендей, өткізгіштің кедергісі температураға тәуелді. Температураның артуымен өткізгіштердің кедергісі артады.



- Заттың құрамына қарай температура артқан сайын өткізгіштің кедергісі артатынын түсіндіріңдер.

Заттың құрамына қарай температура артқан сайын өткізгіштің кедергісі артатынын түсіндіріңдер.

Жасаған эксперименттер жаңа заңның ашылуына әкелді.

Тізбек бөлігіне арналған Ом заңы.

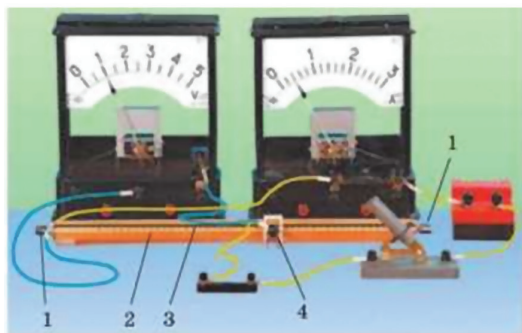
Тізбек бөлігіндегі ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тура пропорционал және оның кедергісіне кері пропорционал:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (25.2)$$



- Неге XIX ғасырдың басында өткізгіштен токтың өту заңдылықтарын орнату қиын болды? Қазіргі уақытта осы заңдылықтарды қандай құрылғылардың көмегімен орнатуға болады?

Өткізгіштің кедергісінің оның ұзындығы мен көлденең қимасының ауданына тәуелділігін тәжірибе жүзінде дәлелдейік (25.1-сурет).



а)

25.1-сурет



б)

Тізбектің ток көзіне алдымен никелин, нихромнан жасалған, қималары бірдей, ұзындықтары 1; 5; 2; 3; 4 есе артық сымдарды кезекпен жалғайық. Одан кейін тізбекке никелин мен нихромнан жасалған, ұзындықтары бірдей қималарды 2; 3; 4 есе үлкен өткізгіштерді кезекпен жалғайық.

Тәжірибенің әрқайсысын жасаған сайын $R = \frac{U}{I}$ формуласынан кедергінің шамасын табайық. Эксперименттің нәтижесі (25.2) формуланың дұрыстығын дәлелдейді.

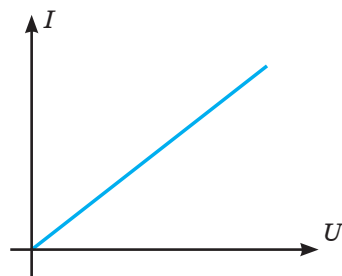
Ток күшінің кернеуге тәуелділігін *вольт-амперлік сипаттама* деп атайды. 25.2-суретте вольт-амперлік сипаттама көрсетілген.

Реостат пен потенциометр. Электр тізбегінде ток күшін жиі өзгерту қажет болады. Мысалы, электр тізбегіндегі электрқыздырғыштың қызуы, дыбыс зорайтқыштардағы дыбыс өзгертіледі.

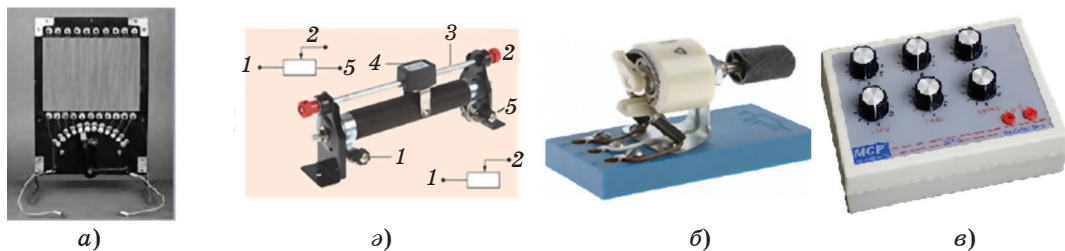
Электр тогының күшін арнайы құрылғы — реостат арқылы реттеуге болады. Реостаттың конструкциясы әртүрлі:

- 1) сырғақты реостат (25.3, а, б-суреттер);
- 2) иінді реостат (25.3, а-сурет);
- 3) штепсельді реостат немесе кедергілер жиынтығы (25.3, в-сурет).

Мектепте 25.3, а-суреттегі сырғақты реостат жиі қолданылады. Керамикалық қаңқаға меншікті кедергісі үлкен сым оралады. Сым ток өткізбейтін жұқа затпен қапталған. Ораманың үстінде металл



25.2-сурет



25.3-сурет

таяқша 3 бар. Сырғақ 4 таяқшаның бойымен сырғиды. Сырғақтың ұштары сым ораманы қатты қысып, онымен түйіседі. Сырғақ орамдармен үйкеліс нәтижесінде оқшаулағыш пленкалар сырылып, электр тогы сым орамынан сырғаққа, одан тұтынушыға өтеді.

Реостаттың бірнеше түйісу клеммалары 1, 2, 5 бар (25.3-сурет). Егер өткізгішті 1 және 2 клеммамен жалғаса, 4 сырғақ және 2 клемма арқылы ток реостаттың орамдары бойымен өтеді де, тізбекке шығады. Оны сызбада 25.3, б-суреттегідей (төменгі бұрышта) белгілейді. Сызбада реостатты шартты түрде 25.4, а-суретте көрсетілгендей белгілейді.

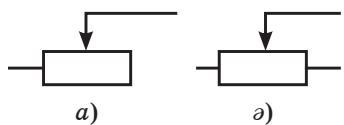
Сырғақты солға жылжытып, реостаттың кедергісін азайтайық. Бұл тізбектегі ток күшінің артуына өкеледі.

Реостатты кернеуді бөлу үшін де қолдануға болады. Бұл жағдайда реостатта 1, 2, 5 клеммалар іске қосылады. Ток 1 клемма арқылы еніп, 5 және 2 клеммалар арқылы шығады. Бұл сызбада 25.3, б-суреттегідей (сол жақтағы жоғары бұрышта) көрсетіледі 1 және 5 клеммаларға U толық кернеу беріледі, ал 2 және 5 клеммалардан оның бөлігі алынады (25.5-сурет). Тізбек бөлігіне арналған Ом заңынан кернеудің кедергіге тура пропорционалдығы шығады: $U = IR$. Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына тура пропорционал. Демек, реостаттың 1 және 5 арасындағы жалпы кернеуі $U_{\text{кіріс}} = IR$. 2 және 5 клеммалар арасындағы кернеу $U_{\text{шығ}} = IR$.

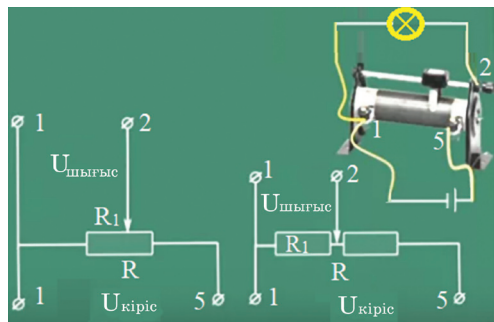
Сонда $\frac{U_{\text{шығ}}}{U_{\text{кіріс}}} = \frac{R_1}{R_2}$.



- Кернеудің бөлгішінің көмегімен 12В кернеуге есептелінген шамды, 120В-тық тізбекке қосуға бола ма? (25.5-сурет)



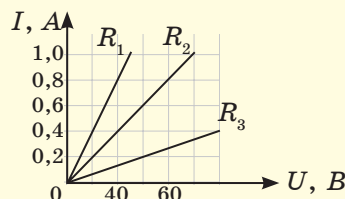
25.4-сурет



25.5-сурет



- 1. Өткізгіш бойымен өтетін токтың заңдылықтарын ашу кезінде қандай қиындықтар болды?
- 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 ұғым не үшін енгізілген?
6. Өткізгіштегі ток күшінің кернеуге тәуелділік графигі қандай?
- 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 бөлетінін түсіндіріңдер.
11. Пәтердегі кернеуі бірдей тұрмыстық электр құрылғыларын бір-біріне қалай жалғау қажет?
12. Төмен кернеуге арналған шамды кернеуі үлкен электр тізбегіне қалай қосу керек?



25.6-сурет

ЕСЕП ШЫҒАРУ МЫСАЛДАРЫ

1. Алюминийден жасалған өткізгіштің кедергісі 0,1 Ом, массасы 54 г. Өткізгіштің көлденең қимасының ауданы мен ұзындығын тап.

Берілгені:

$$m = 54 \text{ г} = 0,054 \text{ кг}$$

$$R = 0,1 \text{ Ом}$$

$$\rho_3 = 2,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_0 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$l - ? \text{ м} - ?$$

Шешуі: Өткізгіштің кедергісін табайық:

$$R = \frac{\rho_3 l}{S} \quad (1), \text{ мұндағы } \rho_3 — \text{ меншікті кедергі,}$$

l — өткізгіштің ұзындығы, S — өткізгіштің көлденең қимасының ауданы.

Өткізгіштің массасын $m = \rho_0 V = \rho_0 S l$ (2) формуласынан табайық, мұндағы ρ_0 — алю-

минийдің тығыздығы. Бірінші теңдеуді екіншіге көбейтсек, $Rm = \rho_0 \rho_3 l^2$,

$$l = \sqrt{\frac{Rm}{\rho_0 \rho_3}}, \quad l = \sqrt{\frac{0,1 \text{ Ом} \cdot 0,054 \text{ кг}}{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 2,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}}} = \sqrt{\frac{54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{7,83 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{69 \text{ м}^2} \approx 8,3 \text{ м}.$$

$$(1) \text{ теңдеуді } (2) \text{ теңдеуге бөліп, } \frac{R/m}{\rho_3/\rho_0 S^2} \text{ аламыз. Осыдан } S = \sqrt{\frac{\rho_3 m}{\rho_0 R}},$$

$$S = \sqrt{\frac{2,9 \cdot 10^{-8} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot 54 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,1 \text{ Ом}}} = \sqrt{5,8 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4} \approx 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \approx 2,4 \text{ мм}^2.$$

Жауабы: $l \approx 8,3 \text{ м}; S \approx 2,4 \text{ мм}^2$.

2. Ток күші 250 А және 2000 Кл-ға тең электр заряды мәшине стартерінен өтсе, ол қанша уақыт жұмыс істейді?

<i>Берілгені:</i> $q = 2000 \text{ Кл}$ $I = 250 \text{ А}$ $t = ?$	<i>Шешуі:</i> $I = \frac{q}{t}$ екені белгілі, онда $t = \frac{q}{I}$ $t = \frac{2000 \text{ Кл}}{250 \text{ А}} = 8 \text{ с.}$
--	--

Жауабы: 8 с.

3. Ұзындығы 11 м, қимасы 0,1 мм² болатын өткізгіштен кернеуі 220 В болатын 4А ток күші өтіп жатыр. Өткізгіш қандай материалдан дайындағанын анықтаңдар.

<i>Берілгені:</i> $l = 11 \text{ м}$ $S = 0,1 \text{ мм}^2 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$ $U = 220 \text{ В}$ $I = 4 \text{ А}$ $\rho_3 = ?$	<i>Шешуі:</i> $R = \frac{\rho_3 l}{S}$. Ом заңына сүйенсек $R = \frac{U}{I}$. $\rho_3 = \frac{RS}{l} = \frac{US}{Il}$ $\rho_3 = \frac{220 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2}{4 \text{ А} \cdot 11 \text{ м}} \approx 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
---	--

Кейбір заттардың меншікті кедергісі берілген кестеден бұл константан екенін анықтадық.

Жауабы: константан

4. Электр сымының ұзындығы 200 км. Оны дайындау үшін қимасы 120 мм²-қа тең болат сым қолданылды. Сымдағы ток күші 150 мА. Сымдағы кернеуді табыңдар.

<i>Берілгені:</i> $l = 200 \text{ км} = 2 \cdot 10^5 \text{ м}$ $S = 120 \text{ мм}^2 = 120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ $I = 150 \text{ мА} = 150 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ $\rho_3 = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ $U = ?$	<i>Шешуі:</i> Өткізгіш бөлігіне арналған Ом заңына сәйкес $U = I \cdot R$, $R = \frac{\rho_3 l}{S}$, онда $U = I \cdot \frac{\rho_3 l}{S}$.
--	---

$$U = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ м}}{120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 30 \text{ В}$$

Жауабы: 30 В



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 ұйғарды, екінші оқушы, тізбектің

кедергісінен амперметрдің кедергісі кіші болса ғана оның көрсеткіші дәл болады деді. Кімдікі дұрыс? $\rho_{\text{болат}} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

- 3. Телеграфтың ұзындығы 1 км, көлденең қимасы $0,5 \text{ мм}^2$ бөлігінен 8 мА ток өтсе, оның кернеуі қандай?

(Жауабы: 1,92 В)

- *4. Электр қыздырғыштың никель сымын ұзындығы дәл сондай нихром сыммен алмастырғанда, кедергі 2 есе артты. Қай сым жіңішке? Сымдардың диаметрлерінің қатынасы қандай?

(Жауабы: нихромды, 1,14 есе)

- *5. 12 В кернеу мен 0,3 А ток күшіне есептелген электр шамы ток көзіне ұзындығы 30 см қимасы $0,34 \text{ мм}^2$ мыс сыммен қосылған. Шамның ток көзіне қосылу сызбасын сызыңдар. Шам мен сымның кедергісі қандай? Сымның кедергісі шамдікінен 5 есе артық.

(Жауабы: $R_c = 1,5 \text{ Ом}$; $R_{\text{ш}} = 38,5 \text{ Ом}$; 77 Ом)

- 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: 8 В).

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 26. Өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау



Тірек сөздер:

- ✓ **өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғау**

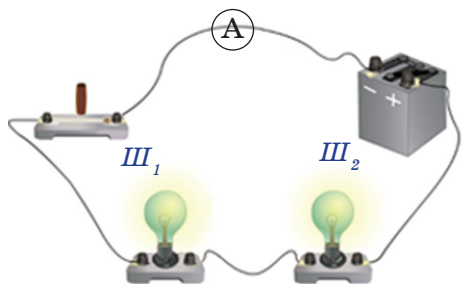


Сендер бүгінгі сабақта:

- өткізгіштерді тізбектей және параллель жалғағандағы тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып, электр тізбегін есептеуді үйренесіңдер.

Күнделікті өмірде электр энергиясын тұтынушылар электр тізбегіне әртүрлі тәсілдермен жалғанады.

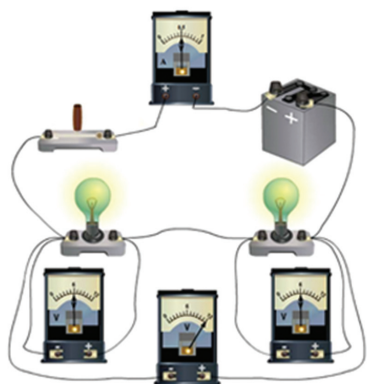
Мысалы, әр пәтерде бір мезгілде бірнеше шам, электр плитасы, шаңсорғыш, телевизор бір мезгілде қосылып, жұмыс істейді. Тұтынушының кейбір жалғану тәсілдерін қарастырайық.



26.1-сурет

Сондықтан өткізгіштер тізбектей жалғанса, олардың ток күші бірдей болады:

$$I = I_1 = I_2. \quad (26.1)$$



26.2-сурет

Зарядты резистор арқылы жылжытқанда электр өрісі өткізгіштің кедергісін жою үшін жұмыс жасайды. Сондықтан 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 тең. Жұмыс кернеуге эквивалент болғандықтан жалпы кернеу де жекеленген шамдардың кернеулерінің қосындысына тең:

$$U = U_1 + U_2. \quad (26.2)$$

$U = IR$ болғандықтан, $IR = IR_1 + IR_2$. Ендеше тізбектегі жалпы кедергі жекеленген резисторлардың кедергілерінің қосындысына тең:

$$R = R_1 + R_2. \quad (26.3)$$

Осы айтылғандарды кестеге түсіріп қорытындылайық.

$I = I_1 = I_2$
$U = U_1 + U_2$
$R = R_1 + R_2$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Алынған қорытынды *өткізгіштердің тізбектей жалғану белгісі* деп аталады. Мұны 26.2-суреттегідей тізбектей жинап, эксперимент жүзінде тексеруге болады.

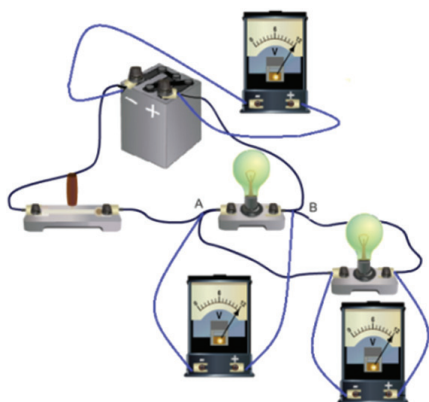
Жаңа жыл шыршасының шамдар тізбегі (гирлянда) тізбектей жалғанады.



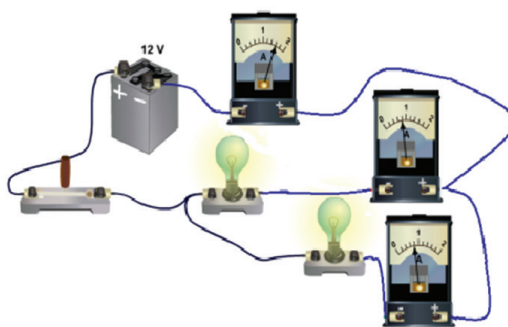
Вольтметрлердің көрсетулерін салыстырып, түсіндіріңдер (26.2-сурет).

Тұтынушыларды параллель де жалғайды. *Параллель жалғанғанда барлық резисторлардағы кернеу бірдей болады.* Мұны 26.3-суреттегі тізбекті жинап, эксперимент түрінде дәлелдеу оңай. Барлық вольтметрлердің көрсетуі бірдей. Демек,

$$U = U_1 = U_2. \quad (26.4)$$



26.3-сурет



26.4-сурет

26.4-суреттегідей электр тізбегін жинаса, тізбектің тармақталған бөлігіндегі ток күші әр дербес шамдардың ток күштерінің қосындысына тең екеніне оңай көз жеткіземіз:

$$I = I_1 + I_2. \quad (26.5)$$

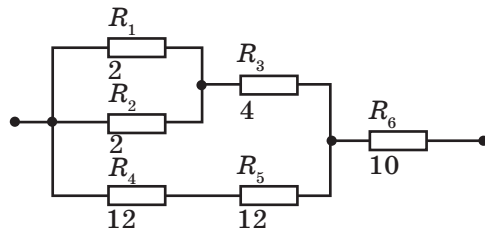
$I = \frac{U}{R}$ болғандықтан (26.5) формуланы $\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ түрінде жаза аламыз. Теңдіктің екі жағын U -ға қысқартсақ,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (26.6)$$

Өткізгіштер параллель жалғанғанда жалпы кедергіге кері шама әр бөліктегі кедергілердің кері шамаларының қосындысына тең.

Пәтердегі тұрмыстық құрылғылар параллель жалғанады. Осы айтылғандарды кестеге түсіріп қорытындылайық.

$I = I_1 + I_2$
$U = U_1 = U_2$
$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$



26.5-сурет

Сонымен қатар өткізгіштерді аралас та жалғайды (26.5-сурет).



1. Тізбекті параллель және тізбектей жалғаудың айырмашылығы неде?
2. Тізбектің жалпы кедергісін азайту үшін өткізгіштерді қалай жалғау керек?
3. Мыс өткізгішті ортасынан қақ бөлсе, кедергісі қалай өзгереді?
4. Тізбектей жалғаудың кемшілігі неде?
5. Ток күші өлшенетін шамға қателесіп амперметр параллель жалғанған. Тізбекте не болады?
6. Кернеуі өлшенетін шамаға қателесіп вольтметр тізбектей жалғанған. Тізбекте қандай өзгеріс болады?
7. Электр энергиясы қалай қолданылады?
8. Электр энергиясын механикалық, ішкі, магниттік, 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?

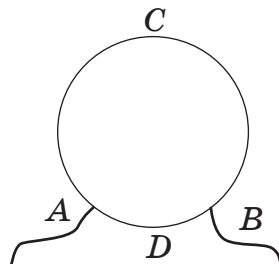
Берілгені:

$R_c = 10 \text{ Ом}$

$R = 0,9 \text{ Ом}$

$l_2 : l_1 = ?$

Шешуі: ACB тармағындағы кедергіні r_1 , ADB тармағындағы кедергіні r_2 деп белгілейік. Сонда алынған тізбектегі жалпы кедергі (ACB және ADB бөліктері параллель жалғанған):



26.6-сурет

$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$. Сақинаның кедергісі $R_c = r_1 + r_2$, осыдан $r_2 = R_c - r_1$, олай

болса, $R = \frac{r_1 (R_c - r_1)}{r_1 + R_c - r_1}$. Ортақ бөлімге келтірсек, $RR_c = R_c r_1 - r_1^2$ (1).

Осы шамаларды (1) формулаға қойсақ, $10 \cdot 0,9 = 10r_1 - r_1^2$ 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

теңдеуді шешіп, екі түбірді табамыз. Оның бірі қысқалау бөліктің кедергісі, оның шамасы $r_1 = 1$ Ом. Ұзындау бөліктің кедергісі $r_2 = 9$ Ом. Өткізгіштердің кедергісі олардың ұзындықтарына кері пропорционал болғандықтан, пайда болған кесінділердің қатынасы $l_2 : l_1 = 9:1$.

$$\text{Жауабы: } l_2 : l_1 = \frac{9}{1}.$$

2. 26.7-суреттегі тізбектің кедергісі $R = 4$ Ом болса, онда жалпы өткізгіштің толық кедергісін табыңдар.

Берілгені:

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$R_m - ?$$

Шешуі: 1 және 2 резисторлар параллель жалғанған сәйкесінше олардың кедергісін параллель жалғай ережесін қолданып есептейік.

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \text{ немесе } \frac{1}{R'} = \frac{2}{2R}, R' = \frac{2R}{2} = R.$$

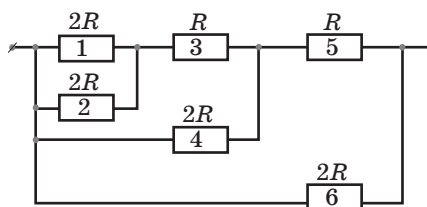
R' резистор мен 3 резистор тізбектей жалғанған, яғни $R'' = R' + R = R + R = 2R$. Өткізгіштің сызбасын енді былай сызылады (26.8-сурет). Енді R'' пен 4 резистор параллель жалғанған.

$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R}, R''' = R.$$

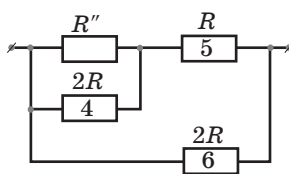
R''' резистор мен 5 резистор тізбектей жалғанған, яғни олардың кедергісі мынаған тең: $R^{\text{IV}} = R''' + R = R + R = 2R$. Онда жаңа сызба аламыз (26.9-сурет). R^{IV} пен 6 резистор параллель жалғанған.

$$R_m = \frac{R^{\text{IV}} \cdot 2R}{R^{\text{IV}} + 2R} = \frac{2R \cdot 2R}{4R} = R = 4 \text{ Ом}$$

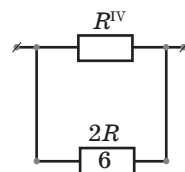
$$\text{Жауабы: } R_m = 4 \text{ Ом.}$$



26.7-сурет



26.8-сурет



26.9-сурет

3. 36 В кернеуге және 2 А ток күшіне есептелген. Қимасы 1 мм^2 -қа тең константанлық сымнан жасалған реостат кернеуі 220 В болатын тізбекке жалғанған. Сымның ұзындығы және реостаттың кедергісін есептеңдер.

Берілгені:

$$U_{ш} = 36 \text{ В}$$

$$I_{ш} = 2 \text{ А}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

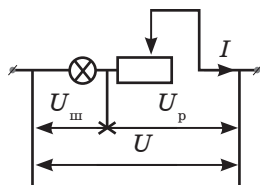
$$S = 1 \text{ мм}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\rho_3 = 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R - ? \quad l - ?$$

Шешуі: Тізбектің сызбасын салайық (26.10-сурет). Реостаттағы кернеудің түсуін табайық: $U_p = U - U_{ш}$

Тізбектей жалғанған кезде шамдағы ток күші реостаттағы ток күшіне тең $I_p = I_{ш}$. Тізбек бөлігі үшін Ом заңын қолданып:



26.10-сурет

$$R = \frac{U_p}{I_p} = \frac{U - U_{ш}}{I_{ш}} = \frac{(220 - 36) \text{ В}}{2 \text{ А}} = 92 \text{ Ом}.$$

$$R = \frac{\rho_3 l}{S}, \quad l = \frac{RS}{\rho_3} \text{ шығады. } l = \frac{92 \text{ Ом} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 184 \text{ м}.$$

$$\text{Жауабы: } R = 92 \text{ Ом}, \quad l = 184 \text{ м}.$$

4. Шырша шамдары қалта шамының шамдарынан жасалған. Осы шам тізбегін желіге қосқанда әр шамның кернеуі 3В. Шамдардың бірін ағытып алып, оның орнына саусақ тигізген неге қауіпті?

Шешуі: Қалта шамының кедергісі аз бар-жоғы бірнеше Ом ғана. Тізбектегі барлық шырша шамдарының кедергісі бірнеше ондаған Ом. Саусақтың кедергісі бірнеше жүздеген Ом. Тізбектей жалғанғанда тізбектің бөлігіндегі кернеу түсуі бөліктердегі кедергіге тура пропорционал. Сондықтан саусақты шамның орнына тізбекке тигізуге болмайды. Бұл адам өміріне өте қауіпті.



17-жаттығу

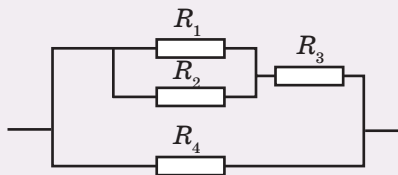
1. Тізбек кедергілері 4 Ом және 12 Ом болатын тізбектей жалғанған екі резистордан тұрады. Бірінші резистордың ток күші 1,2 А. Әр резистордың кернеуі мен тізбектегі жалпы кернеуді табыңдар. (Жауабы: 4,8 В; 14,4 В; 19,2 В).

- 2. Әрқайсысының кедергісі 12 Ом болатын үш резистордың жалпы кедергісі қандай?

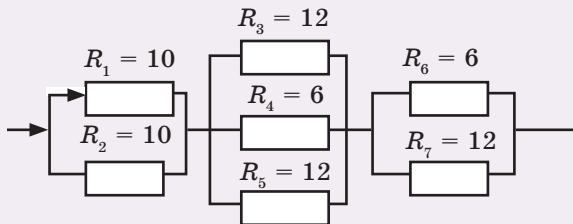
(Жауабы: 36 Ом; 18 Ом; 8 Ом; 4 Ом)

- *3. $R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом}$ болса, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 12 \text{ Ом}$ жалпы кедергіні есептеңдер. (26.11-сурет).

(Жауабы: 4,8 Ом)



26.11-сурет



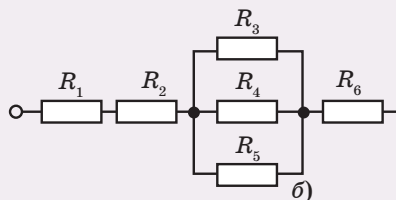
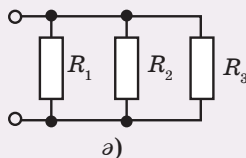
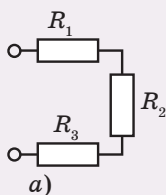
26.12-сурет

*4. 26.12-суреттегі тізбектің жалпы кедергісі мен кернеуін табыңдар. R_1 -дегі ток 1А-ге тең.

(Жауабы: 11 Ом; 22 В)

*5. $R_1 = R_2 = 4$ Ом, $R_3 = R_4 = R_5 = 8$ Ом, $R_6 = 15$ Ом болса, 26.13-суреттегі әр тізбектің жалпы кедергісі неге тең?

(Жауабы: а) 16 Ом; ә) 1,6 Ом; б) 25,7 Ом).



26.13-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 27. Электр тогының жұмысы мен қуаты. Электр тогының жылулық әсері. Джоуль-Ленц заңы



Тірек сөздер:

- ✓ тоқтың жұмысы мен қуаты
- ✓ ПӘК
- ✓ тоқтың жылулық әсері
- ✓ Джоуль-Ленц заңы

Сендер бүгінгі сабақта:

- есеп шығарғанда тоқтың жұмысы және қуатының формуласын қолдануды;
- Джоуль-Ленц заңын қолдануды үйренесіңдер.

Мұны білесіңдер

Тұтынушы арқылы өткен электр тогы әртүрлі әсер етеді. Токтың қандай әсерлерін білесің? Электрқайнатқышпен суды қалай жылытады? Көлікті автоматты түрде жинауды қалай басқаруға болады? Шам ненің есебінен жанады? Троллейбус қозғалуы үшін неге электр сымдарына қосады?

Токтың жұмысы. Электр энергиясы энергияның басқа түрлеріне (заттың механикалық, химиялық, жарықтық, ішкі энергиясы) жеңіл түрленеді. Оны өндірісте және тұрмыста кеңінен қолданады. Мұндай түрленулер токтың жұмысы есебінен жүреді.

Ток жұмысы түсінігін қарастырайық.

Электр өрісі әрекетінен заряд орын ауыстырғанда осы өріс жұмыс жасайды. Бұл жұмысты *ток 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 өту уақыты, осыны ескерсек,

$$A = IUt. \quad (27.1)$$

(27.1) формуласының көмегімен тұтынушыдағы токтың жұмысын есептеуге болады. Бұл жұмыс токтың барлық әсерін (магниттік, жылулық, химиялық) ескереді. Тізбек бөлігіне арналған Ом заңын қолданып $I = \frac{U}{R}$, мұндағы R — тізбек бөлігіндегі кедергі, ток жұмысын есептейтін басқа формуланы алайық:

$$A = \frac{U^2 t}{R}. \quad (27.2)$$

немесе

$$A = I^2 R t. \quad (27.3)$$

Электр өрісі ток көзі 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:

$$A = \mathcal{E} I t. \quad (27.5)$$

Бөгде күштер жасайтын жұмыс электр тізбегінің толық жұмысы деп аталады. Ол тұтынушыдағы электр энергиясының да, ток көзі ішіндегі зарядтың қозғалысы бойынша жасайтын өріс жұмысын да ескереді.

ХБ жүйесінде жұмыстың өлшем бірлігі Джоуль (Дж):

$$1\text{Дж} = 1\text{Кл} \cdot 1\text{В} = 1\text{А} \cdot 1\text{В} \cdot 1\text{с}$$

Ток жұмысын өлшейтін құрылғы электр есептеуіш деп аталады.

Мұны білесіңдер

Сендер әртүрлі уақыт аралығында бірдей механикалық жұмыс жасауға болатынын білесіңдер. Механикалық жұмыстың орындалу шапшаңдығын сипаттайтын шама қалай аталатынын еске түсіріңдер.

Ток қуаты. Электр тогы үшін қуат шамасы енгізілген.

Электр тогының қуаты — электр энергиясын энергияның басқа түріне түрлену шапшаңдығын сипаттайтын физикалық шама:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (27.6)$$

ХБ жүйесінде ток қуатының өлшем бірлігі Ватт (Вт).

Кедергісі R тізбек бөлігіндегі электр тогының қуаты: $P = \frac{UIt}{t} = UI$.

$$P = UI. \quad (27.7)$$

Электр тізбегінің толық қуаты

$$P = \mathcal{E}I. \quad (27.8)$$

$I = \frac{U}{R}$ екенін ескерсек, (27.7) теңдеуін, яғни ток тұтынушыда өндірілетін қуатты былай жаза аламыз:

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}. \quad (27.9)$$

Қуат ватпен өлшенгендіктен, жұмыстың өлшем бірлігі Дж = Вт · с.

Ток жұмысының ХБ жүйесіндегі өлшем бірлігі ретінде кВт · сағ қолданылады:

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

Ток қуатын *ваттметр* деп аталатын құрылғымен өлшейді.

Электр тізбегінің ПӘК-і. Тізбекке электр қозғалтқыш қосылса, электр тогының энергиясы, біріншіден, механикалық жұмыс жасауға жұмсалады және ол пайдалы $A_{\text{п}}$ жұмысқа тең; екіншіден, энергия электр қозғалтқыштың орамалары мен жалғағыш сымдарды қыздыруға жұмсалады, ол шығындалған энергия.

Демек, кез келген электр тізбегінде энергия шығыны болады. Олай болса, пайдалы әсер коэффициенті жайлы әңгіме қозғауға болады. ПӘК-ін былай есептейді:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{ж}}} \quad (27.10)$$

Ток көзінің ПӘК-і туралы сөз қозғағанда, *пайдалы жұмыс деп тұрақты токтың сыртқы тізбегі жасаған жұмысты айтады:*

$$A_{\text{п}} = IUt = I^2 Rt.$$

Толық жұмыс деп ток көзінің жұмысын айтады. Ол:

$$A_{\text{тол}} = A_{\text{бөгде}} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E}t.$$

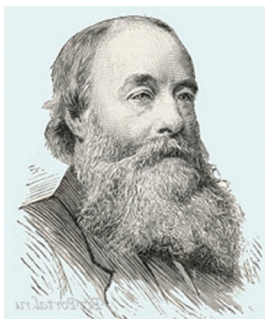
$$\eta = \frac{IUt}{\mathcal{E}It} \cdot 100\% = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\%. \quad (27.11)$$

ПӘК-і ток көзінің электр қозғаушы күшінің қандай да бір бөлігі тұтынушыда кернеу түрінде бөлінеді.

Токтың жылулық әсері. Джоуль—Ленц заңы. Қазіргі кездегі техникада электр тогының жылулық әсері үлкен рөл атқарады. Ток өткізгіштен өткенде оны қыздырады мұны сендер үй тұрмысында қолданатын әртүрлі электр аспаптарының жұмысы барысында байқауларыңа болады.



- Бойынан ток өткенде өткізгіштің қызатынын қалай түсіндіруге болады? Осы кезде өткізгіште қандай процестер өтеді?



Джеймс Прескотт Джоуль
(1818—1889)



Эмилий Христианович
Ленц
(1804—1865)

Кез келген өткізгіште зарядталған еркін бөлшектер (электрондар мен иондар) болады. Мысалы, электрпеші, үтік, фен, электр шөйнегі, шаш бұйралауға арналған әртүрлі құралдар 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 температураның жоғарылауына әкеледі.

Ағылшын физигі Д. П. Джоуль мен орыс физигі Э. Х. Ленц жүргізген тәжірибелер қозғалмайтын металл өткізгіштерде токтың барлық жұмысы оның қызуына, яғни температурасының жоғарылауына жұмсалатынын дәлелдеген. Қызған өткізгіш өзі алған энергиясын қоршаған ортаға береді.

Электр тогының жұмысы $A = IUt$, $A = \frac{U^2 t}{R}$ немесе $A = I^2 Rt$ формулаларымен есептеледі, яғни өткізгіштен бөлінетін жылу мөлшері де осы формулалармен анықталады:

$$Q = IUt; \quad Q = \frac{U^2 t}{R}, \quad Q = I^2 Rt.$$

Джоуль—Ленц заңы: қозғалмайтын өткізгіштердің бойынан ток өткенде бөлінетін жылу мөлшері ток күшінің квадратын өткізгіштің кедергісіне және ток өтетін уақытқа көбейткенге тең:

$$Q = I^2 Rt. \quad (27.12)$$

Бөгде күштердің есебінен ток көзінің клеммаларында потенциалдар айырымы пайда болады. Егер ток көзінің клеммаларына электршамын жалғаса, электр өрісі шамның қыл сымының бойымен және ток көзінің ішінде зарядтың орнын ауыстыра отырып жұмыс жасайды. Энергияның сақталу 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

$$\mathcal{E}It = I^2Rt + I^2rt. \text{ Осыдан: } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (27.13)$$

(27.13) өрнегі толық тізбек үшін Ом заңын береді.

Толық (тұйықталған) тізбектің ток күші ток көзінің ЭҚК-іне тура пропорционал, толық кедергіге кері пропорционал. Толық тізбекке арналған Ом заңынан: $\mathcal{E} = U_{\text{сырты}} + U_{\text{ішкі}}$. (27.14)



1. Электр тогының жұмысын қандай формулалармен есептейді?
2. Токтың пайдалы жұмысының толық жұмыстан ерекшелігі неде?
3. Жұмыстың ХБ жүйесінен тыс қандай бірлігін білесіңдер? Оның физикалық мағынасы неде?
4. Ток қуаты деп нені түсінесіңдер?
5. Электрқыздырғыштың қуаты 900 Вт. Бұл нені білдіреді?
6. Бір ай ішінде электрөлшеуіштің көрсетуі 120 кВт · сағ-қа өзгерді. Осы жазуды түсіндіріңдер.
7. Бойынан ток өткен өткізгіш неге қызады?
8. Неге үтікте жалғанған сым үтіктің спираліне қарағанда әлсіз қызады?
9. Джоуль—Ленц заңын тұжырымдаңдар.
10. Джоуль—Ленц заңын қолданып токтың химиялық әсерін есептеуге бола ма? Неге?
11. Электр шамының қыл сымын қысқартқанда, шам тұтынатын қуат өзгере ме?
12. Вагонның тамбуры өзара параллель жалғанған бес шаммен жарықтанады. Шам төртеу болса, электр энергиясының шығыны азая ма? Шамдар тізбектей жалғанса жауап қалай өзгереді?

ЕСЕП ШЫҒАРУ МЫСАЛДАРЫ

1. 5 мин ішінде 20°C температурадағы 1,5 л суды қайнау температурасына дейін ысыту үшін көлденең қимасы 0,1 мм² нихром өткізгіштің жасалған қыздырғыштың ұзындығы қандай болу керек? Қыздырғыштың ПӘК-і 90%, кернеуі 220В.

Берілгені:

$$\tau = 5 \text{ мин.} = 300 \text{ с } t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$V = 1,5 \text{ л} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$S = 0,1 \text{ мм}^2 = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

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

$$\eta = 90\% = 0,9$$

$$U = 220 \text{ В}$$

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

$$\rho_o = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$l - ?$$

Шешуі. Қыздырғыштың ПӘК-ін $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{ж}}}$

формуласы арқылы табады. Қыздырғыш суды қайнау температурасына дейін қыздыру үшін қажет. Демек, пайдалы әсер суды қайнауға дейін жеткізу үшін суға берілетін жылу мөлшерін $A_n = Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ формуласынан табды, мұндағы $m = \rho V = 1,5 \text{ кг}$.

Электр тогы қыздырғыштың спиралінен өткенде жұмыс жасайды. Ол жұмыс

$$A_{\text{жк}} = Q_2 = \frac{U^2}{R} \tau. \text{ Сонда ПЭК-інің формуласы: } \eta = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{U^2 \tau}. \quad (1)$$

Қыздырғыштың кедергісін $R = \frac{\rho_0 l}{S}$ формуласынан табамыз. Осыдан өткізгіштің ұзындығы: $l = \frac{RS}{\rho_0}. \quad (2)$

$$(1) \text{ формуладан кедергіні табамыз: } R = \frac{\eta U^2 \tau}{cm(t_2 - t_1)}.$$

$$\text{Осы шаманы (2) формулаға қойсақ, } l = \frac{\eta \tau U^2 S}{cm(t_2 - t_1) \rho_0}.$$

Есептеулер жүргіземіз: $l = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 60 \text{ с} \cdot (220 \text{ В})^2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 1,5 \text{ кг} \cdot (100 - 20) ^\circ\text{C} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} \approx 2,36 \text{ м}.$

Жауабы: $l \approx 2,36 \text{ м}.$



18-жаттығу

1. 220 В кернеуге қосылған электр шамы 5 мин ішінде 12 кДж энергия жұмсады. Шамдағы ток күші қандай?

(Жауабы: 0,18 А)

□2. Электродвигательдері бірдей екі троллейбус әртүрлі жылдамдықтармен қозғалады. Олардың қайсысының қуаты үлкен: жылдам қозғалатынының ба, әлде баяуырақ қозғалатынының ба? Троллейбустардың қозғалыс кедергісі бірдей деп есептеңдер.

3. Ток күші 6 А болғанда электр плитасы 8 мин ішінде 2,2 МДж энергия тұтынады. Плита спиралінің кедергісі қандай?

(Жауабы: 25,5 А)

□4. Электрплитаны жөндеген кезде оның спиралі бастапқы ұзындықтан 10%-ға қысқарады. Плитаны сол тізбекке қосқанда оның тұтынатын қуаты неше есе өзгереді?

(Жауабы: 1,1 есе артады)

*5. 220 В кернеуге есептелген үтікте бірдей $R = 80,7 \text{ Ом}$ кедергісі болатын екі орамасы бар. Ажыратқыштың көмегімен оларды тізбектей және параллель жалғауға болады. Әр жағдай үшін үтіктің қуатын есептеңдер.

(Жауабы: 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт)

*6. Көтергіш кранның электр қозғалтқыш 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 көтерсе, оның ПЭК-і қандай?

(Жауабы: 44%)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 28. Металдардағы электр кедергісінің температураға тәуелділігі. Асқын өткізгіштік



Тірек сөздер:

- ✓ кедергінің температураға тәуелділігі
- ✓ асқын өткізгіштік



Сендер бүгінгі сабақта:

- металдардағы электр тогының табиғатын түсіндіруді және кедергінің температурадан тәуелділігін анықтауды үйренесіңдер.

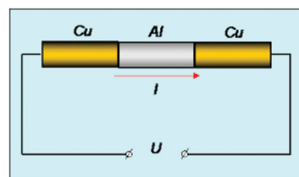


- Қызған өткізгіште қандай өзгеріс болуы мүмкін? Бұл өзгерістер өткізгіштің электрлік қасиетіне қалай әсер етеді? Шамдағы кернеуді біртіндеп көтерсе, шамның ток күші қалай өзгереді?

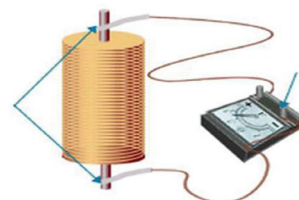
Өртүрлі заттар электр тогын өртүрлі өткізеді. Барлық металдар жақсы өткізгіштер, бірақ олардың ішкі құрылымы өртүрлі болғандықтан, ток өткізу қабілеттері де өзгешеленеді. Металдардағы заряд тасымалдаушы бөлшектер — еркін электрондар. Мұны неміс физигі Э. Рикке мен америкалық физиктер Т. Стюарт пен Р. Толмен тәжірибелерінде дәлелденген. Олар екі мыс цилиндрдің арасына алюминий цилиндрді жалғап, электр тізбегін құрған (28.1-сурет). Тізбектен бір жыл бойы ток өткізгенде цилиндрлердің химиялық құрамы мен массалары өзгермеген. Демек, металдарда токты еркін электрондар тасымалдайды. Америкалық ғалымдар Г. Стюарт пен Р. Толмен цилиндр катушканы мыс сыммен орап, өз осінен айналдырып кенет тоқтатқанда (28.2-сурет), онда қысқа уақытқа ток пайда болған.

Металл өткізгіштің кедергісі қандай шамаларға тәуелді екенін анықтайық. *Металдың кедергісі температураның өзгерісіне, яғни еркін электрондардың қозғалысы температураға тәуелді.*

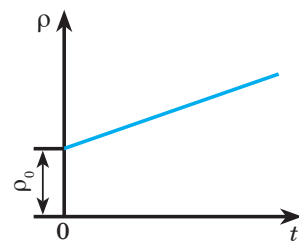
Осыны тексеру үшін аккумуляторға болат спираль жалғап, оны оттың жалынына ұстасақ, тізбекке қосылған амперметр ток күшінің төмендегенін көрсетеді. Демек, температураның өзгеруімен өткізгіштің кедергісі де өзгереді. Егер 0°C температурада өткізгіштің температурасы R_0 , ал t температурада R болса, кедергінің салыстырмалы өзгерісі, тәжірибе



28.1-сурет



28.2-сурет



28.3-сурет

көрсеткендей, температураның өзгерісіне тура пропорционал: $\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha t$.

Осыдан: $R = R_0(1 + \alpha t)$. (28.1)

Пропорционалдық коэффициент α кедергінің *температуралық коэффициенті* деп аталады. Ол зат кедергісінің температураға тәуелділігін сипаттайды. Кедергінің температуралық коэффициенті сан жағынан өткізгішті 1 К жылытқандағы кедергінің салыстырмалы өзгерісіне тең. *Металл қызғанда оның геометриялық өлшемі өзгермейді деп есептесек, оның меншікті кедергісінің температураға тәуелділігі:*

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t). \quad (28.2)$$

α өте аз шама болғандықтан, (28.2) формулаға сәйкес, өткізгіштің меншікті кедергісі температураға сызықты тәуелді (28.3-сурет).

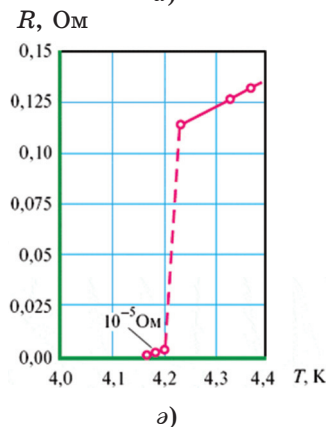
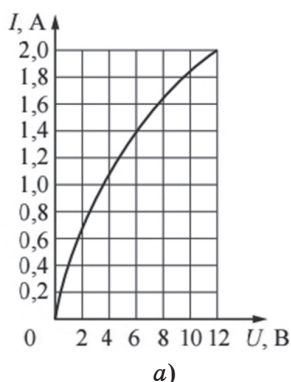
Кедергінің артуы былай түсіндіріледі: температураның артуымен кристалдық тордың түйіндеріндегі иондардың тербеліс амплитудасы да артады. Сондықтан еркін электрондар иондармен жиі соқтығысып, қозғалыс бағытын өзгертіп отырады. Шамның вольфрам қылының кедергісі оның бойынан ток өткенде 10 есе артады. Сондықтан шамның қылсымының вольт-амперлік сипаттамасы сызықты тәуелділікті бермейді (28.4, а-сурет).

Металл кедергісінің температураға тәуелділігін электрлік термометрлерде қолданады. Мұндай термометрлер өте төмен және өте жоғары температураларды өлшейді. Ондай температураларды өлшеуге қарапайым сұйықтық 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 төмендеткенде заттың кедергісінің қалай өзгередінін білгісі келеді. Зерттеу нәтижелері күтпеген нәтиже берді: 4,15 К-нен температурадан төмен температурада сынаптың кедергісі жойылған. Кедергінің температураға тәуелділік графигі 28.4-суретте көрсетілген.

Бұл сынаптың осы температурадан бастап электр тогына кедергі жасамайтынын көрсетеді. Кейбір металдар да асқын өткізгіштік



28.4-сурет

қасиетке ие. Егер осындай металдан сақина жасап, ток тудырса, ток осы сақинада өте ұзақ уақыт жүреді. Өткізгіштегі өшпейтін ток екі жыл бойы жүріп тұрған. Бірақ бұл тәжірибе сұйық гелий тасымалдайтын келік жұмысшыларының ереуілінен кейін тоқтатылған.



- Асқын өткізгіш металдар қолданса, адамзат қандай артықшылықтарға ие болар еді?



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 сипаттаңдар.
- 4. Неге температура жоғарылағанда металдың кедергісі артады?
- 5. Асқын өткізгіштердің артықшылығы неде?
- *6. Электр шамы оны желіге қосқаннан кейін үлкен қуатты бірден тұтына ма, әлде біраз минуттан соң тұтына ма?
- *7. Егер электрқылсымының кедергісі температураның өсуімен өзгермесе, оның ең төменгі қуатындағы ұзындығы үлкен болуы керек пе, әлде кіші болуы керек пе?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 29. Электрқыздырғыш құралдар, қыздыру шамдары, қысқа тұйықталу, балқымалы сақтандырғыштар



Тірек сөздер:

- ✓ электрқыздырғыш құралдар
- ✓ қыздыру шамы
- ✓ қысқа тұйықталу
- ✓ сақтандырғыш



Сендер бүгінгі сабақта:

- электрқыздырғыш құралдардың жұмысын және қысқа тұйықталуды болдырмау тәсілдері мен пайда болу себептерімен танысасыңдар.



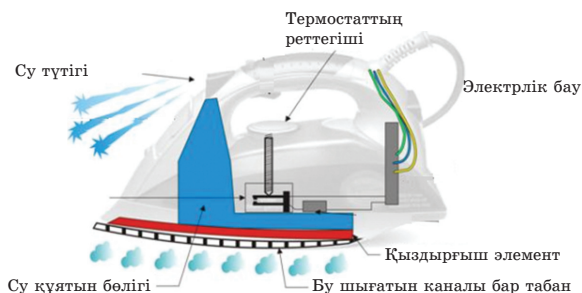
- Бойынан электр тогы өткенде өткізгіштің қызуын қалай және қайда қолдануға болады?

Электрқыздырғыш құралдар. Заманауи өмірді түрлі электр құрылғылар, электрқыздырғыш құрылғы, жарықтандырғыш шамдарсыз т.б.

елестету мүмкін емес. Олардың жұмысы токтың жылулық әсеріне негізделген.

Үй жағдайында электр плиталары, үтіктер, шәйнектер, қайнатқыштар кеңінен пайдаланылады. Өндірісте токтың жылулық әсерін болатын арнайы түрлерін, басқа да материалдарды электр дәнекерлеуге қолданады. Ауылшаруашылығында электр тогының көмегімен жылыжайларды, инкубаторды жылытады, астықты кептіреді, сүрлем дайындайды.

Қыздырғыш электр құралдарының негізгі бөлігі қыздыру элементі. Қыздырғыш элемент меншікті кедергісі үлкен өткізгіштен жасалады. Ол жоғары температураға дейін ($1000—1200^{\circ}\text{C}$) қызғанда балқымайды. Қыздырғыш элемент жасау үшін көбіне нихромды қолданады. Оның меншікті кедергісі $\rho = 1,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$. Нихроммен қатар вольфрамды да пайдаланады. Оның меншікті кедергісі $\rho = 53 \text{ нОм} \cdot \text{м}$. Нихром мен вольфрамның меншікті кедергілері үлкен, сондықтан олар өлшемі кіші қыздырғыш элемент жасауға ыңғайлы.



29.1-сурет

Қыздырғыш элементте сым немесе таспа түріндегі өткізгіш ыстыққа төзімді материалға (слюда, қыш) оралады.

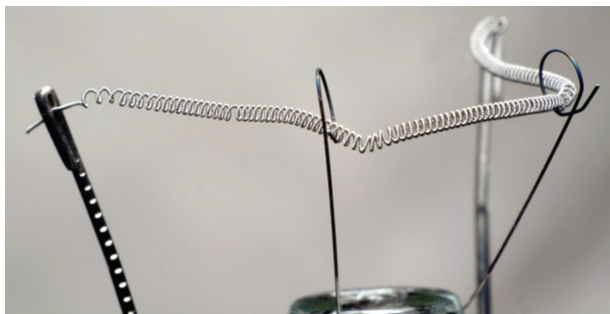
Мысалы, электр үтігіндегі қыздырғыш элементі — нихромды таспа. Осыдан жылу үтікке барады (29.1-сурет).

Қыздыру шамының жұмысы токтың жылулық әсеріне негізделген. Заманауи қыздыру шамының негізгі бөлігі (29.2-сурет) жіңішке вольфрам сым болып табылады (29.3-сурет). Вольфрам — жоғары температурада балқитын металл. Оның балқу температурасы 3387° . Қыздыру шамындағы вольфрам спираль 3000°C -қа қызады. Осы температурада ол ақ түске еніп, қатты жарықтанады. Қылсым тез жанып кетпеуі үшін оны ауасы сорылған шыны колбаға салады.

Бірақ вакуумде вольфрам тез буланып, спираль жұқарады да, тез жанып кетеді. Вольфрамның тез булануын болдырмау үшін шамды азотпен, кейде криптон немесе аргонмен толтырады. Газдың молекулалары вольфрамның бөлшектерінің қыл сымнан ұшып шығуына кедергі жасап, қылсым ұзақ жұмыс істейді.



29.2-сурет



29.3-сурет



29.4-сурет

Қазіргі уақытта қыздыру шамын энергияүнемдегіш (күндізгі және диодты) шамдар ығыстырып келеді (29.4-сурет).

Диодтық шамдардың жұмысын 29.5-суреттің көмегімен түсіндіруге болады. Бұл шамда жартылай өткізгіштік кристалл бар. Ол бойынан ток өткенде жарық шығарады. Жарықтың түсі кристалдың қандай заттан жасалғанына байланысты болады.

Энергия үнемдеуіш шамдар басқаша жұмыс істейді, олардың негізгі бөлігі газразрядты түтік.

Есте сақта!

Сынап буы адам өміріне қауіпті; сондықтан энергия үнемдеуіш шам сынса, оның қалдықтарын дұрыс жинап, орнын сүртіп тазалау керек.

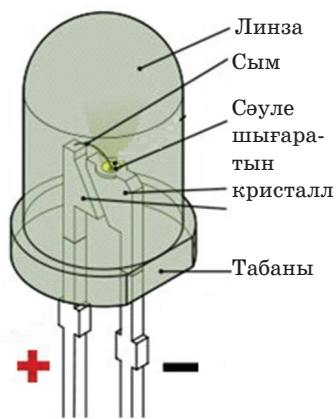
Газразрядты түтік. Шамның құрамында бірнеше түтік бар. Соның бірі газразрядты түтік.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Түтік — шамның жарық шығаратын бөлігі. Оны корпуспен жалғайды, корпустың ішіндегі шамның ішкі бөлігі ток көзі және ток көзіне қосатын электрондық сұлба болып табылады. Электрондық сұлба шамды жағады.

Екі жағынан дәнекерленген түтікті энергия үнемдеуіш шамның колбасы деп атайды. Электродтар түтіктің қарама-қарсы жағында болады. Энергия үнемдеуіш шамның колбасының пішіні иірілген және люминофор қабығымен жабылған. Бұл колбада инертті газ бен аздаған мөлшерде сынап буы бар. Оны ток көзіне қосқанда сынаптың буының бейтарап атомдары электрондарын жоғалтып, ионға айналады. Бұл процесс иондану деп аталады.

Энергия үнемдеуіш шамның колбасының пішіні неге иірілген? Шамның ұзындығын қысқарту мақсатында оның пішіні осылай жасалады. Шиыршықты иіре орай отырып газразрядты түтіктің ұзындығын арттырады, бірақ шамның тұлғасы кішірейеді. Бұлай жасамаса, шамды люстраға сыйғыза алмас едік.



29.5-сурет

Қысқа тұйықталу. Тізбектің ұштарын кедергісі тізбек бөлігі кедергісінен аз болатын өткізгіштермен жалғауды **қысқа тұйықталу** деп атайды. Ашық өткізгіштер бір-бірінен кездейсоқ түйіскенде немесе ток сымдарын жүргізгенде қысқа тұйықталу болуы мүмкін.

Қысқа тұйықталғанда тізбектің кедергісі бірден азайып, тізбектегі ток күші артады. Салдарынан өткізгіштер қатты қызып, жанып кетеді. Сонымен қатар қосымша тұтынушыларды параллель қосқанда тізбектің кедергісі төмендеуі мүмкін. Осыны болдырмас үшін сақтандырғыштар қолданылады.

Сақтандырғыш. Құрылғы, мәшине, аппараттар, аспаптар, қару-жарақ т.б. жұмысын қауіпсіз ету үшін сақтандырғыштар қолданылады. Сақтандырғыштардың кең таралғаны — балқымалы сақтандырғыштар. Бұл сақтандырғыштар электр жүйесін қысқа тұйықталудан сақтайды.

Балқымалы сақтандырғыштар — электр құралдарын қысқа тұйықталу мен артық жүктелуден сақтайтын құрылғы (29.6-сурет). Электр тізбегі әрқашан белгілі бір ток күшіне есептеледі.

Егер қандай да бір себептермен тізбектегі ток күші белгіленген мөлшерден асып кетсе, өткізгіштер қызып, олардың сыртындағы оқшаулағыштары балқиды. Желідегі ток күшінің арту себебі қуатты тұтынушы, мысалы, электр плиталарының бір мезгілде қосылуынан болуы мүмкін. Балқитын сақтандырғыштың негізгі бөлігі — балқитын сым. Ол тез балқитын металдан, мысалы, қорғасыннан жасалады. Балқымалы сым фарфор цилиндрдің ішіне салынады. Тізбектегі ток күші мөлшерінен артқанда қорғасын балқып, тізбек ажыратылады.



29.6-сурет

Балқымалы сақтандырғыштар қарапайым әрі арзан. Дегенмен кемшілігі де бар: балқитын сымды жоғары кернеудегі құрылғыларда ал-

мастыру қиын. Балқитын сым тек қысқа тұйықталған токтан ғана қорғайды.

Жұмысы балқуға емес, дене қызған кездегі жылулық ұлғаюға негізделген сақтандырғыштар да бар. Сақтандырғыштарды щитке орнатады. Щитті есептеуіш деп аталатын құрылғыны пәтерге сымдарды кіргізетін жерде орналастырады, әр сымға тізбектей жеке сақтандырғыш қосады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

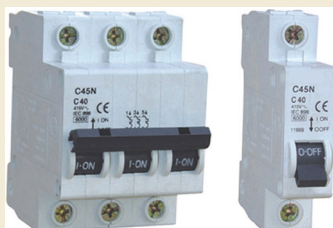
Жылу ажыратқыш (29.7-сурет) — бойынан ток өткенде қызатын биметалл пластина. Межеден артық ток өткенде биметалл пластина иіліп, қозғалатын контактінің серіппесін басады, сөйтіп электр тізбегі ағытылады. Балқымалы сақтандырғышпен салыстырғанда автоматты сақтандырғыштар пластина салқындаған соң қайтадан іске қосылады.

Электроника саласында электрлік автомат кең танымал (29.8-сурет). Бұл электротехника құрылғысының жалпы жұмысы бірдей: ток көзіне қосу және одан ажырату. Ток күші межесінен артып кеткенде құрылғы уақытында ажыратылады. Оның екі қызметі бар: ажырату және өте үлкен токтардан қорғау. Осы сақтандырғыш пайда болғаннан бері балқымалы сақтандырғыш қолданыстан шығып барады. Бұрын токтың арту қаупінен тек осы балқымалы сақтандырғыштар қорғап келген еді.

Электрлік автоматтар қолдануға қолайлы. Егер жанып кеткен сақтандырғышты алмастыру қажет болса, автоматты жоғары көтерсең жеткілікті.



29.7-сурет



29.8-сурет



1. Электрқыздырғыш құралдар қалай жұмыс жасайды?
2. Электр үтігінің жұмыс істеу принципі қандай?
3. Қыздыру шамдарының құрылысы мен жұмыс істеу принципі қандай?
4. Диодты және энергия үнемдеуіш шамдардың артықшылығы қандай?
5. Қысқа тұйықталу қай кезде байқалады?
6. Сақтандырғыштар не үшін қажет?
7. Балқымалы сақтандырғыштың жұмыс істеу принципі қандай?
8. Жылулық ажыратқыш қалай жұмыс істейді?
9. Электр автоматының жұмыс істеу принципі қандай?
10. Балқымалы сақтандырғыштың кемшілігі неде?
11. Электр автоматының артықшылығы қандай?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

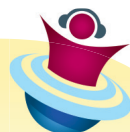
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 30. Электр тогының химиялық әсері. Фарадей заңы



Тірек сөздер:

- ✓ тоқтың химиялық әсері
- ✓ электрохимиялық эквивалент
- ✓ Фарадей заңы



Сендер бүгінгі сабақта:

- сұйықтардағы электр тогының табиғатын түсіндіруді үйренесіңдер.



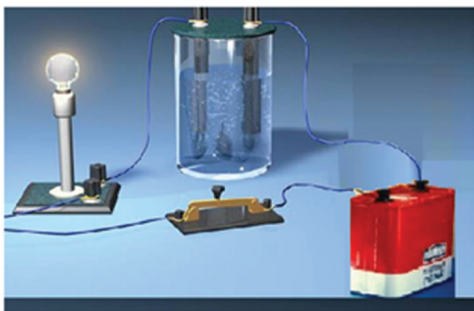
- Кернеу берілген электр өткізгішті суға салсақ, судан ток жүре бастайды. Басқа сұйықтар да ток өткізе ме?

Мұны білесіңдер

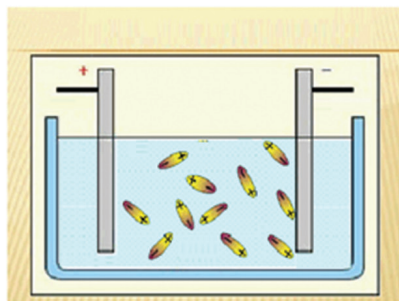
Адам денесінің 80% -ы судан тұрғандықтан, дене электр тогын жақсы өткізеді: тоқтың адам организмiне пайдасы да, зияны да бар.

Сұйықтың электр өткізгіштігінің адам өмірінде маңызы зор. Ұялы телефон батареялары, аккумулятордың жұмысы сұйықтың электр өткізгіштігіне негізделген.

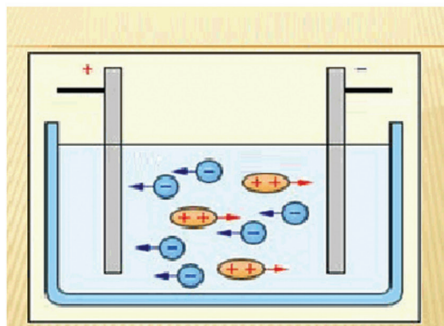
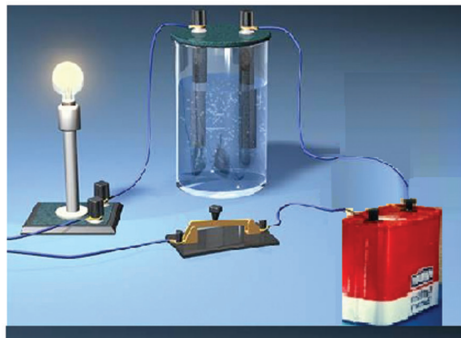
Балқыған бокситтен алюминий алады. Бұл металды ұшақ, сусындардың құтысын жасағанда қолданады. Ток көзі, шам, тазартылған



30.1-сурет



30.2-сурет



30.3-сурет

(дистилденген) су құйылған ыдыстан тұратын сызба жинайық. Ыдысқа екі электрод салынған (30.1-сурет).

Шам кілтпен тұйықталғанда жанбайды. Демек, дистилденген судан ток жүрмейді (30.2-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 (30.3-сурет).

Судың молекуласы тұздың молекуласын қоршап, оны оң және теріс зарядталған бөлшектерге бөледі. Бейтарап молекулалардың ионға ыдырауы *электролиттік диссоциация* деп аталады.

Тұздың, қышқыл және сілтілердің судағы ерітіндісі электролит деп аталады.

Электролиттер токты жақсы өткізеді. Металл және газдармен салыстырғанда электролиттің ерекшелігі мынада: электролит арқылы өтетін ток электродтардағы химиялық реакциялармен қатар жүреді. Нәтижесінде электролиттің құрамына кіретін химиялық элементтер бөлінеді.

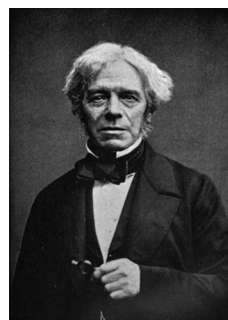
Электродтарда заттардың бөліну құбылысы *электролиз* деп аталады. Электролизді ағылшын физигі М. Фарадей зерттеп, электролиз заңын ашқан.

Электродтарда бөлінетін зат массасы электролит арқылы өтетін зарядқа тура пропорционал:

$$m = kq. \quad (30.1)$$

$q = It$ болғандықтан, *электролиз заңын*

$$m = kIt \quad (30.2)$$



Майкл Фарадей
(1791—1867)

түрінде жазамыз. Көріп отырғандарындай, электродта бөлінетін зат массасы электролиттен өтетін ток күші мен ток өтетін уақытқа тура пропорционал.

(30.1) формуладағы k коэффициенті заттың *электрохимиялық эквиваленті* деп аталады. Оны эксперимент жүзінде табады.

Заттың электрохимиялық эквиваленті — электролиттен 1 Кл электр заряды өткенде электродта бөлінетін зат массасымен анықталатын физикалық шама. ХБ жүйесінде заттың электрохимиялық эквивалентінің өлшем бірлігі $[k] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Электролиз техникада кеңінен қолданылады. Электролиздің қолданылуына мысал 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 жұқа қабатымен қаптайды. Осы процесті *гальваностегия* деп атайды. Мұны бұйымды тоттанудан қорғау мақсатында жасайды. Бұйым тоттанбайтын никель және хром металмен қапталады.

3) Гальвонопластика — бұйымның бұдыр көшірмелерін дайындау тәсілін орыс ғалымы Б.С. Якоби ойлап тапқан. Осы тәсілмен ол 1836 жылы Санкт-Петербургтегі Исаакиев соборының қуыс фигураларын жасаған.

4) Анодтау — металдарда оксидтік қорғаныс қабатын алу.

5) Металл бұйымдарының бетін электрохимиялық жолмен өңдеу (жылтырату).

6) Су тазарту. Суды қоспалардан тазартып, жұмсақ, тұщы су алады.

7) Кесетін аспаптарды (ота пышақтарын, ұстараны) электрохимиялық жолмен қайрау.



1. Неліктен тазартылған су электр тогын өткізбейді?
- 2. Суға тұз немесе қышқыл қоссақ, суда қандай өзгеріс болады?
3. Электролит деп нені түсінесің?
4. Электролиз деп нені айтады?
- 5. Неге өткізгіштің ашық жеріне қол тигізуге болмайды?
- 6. Неге бұйымды гальваникалық тәсілмен қаптау үшін никель мен хромды қолданады?
- 7. Неге жарықтандырғыш желісінің сымдарын (өткізгіштерін) резеңкемен қаптайды? Ылғал бөлменің сымдарын сыртынан смоламен қаптайды. Неге?
- 8. Электролиздің техникада қолданылуына мысал келтіріңдер.



19-жаттығу

1. Электролиз кезінде ток күші 4 А болғанда, 20 мин ішінде қанша алюминий бөлінеді?
(Жауабы: 0,432 г)
2. 10 мин ішінде электродта 670 мг күміс бөлінді. Ваннаға тізбектей жалғанған амперметр 0,9 А көрсетеді. Амперметрдің көрсетуі дұрыс па?
3. Қанша уақыттың ішінде мыс хлоры (CuCl_2) ерітіндісінде электролиз кезінде массасы 4,74 г мыс бөлінді? 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 бөлінуі үшін ерітіндіні қыздыруға қанша қуат жұмсалуы керек?
(Жауабы: 364 Вт)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

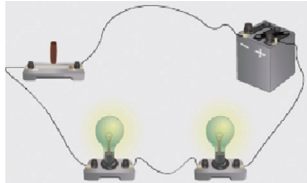
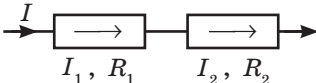
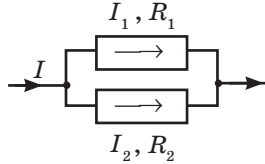
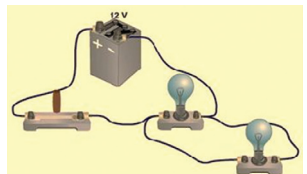
Тұрақты электр тогы

Электр тогы — электр өрісі әсерінен зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысы. Токтың бағытына оң зарядталған бөлшектердің қозғалыс бағыты алынады. Ток күші мен оның бағыты уақыт өтуімен өзгермесе, оны тұрақты ток деп атайды.



Электр тізбегін сипаттайтын шамалар **Ток көзін сипаттайтын шамалар**

Ток күші $I = \frac{q}{t}$ (А)	Электр қозғаушы күш (ЭҚК) $\mathcal{E} = \frac{A_6}{q}$ (В)
Кернеу $U = \frac{A_{эл. өр}}{q}$ (В)	Ішкі кедергі r (Ом)
Кедергі $R = \rho \frac{l}{S}$ (Ом)	

	Өткізгіштерді тізбектей жалғаудың белгілері	Өткізгіштерді параллель жалғау белгілері
		
	$I_1 = I_2 = I$	$I = I_1 + I_2$
	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

Өткізгіштің бойынан ток өткенде оның жылулық әсері байқалады. Осы әсер салдарынан бөлінген жылу *Джоуль-Ленц* заңынан табылады: $Q = I^2 R t$.

Электролиттен өткен токтың химиялық әсері байқалады. Салдарынан бөлінген зат массасын *Фарадей* заңынан табады: $m = k q$.

Тізбек бөлігіне арналған Ом заңы: $I = \frac{U}{R}$.

Толық тізбек бөлігіне арналған Ом заңы: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$.

Электромагниттік құбылыстар

Жерді қоршап тұрған магнит өрісі оны ғарыштық сәулелерден қорғайды.

Магнит өрісі Жерді қалай қорғайды?

Электрөлшеуіш құралдардың көмегімен электр күзбегін сипаттайтын ток күші, кернеу, кедергі, қуат т.б. шамаларды өлшейді.

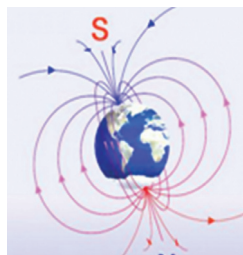
Электрөлшеуіш құралдардың жұмыс істеу принципін негізінде не жатыр?

Өндірісте темір сынықтарын, басқа да темір заттарды тасымалдау үшін электромагниттер кеңінен қолданылады.

Электромагниттермен неге тек қана темір нәрселерді тасымалдауға болады? Олардың жұмысының негізінде не жатыр?

Қазір өмірді электрлік көліктерсіз, электр-қозғалтқыштарсыз, трансформаторсыз елестету қиын.

Магниттік өзара әсер және электроқозғалтқыштар. Бұларды не біріктіреді?



§ 31. Тұрақты магниттер. Магнит өрісі



Тірек сөздер:

- ✓ магниттер
- ✓ тұрақты магниттер
- ✓ магнит өрісі
- ✓ магнит өрісінің күш сызықтары
- ✓ жердің магнит өрісі



Сендер бүгінгі сабақта:

- магниттердің негізгі қасиеттерін сипаттауды және магнит өрісін күш сызықтары арқылы графиттік түрде кескіндеуді үйренесіңдер.



- Магниттер туралы не білетіндеріңді еске түсіріңдер. Магниттердің қандай негізгі қасиеттерін білесіңдер?
Шегелер магниттерге тартылып, одан соң өздері темір ұнтақтарын тарта бастайды. Неге бұлай болатыны туралы ойланыңдар.

Магниттер сендер күнделікті қолданып жүретін құрылғыларда кеңінен қолданылады. Сендер магниттермен бала кездеріңнен таныс-сыңдар.

Магниттерге көзіміз үйреніп кеткені сондай, тіпті айналамызда қанша магнит барын да білмейсіңдер. Ойланып қарасақ біздің пәтерімізде ондаған магниттер бар: олар электр сақалқырғыштарда, магнитофондарда, сағаттарда, шеге салған қораптарда да бар. Тіпті біздің денемізде ағып жатқан биотоктар айналамызда магнит өрісі күш сызықтарының ғажайып өрнектерін салады. Жер – алып магнит. Күн – сары плазма шар, ол Жерден де алып үлкен магнит. Телескоптармен әрең көрінетін Галактикалар мен тұмандықтардың үлкендігі сондай, олардың өлшемдерін елестету қиын, олар да магниттер. Термоядролық синтез, электр энергиясын магнитодинамикалық өндіру, зарядталған бөлшектерді синхрофазатрондарда үдету, суға батқан кемелерді шығару – осының бәрінде бұрын естіп білмеген ғаламат үлкен магниттер қажет. Заманауи физика мен техниканың негізгі өзекті мәселелерінің бірі күшті, аса қуатты магниттерді алу болып табылады.

Магниттік өзара әсер туралы тереңірек тоқталып, қарастырайық.

Күшті магниттік заттардың магниттік қасиеттері көне заманнан белгілі болған. Қытайда үш мың жылдан артық уақыт бұрын магнит тілшесінің солтүстіктен оңтүстікке қарай бағдарланып орналасатын қасиетін практикада қолдана бастаған. Сол кездің өзінде бұл елдің ғалымдары көліктерге “бағыттауыштар” орнатқан, олар қолы тұрақты

магниттің көмегімен ылғи оңтүстікті көрсетіп тұратын адам мүсіні не ылғи оңтүстікке қарап тұратын магниттелген қасық түрінде жасалатын (31.1-сурет).



31.1-сурет

Магниттің қасиеттері көне грек елінде де әйгілі болған, оған біздің заманымызға дейін жеткен аңыздар дәлел бола алады. Аңыздардың бірінде темір заттарды өзіне тартатын тау туралы айтылады. Теңіз жағасында тұрған бұл тау оған жақын жүзіп келген кемелердің шегелерін тартып суырып алады екен, содан кемелер қирап, теңізшілер апат болған.

Б.з. V ғасырында көне қала Магнесияның (ол қазіргі Түркия аумағында орналасқан) маңында көптеп кездесетін магнетит минералының жіпке ілінген кесектері үнемі бір бағытта бағдарланып тұратыны белгілі болған (31.2-сурет). Сонымен қатар, бұл минералдың магниттік қасиеттері бар – ол өзіне темір, кобальт, никельден жасалған заттарды тартады. Магнит сөзінің өзі осы Магнесия қаласының атынан шыққан, “magnetis lithos” сөз тіркесі “Магнесияның тасы” мағынасын білдіреді (31.2-сурет).

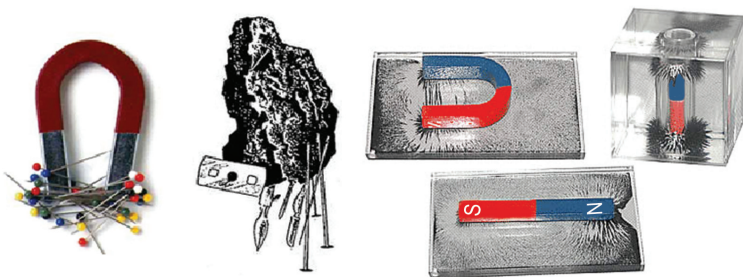
Қазіргі кезде магниттердің екі түрі белгілі: *табиғи* және *жасанды*. Табиғи магниттерге темір кені, никель мен кобальттың қорытпалары жатады. Никель, кобальт немесе темірден жасалған заттар электр тогының әсерінен магниттік қасиетке ие болады. Олар жасанды магнитке айналады.

Магниттік қасиеттерін ұзақ уақыт сақтап тұра алатын заттар *тұрақты магниттер* деп аталады. Олар жасанды магнитке жатады.

Тұрақты магниттер бізге етене таныс. Олар бір рет магниттелген соң ұзақ уақыт бойы қалдық магниттелудің белгілі бір дәрежесін сақтап тұрады, міне, осы мағынада оларды тұрақты магниттер деп атайды. Тұрақты магниттердің түріне қарай сипаттамалары мен қасиеттері де бір-бірінен өзгеше. Олардың кейбіреуі магниттелуін жеңіл жоғалтады, ал басқа біреулерінің магниттелуін жою қиынға түседі. Кейбіреулері магниттелген соң аса күшті магниттік қасиетке ие болса, басқа біреулердікі әлсіз болады. Тұрақты магниттердің магниттік қасиеттері температураға тәуелді.



31.2-сурет



31.3-сурет

Тұрақты магниттерді тек үш химиялық элементтерден және олардың қорытпаларынан жасауға болады — темір, кобальт және никель.

Тәжірибе тұрақты магниттің әртүрлі бөліктері темір ұнтақтарын түрліше дәрежеде тартатынын (31.3-сурет) көрсетеді. Ең үлкен тарту күшіне магниттің ұштары ие. Оларды магниттің полюстері деп атайды. Кез келген магниттің екі полюсі бар — *солтүстік* және *оңтүстік*. Солтүстік полюсін *N (North)*, оңтүстік полюсін *S (South)* әрпімен белгілейді.

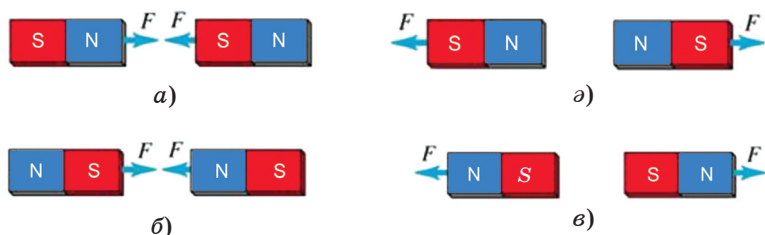
Егер жұқа жолақ пішіні тұрақты магнитті суда жүзіп жүрген ағаш тақтайшаның үстіне қойса, ол бір ұшы жердің солтүстік полюсін, екінші ұшы оңтүстік полюсін көрсететіндей болып, бұрылып орналасады. Сондықтан да магниттің ұштарын сәйкесінше солтүстік және оңтүстік полюстер деп атайды. Осы бақылаулар компас жасауға түрткі болды. Алғашқы компастар Қытайда III ғасырда пайда болады. Еуропада компасты XII ғасырдан бастап қолданыла бастады. Бұдан кейін магнит тілшелері жасалып, олар Жердің магнит өрісінің әсерінен бағдарланады.

Егер жылтыр үстелдің үстіне екі жолақ магнитті қатар қойса, олардың аттас полюстері тебіліп, әраттас полюстері өзара тартылатынын көресіндер (31.4-сурет).

Магниттердің өзара әсері, олардың магнит тілшелеріне немесе темір ұнтақтарына әсері материяның ерекше түрі — *магнит өрісі* арқылы жүзеге асады.

Магнит өрісі деп электр тогы бар өткізгіштердің өзара әсерлесуін жүзеге асыратын материяның түрін айтады.

Магнит өрісінің бар-жоғын оның магнит тілшелеріне, темір ұнтақтарына әсері арқылы анықтаймыз.



31.4-сурет

Мұны білесіңдер

Темір мен оның қорытпалары, никель мен кобальттың күшті магниттелу қабілеті оларды жоғары температураға дейін қыздырғанда жойылып кетеді. Таза темір бұл қабілетін 753°C -қа дейін қыздырғанда, кобальт 1127°C -қа, никель 358°C температурада жоғалтады.



Мөлдір органикалық шыны (оргстекло) бетіне темір ұнтақтарын сеуіп, астына жолақ және таға тәрізді магниттерді орналастырайық. Ұнтақтардың тұйық сызықтарды бойлай орналасатынын көресіңдер (31.5-сурет). Магнит полюстерінің орнына байланысты осы сызықтардың пішіндері де әртүрлі болады. Магнит өрісінің күш сызықтарының суретін алу үшін шыныны жайлап саусақпен соққылап, ұнтақты сілкіп қою керек.

Магниттік өзара әсерді кескіндеу ыңғайлы болу үшін ғалымдар магнит өрісінің күш сызықтары ұғымын енгізуді ұсынды.

Магнит өрісінің күш сызықтары — бұл ойша сызылған кішкентай магнит тілшелерінің осьтерін бойлай орналасқан сызықтар. Магнит



а)

б)

в)

31.5-сурет

өрісінің күш сызықтары тұйық сызықтар, олардың басы да, аяғы да жоқ. Күш сызықтары магниттің солтүстік полюсінен шығып, оңтүстік полюсіне кіріп жатады деп есептеледі. Магнит өрісінің бағыты магнит тілшесінің солтүстік ұшының бағытымен бірдей.

Магнит өрісінің әсері үлкен аймақтарда күш сызықтары жиі шоғырланады. Әрине, күш сызықтары шын мәнінде магнит өрісінде жоқ, олар ойша сызықтар.



- Табиғаттағы су айналымын сипаттаңдар. Жердегі тіршілік үшін оның қандай маңызы бар? Қысқаша түсініктеме дайындаңдар.

Көптеген тәжірибелерде темір ұнтақтары магнит тілшелердің орнына жүреді, себебі олар магнит өрісінде магниттеліп, магнит тілшесі сияқты болып қалады.

Егер жолақ магнитті екіге бөлсе, олардың әрқайсысында екі полюстен болады, басқаша айтқанда, магниттердің әрқашан екі полюсі болады: солтүстік және оңтүстік.

Магниттердің қасиеттерін зерттеу тарихына үңілейік.

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 қалай әсер ететінін зерттеді. Гильберт кішкене темір тілшенің шар маңында қозғалысы жерге жақын орналасқан горизонталь осьтен айнала алатын компас тілшесінің қозғалысына ұқсас екенін байқады, сондықтан ол Жер дегеніміз алып магнит деген қорытындыға келеді.

Гильберт магниттің мынадай маңызды қасиеттерін тұжырымдады:

1. Магниттің екі полюсі бар (солтүстік және оңтүстік), оның әр бөлігінде тарту күші әртүрлі: ол полюстерде барынша көп байқалады.

2. Өраттас полюстер тартылады, аттас полюстер тебіледі.

3. Жіпке ілінген магнит солтүстік пен оңтүстікті көрсетіп, кеңістікте бағдарланып орналасады.

4. Жер шары — үлкен магнит. Бір ғана полюсі бар магнит болмайды.

Жердің магнит өрісі бар екенін француз физигі А.М.Ампердің зерттеулері дәлелдеді. Оны Жердің ядросында циркуляция жасайтын дөңгелек токтар тудырады (31.6-сурет).

Жердің ядросы темірден тұратын сұйық зат; онда дөңгелек токтар циркуляция жасап жүреді. Магнит өрісін осы токтар тудырады.

Жердің магнит және географиялық полюстері бір-біріне сәйкес келмейді. Оңтүстік магниттік полюсі *S* географиялық солтүстік полюске жақын, Виктория көлінің (Канада) солтүстік жағалауының маңында орналасқан. Солтүстік магнит полюсі *N* оңтүстік географиялық полюске жақын Антарктида жағалауларының маңында орналасқан. Жердің магнит полюстері жылжып отырады.



31.6-сурет

Жердің магнит өрісі – біздің планетамызды ғарыштық сәулелерден қорғап тұрған көрінбейтін қалқан. Ол зиянды бөлшектерді Жер бетіне, планетаны айналып өтетіндей бұрып жібереді. Егер магнит өрісі болмаса, біздің Жеріміз Марстың бетіне ұқсар еді.

Мұны білесіңдер

Жер бетінің кейбір аймақтарында оның магнит өрісі сол жердегі азғантай тереңдікте жатқан темір кендерінің магнит өрісінің салдарынан қатты өзгеріске ұшыраған. Осындай аймақтың бірі – Ресейдің Курск облысында орналасқан, оны Курск магнит аномалиясы дейді.

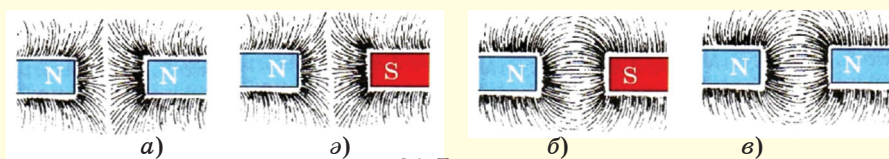
Тұрақты магниттердің қолданылу салаларын атап өтейік.

1. Автомобильдердің электргенераторларында.
2. Радиомикрофондарда.
3. Магнитофондарда.
4. Дыбыс зорайтқыштарда.
5. Трансформаторларда.

Тіс дәрігерлері тіс протездері жақсы жабысып тұру үшін магнитке орналасқан импланттар қолданады. Олар бір-біріне тартылып, қозғалмай тұрады.

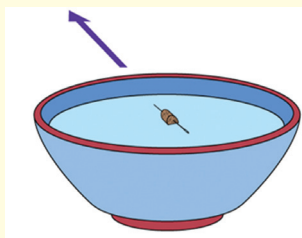


1. Тұрақты магниттер өрісінде темір ұнтақтарының орналасуын көрсететін тәжірибелер жасаңдар. Тәжірибе нәтижелерін түсіндіріңдер.
2. Магнит полюстерінің әсерлесу ережелерін тұжырымдаңдар
- *3. Өзің компас жасап ал. Ол үшін қандай заттар керек? Компастың жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.
- *4. Бір магнитпен көптеген болат таяқшаларды магниттеуге болады. Бұл таяқшалар қандай энергияның есебінен магниттеледі?
- 5. Төмендегі 31.7-суреттің қайсысында магнит өрісінің күш сызықтары дұрыс бейнеленген?

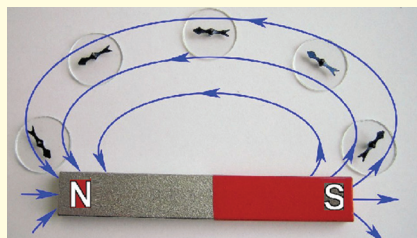


31.7-сурет

- *6. Тәжірибе жасаңдар. Оргшыныға темір ұнтақтарын сеуіп, астына жолақ магнитті әкеліп айналдырыңдар. Бақылаған құбылысты түсіндіріңдер.
- 7. 31.8-суреттегі “құрылғыны” қандай мақсатта пайдалануға болады?



31.8-сурет



31.9-сурет

- 8. 31.9-суреттегі қатені табыңдар.
- *9. Жердің магнит өрісі солтүстік шұғыланың пайда болуына қалай қатысты?
- *10. Солтүстік шұғыла неге тек Жердің полюстерінде байқалады?
- *11. Неге магнит өрісі жоқ планетада тіршілік жоқ?
- *12. Екі бірдей болат біздің біреуі магниттелген. Осы екі бізді ғана пайдалана отырып, екеуінің қайсысы магниттелгенін қалай білуге болады?

Осы тақырыпта не үйрендіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Магнит туралы бұрын не білесің?	Қандай жаңа деректер алдық

§ 32. Тоғы бар түзу өткізгіштің магнит өрісі. Тоғы бар шарғының магнит өрісі



Тірек сөздер:

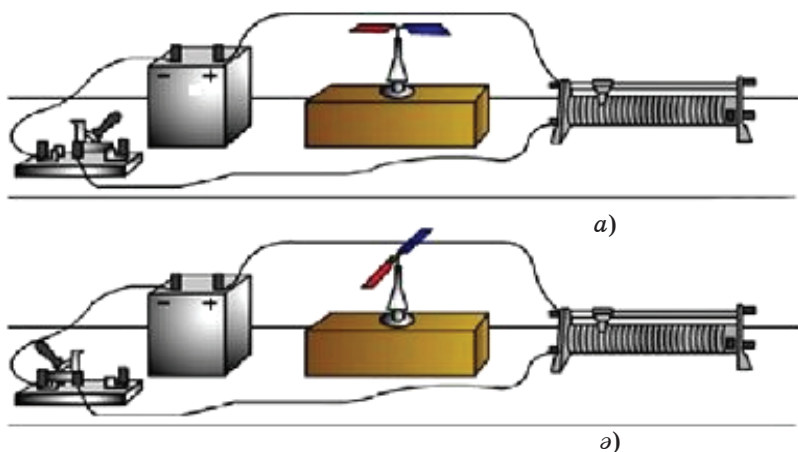
- ✓ магниттік өзара әсер
- ✓ магнит өрісі
- ✓ магнит өрісінің күш сызықтары
- ✓ оң қолмен орай ұстау ережесі



Сендер бүгінгі сабақта:

- магнит өрісінің қасиеттерін түсіндіріп, түзу ток пен соленоидтың магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын анықтауды үйренесіңдер.

1820 жылы дат физигі Эрстед тәжірибе жүзінде электр тогының магнит тілшесіне әсер ететінін байқады. Ол тоғы бар өткізгіштің маңында магнит өрісі пайда болады деп болжады. Осы жаңалық физиканың жаңа бөлімі – электромагнитизмнің пайда болуына себепші болды.

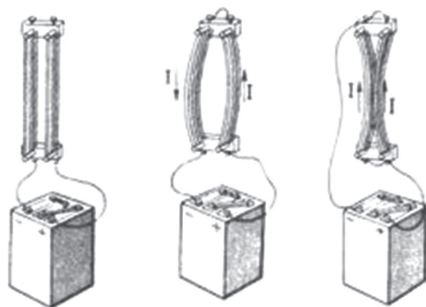


32.1-сурет

Осы тәжірибені қарастырайық (32.1-сурет). Ток көзінен тартылған қатты металл сымның жанына иненің ұшына кигізілген магнит тілшесі қойылған. Сымнан әлі ток жүрмей тұрғанда тілше солтүстікті көрсетіп тұрады (32.1, а-сурет). Енді сымның ұштарын ток көзіне қосайық. Сонда тілше өзінің бастапқы қалпынан ауытқиды (32.1, б-сурет). Тілшені сымнан алыс басқа жерге де қоюға болады, бірақ нәтиже өзгермейді: *тізбек тұйықталған кезде тілше бұрылып, сымға перпендикуляр орналасады.*

Эрстед тәжірибенің нәтижесін былайша түсіндіреді: **тогы бар өткізгіштің айналасындағы кеңістікте магнит өрісінің әсерінен магнит тілшесі ауытқиды.** Сендер алдыңғы параграфтарда тұрақты магниттің магнит өрісі болатынын сипаттай отырып, онымен танысуды бастаған болатынсыңдар. Эрстед тәжірибесі өткізгіштің бойынан жүріп жатқан электр тогы оның айналасындағы кеңістікте магнит өрісін тудыратынын көрсетті.

Француз физигі А. М. Ампер токтардың өзара әсерлесуі қозғалмайтын электр зарядтарының өзара әсерлесуінен өзгеше деп есептеген. Ол параллель токтардың өзара әсерлеуін көрсететін тәжірибе жасады (32.2-сурет). Тәжірибелер токтардың өзара әсерлесуі магнит өрісі арқылы жүзеге асатынын 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 арақашықтығына тәуелді. Токтардың бұл өзара әсері магниттік өзара әсер деп, ал токтардың өзара әсер күші *магниттік күш* деп аталды.



32.2-сурет

Ампер мен Эрстед өздерінің тәжірибелерінде магнит өрісі тек қана тұрақты магниттердің емес, электр тогының да айналасында және зарядталған бөлшектердің қозғалысы кезінде пайда болатынын көрсетті.

Магнит өрісі – бұл токтар мен қозғалыстағы зарядтардың өзара әсерлесуін жүзеге асыратын материяның айрықша түрі.

Есте сақта!

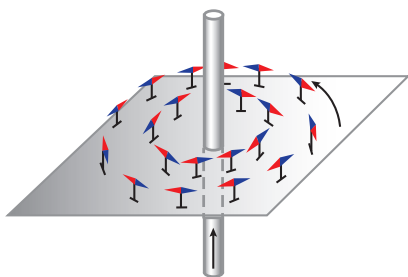
Қозғалмайтын электр зарядтары электростатикалық өрісін, ал қозғалыстағы зарядтар (ток) магнит өрісін тудырады.

Тоғы бар түзу өткізгіш тудыратын магнит өрісі қандай болатынын қарастырайық. Ол үшін мөлдір оргшыныны тесіп, одан түзу өткізгішті өткізіп, өткізгіштің бойынан ток жіберейік (32.3-сурет). Магнит тілшелері өткізгішті айнала шеңберлердің бойымен орналасады. Егер өткізгіштегі токтың бағытын қарама-қарсы бағытқа ауыстырса, тілшелер бірден қарама-қарсы жаққа бұрылады. Оргшыныға магнит тілшелердің орнына темір ұнтағын себетін болсақ, олар да өткізгіштің айналасында шеңбердің бойымен, ал яғни ұнтақтар өткізгішке таяу жерлерде жиі, одан алыстаған сайын сирек орналасады (32.4-сурет). Бұл магнит өрісі өткізгіштен алыстаған сайын азая түсетінін көрсетеді.

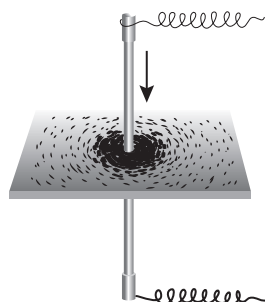
Мұндай сызықтардың пайда болу себебі, олар магниттеліп, кішкене магнит тілшелері сияқты күш сызықтарының бойымен орналасып, бұрылады да, сақина тәрізді кішкене шынжырлар құрайды. Сонымен, тоғы бар түзу өткізгіштің магнит өрісінің күш сызықтары өткізгішті айнала қоршап жатқан концентрлі шеңберлер болып табылады.

Магнит өрісінің күш сызықтарының бағытына магнит тілшесінің солтүстік ұшының бағытын алу келісілген. Мысалы, 32.3-суретте тілшелердің солтүстік ұштарының бағыты өрістің күш сызықтары сағат тілінің бағытына қарама-қарсы екенін көрсетіп тұр.

Тоғы бар түзу өткізгіштегі магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын оң қол ережесі арқылы анықтайды. **Оң қол ережесі:** егер тұзу токты оң қолдың алақанымен орай ұстасақ, бас бармақ токтың бағытын, ал қалған төрт саусақ магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.



32.3-сурет



32.4-сурет

Осы ережені “оң бұрғы ережесі” түрінде де тұжырымдауға болады: *егер оң бұрандалы бұрғының ұшы токтың бағытымен қозғалса, оның сабының айналу бағыты магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын көрсетеді.*

Сонымен, түзу өткізгіштен өтіп жатқан токтың магнит өрісінің күш сызықтары шеңбер сияқты.

Енді спираль тәрізді бұратылған өткізгіштен ток өткенде оның магнит өрісі қандай болатынын қарастырайық (32.5-сурет). Мұндай өткізгіш шарғы немесе *соленоид* деп аталады (грекше “solen” — түтік). Өткізгішті оргшыныға орналастырып, шыныға темір ұнтақтарын себейік (32.5-сурет). Суреттен ұнтақтар түйік сызықтардың бойымен орналасқаны және олар соленоидтің ішінде жиі екені анық көрініп тұр. Олай болса, соленоидтің ішіндегі магнит өрісі оның сыртындағы өрістен күштірек. Сонымен қатар, соленоидтің ішінде ұнтақтар түзу сызық жасап орналасқан. Бұл соленоидтің ішіндегі өріс біртекті екенін көрсетеді.



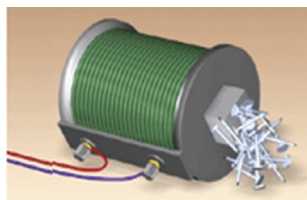
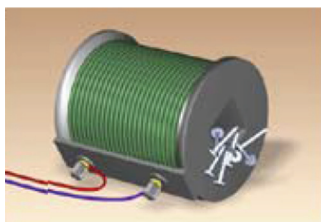
32.5-сурет

Енді сымды цилиндр тәрізді қатты беттің сыртына айналдыратығыз орасақ, шарғы (катушка) аламыз. (32.6-сурет). Шарғының бойынан ток жіберіп, оған ұсақ шегелерді жақындатсақ, олардың біразы шарғыға тартылады. Егер шарғының ішіне болат не темір өзекшені енгізсек, шарғыға тартылатын шегелердің саны әлдеқайда артық болатынын байқауға болады. Басқаша айтсақ, өзекшені енгізгенде магнит өрісі күшейеді. Электр оқашауланған сым оралған өзекшесі бар шарғы *электромагнит* деп аталады. Басқа шарттар бірдей болғанда электромагниттің магнит өрісі өзекшесіз шарғының немесе соленоидтің өрісінен әлдеқайда күшті болады.

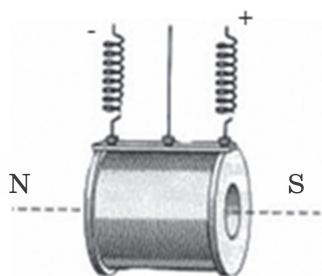


■ Соленоидке болат өзекше енгізгенде оның магнит өрісі күшейетін себебі не?

Соленоидтен ток жүргенде ол алдымен темір өзекшені магниттейді. Магниттелген темір өзекше өзінің магнит өрісін туғызады, бұл



32.6-сурет



32.7-сурет

өрістің бағыты соленоидтегі магнит өрісінің бағытымен бағыттас. Сендер шарғыға тартылатын шегелер немесе скрепкалардың саны артқанына қарап осындай қорытындыға келдіңдер. Егер шарғыдан өтетін ток күшін арттырсақ, магнит өрісі де артады.

Ток күшін өзгертпей, шарғының орамасындағы орам санын арттыра отырып та магнит өрісін күшейтуге болады. Себебі, орам саны артқан сайын әрбір орамның магнит өрісі

бір-біріне қосылып, нәтижесінде пайда болған магнит өрісі артады.

Олай болса, тогы бар шарғының магнит өрісі Жердің магнит өрісімен әсерлеседі де, бағдарланады.

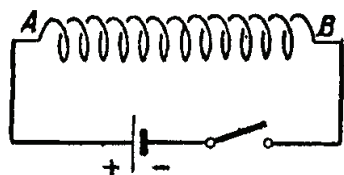
Мұны білесіңдер

Жіпке ілінген шарғыдан ток өткенде ол Жердің магнит өрісінің әсерінен компастық тілшесі сияқты бағдарланып орналасады (32.7-сурет).

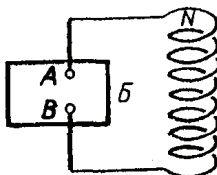
Индуктивтік шарғылар кассалық аппараттарда, билеттер мен чектерді кесуде, электркелтіргіштерде, телефон түтіктерінде, әртүрлі айырғыштарда, электр өлшеуіш құралдарды, заводтарда жүк көтергіш машиналарды, магниттік айырғыштарда т.б. жерлерде қолданылады.



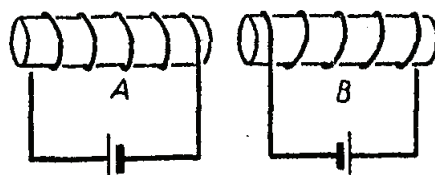
1. Соленоид (сымды бір қатар ораған шарғы) арқылы ток өткен кездегі шарғының полюстерін анықтаңдар (32.8-сурет).
2. Шарғыдағы бағыты мен ток көзінің полюстерінің таңбасын анықтаңдар (32.9-сурет). Солтүстік магнит полюсі шарғының жоғарғы ұшында орналасқан.
3. А шарғының (32.10-сурет) орамасы сағат тілінің бағытымен, ал В шарғының орамасы сағат тіліне қарама-қарсы бағытта жасалған. Электромагниттердің сол жақ ұштарының полюстері бірдей болады ма? Түсіндіріңдер.



32.8-сурет



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 шеңбер бойымен орналастыратын қандай күш?
- 4. Тоғы бар өткізгіштің маңында күш өрісі бар екенін қандай тәжірибелер дәлелдейді?
- 5. Органынның бетіне себілген темір ұнтақтарымен жасалған тәжірибе нені тағайындауға көмектеседі?
6. Оң қол ережесі қандай мақсатта қолданылады?
7. Оң қол ережесінің орнына қандай ережені қолдануға болады?
- 8. Соленоидтың магнит өрісін зерттеу үшін нені қолданады?
9. Соленоидтің магнит өрісінің күш сызықтары қандай?
10. Тоғы бар шарғының магниттік әсерін қалай күшейтуге болады?
- 11. Электромагниттің магнит өрісі неге соленоидтікінен күшті?
- *12. Қолдан магнит жасау тәсілін ұсыныңдар.
- 13. Соленоидтің полюстерін қалай анықтайды?



20-жаттығу

1. Дәптерге түзу өткізгішті сызып, ондағы токтың бағытын көрсетіңдер.
2. Түзу токтың магнит өрісінің күш сызықтарын сызып, олардың бағытын көрсетіңдер. Бұл үшін қандай ережені қолдандыңдар?
3. Индуктивті шарғыны сызып, ондағы токтың бағытын көрсетіңдер.
4. Шарғының магнит өрісінің күш сызықтарын сызып, олардың бағытын көрсет. Бұл жерде қандай ереже қолдандың?
5. Егер: а) шарғының орам санын арттырса, ә) ондағы ток күшін арттырса, б) шарғыға болат өзекше енгізсе шарғының магнит өрісінің күш сызықтарының картинасы қалай өзгереді?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

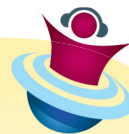
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 33. Электромагниттер және олардың қолданылуы



Тірек сөздер:

- ✓ **электромагнит**
- ✓ **электромагниттің магнит өрісі**



Сендер бүгінгі сабақта:

- әртүрлі пішіндегі өткізгіштен өтетін токтар тудыратын магнит өрістерін салыстыруды;
- электромагниттердің әсер принципін үйренесіңдер.

Темір өзекше (оны *ферромагнит* деп те атайды) енгізілген шарғы электромагнит болып табылады (33.1-сурет).

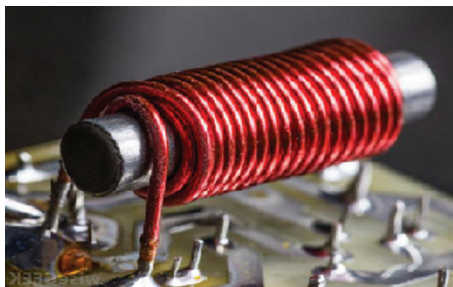
Электромагнитті орамдарынан ток жүріп тұрғанда ғана магнит деп қарастыруға болады. Токтың бағытын өзгерткен электромагниттің полюстері де өзгереді.

Электромагниттің артықшылықтары:

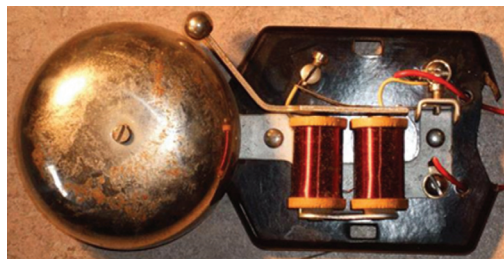
1. Олардың өлшемдері микроскопиялық мөлшерден өте үлкен мөндерге дейін болуы мүмкін.
2. Электромагниттің орамасын ток көзіне қосып, ажырату арқылы оны тез магниттеп, керісінше магниттік қасиетінен айыруға болады.
3. Ток күшін, орам санын және өзекшені өзгерте отырып, магниттік әсерді оңай басқаруға болады.
4. Токтың бағытын өзгертіп, магниттік күштің бағытын да өзгертуге болады.

Міне, осы себепті электромагниттердің кең таралуын түсіндіруге болады, яғни электромагниттер қолданылмайтын электротехниканың саласы жоқ. Мысалы, магниттік ажыратқыштарға температураның өзгерісі онша әсер ете қоймайды, сондықтан олар токтың оптимал мәнін ұстап тұра алады.

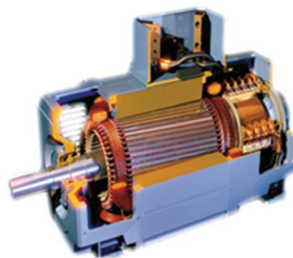
Электромагниттер және оларды қолдану. Электромагниттерді ақпаратты сақтау үшін жиі қолданады. Көптеген материалдар магнит өрісін жұтып, артынан оны оқу арқылы ақпарат алуға болады. Олар кез келген заманауи құрылғыларда пайдаланылады. Колонкаларда, дыбыс



33.1-сурет



33.2-сурет



33.3-сурет

зорайтқыштарда, магнитофондарда ток күшінің бағыты мен шамасы өзгергенде магниттік күштің де өзгеретініне негізделіп, электромагниттер пайдаланылады.

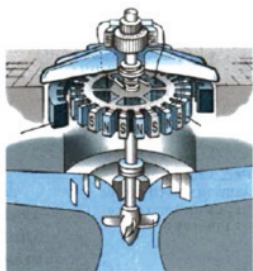
Өмірде электромагниттерді қайда қолданады? Ең қарапайым қолданыс — бұл есіктің қоңыраулары (33.2-сурет) мен электромагниттік құлыптар.

Күшті өріс тудыра отырып есікке электромагниттік блокировка жасауға болады. Электромагнит арқылы ток өтіп тұрғанда есік те жабық тұрады. Телевизорлар, компьютерлер, автомобильдер, лифтілер, көшіргіш аппараттар т.б. — міне, осының бәрінде де электромагниттер қолданыс тапқан.

Заманауи өмірде электроқозғалтқыштар (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, автокөліктерді утильдеу үшін бір жерден екінші жерге көтеріп қоюға болады. Көлік қатынастары саласында да электромагниттер кеңінен қолданыс табуда. Азия мен Еуропада автомобильдерді тасымалдау үшін электромагниттерді пайдаланады. Бұл тәсіл оларды аса үлкен жылдамдықпен қозғалтуға мүмкіндік береді.

Электромагниттер металл сынықтарын сұрыптауда, шойын және басқа да қара металдарды түсті металдардан бөліп алуға мүмкіндік береді.



33.4-сурет



33.5-сурет



1. Тоғы бар шарғылар қалай әсерлеседі?
- 2. Шарғының қай ұшы солтүстік, қай ұшы оңтүстік полюс екенін қалай ажыратуға болады?
3. Электромагниттер неге кеңінен қолданылады? Өз нұсқаларыңды ұсыныңдар.
- 4. Қуаты 40 Вт электр шамына тізбектей жалғанған электр қоңыраудың дауысы ақырын естіледі. Қуаты (25 Вт немесе 60 Вт) қандай шаммен ауыстырғанда қоңырау қатты естілетін болады?
- *5. Суреттегі (33.6-сурет) құралдарды сыммен жалғастырыңдар. Сонда айырғышты (1) басқанда аккумулятор (2) арқылы қоңырау (3) іске қосылатын болсын.



33.6-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

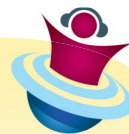
Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 34. Магнит өрісінің тоғы бар өткізгішке әсері, электрқозғалтқыштар, электр өлшеуіш құралдар



Тірек сөздер:

- ✓ ампер тәжірибесі
- ✓ ампер күші
- ✓ сол қол ережесі
- ✓ магнит индукциясының векторы
- ✓ электрқозғалтқыш
- ✓ электр өлшеуіш құралдар
- ✓ электр магниттік реле

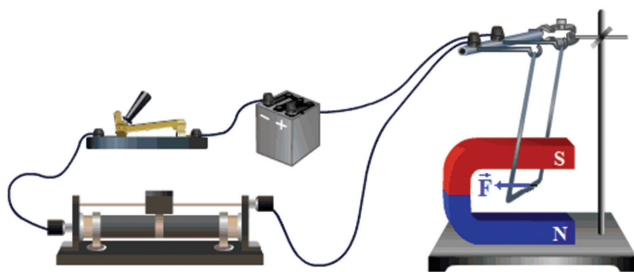


Сендер бүгінгі сабақта:

- магнит өрісінің тоғы бар өткізгішке әсерін сипаттауды;
- электрқозғалтқыштың электр өлшеуіш құралдардың, электромагнитті құралдардың құрылымы мен жұмысын түсіндіруді үйренесіңдер.



- Күнделікті өмірде біз электр тоғы мен оның әсерлерімен көп кездесеміз: трамвайлар, троллейбустар, электр тауарлар, шаңсорғыштар, кір жуатын машиналар. Олар қалай жұмыс істейді? Оларды қозғалысқа келтіретін не?



34.1-сурет

Ампер тогы бар параллель өткізгіштермен тәжірибе жасау арқылы, олардың өзара әсері магнит өрісі арқылы жүзеге асатынын дәлелдеді. Тексеру үшін Ампер таға тәрізді тұрақты магниттің полюстері арасында орналасқан тогы бар түзу өткізгішті қолданып, бірнеше тәжірибе жасады (34.1-сурет).

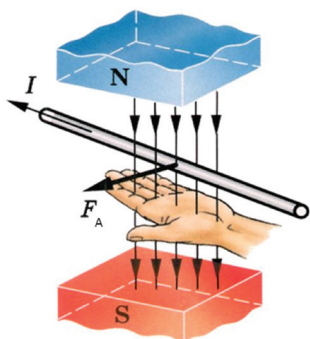
Өткізгіштен ток өткен кезде, Ампер магнит өрісі әрқашан тогы бар өткізгішке қандай да бір күшпен әсер ететінін анықтады. Ток күшін өзгерте отырып ол ток күші артқан сайын магнит өрісі тарапынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш те өсетінін анықтады. Сонымен қатар, магнит өрісінде тұрған өткізгіштің ұзындығы артқанда оған әсер етуші күштің артатыны дәлелденді. Егер өткізгіш магнит өрісінің күш сызықтарына перпендикуляр орналасса оған әсер ететін күштің мәні максимал, ал параллель орналасқанда нөлге тең болады. Сонымен қатар, магниттің өткізгішке әсер ететін күші магнит өрісінің өзіне тәуелді. Тәжірибелерді қорытындылай келе, Ампер магнит өрісі тарапынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш өткізгіштегі, ток күшіне оның актив бөлігінің ұзындығына (яғни өткізгіштің магнит өрісінде тұрған бөлігінің ұзындығына), магнит өрісінің шамасына тура пропорционал және өткізгіштің магнит өрісінде орналасу бұрышына тәуелді екенін анықтады.

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

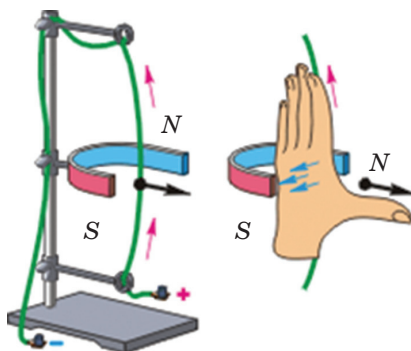
мұндағы I – өткізгіштегі ток күші, l – өткізгіштің магнит өрісінде тұрған бөлігінің ұзындығы, B – магнит индукциясының векторы (бұл шама магнит өрісін сипаттайды), α магнит өрісінің күш сызықтары мен өткізгіштегі токтың арасындағы бұрыш.

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. Ампер, өткізгіштегі токтың бағыты мен магниттің полюстері өзгергенде Ампер күшінің бағыты да өзгереді. Мысалы, 34.2-суретте Ампер күші солға қарай бағытталған, бірақ өткізгіштегі ток бағыты өзгергенде Ампер



34.2-сурет



34.3-сурет

күші оңға бағытталады, яғни өткізгіш магниттен ығыстырылады. Сол сияқты, магнитті 90° -қа бұрғанда Ампер күшінің бағыты өзгереді.

Ампер күшінің бағытын сол қол ережесі бойынша анықтауға болады: *егер сол қолды алақанын магнит өрісінің күш сызықтары кіретіндей етіп орналастырса, ал төрт саусақты токтың бағытымен бірдей бағыттаса, онда 90° -қа қайыра ұстаған бас бармақ Ампер күшінің бағытын көрсетеді* (34.2-сурет).

Осы ережені түсіндіретін, тағы бір суретке назар аударайық (34.3-сурет).

Магнит полюстерінің арасында магнит өрісінің күш сызықтары солтүстік полюстен оңтүстік полюске қарай бағытталады. Полюстердің арасына қойылған магнит тілшесі дәл осы бағытты көрсетеді.

Олай болса, 34.3-суретте күш сызықтары алақанға кіріп жату үшін алақанды төрт саусақты жоғары қаратып өзіңнен әрі қарай бұру керек. Сонда қайырылған бас бармақ өткізгіштің оңға қарай жылжитынын көрсетеді, тәжірибе де осыны анықтады.

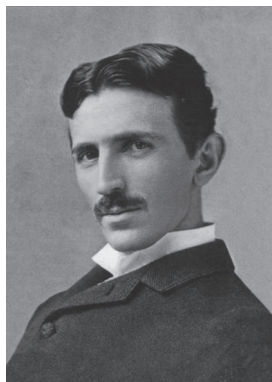
Енді неге өткізгіш күш сызықтарына перпендикуляр орналасқанда оған әсер ететін күш максимал болатыны түсінікті.

$$F_{\max} = B I \Delta l.$$

Осы өрнектен магнит индукция векторының физикалық мағынасын анықтауға болады.

Магнит индукция векторы деп магнит өрісі тарапынан ұзындығы 1 м, бойынан 1 А ток өтіп жатқан өткізгішке әсер ететін күшке тең физикалық шаманы айтамыз.

$$B = \frac{F_{\max}}{I \Delta l}.$$



Никола Тесла
(1856—1943)

ХБ жүйесінде магнит өрісінің индукциясы *Тесламен* (Тл) өлшенеді.

$$T_{\text{л}} = \frac{H}{A \cdot m}.$$

Бұл өлшем бірлік сербия физигі Н. Тесланың құрметіне аталады.

Ол біртекті магний өрісінде ұзындығы 1 м, бойынан 1А ток өтіп жатқан және магнит индукциясы векторына перпендикуляр тұрған өткізгішке 1Н күш әсер ететін магнит өрісінің индукциясына тең шама.



Доға тәрізді магниттің полюстерінің арасына төртбұрыш рама тәрізді тогы бар өткізгіш қояйық (34.4-сурет).

Раманың оң және сол жақ қабырғаларына сол қол ережесін қолданып, оларға әсер ететін Ампер күшінің бағытын анықтаңдар (34.4, а-сурет). Ол күштер раманы сағат тіліне қарама-қарсы бағытта айналдыратын күш моментін туғызады, соның әсерінен рама жазықтығы магнит өрісінің күш сызықтарына перпендикуляр болатындай бұрылып, орналасады. Бұл тәжірибеден магнит өрісі раманы бұратынын байқайсыңдар.

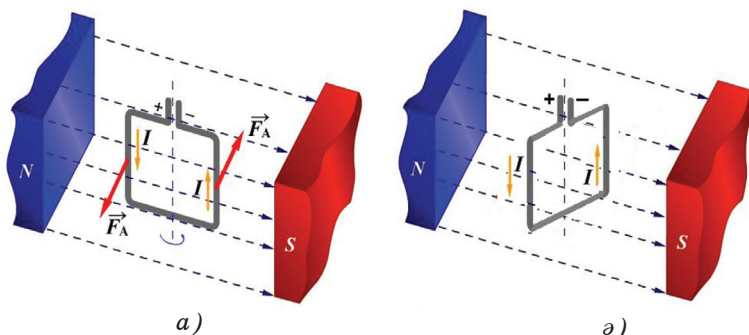


■ 34.4, ә-суреттегі токты өшірсек қандай құбылысты байқаймыз?

Рама магнит өрісінде қозғала отырып 34.4, ә-суретте көрсетілген жағдайға жеткенде токты ажыратып тастаса, ол өзінің инерциясымен қозғалысын жалғастырады да, алғашқы орнына қайтып келеді (34.4, а-сурет). Енді токты қайта қоссақ, рамка тағы да бастапқы жағдайлардан өтіп, 34.4, ә-суреттегі күйіне қайтып келеді. Осылай электрқозғалтқыштың үлгісін аламыз.

Есте сақта!

Раманың магнит өрісінде бұрылатын себебі, оның оң және сол бөліктеріне бір-біріне қарама қарсы бағытталған Ампер күштері әсер етеді. Бұл күштер раманың центрінен өтетін вертикаль оське қатысты айналдырушы момент тудырады. Міне, осы себепті рамка бұрылады.



34.4-сурет

Электрқозғалтқыш — адамзаттың баға жетпес туындысы. Осы құрылғының арқасында біздің өркениетіміз соңғы жүз жылдың ішінде алға қарыштап дамып келеді. Электрқозғалтқыштың әсер ету принципі қандай, ол қалай жұмыс істейді, құрылымы қандай?

34.5, *ә*-суретте электрқозғалтқыш, ал 34.5, *а*-суретте оның жұмыс істеу принципі келтірілген. Электрқозғалтқыштың негізгі бөліктері: 1—якарь (бойынан ток жүргізілетін рамка), 2—магниттің полюстері, 3—қозғалтқыштың корпусы, 4—щеткалар, 5—коллектор, 6—вентилятор.

Электр тогының көмегімен механикалық қозғалыс тудыру принципін толығырақ қарастырайық. 34.5, *а*-суретте қарапайым электромотор



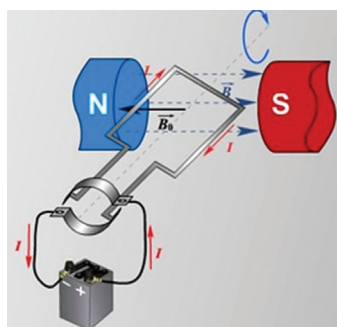
Борис Семенович
Якоби
(1801—1874)

кескінделген. Біртекті магнит өрісіне сым раманы вертикаль орналастырып ток көзіне қосайық. Сонда не болады? Рама бұрылып, қандай да бір уақыт аралығында инерциямен горизонталь қалпына дейін қозғалады. Бұл нейтрал жағдай — өлі нүкте — бұл жерде өріс тарапынан тогы бар өткізгішке әсері нөлге тең. Қозғалыс жалғасу үшін рамадағы токтың бағытын дер кезінде ауыстырып отыру керек. Осыны коллектор қамтамасыз етеді, ол әрбір жарты айналым сайын рамадағы токтың бағытын қарама-қарсы бағытқа ауыстырып отырады.

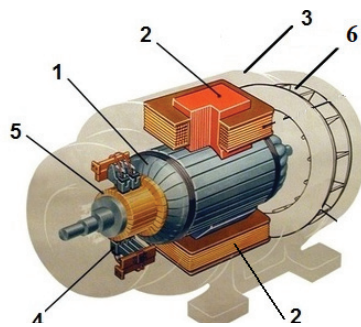
Раманың магнит өрісінде айналуына негізделіп электр өлшеуіш құралдар жұмыс істейді.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Алғашқы электрқозғалтқышты ойлап тауып, жасап шығарған Б.С. Якоби. Одан бөлек бұл дарынды өнертапқыш алғашқы әріптергіш телеграф аппаратын ойлап тапқан, ол гальванопластиканың негізін салушы.



а)

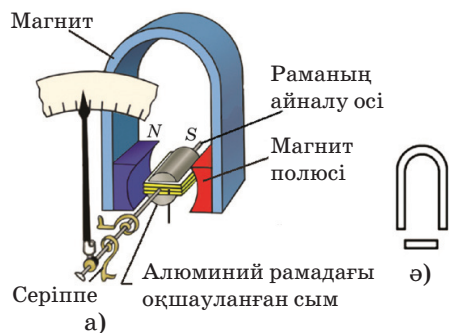


ә)

34.5-сурет

Электрқозғалтқыштарды магнитоэлектрлік және электромагниттік жүйе құралдары деп бөледі.

Магнитоэлектрлік жүйенің құралдары тогы бар раманың тұрақты магниттің магнит өрісімен әсерлесуіне негізделген (34.6, а-сурет) Рамаға жеңіл тілше бекітілген. Өлшенетін ток күші неғұрлым үлкен болса, рама да соғұрлым үлкен бұрышқа ауытқиды, ал онымен бірге тілше де бұрылады. Сұлбаларда магнитоэлектрлік жүйенің құралдары 34.6, ә-суреттегідей белгіленеді. Бұл жүйенің құралдары жоғары дәлдікке ие.

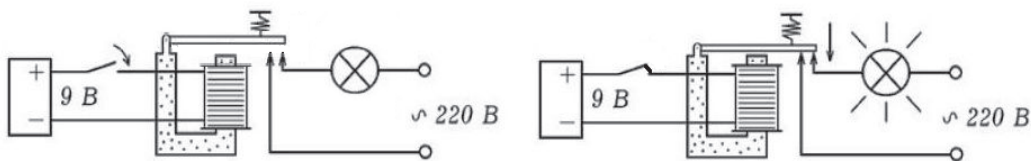


34.6-сурет

Электромагниттік құралдардың тағы бір қолданылуы *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 электро- магниттік күштерді пайдалануға негізделген.

Электромагниттің өзекшесінің үстіне жұқа пластина (қозғалмалы якорь) қойылады, оған бірнеше қысқыштар бекітіледі (34.7-сурет). Бекітілген қысқыштарға қарама-қарсы оларға жұп болатын қысқыштар орнатылады. Якорьды бастапқы жағдайында ұстап тұру үшін оған бекітілген серіппе қолданылады. Электромагнитке кернеу түсіргенде якорь оған, серіппенің кедергісін жоя отырып, тартыла бастайды. Осы кезде құрылғыдағы реленің конструкциясына қарай қысқыштар қосылады, не ажырайды. Егер кернеуді ажыратып тастаса, серіппе якорьды бұрынғы қалпына алып келеді.

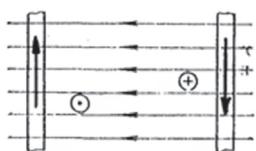


34.7-сурет

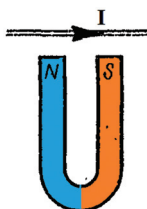


1. Ампер күші деп қандай күшті айтады?
2. Ампер күшінің әсер ету бағытын қалай анықтайды?
3. Магнит индукция векторының физикалық мағынасы қандай?
4. Тогы бар раманы магнит өрісіне қойғанда не болады?
5. Тогы бар раманың магнит өрісінде айналу қасиеті қай жерде пайдаланылады?

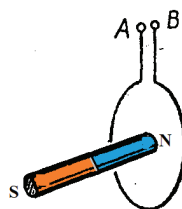
- *6.** 34.8-суретте магнит өрісінде тұрған төрт өткізгіш берілген. Осы өткізгіштердің әрқайсысы қалай қозғалады? Әр өткізгішке әсер ететін күш қалай қарай бағытталған?
- *7.** Бойынан I ток өтіп жатқан түзу өткізгіш таға тәрізді магнит полюстерінің үстіне (34.9-сурет) орналасқан. Өткізгіш барлық бағытта еркін қозғала алады. Ол магнит өрісінің әсерінен қозғала ма?
- 8.** Бойынан ток өтіп жатқан, жіңішке жіпке ілінген дөңгелек өткізгішке магнитті солтүстік полюсімен жақындатты (34.10-сурет). Өткізгіш оған тартылды. Өткізгіштегі токтың бағыты қандай?



34.8-сурет



34.9-сурет



34.10-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 35. Электромагниттік индукция. Генератор



Тірек сөздер:

- ✓ электромагниттік индукция
- ✓ индукциялық ток
- ✓ индукциялық генераторлар
- ✓ Қазақстанның электр энергиясы



Сендер бүгінгі сабақта:

- электромагниттік индукция құбылысын сипаттауды, дүниежүзінде және Қазақстанда электр энергиясын өндірудің мысалдарымен танысасыңдар.



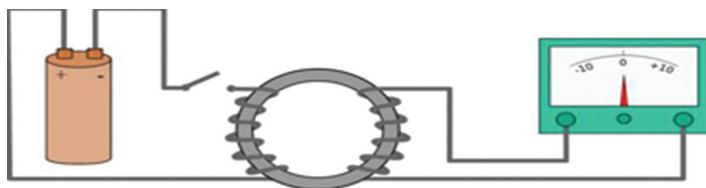
- Өткен сабақтардан сендер электр тогы магнит өрісін тудыратынын білдіріңдер. Ал, керісінше, магнит өрісінің көмегімен электр тогын тудыруға бола ма?

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!

Фарадей магнит өрісінің көмегімен электр тогын тудыру мәселесі туралы ұмытпау үшін үнемі қалтасына магнит салып жүреді екен.

Фарадей мынадай тәжірибе жасады: темір сақинаға бір-бірінен оқшауланған екі мыс сымнан жасалған шарғыны орады; бір шарғы сақинаның бір жартысына, екінші шарғы сақинаның екінші жартысына (35.1-сурет) орады. Ол бір шарғыдан гальвани элементіне қосып, ток өткізді, екінші шарғының ұштарын гальванометрмен тұйықтады. Фарадей бірінші шарғыны ток көзіне қосқан және ажыратқан мезеттерде (ток көзіне қосылған және одан ажыраған мезеттерде темір сақина магниттеліп, немесе магниттелуін жойып отырады) гальванометрдің тілшесі нөлден ауытқып, аз уақыт тербелген соң, тез тоқтайтынын байқады. Бұдан, магнит өрісі өзгерген кезде екінші шарғыда өте қысқа мерзімге электр тогы пайда болады деген қорытындыға келді.



35.1-сурет

Фарадей басқа тәжірибе жасады. Ол шарғыға тұрақты магнитті енгізіп, суырып алды (35.2-сурет). Сол мезетте шарғыда ток пайда болатынын байқады.

Фарадей мынадай қорытындыға келді: кез келген айнымалы магнит өрісі тұйық контурда электр тогын тудырады, бұл токтың әсері кәдімгі гальвани элементтерінен алынатын электр тогымен бірдей.

Магнит өрісінде қозғалатын (немесе айналасындағы магнит өрісі қозғалатын тыныштықта тұрған) өткізгіште электр тогының пайда болу құбылысы электромагниттік индукция деп аталады. Осылай пайда болған ток индукциялық ток деп, ал оны алатын құрылғы индукциялық электр генераторы деп аталады. Мұндай генераторларда



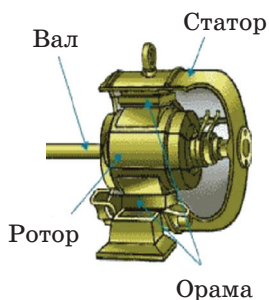
35.2-сурет

қозғалыстағы өткізгіштің (немесе магниттің) механикалық энергиясы электр энергиясына айналады.

Осы тәсіл 100 жылдан астам уақыт бойы өндірістік көлемдегі электр энергиясын алуда қолданылып келеді.

Мұны білесіңдер

“Индукция” термині латынша “*inductio*” сөзінен шыққан, бұл түрткі болу (мысалы, қандай да бір ой туындауына түрткі болу) мағынасын білдіреді. Түрткі болу, туындау, индукциялық токтың пайда болуы — бұл синоним сөздер.



35.3-сурет

Индукциялық электр генераторының негізгі бөліктері 35.3-суретте көрсетілген. *Статор* — генератордың қозғалмайтын бөлігі. Рамкамен жасаған тәжірибеде статор магниттің полюстері мен қысқыштар болып табылады, рамка магниттің полюстері арасында орналасқан. Генератордың айналып тұратын бөлігі *ротор*. Ол бір ғана рамка емес, көптеген сым орамдардан тұрады. Қуатты генераторларда сым орамдар қозғалмайды, олар статорда бекітілген, ал магнит өрісі роторға

бекітілген электромагниттермен бірге айналып тұрады. Барлық ірі электрстансыларындағы генераторлар осылай жұмыс істейді.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

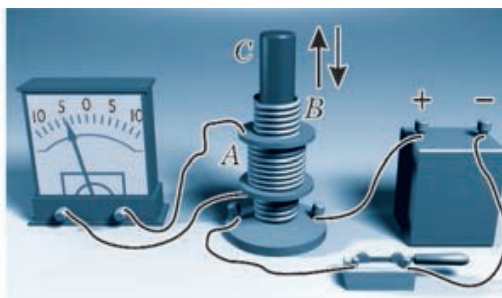
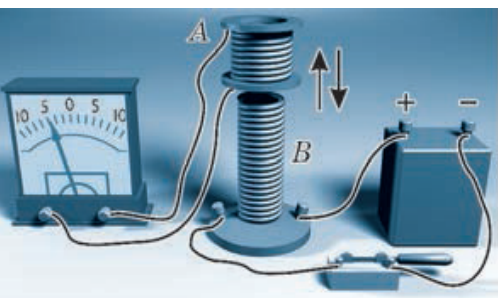
Су электрстансысының платинасынан төмен құлаған су генератордың валын секундына 1-2 айналым жиілікпен айналдырады. Егер роторда бір ғана индукциялық орама болса, алынатын электр тогының жиілігі небәрі 2—4 герц болар еді, оны өндірісте пайдалана алмаймыз. Сондықтан, 50 Гц жиілік алу үшін бірнеше ондаған индукциялық орамалар қолданылады.



- Егер магнит қозғалмай тұрып, шарғы оған қатысты қозғалса да магнит өрісі өзгереді. Онда индукциялық ток пайда бола ма? Осыны 35.4-суретті пайдалана отырып, өз бетіңмен тексеріңдер.



35.4-сурет



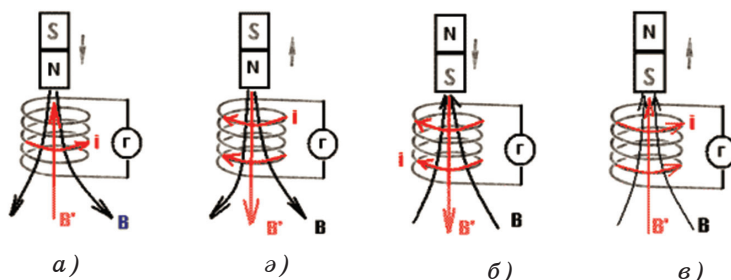
35.5-сурет

Осындай көптеген тәжірибелер, магнит өрісі өзгергенде кез келген тұйық контурда электр тогы пайда болатынын көрсетті. Ол ток *индукциялық* деп аталады.

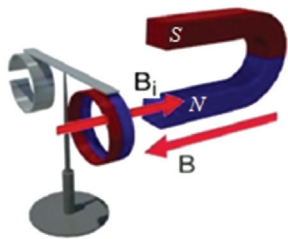
Фарадей өз тәжірибелерінде егер магниттің қозғалу жылдамдығын арттырса, индукциялық ток күші де артатынын анықтады. Индукциялық токтың бағытын Ленц ережесі бойынша анықтайды: *Өзгермелі магнит өрісінде тұрған тұйық контурда пайда болатын индукциялық ток әрқашан өзінің магнит өрісімен сыртқы магнит өрісінің өзгерісін толықтырып отыратындай бағытталады.*

Бұл ережені орыс физигі Э.Ленц тұжырымдаған болатын. Ленц ережесін қолданудың бірнеше мысалдарын қарастырайық.

35.6-суретте магнитті шарғыға енгізген кезде, шарғының орамдарын тесіп өтетін магнит өрісі артады. Олай болса, шарғыда пайда



35.6-сурет



35.7-сурет

болатын индукциялық ток өзінің магнит өрісі сыртқы өрісті азайтатындай болып бағытталады (яғни индукциялық токтың магнит өрісі жоғары бағытталған).

Енді оң қол ережесін пайдаланып, шарғыдағы индукциялық токтың бағытын анықтайық (ол сағат тілінің бағытына қарсы бағытталған).

Осы айтылғандарға сүйеніп, 35.6, а, ә, б, в-суреттердегі шарғыдан өтіп жатқан индукциялық ток неге олай бағытталаатынын түсіндіріңдер.

35.7-суретте Ленц ережесін демонстрациялайтын құрал көрсетілген. Магнитті сақинаның ішіне енгізгенде онда пайда болатын токтың магнит өрісі сыртқы магнит өрісіне қарсы бағытталаатыны жақсы көрініп тұр. Сол себепті сақина магниттен тебіледі. Егер магнитті сақинадан суыратын болсақ, сақина магнитке ілесе қозғалады.



Ленц ережесін қолданып сақина неге бұлай қозғалатынын түсіндіріңдер. Егер магнитті кесілген (тұтас емес) сақинаға жақындатса, ол қозғалмайды. Неге екенін түсіндіріңдер.

Фарадей ашқан электромагниттік индукция құбылысы электр энергиясын өндіретін индукциялық генераторлардың жұмысының негізінде жатыр. Бұл генераторлар электрстансыларында орналастырылады. Гидро электрстансыларында жоғарыдан төмен аққан 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, ал жұмыс істеп тұрған (факт бойынша) қуаты 15 мың МВт. Қазақстан жылына 91,9 млрд. кВт. сағ электр энергиясын өндіреді, яғни Қазақстанның электрлік қарулануы жылына 4 мың кВт.сағ/адам, ал Ресейде бұл көрсеткіш 6,7 болса, АҚШ-та 14, Қытайда 3,5.

Өкінішке орай, электр стансаларының көпшілігі тағайындалған қуаттан аз мөлшерде энергия өндіреді. Тек 2012 жылы ғана Қазақстан 1991 жылғы электр энергиясын өндіру деңгейіне жетті (87,4 млрд. кВт. сағ).

Электрстансылардың түріне қарай Қазақстанда электр энергиясының 72% көмірден, 12,3% — гидроресурстардан, 10,6% — газдан, 4,9% — мұнайдан өндіреді. Сонымен электрстансыларының осы төрт түрі барлық электр энергиясының 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.

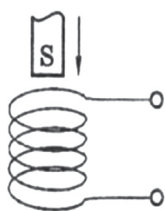
Электр энергиясының тұтынушылары: өндіріс (шамамен 70%), үй шаруашылығы (~10%), көлік (~6%), қызмет көрсету саласы (~8%).

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

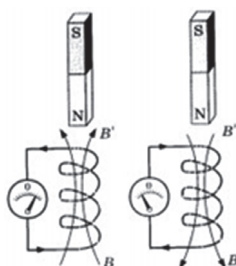
Қуатты индукциялық генераторлар (15—20) кВт кернеудегі ток өндіреді, және олардың ПЭК-і 97—98% -ға тең.



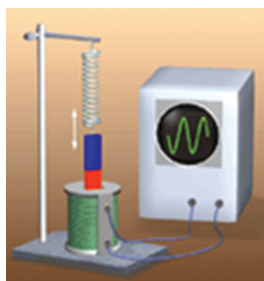
1. Шарғыдағы индукциялық токтың бағытын анықтап, қысқыштардағы полюстерді белгілеңдер (35.8-сурет).
2. 35.9-суретте көрсетілген магниттердің қозғалыс бағытын анықтаңдар.
3. Жолақ магнитті серіппеге іліп, тербеліске түсірейік. Осы кезде магнит шарғыға еніп, қайта шығып отырады. Ал шарғының қысқыштары осциллографқа жалғанған (35.10-сурет). Осциллографтың экранындағы кескіні нені білдіреді?
4. Индуктивті шарғының жанына тұйық мыс сақина жіңішке ұзын жіпке ілініп тұр (35.11-сурет). Шарғы үстелге бекітіліп, тұрақты ток көзіне қосылған. Алғашында катуша ток көзінен ажырап тұрады. Тізбекті тұйықтағанда сақина қалай қозғалады? Жауапты түсіндіріңдер. Түсініктемеде қандай физикалық құбылыстар мен заңдылықтарды қолдандыңдар?



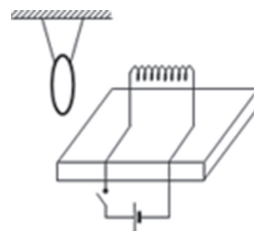
35.8-сурет



35.9-сурет



35.10-сурет



35.11-сурет

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын не білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

Электромагниттік құбылыстар

Өткізгіштен ток өткенде әрқашан *магнит өрісі* пайда болады. Магнит өрісін күш сызықтарымен кескіндейді. Магнит өрісінің күш сызықтары — өткізгішті орап жатқан тұйық сызықтар.

Магнит өрісінің күш сызықтарының бағытын оң қол (немесе бұрғы) ережесімен анықтайды. Егер оң қолдың бас бармағын токтың бағытымен бағыттас ұстасаң, онда өткізгішті орай ұстаған төрт саусақ магнит өрісі күш сызықтарының бағытын көрсетеді. Осы бағытты өрістің зерттеліп отырған нүктесіне қойылған кішкене магнит тілшесі солтүстік полюсті көрсетеді. Өткізгіштегі токтың бағыты өзгергенде күш сызықтарының бағыты қарама-қарсы бағытқа өзгереді.

Электромагниттер — ішінде темір не болат өзекшесі бар шарғыға оралған өткізгіштер. Электромагниттер (оларды индуктивті шарғы деп те атайды) магнит өрісінің энергиясын жинақтайтын қасиетке ие.

Тұрақты магниттер — темірден, болаттан, басқа да заттардан жасалған денелерді өзіне тартатын және осы қасиетті ұзақ уақыт сақтайтын денелер. Магниттердің екі полюсі бар — *солтүстік* және *оңтүстік*. Полюстерде магнит өрісі барынша күшті. Тұрақты магниттің магнит өрісінің күш сызықтары тұйық. Олар солтүстік полюстен шығып, оңтүстік полюске кіреді және магниттің ішінде тұйықталады.

Жер және басқа да аспан денелері тұрақты магниттер болып табылады, яғни олардың айналасында магнит өрісі бар.

Магнит өрісі тогы бар өткізгіштерге, яғни қозғалыстағы зарядтарға әсер етеді. Электр өлшеуіш құралдар мен электрқозғалтқыштардың жұмысы осыған негізделген.

Барлық электрқозғалтқыштар айналмалы (ротор) және қозғалмайтын бөліктерден (статор) құралған. Қолданылуына байланысты оларға электромагниттерді немесе тұрақты магниттерді орналастырады. Коллектор ротордың әрбір айналымы кезінде токтың мөлшерін реттейтін қондырғы.

Электромагниттік индукция деп магнит өрісінде қозғалатын немесе айнаымалы (өзгермелі) магнит өрісінде қозғалмай тұрған өткізгіштегі индукциялық тогының пайда болу құбылысы.

Жарық құбылыстары

Жарық құбылыстары мен оптикалық құралдар адам өмірінде маңызды орын алады. Жарықтың таралу заңдарын адамдар құрылыс саласында және өртүрлі оптикалық құралдар жасағанда пайдаланады.

Күнделікті тұрмыста айналар мен линзаларды көп қолданамыз. Олардың көмегімен қалай кескін алуға болады?

Күнделікті өмірде біз кемпірқосақ, дисперсия, жарықтың сынуы мен шағылуы, сағым, Күн не Ай тұтылуы сияқты көптеген оптикалық құбылыстарды байқаймыз.

Осы құбылыстарды адамдар қалай пайдаланады?



§ 36. Жарықтың түзу сызықты таралу заңы



Тірек сөздер:

- ✓ күн сәулесі
- ✓ жарық көздері
- ✓ жарықтың түзу сызықты таралуы
- ✓ күн тұтылуы
- ✓ көлеңкелер



Бұл сабақта сендер:

- көлеңкенің пайда болуын, Күн және Айдың тұтылуын график түрінде кескіндеуді үйренесіңдер.



- Сендер күн сәулелері өзара қиылыса да бағыттарын өзгертпестен түзу сызықтың бойымен таралатынын байқаған боларсыңдар. Мұны қалай түсіндіруге болады?

Жарық құбылыстары біздің өмірімізде маңызды рөл атқарады. Жарық денелерді жарықтандырады, қыздырады, химиялық өсер туғызады, жарық заттан электрондарды жұлып шығара алады, соның салдарынан электр тогы пайда болады. Күн сәулесінің энергиясы Жер бетіндегі ағаштар мен өсімдіктердің өсуіне үлкен септігін тигізеді, сонымен қатар, күн батареялары арқылы жарық энергиясын электр энергиясына түрлендіруге болады, онымен үйлерді, жылыжайларды жылытады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Шамамен үш күннің ішінде Күннің Жерге беретін энергиясы Жер қойнауындағы барлық отын түрлерінің бере алатын энергиясымен бірдей. Ал әр секунд сайын Жерге Күннен жететін энергия мөлшері 170 млрд Дж-ге тең. Бұл энергияның басым бөлігі атмосферада, бұлттарда жұтылады және шашырайды, оның тек үштен бір бөлігі жер бетіне жетеді. Күннен шығатын толық энергия оның Жерге жететін бөлігінен шамамен 5 млрд. есе көп екен. Күн энергиясының осы азғана бөлігінің өзі барлық басқа энергия көздері беретін энергиядан шамамен 1600 есе артық.

Жарық деген не? Бұл сұрақтың жауабын адамдар көне заманнан бері іздеп келеді. Мысалы, Аристотель жарық көзден шығатын бір нәрсе деп ойлады. Оның ойынша жарық сәулелері денені сипап өтіп, бақылаушыға оның пішіні мен сапасы туралы ақпарат береді. Бірақ ол адам неге

қараңғыда көрмейтінін түсіндіре алмады. Пифагордың мектебінде Күн сәулелері «қою және сұйық эфир арқылы өтеді», ал көз денеге қарай жүретін «флюидтер» шығарып, сол арқылы адам көреді деп есептеген. Демокрит денелерден шығатын ұсақ бөлшектер көзге түсіп, сол арқылы көз көреді, яғни әрбір заттан ұдайы сол денеге ұқсас қабыршықтар шығады деп тұжырымдаған. Бұл қабыршықтар – дененің «үлгілері», көзге түскенде дененің пішіні мен түрін қалыптастырады деп санаған. Ғалымдар XVII ғасырға дейін түстер жарық пен қараңғылықтың өртүрлі пропорцияда араласуының нәтижесі деп есептеген.

Ағылшын физигі И. Ньютон 1672 жылы жарықтың корпускулалық теориясын жасап шығарды. Бұл теорияға сәйкес жарық дегеніміз жарқыраған денелерден шығатын ұсақ, жылдам ұшатын бөлшектердің (корпускулалардың) ағыны. Бұл теория жарықтың шағылуы мен сынуын, оның түзусызық бойымен таралуын жақсы түсіндіріп берді, бірақ жарықтың толқындық қасиеттерін 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 300000 км/с жылдамдықпен таралатын электромагниттік толқын екені белгілі, оны жарық көздері тудырады.

Жарық көздері деп көрінетін жарықты шығаратын денелерді айтамыз. Кез келген денені жоғарғы температураға дейін қыздырсақ ол жарық шығарады, яғни қызған денелер жарық көздері болып табылады. Оларды жылулық жарық көздері деп атайды. Мұндай жарық көздеріне Күн, алау, қыздыру шамы, т.б. жатады (36.1-сурет).



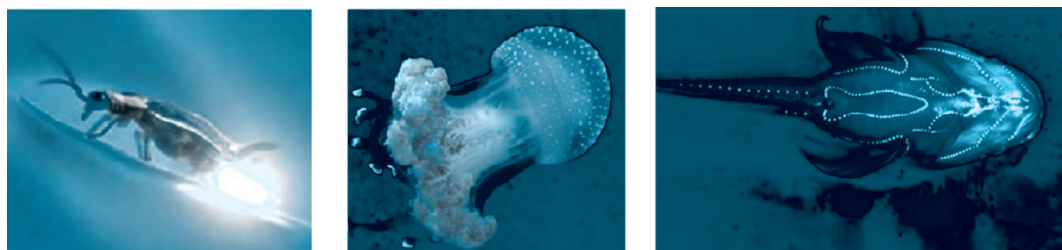
36.1-сурет

Сонымен қатар суық жарық көздері де болады. Олар көрінетін сәулелерді (жарықты) адамдарға үйреншікті қоршаған ортаның температурасында шығарады. Яғни, суық жарық көздері — бұл бөлме температурасына жуық температурада жарқырайтын денелер. Мысалы, телевизордың экраны, энергия үнемдегіш шамдар, компьютердің, немесе ұялы телефонның экран, т.б. (36.2-сурет). Олар басқа энергия түрлерін жарық энергиясына түрлендіреді.



36.2-сурет

Күндізгі жарық шамдары да суық жарық көздеріне жатады. Тіпті жарқырайтын тірі ағзалар (организмдер) да бар. Олар да суық жарық көздеріне жатады. Мысалы, жазғы түнде ормандағы жарқырауық қоңыздар және кейбір терең суда мекендейтін балықтар да жарқырайды (36.3-сурет).



36.3-сурет

Жарық көздерін табиғи және жасанды деп бөлуге болады. Табиғи жарық көздеріне көрінетін жарықты шығару қабілетіне ие болатын материялық объектілер мен құбылыстар жатады. Табиғи жарық көздерінен бөлек адамдар қолдан дайындаған жарық көздері де бар.

36.1-кестеде табиғи және жасанды жарық көздерінің мысалдары келтірілген.

36.1-кесте

Табиғи жарық көзері	Жасанды жарық көздері
Күн мен жұлдыздар, Полярлық жарқырау, Жарқырайтын жәндіктер Терең суда мекендейтін балықтар өсімдіктер, шіріктер, Найзағай, фосфор	Алау, шырақ, факел, Электр шамдары, Жарнамалық газразрядты түтіктер Теледидар экранының жарығы Люминесцентті бояулар

Көптеген денелер жарық көзі болғандықтан емес, өзіне түскен жарық шағылатындықтан жарқырайды, мысалы, Ай мен айналар.

Физикада нүктелік жарық көзі деген ұғым жиі қолданылады. Бұл не?

Ол есепті шығару кезінде өлшемдерін ескермеуге болатын жарық шығарып тұрған денені нүктелік жарық көзі деп атайды. Нүктелік жарық көзіне жұлдыздарды, шырақтың жалынын, кішкене шамды, т.б. жатқызуға болады. Нүктелік жарық көзі ұғымы жарық құбылыстарын зерттеуді оңайлату үшін қажет.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

◆ XVIII ғасырда Куба аралының жағалауына жақындап қалған ағылшындар аралда жанып тұрған көптеген шамдарды көріп кері қайтқан. Олар Оралда мекендейтін адамдардың саны көп екен деп ойлады. Шын мәнінде ол жағалаудағы жарқырауық қоңыздар еді.

◆ Испандық-америкалық соғыста американдық дәрігерлер отаны бөтелкеге салынған жарқырауық қоңыздардың жарығымен жасаған.

◆ Жаздыгүні күнге арқамен тұрсаң, адамның көлеңкесі қай жартышарда орналасуына байланысты оңтүстікті немесе солтүстікті көрсетеді. Осылай көлеңкені құлабыз ретінде қолдануға болады.

Жарықтың таралу процестері геометриялық оптика бөлімінде қарастырылады. Бұл бөлімде жарықтың таралуы геометриялық заңдылықтарға сүйеніп зерттеледі, ал жарықтың табиғаты қарастырылмайды. 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 заңдары ерте заманда жарық сәулелерін бақылау нәтижесінде тұжырымдалып, тәжірибе жүзінде тағайындалған. Геометриялық оптиканың төрт негізгі заңы бар:

1) жарықтың түзу сызық бойымен таралу заңы; 2) тәуелсіз жарық сәулелерінің таралу заңы; 3) жарықтың шағылу; 4) сыну заңдары.

Жарықтың түзу сызық бойымен таралу заңы: біртекті мөлдір ортада жарық түзу сызықтың бойымен таралады деп тұжырымдалады.



36.4-сурет

Мұны білесіңдер

Су — мөлдір орта. Су жарықты өткізетіндіктен судың ішіндегі денелерді көруімізге болады.

Үйдің терезелері де мөлдір және жарықты өткізеді, сондықтан біз әйнектің арғы жағындағы заттарды көреміз. Үйдің қабырғалары мөлдір емес, олар жарықты өткізбейтіндіктен ештеңе көрінбейді.



36.5-сурет



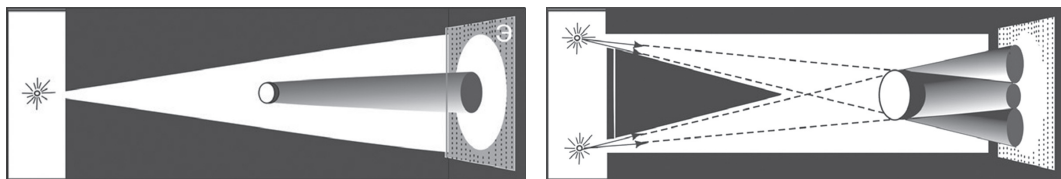
36.6-сурет



- Осы фотосуреттің көмегімен жарықтың түзу сызық бойымен таралатынын қалай дәлелдеуге болады?
- 36.5-суретте жарықты өткізетін және өткізбейтін денелер бар ма? Түсіндіріңдер.
- Қараңғылық пен көлеңкенің айырмашылығы бар ма?
- 36.6-суреттегі фотосуреттің көмегімен нені дәлелдеуге болады?

Жарықтың түзу сызық бойымен таралуы көлеңке мен шала көлеңкенің құбылыстарын түсіндіреді.

Көлеңке — бұл мөлдір емес нәрсенің сыртындағы жарық энергиясы түспейтін кеңістіктің бөлігі. Жарық ашық күні адамдардың, ағаштардың, ғимараттардың, т.б. нәрселердің айқын көлеңкелерін көруге болады. Нүктелік жарық көзінен шығатын жарық шоғының жолына мөлдір емес нәрсені қоятын болсақ, оның артында көлеңкелер пайда болады (36.7-сурет), ал экранда нәрсенің контурын қайталайтын көлеңке көрінеді. Егер жарық көзі ұзыншақ болса, нәрсенің сыртында жинақталған көлеңке пайда болады. Ал мөлдір емес нәрсені екі жарық көзімен жарықтандырса, үш көлеңке пайда болады. Оның бірі толық көлеңке, кеңістіктің бұл бөлігіне екі жарық түспейді. Қалған екі көлеңкенің қоюлығы азырақ, себебі кеңістіктің бұл бөліктеріне екі жарық көзінің бірінен жарық түседі. Бұл *шала көлеңке* деп аталады.



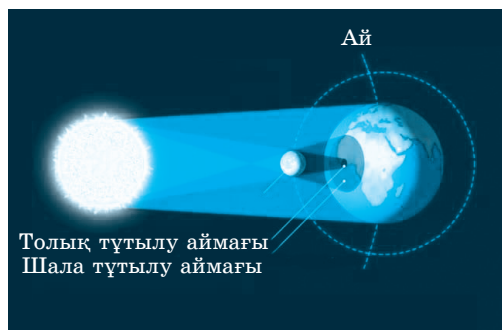
36.7-сурет

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

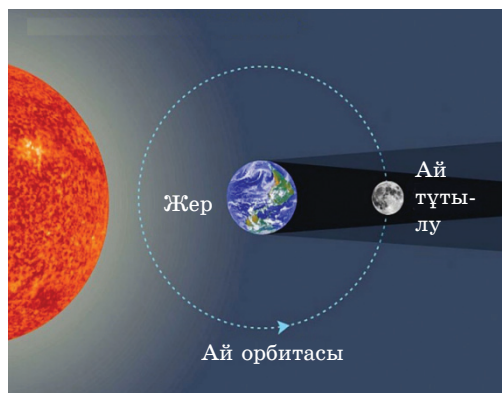
Б.з.д. 300 жылдар шамасында көне грек философы Евклид жарық түзу сызықпен таралады деп есептеп, көлеңкенің пайда болуын алғаш рет түсіндірді. Егер жарық көзі мен бақылаушы адамның көзінің арасына мөлдір емес нәрсені қойса, түзу сызық бойымен таралып келе жатқан жарық жолындағы нәрсені айналып өте алмайды, сондықтан жарық көзі көрінбейді. Нәтижесінде кеңістікте жарық түспейтін аймақ пайда болады, яғни көлеңке пайда болады. Ежелгі грек және Египет колонналары бар ғимараттарды салған кезде жарықтың түзу сызық бойымен таралатынын ескеріп отырған.

Күннің және Айдың тұтылулары. Айдың және Күннің тұтылуын жарықтың түзу сызық бойымен таралу заңына сәйкес түсіндіруге болады. Күн жарық түсіретін планеталар мен олардың серіктеріне көлеңке және шала көлеңке түсіреді. Мысалы, Айдың көлеңке конусының максимал ұзындығы 384 000 км, ал Жер көлеңке конусы кеңістікте 33 млн. км-ге дейін созылып жатыр. Егер Ай Жерді айнала қозғалған кезде, Күн мен Жердің арасына келіп қалса, ол Күннің бетін жауып қалады да, Күн тұтылады (36.8-сурет). Ол тек Айдың толық көлеңкесі (толық тұтылуы) немесе шала көлеңкесі (шала тұтылу) түскен жерлерде байқалады. Күннің толық тұтылу ұзақтығы әртүрлі болуы мүмкін, әдетте, ол 2-3 минутқа созылады. Күн тұтылуы тек жаңа Ай туылған кезде болады.

Егер Айдың Жерді айналу орбитасы Жердің Күнді айналу орбитасының жазықтығында жатса, олар әрбір жаңа ай туған кезде осы құбылыс байқалатын еді. Бірақ Ай орбитасының жазықтығы Жер орбитасының жазықтығымен 5° бұрыш жасайды, сол себепті тұтылу тек қана Ай Жер мен Ай орбиталар жазықтықтарының қиылысуының 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 Айдың қозғалысы жеткілікті түрде зерттелгендіктен тұтылу уақытын оңай есептеп шығаруға болады.



36.8-сурет



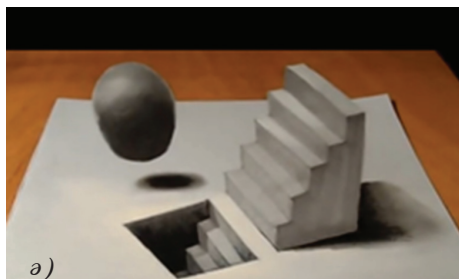
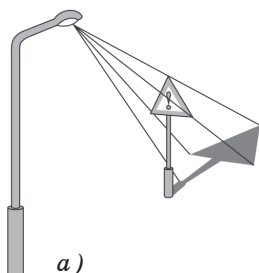
36.9-сурет



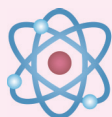
36.10-сурет

Айдың 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 қиылысқан кезде бір-бірінің одан әрі қарай таралуына әсер етпейді.



36.11-сурет



1. Суретшілер дененің көлеңкесінің суретін салған кезде жарықтың түзу сызықтың бойымен таралуын қолданады. 36.11, а-суреттегі көлеңкеге қарап бұл заңды қалай пайдаланатынын түсіндіріңдер.
2. Ал 36.11, ә, б-суреттерде көлеңкеге қарап, жарықтың түзу сызық бойымен таралуын қолданып жарық көзін табуға бола ма?



1. Ыстық жарық көздерінің суық жарық көздерінен айырмашылығы қандай?
2. Көлеңке қалай пайда болады?
3. Шала көлеңке деген не?
- 4. Нәрсенің көлеңкесінің өлшемдері неге байланысты?
- 5. Күндізгі жарық шамдарына тіке қарауға болады, олар көзді бұлдыратпайды неге? Бұны қалай түсіндіресіңдер?
- 6. Ота жасау кезінде хирургтің қолының көлеңкесі ота жасалатын жерге түспеу үшін жарық көзін қалай орналастырған дұрыс?
- 7. Неге сыныпта оқушылардың үстелін сол жағынан жарық түсетіндей орналастырады? Түсіндіріңдер.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 37. Жарықтың шағылуы, шағылу заңдары. Жазық айналар



Тірек сөздер:

- ✓ жарықтың шағылуы, айналық және бұлыңғыр беттер,
- ✓ шашыраңқы және айналық шағылу,
- ✓ жазық айна



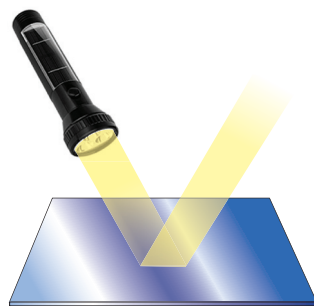
Бұл сабақта сендер:

- жарықтың шағылу құбылысын оқып үйрене-сіңдер және оның заңдарын тәжірибе жүзінде тағайындайсыңдар.

Бүлдіршін кезден бері әрбіреуің айнамен “күн шұғыласын түсіріп” ойнаған шығарсыңдар. Сол, кезде айнаның орналасуы өзгерген кезде одан шағылған күн сәулесінің бағыты да өзгередінін бақылау қызықты болатын (37.1-сурет).

Сонда күн шұғыласы неге бұлай қозғалатынын ойлап көрдіңдер ма? Үйде барлықтарыңда айна бар, оны сендер күнделікті тұрмыста, жеке гигиенаны сақтаған кезде қолданасыңдар (37.2-сурет).

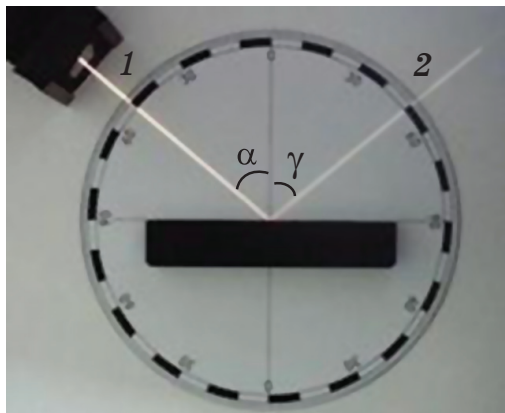
Осы жағдайлардың бәрінде сендер жарықтың шағылу құбылысымен кездесесіңдер. *Жарықтың шағылуы* — деп екі түрлі ортаның шекарасына түскен кезде жарық сәулесінің таралу бағытының өзгеру құбылысын айтады. Бұл жағдайда жарық сәулесі алғашқы ортаға қайта оралады.



37.1-сурет



37.2-сурет



37.3-сурет



Осы құбылысты жан-жақты қарастырып тәжірибе жасайық. Арнайы шайбаға (дөңгелекке) бекітілген кішкене айнаға оған тұрғызылған перпендикулярмен 50° бұрыш жасайтын 1-сәулені түсірейік (37.3-сурет). Мұндай сәулені түскен сәуле деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышты түсу бұрышы (α) деп атайды. Сонда сендер жарық сәулесі бұрынғы бағытынан ауытқып, алғашқы ортаға (ауа) айнаға тұрғызылған перпендикулярмен 50° бұрыш жасай, қайта оралатынын көресіңдер. Осы 2-сәуле *шағылған сәуле* деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышты шағылу бұрышы γ деп аталады.

Түсу бұрышын өзгерте отырып, сендер әрқашан түсу бұрышы шағылу бұрышына тең болатынын көресіңдер. Оның үстіне, түскен сәуле мен шағылған сәуле бір жазықтықта (берілген жағдайда ол шайбаның жазықтығы) жататынын байқауға болады.

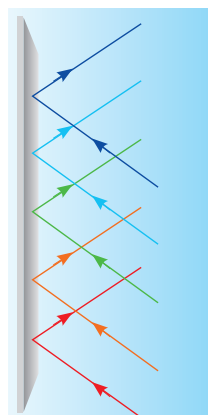
Сонымен, тәжірибе жүзінде жарықтың екі шағылу заңын тағайындадық:

1. *Түскен сәуле, шағылған сәуле және сәуленің түсу нүктесінде шағылдырушы бетке тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.*

2. *Түсу 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 шағылу**, *параллель түскен сәулелер параллель сәулелер түрінде шағылдыратын беттер айналық беттер деп аталады*. Түрлі айналық беттердің шағылу интенсивтігі де әртүрлі болады. Мысалы, тегістелген күміс айна өзіне түскен сәуленің 96%-ын, ал тегістелген жылтыр қара бет жарық энергиясының тек 1% ғана шағылдырады. Бұл жағдайда параллель жарық шоғы шағылғаннан кейін де параллель сәулелер шоғы түрінде әрі қарай таралады (37.4-сурет).



37.4-сурет



S нүктесінен Z айнаға дейінгі қашықтық Z айдан S1 кесінге дейінгі қашықтыққа тең, яғни

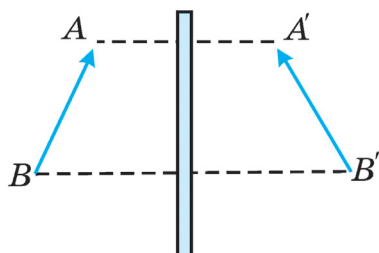
$$d = f. \quad (37.2)$$

болатынын дәлелдеңдер.

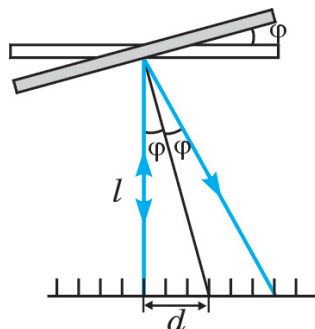
Бұл жазық айнаның формуласы. Формуланы қорытып шығару үшін шағылу заңдарын және геометрия пәнінен алған білімдеріңді қолданыңдар. Жазық айна нәрсенің жалған кескінін береді.

Жазық айнадағы кескін айналық симметриясы (37.9-сурет) болып табылады.

Жазық айнаны айналық санақ үшін қолданады (37.10-сурет). Сендерге өте аз шаманы өлшеу керек болсын. Жарық сәулесі айнаға 90° бұрышпен түссін. Мұндай жағдайда шағылған сәуле де түскен сәуленің бойымен, бірақ оған қарама-қарсы бағытта таралады. Егер айнаны φ бұрышқа бұрса, сәуле 2φ бұрышқа ауытқиды және $\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{d}{l}$. Егер бұрыш өте аз болса, айнаны микроскоптың тубусының ішіне орналастырады.



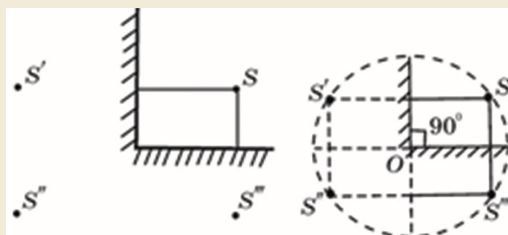
37.9-сурет



37.10-сурет

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Өзара перпендикуляр екі айнаның алдында жарық көзі орналасқан (37.11-сурет).



37.11-сурет

Сендер жарық көзінің қанша кескінін көріп тұрсыңдар? Тәжірибе үш кескін пайда болатынын көрсетеді. S' — жарқыраған нүктенің бірінші айнадағы, ал S екінші айнадағы кескіні болсын. S'' — бұл бірінші айнадағы кескін S -тың екінші айнадағы кескіні. Ол бірінші айнадағы S'' кескінмен дәл келеді. Сонымен, центрі O нүктесінде орналасқан шеңбердің бойында үш кескін алынды. Олай болса, өзара перпендикуляр екі айна беретін кескіндердің санын есептейтін

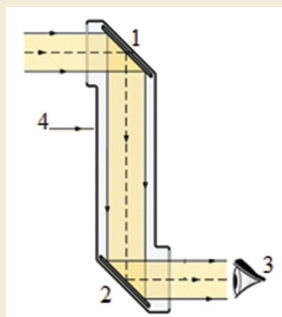
формуланы оңай алуға болады: $N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$.

Айналар бір-бірімен кез келген α бұрыш жасай орналасқанда пайда болатын кескіндер саны мына формуламен анықталады:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1. \quad (37.3)$$

Осыны тәжірибеде тексеріндер.

Жазық айналарда көбінесе жасырын жерден бақылау жүргізуге арналған құралдарда — перископтарда қолданады (37.12-сурет).



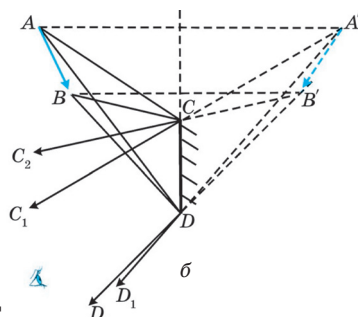
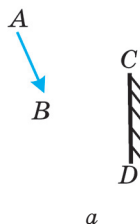
37.12-сурет



1. Жарықтың шағылуы деп қандай құбылысты айтады? Ол қандай заңдарға бағынады?
2. Сендер шағылудың қандай түрлерін білесіңдер?
3. Қандай айна жазық деп аталады?
- *4. Жазық айнаның формуласын қорытып шығарыңдар.
5. Жазық айна қандай кескін береді?
- *6. Жазық айна нақты кескін беруі мүмкін бе?
7. Түсу бұрышы деп қандай бұрышты айтамыз?
8. Шағылу бұрышы деп қандай бұрышты айтамыз?
9. Шағылу заңдарының мағынасын түсіндіріңдер.

ЕСЕП ШЫҒАРУ МЫСАЛДАРЫ

AB нәрсе мен CD айна 37.13, a -суретте көрсетілгендей орналасқан. Айнадағы AB нәрсенің кескінін салыңдар. Нәрсенің кескінін тұтастай көру үшін көзді қай жерде орналастыру қажет?



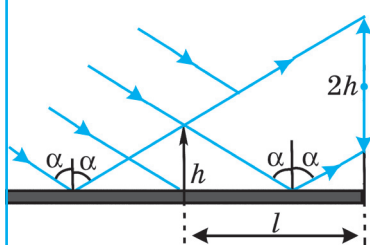
37.13-сурет

Шешуі. А нүктесінен шыққан сәулелер айнадан шағылған соң CC_1 және DD_1 (37.13, ә-сурет) түзулерімен шектелген жолақтың ішінде таралады (мұны шағылу заңдарын қолданып, оңай анықтауға болады). Нәрсенің барлық нүктелерінен шығатын сәулелер тек CC_1 мен DD_2 түзулерінің арасындағы кеңістіктің әрбір нүктесінде қиылысып жатады. Егер көз CC_1 мен DD_2 түзулерінің арасындағы жолақтың ішінде орналасса, ол нәрсенің тұтас кескінін түгел көреді. Осы есептен басқа жеке есеп шығады: адам айнадан өзінің тұла бойын түгел көру үшін жазық айнаны қай жерге қою керек?

2. Жарық сәулелері горизонталь жатқан жазық айнадан шағылып, вертикаль экранға түседі. Горизонталь айнаның бетінде жалпақ дене жатыр. Вертикаль экрандағы көлеңкені сипаттап беріңдер.

Шешуі. Нәрсенің биіктігін h , нәрседен экранға дейінгі қашықтықты — l деп белгілейік. Жарық айнаға α бұрышпен түседі. Екі жағдайды қарастырайық:

1) $l > 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Онда экранда екі көлеңке пайда болады: бірі тура, екіншісі төңкерілген, бұлардың табандары бір-бірімен қабаттасқан



37.14-сурет

көлеңкенің жалпы ұзындығы $2h$ -қа тең (37.14-сурет). Көлеңке жарық сәулелерімен жарықтандырылған, тура түскен және шағылған сәулелермен жарықтанған экранның басқа бөліктерінен контрасты айрықшаланып тұрады.

2) $l < 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Бұл жағдайда көлеңкенің ұзындығы $2h$ -тан кіші және бұл көлеңкеде тура сәуле де, шағылған сәуле де түспейтін бөліктер болады (мұны өздерің дәлелдеңдер).



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. Айналық перископ құралының құрылымы қандай? Оның сұлбасын салып, ондағы сәулелердің жолын сызыңдар.

- *4. Егер екі жазық айнаның арасындағы екі жақты бұрыш 45° ; 30° болса, қанша кескін алуға болады?

(Жауабы: 7;11)

- *5. Екі өзара параллель жазық айна неше кескін береді?

(Жауабы: ∞)

- *6. Егер жазық айнаны 20° -қа бұрса, одан шағылған сәуле қанша бұрышқа бұрылады?

(Жауабы: 40°)

***7.** Өзара 60° екі жақты бұрыш жасайтын екі жазық айнадан тұратын жүйе жарқыраған нүктенің неше кескінін береді?

(Жауабы: 5)

***8.** Күннің биіктігі 50° . а) Құдыңтың түбіне жарық түсіру үшін; ә) Күн сәулелерін горизонталь бағыттау үшін жазық айнаны қалай орналастыру керек?

(Жауабы: горизонтқа а) 70° ; ә) 115° немесе 65° бұрыш жасайды)

9. Бұлыңғыр немесе жылтыр фотоқағазға шығарылған суреттің қайсысына қараған жеңіл?

10. Өз кескінін айнадан көруге болады, ал қабырғадан неге көре алмайсың?

11. Сәуленің түсу бұрышы 60° . Түскен сәуле мен шағылған сәуленің арасындағы бұрышты табыңдар.

(Жауабы: 120°)

12. Бойы 1,79 м адам ұзындығы 12 м ағаштан 5 м қашықтықта тұр. Адам қандай қашықтықта жазық айнаны қойған кезде ағаш шыңының кескінін көре алады?

(Жауабы: 65 см).

Осы тақырыпты оқу барысында не үйрендіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Айна мен айнадан шағылудың өмірде пайдасы бар ма?	Айнадан кескін алуға тапсырмалар орындағанда өткен сабақтан белгілі қандай заңды қолдандың?	Айнадан кескін алуға тапсырмалар орындағанда не түсініксіз болды?

§ 38. Сфералық айналар. Сфералық айна көмегімен кескін салу



Тірек сөздер:

- ✓ сфералық айна
- ✓ оптикалық ось
- ✓ айнаның фокусы
- ✓ фокаль жазықтық
- ✓ үш тамаша сәуле



Сендер бүгінгі сабақта:

- сфералық айнада нәрселердің кескінін салуды және алынған кескінді сипаттауды үйренесіңдер.

Өткен параграфта сендер шағылу құбылыстарымен таныстыңдар және жазық айнадағы шағылуды қарастырдыңдар. Бірақ, жазық айнадан бөлек қисық айналар да бар, олардың шағылдырғыш беттері қисық. Ерекше жағдай — бұл шағылдырғыш беті сфералық болатын айналар. Бұл айналар жүргізуші жолды бақылап отыру үшін автомобильдерге,



а)



ә)

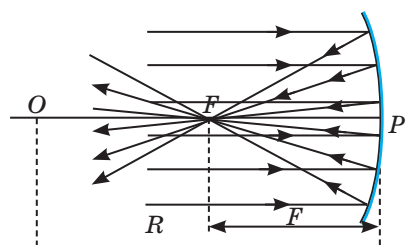


б)

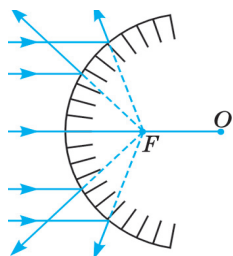


в)

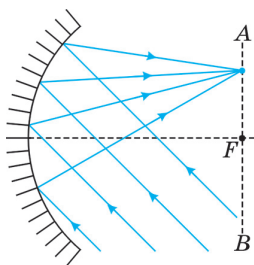
38.1-сурет



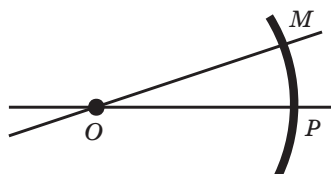
а)



ә)



б)



в)

38.2-сурет

жолайрықтарына, дүкендерге орналастырылады, тіс дәрігерлері қолданады (38.1, а, ә, б, в-суреттер).

1. Сфералық айна. Шағылдырғыш 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), **дөңес** деп аталады.

Ойыс сфералық айнаны қарастырайық (38.2, б-сурет). Кез келген сфералық айнаның O төбесі деп радиусы R болатын сфераның берілген бөлігінің ортаңғы нүктесін айтады. Сфералық айнаның O төбесі мен сфераның геометриялық центрі арқылы өтетін тізуді сфералық айнаның **бас оптикалық осі** деп атайды. Кез келген сфералық айнаның бас оптикалық осіне параллель түскен сәулелер одан шағылған соң бір нүктеде қиылысады. Бұл нүкте — айнаның **фокусы**. Айнаның төбесі O мен фокусының арақашықтығы **фокус аралығы** деп аталады. Сфералық айнаның **фокаль жазықтығы** AB деп оның фокусы арқылы бас оптикалық оське перпендикуляр өтетін жазықтықты айтады (38.2, б-сурет). Егер айнаға түскен параллель сәулелер шоғы бас оптикалық оське параллель болмаса, олар айнадан шағылған соң **фокаль жазықтықтың** бір нүктесінде жинақталады (38.2, б-сурет).

Ойыс айна жарықты жинақтайды. Бұл айнаның **фокусы нақты** деп атала-

ды, себебі онда айнадан шағылған сәулелер жинақталады. Дөңес айна жарықты шашыратады. Дөңес айнаның фокусы жалған деп аталады, себебі онда айнадан шағылған сәулелердің созындылары жинақталады. Дөңес айна әрқашан жалған кескін береді.

Сфералық айнада кескін салу үшін шағылу заңдары қолданылады. Кескін салу үшін тамаша сәулелер пайдаланылады (38.3-сурет).

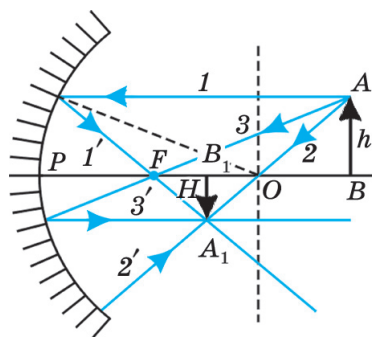
1. **Сәуле 1**, ол айнаның бас оптикалық осіне параллель бағытта түсіп, айнадан шағылған соң айнаның фокусы арқылы өтеді ($1'$ -сәуле).

2. **Сәуле 2**, ол айнаның қисықтық центрі арқылы өтіп, айнадан шағылған соң сол бағытта таралады ($2'$ -сәуле).

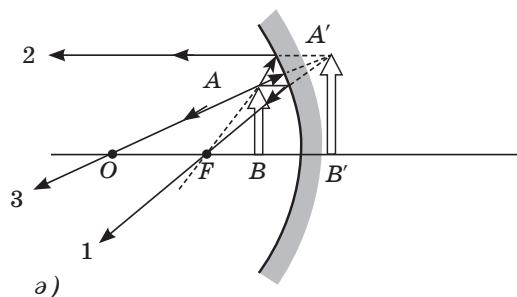
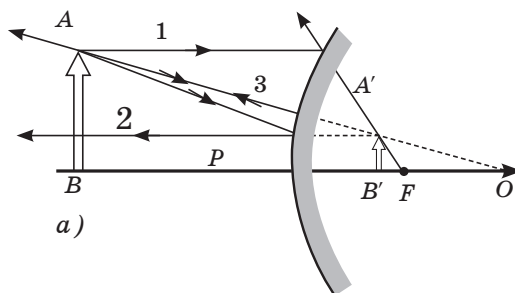
3. **Сәуле 3**, ол айнаның фокусы арқылы өтіп, одан шағылған соң бас оптикалық оське параллель бағытта таралады ($3'$ -сәуле).

Сфералық айна кішірейтілген (38.4, а-сурет) немесе үлкейтілген (38.4, ә-сурет) кескін беруі мүмкін.

Сфералық айнада кескін салудың жолдары төмендегі кестеде берілген

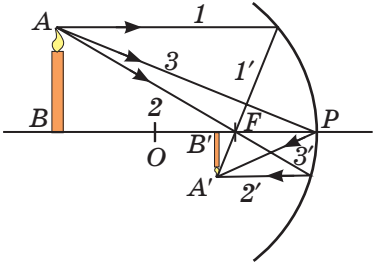
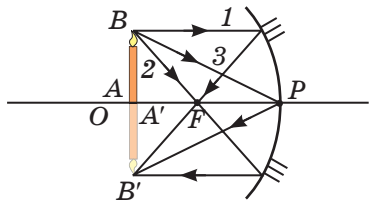
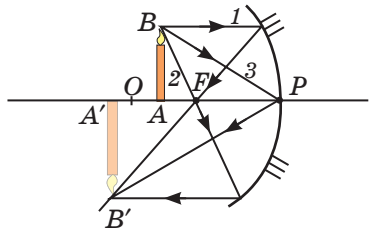
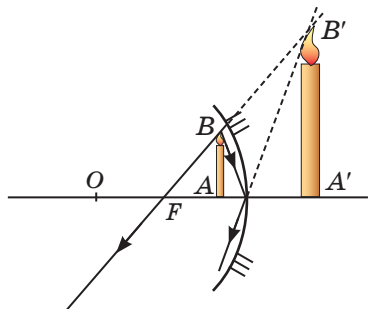
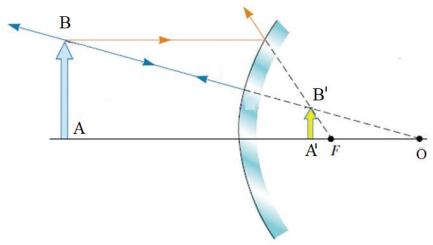


38.4-сурет



38.4-сурет



Сфералық айнаның түрі	Кескін алудың тәсілі
1. Ойыс айна 	1. Суретте нәрсе ретінде алынған майшам сфераның центрі C нүктесінің артында орналасқан. Жоғарыда қарастырылған үш тамаша сәуленің көмегімен салынған кескін F фокус пен O сфераның центрінің арасында жатыр. Бұл нақты, кері, кішірейтілген кескін.
	2. Нәрсе сфераның центрінде орналасқан. Бұл жағдайда $OC = R = 2F$. Олай болса, кескін нәрсе тұрған жерде пайда болады. Бұл нақты, кері кескін, ал оның өлшемдері нәрсенің өлшемдерімен бірдей.
	3. Нәрсе сфераның центрі мен фокустың арасында орналасқан. Бұл жағдайда нәрсенің кескіні центрдің артында пайда болады. Бұл нақты, кері, үлкейтілген кескін.
	4. Нәрсе фокус пен айнаның арасында орналасқан кескін айнаның артында пайда болады. Бұл тура (төңкерілмеген), ұлғайтылған және жалған кескін. Себебі, айнаның артында шағылған сәулелер емес, олардың созындылары қиылысады.
2. Дөңес айна 	Ойыс айнаға қарағанда дөңес айнада кескін алу оңайырақ. Кескін тек айнаның арт жағында пайда болады. Дөңес айнадағы кескін — тура (төңкерілмеген), жалған, кішірейтілген. Ол айнаның артында пайда болады.

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 тапқан, олардың көмегімен жұлдызды аспанды, ғаламшарларды зерттейді.



Әлемдегі 7 ғажайыптың бірі болып табылатын Александр шамшырағы (маяк) кемелер қайраңдап қалмай Александрияның портына кіре алу үшін б.з.д. III ғасырда салынған. Оның жарығы барынша алысқа таралу үшін металл айна қолданылған. Бұл әлемдегі алғашқы шамшырақ еді, және ол мың жыл тұрды. Тек б.з.д. 796 жылы жер сілкінісі кезінде қатты зақымданған. XIV ғасырда Египетке келген арабтар маякты жөндеп, қалпына келтіреді. Оның биіктігі 30 м-ге тең. Кейін XV ғасырдың

аяғында Кайт-бей сұлтан шамшырақтың орнына қамал салады және ол қамал әлі күнге дейін тұр.

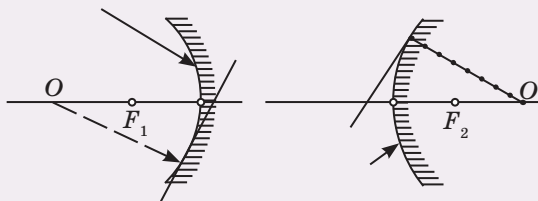


1. Қандай сфералық айна жарықты шашыратады, ал қандай айна өзіне түскен параллель жарық шоғын бір нүктеге жинақтайды? Ол нүкте қалай аталады?
2. Сфералық айнаның қайсысының фокусы жалған, қайсысы нақты?
3. Қандай кескін нақты деп аталады?
4. Сфералық айнада кескін салуға мүмкіндік беретін үш тамаша сәулелерді атаңдар.
5. Өздеріне белгілі жазық, сфералық айналарды қолдану мысалдарын келтіріңдер.



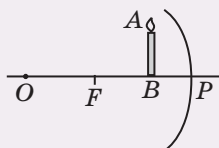
22-жаттығу

1. Ойыс айнаның бетіне түскен сәуленің жолын сызыңдар (38.5-сурет). Фокус қай жерге орналасқанын көрсетіңдер.

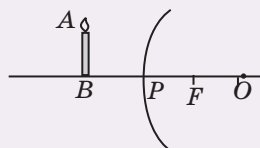


38.5-сурет

2. Нәрсенің кескінін табыңдар (38.6 және 38.7-суреттер). Оны сипаттаңдар.

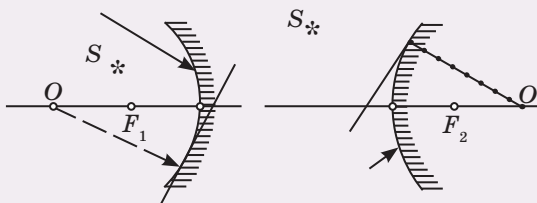


38.6-сурет



38.7-сурет

3. S жарық көзінің кескінін салыңдар. Оны сипаттаңдар (38.8-сурет).



38.8-сурет

§ 39. Жарықтың сынуы, жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу



Түйін сөздер:

- ✓ жарықтың сынуы
- ✓ сыну бұрышы
- ✓ жарықтың сыну заңдары
- ✓ абсолют және салыстырмалы сыну көрсеткіштері
- ✓ толық ішкі шағылу

Бұл сабақта сендер:

- жарықтың сыну және толық ішкі шағылу құбылыстарын оқып-үйренесіңдер және жарық мөлдір ортадан өткен кезде сәулелердің жолын салуды үйренесіңдер?



Судан шығып тұрған заттар су мен ауаның шегарасында аздап сынып, қисайып тұрған сияқты болып көрінетініне көңіл аудардыңдар ма? Суда өсетін өсімдіктердің өсінділері судың бетіне шыққанда аздап ауытқитын сияқты (39.1, а-сурет), ал су құйылған стақанға салынған түтікше де осылай көрінеді (38.1, ә-сурет). Шын мәнінде, бұл заттардың

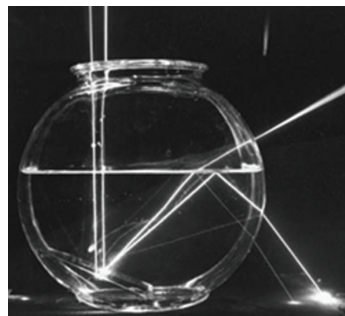
ешқайсысы да сынған жоқ, тек жарық сәулелері бір ортадан екінші ортаға өткенде таралу бағыты өзгертіндіктен осындай құбылыс болады. 39.1, б-суретте жарықтың шағылу және сыну құбылыстарын бақылауға болады.



а)



ә)

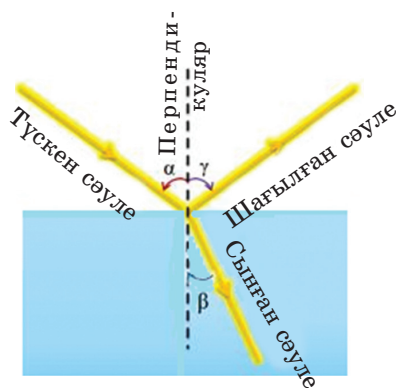


б)

39.1-сурет

Енді жарық бір ортадан екінші ортаға өткенде қалай таралатынын зерделейік. Ауадан суға түскен екі жарық сәулесі шегарада екіге бөлінеді: олардың бірі таралу бағытын өзгертіп, шағылады, ал екіншісі бағытын өзгертіп, суға өтеді (39.2-сурет). Назар салып қарасақ, перпендикуляр мен сынған сәуленің арасындағы бұрыш перпендикуляр мен шағылған сәуленің арасындағы бұрыштан кіші екенін байқауға болады.

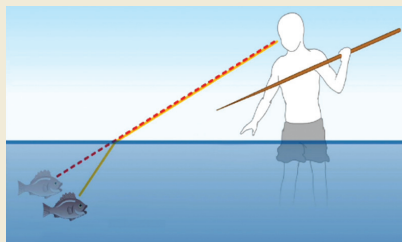
Жарықтың сынуы. Жарық сәулелері бір ортадан екінші ортаға сәулелердің бағытының өзгеру құбылысы **жарықтың сынуы** деп аталады. Бұл құбылыс жарықтың таралу жылдамдығы өртүрлі ортада түрліше болатынының салдары болып табылады.



39.2-сурет

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Жарықтың сыну құбылысының салдарынан су түбіндегі заттар (денелер) көзге жақынырақ болып (39.3-сурет), ал аспандағы жұлдыздар алыс болып көрінеді.



39.3-сурет

Жарықтың шағылу және сыну заңдары біздің өміріміздегі көптеген құбылыстарды тудырады. Осы заңдардың арқасында біз әлемді өзімізге етене таныс қалпында көреміз.

Тәжірибе жүзінде тағайындалған сыну заңы былай тұжырымдалады:

1) *түскен сәуле (1), сынған сәуле (3) және шегарадағы түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың бойында жатады (39.2-сурет);*

2) *түсу бұрышының, синусының, сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін тұрақты шама болып табылады және екінші ортаның бірінші ортамен салыстырғандағы салыстырмалы сыну көрсеткіші деп аталады:*

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (39.1)$$

Бұл заңның дәлелдеуімен жоғары сыныптарда танысасыңдар.

Салыстырмалы сыну көрсеткіші бірінші ортадағы жарықтың таралу жылдамдығы екінші ортадағы жарық жылдамдығынан артық екенін көрсетеді.

$$\frac{v_1}{v_2} = n, \quad (39.2)$$

мұндағы 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 түсу бұрышы артқанда сыну бұрышы да артатынын көреміз.

Жарықтың вакуумде таралу жылдамдығы (c әрпімен белгілейміз) берілген ортада таралу жылдамдығынан неше есе көп екенін білдіретін физикалық шаманы осы ортаның абсолют сыну көрсеткіші деп атайды, яғни

$$\frac{c}{v_1} = n_1, \quad (39.3)$$

Мұндағы n – бірінші ортадағы абсолют сыну көрсеткіші.

Жарықтың вакуумдегі жылдамдығы ортадағы жылдамдығынан артық ($c > v$), яғни абсолют сыну көрсеткішінде $n > 1$ болады. Мысалы, судың абсолют сыну көрсеткіші $n = 1,33$, шынынікі $1,5 < n < 1,8$ ауа үшін $n = 1,0003$, алмаз үшін $n = 2,45$.

Абсолют сыну көрсеткіші үлкенірек орта *оптикалық тығызырақ орта* деп аталады.

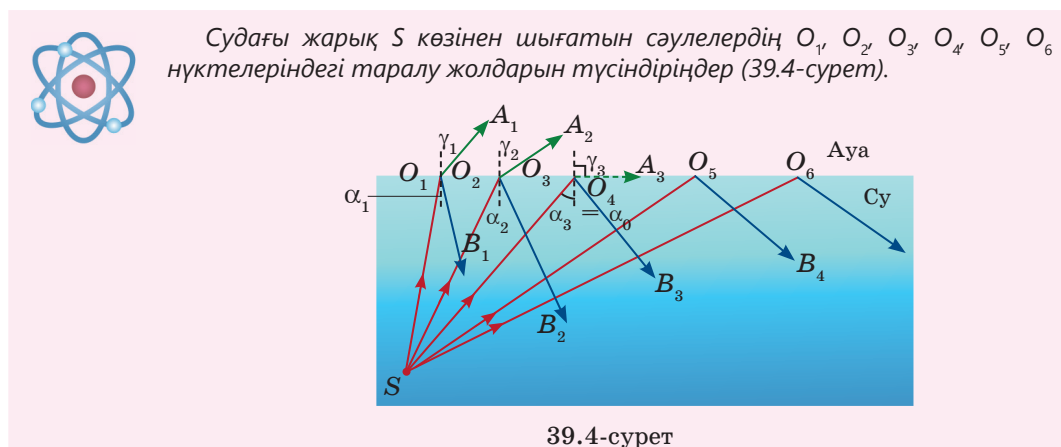
Сонымен, жарық біртекті ортада түзу сызықпен таралады, ал бір ортадан екінші ортаға өткенде таралу бағытымен жылдамдықтың шамасы өзгереді. 39.1-кестеде кейбір орталардағы жарықтың таралу жылдамдығы көрсетілген.

Кейбір орталардағы жарықтың таралу жылдамдығы

Вакуум (ауа)	300 000 км/с	Бензин	214 300 км/с
Су	226 000 км/с	Тұз	194 300 км/с
Сүт	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 тағайындайық. (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:

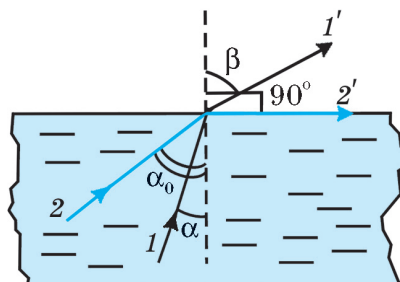
$$n = \frac{n_2}{n_1} \quad (39.4)$$



39.4-сурет

Жарық сәулесі бір ортадан екінші ортаға өткенде өзінің бастапқы бағытынан ауытқиды және түсу бұрышы неғұрлым үлкен болса, ауытқу да соғұрлым көп болады.

Жарықтың толық ішкі шағылуы. Жарықтың оптикалық тығыздық азырақ ортадан оптикалық тығыздығы азырақ ортаға өтуін қарастырайық. Бұл жағдайда түсу бұрышы сыну бұрышынан аз. Сонымен қатар, түсу бұрышы артқанда сыну бұрышы да өсетінін білеміз. Олай болса, түсу бұрышын арттыра берсек, түсу бұрышының мәні α_0 -ға жеткенде сыну бұрышы 90° -қа тең болады (39.5-сурет). Яғни, жарық екінші ортаға өтпейді. Осы құбылыс *толық ішкі шағылу* деп аталады.



39.5-сурет

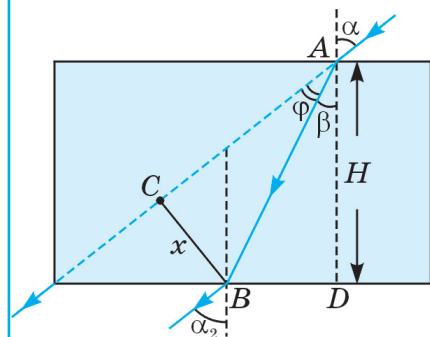
Түсу бұрыштары α_0 -дан үлкен болса, жарық бірінші оптикалық тығыздығы көбірек ортадан мүлде шықпайды. Толық ішкі шағылу жағдайында сыну заңы былай жазылады. $\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$ немесе $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$. Ауа мен вакуум үшін $n_2 = 1$, онда соңғы формула жарық қандай да бір ортадан ауаға не вакуумге шыққан кезде былай жазылады: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$. Осыдан ортаның абсолют сыну көрсеткішінің мәнін анықтауға болады:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_0} \quad (39.5)$$

Өртүрлі мөлдір орталардың абсолют сыну көрсеткіштері толық ішкі шағылу құбылысының көмегімен есептеп шығарылған.

Толық ішкі шағылу құбылысы талшықтық оптикада қолданылады. Оны медицинада, эндоскопиялық құрылғыларда пайдаланады.

Жазық параллель пластинка. Практикалық жағынан алғанда жарық сәулесінің жазық параллель пластинкаға түсуі маңызды жағдай.



39.6-сурет

Жазық параллель пластинка — бұл екі жағынан параллель жазықтықтармен шектелген мөлдір дене. Осындай пластинкадан өткенде жарық сәулелері алғашқы бағытынан біраз қашықтыққа ығысып, бірақ сол алғашқы бағытқа параллель болып шығады. Осыны дәлелдейік. Пластинаның үстінде және астында абсолют сыну көрсеткіші n_1 , болатын бір орта жатсын (39.6-сурет). Пластинка жасалған заттың сыну көрсеткіші

басқа, n_2 -ге тең болсын. Екінші ортадан өткен сәуле ығысып, бұрынғы бағытын сақтап қалатыны түсінікті.

Пластинка неғұрлым жуан болса, сәуленің ығысуы да соғұрлым көп, түсу бұрышы неғұрлым үлкен болса, сәуленің ығысуы да соғұрлым үлкен. Бұл суреттен көрініп тұр.

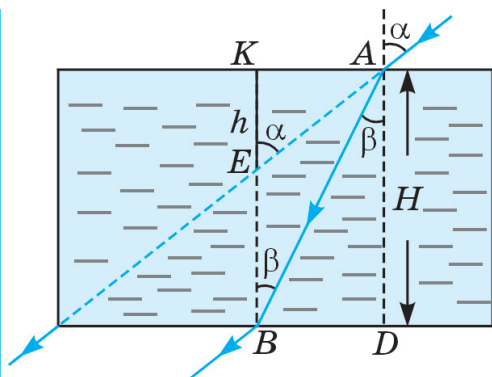
Шын және солай көрінетін тереңдік.



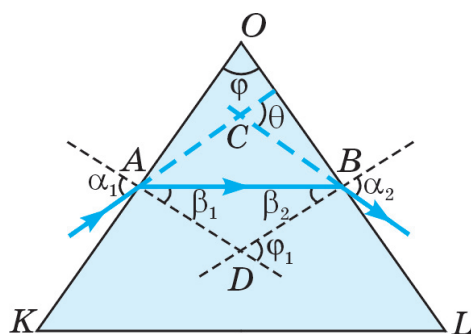
Сендер аквариумның немесе көлдің үстінен қарағанда олардың түбі шын мәніндегісінен жақынырақ болып көрінетінін байқаған боларсыңдар. Осыны қалай түсіндіруге болады? 39.7-суретке қарап ойланыңдар. Судың шын мәніндегі тереңдігі H оның көзге көрінетін тереңдігі h -пен былай өрнектелген:

$$H = nh. \quad (39.6)$$

Призма. Жарықтың шағылуы мен сынуы көптеген оптикалық құралдарда пайдаланылады. Соның бірі призма.



39.7-сурет



39.8-сурет

Призма — бұл өзара қиылысатын екі жазықтықпен шектелген мөлдір дене (39.8-сурет). Қиылысып жатқан жазықтықтардың арасындағы бұрыш призманың *сындырушы бұрышы* деп, ал қиылысып жатқан жазықтықтар *сындырушы жақтар* деп аталады. Жазықтықтардың қиылысу сызықтары *сындырушы қабырғалар* деп аталады. Сындырушы бұрышқа қарама-қарсы орналасқан призманың жазықтығы *призманың табаны* деп аталады.

Призмадағы сәуленің жолын қарастырайық. 39.8-суретке қарайық, онда жарықтың сыну және шағылу заңдарына сәйкес призмадағы сәуленің жолы көрсетілген.

Призма жөнінде толық мәліметті жоғары сыныптарда қарастырамыз.



1. Жарықтың сынуы деп қандай құбылысты айтады? Ол неге бақыланады?
2. Жарықтың сыну заңдарын тұжырымдап, оны қорытып шығарыңдар.
3. Абсолют және салыстырмалы сыну көрсеткіштерінің физикалық мағынасы қандай? Олар өзара қалай байланысқан?
4. Жарықтың толық ішкі шағылуы деп қандай құбылысты айтады? Ол қай кезде бақыланады?
- *5. Жарық жазық параллель пластинкадан өткенде қандай құбылыстарды бақылайсыңдар?
- *6. Судың шын және көрінетін тереңдігі деп нені айтамыз? Олар неге бірдей емес?
- *7. Призманың негізгі сипаттамаларына анықтама беріңдер.
- *8. Призмадағы сәуленің жолын қалай анықтауға болады?



23-жаттығу

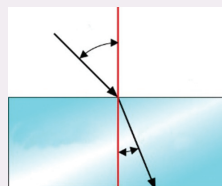
1. Суға батырғанда саусақтар неге қысқа болып көрінеді? Тексеріңдер де, түсіндіріңдер.
2. Аспан денесінің горизонттан биіктігін өлшегенде ол неге шын мәніндегіден артық болып шығады?
3. Балықшы гарпуншының қателігі неде (39.9-сурет)?



39.9-сурет



39.10-сурет



39.11-сурет

- 4. Тұманның әр тамшысы мөлдір су болса да, тұтастай алғанда ол мөлдір емес.
- 5. 39.10-суретте қандай құбылыс бейнеленген?
- 6. 39.11-суретте қай орта оптикалық тығызырақ?
- 7. Жарық сәулесі су бетіне 60° бұрышпен түседі. Судағы сыну бұрышы қандай?

(Жауабы: 40° .)

8. Жіңішке жарық шоғы ауадан қандай да бір сұйыққа өтеді. Егер түсу бұрышы 30° , ал сыну бұрышы 15° болса, сұйықтың сыну көрсеткіші қандай? Осы сұйықтағы жарықтың таралу жылдамдығы неге тең?

(Жауабы: 1,93; $1,55 \cdot 10^8$ м/с.)

- *9. Тоғанның түбіне ұзындығы 1,25 м таяқ қағылды. Таяқ түгелдей судың ішінде тұр. Егер жарық сәулелері су бетіне 30° бұрышпен түссе, таяқтың тоған түбіндегі көлеңкесі қандай?

- *10. Тоғанның түбіне қағылған қаданың 1 м-ге тең бөлігі судың үстіне шығып тұр. Егер тоғанның тереңдігі 2 м, Күннің горизонттан биіктігі 30° болса, қаданың су бетіндегі және тоған түбіндегі көлеңкесінің ұзындықтары қандай?

(Жауабы: $l_1 = 1,73$ м, $l_2 = 3,45$ м.)

- *11. Бұлақтың түбінде тас жатыр. Бала оны таяқпен түрткісі келді. Ол таяқты ауада 45° бұрышпен ұстап, тасты көздейді. Егер бұлақтың тереңдігі 40 см болса, таяқ тастан қандай қашықтықта бұлақтың түбіне тиеді?

(Жауабы: 19 см.)

12. Жарық сәулелері ауадан шыныға өткенде түсу бұрышы 60° , сыну бұрышы 30° . Шыныдағы жарықтың таралу жылдамдығын және толық ішкі шағылудың шектік бұрышын табыңдар.

(Жауабы: $1,73 \cdot 10^8$ м/с; 35° .)

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Сендер қандай жаңа ұғымдарды оқып білдіңдер?	Шағылу және сыну заңдарының бір-біріне ұқсастығын және айырмашылығын атаңдар	Осы тақырыпты өткенде қандай қиыншылықтарға кездестіңдер?

§ 40. Линзалар, линзаның оптикалық күші, жұқа линзаның формуласы. Линзаның көмегімен кескін салу.



Түйін сөздер:

- ✓ линза
- ✓ жинағыш және шашыратқыш линза
- ✓ линзаның фокусы
- ✓ жұқа линзаның формуласы



Бұл сабақта сендер:

- жұқа линзаның формуласын есептер шығару үшін қолдануды, жұқа линзада сәулелердің жолын салуды және алынған кескінді сипаттауды үйренесіңдер.

Мұны білесіңдер

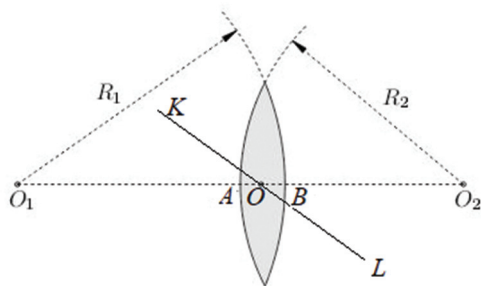
Сыну құбылысы телескоптар, микроскоптар, фотоаппараттар, проекциялық аппараттар, дүрбілер, көзілдіріктер сияқты басқа да көптеген оптикалық құралдарда қолданылады (40.1-сурет).



40.1-сурет

Осы құралдардың бәріне ортақ бір бөлшек бар. Оның не екенін айта аласыңдар ма?

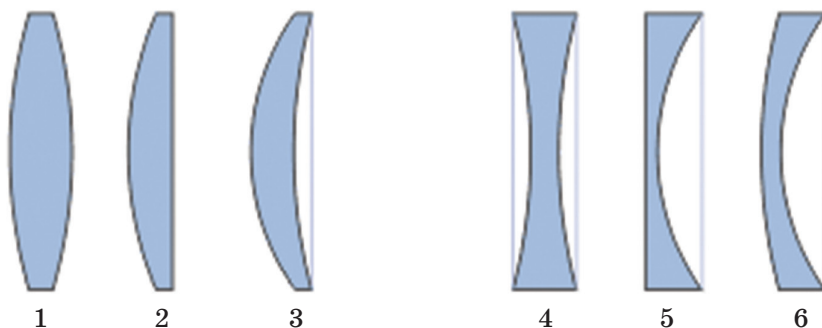
Көптеген оптикалық құралдарда линзалар — екі сфералық бетпен шектелген мөлдір денелер қолданылады. Линзаларды *жинағыш* және *шашыратқыш* деп екіге бөледі. Біріншілері өзінен өткен сәулелерді бір нүктеге жинақтайды, ал екіншілері шашыратады. Жинағыш линзаның ортасы шетінен қалың, ал шашыратқыш линзада керісінше ортасы шетінен жұқа. Линзаның негізгі ұғымдары мен сипаттамалары 40.2.-суретте кескінделген линзаны қарастырайық. Мұнда O_1 мен O_2 нүктелері — линзаны құрайтын сфералық беттердің қисықтық центрлері, R_1 мен R_2 осы беттердің қисықтық радиустары. *Линзаны құрайтын сфералық беттердің*



40.2-сурет

центрлері арқылы өтетін түзу сызық линзаның **бас оптикалық осі** деп аталады. Линзаның ішінде бас оптикалық осьтің бойында жатқан O нүктесі линзаның **оптикалық центрі** деп аталады. Осы нүкте арқылы жарық сәулесі сынбай, түзу өтеді. Оптикалық центр арқылы өтетін кез келген KL түзуі қосымша **оптикалық ось** деп аталады, олар қисықтық центрлері арқылы өтпейді. Бас оптикалық осьпен линза беттерінің қиылысу нүктелері A және B **линзаның төбелері** деп аталады. Линзаның төбелерінің арақашықтығы AB линзаның **қалыңдығы** деп аталады.

Егер линзаның қалыңдығы қисықтың радиустарымен шамалас болса, ол **қалың линза** деп, егер линзаның қалыңдығы қисықтық радиустарынан көп есе кіші болса ол **жұқа линза** деп аталады. Біз жұқа линзаны қарастырамыз. Линза беттерінің формасына (пішініне) қарай оларды дөңес (жазық-дөңес, қосдөңес, ойыс-дөңес) және ойыс (жазық-ойыс, қосойыс және дөңес- ойыс) деп бөледі (40.3-сурет).

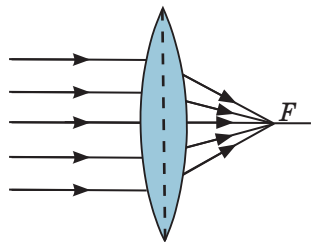


40.3-сурет. Линзаның түрлері: 1 — қосдөңес линза; 2 — жазық-дөңес линза; 3 — ойыс-дөңес линза; 4 — қосойыс линза; 5 — жазық-ойыс линза; 6 — дөңес-ойыс линза

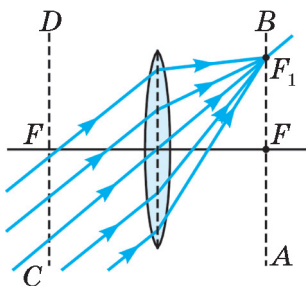
Егер жинағыш линзаға бас оптикалық оське параллель сәулелер шоғын түсірсе, олар линзадан өткен соң бір нүктеде жинақталады. Бұл нүкте **F линзаның бас фокусы** деп аталады (40.4-сурет). Бұл нүкте **бас оптикалық осьтің бойында жатады**. Линзаның екі жағында орналасқан екі бас фокусы бар. Егер линзаның қосымша оптикалық осіне параллель сәулелер шоғын түсірсе, олар линзадан өткен соң қосымша осьтің бойында жатқан бір нүктеде — F_1 , **қосымша фокуста қиылысады**. Барлық қосымша фокустар **AB фокаль жазықтықта жатады** (40.5-сурет). **Фокаль жазықтық** деп бас фокус арқылы бас оптикалық оське перпендикуляр өтетін жазықтықты айтады. Линзаның AB және CD екі фокаль жазықтығы бар, ал қосымша фокустары шексіз көп. Жинағыш линзаның фокустары **нақты фокустар** деп аталады, себебі бұл нүктелерде линзадан өткен сәулелердің өздері қиылысады.

Шашыратқыш линзаның фокустары **жорамал** деп аталады, себебі ол нүктелерде линзада сынған сәулелердің созындылары қиылысады (40.6-сурет).

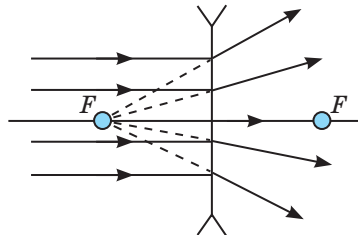
Практикада көбінесе жұқа линзалар қолданылады. Линзаларда кескін салу ыңғайлы болу үшін ерекше белгілеулер — белгілер енгізілген (40.7-сурет).



40.4-сурет

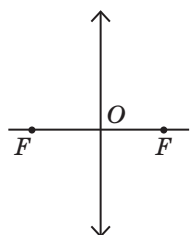


40.5-сурет

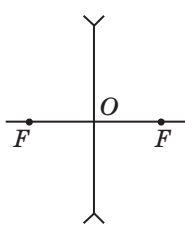


40.6-сурет

Линзада жарық қалай сынады екен, соны қарастырайық? Кез келген линзаны кішкене призмалардың жиынтығы ретінде қарастыруға болады (40.8, а-сурет). Призмаға түскен жарық, 40.8, ә-суретте көрсетілгендей, сынып (1-сәуле), призманың табанына параллель таралады. Призманың екінші жағына түскенде сәуле екінші рет сынып, призманың табанына қарай ауытқып, бірінші ортаға қайта оралады. Линзаның басқа бөліктеріне түскен 2 және 3-сәулелер де одан призмалардың табандарына қарай ауытқып шығады. Осылардың нәтижесінде барлық сәулелер бас оптикалық осьте жатқан бір нүктеде қиылысады, бұл нүкте *линзаның фокусы* деп аталады (40.8, б-сурет).

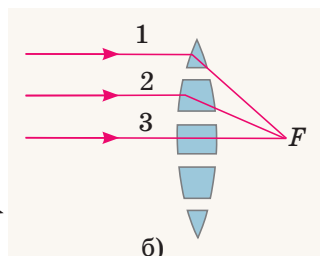
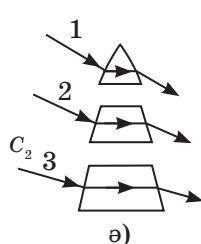


Жинағыш



Шашыратқыш

40.7-сурет



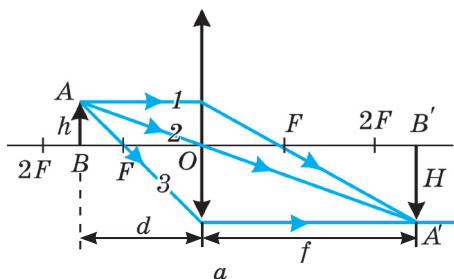
40.8-сурет

Линзаларда кескін салу. Линзада кескін салу үшін үш тамшы сәулелерді қолданады:

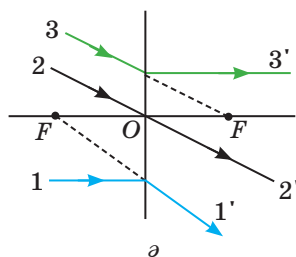
1. Линзаға бас оптикалық оське параллель түскен сәуле одан сынған соң линзаның фокусы арқылы өтеді (40.9, а-сурет). Шашыратқыш линзада бұл сәуле сынған соң, оның созындысы жорамал фокустан шығып жатқан сияқты болады (40.9, ә-сурет).

2. Оптикалық центр арқылы өткен сәуле сынбайды.

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

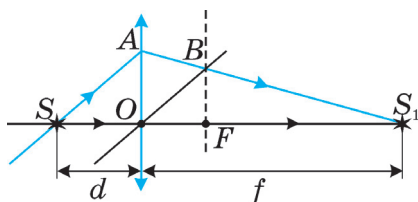


40.9-сурет



бағытында түскен сәуле, сынған соң бас оптикалық оське параллель таралады (40.9, а-сурет).

Жиынағыш линза нәрсенің нақты кескінін де, жорамал кескінін де беруі мүмкін. *Нақты кескін сәулелердің өздері қиылысқанда, ал жорамал кескін сәулелердің созындылары қиылысқанда пайда болатынын еске сала кетейік.*



40.10-сурет

Жұқа линзаның формуласы. Жұқа линзаның формуласын қорытып шығарайық. Ол үшін жарқыраған S нүктенің 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 қиылысады. SS_1 сәуле линзаның оптикалық центрі O арқылы сынбай өтіп, AB сәулесімен S_1 нүктесінде қиылысады, ол жарқыраған S нүктесінің кескіні болып табылады (40.10-сурет).

Нәрседен (жарқыраған нүктеден) линзаның оптикалық центріне дейінгі SO қашықтықты d әрпімен, ал линзаның оптикалық центрінен нәрсенің кескініне дейінгі OS_1 қашықтықты f әрпімен, линзаның фокус аралығы OF қашықтығын F әрпімен белгілейтін. 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 белгілеулерді пайдаланып отырып: $\frac{d+f}{f} = \frac{d}{F}$. Осы өрнекті түрлендірейік: $\frac{d}{f} + 1 = \frac{d}{F}$. Соңғы формуланың сол жағы мен оң жағын d -ға бөлсек:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (40.1)$$

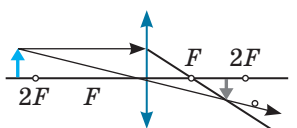
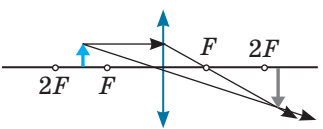
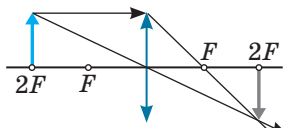
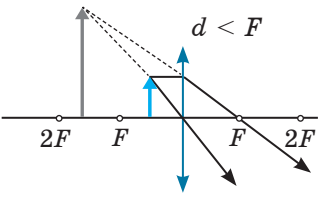
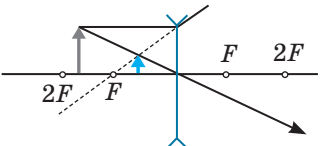
Бұл — жұқа линзаның формуласы.



Жұқа линзаның формуласын басқа жолмен де қорытып шығаруға болады. Осы формуланы қорытып шығарудың басқа жолдарын өздерің ұсыныңдар.

Жұқа линзаның формуласын қолданудың ерекшеліктерін қарастырайық. Нәрсе қай жерде орналасқанына, линза қандай кескін беретініне (нақты ма, жорамал ма) және бұл қандай линза екеніне байланысты біз бұл формуланың мынадай жазылу түрлерін және кескіндердің мынадай түрлерін алуымыз мүмкін.

40.1-кесте

Кескінді салу	Жұқа линзаның формуласы	Кескіннің сипаттамасы
$d > 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін нақты, кішірейтілген, төңкерілген (кері)
$F < d < 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін нақты, үлкейтілген төңкерілген (кері)
$d = 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Кескін нақты, бірдей төңкерілген (кері)
$d < F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Кескін жорамал, үлкейтілген тура
	$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Шашыратқыш линза әрқашан жорамал, кішірейтілген, тура кескін береді.

1. Жинаяғыш линза нақты кескін береді. Онда $d > 0$ (оң), $f > 0$ (оң) және $F > 0$ (оң).

2. Линза жинаяғыш, бірақ жорамал кескін береді. Онда $d > 0$ (оң), $f < 0$ (теріс) және $F > 0$ (оң).

3. Линза шашыратқыш. Ол әрқашан жорамал кескін береді. Онда $d > 0$ (оң), $f < 0$ (теріс) және $F < 0$ (теріс).

Линзаның оптикалық күші. Линза сәулелерді қаншалықты күшті “сіндіратынын” сипаттау үшін ерекше физикалық шама — *линзаның оптикалық күші* D ұғымы енгізілді. *Линзаның оптикалық күші деп бас фокус аралығына кері шаманы айтады.* Олай болса, *линзаның оптикалық күшінің физикалық мағынасы:* ол жарық сәулелері линзадан өткенде қаншалықты дәрежеде сынаатынын сипаттайды:

$$D = \frac{1}{F} \quad (40.2)$$

Оптикалық күштің өлшем бірлігі — диоптрия: $[1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}]$.

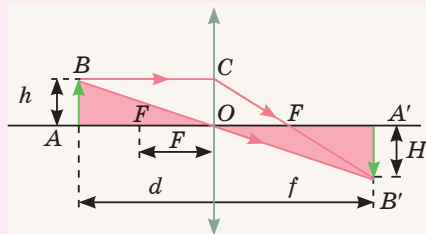
Линзаның ұлғайтуы. Линза нәрсенің кескінін үлкейтіп те, кішірейтіп те беруі мүмкін. Линзаның сызықтық ұлғайтуы деп кескіннің сызықтық өлшемінің нәрсені сызықтық өлшеміне қатынасына тең физикалық шаманы айтады:

$$\Gamma = \frac{H}{h} \quad (40.3)$$



40.3 формуласын дәлелдеу үшін, 40.9, а-суретті пайдаланыңдар.

40.11-суретті және үшбұрыштардың ұқсастық белгілерін пайдаланып, $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ болатынын дәлелдендер.



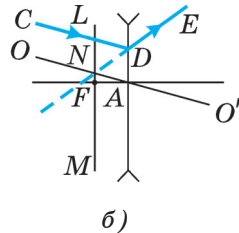
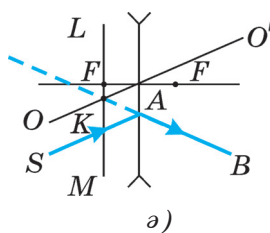
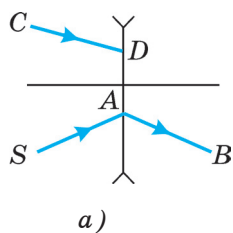
40.11-сурет

Шашыратқыш линзада кескін салатын болсақ, ол әрқашан кішірейтілген, жорамал, төңкерілмеген кескін беретінін көруге болады. Ал жинағыш линза нәрсе қай жерде тұрғанына қарай нақты да, жорамал ұлғайтылған да, кішірейтілген де кескін беруі мүмкін.

ЕСЕП ШЫҒАРУ МЫСАЛДАРЫ

40.12, а-суретте SA сәулесінің шашыратқыш линзада сынғаннан кейінгі жолы көрсетілген. Салу жұмыстары арқылы линзаның бас фокустарының орнын анықтаңдар. CD сәулесінің әрі қарайғы жолын көрсетіңдер.

Шешуі. SA сәулесіне параллель қосымша OO' ось жүргізейік (40.12, а-сурет). Бұл ось сынған AB сәуленің созындысымен LM фокаль жазықтықта жатқан K нүктесінде қиылысады. Фокаль жазықтықтың



40.12-сурет

бас оптикалық осьпен қиылысу нүктесі шашыратқыш линзаның бас фокусы болып табылады.

CD сәулесінің ары 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 қиылысу нүктесі линзаның қосымша фокусы N және D нүктелері арқылы өтетін түзуді жүргізе отырып, CD сәулесінің линзада сынғаннан кейінгі жолын табамыз. Ол — DE түзуі болады.



1. Линза деген не? Линзаның қандай түрлерін білесіңдер?
2. Шашыратқыш линзаның жинағыш линзадан айырмашылығы қандай?
3. Линзаның оптикалық центрінің орнын қалай анықтауға болады?
- 4. Тәжірибеде 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 линзаныкіні ше?
- *7. Екі оқушының қайсысы дұрыс тұжырымдайды: Бірінші оқушы жинағыш линзаның фокустарының барлығы жалған, ал шашыратқыш линзаның фокусы нақты, ал екінші оқушы жалған фокус болмайды деп есептейді. Дұрыс жауабын айтыңдар және түсіндіріңдер.
8. Фокаль жазықтық 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) нәрсе линзаның екі фокус аралығында тұр; ә) нәрсе линза мен оның бас фокусының арасында орналасқан. Шыққан кескіндердің сипаттамаларын беріңдер.
- 13. "Линзаның ұлғайтуы 0,25" деген сөйлем қандай мағынаны білдіреді?
- *14. Егер линзаның жартысын мөлдір емес шымылдықпен бүркеп қойса, нәрсенің толық кескіні шыға ма?

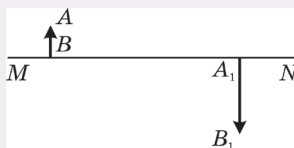


24-жаттығу

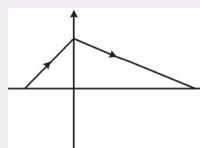
1. Қай кезде жинағыш линзаның көмегімен нәрсенің жорамал кескінін алуға болады? Жауапты: линзадағы жарық сәулелерінің жолын сала отырып, түсіндіріңдер (Жауабы: нәрсе фокус пен линзаның арасында тұрғанда).
2. Қандай жағдайда жинағыш линзадағы нәрсенің кескінінің биіктігі нәрсенің өзінің биіктігімен бірдей болып шығады? Жауапты линзадағы сәулелердің жолын сала отырып, түсіндіріңдер
(Жауабы: нәрсе линзадан $2F$ қашықтықта тұрғанда)
3. Линзаның бас оптикалық осы MN , нәрсе AB және оның кескіні A_1B_1 берілген (40.13 және 40.14-суреттер). Линзаның центрі мен фокус аралығын табыңдар.



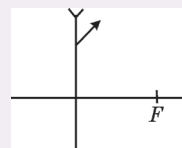
40.13-сурет



40.14-сурет

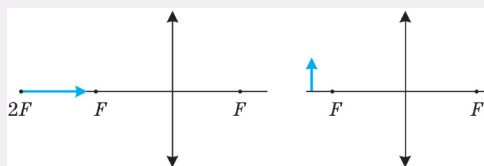


40.15-сурет



40.16-сурет

4. Линзаның бас оптикалық осі мен бір сәуленің жолы берілген (40.15-сурет) линзаның фокусын табыңдар.
5. 40.16-суретте фокус аралығы F линзадан өткен сәуле көрсетілген. Сәуленің линзаға түскенге дейінгі жолын салыңдар.
6. Берілген нәрсенің линзадағы кескінін салыңдар (40.17, а, ә-суреттер). Осы кескінді сипаттаңдар.



а

ә

40.17-сурет

7. Оптикалық күші 5 дптр жұқа жинағыш линзадан 60 см қашықтықта жарқыраған нүкте тұр. Осы нүкте мен оның экрандағы кескіннің арасы қандай?
(Жауабы: 15 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 ара қашықтықтар бірдей, 0,5 м. Егер нәрсені линзаға қарай 20 см-ге жылжытса, кескін неше есе ұлғаяды? Линзаның фокус аралығы қандай?
(Жауабы: $\Gamma = 1,25$; $F = 25$ см.)

Осы тақырып нені меңгертеді?

Линза туралы не білдіңдер?	Линзаларды қайда қолданады?	Линзада кескінді қалай салу керек?

§ 41. Көз — оптикалық жүйе ретінде, көру кемшіліктері және оларды түзетудің тәсілдері.



Түйін сөздер:

- ✓ **көз**
- ✓ **алыстан нашар көрушілік**
- ✓ **алыстан көргіштік (жақыннан көрмеушілік)**
- ✓ **көзілдірік**

Бұл сабақта сендер:

- көздің алыстан нашар көрушілігі мен жақыннан нашар көрушілігін түзетуді сипаттап үйренесіңдер.

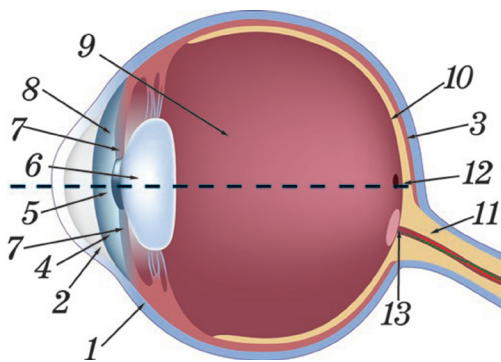


Адам қоршаған орта жайлы ақпараттарды өзінің сезім мүшелері арқылы қабылдайды. Көз — осындай мүшелердің бірі. Адамның көруі бұл адамның көру жүйесі арқылы жүзеге асатын, жарық энергиясын түрлендіру нәтижесінде ақпаратты қабылдау қабілеті. Жарық сигналын түрлендіру көздің тор қабатында басталады, бұдан соң фоторецепторлар қозып, көру орталығына ақпарат беріледі. Адам көзбен көреді. Әлем, қоршаған орта туралы негізгі ақпараттарды біз көздің көмегімен білеміз.

Көз. Көз — бұл адамға да, жануарларға да қоршаған әлемді қабылдауға мүмкіндік беретін “тірі” оптикалық құрал. Көз өзінің алмасының тор қабатында кішірейтілген, нақты, төңкерілген кескін береді.

Көздің құрылымы 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 қоректендіретін қан тамырларынан тұрады.
4. *Түсті қабықша* — тамырлы қабықтың алдыңғы бөлігі. Әр адамның көзінің түсі, қабығының түсі де әртүрлі болады.
5. *Қарашық* — түсті қабықтың ортасындағы тесік, ол арқылы жарық өтеді. Қарашықтың диаметрі рефлексиялық түрде, жарықтануға қарай, 2-ден 8 мм-ге дейін өзгере алады.
6. *Көз жанары (көзбұршақ)* — кескінді көз алмасының тор қабатына проекциялайтын, қос дөңес



41.1-сурет

линза тәрізді мөлдір, серпімді, қат-қабат дене. Көз жанарының қисықтық радиусы оның жан-жағындағы бұлшық еттердің әсерінен өзгере алады, сол себепті әртүрлі қашықтықта орналасқан денелердің кескіні тура тор қабықтың сезімтал қабатына проекцияланады. Бұл процесс *аккомодация* деп аталады. Сонымен, аккомодация — бұл көз жанарының қисықтық радиусын өзгерте отырып, көздің әртүрлі қашықтықтан анық көруге бейімделуі. Нәрсенің бөліктерін дұрыс көріп, қарауға 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 өзгертеді. Сонымен қатар бұлшық еттер көздің осі қарап отырған денеге бағытталатындай етіп, көзді бұрып отырады. Дене неғұрлым жақын болса, сол көз бен оң көздің бұлшық еттерінің жиырылуының айырмашылығы да соғұрлым көп. Жақын орналасқан нәрсенің оң көз бен сол көздің тор қабығындағы кескіндері аздап өзгеше болады. Бұл адамға нәрсеге немесе оның бөліктеріне дейінгі қашықтықты мөлшерлеуге және нәрсенің көлемін байқауға мүмкіндік береді.

8. *Су тәрізді сұйық*.

9. *Шыны тәрізді дене* — бұл көз алмасын толтырып тұрған іркілдеген сұйық.

10. *Тор қабық* — көз алмасының түбін түгел жауып тұрады. Ол көру нервтерінің тарамдарынан тұрады.

11. *Көру жүйкесі*, оның ұштары колбашық немесе таяқша деп аталады. Бұл — жарық сезгіш элементтер.

12. *Сары дақ* — тор қабықтағы жарыққа ең сезімтал жер.

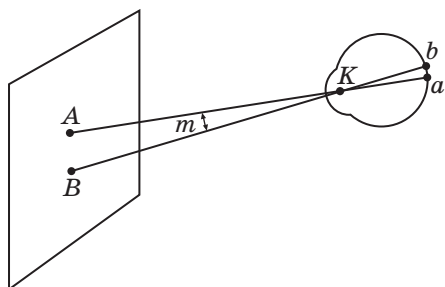
13. *Соқыр дақ* — тор қабықтағы көру жүйкесі кіретін жер.

Көзді фокус аралығы айнымалы, ал экранға (тор қабыққа) дейінгі арақашықты тұрақты болатын оптикалық жүйе деп қарастыруға болады. Жарық тор қабыққа проекцияланады да, ондағы жүйке ұштары (колбашықтар мен таяқшалар) мидың көру орталығына импульс жібереді. Бұл процесс көріну бейнелерінің пайда болуына әкеп соғады.

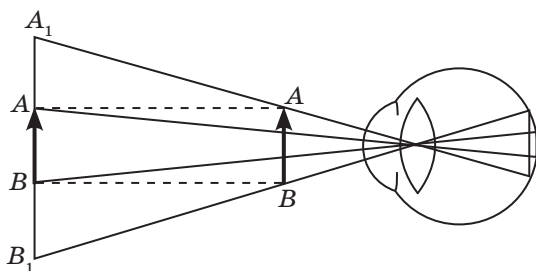
Нәрсеге қарағанда оның шеткі A және B нүктелерінен шыққан (41.2-сурет) сәулелер көзге түсіп, көздің сындырғыш орталарынан өткен соң тор қабықты a және b нүктелерінде жиналады. Сәулелер көзде сынған соң көру бұрышы деп аталатын (41.2-суретте бұл bKa бұрыш AKB вертикаль бұрышқа тең) бұрышты құрайды.

Көру бұрышының шамасы екі факторға қарап отырған нәрсенің үлкендігі мен оның көзге дейінгі қашықтығына тәуелді, бұл 41.3-суреттен көрініп тұр.

Үлкендіктері бірдей, бірақ көзден әртүрлі қашықтықтарда тұрған AB тілшелерді біз әртүрлі көру бұрышымен көреміз. Сонымен қатар, көзден



41.2.-сурет. Көру бұрышы



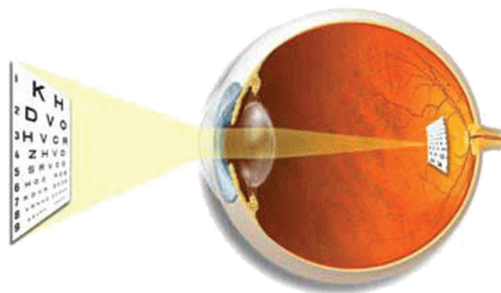
41.3.-сурет. Нәрсенің үлкендігі мен оның көзге дейінгі қашықтығына байланысты көру бұрышының өзгеруі.

өртүрлі қашықтықта орналасқан, AB тілшесінен әлдеқайда үлкен A_1B_1 , тілшесі мен AB тілшесінен шыққан сәулелер сынған соң тор қабыққа бірдей көру бұрышымен түседі. Сонымен, көзге жақын тұрған нәрсе үлкен бұрышпен көрінеді. Күнделікті өмірде біз мұны жақсы білеміз — егер нәрсені анықтап көргіміз келсе, оны көзге жақындатамыз, яғни үлкен көру бұрышымен қараймыз.

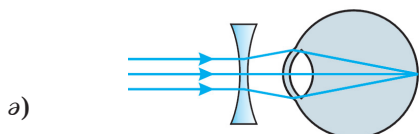
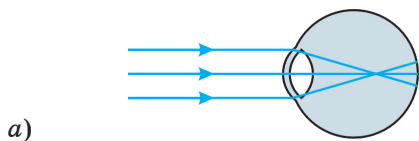
Өзінің құрылымы бойынша көз фотоаппаратқа ұқсайды (41.4-сурет). Объективтің рөлін көз жанары мен шыны тәрізді дене атқарады. Кескін тор қабықтың сезімтал бетінде пайда болады. Айқын кескін аккомодация арқылы жүзеге асады. Қарашық өлшемдері өзгеріп тұратын диафрагманың рөлін атқарады.

Көзілдірік. Дұрыс көретін көз (ең жақсы көріну қашықтығы 25 см) нәрсенің кескінін торқабыққа проекциялайды. Кейбір адамның көзі қалыпты жағдайда кескінді тор қабыққа емес, оның алдына проекциялайды (41.5, *а*-сурет). Мұндай адамдарда *алыстан нашар көрушілік* деп аталатын көз кемшілігі бар. Алыстан нашар көретін адам нәрсені тек белгілі бір қашықтықтан бастап айқын көре алады. Ол жақын тұрған нәрселерді жақсы көреді, бірақ нәрсе алыстаған сайын оны нашар көре бастайды. Мұндай кемістікті түзету үшін шашыратқыш линзалардан жасалған көзілдірік қолданылады, оларды минуслық көзәйнектер деп атайды (41.5, *б*-сурет).

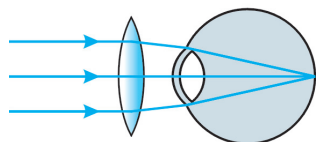
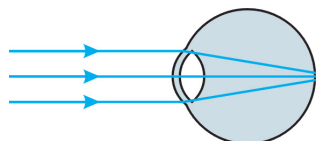
Егер көз нәрсенің кескінін тор қабаттың артында берсе (41.6, *а*-сурет) мұндай кемістік алыстан көргіштік (жақыннан көрмеушілік) деп аталады. Мұндай адамдар алыстағы нәрселерді көреді, бірақ айқын көре алмайды, олардың ұсақ бөліктерін ажырата алмайды. Ал жақындағы



41.4-сурет



41.5-сурет



41.6-сурет

нәрселерді олар нашар, бұлдыратып қана көреді. Бұл адамдардың аккомодациясының жақын шегі 25 см-ден артық. Алыстан көргіштігі жинағыш линзалардан жасалған көзілдіріктерді киіп, түзетеді (41.6, ә-сурет).

Екі көзбен көру (бинокулярлық көру) нәрселерді көлемдік көруге, олардың орналасу тереңдіктерін ажыратуға, нәрсе қандай қашықтықта тұрғанын мөлшерлеуге мүмкіндік береді. Нәрселерге бір көзбен ғана қарасақ, олардың бәрі бір жазықтықта жатқан сияқты болады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

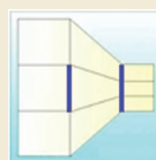
Көру ерекшеліктері мен түстерді қабылдау алдамшы көріністер тудыруы мүмкін. 41.7-суретке қарап отырып, түстерді қабылдау иллюзиясын бақылауға болады. Өр түсті квадраттардың ішінде орналасқан сопақшалардың (овалдар) түстері әртүрлі сияқты. Бірақ, шын мәнінде олардың бәрінің түсі бірдей, сұр түсті.



41.7-сурет



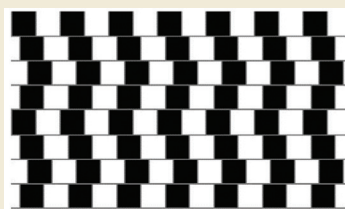
41.8-сурет



41.9-сурет

41.8-суретте сол жақтағы дөңгелек үлкен сияқты, шын мәнінде дөңгелектер бірдей. Сол сияқты, 41.9-суретте сызықтардың ұзындығы әртүрлі сияқты, шын мәнінде олар бірдей.

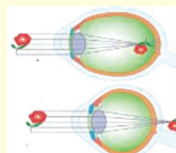
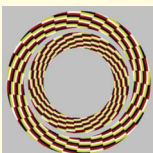
41.10-суреттегі горизонталь сызықтар шын мәнінде өзара параллель.



41.10-сурет



1. Аккомодация ұғымын қалай түсінесіңдер?
2. Мына шамалар нені білдіреді: -2 дптр, $+3,5$ дптр?
3. Көз кемістіктері қалай пайда болады? Оларды түзету тәсілдерін баяндаңдар, суреттерін салыңдар.
4. 41.11- суретте не кескінделген?



41.11-сурет 41.12-сурет 41.13-сурет 41.14-сурет 41.15-сурет

- 5. 41.12-суретте кескінделген жағдай өмірде бақылануы мүмкін бе?
- 6. 41.13-суретте кескінделген тұйық сызықтар ма, әлде спираль ма?
- 7. 41.14-суретте қандай көзілдірік кескінделген?
- 8. 41.15-суретте көздің қандай кемістіктері кескінделген? Оларды қалай түзетуге болады?

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Жаңа ұғымдар мен құбылыстар	Бұл тақырыпта бұрын нені білетінсіңдер?	Қандай жаңа білім алдыңдар?	Не түсініксіз болып қалды?

§ 42. Оптикалық құралдар



Түйін сөздер:

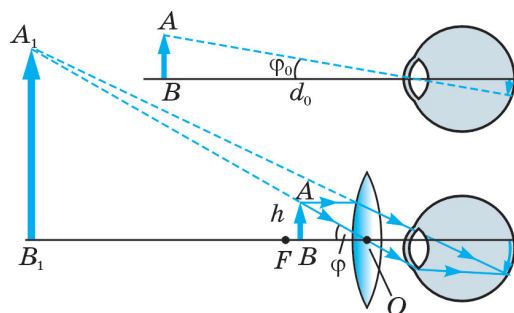
- ✓ оптикалық құралдар
- ✓ лупа
- ✓ обскур камерасы
- ✓ фотоаппарат
- ✓ микроскоп
- ✓ телескоп



Бұл сабақта сендер:

- бұл сабақта сендер қарапайым оптикалық құралдардың жұмыс істеу принципін қарастырып,
- қарапайым оптикалық құралдарды жасауды (перескоп, обскур камерасы т.б.) үйренесіңдер.

Өртүрлі оптикалық құралдардың жұмыс істеу принциптерінің негізінде геометриялық оптиканың заңдары жатыр. Бұл құралдардың негізгі бөлігі – нәрсенің кескінін салатын оптикалық жүйе. Қандай мақсатта пайдаланылатынына орай оптикалық құралдардың мынадай түрлері бар: проекциялық аппараттар, микроскоптар, телескоптар, фотоаппараттар, т.б.



42.1-сурет

Лупа. Нәрсенің ұсақ бөлшектерін ажыратып көру үшін оны үлкен көру бұрышымен қарау керек. Оптикалық құралдардың көмегімен нәрсені көзге жақындату арқылы көру бұрышын үлкейтуге болады. Үлкен көру бұрышына тор қабықтағы үлкен кескін сәйкес келеді. Ұсақ нәрселерді қарап, көру үшін қолданылатын ең

қарапайым құрал—қысқа фокусты ($F \approx 10$ см) жинағыш линза. Оны *лупа* деп атайды. Әдетте, лупаны көзге жақын ұстайды, ал қарайтын нәрсені оның фокаль жазықтығына орналастырады (42.1-сурет). Осы кезде тор қабықтағы кескін көзге күш түсірмей-ақ пайда болады. Лупаның ұлғайтуы оның өлшемдерімен шектеледі. Оптикалық күші үлкен линзаның дөңестігі де үлкен болатыны бізге белгілі. Осы себепті лупаның өлшемдерін кішірейтуге тура келеді, ал мұның өзі көру өрісін азайтып, лупаны пайдалануда қиындықтар туғызады. Сондықтан 40 еседен көп ұлғайтатын лупалар қолданылмайды.

Лупаны сағат жөндейтін шеберлер, геологтер, ботаниктер, криминалистер, филателистер қолданады.

БҰЛ ҚЫЗЫҚ!

Обскур камерасы (латынша “*camera obscura*” объектілердің оптикалық кескіндерін алуға мүмкіндік беретін ең қарапайым құрылғы. Ол — бір жағында тесігі бар, ал оған қарама-қарсы қабырғасында экран (бұлыңғыр әйнек немесе ақ қағаз) орнатылған, жарық өткізбейтін жәшік.

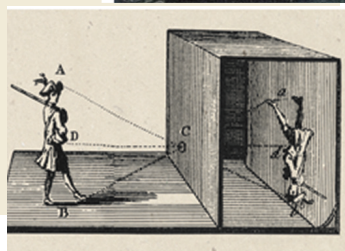
Диаметрі шамамен 0,5—5 мм болатын тесіктен өткен сәулелер экранда төңкерілген кескін береді. Обскур камераның негізінде кейбір фотокамералар жасалған.

Алғашқы обскур камералар б.з.д. V—VI ғасырларда жасалған болатын. Қытай философы Мо-цзының ізбасарлары осылайша қараңғыланған бөлменің қабырғасында төңкерілген кескін алды. X ғасырда араб ғалымы Басралық Ибн аль-Хайсам (Альхазен) Күн тұтылуын бақылау үшін арнайы шатырларды пайдаланып, қарама-қарсы қабырғада күннің кескінін бақылады. Альхазен бірінші болып жарықтың түзу сызықты таралуына сүйене отырып, обскур камераның жұмыс істеу принципін түсіндірді. Орта ғасырларда обскур камералар астрономиялық бақылауларда бірнеше қайтара қолданылған.

Мен жарықты ұстап алып, қапасақа қамап қойдым.

Күн мен үшін сурет салуға мәжбүр болды.

Луи Дагер



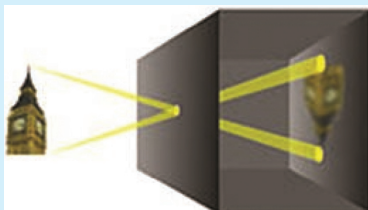


Сендер обскур камерасын өздерің жасауларыңа болады. Қажет материалдар: картон жәшік, шоколад орайтын жылтыр қағаз, скотч, ақ қағаз, кеңсе инесі, кеңсе пышағы.

1. Картон жәшіктің бүйір қабырғасынан пышақпен тік төртбұрышты тесік жасаңдар.

2. Алдын ала саңылау кесілген жылтыр қағазбен осы тесікті жабыңдар.

3. Саңылауға қарама-қарсы жақтағы жәшік қабырғасына ішінен ақ қағаз бекітіңдер, ол экран болады. 42.2-суретте экранда кескін көрініп тұр.



42.2-сурет

4. Жәшіктің түбін бас сиятындай етіп тесіңдер; жарық өтпес үшін жан-жақтың бәрін скотчпен бекітіңдер. Сенің обскур камераң дайын. Саңылауды нәрсеге қарай бұрып, экранда оның кескінін көре аласыңдар.

Егер экранға фотопенка жабыстырып қойса, нәрсенің фотосуретін алуға болады. Осы обскур камерасы кейін фотоаппаратқа айналды.

Перископ. Тағы бір оптикалық құрал—перископ (көне грек. “περλ” — “айнала” және “τολεω” — “қараймын”) – бұл тығылып отырған жерден бақылау жасауға мүмкіндік беретін оптикалық құрал. Перископты өз бетіңмен оңай жасап алуға болады.



Перископ жасауға қажетті материалдар: кез келген қағаз қорап, өлшемдері бірдей екі жазық айна, скотч, кеңсе пышағы, қайшы, сызғыш, қарындаш (42.3, а-сурет).

Жұмысты орындау тәртібі:

Қораптың екі шетінен 3 см-ден өлшеп кесіңдер де, тік бұрыш жасай бүктеңдер. Бүктелген жерлерді скотчпен бекітіңдер (42.3, ә-сурет), және сол жерге скотчпен айналарды жапсырыңдар, айна беті қорапқа қарап тұрсын (42.3,б-сурет). Перископ дайын. Енді оны тігінен қойыңдар. Перископтың жоғарғы шетін нәрсеге қаратып, төменгі шетінен кескінді бақылаңдар (42.3, в-сурет).



а)



ә)



б)



в)

42.3 сурет

Проекциялық оптикалық құралдар. Проекциялық құралдарға экранда нәрсенің нақты, үлкейтілген кескінін беретін құралдар жатады (42.4-сурет). Бұлардың үш түрі бар: *диаскоп* (латынша *диа* — “мөлдір”), онымен мөлдір нәрселерді экранға проекциялауға болады; *эпископ* — экранға мөлдір емес нәрселерді проекциялайды және *эпидиаскоп* — ол экранға мөлдір де, мөлдір емес те нәрселерді проекциялайды. 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 шыққан жарық ағыны *конденсордың* (линзалар жүйесінің) көмегімен диапозитивке (мөлдір объект) жіберіледі. Жарық ағынын арттыру үшін кейде жарық көзінің артына ойыс айна қояды. Ол жарықты шағылдырып, оны линзалар жүйесіне қарай қайта жібереді. Конденсорды ол кішілеу жарық көзінің кескінін объективке беретіндей етіп орналастырады, ал объектив өз кезегінде диапозитивті экранға проекциялайды.



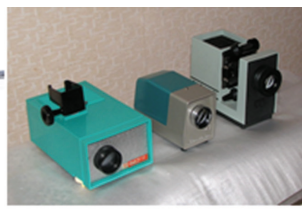
эпидиаскоп



кодоскоп



диaproектор



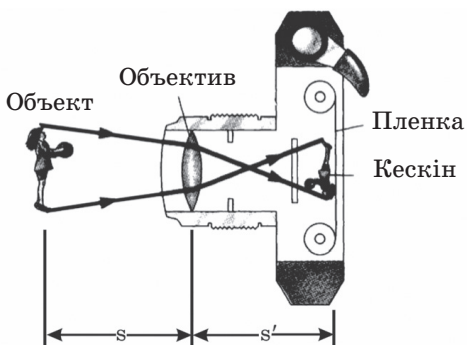
фильмскопы

42.4-сурет



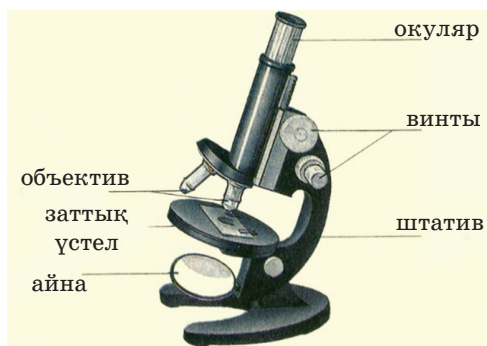
- Нәрсені неге фокус пен екі еселенген фокустың арасына қою керек екені туралы ойлаңдар. Өз ойларыңды графигтік шешу арқылы дәлелдендер.

Мөлдір емес нәрселерді, мысалы, кітаптағы суреттерді экранға көрсету үшін оларға ойыс айнаны фокусы орнатылған шамнан шығатын сәулелермен қатты жарықтандырады. Суреттен шығылған жарық ағыны жазық айнаға, ал одан жарық күші жоғары объектив арқылы экранға түседі. Мұндай құрал — *эпископ* деп аталады.



42.5 сурет

Фотоаппарат — бұл линзалар жүйесінің көмегімен нәрсенің кескінін жарықсезгіш пленкада алуға болатын оптикалық құрылғы. Фотоаппараттың негізгі бөліктері: объектив, мөлдір емес камера, фотопленка (42.5-сурет). Объектив кескінді фотопленкаға проекциялауға арналған күрделі линзалар жүйесі болып табылады.



42.6-сурет



42.7-сурет

Фотопленканың жазықтығында нақты, кішірейтілген, төңкерілген кескін пайда болады. Жарық энергиясының әсерінен фотопленкада бромды күмісте реакция жүріп, негатив пайда болады.

Фотоға түсіретін нәрсе екі фокустық аралықтан ары қойылады, ал оның кескіні фокус пен екі фокустың арасында пайда болады. Нәрседен объективке дейінгі қашықтық әртүрлі болатындықтан, қашықтығын айқын кескін алу үшін объектив пен фотопленканың арақашықтығын өзгертуге тура келеді. Ол үшін объективті жылжытады.

Кескіннің сапасы фотопленкаға түсетін жарық энергиясының мөлшеріне байланысты. Сондықтан, фотоаппараттың жарықты тек белгілі бір уақыт — экспозиция уақыты бойы өткізетін арнайы жапқыш тетігі болады. Экспозиция уақыты пленканың сапасы мен жарықтандырылуына байланысты.

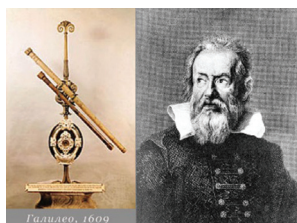
Объективтің жұмыстық бөлігінің диаметрін диафрагмамен өзгертуге болады. Диафрагманың тесігін кішірейте отырып, фотоаппараттан әртүрлі қашықтықта жатқан нүктелердің кескіндері бірдей дәрежеде айқын болатындай етуге болады. Бұл жағдайда айқындық тереңдігі артты дейді.

Фотосуреттің маңызы өте зор. Заманауи фотосурет тез, түрлі түсті, стереоскопиялық болып табылады. Оны өмірдің көптеген салаларында кеңінен қолданылады: ол арқылы ғарыштағы объектілер жайлы да, микробөлшектер жайлы да ақпарат алуға болады, онымен көрінбейтін сәулелерді де тіркеуге болады. Көркем фотосуреттер бізге қуанышты көңіл күй сыйлайды. Фотокорреспонденттер айналамызда болып жатқан оқиғаларды толығымен сипаттап, жеткізеді.

Микроскоп. Өте ұсақ кішкентай нәрселерді көру үшін *микроскоп* қолданылады (42.6-сурет). Ең қарапайым микроскоп екі линзадан тұрады. Нәрсеге қарап тұрған ұзын фокусты жинағыш линза *объектив* деп аталады. Ол нәрсенің нақты, үлкейтілген кескінін береді. Бұл кескін екінші жинағыш қысқа фокусты линза (лупа) арқылы қаралады, оны *окуляр* деп атайды. Зерттелетін нәрсе объективтің F_1 фокусына таяу жерде орна-

ластырылады. Сол кезде объектив үлкейтілген нақты кескін береді, ол объективтің артында, окулярдың фокусына таяу жерде пайда болады.

Заманауи микроскоптар 2—3 мың есе жуық ұлғайта береді. Ұсақ заттарды қарайтын оптикалық құралдардан бөлек өте алыста орналасқан нәрселерді қарауға арналған құралдар бар. Оларға телескоптар, көру түтіктері, дүрбілер т.б. жатады. Әлемде ең алғашқы көру түтігін 1609 жылы Г. Галилей жасаған (42.8-сурет). Көру түтігінің объективті нәрсенің кескінін көзге жақын жерде береді, оны лупа сияқты окуляр арқылы қарайды.



42.8-сурет. Г. Галилей және оның телескопы



42.9-сурет



42.10-сурет

Телескоп — аспан денелерін (ғаламшарлар, жұлдыздар, кометалар, т.б.) бақылауға арналған оптикалық құрал (42.7-сурет). Телескоптарды линзалық (*рефракторлық*, латынша “*refractus*” — “сындыру”) және айналық (*рефлекторлық*, латынша “*reflectere*” — “шағылдыру”) деп бөледі. Алғашқы айналық телескопты И. Ньютон 1671—1672 жылдары жасап шығарды. Телескоп-рефлекторда объектив ретінде диаметрі үлкен парабодалық айна қолданылады.

Әлемдегі ең ірі, айнасының диаметрі 6 м телескоп-рефлектор Кеңестер Одағында жасалып, Солтүстік Кавказда орнатылған болатын, бұл Альт-азимуталды үлкен телескоп (42.9-сурет). Ал әлемдегі ең ірі, объективінің диаметрі 1,02 м телескоп-рефрактор АҚШ-та жасалады. Телескоптардың ұлғайтуы шамамен 500-ден асады, оған объективтің фокус аралығының үлкен болуы себепті. Телескоптармен Айдағы өлшемі 1м-ден аз нәрселерді, Марстағы өлшемдері шамамен 100 м нәрселерді көруге болады.

XX ғасырдың 60-жылдары жаңа үлкен обсерватория салуға орын іздеп Қазақстанның оңтүстік аудандарына бірнеше экспедиция шығарылады. Нәтижесінде Алматыдан 80 километр жерде теңіз деңгейінен биіктігі 2 750 м Ассы-Түрген жазығында қолайлы жер табылады. Астроклиматтың ең маңызды сипаттамалары — қала жарығынан алыстың желсіз түндер, атмосфераның мөлдірлігі мен тыныштығы. Осы белгілер обсерватория салатын жер таңдауда басты сипаттамалар болып табылады. Бұл кезде Астрофизикалық институтқа белгілі неміс фирмасы “Карл Цейс (Йена)” жасалған телескоп жеткізілді. 1976 жылы осы фирманың 60

сантиметрлік телескопы орнатылады. Қазіргі уақытта биік таулы Ассы-Түрген обсерваториясында Қазақстандағы ең үлкен телескоп АЗТ-20 орнатылып тұр.

Ассы-Түрген жазығындағы кескіннің сапасы өте жоғары болып шығады. Кейінірек бұл сапа тіпті жоғарылайды деп күтуге болады, себебі Ассы-Түрген обсерваториясына ең жаңа 3,6 метрлік телескоп орнату жобасы бар. Біздің “ғарыш тереземіз” жабылып қалмай, барынша кеңінен ашылып, ғалам туралы жаңа білім алуға мүмкіндік көбейе береді деп үміттенеміз. Ал телескоптар бақылау нәтижелерін тамаша фотографиялар түрінде беретініне сенеміз.

Осы тақырыпта нені меңгердіңдер?

Осы тақырыпта қандай жаңа білім алдыңдар	Проекциялық аппараттар мен басқа да оптикалық құралдарда қандай заңдар жұмыс істейді.	Осы тақырыпты өткенде қандай қиындықтарға тап болдыңдар



1. Лупаны қандай мақсатта қолданады?
- 2. Обскур-камера құралының табылуы оптикада маңызды орын алады. Неге?
3. Перископтың негізгі бөлігіне не жатады?
- 4. Проекциялық апаратта неге нәрсені фокус пен екі фокустың арасына орналастырады? Жауабын суретпен көрсетіңдер.
5. Біз неге көзді оптикалық жүйе ретінде қарастырамыз?
- 6. Көз неге фотоаппаратқа ұқсайды?
- 7. Көз бен фотоаппараттың айырмашылықтары қандай?
8. Фотосурет жасаған кезде нәрсені екі фокустық линзаның арасына орналастырады. Түсіндіріңдер.
- *9. Фотоаппаратқа суретке түсіретін кезде объективке көбелек қонды делік. Ол суреттің сапасына қалай әсер етеді? Біз фотосуретте көбелектің бейнесін көреміз бе? Түсіндіріңдер.

Жарық құбылыстары

Жарықтың таралуын зерттейтін *геометриялық оптиканың төрт заңы* бар:

- Жарықтың түзу сызықпен таралу заңы: жарық сәулесі біртекті ортада түзу сызықпен таралады.

- Жарықтың тәуелсіз таралу заңы: жарық сәулелері кездескенде бір-бірінің өрі қарай таралуына әсер етпейді.

- Жарықтың шағылу заңы: 1) түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаны бөліп тұрған шекараға түсу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың ойында жатады; 2) түсу бұрышы α шағылу бұрышы γ -ға тең.

- Жарықтың сыну заңы: 1) түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортаны бөліп тұрған шекараға түсу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықтың бойында жатады. 2) Түсу бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін тұрақты шама және ол екінші ортаның бірінші ортамен салыстырғандағы салыстырмалы сыну көрсеткіші деп аталады: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$.

Жарықтың шағылу және сыну құбылыстарына, олардың заңдарына негізделіп көптеген оптикалық құралдар, соның ішінде жазық және сфералық айналар, линзалар, проекциялық аппараттар жұмыс істейді.

Көптеген оптикалық құралдарда *линза* — екі сфералық беттермен шектелген мөлдір дене қолданылады.

Жұқа линзаның формуласы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линза беретін кескіннің орнын табуға мүмкіндік береді. Линзаларда кескін салуда *үш тамаша сәулені* қолданады.

Линзалар, призмалар, айналар проекциялық аппараттар мен басқа да оптикалық құралдардың негізгі бөлігі болып табылады.

ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

1-жұмыс. ТЕМПЕРАТУРАЛАРЫ ӘРТҮРЛІ СУДЫ АРАЛАСТЫРҒАНДАҒЫ ЖЫЛУ МӨЛШЕРІН САЛЫСТЫРУ

Кіріспе. Жылу беру процесінде ыстық денеден салқын денеге жылу энергиясы тасымалданады. Егер осы кезде сыртқы ортамен жылу алмасу болмаса, онда салқын дененің алған жылу мөлшері ыстық денеге берген жылу мөлшеріне тең болады.

Жұмыстың мақсаты: суды араластыру кезінде ыстық судың берген және салқын судың алған жылу мөлшерін анықтау және жоғарыда айтылған сөздердің дұрыстығына көз жеткізу.

Құрал-жабдықтар: мензурка, термометр, стақан, калориметр, ішінде ыстық суы бар шәйнек (барлық сыныпқа біреу).

Жұмыс барысы:

1) калориметрдің сыртқы ыдысының ішіндегі стақанға $m_1 = 100\text{г}$ ыстық су құйып, судың t_1 температурасын өлшеңдер;

2) стақанға салқын судың осындай мөлшерін құйып, оның t_2 температурасын өлшеңдер;

3) салқын суды калориметрдің ішіндегі ыстық суға құйыңдар, алынған ыстық және салқын судың қоспасын термометрдің ұшымен араластырыңдар. Алынған судың қоспасының t температурасын өлшеңдер;

4) тәжірибені үш рет қайталап, нәтижесін кестеге толтырыңдар:

№	Ыстық судың массасы, m , (кг)	Ыстық судың температурасы, t_1 , (°C)	Салқын судың массасы, m_2 , кг	Салқын судың температурасы, t_2 , (°C)	Қоспаның температурасы, t , (°C)	Орта мәндері				
						m_1 кг	m_2 кг	t_1 °C	t_2 °C	t °C
1										
2										
3										

5) алынған орташа мәндерді $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ формуласына қойып, ыстық судың берген жылу мөлшерін есептеңдер;

6) $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ формуласы бойынша салқын судың алған жылу мөлшерін есептеңдер;

7) алынған нәтижелерді салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар. Тәжірибенің қателігін бағалап, оның себебін түсіндіріңдер.

2-жұмыс. МҰЗДЫҢ МЕНШІКТІ БАЛҚУ ЖЫЛУЫН АНЫҚТАУ

Кіріспе: Қатты заттың балқуы әрдайым энергияны жұту арқылы жүреді. Массасы m қатты заттың балқуы үшін қажетті жылу мөлшері $Q = m\lambda$ формуласымен анықталады, мұндағы λ -меншікті балқу жылуы. Егер еріп жатқан мұзды температурасы t_1 ыстық денеге салсақ, су $Q_1 = c_m m_{\text{су}}(t_1 - t_2)$ жылу мөлшерін береді. Берілген жылу мұзды ерітуге және судың 0°C температурасынан қоспаның t_2 температурасына дейін кезекті қыздыруына жұмсалады: $Q_2 = m_{\text{мұз}}\lambda + C_K m_{\text{мұз}}(t_2 - 0^\circ\text{C})$. Жылу балансының теңдеуі: $m_{\text{су}}(t_1 - t_2) = m_{\text{мұз}}\lambda + m_{\text{мұз}}(t_2 - 0)$.

Осыдан мұздың меншікті балқу жылуы мынаған тең:

$$\lambda = \frac{m_{\text{су}} \cdot c (t_1 - t_2) - m_{\text{мұз}} \cdot c t_2}{m_{\text{мұз}}}$$

Жұмыстың мақсаты: Мұздың меншікті балқу жылуын анықтау.

Құрал-жабдықтар: калориметр, термометр, мензурка, ішінде еріп жатқан мұзы мен салқын суы бар стақан, сүзгіш қағаз, ыстық су құйылған шөйнек (бүкіл сыныпқа біреу).

Жұмыс барысы:

1) калориметрдің ішкі стақанына $m_1 = 100\text{г}$ ыстық су құйып, оны сыртқы ыдысқа салып, судың t_1 температурасын өлшеңдер;

2) еріп жатқан мұзы бен салқын суы бар ыдыстан мұз кесегін алыңдар, оны сүзгіш қағазбен кептіріп, ыстық су құйылған калориметрге салыңдар;

3) суды термометрдің ұшымен мұқият араластырып, термометрдің көрсеткішін бақылаңдар. Калориметрдегі мұздың толық еріген кезіндегі температурасын t_2 анықтаңдар;

4) бастапқы судың көлемімен қоспаның көлемін ескере отырып, мұздың көлемін мына формуламен анықтайық; $V = V_1 + V_2, V_2 = V - V_1$;

5) мұздың көлемін ескере отырып, массасын есептейік; $m_2 = \rho_{\text{л}} \cdot V_2$;

6) тәжірибенің нәтижелерін кестеге енгізіңдер:

Ыстық судың массасы m_1 , кг	Ыстық судың көлемі, V_1 , м	Ыстық судың темпер., t_1 , °C	Мұздың темпер., t_2 , °C	Қоспаның темпер. t_2 , °C	Қоспаның көлемі V_1 , м ³	Мұздың көлемі V_2 , м ³	Мұздың массасы m_2 , кг	Мұздың меншікті балқу жылуы λ , Дж/кг

7) алынған өлшеу нәтижелерін (1) формулаға қойып, мұздың меншікті балқу жылуын анықтаңдар;

8) қорытынды жасаңдар.

3-жұмыс. ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІН ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘРТҮРЛІ БӨЛІКТЕРІНДЕГІ ТОК КҮШІ МЕН КЕРНЕУДІ ӨЛШЕУ

Жұмыстың мақсаты: ток күші тізбектің әртүрлі бөлігінде бірдей екенін көрсету және кернеуді және ток күшін өлшеуді үйрену.

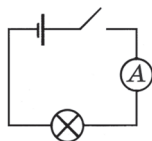
Құрал-жабдықтар: ток көзі, амперметр, вольтметр, қыздыру шамы, 2 сым резистор, кілт, жалғағыш сымдар.

Жұмыс барысы:

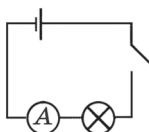
1) амперметр мен вольтметрдің бөлік құнын анықтаңдар;

2) 1—3-суреттердегі сұлбалар бойынша электр тізбектерін жинаңдар;

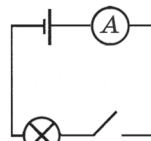
3) әр жағдай үшін амперметрдің көрсетулерін кестеге жазыңдар;



1-сурет



2-сурет



3-сурет

- 4) жинаған тізбектің сұлбасын сызындар;
- 5) ток көздерін, екі резисторларды, кілтті тізбектей қосып, электр тізбегін жинаңдар;
- 6) тізбекті тұйықтаңдар және әр резистордың ұштарындағы U_1 , U_2 кернеулерді және екі резистордан тұратын тізбек бөлігіндегі кернеуді өлшеңдер;
- 7) $U_1 + U_2$ қосындысын есептеңдер және U кернеуімен салыстырыңдар;
- 8) төмендегі кестелерді толтырыңдар.

$I_1 A$	$I_2 A$	$I_3 A$	Қорытынды

$U_1 B$	$U_2 B$	$U_3 B$	Қорытынды

9) қорытынды жасаңдар.

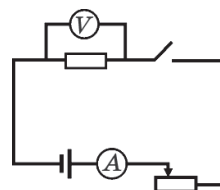
4-жұмыс. ТІЗБЕК БӨЛІГІНЕ АРНАЛҒАН ОМ ЗАҢЫН ТЕКСЕРУ

Жұмыстың мақсаты: тізбектің бөлігіндегі ток күшін, кернеуді, кедергіні өлшеу.

Құрал-жабдықтар: ток көзі, сымдар, реостат, резистор, амперметр, вольтметр, кілт.

Жұмыс барысы:

- 1) амперметр мен вольтметр шкалаларын қараңдар және бір бөліктің құнын анықтаңдар;
 - 2) сұлба бойынша электр тізбегін жинаңдар (4-сурет);
 - 3) тізбекті тұйықтаңдар;
 - 4) реостаттың үш қалыптағы нәтижелерін есептеңдер.
- Құралдардың көрсетулерін кестеге жазыңдар:



4-сурет

№	I, A	U, B	$R, \text{Ом}$
1			
2			
3			

- 5) Ом заңын пайдаланып резистордың кедергісін есептеңдер; $R = \frac{U}{I}$
- 6) есептеу нәтижелерін кестеге түсіріңдер;
- 7) тәжірибе нәтижесін қорытындылаңдар.

Тапсырма. Өлшеу нәтижелері бойынша ток күшінің кернеуге тәуелділік графигін тұрғызып, қорытынды жасаңдар.

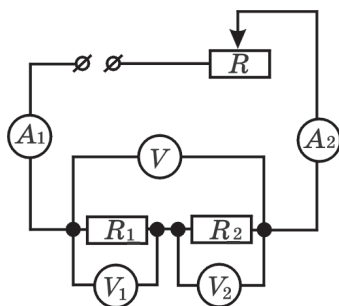
5-жұмыс. ӨТКІЗГІШТЕРДІ ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАУДЫ ЗЕРДЕЛЕУ

Жұмыстың мақсаты: тізбектей жалғау заңдарын тексеру.

Құрал-жабдықтар: ток көзі, 2 сым резистор, реостат, 2 амперметр, 3 вольтметр, өткізгіш сымдар, кілт.

Жұмыс барысы:

- 1) амперметрдің және вольтметрдің бөлік құнын анықтаңдар;



5-сурет

2) электр тізбегін сұлба бойынша жинаңдар (5-сурет);
3) $V_1, V_2, V (U_1, U_2, U)$ вольтметрлерінің көрсетулерін жазыңдар;

4) жалпы кернеуді мына формуламен есептеп, $U_{ж} = U_1 + U_2$, V вольтметрдің көрсетуімен салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.

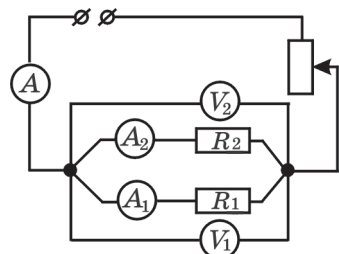
5) $A_1, A_2 (I_1, I_2)$ амперметрлерінің көрсетулерін жазыңдар;

6) бөліктің жалпы кедергісін $R'_{ж} = \frac{U_{ж}}{I_{ж}}$; $R_{ж} = R_1 + R_2$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ формулалары бойынша есептеңдер;

7) өлшеу нәтижелерін кестеге түсіріңдер:

I_1, A	I_2, A	U_1, B	U_2, B	U, B	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R'_{ж}, Ом$	$R_{ж}, Ом$

6-жұмыс. ӨТКІЗГІШТЕРДІ ПАРАЛЛЕЛЬ ЖАЛҒАУДЫ ЗЕРДЕЛЕУ



6-сурет

Жұмыстың мақсаты: параллель жалғау заңдарын 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 жазыңдар;

3) вольтметрдің көрсетулерін салыстырыңдар;

4) $A_1, A_2, A (I_1, I_2, I_{ж})$ амперметрлерінің көрсетулерін жазыңдар;

5) $I_{ж} = I_1 + I_2$ есептеңдер;

6) Алынған нәтижелерді салыстырыңдар және қорытынды жасаңдар;

7) бөліктің жалпы кедергісін $R'_{ж} = \frac{U_{ж}}{I_{ж}}$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$; $\frac{1}{R_{ж}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ формулалары бойынша есептеңдер;

8) өлшеулердің нәтижелерін кестеге түсіріңдер:

I_1, A	I_2, A	$I_{ж}, A$	U_1, B	U_2, B	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R'_{ж}, Ом$	$R_{ж}, Ом$

7) қорытынды жасаңдар.

7-жұмыс. ЭЛЕКТР ТОГЫНЫҢ ЖҰМЫСЫ МЕН ҚУАТЫН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: электр өрісінің жұмысы мен қуатын анықтау.

Құрал-жабдықтар: ток көзі, амперметр, вольтметр, қыздыру шамы, кілт, жалғағыш сымдар, секундомер.

Жұмыс барысы:

- 1) амперметр мен вольтметрдің бөлік құнын анықтаңдар;
- 2) электр тізбегін сұлба бойынша жинаңдар (7-сурет);
- 3) тізбекті тұйықтап, қыздыру шамының қосылу уақытын белгілеңдер;

- 4) вольтметр мен амперметрдің көрсетулерін жазыңдар;
- 5) тізбекті ажыратыңдар да, қыздыру шамының сөну уақытын белгілеңдер;

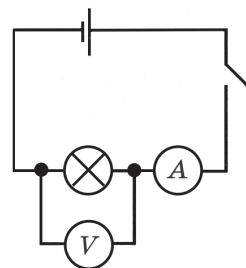
- 6) электр тогының шамдағы қуатын $P = I \cdot U$ формуласы бойынша есептеңдер;

- 7) $A = P \cdot t$ формуласы бойынша электр тогының жұмысын есептеңдер, мұндағы t — қыздыру шамының жану уақыты;

- 8) барлық өлшеулер мен есептеулерді кестеге жазыңдар:

I, A	U, B	t, c	P, Bt	$A, Дж$	Тұтынушы

- 9) қорытынды жасаңдар.



7-сурет

8-жұмыс. ТҰРАҚТЫ МАГНИТТІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ОҚЫП-ҮЙРЕНУ ЖӘНЕ МАГНИТ ӨРІСІНІҢ КЕСКІНДЕРІН АЛУ

Мақсат: Тұрақты магниттермен танысу және жалпақ, доға тәрізді пішіндегі магниттердің айналасындағы магнит өрістері қандай сызықтар қалыптастыратынын көрсету.

Құралдар мен материалдар: Өртүрлі пішінді магниттер, темір ұнтақтары, қағаз стақан, 1 бет қағаз, өртүрлі материалдан жасалған денелер жиынтығы.

Жұмыстың барысы: I. Заттардың қайсысы магнитке тартылып, қайсысы тартылмайтынын анықтаңдар.

- а) ағаш (қарындаш, сызғыш);
- ә) болат (скрепка);
- б) алюминий (цилиндр);
- в) пластмасса (қалам, сызғыш);
- г) резина (өшіргіш);
- ғ) мыс (сым).

II. Темір ұнтақтарымен тәжірибелер:

- 1) Темір ұнтақтарды қағаз стақанға салып, оған магнитті батыр.
- 2) Магнитті суырып алып, оның өртүрлі жерлеріне ұнтақтар қалай жабысқанына көңіл аударыңдар.
- 3) Темір ұнтақтарының ең көп жабысқан жерлерін белгілеңдер.
- 4) Екі жолақ магнитті өртүрлі ұштарымен бір-біріне жақындат. Байқаған құбылыстарды сипаттап жазыңдар.
- 5) Үстел үстіндегі магниттерді бір бет қағазбен жауып, қағазға жұқа етіп темір ұнтағын себіндер.

- 6) Пайда болған магнит сызықтарын байқап қараңдар.
- 7) 3,6 пункттерде көрінген суреттерді салып алыңдар.



8-сурет

9-жұмыс. ЭЛЕКТРОМАГНИТТІ ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘСЕРІН СЫНАУ

Жұмыстың мақсаты: электромагниттің негізгі бөліктерімен танысып, оны жинау.

Құрал-жабдықтар: ток көзі, реостат, кілт, жалғағыш сымдар, магнит тілше, электромагнитті жинауға арналған бөліктер.

Жұмыс барысы:

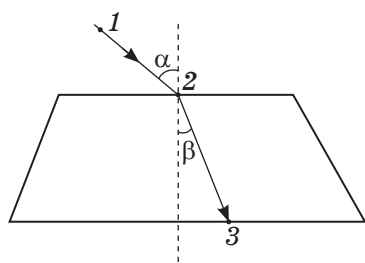
- 1) ток көзін, шарғыны, реостатты және кілтті тізбектей қосып, электр тізбегін жинаңдар;
- 2) тізбекті тұйықтап, магнит тілшені пайдаланып шарғының магнит полюстерін анықтаңдар;
- 3) магнит тілшені шарғының магнит өрісінің оған тигізетін әсері шамалы болатындай қашықтықта орналастырыңдар;
- 4) шарғыға темір өзекті енгізіңдер;
- 5) электромагниттің магнит тілшеге әсерін бақылаңдар;
- 6) қорытынды жасаңдар.

10-жұмыс. ШЫНЫНЫҢ СЫНУ КӨРСЕТКІШІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: шынының сыну көрсеткішін анықтау.

Құрал-жабдықтар: параллель қырлары бар пластинка, түйреуіштер, таза парақ қағаз, картон қағаз, транспортир, тригонометриялық шамалардың кестесі.

Жұмыс барысы:



9-сурет

1) картон қағаздың бетіне таза парақты, ал парақтың бетіне жалпақ жағымен шыны пластинканы қойыңдар және оның шетін қарындашпен айналдыра сызыңдар;

2) шынының бір жағына түйреуіштің бірі пластинканың қырын жанайтын етіп екі түйреуіш түйреңдер. Түйреуіштер арқылы өтетін түзу пластинканың қырларына перпендикуляр болмауы тиіс (9-сурет);

3) шыныны көздің деңгейіне дейін көтеріп, оның екінші жағына үшінші түйреуіш шыны арқылы қарағанда алдыңғы екі түйреуіш көрінбейтін етіп шынының қабырғасын жанай түйреңдер;

4) шыны мен түйреуіштерді алып тастаңдар және түйреуіш тұрған жерлерді 1, 2, 3 деп белгілеңдер. Осы нүктелер арқылы шынының шегараларымен қиылысқанша түзу жүргізіңдер. 2-нүкте арқылы екі ортаның шегарасына перпендикуляр тұрғызыңдар;

5) транспортирдің көмегімен α түсу бұрышын және β сыну бұрышын өлшеңдер;

6) синустардың мәндерінің кестесі бойынша өлшенген бұрыштардың синустарын анықтаңдар;

7) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ формуласынан сыну көрсеткішін есептеңдер;

8) тәжірибені α түсу бұрышын өзгерте отырып, тағы екі рет жасаңдар. Өр тәжірибе үшін сыну көрсеткішін анықтаңдар. Есептеу нәтижелерін кестеге жазыңдар:

№	Жарық сәулесінің түсу бұрышы α , град.	Сыну бұрышы β , град	Сыну көрсеткіші, n
1.			
2.			
3.			

9) Сыну көрсеткішінің орташа арифметикалық мәнін табыңдар:

$$n_{\text{орт.}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}.$$

10) Абсолюттік қателікті табыңдар:

$$\Delta n_1 = |n_{\text{орт}} - n_1|;$$

$$\Delta n_2 = |n_{\text{орт}} - n_2|;$$

$$\Delta n_3 = |n_{\text{орт}} - n_3|;$$

$$\Delta n_{\text{орт}} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3}.$$

11) Салыстырмалы қателікті табыңдар:

$$\tau_{\text{сал.}} = \frac{\Delta n_{\text{орт}}}{n_{\text{орт}}} \cdot 100\%.$$

12) Есептеу нәтижесінде шыққан мәнді кестедегі мәнмен салыстырыңдар. Қорытынды жасаңдар.

11-жұмыс. ЖИНАҒЫШ ЛИНЗАНЫҢ ФОКУСТЫҚ АРАҚАШЫҚТЫҒЫ МЕН ОПТИКАЛЫҚ КҮШІН АНЫҚТАУ

Жұмыстың мақсаты: линзаның фокустық арақашықтығын және оптикалық күшін анықтау.

Құрал-жабдықтар: жинағыш линза, сызғыш, экран, жарық көзі.

Жұмыс барысы:

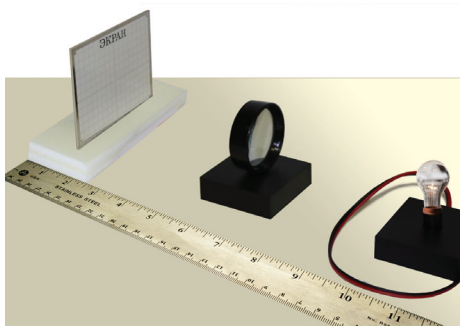
1) жарық көзін, линзаны және экранды бір түзудің бойына орналастырыңдар (10-сурет);

2) Алынған жарық нүкте — линзаның фокусындағы кескін. Линза мен экранның арақашықтығы — F фокустық арақашықтық;

3) $D = \frac{1}{F}$ формуласын қолданып, линзаның D оптикалық күшін анықтаңдар;

4) Қорытынды жасаңдар.

5) шамды линзадан өртүрлі қашықтыққа орналастырып ($F < d < 2F$; $d = 2F$; $d > 2F$), Г өріпінің экрандағы кескінін аламыз.



10-сурет

6. алынған кескінді сипаттаңдар.

7. линзадан шамға дейін d және шамнан экранға дейін f арақашықтықты өлшеңдер.

Мәліметтерді табиғаға толтырыңдар

№	$d_{(м)}$	$f_{(м)}$	$F_{(м)}$	$D_{(дипр)}$
1				
2				
3				

8. Жұқа линзаның формуласынан $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линзаның арақашықтығын табамыз:

$$F = \frac{df}{d+f}$$

9. Есептеулер жүргізіндер.

10. $F_{орт} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$.

11. Қорытынды жасаңдар.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

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. Кронгарт, В.И. Кем, Н. Койшибаев. Физика. Учебник для 10 кл (ЕМ). Алматы: Мектеп, 2014.
7. С. Туякбаев, Ш. Насохова, Б. Кронгарт и др. Физика. Учебник для 11 кл. (ЕМ) Алматы: Мектеп, 2015.
8. Кривченко 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. Физика для 8 кл. Задачник.
11. Б. А. Кронгарт, 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. Физика для 8 кл. Самостоятельные и контрольные работы. М.: Илекса, 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.

Учебное издание

**Кронгарт Борис Аркадьевич
Насохова Шолпан Бабиевна**

ФИЗИКА

**Учебник для 8 класса общеобразовательных школ
(на казахском языке)**

**Редакторы А. Сабдалиева
Көркемдеуші редакторы Ә. Сланова
Техникалық редакторы Л. Садықова
Корректоры Г. Тұрмағанбетова
Компьютерде беттеген А. Ахметқанқызы**

**Баспаға Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
№ 0000001 мемлекеттік лицензиясы 2003 жылы 7 шілдеде берілген**

ИБ № /207

Басуға 27.10.17 қол қойылды. Пішімі 70x100¹/₁₆. Офсеттік қағаз.

Қаріп түрі “ММ Мектептік”. Офсеттік басылыс.

Шартты баспа табағы 22,57. Шартты бояулы беттаңбасы 90,88.

Есептік баспа табағы 16,3. Таралымы 373 дана. Тапсырыс №

“Мектеп” баспасы, 050009, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 143

Факс: 8(727) 394-42-30, 394-37-58

Тел.: 8(727) 394-42-34

E-mail: mektep@mail.ru

Web-site: www.mektep.kz