

П. ХАБИБУЛЛАЕВ , **А. БОЙДЕДАЕВ** , А. БАХРОМОВ, М. ЮЛДАШЕВА

ФИЗИКА

**Жалпы орта білім беретін мектептердің
9-сыныбына арналған оқулық**

*Өзбекстан Республикасы Халыққа
білім беру министрлігі бекіткен*

**МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА МЕН
ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ**



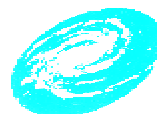
ОПТИКА



АТОМ ФИЗИКАСЫ НЕГІЗДЕРІ



ӘЛЕМ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК



Фафур Гулам атындағы баспа-полиграфия
шығармашылық үйі
Ташкент — 2010

Пікір жазғандар:

Р.А. МУМИНОВ, физ.-мат. ғылымдарының докторы, ӨзР ҒА-ның академигі, ӨзР ҒА «Физика-Күн» ҒӨБ «Физика-техника институтының» бас ғылыми қызметкері;
А.Т. МАМАДАЛИМОВ, физ.-мат. ғылымдарының докторы, ӨзР ҒА-ның академигі, Ұлықбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университетінің кафедра меңгерушісі;
М.Н.НОРМУРОДОВ, физ.-мат. ғылымдарының докторы, профессор, Қаршы Мемлекеттік университетінің ректоры;
У.РИХСИЕВ, Ташкент қаласы Шыланзар ауданындағы 200- мектептің жоғары санатты оқытушысы, Өзбекстан Республикасына еңбегі сіңген халыққа білім беру қызметкері.

Арнайы редактор:

С.ОРИФЖОНОВ, физ.-мат. ғылымдарының кандидаты, Низами атындағы Ташкент Мемлекеттік педагогика университетінің доценті

Оқулық Өзбекстан Республикасы Халыққа білім беру министрлігі тарапынан өткізілген байқауда жеңімпаз деп табылды

Шартты белгілер



— Назар аударындар және есте сақтандар



— Сұрақтарға жауап беріндер



— Жаттығуларды орындандар



— Практикалық жұмыстарды орындап, дәптерге жазындар

1* — орындалуы күрделірек жаттығу

«Республикалық мақсатты кітап қоры қаржыларының есебіне жалға беру үшін басып шығарылды».

Хабибуллаев П.

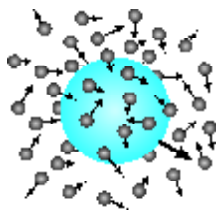
Физика. Жалпы орта білім беретін мектептердің 9-сыныбына арналған оқулық / Хабибуллаев П.Қ., Бойдедаев А., Бахромов А.Д., Юлдашева М.К. — Т.: Фафур Фулам атындағы баспа-полиграфия шығармашылық үйі, 2010. — 160 б.
І.Бойдедаев А., П. Бахромов А.Д.

ББК 22.1я721

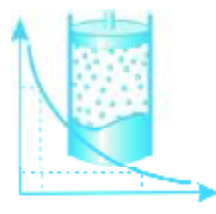
Х-Б-Б-Ю $\frac{4306021200 - 84}{М 352 (04) - 2010}$ —2010

ISBN 978-9943-03-309-2

© П.Хабибуллаев, А.Бойдедаев,
А.Бахромов, М.Юлдашева.
Фафур Фулам атындағы баспа-
полиграфия шығармашылық үйі,
2010.



МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА МЕН ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ



Молекулалық физика мен термодинамика заттектің түрлі агрегаттық күйіндегі қасиеттерін, диффузия мен жылу өткізгіштік сияқты құбылыстарды, заттең күйінде қызу арқылы пайда болатын өзгерістерді, заттектердің бұға айналуын, балқуын, қатуын, олардың беріктік және созылғыштық сынды қасиеттерін үйренеді.

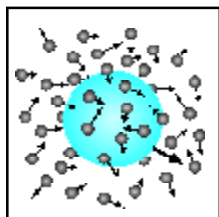
Заттектер өте көп бөлшек — атомдар мен молекулалардан түзіледі. Мәселен, 1 см^3 көлемдегі қатты денеде яки сұйықтықта 10^{21} — 10^{24} , ал қалыпты жағдайдағы 1 см^3 ауада шамамен 10^{19} атом мен молекула болады. Физиканың «Механика» бөлімін үйрену кезінде денелердің бөлшектерден құралғаны ескерілмеген еді. Ал «Молекулалық физика мен термодинамика» бөлімінде денелерден құралған атомдар мен молекулалардың құрылымын үйренеді. Заттең құрамындағы сансыз көп атомдар мен молекулалардың әрқайсысының қозғалысын зерттеуге мүмкіндік жоқ. Сондықтан осы мәселені шешу үшін статистикалық және термодинамикалық тәсілдер пайдаланылады.

1. Статистикалық тәсіл. «Статистика» сөзі «есептеу», «қорыту» деген мағыналарды білдіреді. Бұл тәсілде заттектегі әрбір бөлшектің қозғалысы емес, олардың қорытқы, яғни орташа қозғалысы зерттеледі. Мысалы, молекулалардың орташа жылдамдығы, орташа кинетикалық энергиясы т.с.с. Бөлшектердің қорытқы қозғалысы бөлек бөлшектердің қозғалысының заңдылықтарына сүйеніп анықталады. Статистикалық тәсіл заттең құрылысы жөніндегі молекула-кинетикалық теориясында негіз етіп алынған.

2. Термодинамикалық тәсіл. «Термодинамика» сөзі «термо» — «жылу» және «динамика» — «күш», «әрекет» сөздерінен шыққан. Осы тәсіл бойынша зерттеліп отырған заттектің күйі температура, қысым және көлем сияқты термодинамикалық параметрлер арқылы анықталады.

Молекулалық физиканы үйрену кезінде статистикалық және термодинамикалық тәсілдердің екеуі бір-бірін толықтырады. Бұл тәсілдер қатты, сұйық және газ тәрізді күйіндегі заттектердің құрылымын және олардың ішінде болатын процестерді зерттеуде пайдаланылады.

Физиканың осы бөлімінде сендер әуелі статистикалық тәсілге сүйеніп, «Заттең құрылымының молекула-кинетикалық теориясы негіздері» (I тарау) және термодинамикалық тәсілге сүйеніп «Термодинамика элементтерін» (II тарау) үйренесіңдер. Соңыра екі тәсілді пайдалана отырып, «Сұйықтықтағы сыртқы құбылыстар» (III тарау), «Қатты денелердің қасиеттері» (IV тарау) және «Заттектің агрегаттық күйінің өзгеруі» (V тарау) деген тақырыптарды үйренесіңдер. Сөйтіп молекулалық физика мен термодинамика жайлы білімдеріңді жетілдіресіңдер.



I ТАРАУ

ЗАТТЕК ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ МОЛЕКУЛА-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1-§

МОЛЕКУЛА-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

Молекулa-кинeтикалық теорияның негізгі факторлары



Заттарда болатын жылу құбылыстары, осы заттардың ішкі қасиеттері, барлық заттар тәртіпсіз қозғалыс жасайтын бөлшектерден тұратыны туралы ұғымға сүйенетін теория *молекулa-кинeтикалық теория* деп аталады.

Заттек құрылымы жөніндегі молекулa-кинeтикалық теория төмендегідей факторларға сүйенеді:

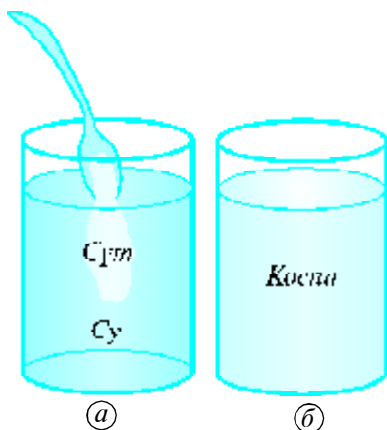


1. Заттар — атомдар мен молекулалардан тұрады.
2. Атомдар мен молекулалар үздіксіз де тәртіпсіз қозғалады.
3. Атомдар мен молекулалар өзара әсерлеседі.

Бұл факторлар қатты, сұйық және газ күйіндегі заттектерде болатын диффузия құбылысында айқын көрінеді.

1. Бөлменің бір шетінде әтір себілсе, оның иісі бөлменің басқа жеріне жетіп барады. Бұл иіс, яғни *әтір бөлшектерден құралған* болады.

Әтір молекулалары мұрнымызға жетіп барғанша белгілі қашықтықты басып өтеді, яғни олар қозғалады. Әтір бөлшектері бөлмені бойлап *үздіксіз де тәртіпсіз* қозғалыста болады.



1-сурет

Әтірдің иісі бізге жетіп келгенше белгілі уақыт өтеді. Мұның себебі сол, әтір молекулалары өз жолында ауадаға сансыз көп молекулалармен соқтығысады, яғни олар *бір-бірімен әсерлеседі*.

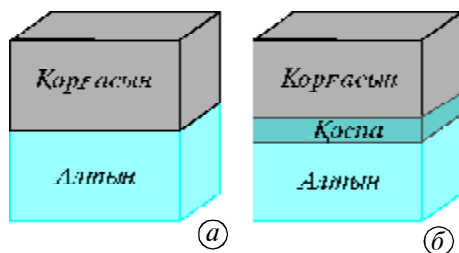
2. Стакандағы суға бір шай қасықта сүт құйсақ, су мен сүт лезде араласып кетпейді (1- а сурет). Олардың араласып кетуі үшін белгілі уақыт аралығы қажет (1- б сурет).

Су мен сүттің бір-бірімен араласып кетуі олардың *бөлшектерден тұратынын* және осы бөлшектер *тәртіпсіз қозғалыс* жасайтынын көрсетсе, толығымен араласып кету үшін біраз уақыт талап етілуі бөлшектер *бір-бірімен әсерлеседі* дегенді білдіреді.

3. Алтын мен қорғасыннан жасалған металл пластиналардың бетін жылтыратып, бірінің үстіне екіншісін орналастырайық (2- а сурет). Металл пластиналар арнайы қысқыштың жәрдемімен қысып қойылған.

Бір жылдан соң металдар қысқыштан босатылады. Сонда металдар бір-біріне мықты жабысып қалғаны, алтын атомдары қорғасын заттегінің ішіне, ал қорғасын атомдары алтынның ішіне сіңіп кеткені мәлім болды (2-б сурет).

Алтын мен қорғасын заттектерінің араласып кетуі олар бөлшектерден тұратынын, бұл бөлшектер **тәртіпсіз қозғалыс жасайтынын**, ал араласу процесінің баяу өтуі металдардың бөлшектері **бір-бірімен әсерлесетінін** көрсетеді.



2- сурет

Броун қозғалысы

Ағылшын жаратылыстанушысы **Р.Броун** 1827 жылы кезекті бақылаудан соң микроскопты үйінің дәлізінде қалдырып кетеді. Кейінірек жаңбырдың астында қалған микроскоптың жұмысын тексере отырып, ол окуляр арқылы әлдеқандай нәрсенің тоқтаусыз қозғалып жатқанын көреді. Әуелі бұл нәрсені бір ұсақ жәндік шығар деп ойлайды.

Қозғалып тұрған нәрсенің не екенін және осы қозғалыстың себебін анықтау үшін Броун бірнеше тәжірибе өткізді. Тәжірибелердің нәтижелеріне сүйене отырып, ол окуляр арқылы көрінген нәрсені микроскоптың айнасына жабысып қалған тозаң бөлшегі екен, деген қорытындыға келеді. Жаңбыр тамшысындағы су молекулалары тозаң бөлшегіне жан-жақтан қақтығысып, оны тынымсыз әрі тәртіпсіз қозғалыс жасауға мәжбүр етеді. Микроскопта тек тозаң бөлшегі ғана көрінеді де онымен соқтығысып жатқан молекулалар көрінбейді.

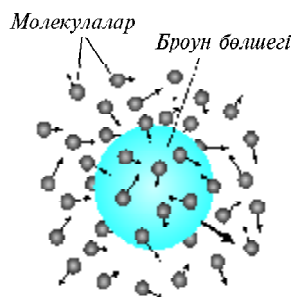


Сұйықтық я газдағы бөлшектің тоқтаусыз да тәртіпсіз қозғалысы ретсіз (хаотикалық) қозғалыс деп аталады.

«Хаотика» сөзі латынша «хаос» сөзінен алынып, тәртіпсіз деген мағынаны білдіреді. Бөлшектердің ретсіз қозғалысы оны ашқан Р.Броунның құрметіне **Броун қозғалысы** деп те аталады. Тозаң бөлшегі — Броун бөлшегінің тоқтаусыз да тәртіпсіз қозғалыс жасағанының себептерін талдап шығайық.

Броун бөлшегіне бір жақтан соғылып жатқан молекулалар саны басқа жақтан соғылып жатқан молекулалар санынан ерекшеленеді. Бұған қоса, молекулалардың соқпа күші де бірдей емес. Броун бөлшегіне әсер ететін қорытқы күш бөлшекті қозғап жібереді (3-сурет).

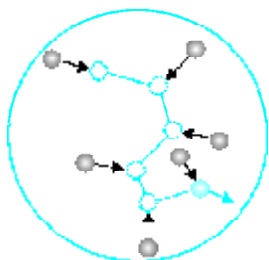
Молекулалардың қозғалысы тәртіпсіз болғандықтан, бөлшек қозғалу бағытын ұзақ уақыт бойына сақтай



3- сурет



4-сурет



5-сурет

алмайды. Көп кешікпей бөлшекке әсер етіп жатқан қорытқы күштің әрі оның бағытының өзгерісіне бола, Броун бөлшегі де өз бағытын өзгертеді. Бұл процесс үздіксіз жалғаса береді.

Ж.Перрен Броун қозғалысын жан-жақты үйреніп, 1908—1913 жылдарда ретсіз қозғалыс жасап жатқан бөлшектің тең уақыт аралығындағы күйін суретке түсірген болатын. Онда Броун бөлшегінің траекториясы 4-суретте көрсетілгендей ұзындығы түрлі сынық сызықтардан тұрады.

Броун қозғалысын бізді қоршаған ортада да бақылауға болады. Мәселен, ауадағы тозаң бөлшектерінің тынымсыз да тәртіпсіз қозғалысы Күн сәулесінде айқын көрінеді.

Газ немесе сұйықтықтағы молекула басқа молекулалар жан-жақтан тәртіпсіз соғылып тұрады. Нәтижеде ол біресе бір жаққа, біресе басқа жаққа үздіксіз тәртіпсіз қозғалуға мәжбүр болады (5-сурет).

Броун қозғалысы молекулалардың тәртіпсіз қозғалыс жасайтынынан тыс, олардың бар екендігін де дәлелдейді.

Ретсіз қозғалыс жасап жатқан әрбір молекуланың жылдамдығы траекторияның түзу сызықты бөлігінде өте үлкен болады. Дегенмен кез келген бағыттағы орын ауыстыруы азғантай болады.

Қалыпты жағдайда, яғни 1 атмосфера қысым және 0°C температура кезінде газ молекулалары 1 секунд ішінде орта есеппен 10^{10} рет соқтығысады. Әрбір соқтығыс арасындағы қашықтық 10^{-8} — 10^{-7} м-ді құрайды.



1. Заттек құрылымының молекула-кинетикалық теориясы қандай факторларға сүйенеді?
2. Өтір иісінің таралуы мысалында молекула-кинетикалық теорияға жататын факторларды қалайша дәлелдеуге болады?
3. Сүтті суға араластыру бойынша тәжірибеден қандай қорытынды шығаруға болады?
4. Алтын мен қорғасын арқылы жүргізілген тәжірибеде металдардың атомдары не себептен бір-біріне кіріп кеткен?
5. Қандай қозғалыс ретсіз қозғалыс деп аталады?
6. Броун бөлшегі не себептен тоқтаусыз да тәртіпсіз қозғалыс жасайды? 3-суретте көрсетілген Броун бөлшегінің қозғалысын түсіндіріп беріндер.
7. 4- және 5-суреттерде көрсетілген бөлшектердің қозғалысын жүйелеп баяндандар.

2-§

МОЛЕКУЛАЛАРДЫҢ ӨЛШЕМІ МЕН МАССАСЫ

Молекулалар

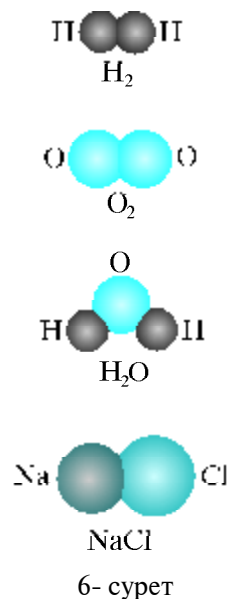
Заттектер кіші-гірім бөлшектерден — атомдар мен молекулалардан тұратынын біліп алдындар. Мәселен, сутегі газы сутегі (H_2) молекулаларынан, ал әрбір

сутегі молекуласы сутегінің (H) екі атомынан тұрады. Ауадағы оттегі (O_2) оттегі молекулаларынан, ал әрбір оттегі молекуласы (O) екі оттегі атомынан құралады. Заттек ретіндегі су (H_2O) су молекулаларынан құралады. Судың әрбір молекуласы сутегінің (H) екі және оттегінің (O) бір атомынан тұрады. Ас тұзы (заттек ретінде) ($NaCl$) ас тұзы молекулаларынан, ал олардың әрбірі натрийдің (Na) бір және хлордың (Cl) бір атомынан құралған (6- сурет).

Инертті газдар мен металдар молекулалардан емес, тікелей атомдардан тұрады. Мәселен, аргон заттегі аргон (Ar) атомдарынан, ал мыс заттегі мыстың (Cu) атомдарынан құралған.

Бұдан былай, заттек молекуласы жөнінде сөз болғанда, біз тікелей атомдардан құралған заттектердің атомдарын да ескереміз.

Химия пәнінде молекула ұғымына мынадай түсінік беріледі:



Молекула — заттектің химиялық қасиеттерін өз ішінде сақтаушы осы заттектің ең кіші бөлшегі.

Молекулалардың өлшемі

Молекулалардың өлшемін түрлі әдістермен анықтауға болады. Осындай ең қарапайым әдісті қарастырайық (7- сурет).

Ыдыстағы суға май тамшысын тамызсақ, ол судың шамамен $S = 0,5 \text{ м}^2$ бетін алып, жұқа перде шығарады. Мұнда май молекулалары судың бетінде бір қабаттай тегіс жайылған, деп санауға болады. Сонда перденің d қалыңдығын өлшеп, май молекуласының өлшемін бағалауға мүмкіндік туады.

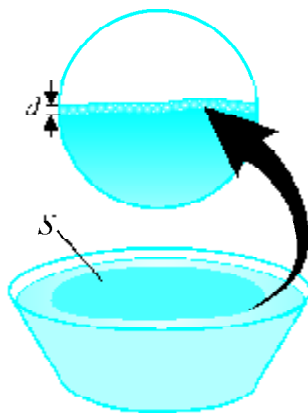
Май тамшысының көлемін $V = 1 \text{ мм}^3 = 10^{-9} \text{ м}^3$ деп алып, май молекуласының өлшемін былайша есептеуге болады:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{0,5 \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м}.$$



Анық жүргізілген өлшеулер бойынша, молекулалардың өлшемі 10^{-10} м — 10^{-8} м аралығында болады.

Мәселен, су молекуласының өлшемі: $d \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Молекулалардың майдалылығы соншалық, оларды ең күшті оптикалық микроскопта да көруге болмайды. Егер су молекуласын миллион есе үлкейтіп көрсетсе, оның өлшемі құмшекер ұнтағына тең түседі.



7- сурет

Молекулалардың шоғырлануы

Су молекуласының диаметрі $d \approx 3 \cdot 10^{-10}$ м болғандықтан, бір су молекуласының көлемін табуға болады:

$$V_M \approx d^3 \approx (3 \cdot 10^{-10} \text{ м})^3 = 27 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3 = 2,7 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3.$$

Енді $V = 1 \text{ м}^3$ көлемдегі су молекулаларының санын шамалап есептеуге болады:

$$N \approx \frac{V}{V_M} \approx \frac{1 \text{ м}^3}{2,7 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28}.$$

Демек, бұл судағы молекулалардың шоғырлануы $3,7 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ -қа тең.



Молекулалардың шоғырлануы деп көлем бірлігінде тапталған молекулалардың санын айтады. Ол n әрпімен белгіленеді.

Сөйтіп:

$$n = \frac{N}{V},$$

мұндағы V — ыдыстың көлемі, N — осы ыдыста шоғырланған молекулалардың саны.

Шоғырланудың (концентрацияның) өлшем бірліктері: 1 см^{-3} , 1 дм^{-3} , 1 м^{-3} т.б. Мәселен, сыйымдылығы $V = 25 \text{ см}^3$ ыдысқа тапталған газ молекулаларының саны $N = 5 \cdot 10^{21}$, болса, 1 м^3 көлемдегі молекулалардың саны, яғни олардың шоғырлануы $n = 2 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ болады.



Сұйық және қатты күйдегі заттектер молекулаларының шоғырлануы $10^{27} - 10^{30} \text{ м}^{-3}$, ал газдардың, соның ішінде қалыпты жағдайдағы (0°C температура және $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ қысымда) ауа молекулаларының шоғырлануы — $2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ -қа тең.

Молекулалардың массасы

Су молекуласының массасын есептеп шығарайық. Судың тығыздығы 1000 кг/м^3 , яғни 1 м^3 көлемдегі судың массасы 1000 кг -ға тең. 1 м^3 суда $3,7 \cdot 10^{28}$ молекула бар екені белгілі. Ондай жағдайда судағы бір молекуланың массасын төмендегідей шамалап табуға болады:

$$m_0 = \frac{1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{3,7 \cdot 10^{28} \text{ м}^3} \approx 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

Анық жүргізілген есептерге қарағанда, су (H_2O) молекуласының массасы $2,988 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ -ға тең. Басқа заттектер молекулаларының массасы да анықталған. Мысалы, сутегі (H_2) молекуласының массасы $3,34 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, оттегі (O_2) молекуласының массасы — $5,312 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$, сынап (Hg) атомының массасы — $3,337 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$ -ға тең.



Бір молекуланың массасы $10^{-27} \text{ кг} - 10^{-25} \text{ кг}$ аралығында болады.

Салыстырмалы молекулалық масса

Молекулалардың массасы өте кіші шама екендігі анықталды. Түрлі заттектердің молекулалары мен атомдарының массасы өлшемнің атомдық бірлігінде өлшенеді.



Халықаралық келісімдерге сәйкес, массаның атомдық бірлігі (м.а.б.) етіп $^{12}_6\text{C}$ көміртегі атомының массасының $1/12$ бөлігі қабылданған.

$^{12}_6\text{C}$ көміртегі атомының массасы $m_{0\text{C}} = 1,992 \cdot 10^{-26}$ кг-ға тең екендігі белгілі. Онда массаның атомдық бірлігі: $m_{0\text{C}}/12 = (1,992 \cdot 10^{-26}/12)$ кг = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг. Демек:

$$1 \text{ м.а.б.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$



Заттек молекуласы массасының м.а.б.-де өрнектелген мәні салыстырмалы молекулалық массасы деп аталады да, ол M_r әрпімен белгіленеді.

Демек, **салыстырмалы молекулалық масса** — бұл молекула массасын м.а.б. өлшеу бірлігінде өрнектейтін сан. Дәл осыған ұқсас, м.а.б. өлшеу бірлігінде өлшенетін атом массасы салыстырмалы атомдық масса деп аталады да, ол A_r әрпімен белгіленеді.

Заттектердің салыстырмалы атомдық массасы A_r Менделеев ашқан химиялық периодтық жүйеде көрсетілген элементтердің A масса санына тең, яғни $A_r \approx A$. Сондықтан заттектің салыстырмалы молекулалық массасын осы молекуланы құрайтын элементтердің атомдық массасы санын (A) арқылы да анықтау мүмкін. Мәселен, сутегінің салыстырмалы атомдық массасы саны $A(\text{H}) = 1$ екендігінен оның салыстырмалы молекулалық массасы $M_r(\text{H}_2) = 1 \cdot 2 = 2$ м.а.б. Оттегі молекуласы (O_2) үшін $A(\text{O}) = 16$ м.а.б. екендігінен $M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$ м.а.б. Су молекуласы (H_2O) үшін $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$ м.а.б. Көмірқышқыл газы (CO_2) үшін $M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ м.а.б.



1. Молекула ұғымын мысал арқылы түсіндіріп беріндер.
2. Ең қарапайым тәсілмен молекулалардың өлшемін қалай табуға болады? Сонда молекулалардың шамалап табылған өлшемі нешеге тең болады?
3. Молекулалардың шоғырлануы деп қандай шаманы айтады?
4. Газ тәрізді, сұйық және қатты заттардың молекулаларының шоғырлануы сан жағынан қандай аралықта болады?
5. Заттек молекулаларының массасы шамамен нешеге тең?
6. Массаның атомдық бірлігі ретінде қандай шама қабылданған?
7. Салыстырмалы молекулалық масса деп қандай шаманы айтады? Оны қалай табуға болады?



1. Көлемі 8 метр ыдыста $2,4 \cdot 10^{24}$ газ молекулалары бар. Газ молекулаларының шоғырлануын есептеп беріндер.
2. Егер арасан (минерал) суының концентрациясы $3,7 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ болса, бір литрлік бөтелкеде неше молекула бар болады?
3. Бір су молекуласының массасы $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Көлемі 1 см^3 суда неше молекула бар?
4. Көміртегі атомының массасын $2 \cdot 10^{-26}$ кг-ға тең деп алып, 1 кг көмірде (яғни көміртегіде) неше атом бар екенін анықтандар.



ЗАТТЕК МӨЛШЕРІ. МОЛЬДІК МАССА

Заттек мөлшері. Авогадро тұрақтылығы

Кез келген заттектің мөлшері 12 г көміртегінің ($^{12}_6\text{C}$) мөлшерімен салыстырылады. Сондықтан химия пәнінде **заттек мөлшері** (ν) деп аталатын арнайы физикалық шама енгізілген. Заттек мөлшері **моль** арқылы өрнектеледі.



1 моль — заттектің мөлшері, ондағы молекулалар саны 12 г көміртегідегі атомдардың санына тең.

Моль өлшем бірлігімен қатар **кмоль** бірлігі де қолданылады: 1 кмоль = 10^3 моль.

Кез келген заттектің 1 моль мөлшеріндегі граммен алынған массасының сандық мәні сол заттектің салыстырмалы молекулалық массасына тең. Мысалы:

1 моль көміртегінің (C) массасы $m = 12$ г, өйткені $M_r(\text{C}) = 12$ м.а.б.

1 моль сутегінің (H_2) массасы: $m = 2$ г, өйткені $M_r(\text{H}_2) = 2$ м.а.б.

1 моль оттегінің (O_2) массасы: $m = 32$ г, өйткені $M_r(\text{O}_2) = 32$ м.а.б.

1 моль судың (H_2O) массасы $m = 18$ г, өйткені $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ м.а.б.

Кез келген заттектің 1 моль мөлшеріндегі молекулалардың саны бірдей болады. Мысалы, салмағы 2 г (1 моль) сутегінде (H_2) де, 32 г (1 моль) оттегінде (O_2) де молекулалардың саны $6,02 \cdot 10^{23}$ -ке тең болады. Бұл санды итальян ғалымы **А. Авогадроның** (1776—1856) құрметіне **Авогадро тұрақтылығы** деп атайды және N_A әрпімен белгіленеді:



Авогадро тұрақтылығы — мөлшері 1 мольге тең заттектегі молекулалардың саны.

Авогадро тұрақтылығының мәні:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Кез келген заттек үшін заттек мөлшері ν осы заттектегі молекулалар саны N нің Авогадро тұрақтылығына N_A қатынасымен өрнектеледі:

$$\nu = \frac{N}{N_A}.$$

Мәселен, баллонға 100 моль (200 г) сутегі газы толтырылған болса, сонда баллондағы молекулалардың саны $N = \nu N_A = 100 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} = 6,02 \cdot 10^{25}$ болады.

Мольдік масса

Кез келген заттектің 1 мольдік массасын білудің де аса маңызы бар.



Заттектің 1 мольдік массасы мольдік масса деп аталады да M әрпімен белгіленеді.

Мольдік массаның негізгі өлшем бірлігі — кг/моль.

Заттектің мольдік массасы оның салыстырмалы молекулалық массасы арқылы анықталады. Мәселен, көміртегі үшін $M_r(\text{C}) = 12$ м.а.б., $M(\text{C}) = 12$ г/моль = 0,012 кг/моль, сутегі үшін $M_r(\text{H}_2) = 2$ м.а.б., $M(\text{H}_2) = 2$ г/моль = 0,002 кг/моль, су үшін $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ м.а.б., $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ г/моль = 0,018 кг/моль.

Мольдік масса мен Авогадро тұрақтылығының арасында мынадай байланыс бар:

$$M = m_0 N_A.$$

мұндағы m_0 — берілген заттектің бір молекуласының массасы.

Мөлшері ν -ға тең кез келген заттектің m массасын былай табуға болады:

$$m = m_0 N = m_0 \nu N_A \text{ яки } m = \nu M$$

Мәселен, 8 моль көмірқышқыл (CO_2) газының массасын төмендегідей есептеуге болады: $m = \nu M = 8 \cdot 0,044$ кг/моль = 0,352 кг.

Бірдей температура мен қысым жағдайында әр газдың 1 моль мөлшері бірдей көлемді алады. Бұл қағида Авогадро заңы делінеді де мынадай тұжырымдалады:



Қалыпты жағдайда әрбір газдың 1 моль мөлшері 0,0224 м³ көлемді иелейді.

Сонымен бірге 1 м³ көлемдегі молекулалардың саны да бірдей болады.

Есеп шығару үлгісі

1 г азоттың құрамындағы молекулалардың санын анықтандар.

Берілгені:

$$m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг};$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1};$$

$$M = 0,028 \text{ кг/моль}.$$

Табу керек: $N = ?$

Формуласы:

$$M = m_0 N_A; \quad m_0 = \frac{M}{N_A}.$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{m N_A}{M}.$$

Шешуі:

$$N = \frac{10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{0,028} \approx 2,15 \cdot 10^{22}.$$

Жауабы: $N \approx 2,15 \cdot 10^{22}.$



1. Заттек мөлшері дегеніміз не?
2. Бір моль ретінде заттектің қай мөлшері қабылданған?
3. Авогадро тұрақтылығы деп қандай санды айтады? Бұл қандай сан?
4. Мольдік масса деп қандай шаманы айтады?
5. Авогадро заңын тұжырымдап беріндер.



1. Оттегі молекуласының массасын табындар.
2. Азот молекуласының массасы нешеге тең?
3. 1г сутегінің құрамындағы молекулалардың санын анықтап беріндер.
4. Көлемі 9 литр судың заттек мөлшерін табындар.
5. 5 моль оттегі газының массасын табындар.

4-§

ИДЕАЛ ГАЗДЫҢ МОЛЕКУЛА-КИНЕТИКАЛЫҚ
ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ТЕНДЕУІ

Идеал газ

Газ күйіндегі заттектерде молекулалар арасындағы орташа қашықтық олардың өлшемінен едәуір үлкен болады. Молекулалар арасындағы өзара әсерлесу күштері олар бір-біріне өте жақын түскенде ғана байқалады, ал басқа жағдайларда тым аз болады. Сондықтан, газ молекуласы бір соқтығысудан кейінгі соқтығысуға шейін еркін де тегіс қозғалады, деп қарастыруға болады.



Молекулалары бір-бірімен өзара әсерлеспейтін және материалдық нүкте деп қарастырылатын газ идеал газ деп аталады.

Табиғатта мүлдем идеал газ кездеспейді.



Қасиеттері молекулалардың өзара әсерлесуіне байланысты болған газ нақты газ деп аталады.

Нақты газдың ішіндегі молекулалар бір-бірімен әсерлеседі. Алайда жай жағдайда молекулалардың өзара әсерлесуінің арқасында пайда болған потенциалдық энергияның орташа мәні кинетикалық энергияның орташа мәнінен біраз кіші болғандықтан бұндай газды да идеал газ деп қарастыруға болады.

Сиретілген газ өзін идеал газ сияқты етіп көрсетеді. Осындай газ идеал газға тиісті заңдылықтарға бойсұнады.

Идеал газдың қысымы

Ыдыста белгілі температурадағы идеал газ бар деп ойлайық. Оның ішіндегі молекула ретсіз қозғалыс жасайды да, ыдыстың қабырғасына ұрылады. Әрбір қақтығысу кезінде ол ыдыстың қабырғасына күшпен әсер етеді. Бір молекуланың әсерлесуінің күші өте аз. Дегенмен ыдыста өте көп молекула бар. Олардың қабырғасы жасаған үздіксіз дерлік әсерінен қабырға сыртында қысым пайда болады. Ыдыстағы газ молекулаларының қабырғаға тигізетін қысымын анықтайық.

Бізге белгілі, молекуланың жылдамдығы неғұрлым үлкен болса, ол соғұрлым қатты соқпа күшпен ұрылады, ал газдың ыдыс қабырғасына қысымы үлкен болады. Басқаша айтқанда, қысым молекулалардың жылдамдығына байланысты. Газ молекулаларының қысымы үшін төмендегідей тендеуді аламыз:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}. \quad (1)$$

мұндағы n — газ молекулаларының концентрациясы, m_0 — бір молекуланың массасы, $\overline{v^2}$ — молекулалар жылдамдықтары квадраттарының орташа мәні.

Бұл тендеудің оң жағын 2-ге көбейтіп және бөліп, төмендегідей сипаттаймыз:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \quad \text{яки} \quad p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}, \quad (2)$$

мұндағы $\overline{E_k} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$ – бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясы



Идеал газдың қысымы көлем бірлігіндегі газ молекулалары кинетикалық энергиялары қосындысының үштен екі бөлігіне тең.

(1) және (2) тендеулер идеал газ молекула-кинетикалық теориясының негізгі тендеуі деп аталады.



1. Қандай шарттарды қаныққан газға қатысты идеал газ деуге болады?
2. Нақтылы газ идеал газдан несімен ерекшеленеді?
3. Идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі тендеуін шығарындар.
4. Идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі тендеуін тұжырымдап беріндер.



1. Сыйымдылығы 1 л-ге тең үсті ашық ыдыстың ішінде неше молекула бар? Ауадағы молекулалардың шоғырлануын (концентрациясын) $2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ -қа тең деп алындар.
2. Ыдыстағы газ молекулаларының шоғырлануы $6 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ -қа тең болған газдың қысымы $5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ -қа тең. Бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясын табындар.
3. Сыйымдылығы 10 л ыдыстағы газ молекулаларының кинетикалық энергияларының қосындысы 3 кДж-ге тең болса, газдың ыдыс қабырғасына беретін қысымын анықтандар.

5-§

ТЕМПЕРАТУРА

Жылу тепе-теңдігі

Түрлі ыдыстардағы суға саусағымызды батырсاق, олардың қайсы бірі ыстығырақ, қайсысы суығырақ екенін сезе аламыз. Сонда ыстығырақ судың температурасы жоғары, ал суығырақ судың температурасы төмен дейміз.

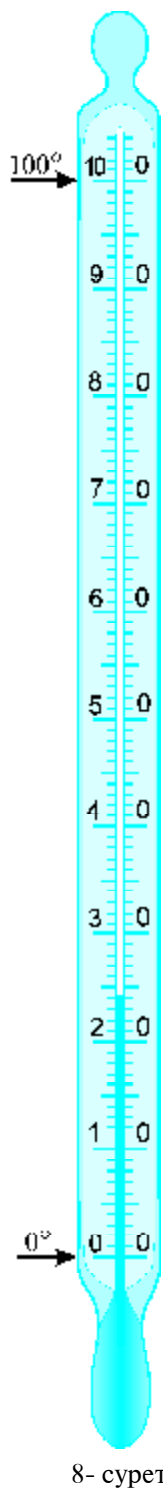


Температура — заттектің жылу күйін сан жағынан көрсететін физикалық шама.

«Temperatura» — латынша «күй» деген мағынаны білдіреді. Адам денесінің температурасын өлшеу кезінде дене және термометрдің ішіндегі сынаптың температурасы теңгерілгенге дейін, яғни олардың арасындағы жылу тепе-теңдігі орныққанға шейін біраз уақыт өтеді. Жылу тепе-теңдігі орнаған соң температура өзгермейді.



Заттардың жылу алмасуының нәтижесінде олардың температуралары бірдей болады. Бұл құбылыс жылу тепе-теңдігі дейіледі.



8-сурет

Түрлі температурасы бар заттарға сыртқы әсер болмаса, онда уақыт өтуімен олар жылу тепе-теңдігі жағдайына келеді. Мәселен, тоңазытқыштың ішінен суық су алып, үстелдің бетіне қойыңдар. Біраз уақыт өткен соң оның температурасы бөлмедегі ауаның температурасымен бірдей болады, яғни тепе-теңдік жағдайына келеді.

Температураның Цельсий шкаласы

Заттардың температурасын термометр арқылы өлшейді. Әдетте ең көп қолданылатын термометр — бұл сынапты термометр. Оның құрылысын карап шығайық (8-сурет). Мұндай термометрдің сауытында сынап болады. Температура артқанда сауыттағы сынаптың көлемі кенейеді де, ол түтік арқылы жоғарыға көтеріледі.

Термометрдің шкаласы бөліктерге бөлінген, сондықтан сынаптың қанша көтерілгеніне қарай температураның соншама артқанын білу мүмкін. Температураның өлшем бірлігі ретінде градус алынған.

Қалыпты атмосфера қысымында мұздың еру температурасы 0 градус деп, ал судың қайнау температурасы 100 градус деп алынған. Бұл арақашықтық бірдей 100 бөлікке бөлініп, әрбір бөлік **1 градус** деп қабылданған. «Градус» сөзі латын тілінен «қадам» деген мағынаны білдіреді.

Осындай шкаланы 1742 жылы швед ғалымы **А.Цельсий** ұсынған болатын, сондықтан ол **Цельсий шкаласы** деп аталады.

Цельсий шкаласы бойынша өлшенген температура $^{\circ}\text{C}$ түрінде белгіленеді де «градус Цельсий» деп оқылады.

Термометрлер түрлі межемен алынған сызықтарға бөлінеді. Мәселен, су температурасын өлшейтін термометрлер 0°C -ден 100°C -ге дейін, адам денесінің температурасын өлшейтін медициналық термометр 35°C -ден 42°C -ге шейін, ал ауа температурасын өлшейтін термометр әдетінше -20°C -ден 50°C -ге дейін градусталған болады.

Абсолюттік температура

Цельсий шкаласында өрнектелген t температура мұздың еру температурасы мен судың қайнау температурасына сүйеніп алынған еді. Күнделікті тіршілікте негізінде осы Цельсий шкаласындағы температура қолданылады.

Алайда заттарда өтетін жылу құбылыстарды зерттеу кезінде **абсолюттік температура** деп аталатын және T әрпімен белгіленетін температура да кең пайдаланылады.



Абсолют нөл температура — мүмкін болатын ең төмен температура. Мұндай температурада заттек молекулаларының қозғалысы мүлде тоқтайды.

1848 жылы **Кельвин** ұсынған абсолюттік температура шкаласы **Кельвин шкаласы** деп аталады. Кельвин шкаласында T температура кельвин (1 K) өлшем бірлігінде өлшенеді. Кельвин шкаласында алынған температура бірлігінің мәні Цельсий шкаласында өлшенген температураның мәніне тең.

Цельсий шкаласындағы t температура және Кельвин шкаласындағы T абсолюттік температура арасындағы байланысты қарастырып шығайық. $t = 0^\circ\text{C}$ -де $T = 273\text{ K}$ болады. Бұдан температураның Цельсий шкаласынан Кельвин шкаласына өту формуласын шығаруға болады:

$$T = t + 273. \quad (1)$$

(1) формуладан көрініп тұрғандай, $T = 0$, яғни абсолют нөл температураға жету үшін $t = -273^\circ\text{C}$ болу керек.

Температураның Цельсий мен Кельвин шкалаларының арасындағы байланыс 9-суреттегі диаграммада көрсетілген.

Температураны молекула-кинетикалық талдау

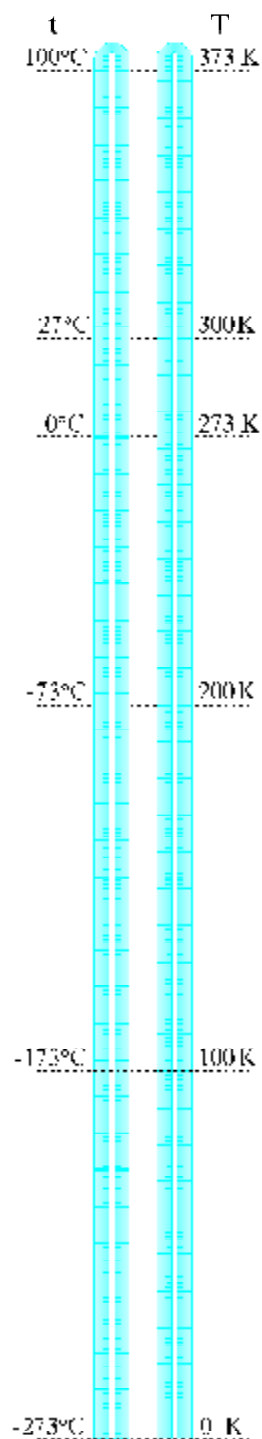
Бір стақанда ыстық, екіншісінде — суық су алайық. Ыстық судағы молекулалардың орташа жылдамдығы суық су молекулаларының орташа жылдамдығынан үлкенірек болады. Егер стақандардағы ыстық және суық суларды араластырсақ, соқтығысу кезінде тез қозғалып жатқан молекулалардың жылдамдығы кемиді, ал баяу қозғалып жатқан молекулалардың жылдамдығы өседі. Уақыт өткесін суық және ыстық сулардағы молекулалардың орташа жылдамдығы теңдесе түседі.

Молекулалардың кинетикалық энергиясы олардың жылдамдықтарының квадратына пропорционал. Сондықтан түрлі жылдамдығы бар молекулалардың соқтығысуы кезінде, олар бір-бірімен энергия алмасады. Жылу тепендігі орнағанда молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы біреп мәнге ие болады.

Макроскопиялық тұрғыдан **температура** заттың жылу күйінің сандық өлшемі екенін көрдік. Дәл осылай, молекула-кинетикалық теория тұрғысынан, **молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы** заттың жылу жағдайының сандық өлшемі болып табылады.



Температура мен молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы бір мағынаны — заттың жылу күйін екі түрлі жолмен өрнектейді. Олар тек қарқыны (масштаб) және өлшем бірліктері жағынан ғана ерекшеленетін физикалық шамалар.



9-сурет

Температура және молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы арасындағы байланыс былай өрнектеледі:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} k T. \quad (2)$$

мұндағы $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К — Больцман тұрақтылығы.

Сонда Больцман тұрақтылығына төмендегідей түсінік беруге болады:



Больцман тұрақтылығы газдағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы және газдың температурасы арасындағы өту коэффициентін өрнектейді.

Идеал газ молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ — дағы $\bar{E}_k$ орнына (2) өрнекті қойса, идеал газ қысымының температура арқылы өрнегі шығады:

$$p = \frac{2}{3} n E_k = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} k T \quad \text{яки} \quad p = nkT. \quad (3)$$



Идеал газдың қысымы газдағы молекулалардың шоғырлануы және оның температурасына тура пропорционал болады.



1. Температура дегеніміз не? Температура сөзі қандай мағынаны білдіреді?
2. Жылу тепе-теңдігі деп қандай құбылысты айтады?
3. Сынапты термометрдің жұмыс істеу принципін түсіндіріңдер.
4. Абсолют нөл температураның физикалық мағынасы қандай?
5. Цельсий мен Кельвин шкалаларының біреуінен екіншісіне өту формуласы қалай өрнектеледі?
6. 9-суреттен Цельсий мен Кельвин шкалалары арасындағы қатынасты талдап беріңдер.
7. Температура мен молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы бірдей мағынаны білдіретінін дәлелдеп беріңдер.
8. Больцман тұрақтылығының физикалық маңызын түсіндіріп беріңдер.
9. Молекула-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуінен температураға байланысты формуланы шығарыңдар.



1. Цельсий шкаласында өрнектелген төмендегідей температураларды Кельвин шкаласына келтіріңдер: 0°C , 27°C , 100°C , 127°C , 300°C , 727°C , 1000°C , -73°C , -173°C , -200°C , -273°C .
2. Кельвин шкаласында өлшенген төмендегідей температураларды Цельсий шкаласына келтіріңдер: 0 K, 73 K, 273 K, 300 K, 773 K, 1000 K, 2000 K.
3. Ыдыстағы температурасы 27°C болған газды қыздырып, температурасын 327°C -ге дейін жеткізді. Сонда газ молекулаларының ыдыс қабырғасына жасаған қысымы қалай өзгереді?
4. Ыдыстағы газ молекулаларының шоғырлануы $3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ — қа тең. 0°C жағдайында газ молекулаларының ыдыс қабырғаларына тигізетін қысымын анықтандар.
5. Қалыпты жағдайда атмосфера қысымы 10^5 Па, ал температурасы 0°C деп алынады. Осындай қалыпты жағдайда ауадағы молекулалардың шоғырлануын табыңдар.

6-§

ГАЗ МОЛЕКУЛАЛАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫС ЖЫЛДАМДЫҒЫ

Ыдыстағы массасы m_0 газ молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы былай өрнектелетінін білеміз:

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}. \quad (1)$$

Егер ыдыстағы газдың температурасы T -ға тең болса, онда орташа кинетикалық энергиясы мына көріністе де өрнектелетінін көрдік:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT. \quad (2)$$

Осы екі өрнекті бір-бірімен теңестіріп, молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығын табу мүмкін:

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}.$$

$\bar{v}$ орташа квадраттық жылдамдығынан алынған квадрат түбірді $v_{\text{кв}}$ жылдамдығы етіп белгілейік. Онда $v_{\text{кв}}$ жылдамдығы жоғарыда келтірілген формуладан былай табылады:

$$v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{\frac{M}{N_A}}} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}} \quad \text{яки} \quad v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; \quad (3)$$

мұндағы R — тұрақты шама, ол **газдардың универсал тұрақтысы** дейіледі. Оның мәнін былай есептеуге болады: $R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} = 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$.

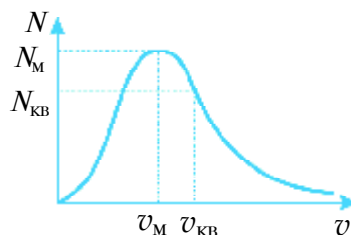
Демек, газдардың универсал тұрақтысының мәні мынаған тең:

$$R = 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}.$$

(3) формуланың жәрдемімен түрлі газ молекулаларының $v_{\text{кв}}$ жылдамдығын табуға болады. Мәселен, 0°C кезіндегі азот молекулалары (N_2) үшін $v_{\text{кв}} \approx 493 \text{ м/с}$, сутегі молекулалары (H_2) үшін $v_{\text{кв}} \approx 1838 \text{ м/с}$, ал оттегі молекулалары (O_2) үшін $v_{\text{кв}} \approx 641 \text{ м/с}$ екенін есептеп табу мүмкін.

Газдағы кейбір молекулалардың қалай қозғалатынын үйрену қиын. Молекула соқтығулар нәтижесінде жылдамдығын тез өзгертіп тұрады. Мұнда лоташа квадраттық жылдамдығы $v_{\text{кв}}$ -қа тең болуы керек. Бұл жерде мынадай сұрақ тууы мүмкін: осы кезде $v_{\text{кв}}$ жылдамдығы бар молекулалардың үлесі қандай?

Ағылшын физигі **Дж.Максвелл** 1859 жылда теориялық жолмен газ молекулаларының түрлі жылдамдықпен қозғалатынын анықтаған болатын. Жылдамдықтарына қарай молекулалардың бөлінісі 10-суреттегі график түрінде көрсетілген. Графикте молекулалардың көбі v_m жылдамдықпен қозғалады. Бірақ молекулалардың $v_{\text{кв}}$ жылдамдығы v_m жылдамдығынан біраз жоғары болады.



10-сурет

Тәжірибеде газ молекулаларының қозғалыс жылдамдығын алғаш рет 1920 жылы неміс ғалымы **О.Штерн** (1888—1969) анықтаған. Тәжірибеде күміс атомдарының вакуумдағы жылдамдығы $v_m = 440$ м/с екені анықталды.

Ендеше күміс атомдарының v_{kv} жылдамдығын теориялық тұрғыдан және (3) формуланың жәрдемімен анықтайық. Бұға айналған күміс атомдарының температурасы $T = 1233$ К (яғни күмістің балқу температурасы), мольдік массасы $M = 0,108$ кг/моль болғандықтан күміс атомының массасы мен орташа квадраттық жылдамдығын теориялық жолмен былай есептеуге болады:

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1233}{0,108}} \text{ м/с} \approx 533 \text{ м/с}.$$

Жылдамдықтың осы мәні тәжірибеде табылған v_m жылдамдық мәнінен едәуір үлкен. Максвелл бөлінісі бойынша да v_{kv} жылдамдығы v_m жылдамдығынан анағұрлым жоғары.

Сонымен:



Штерн тәжірибесі, идеал газ молекула-кинетикалық теориясының Максвеллдің газ молекулаларының жылдамдықтары бойынша бөлінісі туралы ілімінің дұрыстығын растады.



1. Жылу қозғалысы кезіндегі молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы формуласын шығарып беріндер
2. Газдардың универсал тұрақтысы қалай анықталады? Оның мәні қандай?
3. Максвеллдің молекулалар жылдамдығы жөніндегі бөлінісін талқылап шығып, оның маңыздылығын түсіндіріп беріндер.
4. (3) формула арқылы күміс атомдарының орташа квадраттық жылдамдығының қалай анықталғанын қарастырып, оны тәжірибеде табылған жылдамдықтың мәнімен салыстырыңдар.
5. Штерн тәжірибесінің маңызы қандай?



1. Сутегі мен көмірқышқыл газы молекулаларының 0°C кезіндегі орташа квадраттық жылдамдығын анықтандар.
2. Сутегі мен көмірқышқыл газы молекулаларының 0°C кезіндегі орташа кинетикалық энергиясын табыңдар.
3. Егер ыдыстағы газдың температурасы төрт есе артса, ондағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы мен орташа квадраттық жылдамдығы қалай өзгереді?

I ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Заттек құрылымының молекула-кинетикалық теориясы мынадай факторларға сүйенеді:
 1. Заттектер — атомдар мен молекулалардан тұрады;
 2. Атомдар мен молекулалар тоқтаусыз да тәртіпсіз қозғалыс жасайды;
 3. Атомдар мен молекулалар өзара әсерлеседі.
- Сұйық яки газ тәрізді заттектердегі бөлшектің тоқтаусыз да тәртіпсіз қозғалысы ретсіз (хаотикалық) қозғалыс деп аталады.

- Молекулалардың өлшемі 10^{-10} м-ден 10^{-8} м-ге дейінгі аралықта болады.
- Молекулалардың шоғырлануы: сұйық және қатты заттар үшін 10^{27} – 10^{30} м⁻³ аралығында, газдар үшін 10^{27} м⁻³ дейінгі аралықта (калыпты жағдайдағы ауа үшін $2,7 \cdot 10^{25}$ м⁻³) болады.
- Молекуланың массасы 10^{-27} – 10^{-25} кг аралығында болады.
- Массаның атомдық бірлігі (м.а.б.) ретінде $^{12}_6\text{C}$ көміртегі атомы массасының $1/12$ бөлігі қабылданған. Мұнда: $1 \text{ м.а.б.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.
- Заттек молекуласының м.а.б.-нде өрнектелген массасы оның салыстырмалы молекулалық массасы деп аталады. Ол M_r әрпімен белгіленеді.
- 12 г көміртегі заттегінің мөлшері 1 мольге тең етіп қабылданған.
- 1 моль заттектің молекулалардың саны Авогадро тұрақтылығы деп аталып, N_A әрпімен белгіленеді. Мұнда: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
- 1 моль заттектің массасы мольдік масса деп аталады да ол M әрпімен белгіленеді.
- Молекулалары бір-бірімен әсерлеспейтін және оларды материялық нүкте деуге болатын газ идеал газ деп аталады.
- Идеал газдың қысымы көлем бірлігіндегі молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының үштен екі бөлігіне тең, яғни: $p = \frac{2}{3} n E_k$. Бұл формула идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі тендеуі болып табылады.
- Температура — заттектің жылу күйін сан жағынан көрсететін физикалық шама.
- Больцман тұрақтылығы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы мен температурасы арасындағы өту коэффициенті болып табылады. Оның мәні: $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$.
- Идеал газдың қысымы газдағы молекулалардың шоғырлануына және температурасына тура пропорционал болады, яғни: $p = nkT$.
- Абсолют нөл температурасы — мүмкін болатын ең төмен температура, мұндай температура кезінде заттек молекулаларының қозғалысы мүлде тоқтап қалады.
- Температураның Цельсий шкаласынан Кельвин шкаласына өту үшін төмендегідей формула қолданылады: $T = t + 273$.
- Молекулалардың жылу қозғалысының орташа квадраттық жылдамдығын өрнектейтін формула:

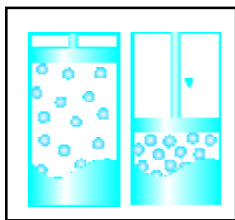
$$v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}.$$

I ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Аузы тығынмен бекітілген бос шыны ыдысты қыстығүні көшеден жылы үйге алып келді. Біраз уақыт өткен соң тығын ыдыстың аузынан шығып кетті. Неліктен осылай болды?
2. Резенке доп белгілі биіктіктен құлап түсті. Жерге соғылған соң, ол тағы жоғарыға қарай секіріп кетті. Неліктен доп бұрынғы биіктігіне көтеріле алмайды?

3. Тегістеу кезінде неліктен металл да, егеу де қызып кетеді?
4. Не себептен металдарды тез өндегенде кескіш әдетінше өндегенге қарағанда көбірек қызиды?
5. Алюминий мен шыныдан жасалған ыдыстарға қайнаған су құйылды. Неліктен осы ыдыстар түрліше қызиды? Неліктен алюминий ыдыстың шеті аузымызды күйдіреді, ал ал шыны ыдыс күйдірмейді?
6. Ішіндегі сүтті суыту үшін ыдысты мұздың үстіне қойды. Сүтті тезірек суыту үшін неліктен оны араластырып тұру қажет?
7. Күн сәулесіне қойылған қайсы шелектің ішіндегі су тезірек ысиды: үсті ашық ыдыстағы ма әлде үсті шынымен жабылған ыдыстағы ма?
8. Сүттің бір тамшысына микроскоп арқылы қарағанда реңсіз сұйықтық аясында (фонында) асылған күйінде тұрған майдың ұсақ тамшыларын көруге болады. Олардың жасаған тәртіпсіз қозғалысын қалайша түсіндіру мүмкін?
9. Неліктен температураның көтерілісімен Броун қозғалысының қарқындылығы арта түседі?
10. Неліктен өте ұсақ бөлшектердегі Броун қозғалысы өте тез, ал ірі бөлшектерде нашар байқалады?
11. 1 литрлік ыдыста газдың $2,4 \cdot 10^{24}$ молекуласы бар. Газ молекулаларының концентрациясын есептеп шығындар.
12. 5 литрлік ыдыстағы суда неше молекула бар?
13. Су молекуласының массасы $3 \cdot 10^{-26}$ кг-ға тең. 1 л суда неше молекула бар?
14. Көміртегі атомы массасын $2 \cdot 10^{-26}$ кг-ға тең деп есептеп, 1 г көмірде (көміртегінде) неше атом бар екенін табындар.
15. Сутегі молекуласының массасын табындар.
16. Көмір қышқыл газы молекуласының массасы нешеге тең?
17. 1 г оттегі құрамында бар молекулалардың санын табындар.
18. 1 л суға тура келетін зат мөлшерін анықтандар.
19. 8 моль азот газының массасын табындар.
20. Массасы 5,4 кг алюминий құймасында қанша зат мөлшері бар?
21. 500 моль көмір қышқыл газының массасы нешеге тең?
22. 100 моль сынап қандай көлемді алады?
- 23*. Сутегі молекуласының диаметрін $2,3 \cdot 10^{-10}$ м деп алып, осы газдың 1 мг мөлшерінде бар бүкіл молекулаларды бір-біріне тығыздап, бір қатарға орналастырса, ұзындығы қандай жіптің пайда болуын есептеп шығындар. Осы жіптің ұзындығын Жерден Айға дейін болған орташа кашықтықпен ($3,8 \cdot 10^5$ км) салыстырындар.
24. Молекулаларының концентрациясы мен орташа квадраттық жылдамдығы бірдей болған оттегі мен сутегінің жасаған қысымдарын салыстырындар.
25. Ыдыстағы молекулалар концентрациясын $2 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ -қа тең болған газдың қысымы $3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ -қа тең. Бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясын табындар.
26. Сыйымдылығы 1 л ыдыстағы газ молекулаларының кинетикалық энергияларының қосындысы 1 кДж-ге тең болса, газдың ыдыс қабырғасына жасайтын қысымын табындар.
27. Төменде келтірілген Цельсий шкаласында өрнектелген температураларды Кельвин шкаласында өрнектендер: 25°C , 200°C , 227°C , 400°C , 727°C , -25°C , -100°C , -150°C , -373°C .

28. Төменде келтірілген Кельвин шкаласында өрнектелген температураларды Цельсий шкаласына өткізіндер: 10 К, 100 К, 173 К, 200 К, 473 К, 500 К, 1273 К.
29. Ыдыстағы 20°C температурадағы газды қыздырып, температурасын 200°C-ге жеткізді. Мұнда газ молекулаларының ыдыс қабырғасына жасаған қысымы қалай өзгереді?
30. Ыдыстағы газ молекулаларының концентрациясы $8 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ -қа тең. Газды 27°C-ге қыздырды. Осы газ молекулаларының ыдыс қабырғасына жасаған қысымын табындар,
31. Азот және оттегі молекулаларының 27°C-дегі жылдамдықтарын анықтандар.
32. Азот және оттегі молекулаларының 27°C-дегі орташа кинетикалық энергияларын табындар.
33. Ыдыстағы газдың абсолют температурасын 3 есе асырғанда ондағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы E_k мен E_{kv} жылдамдығы қалай өзгереді?
34. Газдың көлемі 3 есе азайғанда оның қысымы неше есе өзгереді? Мұнда молекулалардың орташа қозғалыс жылдамдығы өзгермей қалды?
35. Егер азот молекуласының орташа квадраттық жылдамдығы 500 м/с, ал оның тығыздығы $1,35 \text{ кг/м}^3$ болса, онда азоттың қысымы қандай болады?
36. Газдың массасы 6 кг. Егер ол газ 200 кПа қысым кезінде 5 м^3 көлемді алса, онда газ молекулаларының қозғалғандағы орташа квадраттық жылдамдығы қандай болады?
37. Егер оттегі газының қысымы 0,2 МПа, ал молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 700 м/с-қа тең болса, онда оның молекулаларының концентрациясын табындар.
- 38*. 20 кПа қысым кезіндегі бір атомды газ молекуласының орташа кинетикалық энергиясын табындар. Берілген қысымда осы газ молекулаларының концентрациясы $3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.
- 39*. Бір атомды газдың көлемін 3 есе азайтқанда, ал оның молекулаларының орташа кинетикалық энергиясын 2 есе асырғанда оның қысымы қалай өзгереді?
40. Қысымы 100 кПа, ал молекулалар концентрациясы 10^{25} м^{-3} болғанда газдың температурасы қандай болады?
- 41*. Қазіргі заман техникасының жәрдемімен 1 пПа вакуумды шығаруға болады. Көлемі 1 см^3 осындай вакуумда 300 К температура кезінде неге газ молекуласы сақталып қалады?
- 42*. Сыйымдылығы 10 л баллонда температурасы 27°C болған газ бар. Газ шығып кеткен соң, баллондағы қысым 4,2 кПа-ға дейін төмендеді. Егер температура өзгеріссіз сақталған болса, онда баллоннан неше молекула шығып кетті?
43. 27°C температура кезіндегі сутегі молекуласының орташа квадраттық жылдамдығын табындар.
44. Егер оттегі мен сутегі газдарының температурасы бірдей болса, онда оттегі молекуласының орташа квадраттық жылдамдығы сутегі молекуласының орташа квадраттық жылдамдығынан неше есе кіші болады?
45. Температураның мәні қандай болғанда азот молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 830 м/с-қа тең болады?
- 46*. Ауаны біртекті газ деп есептеп, ауада асылып тұрған, массасы $1,74 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$ -ға тең шаң бөлшегінің орташа квадраттық жылдамдығы оның молекуласы жасаған қозғалыстың орташа квадраттық жылдамдығынан неше есе кіші екенін табындар.



II ТАРАУ

ТЕРМОДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Макроскопиялық (“makro” сөзі грекше “үлкен” дегені) жүйенің (дененің) күйі термодинамикалық параметрлер, солардың ішінде температура, қысым және көлем арқылы белгіленеді. Егер термодинамикалық параметрлер өзгермесе, жүйе (дене) термодинамикалық тепе-теңдік жағдайында болады.

Термодинамика тепе-теңдік жағдайында болған макроскопиялық жүйелердің жалпы қасиеттерін, тепе-тең күйінің өзгерісінде болатын процестерді зерттейді.

7-§

ІШКІ ЭНЕРГИЯ ЖӘНЕ ЖҰМЫС

Ішкі энергия

Молекула-кинетикалық теориядан баршамызға белгілі, молекулалар үнемі қозғалыста болғандықтан олардың кинетикалық энергиясы болады. Сонымен бірге заттек молекулаларының арасында өзара әсер күшіне бола молекулалардың өзара әсерлесу кезіндегі потенциалдық энергиясы да болады.



Молекула-кинетикалық теориялық көзқарас бойынша заттектің ішкі энергиясы молекулалар қозғалысының кинетикалық энергиясы мен олардың өзара әсерлесу кезіндегі потенциалдық энергиясының қосындысынан тұрады.

Идеал газдағы молекулалар өзара әсерлескенде, олардың потенциалдық энергиясы нөлге тең болғандықтан оның ішкі энергиясы молекулалар қозғалысының кинетикалық энергияларының қосындысына тең болады. Газдағы молекулалардың санын N -ді, бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясына E_k -ге көбейтіп, идеал газдың ішкі энергиясын табуға болады:

$$U = NE_k \quad \text{яки} \quad U = \frac{3}{2} NkT.$$

Нақты газдарда, сұйық және қатты денелерде өзара әсерлесіп отырған молекулалардың орташа потенциалдық энергиясы нөлге тең емес. Өйткені, газдың немесе дененің көлемі өзгергенде молекулалардың арасындағы орташа қашықтық өзгергендіктен олардың потенциалдық энергиясы көлеміне тәуелді болады. Демек, жалпы алғанда U ішкі энергия температура T -дан басқа V көлеміне де тәуелді болып шықты.



Термодинамика көзқарасы бойынша ішкі энергия макроскопиялық заттектің ішкі күйіне байланысты болып, температура мен көлем арқылы анықталады.

T температура және V көлем термодинамикалық параметрлер болып табылады.

Заттекiң iшкi энергиясын сипаттайтын термодинамикалық параметрлер екi әсердiң жасаған ықпалынан өзгередi. Олардың бiрi орындалған жұмыс болса, екiншiсi — жылу өткiзу. Төменде оларды арнайы қарастырамыз.

Термодинамикалық жұмыс

Поршеньдi цилиндрдiң iшiне газ тапталған болсын. Поршень жоғарыға яки төменге қарай қозғалған кезде цилиндр iшiндегi газдың көлемi, қысымы мен температурасы өзгере бастайды.

Газ цилиндрге $F = pS$ қысыммен әсер бередi. Цилиндр поршенi жоғарыға жылжыса, бұл күш жұмысты орындайды:

$$A = F\Delta h = pS\Delta h \quad \text{яки} \quad A = p\Delta V. \quad (1)$$

Жұмыс газдың iшкi энергиясы есебiне орындалады:

$$U_1 = U_2 + p\Delta V, \quad (2)$$

мұндағы U_1 , U_2 — газдың бастапқы және соңғы iшкi энергиясы.

Бұл күйде газ оң жұмыс орындап, оның iшкi энергиясы азаяды ($U_2 < U_1$).



Газдың көлемi ұлғайып жатқанда, ол оң жұмыс атқарады және оның iшкi энергиясы азая түседi.

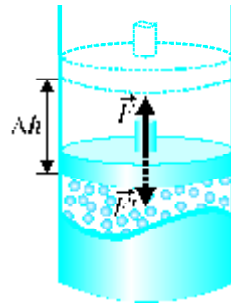
Цилиндр поршенi сыртқы күштiң әсерiнен төменге қарай жылжуы мүмкiн. Онда газ сығылады, ΔV терiс шаманы алады. Мұнда ($U_2 > U_1$) болады, яғни газдың iшкi энергиясы артады.



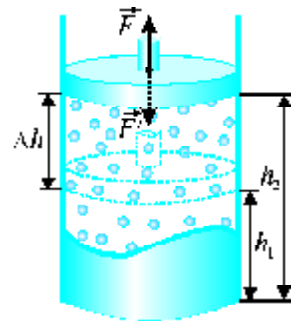
Газды сығу кезiнде ол терiс жұмыс атқарады, газдың iшкi энергиясы арта түседi.

Есеп шығару үлгiсi

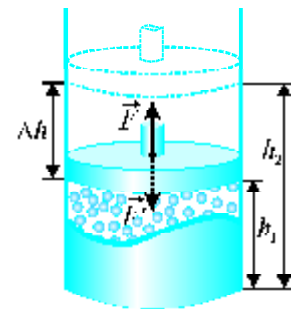
Iшкi диаметрi 5 см цилиндрге газ сығылған болатын. Цилиндр поршенi 50 Н күштiң ықпалынан төменге қарай қозғалып, газдың көлемiн 10 см³-қа азайтты. Сыртқы күштi алып тастағанда газдың көлемi ұлғайды да, көлемi бұрынғы қалпына қайтып келдi. Сыртқы күштiң әсерi жойылғаннан кейiн сығылған газ қандай жұмыс атқарды?



11- сурет



12- сурет



13-сурет

Берілгені:	Формуласы:	Шешуі:
$d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м};$ $F = 50 \text{ Н};$ $\Delta V = 10 \text{ см}^3 = 10^{-5} \text{ м}^3.$	$S = \frac{\pi d^2}{4};$ $A = p \Delta V;$ $p = \frac{F}{S};$ $A = F \frac{\Delta V}{S}.$	$S = \frac{3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{4} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$ $A = 50 \text{ Н} \cdot \frac{10^{-5} \text{ м}^3}{2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} \approx 0,25 \text{ Дж}.$
Табу керек: $A - ?$		
Жауабы: $A \approx 0,25 \text{ Дж}$		



1. Молекула-кинетикалық теория көзқарасы бойынша дененің ішкі энергиясы деп қандай энергияны айтады?
2. Термодинамика тұрғысынан макроскопиялық денелердің ішкі энергиясы қандай параметр арқылы анықталады?
3. Цилиндрдің ішінде сығылып, көлемі ұлғайған кезіндегі газдың атқарған жұмысы қандай формуламен анықталады?
4. Газдың көлемі ұлғайғанда немесе азайғанда оның энергиясы қалай өзгереді?



1. Поршень бетінің ауданы 10 см^2 болған цилиндрге газ сығылған. Оған 100 Н сыртқы күш әсер етіп, газдың көлемін 25 см^3 -қа азайтты. Сыртқы күш алып тасталғанда газдың көлемі ұлғайды да, ол бұрынғы қалпына қайтып келді. Сыртқы күш жойылған соң сығылған газ қандай жұмыс атқарды?
2. Ішкі диаметрі 4 см цилиндрге газ сығылған болатын. Оның поршеніне 40 Н сыртқы күш ықпалын жасап, газдың көлемін 8 см^3 -қа азайтты. Сыртқы күштің атқарған жұмысын табындар.
3. Сыртқы күштің әсерінен цилиндр поршені 2 см -ге жылжып, ондағы газдың үстінде 1 Дж жұмыс атқарылды. Поршеньге түсірілген сыртқы күштің мәнін анықтандар.



ЖЫЛУ МӨЛШЕРІ. САЛЫСТЫРМАЛЫ ЖЫЛУ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫ

Жылу мөлшері



Денені құрайтын бөлшектердің тәртіпсіз қозғалысы негізінен жылу қозғалысы болып табылады. Жылудың сандық өлшемі — жылу мөлшері.

Цилиндр ішіндегі газдың ішкі энергиясын жұмыс орындау жолымен ғана емес, газды жылыту немесе суыту арқылы да өзгертуге болады.



Заттектің ішкі энергиясын жылу беру яки тарату арқылы өзгерту процесі жылу беру деп аталады.

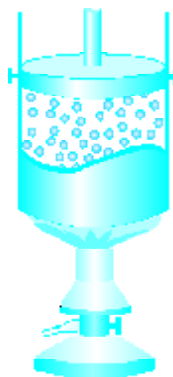
Ішінде сығылған газы бар цилиндрдің поршенін жылжымайтын етіп тіркеп қоялық та, жалын жәрдемімен ондағы газды қыздыра бастайық (14- сурет). Температура артуымен газ молекулаларының қозғалыс жылдамдығы, сондай-ақ

олардың кинетикалық энергиясы арта түседі. Молекулалардың қозғалу кезіндегі кинетикалық энергиясы және бір-біріне әсерлесу кезіндегі потенциалдық энергиясының қосындысы газдың ішкі энергиясын құрайтынын білесіңдер.

Жылу беру барысында заттектің ішкі энергиясы өзгереді. Заттекке жылу берілгенде (яғни оны қыздырғанда) оның ішкі энергиясы артады, ал заттекті суытуда (яғни жылу таратылғанда) оның ішкі энергиясы азаяды.



Жылу беру процесінде денеге берілген яки одан алынған энергия жылу мөлшері деп аталады да ол Q әрпімен белгіленеді.



14- сурет

Жылу мөлшерінің негізгі өлшем бірлігі жұмыстың басты бірлігімен бірдей, яғни ол **джоульмен (1Дж)** өлшенеді. Бұдан тыс, жылу мөлшерін өлшеу үшін арнаулы бірлік — **калория (1кал)** деп аталатын өлшем бірлігі де енгізілген.



1 грамм тазартылған суды $19,5^{\circ}\text{C}$ -ден $20,5^{\circ}\text{C}$ -ге дейін қыздыру үшін қажет болған жылу мөлшері 1 калорияға тең деп қабылданған.

Сонымен қатар килокалория (1 ккал) бірлігі де қолданылады (1 ккал = =1000кал).

Жылу мөлшерінің джоуль және калория сияқты өлшем бірліктерінің арасындағы байланыс былай өрнектеледі: $1 \text{ Дж} \approx 0,24 \text{ кал}$ яки $1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$.

Заттың салыстырмалы жылу сыйымдылығы

Түрлі заттардың температурасын бірдей температураға асыру үшін түрлі мәні бар жылу мөлшері жұмсалады.



Дене температурасын 1 К-ге арттыруға жұмсалатын жылу мөлшері осы дененің жылу сыйымдылығы дейіледі де, ол C әрпімен белгіленеді.

Анықтамаға қарағанда, жылу сыйымдылығын төмендегідей формула бойынша есептеуге болады:

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

мұндағы Q — денеге берілген жылу мөлшері; T_1 мен T_2 — денеге Q жылу мөлшері берілгенге дейін және берілгеннен кейінгі температуралары.

Жылу сыйымдылығының негізгі өлшем бірлігі: $1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.

(1) формуладан денеге берілген жылу мөлшерін мына формула бойынша есептеуге болады:

$$Q = C (T_2 - T_1). \quad (2)$$

Массалары бірдей түрлі денелердің температурасын бірдей мәнге арттыру үшін оларға түрлі мөлшерде жылу беруге тура келеді. Мысалы, 1 кг судың температурасын 1 К-ге арттыру үшін 2000 Дж, ал 1 кг қорғасынның температурасын 1 К-ге көтеру үшін 4180 Дж жылу мөлшері қажет.



1 кг заттектің температурасын 1 К-ге арттыру үшін оған берілген жылу мөлшері осы заттектің салыстырмалы жылу сыйымдылығы деп аталады да, ол c әрпімен белгіленеді.

Анықтамаға қарағанда, салыстырмалы жылу сыйымдылығы мына формула бойынша анықталады:

$$c = \frac{Q}{m} \quad \text{яки} \quad c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}, \quad (3)$$

мұндағы Q — заттекке берілген жылу мөлшері; m — осы заттектің массасы; T_1 мен T_2 — заттектің бұрынғы және кейінгі температуралары.

Салыстырмалы жылу сыйымдылығының негізгі өлшем бірлігі: $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

(3) формуладан массасы m денеге түсірілген жылу мөлшерін былайша табуға болады:

$$Q = cm(T_2 - T_1). \quad (4)$$

Заттекті қыздыру кезінде $T_2 > T_1$ және $Q > 0$ болады, өйткені, дене сыртқы денелерден жылу алады. Ал денені суыту кезінде, $T_2 < T_1$ және $Q < 0$ болады, яғни дене сыртқы денелерге жылу таратады.

$T_2 - T_1 = t_2 - t_1$ болғандықтан мәселелер шешу барысында (1) — (4) формулалардағы температураның Кельвин шкаласының орнына Цельсий шкаласын қолдануға болады.

Кейбір заттектердің 25°C күйіндегі және қалыпты қысымдағы (1 атм) салыстырмалы жылу сыйымдылығы 1-кестеде көрсетілген

1- кесте

№	Зат	c , Дж/кг·К	c , кал/кг·К	№	Зат	c , Дж/кг·К	c , кал/кг·К
1	Алтын	120	28,8	10	Болат	500	120
2	Сынап	130	31,2	11	Шойын	540	130
3	Қорғасын	139	33,4	12	Шыны	840	202
4	Қалайы	230	55,2	13	Кірпіш	880	211
5	Күміс	240	57,6	14	Алюминий	900	216
6	Мыс	390	93,6	15	Ағаш	1300	312
7	Мырыш	400	96	16	Мұз (0°C)	2100	504
8	Жез	400	96	17	Спирт	2420	580
9	Темір	450	108	18	Су	4180	1000

Есеп шығару үлгісі

Температурасы 30°C 300 г жезді 150°C -ге дейін қыздыру үшін оған қанша жылу мөлшері қажет?

Берілгені:

$$\begin{aligned} m &= 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}; \\ c &= 400 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}; \\ t_1 &= 30^{\circ}\text{C}; T_1 = 303 \text{ K}; \\ t_2 &= 150^{\circ}\text{C}; T_2 = 423 \text{ K}. \end{aligned}$$

Табу керек : Q - ?

Формуласы:

$$Q = cm (T_2 - T_1).$$

Шешуі:

$$\begin{aligned} Q &= 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}} \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot (423 - 303) \text{ K} = \\ &= 14400 \text{ Дж} = 14,4 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

Жауабы: $Q = 14,4 \text{ кДж}$.



1. Жылу беру деп қандай процесті айтады?
2. Жылу мөлшері деп қандай энергияны айтады және ол қандай өлшем бірлігінде өлшенеді?
3. Дененің жылу сыйымдылығы деген не? Оның анықтамасын айтып беріңдер.
4. Дененің салыстырмалы жылу сыйымдылығы деген не? Оны қандай формула бойынша табуға болады?



1. Температурасы 25°C болған 1 л суды қайнату (100°C -ге дейін қыздыру) үшін қанша килоджоуль немесе қанша килокалория жылу мөлшері жұмсалады? Массасы осындай болған судың жылу сыйымдылығы қандай болады?
2. Массасы 2 кг денені 25°C -ден 500°C -ге шейін қыздыру үшін 427,5 кДж жылу мөлшері жұмсалды. Бұл дене қандай заттектен жасалған екен?
3. Массасы 2,5 кг қышты 625°C -ге дейін қыздырып, температурасы 20°C -ге тең бөлмеге алып келді. Белгілі уақыт өткесін бөлменің температурасы 5°C -ге артқанда қыштың температурасы бөлменің температурасымен теңдеседі. Қыштың температурасы бөлме температурасымен бірдей болғанға дейін одан қанша килокалория жылу мөлшері таратылды?
4. 27°C температурадағы 10 кг қорғасынды балқу температурасына (327°C -ге) дейін қыздыру үшін Q жылу мөлшері жұмсалды. Сонша жылу мөлшерін жұсап, температурасы 0°C болған неше литр суды қайнатуға болады?

9-§

ОТЫННЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ЖАНУ ЖЫЛУЫ

Отын, тас көмір, табиғи газ, бензин сияқты отындар жанған кезде жылу бөлініп шығады. Бұл қандай жылу? Осындай заттардан жылудың бөлініп шығу себебі неде?

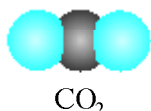
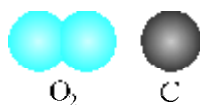
Белгілі болғанындай, молекулалар атомдардан түзіледі. Мысалы, сутегі молекуласы (H_2) сутегінің екі атомынан, ал су молекуласы (H_2O) сутегінің екі атомынан және оттегінің бір атомынан тұрады. Молекуланы атомдарға бөлшектеуге болады.



Молекулалардың атомдарға бөлінуі химиялық бөлшектену реакциясы деп аталады.

Химиялық бөлшектену реакциясында молекуладағы атомдарды бір-бірінен ажырату үшін, яғни олардың арасындағы тартылыс күшін жеңу үшін жұмыс

орындауға, сонымен бірге энергия жұмсауға тура келеді. Керісінше, атомдар бірігіп, молекула пайда болған кезде энергия бөлініп шығады. Отындардың жануы дәл осындай процеске, яғни атомдар бірігіп, молекулаларды шығару барысында бөлінетін энергияға негізделеді.



15- сурет

Кәдімгі отындардың құрамында (көмір, табиғи газ, бензин және т.б.) көміртегі бар. Жану кезінде көміртегі атомдары ауадағы оттегі атомдарымен бірігеді. Көміртегінің әрбір атомы (C) ауадағы (O_2) оттегі молекуласымен қосылады да, көмірқышқыл газының (CO_2) молекуласы пайда болады (15- сурет). Сонымен, көмірқышқыл газының молекуласының пайда болу кезінде энергия бөлініп шығады.

Отын жанғанда бөлініп шығатын жылу мөлшері әр түрлі отындар үшін түрліше болады. Мысалы, 1 кг құрғақ отын түгелімен жанып болғанда 10^7 Дж, ал массасы дәл осындай болған бензин жанған кезде — $4,6 \cdot 10^7$ Дж жылу бөлінеді.



1 кг отын толығымен жанған кезде қанша жылу мөлшері бөлініп шығатынын көрсететін физикалық шама отынның салыстырмалы жану жылуы деп аталады.

Отынның салыстырмалы жану жылуы q әрпімен белгіленеді, оның негізгі өлшем бірлігі $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Әртүрлі отындардың салыстырмалы жану жылуы 2- кестеде көрсетілген.

2- кестеде

Кейбір отын түрлерінің салыстырмалы жану жылуы

№	Отын	$q, 10^7 \text{ Дж/кг}$	№	Отын	$q, 10^7 \text{ Дж/кг}$
1	Құрғақ отын	1,0	5	Табиғи газ	4,4
2	Шымтезек	1,4	6	Мұнай	4,4
3	Тас көмір	2,7	7	Бензин	4,6
4	Спирт	2,7	8	Керосин	4,6

Отын жанған кезде бөлініп шығатын Q жылу мөлшерін табу үшін оның q салыстырмалы жану жылуын жанған заттың m массасына көбейту керек:

$$Q = qm.$$

Есеп шығару үлгісі

Массасы 20 кг отын толық жанғанда 920 000 кДж жылу мөлшері бөлінеді. Осы отынның салыстырмалы жану жылуын табындар.

Берілгені:

$$m = 20 \text{ кг};$$

$$Q = 920\,000 \text{ Дж} = 9,2 \cdot 10^8 \text{ Дж}.$$

Табу керек:

q — ?

Формуласы:

$$Q = qm;$$

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

Шешуі:

$$q = \frac{9,2 \cdot 10^8 \text{ Дж}}{20 \text{ кг}} = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

$$\text{Жауабы: } q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$



1. Химиялық бөлшектену реакциясы деп қандай реакцияны айтады? Осындай реакция кезінде энергияның бөлініп шығатынын мысалдармен түсіндіріңдер.
2. Отынның салыстырмалы жану жылуы деп нені айтады?
3. Отынның салыстырмалы жану жылуының негізгі өлшем бірлігі туралы айтып беріңдер.
4. Массасы m отынның жану кезінде бөлінетін жылу мөлшерін қалай табуға болады?



1. «Отынның салыстырмалы жану жылуы $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг-ға тең» деген сөйлем нені білдіреді?
2. 25 кг тас көмір түгел жанғанда қанша жылу мөлшері бөлініп шығады? Осындай массасы бар құрғақ отын жанғанда ше?
3. Массасы 10 кг отын түгел жанғанда 440 000 Дж жылу мөлшері бөлінеді. Осы заттың салыстырмалы жану жылуын табыңдар.
4. Табиғи газдың неше килограммы жанғанда 220 000 Дж жылу бөлініп шығады?
5. «Нексия» автомобиліне 40 л бензин құйғанда қанша энергия бөлініп шығады? Әр жүз километрге орта есеппен 7 л бензин жұмсалса, әрбір километрге қанша энергия бөлінеді? Бензиннің тығыздығы 710 кг/м^3 .
6. Пеште тамақ әзірлеу үшін 10 кг құрғақ отын жұмсалды. Отын жанғанда бөлініп шыққан жылудың $1/4$ бөлігі тікелей тамақ пісіруге, ал $3/4$ бөлігі пешті, қазанды және ауаны қыздыруға жұмсалды. Тамақ піскенше ол ішіне қанша жылу тартып алады?

10-§

ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ЖЫЛУ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

(Лабораториялық жұмыс)

Керекті жабдықтар: калориметр, таразы, таразының тастары, термометр, салыстырмалы жылу сыйымдылығын табуға арналған 3 дене, қайнаған су.

1. Калориметр паспортынан оның бұлғауышымен бірге алынған жылу сыйымдылығын C_k -ні жазып алыңдар.
2. Мензурканың жәрдемімен судың V көлемін өлшеп, оны калориметрдің ішкі ыдысына құйыңдар да, жылу тепе-теңдігі орныққан соң оның t_c температурасын термометрмен өлшендер.
3. Калориметрге құйылған судың массасын $m_c = \rho_c V$ формула бойынша есептендер. Мұндағы ρ_c — судың тығыздығы.
4. Салыстырмалы жылу сыйымдылығы анықталып жатқан дененің m_d массасын таразыда өлшендер.
5. Денені жіпке байлап, қайнаған суға батырыңдар. Дене мен су арасында жылу тепе-теңдігі орныққаннан кейін дененің t_d температурасын жазып алыңдар. Бұл жерде $t_d = 100^\circ\text{C}$ деп алуға болады. Соңыра денені дереу суық суы бар

калориметрге батырындар. Бұлғауыштың жәрдемімен калориметрдегі суды араластырып, қоспаның термометр көрсеткен t_k температурасын жазып алындар.

7. Дененің салыстырмалы жылу сыйымдылығын табындар:

$$c_d = \frac{(c_c m_c + C_k)(t_k - t_c)}{m_d (t_d - t_k)}.$$

8. Массасы түрліше, бірақ дәл осындай заттан жасалған екі дененің салыстырмалы жылу сыйымдылығын жоғарыда келтірілген тәртіп бойынша табындар.

9. Бірінші, екінші және үшінші дене үшін табылған салыстырмалы жылу сыйымдылығының $\bar{c}_d$ орташа мәнін есептендер.

10. Алынған нәтижелерді 3- кестеге жазындар.

3-кесте

№	$C, \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$	$V, \text{л}$	$t_c, ^\circ\text{C}$	$m, \text{кг}$	$m_c, \text{кг}$	$t_d, ^\circ\text{C}$	$t_a, ^\circ\text{C}$	$c_d, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$\bar{c}_d, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
1									
2									
3									



1. Салыстырмалы жылу сыйымдылығы деп нені айтады және ол қалай өрнектеледі?

2. 3- кестедегі нәтижелерді талдап, қорытынды шығарындар.

11-§

ИДЕАЛ ГАЗ КҮЙІНІҢ ТЕНДЕУЛЕРІ. ИЗОПРОЦЕСТЕР

Идеал газ күйінің теңдеуі

Ыдыстағы газ ретсіз қозғалыс жасап жатқан молекулалардың жинағынан тұрады. Әрбір молекула ыдыстың қабырғасына соғылғанда оған әлдеқандай кіші күшпен әсер етеді. Алайда бүкіл молекулалардың әсер күштері үлкен болады және ыдыс қабырғасына қысым жасайды. Шоғырлануы n , ал температурасы T болған молекулалардың қысымы төмендегідей формуламен анықталатынын білесіндер:

$$p = nkT. \quad (1)$$

Бұл формулада $k = \frac{R}{N_A}$ деп алынса, $n = \frac{N}{V}$ және $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \nu$ болғандықтан төмендегідей формулалар шығады:

$$pV = \frac{N}{N_A} RT, \quad (2)$$

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad (3)$$

$$pV = \nu RT. \quad (4)$$

(2), (3) және (4) теңдеулер **идеал газ күйінің теңдеуі** деп аталады. (3) теңдеу **Менделеев-Клапейрон теңдеуі** деп те аталады.



Идеал газ күйінің тендеуі газдың массасы, қысымы, көлемі мен температурасы арасындағы байланысты өрнектейді.

$\nu = 1$ моль газ үшін (4) формула былай өрнектеледі:

$$pV = RT. \quad (5)$$

Осы формула мөлшері 1 мольге тең идеал газ күйінің тендеуі болып табылады. (5) тендеуден:

$$\frac{pV}{T} = R. \quad (6)$$

Изопроцестер

Газдардың R универсал тұрақтысы, берілген газдың m массасы мен m мольдік массасы тұрақты шамалар болғандықтан, идеал газ күйінің тендеуін былай жазуға болады:

$$\frac{pV}{T} = \text{const}. \quad (7)$$

Төменде біз параметрлердің бірін өзгермейтін шама деп есептеп, қалған екеуінің арасындағы қатынасты бірінен соң бірін қарап шығамыз.



Берілген газдың макроскопиялық параметрлерінің біреуі — қысымы, көлемі немесе температурасы тұрақты болғанда қалған екі параметрдің өзгеруін көрсететін процесс *изопроецесс* дейіледі.

1. Изотермиялық процесс ($T = \text{const}$).



Өзгермейтін температура кезінде өтетін физикалық процесс *изотермиялық* процесс дейіледі.

Грекше «termos» сөзі «жылу» деген мағынаны білдіреді.

Изотермиялық процесс үшін (7) формуланы былай жазу мүмкін:

$$pV = \text{const}.$$

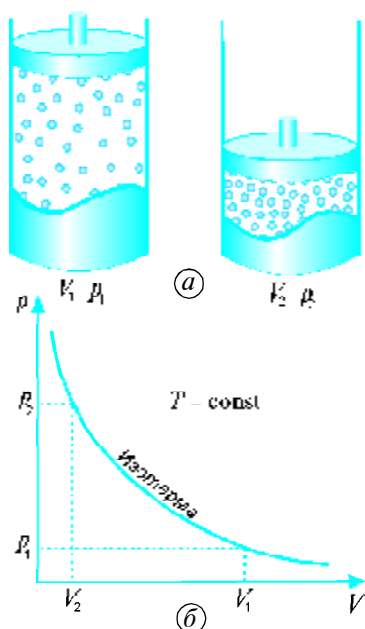
Цилиндр ішінде тапталған газдың бастапқы көлемі V_1 мен қысымы p_1 тұрақты температура кезінде сығылғаннан кейінгі V_2 , p_2 . Онда мына қатынас орынды (16- а сурет):

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}. \quad (8)$$

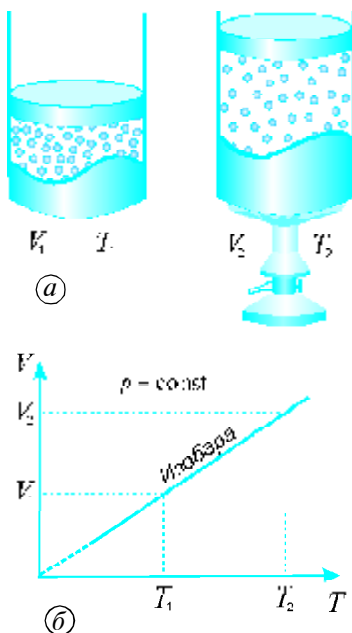


Тұрақты температура кезінде берілген газдың қысымы көлеміне кері пропорционал түрде өзгереді.

Изотермиялық процесс pV диаграммасында *изотерма*мен өрнектеледі (16- б сурет).



16-сурет



17-сурет

Изотермиялық процесті 1662 жылы ағылшын ғалымы **Р.Бойль** мен 1676 жылы француз физигі **Э.Мариотт** бір-бірімен байланыссыз түрде тәжірибелерге сүйеніп ашқан болатын. Сондықтан газдарда байқалатын осы заңдылық **Бойль-Мариотт заңы** деп аталады.

Изотермиялық процестер сұйықтықтарды қайнату және қатты денелерді еріту кезінде кездеседі.

2. Изобаралық процесс ($p = \text{const}$).



Тұрақты қысым кезінде өтетін физикалық процесс изобаралық процесс дейіледі.

Грекше «варос» сөзі «қысым» дегенді білдіреді.

Изобаралық процесс үшін (7) тендеуді былай жазуға болады:

$$\frac{V}{T} = \text{const}.$$

Цилиндр ішінде сығылған газ барда поршень тек ауырлық күші әсерінен тұрған болсын. Бұл жағдайда газдың бастапқы температурасы T_1 -ге, ал көлемі V_1 -ге тең дейік. Цилиндрдегі газдың температурасы T_2 -ге дейін өзгергенде оның көлемі V_2 мәніне жетеді (17-а сурет). Мұнда былай қатынас орынды болады:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (9)$$



Тұрақты қысымда берілген m массасы бар газдың көлемі температураға тура пропорционал түрде өзгереді.

Изобаралық процесс TV диаграммасында **изобара** сызығы арқылы көрсетіледі (17- б сурет).

Осы заңдылықты 1802 жылы француз ғалымы **Гей-Люссак** ашқандықтан оны **Гей-Люссак заңы** деп атайды.

3. Изохоралық процесс ($V = \text{const}$).



Тұрақты көлем кезінде өтетін физикалық процесс изохоралық процесс деп аталады.

Грекшеде «choros» — «көлем» деген мағынаны білдіреді.

Изохоралық процесс үшін (7) формуладан мынаны аламыз:

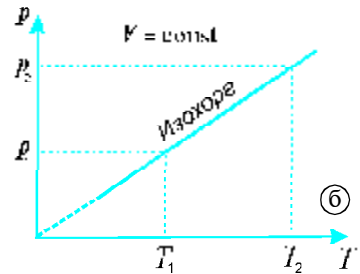
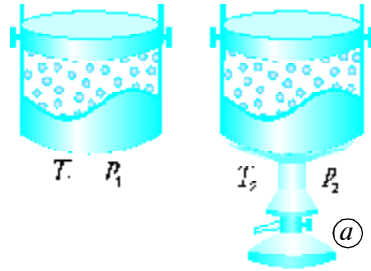
$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$

Ішінде газы бар цилиндрдің поршенін қозғалмайтын етіп тіркеп қоялық. Ондай жағдайда газдың бастапқы температурасы T_1 және қысымы p_1 болады. Цилиндрді қыздыруда газдың температурасы T_2 -ге дейін, ал қысымы p_2 -ге өзгереді (18- а сурет). Олай болса, мына формуланы аламыз:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (10)$$



Тұрақты көлемде берілген массасы бар газдың қысымы температураға тура пропорционал болады.



18- сурет

Изохоралық процесс Tr диаграммасында изохорамен көрсетіледі (18- б сурет).

Бұл заңдылықты 1787 жылы француз физигі **Ж.Шарль** тәжірибелерге сүйеніп ашқандықтан оны **Шарль заңы** деп атайды.

Қатты денелерде өтетін изотермиялық процестер көлемнің дерлік өзгермейтіндігінен изохоралық процесс болып табылады.



1. Идеал газ күйінің теңдеуі қалайша жазылады?
2. Универсал газ тұрақтылығының мәні нешеге тең?
3. Изопроецес деп қандай құбылысты айтады?
4. 16-суретке қарап, изотермиялық процестің мәнін түсіндіріп беріндер.
5. 17- суретке қарап, изобаралық процестің мәнін түсіндіріп беріндер.
6. 18- суретке қарап, изохоралық процестің мәнін түсіндіріңдер.



1. Поршені бар цилиндрдің ішіне толтырылған газдың көлемі 24 см^3 , ал қысымы 2 МПа . Газды изотермиялық түрде сығып, оның көлемін 16 см^3 -қа жеткізгенде газдың қысымы қандай мәнге жетеді?
2. Газдың бастапқы көлемі $0,2 \text{ л}$, ал қысымы — 1 МПа . Газ изотермиялық түрде кеңейеді де, оның қысымы 200 кПа -ға дейін жетті. Газдың кейінгі көлемін табындар.
3. Егер 27°C -де газдың көлемі 3 л -ге тең болса, онда 127°C -де ол қандай көлемді алады? Мұнда қысым өзгермейді деп саналсын.
4. 27°C температура кезінде жабық ыдыстағы газдың қысымы 900 кПа болған еді. Газды қыздырғанда оның температурасы 227°C -ге дейін жеткізілді. Сонда газдың қысымы қандай мәнге шейін жетті?

12-§

ТЕРМОДИНАМИКАНЫҢ БІРІНШІ ЗАҢЫ

Термодинамиканың бірінші заңы туралы түсінік

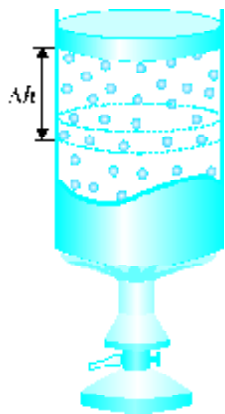
Көп ғасыр бойы жылу құбылыстарын зерттеуге бағытталған бақылаулар мен тәжірибелерден алынған мәліметтерді жинақтап қорытқан соң, **энергияның сақталу заңына** төмендегідей сипаттама берілді:



Табиғаттағы энергия ештеңеден пайда болмайды да, ешқайда жоғалмайды, оның мөлшері өзгермейді, энергия тек қана бір түрден басқа түрге айналады.

Энергияның сақталу заңы табиғатта болатын барлық құбылыстарда орындалады. **Термодинамиканың бірінші заңы** энергияның сақталу заңының жылу құбылыстарына қолдануын көрсетеді.

Мысалы, ішінде толтырылған газы бар цилиндрдің поршені ауырлық күші әсерімен тұрған болсын. Ол цилиндр қабырғаларына үйкелмей, еркін қозғалыс жасасын. Цилиндр ішіндегі газға Q жылу мөлшері берілсін. Осы жылу газдың ішкі энергиясын ΔU арттыруға және поршеньді Δh биіктікке көтеруге жұмсалады (19-сурет). Поршеньді жоғары көтеру үшін газ ауырлық күшіне, яғни сыртқы күшке қарсы A жұмысын атқарады.



19-сурет



Жүйеге берілген жылу мөлшері жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге және сыртқы күштерге қарсы жұмыс атқаруға жұмсалады.

Яғни:

$$Q = \Delta U + A. \quad (1)$$

Бұл анықтама мен формула **термодинамиканың бірінші заңын** өрнектейді. Осы заңды XIX ғасырдың ортасында неміс ғалымдары **Р.Майер** мен **Г.Гельмгольц** және ағылшын ғалымы **Дж.Джоуль** тұжырымдап айтқан болатын.

Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге қолдану

1. Изотермиялық процесс ($T = \text{const}$). Идеал газдың температурасы өзгермесе, оның ішкі энергиясы да өзгермейді, ал (1) формуладағы $\Delta U = 0$ болады. Бұл жағдай үшін термодинамиканың бірінші заңы былай жазылады:

$$Q = A. \quad (2)$$



Изотермиялық процесс кезінде идеал газға берілген жылу жұмыс атқаруға жұмсалады.

Егер изотермиялық процесте газ жылу алатын болса ($Q > 0$), онда газдың көлемі ΔV -ге ұлғаяды және ол жұмыс ($A > 0$) атқарады. 20- а суретте келтірілген диаграммада орындалған жұмыстың мөлшері көк түске боялған ауданға тең.

Егер газ жылуын қоршаған ортаға таратып жатқан болса ($Q < 0$), онда газ теріс жұмыс ($A < 0$) атқарады. Сонда сыртқы жүйе газ үстінде жұмыс істеп жатқан болады. Атқарылған жұмыстың мөлшері диаграммада көрсетілген ауданға тең (20- б сурет).

1. Изобаралық процесс ($p = \text{const}$). Егер тұрақты қысым жағдайында газға жылу беріліп жатқан болса, атқарылған жұмыс $A = p\Delta V$ болады. Сонда термодинамиканың бірінші заңы төмендегідей жазылады:

$$Q = \Delta U + p\Delta V. \quad (3)$$



Изобаралық процесс кезінде жүйеге түсірілген жылу оның ішкі энергиясын асыруға және тұрақты қысымда жұмыс атқаруға жұмсалады.

Егер газ тұрақты қысымда қыздырылып жатқан болса ($Q > 0$), оның ішкі энергиясы артады ($\Delta U > 0$) және сол бір уақытта оң жұмыс ($A > 0$) атқарады. Осы жұмыстың мәні диаграммада көрсетілген ауданға тең (21-а сурет).

Егер газ тұрақты қысымда суытылып жатқанда ($Q < 0$) газдың ішкі энергиясы артады ($\Delta U < 0$) және сол бір уақытта теріс жұмыс ($A < 0$) атқарады. Осы жұмыстың мәні диаграммада көрсетілген ауданға тең (21-б сурет).

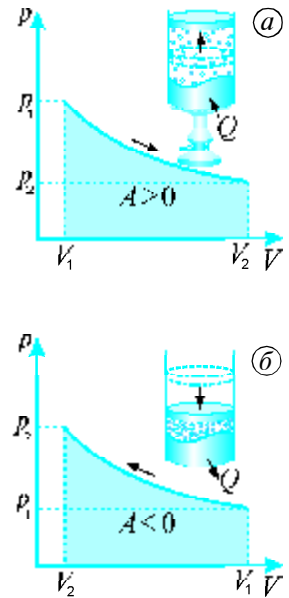
3. Изохоралық процесс ($V = \text{const}$). Изохоралық процесс кезінде ($\Delta V = 0$) болады, яғни газ жұмыс істемейді $A = p\Delta V = 0$. Бұл жағдай үшін термодинамиканың бірінші заңы былай өрнектеледі:

$$Q = \Delta U. \quad (4)$$

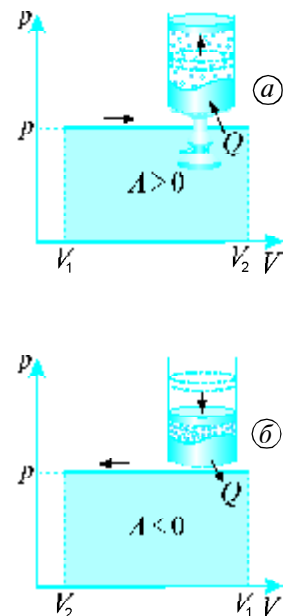


Изохоралық процесс кезінде жүйеге берілген жылудың бәрі жүйенің ішкі энергиясын асыруға жұмсалады.

Егер газдың жылу сыйымдылығы C болса, беріліп жатқан жылу мөлшері $Q = C(T_2 - T_1) = C\Delta T$ болады.



20- сурет



21- сурет

Онда (4) формуладан ішкі энергияның өзгеруін былай өрнектеуге болады:

$$\Delta U = C\Delta T. \quad (5)$$

Газды қыздырғанда ($Q > 0$) оның ішкі энергиясы артады ($\Delta U > 0$).

Газды суытқанда ($Q < 0$) ішкі энергиясы азаяды ($\Delta U < 0$).

Адиабатиялық процесс

Жоғарыда қарастырылған изопроцестердің бәрінде жүйені қоршаған ортамен жылу алмасар еді ($Q \neq 0$). Ендеше төңіректегі ортамен жылу алмаспайтын ($Q = 0$) жүйеде өтетін процесті қарастырайық.



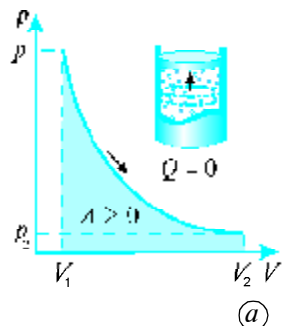
Жылу алмаспайтындай тұйықталған жүйеде өтетін процесс адиабатиялық процесс дейіледі.

Адиабатиялық процесс кезінде $Q = 0$ болғандықтан (1) тендеуден мынаны аламыз:

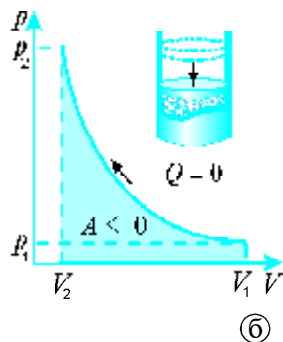
$$\Delta U + A = 0 \quad \text{яки} \quad U_1 = U_2 + A, \quad (6)$$

мұндағы U_1 , U_2 — бастапқы және соңғы ішкі энергия.

Газ адиабата бойынша кеңейгенде оның ішкі энергиясы азаяды ($\Delta U < 0$) және ол жұмыс атқарады ($A > 0$). Мұнда жұмыс газдың ішкі энергиясының есебіне атқарылады. Газдың жұмысы диаграммада көрсетілген ауданға тең (22-а сурет).



Газды адиабата бойынша сыққанда, оның ішкі энергиясы асады ($\Delta U > 0$) ал жұмыс газдың үстінде атқарылады ($A < 0$). Бұл жерде газдың ішкі энергиясы сыртқы күштердің газды сығуы арқасында атқарған жұмысының есебіне артады. Осы жұмыстың мәні диаграммада көрсетілген ауданға тең болады (22-б сурет).



Адиабаталық түрде кеңейген соң газдың сууы немесе адиабатиялық түрде сығылған соң оның ұлғаюы біздің айналамызда көп кездеседі. Мысалы, атмосферадағы ауа жоғарыға көтеріліп, төмен қысымда кеңейеді де суи бастайды. Ауа сууының нәтижесінде ондағы судың булары сұйық түрге айналып, бұлттардың пайда болуына әкеп соғады.

Насоспен сығылып жатқан ауа қызады. Жоғары қысымды баллоннан шығып жатқан газ лезде суи бастайды. Осы құбылыстар кондиционер мен тоңазытқыштарда қолданылады.

22- сурет

Тез сығу кезіндегі ауаның қызуы машиналардың іштен жанатын қозғалтқыштарын оталдыруда кең пайдаланылады. Ауаны сығатын күшті компрессорлар істеп тұрғанда ауаның температурасы артады, ал аспап қызып кетеді. Сондықтан компрессорларды міндетті түрде суытып тұру қажет.

Процесс өте тез өткен кезде, егер жылу ауысып үлгере алмаса, осындай процесс те адиабатиялық түрде өтеді деуге болады. Мысалы, дыбыстың таралуы кезінде ауаның сығылуы мен кеңеюі осылай тез өтеді. Сол себепті дыбыстың таралу процесін де адиабатиялық тұрғыдан қарастыруға болады.



1. Энергияның сақталу заңын тұжырымдап беріндер.
2. Термодинамиканың бірінші заңы қалай тұжырымдалады және өрнектеледі?
3. Изотермиялық процесс кезінде жүйеге түсірілген энергия неге жұмсалады?
4. Изобаралық процесс кезінде жүйеге берілген энергия неге жұмсалады?
5. Изохоралық процесс кезінде жүйеге берілген энергия неге жұмсалады?
6. Адиабатиялық процесс деп қандай процесті айтады?
7. Газдың көлемін адиабата түрінде кеңейткенде оның ішкі энергиясы қалай өзгереді?



1. Газға 3,4 кДж жылу мөлшері берілгенде оның ішкі энергиясы 1,8 кДж-ге артты. Газ үстінде қанша жұмыс атқарылды?
2. Газ 700 Дж жұмыс атқарғанда, оның ішкі энергиясы 1,2 Дж-ге азайды. Газ төңірекке қанша жылу мөлшерін таратты?
3. Изотермиялық процесс кезінде газға 1 кДж жылу берілді дейік. Сонда газ үстінде атқарылған жұмыстың мәнін табындар.
4. Изохоралық процесс кезінде газға 2,8 кДж жылу мөлшері берілген болсын. Онда оның ішкі энергиясы қалай өзгерген болады?
5. 290 г ауаны 10°C-ге қыздырғанда қандай жұмыс атқарылады? Мұнда ауаның мольдік массасын 0,029 кг/моль-ге тең деп алындар.

18-§

ТҮРЛІ ТЕМПЕРАТУРАДАҒЫ СУДЫ АРАЛАСТЫРУ КЕЗІНДЕ ЖЫЛУ МӨЛШЕРІН САЛЫСТЫРУ

(Лабораториялық жұмыс)

Керекті жабдықтар: екі бір литрлік ыдыс, термометр, мензурка, ыстық және суық су.

Жұмысты орындау тәртібі

1. Мензурка жәрдемімен массасы m_1 ыстық суды өлшеп, бірінші ыдысқа құйындар да, оның температурасын t_1 -ді өлшендер.
2. Мензурка жәрдемімен массасы m_2 суық суды өлшеп, екінші ыдысқа құйындар да оның температурасын t_2 -ні өлшендер.
3. Екінші ыдыстағы суық суды бірінші ыдыстағы ыстық суға қосып, араластырындар да t температурасын өлшендер.

4. Ыстық судың араластырылған суға таратқан жылу мөлшерін $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ формуласы бойынша есептеп шығындар, мұндағы c — судың салыстырмалы жылу сыйымдылығы.

5. Араластырылған су құрамында суық судың алған жылу мөлшерін $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ формуласы бойынша есептендер.

6. Араластырылып жатқан ыстық және суық сулардың массасын өзгерте отырып, тәжірибені 1—5 пункттерге сәйкес үш рет қайталандар.

7. Өлшеу және есептеу нәтижелерін 4- кестеге жазындар.

4- кесте

№	m_1 , кг	t_1 , °C	m_2 , кг	t_2 , °C	$m_1 + m_2$, кг	t , °C	c , Дж/кг·К	Q_1 , Дж	Q_2 , Дж
1									
2									
3									



1. Өлшеу және есептеу нәтижелеріне сүйеніп, жылу мөлшерінің алынған Q_1 және Q_2 мәндерін салыстырындар. Неліктен $Q_1 = Q_2$ шарты міндетті түрде орындалуға тиіс.
2. Жылу мөлшері формуласында неліктен абсолюттік температуралар айырмасының орнына Цельсий шкаласы бойынша өлшенген температуралардың айырмасын қолдануға болады?

II ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Термодинамика көзқарасы бойынша ішкі энергия заттың ішкі күйіне тәуелді болып, температура мен көлем арқылы анықталады.
- Газдың көлемі ұлғайғанда оң жұмыс атқарылады да, газдың ішкі энергиясы азаяды.
- Газды сығу кезінде теріс жұмыс атқарылады да, газдың ішкі энергиясы артады.
- Жылу беру барысында денеге берілген немесе одан таратылған энергия жылу мөлшері деп аталады.
- 1 грамм тазартылған суды 19,5°C-ден 20,5°C-ге дейін жылытуға жұмсалған жылу мөлшері 1 калория деп қабылданған.
- Заттың температурасын 1К-ге көтеру үшін оған беруге керек болатын жылу мөлшері осы заттың жылу сыйымдылығы деп аталады.
- 1 килограмм заттың температурасын 1К-ге көтеру үшін оған беруге тиіс болған жылу мөлшері сол заттың салыстырмалы жылу сыйымдылығы деп аталады.

$$A = p\Delta V > 0$$

$$A = p\Delta V > 0$$

$$Q$$

$$1 \text{ кал}$$

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

- Идеал газ күйінің тендеуі газдың массасы, қысымы, көлемі мен температура арасындағы байланысты өрнектейді.
- Изотермиялық процесс кезінде берілген газдың қысымы көлеміне кері пропорционал түрде өзгереді.
- Изобаралық процесс кезінде берілген массасы бар газдың көлемі температурасына пропорционал түрде өзгереді.
- Изохоралық процесс кезінде массасы белгілі газдың қысымы температураға пропорционал түрде өзгереді.
- Термодинамиканың бірінші заңы: жүйеге берілген жылу мөлшері осы жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге және сыртқы күштерге қарсы жұмыс істеуіне жұмсалады.
- Изотермиялық процесс кезінде идеал газға берілген жылу жұмыс атқаруға жұмсалады.
- Изобаралық процесс кезінде жүйеге берілген жылу жүйенің ішкі энергиясын асыруға және тұрақты қысым кезінде жұмыс атқаруға жұмсалады.
- Изохоралық процесс кезінде жүйеге берілген жылудың бәрі оның ішкі энергиясын арттыруға жұмсалады.
- Жылу ауыспайтындай етіп ($Q = 0$) тұйықталған жүйеде өтетін процесс адиабатиялық процесс дейіледі.

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = A$$

$$Q = \Delta U + p\Delta V$$

$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U + A = 0$$

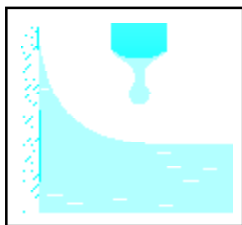
$$U_1 = U_2 + A$$

II ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Еріп жатқан мұзды температурасы 0°C болған үйге кіргізді. Мұз осы үйде ери бере ме?
2. Шелектегі суда мұз бөліктері жүзіп жүр. Су мен мұздың жалпы температурасы 0°C . Мұз ери ме әлде су мұздайды ма? Бұл неге байланысты?
- 3*. Егер 200 кПа қысымда және 240 К температурада газдың көлемі 40 л -ге тең болса, сол газда қанша мөлшерде заттек бар?
4. Сыйымдылығы 20 л баллондағы сығылған ауаның қысымы 12°C температурада қандай болады? Баллондағы ауаның массасы 2 кг .
5. Температурасы 20°C және қысым 100 кПа болған $1,45\text{ м}^3$ ауа сұйық күйге келтірілді. Егер сұйық ауаның тығыздығы 861 кг/м^3 болса, ол қанша көлемді иелейді?
6. 360 К максимал температурада қысымы 6 МПа -дан аспауы үшін 50 моль газ сақталатын балонның сыйымдылығы қанша болуы керек?
7. Екі бірдей баллонда бірдей температурада массалары тең болған сутегі (H_2) және көмірқышқыл газы (CO_2) бар. Газдардың қайсы бірі баллон қабырғасына неше есе көп қысым береді?
- 8*. Шолпанның сыртында температура мен атмосфераның қысымы сәйкес түрде 750 К және 9120 кПа . Ғаламшар сыртындағы атмосфераның тығыздығын табындар. Мұнда оны көмірқышқыл газынан тұрады деп ойландар.

9. Бірдей жағдайда метанның (CH_4) тығыздығы оттегінің (O_2) тығыздығынан неше есеге ерекшеленеді.
10. Газ 0,2 МПа қысымда және 15°C температурада 5 л көлемге ие. Қалыпты күйде осындай массасы бар газдың көлемі қанша болады?
11. Идеал газдың абсолюттік температурасы 2 есе артқанда оның қысымы 25% артты. Бұл жерде көлемі неше рет өзгерді?
12. 0°C-ты 1 л суды қайнату (100°C-ге дейін ысыту) үшін қанша жылу мөлшері керек болады? Сонша массасы бар судың жылу сыйымдылығы қанша болады?
13. Массасы 1 кг денені 0°C-ден 300°C-ге дейін қыздыру үшін 200 кДЖ жылу жұмсалды. Сол дененің салыстырмалы жылу сыйымдылығы қанша?
14. 20°C температурадағы 5 кг қорғасынды еру температурасына дейін (327°C-ге дейін) ысыту үшін Q жылу жұмсалды. Сонша жылуды жұмсап 0°C температурадағы неше литр суды қайнату мүмкін?
15. Массасы 1,5 кг темір қазанға 2 л су сыяды. Суға толы қазанды 80°C жылыту үшін қанша мөлшер жылу қажет?
16. 640 ккал жылу жұмсап, қанша суды 20°C-ден қайнағанша жылыту мүмкін?
- 17*. Көлемі 60 м³ болған бөлмедегі ауаны 10°C-ден 20°C-ге дейін жылыту үшін қанша жылу мөлшері жұмсалған (жылу босқа жұмсалмағанда)? Ауаның салыстырмалы жылу сыйымдылығы 0,24 ккал/кг·K.
18. Шелекке температурасы 9°C 5 л суық су құйылды. 30°C жылы су алу үшін шелекке қанша қайнаған (100°C) су құю керек?
- 19*. Істеп тұрған болат бұрғы 100°C қызған. Егер бұрғының массасы 90 г болса, бастапқы температурасына дейін суығанда бұрғы қанша жылу шығарған? Жылып жатқанда бұрғының ішкі энергиясы қай әдіспен артқан және суытқанда қайсы әдіспен азайған?
- 20*. Тегістеу станогында болат детальды өңдеу кезінде 575 кДж механикалық жұмыс орындалған. Бұл әдістің 40% массасы 10 кг детальды ысытуға жұмсалған. Деталь неше градусқа жылыған?
21. Поршеньді цилиндр ішіне тапталған газдың бастапқы көлемі 36 см³, қысымы 5 МПа. Газ изотермиялық сығылып, газ көлемі 24 см³-қа келтірілгенде оның қысымы қандай мәнге ие болады?
22. Газдың бастапқы көлемі 1 л, ал қысымы 1 МПа. Газ изотермиялық кеңейіп, қысымы 200 кПа-ға жетті. Газдың кейінгі көлемін табындар.
23. Егер газ 20°C-де 2 л көлемге ие болса, 100°C-де көлемі қандай болады? Бұл жерде қысым тұрақты болған.
24. 20°C температурада жабық ыдыстағы газдың қысымы 1000 кПа еді. Газ қыздырылып, температурасы 200°C-қа жеткізілгенде оның қысымы қандай мәнге ие болады?
- 25*. Сұйықтық салынған бак герметикалық (берік) жабылған. Сұйықтықтың бетінде ауа бар. Егер бактың төменгі бөлігіндегі шүмек ашылса, белгілі мөлшердегі сұйықтық ағып түскен соң бұдан кейінгі ағысы тоқтайды. Неліктен осылай болды? Сұйықтықтың ағып түсуін қамтамасыз ету үшін не істеу қажет?
26. Егер газ 27°C-де 6 л көлемге ие болса, 77°C-де көлемі қандай болады?
27. Газ температурасы 60 К-ге артқанда оның көлемі 1 л-ге артты. Егер температура тағы 30 К-ге артса, көлемі алғашқы көлемге қарағанда қаншаға артады?
28. Егер ауа 3 К-ге қыздырылғанда оның көлемі бастапқы көлемінің 1%-на артса, ауаның бастапқы температурасы қандай болған?

29. Изобаралық процесте газдың тығыздығы мен абсолюттік температурасы арасындағы байланыс қандай болады?
30. Оттегінің тығыздығы азоттың қалыпты күйдегі тығыздығына тең болуы үшін оттегіні қалыпты қысымда қандай температураға дейін қыздыру керек?
31. 27°C температурада жабық ыдыстағы газдың қысымы 75 кПа еді. –13°C температурада қысым қандай болады?
32. Жабық ыдыстағы газды 140 К-ге дейін қыздырғанда 1,5 есе артса, ыдыстағы газ алғаш қандай температурада болған?
33. Изохоралық процесте бірлік көлемдегі газ молекулаларының саны мен абсолюттік температура арасындағы байланыс қандай болады? Изобаралық процесте ше?
34. Температурасы 20 К-ге артқанда 200 г гелийдің ішкі энергиясы нешеге өзгереді?
35. Температурасы бірдей болған массасы бірдей аргон мен гелийдің ішкі энергиясын салыстырындар.
36. 100 кПа қысымда көлемі 60 м³ болған аэростатты толтырып жатқан гелийдің ішкі энергиясы қандай?
37. Газға 2 кДж жылу берілгенде оның ішкі энергиясы 1,5 кДж-ге артты. Газдың бетінде қанша жұмыс орындалды?
38. Газ 1 кДж жұмыс орындағанда оның ішкі энергиясы 1,5 кДж-ге азайды. Газ сыртта қанша жұмыс орындады?
39. Изотермиялық процесте газға 2 кДж жылу берілген болса, газ бетінде қанша жұмыс орындалған болады?
40. Изохоралық процесте газға 2 кДж жылу мөшері берілсе, газдың ішкі энергиясы қаншаға өзгереді?
41. 580 г ауаны 20 К-ге изобаралық қыздырылғанда қанша жұмыс орындалады?
42. 320 г оттегіні 10 К-ге изобаралық қыздырғанда ол қандай жұмыс орындайды?
43. Екі цилиндрде қозғалатын поршеньдердің астындағы массасы бірдей сутегі мен оттегінің изобаралық қыздырғанда орындалған жұмыстарды салыстырындар.
44. 800 моль газды 500 К-ге изобаралық қыздырғанда оған 9,4 МДж жылу мөлшері берілді. Бұл жерде газ орындаған жұмысты және ішкі энергиясы қаншаға артқанын анықтаңдар.
- 45*. Температурасы 27°C болған 160 г оттегі изобаралық қыздырғанда оның көлемі екі есе артты. Газдың кеңейгендегі орындаған жұмысты, оттегіні қыздыруға кеткен жылу мөлшерін, ішкі энергиясының өзгеруін табындар.



СҰЙЫҚТЫҚТАРДАҒЫ СЫРТҚЫ ҚҰБЫЛЫСТАР

14-§

СҰЙЫҚТЫҚ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ. СЫРТҚЫ КЕРІЛІС

Сұйықтықтың қатты денелер мен газдардан айырмашылығы

Сұйықтық — қатты және газ тәрізді заттардың арасындағы агрегаттық күй. Газдардан ерекшелігі сұйықтағы молекулалар бір-біріне өте жақын орналасады және ол өз көлемін сақтайды. Молекулалар арасындағы тартылыс күші олардың бір-бірінен ұзақтап кетуіне тосқауыл жасайды. Сол себептен:



Сұйықтық молекулалары еркін де тәртіпсіз қозғалыс жасай алмайды. Газдардан ерекшелігі сол, сұйықтықтар өз көлемін сақтамайды. Тек булану процесі кезінде ғана оның бетінен жеке молекулалар ұшып шығады.

Қатты денелер өз пішінін сақтайды, өйткені олардың молекулалары (атомдары) бір жерде, “отырықшы жағдайда” болады. Олар тепе-тең жағдайда тұрған орнында тербеліп отырады. Қатты денеден айырмашылығы, **сұйықтық өз пішінін сақтамайды**. Ыдысқа құйылған сұйық осы ыдыстың пішінін алып, горизонталь түрде орналасады.

Бұдан басқа, қатты денелерден айырмашылығы, сұйықтық **аккыш** болады.

Молекулалар бір-бірімен күшті әсерлеседі. Сондықтан сұйықтық пен басқа ортаның арасындағы шекарада **сыртқы керіліс** пайда болады. Осы сыртқы керілістің әсерінен сұйықтық пен қатты дененің шекарасында **капилляр құбылыстары** туады.

Сыртқы керіліс құбылысы

Сұйықтықтың сыртқы қабатын жұқа перде деп елестетуге болады. Бұл қабатындағы молекулалардың бәріне сұйықтықтың ішіне бағытталған күш әсер етеді.

Су құбырының шүмегінде тамшының қалай пайда болатынын қарап шығайық (23-сурет). Шүмектің аузында пайда болған тамшы созылғыш қалтаның ішінде орналасуда деп ойлайық. Тамшының көлемі ұлғайғанда оны көтеріп тұру үшін кішкене қалтаның беріктігі жетіспейді. Сондықтан тамшы үзіліп, төменге түседі.

Шынында, тамшы қалтаға салынбаған ғой. Тамшының сыртқы қабатындағы әрбір молекулаға оның орталығына бағытталған күш әсер етеді. Осындай күштердің жасаған ықпалынан тамшының сыртқы қабатында оны ұстап тұрушы сыртқы керіліс күші пайда болады.



Сыртқы керіліс сұйықтың сыртқы қабатындағы молекулаларды сұйықтың ішіне бағытталған күштерінің болуы арқасында пайда болады.

Сыртқы керіліс нәтижесінде жаңбыр мен шық тамшылары пайда болады. Сабын ерітіндісінен сабынның көбігін жасау да сыртқы керіліс құбылыстарына жатады (24- сурет).

Судың бетінде де сыртқы керіліс пайда болады. Бұны тексеру үшін мынадай тәжірибені орындандар. Инені судың бетіндегі қағаздың үстіне қойындар (25- а сурет). Егер қағазды су астына ақырын батырсак, ине судың бетінде қала береді (25- б сурет). Мұның себебі сол, судың сыртқы керіліс күші жіңішке инені ұстап тұра алады.

Сыртқы керіліс күші

Судың бөлшектерін тамшы пішінінде ұстап тұрған сыртқы қабатта керіліс күші бар. Шүмек аузындағы тамшының көлемі оның сыртында пайда болған сыртқы керіліс күшіне қарсы тұра алатындай дәрежеге дейін ұлғаяды. Сыртқы керіліс күшінің әсерінен ауадағы тамшылардың сырты сфера пішінін алады.

Сыртқы керіліс күшін анықтау мақсатымен төмендегі тәжірибені өткізейік. 26- суретте көрсетілгендей, кішірек сым рамка аламыз. Бұл рамканың төменгі жағы ұзындығы $AB = l$ қозғалмалы сымнан тұратын болсын. Осы сым рамканың екі бүйір жағын бойлап жылжи алады.

Рамканы сабын ерітіндісіне батырсак, оған сабынның пердесі тартылып қалады. Сол бір мезгілде рамканың қозғалмалы сымы AB орнынан жоғарыға жылжиды. Бұның себебі сол, сымға перпендикуляр түрде әрі жоғарыға қарай бағытталған күш әсер етеді. Бұл күш сыртқы керіліс күші болып табылады. Осы күштің әсерінен сым жоғарыға әрекеттенеді, ал сабынның пердесі қысқарады.

Сыртқы керіліс күшін өлшеу үшін рамканың төменгі сымына оны тепе-теңдікке келтіруші F_1 күшін түсіру керек. Осы күшті жасау үшін сымды жұмсақ серіппеге іліп, серіппенің екінші ұшын штативке бекітіп қоямыз. Сымның тепе-тең күйінде болуы үшін $F_1 = 2F$ болуға тиіс, мұндағы F — сыртқы керіліс күші. Сымға перденің екі беті әсер еткендіктен ол $2F$ -ке тең деп алынған.

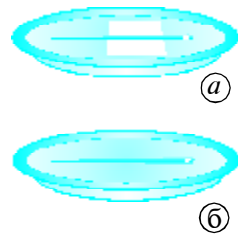
Тәжірибе көрсеткеніндей, сыртқы керіліс күші F сымның ұзындығы l -ге тең, яғни сыртқы қабаттың ұзындығына пропорционал болады:



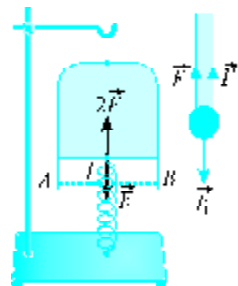
23- сурет



24- сурет



25- сурет



26- сурет

$$F = \sigma l.$$

мұндағы пропорционалдық коэффициенті - σ — **сыртқы керіліс коэффициенті** деп аталады.

Бұл формула горизонталь күйдегі сұйықтықтың беті үшін сыртқы керіліс күшін өрнектейді.

Сыртқы керіліс коэффициентінің негізгі өлшем бірлігі — Н/м.

Салмақсыздық күйде, мысалы, ғарыш кемелерінде сыртқы құбылыс арқылы тіпті 1 л судың шар тәрізді пішін алуын көруге болады. Сыртқы керіліс коэффициентінің мәні түрлі сұйықтықтар үшін әр түрлі болады (5- кесте).

5- кесте

№	Заттек	σ , Н/м	№	Заттек	σ , Н/м
1	Спирт (20°C)	0,022	4	Су (20°C)	0,076
2	Бензин (20°C)	0,024	5	Сынап (20°C)	0,47
3	Сабын ерітіндісі (20°C)	0,04	6	Алтын (1130°C)	1,1



1. Сұйықтық молекулалары не себептен газ молекулалары сияқты еркін және тәртіпсіз қозғалыс жасай алмайды?
2. Сыртқы керіліс құбылысы қалай пайда болады?
3. Сыртқы керіліс күшін өрнектейтін формула қалай жазылады?
4. Сұйықтықтарға тән сыртқы керіліс коэффициенті жөнінде не білесіңдер?



1. 26-суретте көрсетілген сабын ерітіндісіне батырылған рамканың AB сымның ұзындығы 5 см болса, сабынның пердесі осы сымға қандай күшпен әсер етеді? Сымды 3 см-ге жылжыту үшін қанша жұмыс жұмсау керек? Осы мен кейінгі мәселелерде 5-кестедегі мәліметтерді пайдаланьндар.
2. Егер 1- жаттығуда келтірілген сымды рамка сабын ерітіндісінің орнына бензинге батырылған болса, сымға әсер етуші күштің мәні неге тең болады? Сымның орнын 3 см-ге ауыстыру үшін қандай жұмыс атқару қажет?
3. Судың бетінде тұрған 4 см-лік сіріңкені қозғалысқа келтіру үшін оған горизонталь бағытта ең кемінде қандай күш түсіру керек?

15-§

СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ СЫРТҚЫ КЕРІЛІС КОЭФФИЦИЕНТІН АНЫҚТАУ

(Лабораториялық жұмыс)

Керекті жабдықтар: арнайы динамометр, штатив, ұзындығы 5 см **П** пішінде бүктелген сым, сабынды су ерітіндісі, сұйықтық салынатын ыдыс.

Жұмысты орындау тәртібі

1. Динамометрді жоғары сақинасынан штативке орнатыңдар.
2. Сызғышпен **П** пішінде бүктелген сымның периметрі l -ді өлшендер.

3. Динамометрдің төменгі сақинасына П пішіндегі сымды іліп, сымның ауырлық күші F_1 -ді өлшендер.
4. Бөлек ыдысқа сабынды су ерітіндісін дайындап, ерітіндіге түсіріңдер.
5. Динамометрге ілінген сымды ыдыстағы ерітіндіге түсіріңдер.
6. Ерітінді салынған ыдысты ақырын төменге қарай жылжытып, сымның ерітіндіден үзілетін кезеңдегі динамометрдің көрсетуі F_2 -ні жазып алыңдар.
7. $F = F_1 - F_2$ формуласынан сыртқы керіліс күшін табыңдар.
8. $\sigma = \frac{F}{l}$ формуласы арқылы сұйықтықтың сыртқы керіліс коэффициентін есептендер.
9. Тәжірибені үш рет қайталап, $\sigma_{\text{орт}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ формуласы бойынша сыртқы керіліс коэффициентінің орташа мәнін табыңдар.
10. Тәжірибе барысында алынған өлшеу мен есептеу нәтижелерін 6-кестеге жазыңдар.

6-кесте

№	m , кг	l , м	F , Н	σ , Н/м	$\sigma_{\text{орт}}$, Н/м
1					
2					
3					



1. Сыртқы керіліс коэффициентінің мәнін түсіндіріп беріндер.
2. Неліктен сымды сабын ерітіндісінен ажыратып алу үшін күш керек болады?
3. Тәжірибе нәтижелерін талқылап, қорытындыларды дәптерге жазыңдар.

16-§

СУЛАУ. КАПИЛЛЯР ҚҰБЫЛЫСТАРЫ

Сулау және сулану құбылыстары

Сұйықтық пен қатты денелердің жанасу бетінде сулау немесе сулану құбылысы болады.

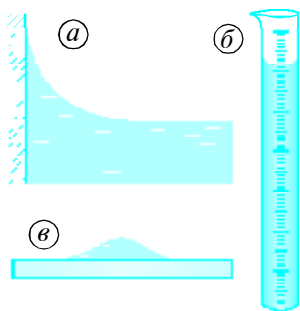


Қатты дененің сыртына жақын жерде сұйықтық зат бетінің майысуын тудыратын құбылыс *сулау* немесе *сулану* құбылысы деп аталады.

Сулау немесе сулану сұйық және қатты дененің молекулаларының арасындағы күштердің ара қатынасына байланысты.



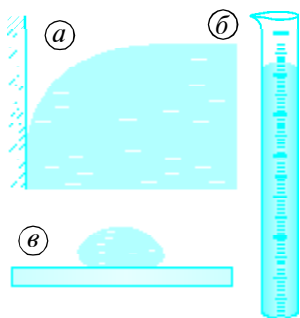
Сұйықтық пен қатты дене молекулаларының арасындағы тартылыс күштері сұйықтықтағы молекулалардың тартылыс күштерінен анағұрлым үлкен болса, сұйықтық қатты дененің сыртын сулайды.



27- сурет



Сұйықтық және қатты дене молекулалары арасындағы тартылыс күштері сұйықтықтағы өзара тартылыс күштерінен кіші болса, сұйықтық қатты дененің бетін суламайды.



28- сурет

Мұнда сұйық сыртының қатты дененің бетімен жанасып тұрған жері 28-а суретте көрсетілген пішінде болады. Мысалы, сынап шыны бетін суламайды. Шыны мензуркаға салынған сынап ыдыс қабырғаларын суламайды (28-б сурет). Егер сынапты әйнектің бетіне тамызса, ол жайылып кетпейді (28-в сурет).

Кейбір сұйықтықтар біріер дененің сыртын суласа, басқа денелердің бетін суламауы мүмкін. Мысалы, су шыны сыртын сулайды, ал парафин бетін суламайды. Сынапқа келсек, ол шыны сыртын суламайды, бірақ металл бетін сулайды.

Сабын ерітіндісі біздің денемізді сулайды. Соның арқасында сабынмен жуынамыз. Қаздар мен үйректер судан шыққанда олардың денесі мен қауырсыны құрғақ болатынын бәріміз білеміз. Өйткені, олардың денесін және қауырсынын дерлік су суламайды.

Сулану құбылысының зор практикалық маңызы бар. Мысалы, бұл құбылыс желімдеу, дөнекерлеу, денелерді бояу, детальдарды майлау кезінде пайдаланылады. Қатты дене бөлшектерінің суға қатысты түрліше сулануына сүйене отырып, осы құбылыс тау жыныстарынан темір рудасын ажыратып алуда кеңінен қолданады. Бұл жерде тау жыныстарын ұсақтап, өлшемі 0,1—0,01 мм-дей ұнтақ тәрізді күйге келтіреді. Осы ұнтақты май қосылған суға қосып шайқағанда, көпіршік пайда болады. Майдың жұқа пердесімен қапталған көпіршіктер маймен суланған металл бөлшектеріне онай ғана жабысады да, оларды жоғарыға көтереді. Ал қажеті жоқ денелер ыдыстың түбіне батып қалады.

Капилляр құбылыстары

Сұйықтықтың сулаушы яки суламаушы екеніне қарамастан, ыдыс қабырғаларына жақын жерде оның сыртқы беті қисық сызықты болады. Ыдыстың іші тар болғанда сұйықтық сырты ернеуінің майысқан жері түгелдей бетті алады.

Жіңішке түтік-капиллярды сұйықтың ішіне түсірейік. Егер сұйық сулағыш болса, капилляр ішінен оның сыртқы беті жоғары көтеріледі (29-а сурет). Ал сұйықтық суламайтын болса, капиллярдағы сұйықтық сырты кең ыдыстағы сұйықтың сыртынан төмен түседі (29-б сурет).



Сұйықтықтың жіңішке түтікпен-капиллярдан кең ыдыстағы деңгейіне қатысты жоғарырақ көтерілуі немесе төменірек түсуі капилляр құбылысы деп аталады.

Капиллярдың радиусы неғұрлым кіші болса, сұйықтық соғұрлым жоғары көтеріледі яки төменірек түседі.

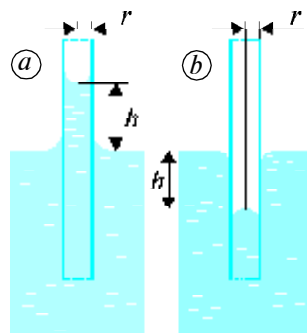
Мүлде сулау немесе мүлде суламау кезінде капиллярдағы сұйықтықтың майысқан бетін шала сфера деп санауға болады. Осы шала сфераның радиусы капиллярдың r радиусына тең болады (30-сурет).

Баршаға белгілі, капилляр ішімен h биіктікке көтерілген сұйықтың ауырлық күші $P = mg$ сыртқы керіліс күші $F = \sigma l$ -ге тең болғанда, яғни $P = F$ болғанда, сұйықтықтың көтерілу процесі тоқтайды. Мұнда $m = \rho V$ — капилляр ішіндегі сұйықтықтың массасы; ρ — сұйықтық тығыздығы; V — оның көлемі; g — еркін түсу үдеуі; σ — сыртқы керіліс коэффициенті; $l = 2\pi r$ — капиллярдың ішкі қабырғасы шеңберінің радиусы; r — капилляр радиусы.

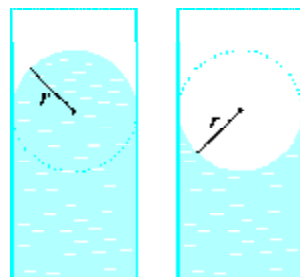
$P = mg = \rho Vg = \rho h\pi r^2 g$ және $F = \sigma l = 2\sigma\pi r$ өрнектерді бір-бірімен теңестіреміз:

$$\rho h\pi r^2 g = 2\sigma\pi r \quad \text{яки}$$

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}.$$



29-сурет



30-сурет

Бұл формула сулағыш сұйықтықтың капиллярдан көтерілу биіктігін, сондай-ақ суламайтын сұйықтың түсу тереңдігін көрсетеді. Капилляр радиусы r неғұрлым кіші болса, сұйықтықтың көтерілу h деңгейі соғұрлым биік болады.

Жіңішке түтіктері бар денелерде де капилляр құбылысы байқалады. Мысалы, соның арқасында қол сұрту кезінде сүлгі көп су тартады. Шайға қосылған қант көп суды жұтып алады. Қыш кеуекті зат болғандықтан, су оның ішіне сіңіп кетеді.

Топырақ та кеуекті зат болғандықтан, сылдырлап ағып жатқан егіс алқаптарын жақсы ылғалдайды. Ылғалды топырақта оның құрамындағы тыңайтқыштар тез ери бастайды. Өсімдік пайда болған ерітіндімен тамырлары арқылы қоректенеді. Сонымен өсімдіктің ұлпалары кеуекті болғандықтан, нәрлі заттар оның денесімен көтеріледі. Өсімдіктің капилляр тамырлары бар. Демек, өсімдіктердің азықтану процесі де капилляр құбылысына сүйенеді.



1. Сулау немесе суламау құбылысы деп қандай құбылысты айтады?
2. Сұйықтықтың қатты дененің сыртын сулауы не суламауы неге байланысты?
3. Неліктен қаз бен үйректер судан құрғақ боп шығады?
4. Капилляр құбылысы деп қандай құбылысты айтады?

5. Мүлде сулағыш сұйықтың капиллярдан көтерілу биіктігін және мүлде суламайтын сұйықтың түсу тереңдігін өрнектейтін формула қалай жазылады?
6. Неліктен ғимарат қабырғасын бетоннан жасайды да, ал қышты оның үстіне тереді?



1. Радиусы 0,1 мм капилляр ішімен су қандай биіктікке көтеріледі? Осы мен кейінгі жаттығуларда 5-кестені пайдаланып, $g=10 \text{ м/с}^2$ деп алындар.
2. Капиллярдағы спирт 22 мм-ге көтерілді. Капилляр радиусын табындар. Спирттің тығыздығы 800 кг/м^3
3. Радиусы 1мм капиллярды ыдыстағы сынапқа батырды. Капиллярдағы сынаптың деңгейі ыдыстағы сынап деңгейінен қаншаға төменірек түседі? Сынаптың тығыздығы 13600 кг/м^3 .

III ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

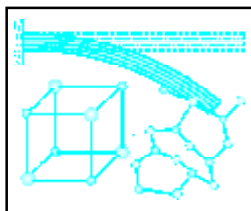
- Газ молекулаларымен салыстырғанда сұйық молекулалары еркін және тәртіпсіз қозғалыс жасай алмайды. Тек булану процесінде сұйықтың бетінен кейбір молекулалар ғана ұшып шыға алады.
- Сұйықтық молекулаларының бір орыннан басқа орынға ұдайы секіріп өту қасиеті болғандықтан олар аққыш болады.
- Сұйықтықтың сыртына жақын қабаттағы әрбір молекулаға сұйықтың ішіне бағытталған күш әсер етеді. Осы күштің әсерінен сыртқы қабаттағы әрбір молекула сұйықтың ішіне кіріп кетуге ұмтылады.
- Сыртқы керіліс сұйықтың сыртқы қабатындағы молекулалардың сұйық ішіне бағытталған күштерінің болуы арқасында пайда болады.
- Сыртқы керіліс күші мына формула бойынша анықталады: $F = \sigma l$.
- Қатты дененің бетімен жанасқанда сұйық сыртының майысуына себепші болған құбылыс сулау немесе суламау құбылысы деп аталады.
- Егер сұйықтық пен қатты дене молекулаларының арасындағы тартылыс күштері сұйық молекулаларының өзара тартылыс күштерінен үлкен болса, онда сұйықтық қатты дененің бетін сулайды.
- Егер сұйықтық пен қатты дене молекулаларының арасындағы тартылыс күштері сұйық молекулаларының өзара тартылыс күштерінен кіші болса, онда сұйықтық қатты дененің сыртын суламайды.
- Сұйықтықтың жінішке түтік-капиллярдан оның кең ыдыстағы деңгейіне қатысты жоғарырақ көтерілуі немесе төменірек түсірілуі капилляр құбылысы деп аталады.
- Мүлде сулайтын сұйықтықтың капиллярдан көтерілу биіктігін яки мүлде суламайтын сұйықтықтың түсу тереңдігін төмендегідей формула бойынша табуға болады:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}.$$

III ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Сабан шөбінің бір ұшында сабын көбігін шығарып, екінші ұшын жанып тұрған шамның жалынына жақындатты. Неліктен сол кезде шамның жалыны ауытқиды?
2. Неліктен ыстық сорпаның бетінде жүзіп жүрген екі май тамшыларын қасықтың шетін тигізіп бір-біріне жақындатсақ, олар қосылып бір үлкен тамшыға айналады?
3. Неліктен еркін ұшып бара жатқан ғарыш кемесінен шашыраған су шар тәрізді тамшылар сияқты жиналады?
4. Не себептен шынының өткір қырлары ерігенше қыздырылса, дөңгеленіп (өтпес) болып қалады?
5. Спирттің судағы ерітіндісіне бір қасық макта майын құйды. Егер майдың тығыздығы ерітіндінің тығыздығына тең болса, май пішіні қандай болады?
6. Суда қант немесе сабынды еріткенде судың сыртқы керілісінің артуын немесе азаюын тәжірибеде анықтаңдар.
7. Майдың бензиндегі ерітіндісінің сыртқы керіліс коэффициенті таза бензиндікінен артық болады. Үтіктегі майдың дағын тазалағанда бензинді дақтың шетіне тигізу керек пе әлде ортасына ма?
8. Неліктен суланған қолғапты қолдан шешу қиын?
9. 26-суреттегі сабын ерітіндісіне батырып алынған рамканың AB сымының ұзындығы 8 см болса, сабын пердесі сол сымға қандай шамадаға күшпен әсер береді? Сымды 5 см-ге жылжыту үшін қанша жұмыс орындалуы керек? Сабын ерітіндісінің сыртқы керіліс коэффициенті 0,04 Н/м-ге тең.
10. Судың бетінде тұрған ұзындығы 10 см жіңішке шөпті қозғалысқа келтіру үшін оған горизонталь бағытта ең кемімен қандай күшпен әсер беру керек?
11. Тамызғыш жылдамдығының диаметрі 11,2 мм. Тамызғыштан ағып шығып жатқан су тамшысының үзілу сәтіндегі массасы қанша? Тамшының үзілетін жеріндегі диаметрі тамызғыш жылдамдығының диаметріне тең деп есептендер.
- 12*. Судың сыртқы керіліс коэффициентін анықтау үшін шығу жылдамдығының диаметрі 2 мм тамызғышты пайдаланды. 40 тамшының массасы 1,9 г-ға тең. Осы мәліметтерді пайдаланып, судың сыртқы керіліс коэффициенті қандай болуын есептендер.
13. Тамызғыштан алғаш суық су, содан соң массасы сонша ыстық су тамызды. Егер бірінші күйде 40 тамшы тамызылған болса, судың сыртқы керіліс коэффициенті неше рет өзгерген? Судың тығыздығын екеуінде де бірдей есептендер.
- 14*. Диаметрі 0,1 мм сым сезгіш таразының басына вертикаль түрде ілінген болып, суы бар ыдысқа жартылай батырылған. Су сымды сулағандықтан таразыға әсер ететін қосымша күш неге тең? Судың сыртқы керіліс коэффициенті 0,076 Н/м-ге тең.
15. Неліктен кейбір өсімдік жапырақтарындағы ұсақ шық тамшылары шар тәрізді болады да, ал кейбір басқа өсімдіктердің жапырақтарына тұрған шықтың қабаты жұқа болады?
16. Ғаз судан неліктен құрғақ болып шығады?
17. Не себептен майлы бояумен бояудан бұрын әуелі алифті жағады?

18. Психрометрдегі екі термометрдің біреуінің резервуары матамен оралған, ұшы суға батырылған. Неліктен су үздіксіз буланғанына қарамай, мата үнемі ылғалды болады?
19. Температураның артуымен топырақта судың капилляр көтерілу биіктігі қалай өзгереді?
20. Сүдігердегі топырақты жұмсарту онда ылғалдылықты сақтауға септігінің тию себебі неде?
21. Капилляр түтікшеде спирт 55 мм биіктікке, су 146 мм биіктікке көтерілді. Спирттің тығыздығын анықтандар.
22. Радиусы 0,2 мм капиллярда су қандай биіктікке көтеріледі? Судың сыртқы керіліс коэффициенті 0,076 Н/м-ге тең. $g = 10 \text{ м/с}^2$ деп есептендер.
23. Капиллярда спирт 16 мм биіктікке көтерілді. Капиллярдың радиусын табындар. Спирттің сыртқы керіліс коэффициенті 0,022 Н/м-ге, тығыздығы 800 кг/м^3 -қа тең. $g = 10 \text{ м/с}^2$ деп есептендер.
24. Радиусы 2 мм капилляр ыдыстағы сынапқа батырылды. Капиллярдағы сынап деңгейі ыдыстағы сынаптың деңгейінен қанша төмендейді? Сынаптың сыртқы керіліс коэффициенті 0,47 Н/м-ге, тығыздығы 13600 кг/м^3 -қа тең.
25. Радиусы 0,5 мм капилляр түтікшеде сұйықтық 11 мм-ге көтерілді. Егер сол сұйықтықтың сыртқы керіліс коэффициенті 22 мН/м болса, оның тығыздығы қалай болатынын табындар.
- 26*. Сынапты барометр түтікшесінің диаметрі 3 мм. Егер сынаптың капилляр төмендеуін ескерсек, барометрдің көрсетуіне қандай түзету енгізу мүмкін?
27. Түрлі диаметрлі тұтас капилляр түтікшелерді сумен толтырды. Түтікшелердегі суды жылытқанда су деңгейінің ерекшелігі қалай өзгереді?
28. Диаметрлері түрліше суға түсірілген екі капилляр түтікшедегі деңгейлер ерекшелігі 2,6 см болды. Сол түтікшелер спиртке түсірілгенде деңгейлер ерекшелігі 1 см болды. Судың сыртқы керіліс коэффициентін біле отырып, спирттің сыртқы керіліс коэффициентін табындар.
29. Диаметрі 0,5 мм капилляр түтікшеде көтерілген судың массасын табындар.
30. Бір-бірінен 0,2 мм қашықтықта параллель тұрған пластинкалар арасында су қалай көтеріледі?
- 31*. Радиусы 0,8 мм ұзын капилляр түтікшені суға толтырып, вертикаль күйге келтірілді. Судың бір бөлігі төгіліп кеткен соң капиллярда қалған судың массасын анықтандар.



IV ТАРАУ

ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

17-§

КРИСТАЛДЫҚ ЖӘНЕ АМОРФТЫ ДЕНЕЛЕР

Кристалдық денелер



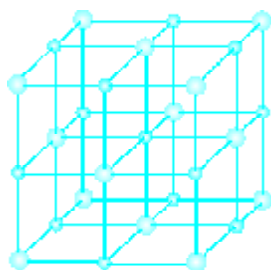
Өз пішінін сақтайтын денелер қатты денелер деп аталады.

Қатты денелердің атомдары (молекулалары) тепе-тең орнының маңында тербеліп тұрады. Олар құрылысына қарай кристалдық және аморфты денелерге бөлінеді.



Атомдары яки молекулалары кеңістікте белгілі тәртіпке қойылған периодты құрылымды құрастыратын қатты денелер кристалдық денелер деп аталады.

“Кристалл” сөзі грек тілінен алынған болып, “мұз” деген мағынаны білдіреді.



31-сурет

Қатты денені түзетін бөлшектер қалай болса солай орналаспайды. Бөлшектердің кристалдарда дұрыс орналасуы “кристалл торлары” деп аталады. Атомдардың (молекулалардың) тұрған нүктелері кристалл торының түйіндері дейіледі. 31- және 32- суреттерде ас тұзы мен алмастың кристалл торлары көрсетілген.

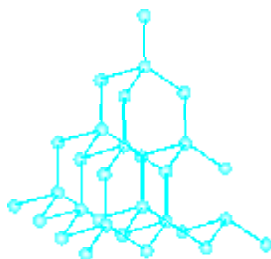
Кристалдық денелерде атомдар (молекулалар) арасындағы қашықтық түрлі бағыттарда бірдей емес. Сондықтан олар түрлі бағыттарда жылуды, электр тогын және жарықты түрліше өткізеді.



Дененің физикалық қасиеттерінің оның ішкі бағыттылығына тәуелді болуы анизотропия деп аталады. Кристалдық денелердің анизотропия қасиеті бар.

Грек тілінен «*anizos*» — бірдей емес, «*tropos*» — бағыт деген мағыналарды білдіреді.

Металл бөлшектері өте кішкене кристалдардан құралған болады. Металды құю кезінде осындай кристалдар бір-біріне қатысты тәртіпсіз орналасып қалады. Сондықтан мұндай металдың физикалық қасиеттері барлық бағыттарда бірдей болады.



32-сурет



Поликристалдық дене деп, бір-біріне қатысты тәртіпсіз жағдайда болып, көптеген кристалдардан құрылған денені айтады.

Латын тілінен «*poli*» — «көп» деген мағынаны білдіреді. Мысалы, қатқан тұздың бөлшегі және шақпақ қант поликристалдар болып табылады. Олар ұсақ кристалдардан құралған. Өнеркәсіп, құрылыс, энергетика, байланыс және т.б. салаларда негізінен поликристалл күйіндегі өнімдер өңделеді.



Егер дене тұтас кристалдан тұратын болса, онда бұндай денені монокристалл деп атайды.

Латын тілінен «*mono*» — «бір» деген мағынаны білдіреді.

Мысалы, ұсақ ас тұзы, құмшекер бөлшектері монокристалл болып табылады. Кейбір жағдайларда, мысалы, электроника саласында монокристалдар кең қолданылады. Осы мақсатта арнайы тәсілдердің жәрдемімен монокристалдарды өсіреді.

Сұйылтылған құмшекерді өсіру арқылы әзірленген науат та монокристалл болып табылады.

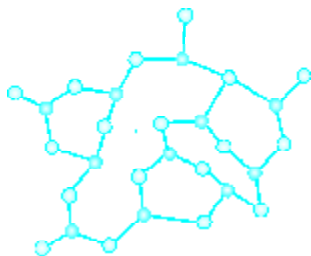
Монокристалдың анизотропия қасиеті болмайды.

Аморфты денелер

Кристалдардан айырмашылығы аморфты денелерде атомдар (молекулалар) қатаң тәртіппен орналасқан емес (33-сурет). Шыны, шайыр, пластмассалар аморфты денелерге мысал бола алады.



Аморфты денелердің физикалық қасиеттері барлық бағыттарда бірдей болады. Дененің физикалық қасиеттерінің оның ішкі бағыттылығына тәуелді болмауы изотропия деп аталады. Аморфты денелер изотропия қасиеті бар денелерге жатады.



33- сурет

Изотропия — грекше «*izos*» сөзінен алынған, ол «бірдей» деген мағынаны білдіреді.

Сыртқы әсердің ықпалынан аморфты денелер әрі (қатты денелердей) сынғыш, әрі (сұйық заттардай) аққыш болады. Егер аморфты денені күшпен соқса, ол тұс-тұсқа жарылып кетеді. Алайда күштер ұзақ уақыт әсер етсе, аморфты денелер көзге түсетін дәрежеде ағады. Мысалы, шайыр тамшысы қатты дененің бетінде біртіндеп ағып, жайыла түседі. Шыны да белгілі дәрежеде ағады. Мысалы, ұзақ уақыт ішінде тік қалпында тұрған терезе айнасының қалыңдығын өлшегенде,

оның төменгі бөлімі қалыңдатылады екен.

Кристалдық денелердің анық балку температурасы болады. Ал аморфты денелердің балку температурасы анық болмайды. Оларды қыздырғанда, әуелі жұмсайды да кейін бірте-бірте сұйық күйге өте бастайды.

Беруни — минералогия ғалымы

Қатты денелердің, солардың ішінде қымбатты тастардың, түрлі металдардың қасиеттері адамдарды ежелден қызықтырып келеді. X—XI ғасырларда жасап, шығармашылықпен шұғылданған ұлы ғұламамыз **Әбу Райхан Беруни** бағалы тастардың, түрлі металдардың қасиеттерін үйренуде үлкен жұмыс атқарған.

Беруни қымбат бағалы тастардың түсі мен жылтырағын көркемдеп жазып, олардың қаттылығын, магнитті және электр қасиеттерін бақылаған. Минералдарды сипаттауда, өзі ойлап тапқан аспаптарды пайдалана отырып, ол 50-ден астам заттардың салыстырмалы ауырлығын анықтады, қасиеттерін зерттеді. Бұл саладағы ізденіс жұмыстарын Беруни өзінің “Минералогия” атты кітабында қалдырды. Оның осы саладағы жұмысын шәкірті **Абдурахман Хозин** жалғастырды.



1. Кристалдық денелер деп қандай денелерді айтады? Оларға мысал келтіріңдер.
2. Неліктен кристалдық денелердің бәрінде анизотропия қасиеті болады?
3. Қандай кристалдар монокристалдар деп аталады? Поликристалдық денелер деп қандай денелерді айтады?
4. Не себептен барлық аморфты денелер изотропия қасиетіне ие болады?
5. Аморфты денелердің қандай қасиеттері бар?
6. Ұлы ғұламамыз Беруни минералогия саласында қандай жұмыстарды жүзеге асырған?

18-§

ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Деформация

Газ тәрізді және сұйық заттардан айырмасы қатты денелердің пішіні болады. Тек сыртқы күштердің әсерінен ғана олар өз пішінін өзгерте алады.



Сыртқы күштің әсерінен қатты дененің көлемінің немесе пішінінің өзгеруін деформация деп атайды.

Деформация серпімді немесе созылғыш болуы мүмкін.



Егер сыртқы күшті алып тастаған соң дененің пішіні бұрынғы қалпына қайтса, мұндай деформация серпімді деформация деп аталады.

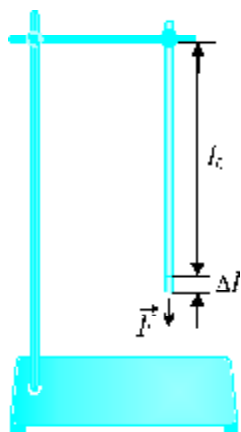
Резеңке я серіппені созғанда немесе сыққанда олар бұрынғы қалпына қайтады. Олар серпімді түрде деформацияланады.



Егер сыртқы күшті алып тастаған соң дененің пішіні өзінің бұрынғы қалпына қайтпаса, ондай деформация созылғыш деп аталады.

Пластинді езу кезінде ол бұрынғы күйіне қайтпайды. Парафин, күйіс, камыр, лайдың да осындай қасиеті бар. Олардың бәрі созылғыш түрде деформацияланады.

Механикалық күштеніс



34- сурет

Қатты денелерді серпімді және созылғыш заттарға дәлдікпен ажырату өте қиын. Сыртқы күш әсер еткенде, оның мәніне қарай көптеген заттарда серпімді деформация да, созылғыш деформация да байқалады. Мәселен, болат сымның бір ұшын бекітіп, ал екінші ұшын аз ғана игеннен кейін босатып жіберсек, ол біраз тербеледі де, бірнеше уақыттан соң бұрынғы қалпына қайтады. Бұл жерде болаттың серпімділігі көрінеді. Ал енді осы сымды иілген күйінде бірнеше сағат ішінде ұстап тұрсақ, ол бұрынғы қалпына қайтпайды. Бұл жағдайда болаттан істелген сымда созымдылық қасиеті көрінеді.

Ұзындығы l_0 , көлденең ауданы S болған қатты резеңкеден жасалған өзекті алып қарастырайық. Өзектің жоғарғы ұшы штативке бекітілген болсын. Егер оның астыңғы ұшына төмен қарай бағытталған F күшімен әсер етсек, өзектің ұзындығы Δl -ге ұлғаяды (34-сурет). Мұнда — F деформациялаушы күш, Δl — **абсолют ұзару** дейіледі. Егер өзекті деформациялау кезінде оның ұзындығы l -ге тең болса, абсолют ұзару былай табылады:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$

Тұрақты күш жағдайында абсолют ұзару өзектің алғашқы ұзындығы l_0 -ге тәуелді болады. Сондықтан физикада салыстырмалы ұзару деген түсінік те енгізілген. Өзектің салыстырмалы ұзаруы мынадай өрнектеледі:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}. \quad (2)$$

Тәжірибеден белгілі, өзектің ε салыстырмалы ұзаруы F деформациялаушы күшіне тура пропорционал, ал көлденең қимасының S ауданына кері пропорционал болады, яғни:

$$\varepsilon \sim \frac{F}{S}.$$



Деформациялаушы күштің дененің көлденең қимасының ауданына қатынасымен өрнектелетін шама механикалық күштеніс (σ) деп аталады.

Сонда:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \text{яки} \quad \sigma = E\varepsilon, \quad (3)$$

мұндағы E — **серпімділік модулі** яки **Юнг модулі**. σ және E $1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ яки 1 Па есебімен өрнектеледі.

(3) формула **Гук заңын** өрнектейді. Осы формуладағы шарт орындалса, мұндай деформация **серпімді деформация** болып табылады.

Юнг модулі E заттардың серпімділік қасиетін деформациялардың мәні кіші болғанда ғана дұрыс сипаттайды. E неғұрлым үлкен болса, заттың деформациясы соғұрлым аз болады. Мәселен, құрамында хром мен никелі бар болат үшін $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па, ал алюминий үшін $E = 7 \cdot 10^7$ Па.

Есеп шығару үлгісі

Диаметрі 2 см болат өзекті $3,14 \cdot 10^5$ Н күшімен сыққанда оның салыстырмалы қысқаруы нешеге тең болады? Өзек материалының Юнг модулін $2 \cdot 10^{11}$ Па-ға тең деп алындар.

Берілгені:

$$\begin{aligned} d &= 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \\ F &= 3,14 \cdot 10^5 \text{ Н}; \\ E &= 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}. \end{aligned}$$

Табу керек
 ε - ?

Формуласы:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{S}; \sigma = E\varepsilon; \\ S &= \frac{\pi d^2}{4}; \varepsilon = \frac{4F}{\pi d^2 E}. \end{aligned}$$

Шешуі:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^5}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 0,005 \\ \text{яки } \varepsilon &= 0,005 \cdot 100\% = 0,5\%. \end{aligned}$$

Жауабы: $\varepsilon = 0,5\%$.



1. Деформация дегеніміз не?
2. Серпімді деформация созылғыш деформациядан несімен ерекшеленеді? Серпімді және созылғыш денелерге мысал келтіріндер.
3. Өзектің абсолют және салыстырмалы ұзарулары қалай өрнектеледі?
4. Механикалық күштеніс деп нені айтады және оны қалай өрнектейді?
5. Механикалық күштеністің салыстырмалы ұзаруға байланыстылығын түсіндіріп беріндер.



1. Диаметрі 0,4 см өзектің ішінде $1,5 \cdot 10^8$ Па механикалық күштеністің пайда болуы үшін оның осін бойлап түсірілген күштің мәні қандай болуға тиіс?
2. Диаметрі 0,8 мм жез сымның ұзындығы 3,6 м-ге тең. 25 Н күштің әсерінен сымның ұзындығы 2 мм-ге ұзайды. Юнг модулін табындар.
3. Ұзындығы 5 м және көлденең қимасының ауданы $2,5 \text{ мм}^2$ болған сым 100 Н күштің әсерінен 1 мм-ге ұзарды. Сымда пайда болған күштеністі және Юнг модулін табындар.

IV ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Өз пішінін сақтайтын денелер қатты денелер деп аталады.
- Атомдары яки молекулалары кеңістікте белгіленген тәртіпке қойылған периодты құрылымды құрастыратын денелер кристалдық денелер деп аталады.
- Дененің физикалық қасиеттерінің оның ішкі бағыттылығына байланыстылығы анизотропия деп аталады. Кристалдық денелердің анизотропия қасиеті бар.
- Бір-біріне қатысты тәртіпсіз қалпындағы көп кристалдардан құралған дене поликристалл деп аталады.

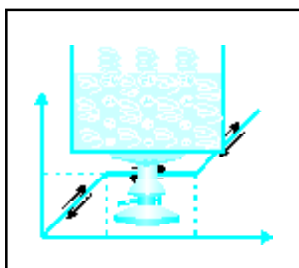
- Егер дене тұтас кристалдан тұратын болса, ондай дене монокристалл деп аталады.
- Аморфты денелердің физикалық қасиеттері барлық бағыттарда бірдей болады. Дененің физикалық қасиеттері оның ішкі бағыттылығына байланысты болмағанда, мұндай құбылыс изотропия деп аталады. Аморфты денелер изотропия қасиетіне ие.
- Анизотропия қасиеті бар сұйықтар сұйық кристалдар деп аталады.
- Сыртқы күштің әсерінен қатты дененің пішінінің өзгеруі деформация деп аталады.
- Егер сыртқы күшті алып тастаған соң дененің пішіні бұрынғы қалпына қайтса, мұндай деформация серпімді деформация деп аталады.
- Егер сыртқы күшті алып тастаған соң дененің пішіні бұрынғы қалпына қайтпаса, мұндай деформация созылғыш деформация деп аталады.
- Деформациялаушы күштің дененің көлденең қимасының ауданына қатынасымен өлшенетін шаманы механикалық күштеніс (σ) деп атайды, яғни:

$$\sigma = \frac{F}{S}, \sigma = E\varepsilon$$

IV ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Егер дененің анизотропия қасиеті болса, ол әлбетте кристалл дене болуға тиіс пе?
2. Егер шыны аморфты емес, кристалдық дене болса, шыны үрлеулішер мамандығы пайда болар ма еді?
3. Өте қаныққан ерітіндіге немесе қоспаға орналастырылған кристалдың өсу жылдамдығы түрлі бағыттарда түрліше болуын қалай дәлелдеуге болады?
4. Монокристалдан кесілген кубты қыздырғанда, ол параллелепипедке айналуы мүмкін. Бұл құбылыстың себебін түсіндіріңдер.
5. Кристалдың өсуі процесінде оның беті маңында ерітіндінің жоғарыға көтеріле түсетін концентрациялық ағымы бақыланады. Осы құбылысты түсіндіріңдер.
6. Егер кристалды қанықпаған ерітіндіге түсірсек, қандай құбылыс болады? Оны өте қаныққан ерітіндіге түсірсек ше?
7. Неліктен велосипедтің негізгі бөліктері бүтін стерженьдерден жасалмай, іші бос құбырлардан жасалады?
8. Диаметрі 0,8 см өзекте $2 \cdot 10^8$ Па механикалық күштеніс алу үшін оның осі бойымен берілетін күш қанша болуға тиіс?
9. Диаметрі 0,5 мм сымның ұзындығы 2,4 м-ге тең. 50 Н күш әсерінен сым 4 мм ұзайған. Сым материалының Юнг модулін табыңдар.
10. Ұзындығы 8 м және көлденең қимасының ауданы $1,5 \text{ мм}^2$ сым 200 Н күштің әсерінен 2 мм-ге ұзайды. Сымда пайда болған күштеністі және сым материалының Юнг модулін анықтандар.
11. Бір ұшы бекітілген, диаметрі 2 мм сымға массасы 10 кг жүк ілінген. Сымдағы механикалық күштеністі табыңдар.
12. Диаметрлері бір-бірінен 3 рет ерекшеленетін екі сымға бірдей созылғыш күштер әсер етуде. Оларда пайда болатын күштеністерді салыстырыңдар.

13. Ұзындығы 5 м, көлденең қимасының ауданы 100 см^2 балканың ұштарына 10 кН-нан күш берілгенде оның ұзындығы 1 см-ге сығылды. Салыстырмалы сығылуды және механикалық күштеністі табындар.
14. Ұзындығы 2 м алюминий сымды созғанымызда онда 35 МПа механикалық күштеніс пайда болды. Салыстырмалы және абсолют созылуды табындар.
15. Болат трос 0,001-ге салыстырмалы ұзайғанда онда пайда болатын күштеністі табындар.
16. Мыс және болат сымдарға бірдей созылғыш күш әсер еткенде мыс сымның абсолют созылуы болат сымға қарағанда қанша үлкен болады? Сымдардың ұзындығы мен көлденең қимасы бірдей.
17. Ұзындығы 3 м, қимасы 1 мм^2 болат сымның ұштарына әрқайсысы 200 Н болған созылатын күштер қойылды. Абсолют және салыстырмалы ұзаруды табындар.
18. Ұзындығы 4 м, қимасы $0,5 \text{ мм}^2$ болат сымды 0,2 мм-ге созу үшін қанша күш түсу керек?
19. Егер балық аулайтын қармақ жіптерінің ұшына бірдей күштер берілген болса, диаметрі 0,2 мм жіптің салыстырмалы ұзару диаметрі 0,4 мм болған жіптің салыстырмалы ұзаруынан неше есе үлкен?
20. Сымға жүк ілді. Содан соң сымды екі бүктеп, сол жүктің өзін ілді. Сымның екі күйдегі абсолют және салыстырмалы ұзаруын салыстырындар.
21. Егер кернеуді өзгертпей сымды сол материалдан жасалған, ұзындығы да, диаметрі де екі есе үлкен сыммен ауыстырсақ, абсолют ұзаруы неше рет өзгереді?
22. 2 т жүкті көтеруге арналған трос диаметрі 2 мм болған неше болат сымнан құралған болуы тиіс?
23. Океанологиялық зерттеулерде мұхиттың түбінен лай алу мақсатында болат тросқа арнайы аспапты түсіреді. Бұл жерде бату тереңдігінің шекарасы қандай? Аспаптың массасын есепке алмандар.
- 24*. Ас тұзының кристалдары кезектесіп келетін натрий мен хлор иондарынан тұрады, кристалдың элементар ұясы куб тәрізді болады. Иондардың центрлері арасындағы орташа қашықтықты анықтандар. Тұздың молекулалық массасы $0,058 \text{ кг/моль}$, тығыздығы 2200 кг/м^3 -қа тең.
25. Өзекте $1,5 \cdot 10^8 \text{ Па}$ механикалық күштеністі алу үшін өзекке осі бойымен берілген күштің модулі неге тең болуы керек? Өзектің диаметрі 0,4 см.
- 26*. Биіктігі 20 м, кірпіштен құрылған қабырғаның астында қандай механикалық күштеніс пайда болады? Кірпіштің тығыздығы 1800 кг/м^3 . Астына қойылған кірпіштердің және жоғары бөлігіне қойылған кірпіштердің беріктігі бірдей болуы мүмкін бе?



ЗАТТЕКТІҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРУІ

19-§

КРИСТАЛДЫҚ ДЕНЕЛЕРДІҢ БАЛҚУЫ МЕН ҚАТАЮЫ

Қатты денеге жылу беру жолымен оны сұйық күйге өткізуге болады.



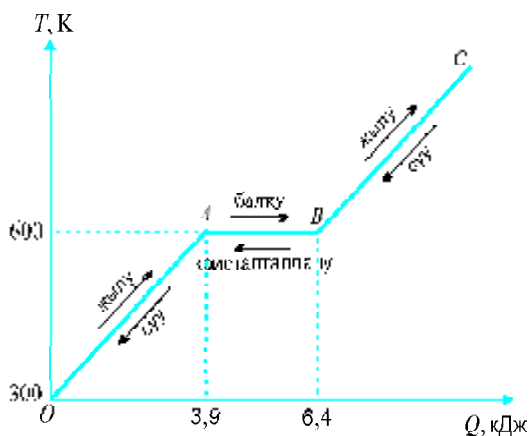
Заттектің қатты күйден сұйық күйге өту процесі *балқу* деп аталады.

Кристалдық денені еріту үшін оған жылулық беріп, температурасын асырады. Дененің температурасы белгілі бір дәрежеге жеткенде ол ери бастайды.



Кристалдық дененің ери бастаған кезіндегі температурасы осы кристалдың балқу температурасы дейіледі.

Кристалдық дененің балқуы мен қатаюын қорғасын мысалында қарап шығайық. Бұл үшін оның балқу және қатаю процесін графикалық түрде бейнелейік. Сөйтіп координата жүйесінің абсцисса осіне қорғасынға беріліп жатқан жылу мөлшерін, ал ордината осіне — кристалл температурасының өзгеруін көрсетейік (35- сурет).



35- сурет

Температурасы 27°C (300K) және массасы $0,1\text{kg}$ қорғасынды алайық. Оны отқа қойып, қыздырайық. Берілген жылу мөлшері қорғасынның температурасын асыруға жұмсалады. Сонда қорғасынға жұмсалған жылу оның ішкі энергиясын асырады. Қорғасын температурасы 327°C -ге (600K) жеткенде ол ери бастайды да, балқытылып кеткенше оның температурасы өзгермейді. Осы температура қорғасынның **балқу температурасы** болып табылады.



Балқу температурасындағы кристалдық қатты денені түгелімен балқытуға жұмсалған жылулық балқу жылуы деп аталады.

Берiлген 0,1 кг қатты күйдегi қорғасынның температурасын 27°C -ден 327°C -ге дейiн асыру үшiн $Q = mc (T_2 - T_1) = 0,1 \cdot 130 \cdot (600 - 300) \text{ Дж} = 3900 \text{ Дж} = 3,9 \text{ кДж}$ жылу мөлшерi жұмсалады (*графиктiң О—А бөлiгi*).

Қорғасын температурасы 327°C -ге (600 К) жеткенде оған бұдан былай берiлiп жатқан жылу мөлшерi кристалл торын бұза бастайды, ал кристалл еридi. Қорғасын толығымен балқытылып кеткенге шейiн оның температурасы өзгермейдi (*графиктiң А—В бөлiгi*). Демек, массасы 0,1 кг қорғасынның ери бастағаннан толық ерiп кеткенше 1,4 ккал-ға тең балку жылулығы жұмсалды. Жiберiлген осы энергия кристалл торын бұзуға және қорғасынның **сұйық күйге өтуiне** жұмсалады.

Балку процесiнде кристалл толығымен сұйыққа айналып үлгермегенше оның температурасы өзгермейдi. Тек сұйықтыққа толық айналып болған соң оның температурасы одан ары арта түседi (*графиктiң В—С бөлiгi*). Бұл жерде берiлген жылулықтың бәрi сұйық күйдегi қорғасын атомдарының қозғалу жылдамдығын, яғни олардың **кинетикалық энергиясын** асыруға жұмсалады.

Егер сұйық қорғасын астынан отты алып тастасақ, яғни оған энергия берiлмесе, онда ол суи бастайды (*графиктiң С—В бөлiгi*). Мұнда қорғасын атомдарының кинетикалық энергиясы, яғни дененiң iшкi энергиясы азая түседi. Жылу мөлшерi қорғасыннан босанып шығады.

Сұйық қорғасын суып, 327°C -ге (600 К) жеткенде оның температурасы өзгермей қалады (*графиктiң В—А бөлiгi*). Бұл температура **қорғасынның қатаю температурасы** болып табылады. Дегенмен жылулықтың қорғасыннан таралып шығуы әлi де жалғасады. Мұнда қорғасын атомдарының кинетикалық энергиясы азайып, атомдар тәрiптi түрде орналаса бастайды. Осы процесс заттектiң **қатаюы** немесе **кристалдандырылуы** дейiледi.

Берiлген массасы бар қорғасынның сұйық күйден толық қатты күйге өтуi процесiнде одан 1,4 ккал-ға тең жылу мөлшерi бөлiнiп шығады.

Қорғасын қатты күйге өткен соң оның температурасы одан ары азая түседi (*графиктiң А—О бөлiгi*). Оның **iшкi энергиясы** атомдардың кинетикалық энергиясының кенейуi есебiне **азаяды**. Мұнда оның температурасы бұрынғы 27°C -ге дейiн азайғанда ол қоршаған ортаға жылулық таратады. Кристалл күйiне түгелiмен оралып, 327°C -ден 27°C -ге суығанша қорғасыннан 3,9 кДж-ге тең жылулық бөлiнiп шығады.

Басқа кристалдық денелердiң балку және қатаю процесi қорғасындiкiндей болып өтедi. Қарастырылған балку және қатаю процестерiнен төмендегiдей қорытынды жасауға болады:



1. Кристалдық денелердiң балку және қатаю температуралары бiрдей болады.
2. Еру процесiнде кристалдық дене сырттан қанша жылу мөлшерiн алса, қатаю процесiнде сыртқа сонша жылу мөлшерiн таратады.
3. Кристалдық денелердiң балку және қатаю процестерiн сипаттайтын жылу графиктерi дәлме-дәл келедi.

Қорғасында болғанындай, басқа кристалдық денелердің де анық балқу (қатаю) температурасы t_6 бар (7- кесте).

7- кесте

№	Заттек	$t_6, ^\circ\text{C}$	№	Заттек	$t_6, ^\circ\text{C}$	№	Заттек	$t_6, ^\circ\text{C}$
1	Сынап	-39	5	Мырыш	420	9	Шойын	1200
2	Мұз	0	6	Алюминий	660	10	Темір	1539
3	Қалайы	232	7	Алтын	1064	11	Платина	1769
4	Қорғасын	327	8	Мыс	1083	12	Вольфрам	3410

1. Балқу деп қандай процесті айтады?
2. Балқу температурасы деп нені айтады? 35-суреттегі графикте балқу температурасын көрсетіндер.
3. Балқу жылуы деп қандай жылулықты айтады? 35-суреттегі графикте балқу жылуын көрсетіп беріндер.
4. 35-суретте келтірілген графикті талдап, өз қорытындыларыңды айтыңдар.
5. 7-кестені қарап шығып, ондағы келтірілген заттардың балқу температураларын салыстырыңдар.

20-§

ЗАТТЕКТІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ БАЛҚУ ЖЫЛУЫ. АМОРФТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ БАЛҚУЫ ЖӘНЕ ҚАТАЮЫ

Кейбір заттектердің балқу температурасы



Заттектің салыстырмалы балқу жылуы деп, 1 кг кристалдық денені балқу температурасында осындай температурасы бар сұйықтыққа айналдыруға қажетті жылу мөлшерін айтады, ол λ әрпімен белгіленеді.

Анықтамаға қарағанда, массасы m заттың салыстырмалы балқу жылуы былай өрнектеледі:

$$\lambda = \frac{Q_6}{m}, \quad (1)$$

мұндағы Q_6 — балқу температурасындағы заттекті сұйыққа айналдыру үшін қажет болған жылу мөлшері. Салыстырмалы балқу жылуы λ негізінен Дж/кг, кДж/кг өлшем бірліктерінде өлшенеді.

(1) формуладан табатынымыз, салыстырмалы балқу жылуы λ және массасы m денені еру температурасында балқыту үшін мынадай жылу мөлшері қажет:

$$Q_6 = \lambda m. \quad (2)$$

Массасы 0,1 кг қорғасынды еру температурасында толығымен сұйыққа айналдыру үшін $Q = \lambda m = 25 \cdot 0,1 \text{ кДж} = 2,5 \text{ кДж}$ жылу мөлшері жұмсалған еді (35-суреттегі *графиктің А—В бөлігі*). Сонымен бірге осы температурадағы қорғасынды сұйық күйден қатты күйге өткізуге жұмсалып, заттан бөлініп шыққан жылу мөлшері де 1,4 ккал-ға тең еді (*графиктің В—А бөлігі*).



Берілген массасы бар кристалдық денені балку температурасында сұйыққа айналдыру үшін қанша жылу мөлшері жұмсалған болса, оны осы температурада сұйық күйінен қатты күйіне айналдыру кезінде сонша жылу мөлшері бөлініп шығады.

Демек, балку және қатаю процестерінде кристалдық дененің температурасы өзгермесе де, оның ішкі энергиясы еру кезінде қаншаға асқан болса, қатаю кезінде соншаға азаяды.

Кейбір кристалдардың салыстырмалы балку жылуы 8- кестеде келтірілген.

8- кесте

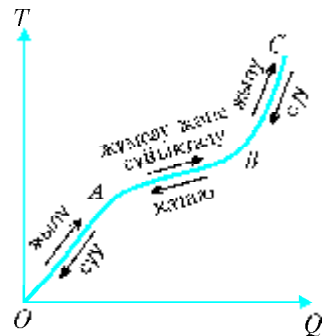
№	Заттек	$\lambda, \text{кДж/кг}$	$\lambda, \text{ккал/кг}$	№	Заттек	$\lambda, \text{кДж/кг}$	$\lambda, \text{ккал/кг}$
1	Сынап	12	2,8	6	Күміс	105	25
2	Қорғасын	25	6	7	Мыс	205	49
3	Қалайы	60	14	8	Темір	266	64
4	Алтын	64	15	9	Мұз	334	80
5	Болат	84	20	10	Алюминий	385	94

Аморфты денелердің балкуы және қатаюы

Аморфты денені қыздырғанда оның температурасы әуелі бірқалыпты түрде арта түседі (36- суреттегі *графиктің О—А бөлігі*). Бұл жерде берілген жылулық денедегі молекулалардың өз орнында жасаған тербелістер амплитудасын ұзайтуға, яғни олардың кинетикалық энергиясын асыруға жұмсалады.

А нүктеден бастап температураның артуы бәсеңдейді (*графиктің А—В бөлігі*). Жіберілген жылулық **молекулалардың кинетикалық энергиясын және олардың өзара әсерлесу кезіндегі потенциалдық энергиясын асыруға** жұмсалады. Бұл кезде молекулааралық байланыстардың беріктігінің азаюына бола дене жұмсарып, сұйыла түседі.

Дене толығымен сұйыққа айналған соң берілген жылу мөлшері молекулалардың қозғалу жылдамдығын асыруға, яғни **кинетикалық энергияның артуына** жұмсалады (*графиктің В—С бөлігі*). Демек:



36- сурет



Аморфты денелердің анық еру температурасы болмайды. Қыздыру кезінде олар әуелі біртіндеп жұмсарады, соңыра сұйыла бастайды.

Сұйық күйге айналған аморфты денені суытқанда оның қатаюы еру процесіне кері болады. Кристалдық денедегі сияқты аморфты дененің еру процесіндегі температураның жылу мөлшеріне тәуелділігінің графигі қатаю процесінің графигімен дәлме-дәл түседі.

Балку процесін зерттеудің табиғатта (мәселен, жер бетіндегі қар мен мұздың еруі), ғылым мен техникада (мәселен, таза металдар мен қоспаларды айырып алуда) аса зор маңызы бар.



1. Заттектің салыстырмалы балку жылуы дегеніміз не?
2. Заттектің салыстырмалы балку жылуының формуласы қалай өрнектеледі? Оның өлшем бірліктерін айтыңдар.
3. 8- кестеге қарап, келтірілген заттектердің салыстырмалы балку жылуын салыстырыңдар.
4. Аморфты денелердің еру және қатаю процестерін түсіндіріп беріңдер.
5. Аморфты денелердің еру және қатаю процесі кристалдық денелердің балкуы және қатаюынан несімен ерекшеленеді?



1. Балку температурасында болған 1кг мұзды суға айналдыру үшін оған қанша жылу мөлшерін беру керек? (Осы және кейінгі мәселелерді шешу кезінде 8-кестедегі мағлұматтарды пайдаланыңдар).
2. Балку температурасында болған массасы m қалайыны тұтасымен ерітуге 10 кДж жылу мөлшері жұмсалды. Ерітілген қалайының массасын табыңдар.
3. Тоңазытқышқа қойылған (температурасы 0°C) 0,5 л судың толығымен мұзға айналуына шейін одан неше килокалория жылу мөлшері бөлініп шығады?
4. Еру температурасында болған 5 кг-дық денені толығымен еріткенше 420 кДж жылу мөлшері жұмсалды. Бұл дене қандай заттектен жасалған болады?

21-§

БУЛАНУ ЖӘНЕ СҰЙЫҚ ТҮРГЕ АЙНАЛУ. ҚАЙНАУ

Булану



Заттектің сұйық немесе қатты агрегаттық күйінен газ тәрізді күйге өтуі булану дейіледі.

Заттың газ тәрізді күйіне өтуі оның бос сыртында будың пайда болатынымен жүзеге асады. Біз алдымен сұйықтың бу күйіне өтуін қарастырамыз.

Қай температурада болса да сұйықтың ішіндегі молекулалардың арасында үлкен кинетикалық энергиясы бар молекулалар табылады. Олар басқа молекула-

лардың тартылыс күштерін жеңіп, сұйықтың сыртқы қабатын жыртып өте алады да, осының арқасында газ күйіне өте алады.

Температура артқанда булану процесі де қарқындай түседі. Сұйықтың температурасы мен бос сырты неғұрлым үлкен болса, оның буға айналуы да соғұрлым жылдам өтеді.

Буға айналу процесінде үлкенірек энергиясы бар молекула басқа молекулалардың тартылыс күштерін жеңіп, кинетикалық энергиясының есебіне сыртқа шығып кетеді. Осымен молекула жұмыс атқарады. Үлкенірек энергиясы бар молекуланың сыртқа шығып кетуі нәтижесінде сұйықтың ішкі энергиясы азаяды. Сондықтан буланғанда сұйықтық суиды.

Буға айналу кезінде сұйық температурасы өзгермесін десек, оған сырттан жылулық беріп тұруға тиіс боламыз. Берілуге тиісті осы жылу мөлшерін **булану жылуы** деп атайды.

Сұйық температурасының артысымен бірге булану жылуы азая түсіп, белгілі температурада нөлге тең болады. Бұл температура сұйықтың аумалы **күйдегі температурасы** деп аталады.

Іштен жанатын қозғалтқыштар мен тоңазытқыштардың жұмыс барысында, материалдарды құрғатуға және табиғаттағы судың айналымында бу түзілу процесі маңызды орын алады.

Сұйық түрге айналу (конденсация)



Будың сұйық немесе қатты күйге айналуы процесі конденсация (сұйық түрге айналу) деп аталады.

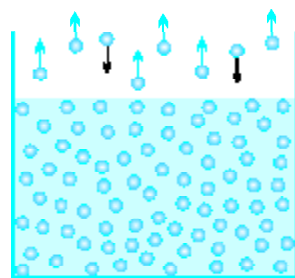
«Конденсация» сөзі латын тілінен «*тығыздау*», «сұйылу» деген мағыналарды білдіреді.

Будың ретсіз қозғалып жатқан кейбір молекулалары сұйықтың сыртына жақындап қалып, ондағы молекулалардың тартылыс күштерінің әсерінен сұйық қалпына келуі мүмкін.

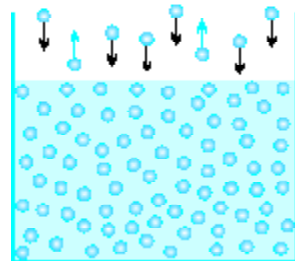
Сұйық түрге айналған молекулалардың кинетикалық энергиясы сұйықтағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясынан анағұрлым жоғары болады. Бұның арқасында конденсация сұйықтың температурасын асырады.

Әдетте, сұйықтық бір уақытта әрі буға, әрі суға айналып тұрады. Бу түзілу процесі басымдырақ болса, сұйықтық **буға айналу**да дейді (37- а сурет). Ал конденсация процесі басым келсе, ол **сұйыққа айналу**да дейді (37- б сурет).

Жанбыр, қар, шық, бұршақ, қырау сияқты атмосфера жауын-шашындары ондағы су буларының сұйыққа айналуының нәтижесінде пайда болады. Конденсация техника салаларында, мысалы, суланатын сырттарға (зат буларынан) үздіксіз (берік) жұқа қабат түсіруде пайдаланылады.



(а)



(б)

37- сурет

Қаныққан және қанықпаған бу

Буға айналып жатқан сұйықтықтың бетін жауып қойса, оның үстінде бу жинала бастайды. Мұнда буға айналған молекулалардың саны сұйыққа айналып жатқан молекулалардан көп болады. Осындай жағдайда сұйықтық үстіндегі бу **қанықпаған бу** дейіледі.

Жабық ыдыстағы сұйықтықтың үстінде бу молекулаларының көбейе түсісімен олардың конденсациялануы да артады. Белгілі уақытқа жеткенде бу түзілуі және сұйық түрге айналу жылдамдықтары теңеледі. Бұндай жағдай **динамикалық тепе-теңдік күйі** дейіледі.



Өз сұйықтығымен динамикалық тепе-тең қалпында тұрған бу қаныққан бу деп аталады. Бұндай жағдайда сұйықтың үстінде орнаған қысым қаныққан будың қысымы деп аталады.

Сұйықтың температурасы артқанда, қанған будың қысымы да жоғарылайды.

Қайнау



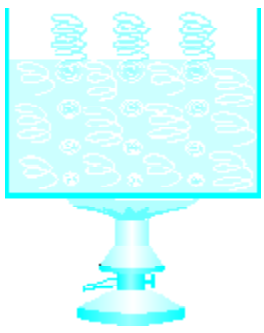
38- сурет

Қай жағдайда болса да сұйықтықтың ішінде көзге көрінбейтін ауа көпіршіктері бар болады. Сұйықтың үстіндегідей, осы көпіршіктердің ішінде де сұйық булары пайда болады. Сұйықтықтың, мысалы судың, температурасы аса түскенде көпіршіктердегі будың қысымы да арта түседі, ал олардың көлемі ұлғаяды. Ұлғайтылған көпіршіктер судың итеріп шығарушы күшінің (Архимед күшінің) әсерінен жоғарыға ұмтылады.

Сұйықтықтың жоғарғы қабаттары ыдыстың түбіндегілерге қарағанда жеткілікті дәрежеде қызуға әлі де үлгермегендіктен, көпіршіктердегі будың белгілі бөлігі суға айналады (38-сурет). Мұның нәтижесінде көпіршік кішірейіп, ерекше дыбыс шығарып жарылады, яғни кішкене «қопарылыстар» естіледі. Бұл құбылысты шәйнек пен самаурыннан қайнар алдын шыққан өзгеше дыбыстан — бүлкілдеуден байқауға болады.

Ыдыстың жылу беріп жатқан жеріндегі, яғни оның түбіндегі сұйықтықтың температурасы ең жоғары болады. Сұйықтықтың осы жердегі температурасы қайнау температурасына жеткенде оның артуы тоқтайды. Мұнан ары беріліп жатқан жылу мөлшері ыдыс түбіндегі сұйықтың көпіршіктерінің көлемін ұлғайтуға және сұйықтың басқа жеріндегі температурасын асыруға жұмсалады.

Белгілі уақыттан кейін сұйықтың бүкіл көлеміндегі температурасы теңеседі. Жоғары көтеріліп жатқан көпіршіктердің көлемі енді кішірейе түседі. Олар сыртқа шығып, жарылады да, ауаға бу таратады (39- сурет).



39- сурет



Қайнау кезiнде сұйықтықтың бүкiл көлемiндегi температурасы теңеседi және ол күшейе түсiп бұға айналады, яғни қайнайды. Сұйықтық қайнай бастағанда оның температурасының артуы тоқтайды. Бұл температура қайнау температурасы дейiледi.

Түрлi сұйықтықтардың қайнау температурасы түрлiше болады. Мәселен, қалыпты жағдайда спирт 78°C -де, су — 100°C -де, ал сынап — 357°C -де қайнайды.

Сыртқы қысым неғұрлым үлкен болса, қайнау температурасы соғұрлым жоғары болады. Мәселен, iшiндегi қысымы 16 атмосфераға тең бу қазанындағы су 200°C -де де қайнамайды. Емдеу орындарында хирургиялық аспаптарды, таңу материалдарын және т.с.с. залалсыздандыру үшiн оларды жоғары температурада қайнатады.

Сыртқы қысымды азайтқанда сұйықтықтың қайнау температурасы төмендейдi. Мәселен, 5 км-лiк тау шыңында атмосфера қысымы төмен болғандықтан су 84°C -де қайнайды. Мұндай температурада суды қаншама қайнатса да, оған салынған ет піспейдi. Оны пісiру үшiн ыдысты ауа кiрместей етiп жауып, суды қайнату керек.



1. Булану деп қандай процестi айтады? Ол қалай өтедi?
2. Конденсациялану процесiнiң қалай өтетiнiн түсiндiрiп берiңдер.
3. Қандай жағдайдағы бу қанықпаған бу болып саналады?
4. Қаныққан бу деп қандай күйдегi буды айтады?
5. Қай жағдайда будың қысымы қаныққан болады?
6. Сұйықтың қайнау процесiнiң қалай өтетiнiн түсiндiрiңдер.
7. Сұйықтың қайнау температурасы мен сыртқы қысымның арасында қандай байланыс бар?



Сауыттағы суды жылыта бастап, қайнау шегiне жеткенше оның iшiнде өтетiн процестi бақыландар. Мұнда көпiрiшiктердiң пайда болуына, олардың көлемiнiң ұлғайтылуына, жоғары көтерiлуiне, жарылуы мен бұға айналуына назар аударындар.

22-§

АТМОСФЕРАДАҒЫ ҚҰБЫЛЫСТАР

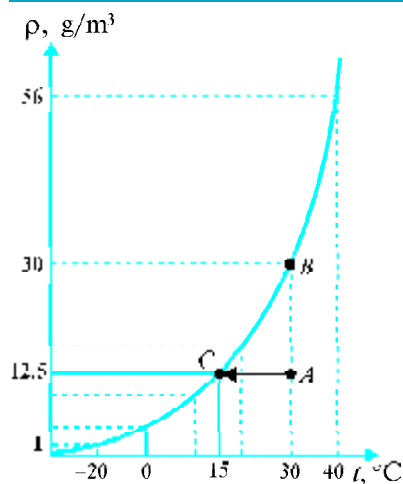
Ауаның ылғалдығы

Ауада үнемі су булары бар болады. Ондағы су булары қаншама көп болса, оның ылғалдылығы да соншалық жоғары болып саналады.



Грамм есебімен өрнектелетін 1 м^3 ауадағы су буларының мөлшері ауаның абсолют ылғалдығы деп аталады және ол ρ әрпімен белгіленеді.

Абсолют ылғалдық деген физикалық шама 1 м^3 ауада неше грамм су булары бар екенін көрсетеді. Ауа өзіне су буларының өлшеулі мөлшерін ғана сiңiре алады. Абсолют ылғалдық мәні белгiлi бiр ρ_0 мөлшерге жеткенде ауа су



40- сурет

буларына қанығады. Ауаның t температурасы неғұрлым жоғары болса, оның қанығу шекарасы ρ_0 соғұрлым үлкен болады (40- сурет). Мәселен:

- $t = -20^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 1 \text{ г/м}^3$;
- $t = 0^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 4,8 \text{ г/м}^3$;
- $t = 15^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 12,8 \text{ г/м}^3$;
- $t = 20^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 17,9 \text{ г/м}^3$;
- $t = 30^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 30,3 \text{ г/м}^3$;
- $t = 40^\circ\text{C}$ -де $\rho_0 = 51,2 \text{ г/м}^3$.

Ауаның қаныққандық дәрежесін бағалау үшін физикада салыстырмалы ылғалдық ұғымы енгізілген. Ол φ әрпімен белгіленіп, былайша өрнектеледі:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%,$$

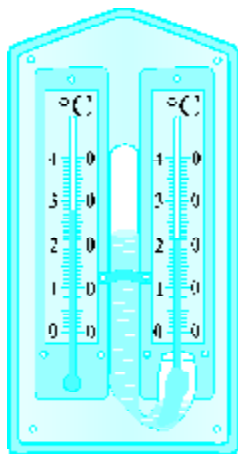
мұндағы p — ауадағы су буының қысымы; p_0 — қаныққан будың қысымы.

Салыстырмалы ылғалдықты абсолюттік ылғалдық арқылы да өрнектеуге болады:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%,$$

Қанығу — су (сұйықтық) буларына тән қасиет.

Ауаның ылғалдығын өлшеу



41- сурет

Күнделікті өмірде ауа ылғалдығын өлшеу үшін құрылысы бойынша қарапайым Август психрометрін қолдануға болады (грек тілінен *psixros* — суық). Ол негізінен бірдей екі аспаптан — біріншісі құрғақ, ал екіншісі — ылғалды термометрден тұрады (41-сурет). Бірінші термометр ауаның температурасын өлшейді. Екінші термометрдің ұшы матамен оралған болып, астыңғы ұшы тазартылған суы бар ыдысқа түсірілген болады. Ауа қанша құрғақ болса, су мата арқылы соншалық тез буға айналады да оның температурасы төмендей түседі. Құрғақ та ылғалды термометрдің көрсеткен температуралардың арасындағы айырманы өлшеп, психометр кестесінен салыстырмалы ылғалдықтың мәнін табуға болады. Бұл кесте психометр аспабымен бірге болады. 9- кестеде осы кестенің ауа температурасы $20\text{—}30^\circ\text{C}$ аралығындағы бөлігі көрсетілген.

Мәселен, 41- суреттегі психрометрдің құрғақ термометрі 28°C -ді, ал ылғалдық — 21°C -ді көрсетуде. Мұнда

термометрлердің көрсетулер айырмасы 7°C -ді құрайды. Бұдан психрометр кестесіне қарап, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 53% -ға тең екенін табу қиын емес.

8- кесте

Психрометр кестесі

Құрғақ термометр	Құрғақ және ылғалды термометр көрсетулерінің айырмасы, $^{\circ}\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39
Салыстырмалы ылғалдық, %											

Әдетте, ауаның салыстырмалы ылғалдығы 50%-дан кем болғанда ауа құрғақ, 50-80% шамасында болса қалыпты жағдайда, ал 80%-дан асқанда — ылғал ауа деп саналады. Ылғалдықтың үлкен мәні металл бұйымдардың тот басуына, ағаштан жасалған нәрселердің ісіп кетуіне әкеледі. Ал құрғақ ауада ағаштан жасалған заттар өз ылғалдығын жоғалтып, қисайып, жарылып кетуі мүмкін. Жібек құртын бағу, саңырауқұлақтарды өсіру кезінде, жеміс қоймасында ылғалдықтың жеткілікті дәрежеде болуын қамтамасыз етуге тура келеді.

Жаңбырдың пайда болуы

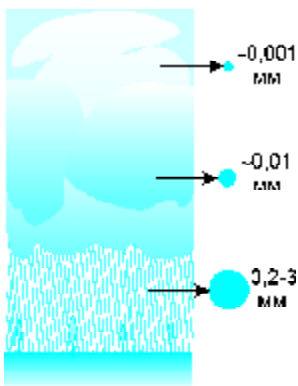
Жер бетінің үстіндегі ауаның ылғалдығы жоғары дәрежеде болғанда су буларының бірер бөлігі суға айналып, ұсақ су тамшыларына ауысады. Олардың атмосферадағы араласы **тұман** деп аталады. Тұман көз көрерлік қашықтығын қысқартады.

Қанықпаған судың буын суытса, ол белгілі температурада қаныққан буға айналады. Айталық, күндіз температурасы 30°C ауаның абсолют ылғалдығы $\rho = 12,5 \text{ г/м}^3$ болсын (40- суреттегі А нүкте). Бұндай температурада ауадағы судың булары қанықпаған болады, ол қанығу үшін $\rho = \rho_0 = 30 \text{ г/м}^3$ болуға тиіс (В нүктесі). Бірақ түн ішінде ауаның температурасы төмендеп, таңертеңге жақын 15°C -ге дейін түсіп кетеді. Осындай температурада ауадағы су булары ($12,5 \text{ г/м}^3$) қаныққан қалыпқа өтеді (С нүктесі). Сондай-ақ олар су түріне айналып, жерге **шық** болып түседі. Мұндай жағдайда С нүктесіне тура келетін $t_{\text{шық}}$ температурасы шық нүктесі деп аталады.

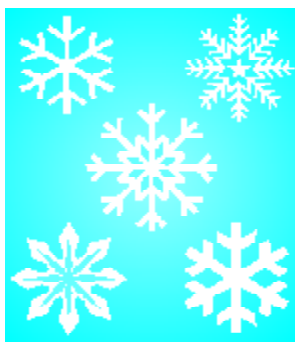


Су буының қанығатын температурасы **шық нүктесі** деп аталады.

Ауа температурасы 0°C -ден төмен болған кезде конденсацияланған су булары мұз бөлшектеріне айналып, жерге **қырау** болып түседі.



42- сурет



43- сурет

Мұхит пен құрлықтың бетінен көтерілген будың көптеген бөлігі жерден бірнеше километр биіктікте жүзіп жүреді. Сондай биіктіктегі температура жер сыртындағы температурамен салыстырғанда біраз төмен болады. Осындай жағдайда су буларының қанығуы оңай өтеді. Ылғалдық дәрежесі жоғары болып, температура ары қарай төмендегенде қаныққан булар суға айналып, ұсақ су тамшыларын шығарады. Олар бізге **бұлт** болып көрінеді. Ақ бұлттағы су бөлшектерінің диаметрі 0,001 мм-ге жуық болады. Егер бұлт ішіндегі су бөлшектері түйір (0,01 мм) болса, олар бізге қаралау болып көрінеді. Температура тағы да төмендегенде су бөлшектері бірігеді де, диаметрі 0,2—3 мм болған су тамшыларына айнала бастайды. Өз салмағын ұстап тұра алмаған су тамшылары жерге **жаңбыр** болып түседі (42- сурет).

Бұлт ішіндегі температура суып кеткенде су тамшылары мұз бөлшектеріне ауысып, конденсацияланады. Мұз бөлшектері бір-бірімен бірлесіп, **қар** ұшқындарына айналады. Сөйтіп қар жауады (43- сурет).

Температурасы төмен бұлтта пайда болған мұз бөлшектері ауа ағымы әсерінен жоғарыға-төменге қарай бірнеше рет қозғалыс жасауға ұмтылады. Сонда, мұз бөлшектері әрбір рет көтерілгенде оларды мұз пердесі қаптайды. Әр көтеріліп түскенде мұз бөлшектері үлкейеді де, **бұршақ** пайда болады.

Күн райы

Ауаның температурасы, ылғалдығы мен қысымы, жел, бұлт, жаңбыр, тұман, шық, қырау мен бұршақ сияқты атмосфера құбылыстары ауаның жағдайын белгілейді.



Бірікпелі уақыттағы және белгілі жердегі ауаның жағдайы күн райы деп аталады. Ауаның температурасы, ылғалдығы мен қысымы күн райын белгілейтін негізгі элементтер болып табылады.

Күн райын белгілейтін негізгі элементтердің жағдайына байланысты жел, бұлт пайда болады, жаңбыр жауады. Мысалы, ауа температурасының төмендеуі атмосфера қысымының төмен түсуіне және ылғалдықтың артуына әкеп соғады. Қысымның өзгеруі желді шығарады, ал ылғалдық дәрежесінің артуы жауын-шашынды тудырады. Жел жер бетіндегі ауа ағымдарын және бұлттарды бір жерден басқа жерге айдап жүреді. Бұл, өз орнында, ауа температурасының өзгерісіне және жаңбырдың жаууына әкеп соғады.

Күн райын алдын ала болжаудың аса зор маңызы бар. Оны зерттеу метеорологиялық орталықтарда жүзеге асырылады. Өзбекстан аумағында күн райын үйрену үшін Ташкенттегі гидрометеорология орталығы жұмыс істейді.



1. Абсолюттік ылғалдық деп қандай физикалық шаманы айтады?
2. Ауаның салыстырмалы ылғалдығы деп ненi айтады және ол қалай өрнектеледi?
3. Август психрометрiнiң жәрдемімен салыстырмалы ылғалдықты қалай өлшеуге болады?
4. Шық нүктесі деп ненi айтады?
5. Тұман, шық, қырау сияқты атмосфералық жауын-шашынның қалай пайда болатынын түсіндіріп берiндер.
6. Бұлт, жаңбыр, қар мен бұршақ қалай пайда болады?
7. Күн райы дегеніміз не?
8. Күн райын зерттейтін мекеме туралы әңгімелеп берiндер.



1. 20°C температурадағы ауаның қанығу шегі 17 г/м³. Егер ауаның абсолют ылғалдығы 11 г/м³ болса, салыстырмалы ылғалдылығы нешеге тең?
2. 30°C температурадағы ауаның қанығу шегі 30 г/м³ -қа тең. Ауаның салыстырмалы ылғалдығы 50% болса, абсолют ылғалдығы нешеге тең болады?
3. Психрометрдің құрғақ термометрі 24°C-дi, ал сулы термометрі 19°C-дi көрсетуде. Ауаның салыстырмалы ылғалдығы неше пайызға тең?

V ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Заттектің қатты күйден сұйық күйге өту процесі балку деп аталады.
- Кристалдық дененің балқып жатқан кезіндегі температурасы осы кристалдың балку температурасы деп аталады.
- Кристалдық дененің балку және қатаю температуралары бірдей болады.
- Кристалдық дене балку процесінде сырттан жылу мөлшерін алып, қатаю кезінде сыртқа жылу мөлшерін таратады.
- Аморфты денелердің айқын балку температурасы болмайды. Жылулық берілгенде олар әуелі біртіндеп жұмсайды да, содан соң суи бастайды.
- Заттың сұйық немесе қатты агрегаттық күйінен газ тәрізді күйіне өту процесі булану дейіледі.
- Будың сұйыққа айналу процесі конденсация деп аталады.
- Өзіндік сұйықтығымен динамикалық тепе-тең қалпында болған бу қаныққан бу деп аталады.
- 1 м³ ауадағы (грамм есебімен алынған) су буының мөлшері ауаның абсолюттік ылғалдығы деп аталады да ол ρ әрпімен белгіленеді.
- Ауаның салыстырмалы ылғалдығы былай өрнектеледі: $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$ яки $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$
- Су буы қанығатын температура шық нүктесі деп аталады.
- Ауаның салыстырмалы ылғалдығы психрометр аспабының жәрдемімен өлшенеді.
- Белгілі бір уақыттағы және бір жердегі ауаның күйі күн райы деп аталады. Ауаның температурасы, ылғалдығы мен қысымы күн райының негізгі элементтері болып табылады.

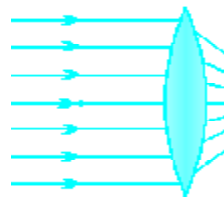
V ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Неліктен резенке араласқан киімде ыстыққа шыдау қиын?
2. Неліктен қолды ауызға жақындатып тыныс алғанда жылу сезіледі де, ал үрлегенде суық болып түйіледі?
3. Балку температурасында тұрған 200 г мұзды суға айналдыру үшін оған қанша жылу мөлшерін беру керек?
4. Балку температурасында тұрған қорғасынды толық балқыту үшін 8 кДж жылу мөлшері жұмсалды. Ерітілген қалайының массасын табындар.
5. Тоңазытқышқа қойылған 0°C -дегі 2,0 л су түгелдей мұздағанша одан қанша жылу бөлініп шығады?
6. Балку температурасында тұрған 1 кг денені түгелдей ерігенше 200 кДж жылу мөлшері жұмсалды. Осы дененің салыстырмалы жылу сыйымдылығын табындар.
7. Едәуір шұңқыр ыдыста тұрған су қалыпты атмосфера қысымында 100°C -де қайнайды деп санауға бола ма?
8. Көп қабатты ғимараттардың бірінші және соңғы қабаттарында судың қайнау температурасы қалай ерекшеленеді?
9. Қанығатын су буының температурасы 100°C , ол бірер көлемді алған. Бастапқы температураны сақтаған күйде будың көлемін екі есеге азайтсақ, оның қысымы қалай өзгереді?
10. Мыналардың қайсысының ішкі энергиясы көп: температурасы 100°C болған судыкі ме әлде осындай температурадағы массасы да сондай су буыныкі ме?
11. Суық ауада тыныс алғанда бу шықты деп айтамыз. Осы дұрыс па?
12. Неліктен көзілдірік тағып, суық ауадан бөлмеге кіргенде көзілдірік терлейді?
13. Неліктен суық күндері өзенде судың тоңбай қалған жерлерінің үстінде тұман пайда болады?
14. Егер бөлмеде жеткілікті жылу мен ылғалдылық болса, қыста терезе айнасын ашқанда бөлмеде тұман пайда болып, тұман төменге түседі, ал сыртта көтеріледі. Осы құбылысты түсіндіріңдер.
15. Моншада құбырлардың сыртқы көрінісіне қарап, суық суы бар құбырды ыстық суы бар құбырдан қалай ажыратуға болады?
16. Қыста терезе айналарында қыраудың пайда болуын қалай түсіндіруге болады? Қырау айнаның қайсы жағында пайда болады?
17. 0°C температурада ауаның қанығу шегі 5 г/м^3 -ты құрайды. Егер ауаның абсолют ылғалдығы 10 г/м^3 болса, салыстырмалы ылғалдығы қанша?
18. 20°C температурада ауаның қанығу шегі 17 г/м^3 -қа тең. Ауаның салыстырмалы ылғалдығы 60% болса, абсолют ылғалдығы қанша болады?
19. Психрометрдің құрғақ термометрі 30°C -ді, ал сулы термометрі 20°C -ді көрсетуде. Ауаның салыстырмалы ылғалдығы неше пайызды құрайды?
20. Қысым қандай болғанда су 19°C -де қайнайды?
21. Температурасы 14°C болғанда су буының қысымы 1 кПа-ға тең. Осы бу қаныққан ба?
22. Бір ұшы жабық, екінші ұшы ашық түтікшені су толтырылған ыдысқа салды. Түтікшедегі және ыдыстағы суды қайнау температурасына дейін қыздырды. Түтікшедегі суда не болады?

23. Қаныққан су буы молекулаларының концентрациясы 10°C кезіндегіге қарағанда 20°C -де неше есе үлкен болады?
- 24*. Цилиндр ыдыста ауданы 10 см^2 поршень астында, температурасы 20°C болған су бар. Поршень су бетіне тиіп тұр. Поршень 15 см -ге көтерілгенде қанша масса су буланады?
25. Сыйымдылығы 2 л жабық ыдыста 20°C -де қаныққан су буы бар. Температурасы 5°C -ге дейін төмендегенде ыдыста қанша су пайда болады?
26. 20°C -де қаныққан сынап буының тығыздығы $0,02\text{ г/м}^3$ -қа тең. Сол температурада будың қысымын табындар.
27. 100°C -де қаныққан су буының тығыздығы қандай болады?
28. 0°C -де қаныққан эфир буының қысымы $24,7\text{ кПа}$, ал 40°C -де 123 кПа -ға тең. Осы температураларда бу тығыздығының мәндерін салыстырындар.
29. Су 350°C -де; 400°C -де суық күйде бола алады ма?
- 30*. Ауада 19°C -де су буының парциал (үлестік) қысымы $1,1\text{ кПа}$ еді. Салыстырмалы ылғалдығын табындар.
31. 16°C температурада 4 м^3 ауада 40 г су буы бар. Салыстырмалы ылғалдықты табындар.
32. Егер шық нүктесі 10°C болса, 18°C бөлмедегі ауаның салыстырмалы ылғалдығы қанша болуын табындар.
- 33*. Сыйымдылығы 10 л баллондағы ауаны құрғату үшін кальций хлорид бөлегін салғанда ол $0,13\text{ г}$ суды сіндірді. Егер баллондағы ауаның температурасы 20°C -ге тең болса, баллондағы ауаның салыстырмалы ылғалдығы қандай болған?
34. Күндіз 20°C -де ауаның салыстырмалы ылғалдығы 60% болған. Егер түнде температура 8°C -ге дейін төмендесе, әрбір текше метр ауадан қанша су шық көрінісінде бөлініп шығады?
35. Психрометрдің ылғал температурасы 10°C -ді, құрғағы 14°C -ді көрсетуде. Салыстырмалы ылғалдықты табындар.
- 36*. 4°C -де психрометрдің ылғал және құрғақ термометрлері бірдей температураны көрсетіп тұр еді. Егер температура 10°C -ге дейін көтерілсе, ылғал термометр неше градусты көрсетеді? Егер температурасы 16°C -ге дейін көтерілсе ше? Су буының үлестік (парциал) қысымы тұрақты болып қалады деп санандар.



ОПТИКА



Физиканың **Оптика** бөлімінде жарықтың табиғаты, жарық құбылыстарының заңдылықтары, жарық пен заттардың өзара әсерлесуі зерттеледі. Оптика сөзі латын тілінен «көру жөніндегі пән» деген мағынаны білдіреді.

Жарықтың түзу сызық бойымен таралуы Ежелгі Месопотамия мен Мысырда белгілі болған, осы қасиеті құрылыс жұмыстарында пайдаланылған. Айнадағы бейненің пайда болуын б.з.д. III ғасырда грек ғалымдары **Аристотель, Платон мен Евклидтер** үйренген болатын.

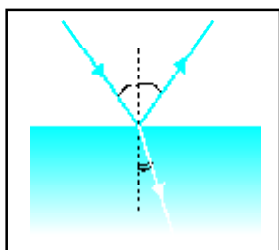
Орта ғасырда еліміздің ғұлама-әнбиелері **Беруни, Ибн Сина, Ұлықбек, Али Құшшы** және т.б. жарықтың түзу сызық бойлап таралуы, Күн мен Айдың тұтылуы, кемпірқосақтың пайда болуы, көру жөнінде өте бағалы мәліметтер жазып, оптиканың дамуына үлкен үлес қосты.

1620 жылы голландиялық ғалым **В.Снеллиус** пен француз ғалымы **Р.Декарт** жарық сәулесінің сыну заңын тұжырымдап берді. XIX ғасырда **Дж.Максвелл** электромагниттік өріс ұғымын одан ары дамытып, жарықтың электромагнит-толқындық теориясын жарыққа шығарды.

1900 жылы **М.Планк** жарықтың квант теориясын ұсынды. Ал 1905 жылы **А.Эйнштейн** Планк теориясын дамытып, фотоэффект теориясын жасады.

XX ғасырда бүкіл әлем ғалымдары оптиканың түрлі бағыттарында кең қарқынды ізденіс жұмыстарын жалғастырып, үлкен жеткістіктерге жетті. Проекциялық аппарат, микроскоп, фотоаппарат, телескоп, бинокль сияқты оптикалық аспаптардың жаратылуы, фотография, теледидар, рентгенография, лазер физикасы, талшық оптикасы, гелиотехника сынды тармақтардың пайда болуы мен дамуы оптика саласында жүргізілген ізденіс жұмыстарының нәтижесі болып табылады.

Өзбекстандағы ғалымдар да оптиканың қазіргі бағыттары бойынша практикалық маңызы бар ізденістерді жүргізіп, ғылым мен техниканы дамытуға салмақты үлес қосып келуде. Мысалы, Өзбекстан Ғылым Академиясы жылу физикасы бөліміне енетін, денсаулық сақтау саласында қолданылатын лазерлер түрін, жарық талшықты оптикасын, инфрақызыл сәулелерін белгілеп қоятын аспаптарды жасады. “Физика-Күн” Материалтану институтында Күн сәулелерінің энергиясын пайдаланып, белгіленген құрамы мен қасиеті бар материалдар жарыққа шығарылды.



VI ТАРАУ

ЖАРЫҚТЫҢ ТАРАЛУЫ, ШАҒЫЛУЫ МЕН СЫНУЫ

23-§

ЖАРЫҚТЫҢ ШАҒЫЛУЫ ЖӘНЕ СЫНУ ЗАҢДАРЫ

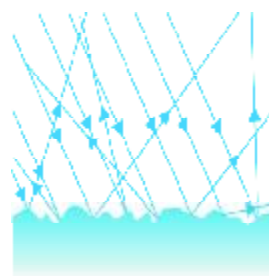
Жарықтың шағылуы

Сендер жарықтың түзу сызық бойымен таралуын білесіңдер. Күннен, шамнан және басқа да көздерден таралып жатқан жарық қабырғаға, жерге немесе бұйымдарға түскенде олардың бетінен қайтады. Сондықтан біз оларды көре аламыз.

Жарық заттардың бетінен шашыраңқы немесе айнадағыдай түрде шағылады.



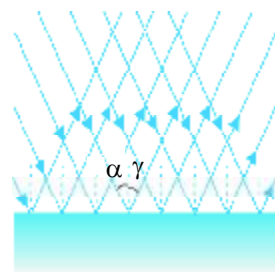
Жарық кедір-бұдыр беттен шашыраңқы түрде шағылады (44- сурет).



44- сурет

Жердің, қабырғаның, айналамыздағы барлық дерлік бұйымдардың сырты кедір-бұдыр болады. Ойлы-қырлы бетке түскен сәуле одан шашыраңқы түрде шағылады. Бізге тегіс болып көрінген бұйымдардың беті де ойлы-қырлы болуы мүмкін. Мысалы, тегіс болып көрінген үстелдің үстіне лупа арқылы қарағанда, оның сырты кедір-бұдыр болатынын байқауға болады.

Шашыраңқы шағылған нұр көзімізге түскенде, біз бұйымның пішіні мен реңін сеземіз.



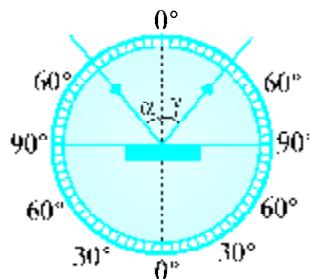
45- сурет



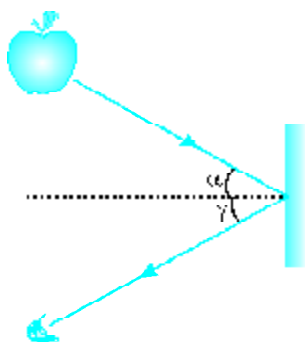
Егер бет жеткілікті дәрежеде тегіс (жатық) болса, бұндай беттен жарық айнадағыдай шағылады.

Айнадағыдай шағылысқан кезде бұйымға түскен нұр оның тегіс бетінен тәртіпті түрде шағылады. Мәселен, көлденең айнадан жарық тәртіпті түрде қайтады (45- сурет).

Бетке түскен сәуленің шағылуы төмендегідей шағылысу заңына бағынады (46- сурет).



46- сурет



47- сурет



1. Түсірілген сәуле, шағылысқан сәуле және екі кеңістіктің арасындағы шекараға сәуленің түсу нүктесінен жүргізілген перпендикуляр бір жазықтықта орналасады.
2. Шағылу бұрышы γ түсу бұрышы α -ға тең.

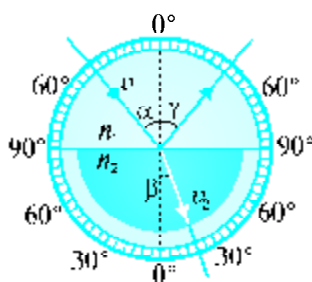
Яғни:

$$\alpha = \gamma. \quad (1)$$

Бір нәрсенің кескінін айнадан көру құбылысы жарықтың шағылу заңына сүйенеді (47- сурет).

Жарықтың сыну заңы

Жарық сәулелерінің шоғыры шыны, су және басқа да мөлдір заттардың бетінде әрі шағылады, әрі сынады. Екі кеңістік шекарасында сәуленің сынуы төмендегідей заңға бойсұнады (48-сурет):



48- сурет



1. Түсірілген сәуле, сынған сәуле және екі кеңістіктің арасындағы шекараға сәуленің түсу нүктесінен жүргізілген перпендикуляр бір жазықтықта орналасады.
2. Түсу бұрышының синусының сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін өзгермейтін шама болып табылады.

Осы тұрақты шама n_{21} екінші кеңістіктің бірінші ортаға қатысты **салыстырмалы сәуле сындыру көрсеткіші** деп аталады да ол былай өрнектеледі:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (2)$$

мұндағы α — сәуленің түсу бұрышы; β — сәуленің сыну бұрышы.

Көптеген жағдайда салыстырмалы сәуле сындыру көрсеткішінің орнына абсолюттік сәуле сындыру көрсеткіші қолданылады. Заттың n абсолюттік сәуле сындыру көрсеткіші былай өрнектеледі:

$$n = \frac{c}{v}, \quad (3)$$

мұндағы $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — жарықтың вакуумдағы жылдамдығы; v — жарықтың берілген заттағы жылдамдығы. Жарықтың кейбір заттардағы жылдамдығы (v) және осы заттардың абсолюттік сәуле сындыру көрсеткіші (n) 10- кестеде көрсетілген.

№	Заттек	$v, 10^8 \text{ м/с}$	n	№	Заттек	$v, 10^8 \text{ м/с}$	n
1	Мұз	2,29	1,31	4	Кварц	1,95	1,54
2	Су (20°C)	2,25	1,33	5	Жақұт	1,70	1,76
3	Шыны	2,0	1,5	6	Алмас	1,24	2,42

Жарықтың ауадағы жылдамдығын вакуумдағы жылдамдығына шамалап тең деп санауға болады. Сондықтан, іс жүзінде заттардың нұр сындыру көрсеткіші вакуумға қатысты емес, ауаға қатысты алынады.

Егер сәуле түсіп жатқан кеңістікте жарықтың жылдамдығы v_1 , сындыру көрсеткіші n_1 , ал сәуле сынған кеңістікте жарықтың жылдамдығы v_2 , сындыру көрсеткіші n_2 болса, олардың арасындағы математикалық байланысты былай жазуға болады:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (4)$$

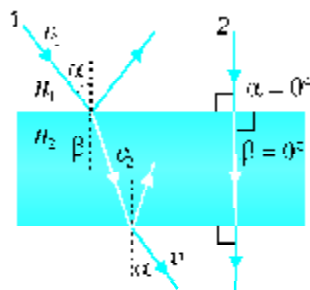
Жарық түскен ортаның сәуле сындыру көрсеткіші n_1 , ал оның сыну көрсеткіші — n_2 болса, онда $n_2 = \frac{n_1}{n_1}$. Бұл жағдайда (2) формуланы төмендегідей өрнектеп жазуға болады:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (5)$$

Жарық сәулесі сындыру көрсеткіші кіші болған ортадан сындыру көрсеткіші үлкен болған ортаға өткенде сыну бұрышы түсу бұрышынан кіші болады. Олай болмаған күнде сындыру көрсеткіші түсу бұрышынан үлкен болады. Бұл шартты былай жазуға болады: $n_2 > n_1$ болғанда, $\beta < \alpha$; $n_2 < n_1$ болғанда, $\beta > \alpha$.

Жарық сәулесі ауадан ($n_1 = 1$) шыныға ($n_2 = 1,5$) α бұрышы астында түсіп, одан тағы ауаға өтті дейік (49- сурет, 1-сәуле). Бұл жағдайда сәуленің шыныдан ауаға өту кезіндегі сыну бұрышы да α -ға тең болады.

Екі ортаның шекарасына перпендикуляр түрде түскенде сәуле сынбайды, өйткені оның түсу бұрышы $\alpha = 0$ және сыну бұрышы $\beta = 0$ (49- сурет, 2- сәуле).



49- сурет



1. Шашыраңқы және айна тәрізді шағылыс дегеніміз не? Қандай беттен жарық шашыраңқы түрде шағылады?
2. Жарықтың шағылу заңын тұжырымдап беріндер.
3. Жарықтың сыну заңын тұжырымдап беріндер.
4. Абсолюттік сәуле сындыру көрсеткішінің физикалық мағынасын түсіндіріп беріндер.
5. Сәуле сындыру көрсеткішінің сәуленің берілген ортадағы жылдамдығына тәуелділігі қалай өрнектеледі?
6. 49-суретте көрсетілген құбылысты талдап шығындар.



50- сурет



1. Сәуле тегіс айнаға 60° бұрыш астында түсуде. Түсіп әрі шағылып жатқан сәулелердің арасындағы бұрыш нешеге тең болады?
 2. Сәуле шоғыры ауадан шыныға 30° бұрыш астында түсуде. Егер сыну бұрышы 19° болса, онда шынының сәуле сындыру көрсеткішін және жарықтың шыныны жарып өткен кезіндегі жылдамдығын табындар.
 3. Сәуле шоғыры судан шыныға 45° бұрышта түсуде. Нұрдың шыныдағы сыну бұрышын табындар. Жарықтың судағы жылдамдығын $2,25 \cdot 10^8$ м/с, ал шыныдағы жылдамдығын $2 \cdot 10^8$ м/с-қа тең деп алындар.
 4. Егер сәуле шоғыры ауадан 10-кестеде келтірілген заттардан жасалған әрбір дененің бетіне 30° бұрышта түссе, олардың әрқайсысын жарып өткенде сыну бұрышы нешеге тең болады?
 5. 50- суретте көрсетілген айнаға түскен сәуленің жолын жалғастырындар.
1. Стақан ішіне тиын салып, оған су құйындар. Стақандағы судың деңгейі арта түсісімен тиын көтеріле бастағандай болып көрінеді. Мұның себебі не?
2. Стақандағы суға қалам тәрізді таяқшаны көлденең батырындар. Соларға жоғарыдан және жанынан қарағанда қандай құбылыс байқалады?



24-§

ТОЛЫҚ ІШКІ ШАҒЫЛЫС

Жарық сәулесі сындыру көрсеткіші үлкен болған ортадан сындыру көрсеткіші кіші болған ортаға түскенде қызық құбылысты бақылауға болады. Мәселен, жарық сәулелері шоғырын шыны арқылы ауаға өтетіндей етіп, α бұрыш астында жіберейік. Сәуленің бір бөлігі кеңістіктер арасындағы шекарадан $\gamma = \alpha$ бұрышта шағылады, ал қалған бөлігі β бұрыш астында екінші ортаға — ауаға өтеді (51- а сурет).

Шынының сәуле сындыру көрсеткіші ($n_1 = 1,5$) ауанікінен ($n_2 = 1$) үлкен болғандықтан сәуленің сыну бұрышы β түсу бұрышы α -дан үлкен болады.

Сәуленің түсу бұрышын көбейткенде сыну бұрышы 90° -қа жақындай түседі. Сыну бұрышын мынадай формула бойынша анықтау мүмкін:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha.$$

Мәселен, $\alpha = 30^\circ$ болғанда, $\beta \approx 42^\circ$ (51- а сурет), ал $\alpha = 40^\circ$ болғанда, $\beta \approx 75^\circ$ (51- б сурет) болады. Сәуленің түсу бұрышын асырып, оны белгілі $\alpha = \alpha_0$ шекті мәніне жеткізгенде сыну бұрышы $\beta = 90^\circ$ болып қалады (51- в сурет).

Түсу бұрышының α_0 шекті мәні былай өрнектеледі:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Сәуленің шыныдан ауаға өтудегі α_0 шекті бұрышын анықтайық:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667, \text{ бұдан } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

Түсу бұрышының мәні α_0 -ден кез келген үлкен шамаға тең болғанда сындырылған сәуле екі орта арасынан осы ортаға толығымен шағылады, яғни **толық ішкі шағылыс** құбылысы пайда болады. Сонда шағылған сәуле жарықтың шағылу заңына бойсұнады.



Сәуле сындыру көрсеткіші үлкен болған ортадан сәуле сындыру көрсеткіші кіші болған ортаға жіберілгенде, оның түсу бұрышы белгілі мәнінен үлкен болған кезде сәуле екі ортаның арасындағы шекарадан **толық шағылады.**

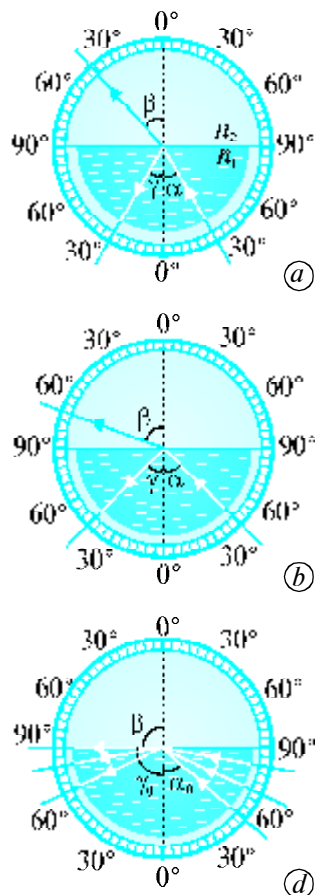
Толық ішкі шағылыс құбылысы ақпарат технологиясы саласында кеңінен қолданылады. Бұл құбылысты оптиканың «Талшық оптикасы» атты бөлек тармағының мамандары көп зерттейді. Мұнда оптикалық бейне белгілі тәртіпте орналастырылып, талшықтардан есілген кабель арқылы жіберіледі. Кабель ішіндегі талшықтардың саны бірнеше мыңға, керек десе миллиондарға шейін жетеді.

Сәуленің әрбір талшық ішімен өтуін 52-суретте көрсетілгендей елестетуге болады. Талшық сындыру көрсеткіштері бір-бірінен ерекшеленетін цилиндр тәрізді шыны яки пластикалық өзектен және оны орап тұрушы қабықтан түзіледі. Өзектің сындыру көрсеткіші қабықтыкінен үлкен болады. Сол себепті өзек пен қабықтың шекарасында жарықтың толық ішкі шағылысуы туады. Өзектің ішіне жіберілген сәуле сыртқа шығып кетпей, талшықтың екінші ұшынан шығады.

Талшық өзегінің диаметрі бірнеше микроннан жүздеген микронға шейін, ал қабықтың қалыңдығы ондаған микроннан жүздеген микронға дейін болады. Сонда мындаған, тіпті миллиондаған талшықтан осылай дайындалған кабельдің бір ұшынан бейне жіберілсе, оның екінші ұшынан тап осы бейнені қабылдау мүмкін. Жарық — талшықтық кабельдер арқылы жіберілген бейнені аз шығынмен және сапасын арттырып ұзаққа жіберу мүмкін.

Жарық талшықтарынан есілген байланыс кабельдері Тынық және Атлант мұхиттарының су астында салынған. Қазіргі таңда осы кабельдер Азия мен Еуропаны Америка континентімен байланыстырып тұр.

Жарық- талшықтық оптика денсаулықты сақтау саласында да кең қолданылады. Жарық-талшықтық кабельдердің жәрдемімен адамның ішкі мүшелерін көруге болады.

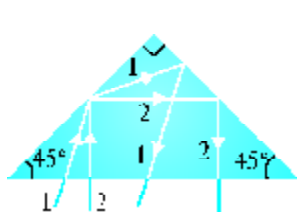


51-сурет



52-сурет

53- суретте жарықтың шыны призмының ішінде сынған сәулесінің жолы көрсетілген. Бұл құбылыс оптикалық аспаптарда кең қолданылады.



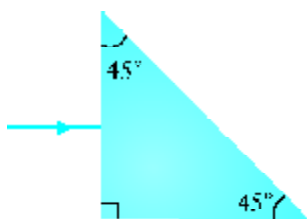
53- сурет



1. Толық ішкі шағылу құбылысы қай жағдайда пайда болады?
2. Бейнелер жарық -талшықтық кабельдер арқылы қалай жіберіледі?
3. Толық ішкі шағылу құбылысын пайдалану жөнінде не білесіңдер?



1. Сәуле шоғыры судан ($n = 1,33$) ауаны жарып өтуде. Толық ішкі шағылу құбылысын бақылау үшін су ішіндегі сәуле қандай бұрыш астында түсу керек?
2. Сәуле шоғыры сындыру көрсеткіші 1,5 болған бір ортадан екінші ортаға 53° бұрышта түскенде толық ішкі шағылу құбылысы көріне бастайды. Екінші ортаның сәуле сындыру көрсеткішін табындар.
3. Сәуле шоғыры бір ортадан сәуле сындыру көрсеткіші 1,1 болған екінші ортаға 47° бұрышта түскенде толық ішкі шағылу көріне бастайды. Бірінші ортаның сәуле сындыру көрсеткішін табындар.
4. 54- суретте көрсетілген айнаға түскен сәуленің жолын жалғастырындар.



54- сурет

25-§

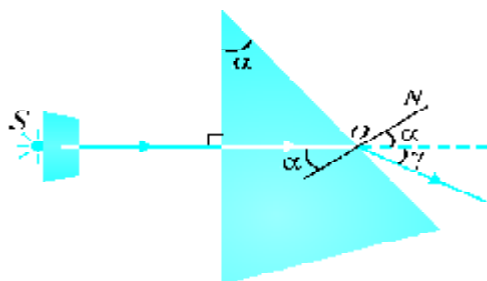
ШЫНЫНЫҢ СӘУЛЕ СЫНДЫРУ КӨРСЕТКІШІН АНЫҚТАУ

(Лабораториялық жұмыс)

Керекті жабдықтар: электр шамы, тор тесікті тосқауыл, үшбұрышты шыны призма, жіп, транспортир.

Жұмысты орындау тәртібі

1. S жарық көзін жағып, одан таралып жатқан сәулелердің жолына тор тесікті тосқауылды оның артында жіңішке шоқ сәуле пайда болатындай етіп орналастырындар. Сәуленің жолын үстелдің үстіне сызық жүргізу арқылы белгілендер.



55- сурет

2. Сәуле шоғырының жолына үшбұрышты шыны призмы 55- суретте көрсетілгендей қойындар. Призмының бас ұшындағы α бұрышты алдын ала өлшендер. (Осы бұрыш призмаға жазылған болады).

3. Призма қойылған соң сәуле шоғыры O нүктеде сынып, өз жолын

өзгертеді де, γ бұрышқа бұрылады. Сәуленің сынғаннан кейінгі жолын инелермен белгілендер, ал γ бұрышын транспортирмен өлшендер.

4. Жарықтың сыну заңын сәуле сындыру көрсеткіші n призмдан ауаға өту жағдайына бейімдеп, былай жазуға болады:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} \quad (1)$$

$$\text{яки} \quad n = \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha}, \quad (2)$$

мұндағы α — шыны мен ауа шекарасындағы сәуленің түсу бұрышы, оның мәні призманың жоғарғы бұрышына тең; β — сәуленің сыну бұрышы. Өлшеулер арқылы табылған α мен γ -ның мәндерін (2) формулаға қойып, берілген шынының сындыру көрсеткішін табындар.

5. Шыны призманы жарық көзінен түрлі ара қашықтықта орналастырып, тәжірибені үш рет қайталандар. Қарастырылып жатқан әрбір жағдай үшін γ бұрышты өлшеп, ізделіп отырған шынының сындыру көрсеткішін табындар.

6. Жүргізілген үш тәжірибеден алынған нәтижелерге сүйеніп, шынының сәуле сындыру көрсеткішінің орташа мәнін $n_{\text{орт}}$ есептеп шығындар.

Тәжірибе барысында алынған өлшеу және есептеу нәтижелерін төменде келтірілген 11- кестеге жазындар.

11- кесте

№	α	$\sin \alpha$	γ	$\sin(\alpha + \gamma)$	n	$n_{\text{орт}}$
1						
2						
3						



1. Тәжірибедегі жарық сәулесінің басып өткен жолын түсіндіріп беріндер, оның түсу және сыну бұрыштарын көрсетіндер.
2. Шынының сәуле сындыру көрсеткішін есептеу кезінде неліктен $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ формуласының орнына $\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ формуласы пайдаланылды?
3. Тәжірибе барысын және оның нәтижелерін талдап шығындар.

26-§

ЛИНЗАЛАР

Дөңес және ойыс линзалар

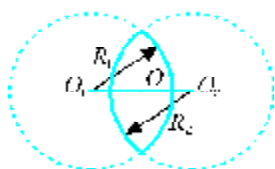


Бір яки екі жағынан сфералық сыртпен шектелген мөлдір дене **линза** деп аталады.

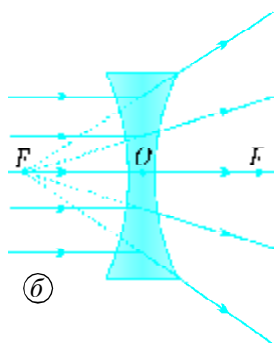
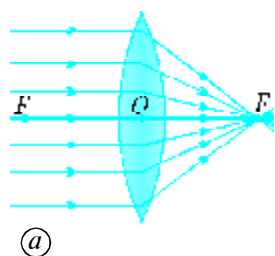
Линзалар дөңес яки ойыс болады. Орталық бөлімі шеткі бөлімдерімен салыстырғанда қалың болса, линза **дөңес линза** дейіледі, ал жұқа болса — **ойыс** деп аталады (56- сурет).



56-сурет



57-сурет



58-сурет

Дөнес линзаның бетін радиустары R_1 және R_2 сфералардың өзара қиылысқанынан пайда болған бет деп қарастыруға болады (57-сурет). Мұнда R_1 және R_2 линзаның қисықтық радиустары дейіледі. Сфералардың O_1 және O_2 центрлерінен салынған O_1O_2 түзу сызық **линзаның басты оптикалық осі** дейіледі. Линзаның ортасындағы O нүкте **линзаның центрі** деп аталады.

Егер дөнес линзаға оның бас оптикалық осімен қатарластыра бағытталған сәуле жіберсек, линзаны жарып өткен сәулелер басты оптикалық осінің астында орналасқан нүктеде жиналады (58- а сурет). Сәуле жинаушы осы F нүкте линзаның **басты фокусы** дейіледі. Дөнес линзаның сәулелерді бір жерге жинайтын қасиеті болғандықтан оны **жинаушы линза** деп те атайды.

Егер сәулелерді дөнес линзаның орнына ойыс линзаға дәл осылай жіберсек, онда линзадан өткен сәуле бір тегіс шашылады (58- б сурет). Сондықтан ойыс линзаны **шашыратушы линза** деп те атайды. Шашыратушы линзаны жарып өткен сәулелерді қарсы жағына жалғастырса, олар оптикалық осінің бір нүктесінде қиылысады. Бұл F нүкте ойыс линзаның **жорымал фокусы** дейіледі.

Линзаның екі фокусы болады. Олар линзаның екі жағында бірдей қашықтықта орналасады. Линзаның центрлерінен фокусына дейін қашықтық линзаның фокус-тық қашықтығы дейіледі және ол F әрпімен белгіленеді.



Фокус қашықтығына кері шаманы линзаның оптикалық күші деп атайды да D әрпімен белгілейді.

Яғни:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (1)$$

Оптикалық күштің негізгі өлшем бірлігі ретінде диоптрий (1 дптр) қабылданған. Фокустың қашықтығы 1м болған линзаның оптикалық күші 1 диоптрийге тең:

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}$$

Жинаушы линзаның оптикалық күші оң, ал шашушы линзаныкі теріс болады.

Линза формуласы

Егер AB дене линзадан d қашықтықта алыста қойылса, линзадан f қашықтық алыста оның төңкерілген $A'B'$

бейнесі пайда болады (59- сурет). Бейненің линзадан қандай алыста пайда болатынын төмендегідей **линза формуласы** бойынша анықтау мүмкін:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (2)$$

Линза формуласы денеден линзаға дейін болған d қашықтық, линзадан бейнеге шейін болған f қашықтық пен линзаның F фокус қашықтығының арасындағы байланысты өрнектейді.

Пайда болған бейне жорымал болғанда, бейненен линзаға дейінгі f қашықтық теріс таңбамен алынады. Линза арқылы бейнені үлкейтуге де, кішірейтуге де болады. Егер заттың үлкендігі AB , ал бейненің үлкендігі $A'B'$ болса, линзаның үлкейткіш күші $K = \frac{A'B'}{AB}$ болады. AOB және $A'OB'$ үшбұрыштарының ұқсастығына сүйеніп, $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB}$ және $OB = d$, $OB' = f$ өрнектерді жазуға болады. Онда линзаның үлкейту формуласы төмендегідей жазылады:

$$K = \frac{f}{d}. \quad (3)$$

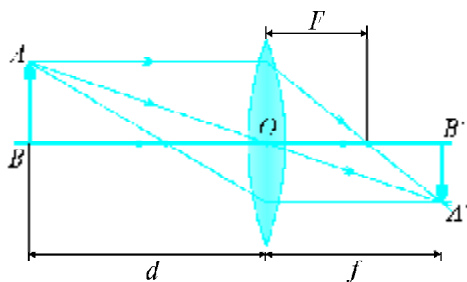
Егер $K > 1$ болса, бұйымның линзадағы бейнесі үлкейтілген болады. Ал $K < 1$ болса, бейне кішірейген болады. Егер K -нің мәнін есептеу кезінде f теріс сан болса, онда оның оң мәнін алып қарастырады.



1. Линза деп қандай денені айтады?
2. Дөңес және ойыс линзалардың айырмашылығы неде?
3. Дөңес және ойыс линзалардың қандай негізгі түрі бар?
4. Линзаның бас оптикалық осі, басты фокусы, жорымал фокусы, фокус қашықтығы, фокустық жазықтығы деп нелерді айтады? Оларды 57- және 58- суреттерде көрсетіндер.
5. Линзаның оптикалық күші деп қандай шаманы айтады? Ол қандай өлшем бірлігінде өрнектеледі?
6. Линза формуласы қалай жазылады және ол нені білдіреді?
7. Линзаның үлкейту формуласын жазып беріндер.



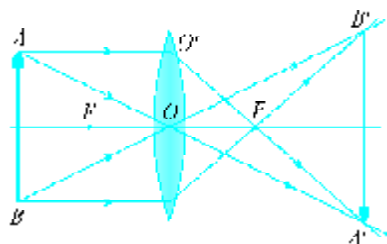
1. Фокустық қашықтығы 40 см, 25 см, –10 см, –25 см, –40 см болған линзаның оптикалық күшін табындар.
2. Ауаға қатысты жарық сындыру көрсеткіші 1,5-ке тең, ал қисықтық радиустары 25 см және 40 см шыныдан жасалған екі жағы да дөңес линзаның оптикалық күшін табындар.
3. Фокустық қашықтығы 10 см болған линзадан 20 см алыста қойылған бұйымның бейнесі линзадан қандай қашықтықта пайда болады? Бұйымның неше есеге үлкейтілетінін анықтандар.



59- сурет

ЖҰҚА ЛИНЗАНЫҢ ЖӘРДЕМІМЕН БЕЙНЕ ЖАСАУ

Жұқа линзаның фокус қашықтығы үлкен болғандықтан ол жасайтын бейнені сызбада көрсету қолайлы. Сондықтан бейнені жасап, талдау кезінде жұқа линзаларды пайдаланады.



60-сурет

Линзаның жәрдемімен A нүктенің бейнесін жасау үшін осы нүктеден бас оптикалық осіне параллель AO' сәулесін, ал линза центрінен AO сәулесін түсіреді. AO' сәуле линзада сынып, F фокус арқылы өтеді. A нүктенің бейнесі дәл осы сәуле мен линза центрінен өтетін сәуленің қиылысқан A' нүктесінде болады (60-сурет).

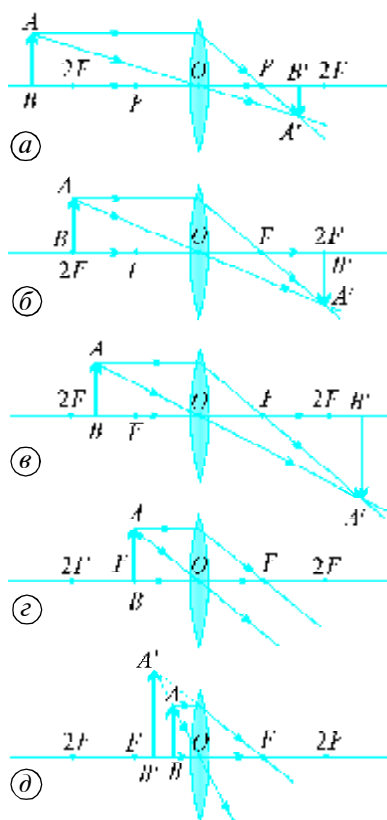
Заттың бейнесін жасау үшін әуелі оның тиісті нүктелерінің бейнесін жасайды. Соңыра осы нүктелерді бірлестіріп, бүкіл заттың бейнесін жасайды.

Оңай болу үшін бас оптикалық осіне көлденең орналасқан AB кесіндінің бейнесін жасайық. Сөйтіп A және B нүктелерден бас оптикалық осімен қатарластырып сәуле мен линза центрінен өтетін сәулелер сызамыз. A нүктесінен шыққан екі сәуле A' нүктеде, ал B нүктесінен шыққан екі сәуле B' нүктеде қиылысады. A' нүктеден B' нүктеге $A'B'$ кесіндісін өткіземіз. Пайда болған $A'B'$ кесінді — AB бұйымның линза шығарған бейнесі. Бейненің көрінісі төңкерілген болады.

Бейне жасау процесін тағы оңайлату үшін AB бұйымның B нүктесін бас оптикалық осінің үстіне қоялық. Сонда AB бұйымның бейнесін алу үшін тек A нүктеден шығатын екі сәуле жасау жеткілікті болады (61-а сурет). Сәулелердің қиылысқан A' нүктесінен бас оптикалық осіне перпендикуляр түсіреді. Пайда болған $A'B'$ кесінді AB бұйымның бейнесі болып табылады.

Линза жасайтын бейненің қай жерде болатыны, оның үлкен-кішілігі, дұрыс не төңкерілген көріністе болуы, шындығы яки жорымалдығы бұйымның линзаның фокустық қашықтығына қатысты қай жерде орналасқандығына байланысты.

Төменде фокустық қашықтыққа қатысты түрлі орында орналасқан бұйымның линза арқылы пайда болған бейнелерді қарап шығайық.



61-сурет

1. Бұйым линзадан оның екі еселенген фокустық қашықтығы $2F$ -тен алыста болсын, яғни $d > 2F$. Онда бейне кішірейген ($K < 1$) және төңкерілген түрде, фокус пен екі еселенген фокус қашықтығы арасында пайда болады (61- *а сурет*).

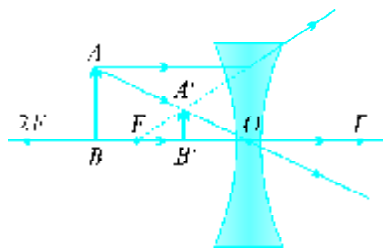
2. Бұйым линзадан $2F$ -ге тең екі еселенген фокустық қашықтықта тұрған болсын, яғни, $d = 2F$. Онда бейненің өлшемі өзгермейді ($K = 1$) және ол төңкерілген түрде линзадан $2F$ -ге тең қашықтықта тұрады (61- *б сурет*).

3. Бұйым линзаның фокус қашықтығы F және екі еселенген фокустық қашықтығы $2F$ арасында болсын, яғни $F < d < 2F$. Онда бейне үлкейтілген ($K > 1$) және төңкерілген түрде, екі еселенген фокустық қашықтығынан ары пайда болады (61- *в сурет*).

4. Бұйым линзаның фокусында орналасқан болсын, яғни $d = F$. Онда бұйымның әрбір нүктесінен шығып, линзада сынған екі сәуле бір-бірімен қиылыспайды. Сондықтан бейне де пайда болмайды (61- *г сурет*).

5. Бұйым линза мен фокустың арасында орналасқан болсын, яғни $d < F$. Онда линза мен оның фокустық қашықтығы арасында үлкейтілген ($K > 1$), дұрыс және жорымал бейне пайда болады (61- *д сурет*). Бұйымды үлкейтіп көру үшін линзаны бұйымға осылай жақындату керек.

Жинаушы линзадан айырмашылығы шашыратушы линзада, бұйымның қай жерде тұратынына қарамай пайда болған бейне барлық жағдайда кішірейтілген түрде, дұрыс және жорымал болады (62- сурет).



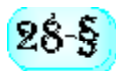
62- сурет



- 60-суретке қарап, бұйымның линза арқылы пайда болатын бейнесінің қалай жасалатынын түсіндіріп беріндер.
- 61-суретке қарап, линзаның фокус қашықтығына қатысты түрлі жерде тұрған бұйымның бейнесі қалай пайда болатынын талдап шығындар.
- 62-суретке қарап, шашыратушы линза шығарған бейненің жасалатынын түсіндіріп беріндер.



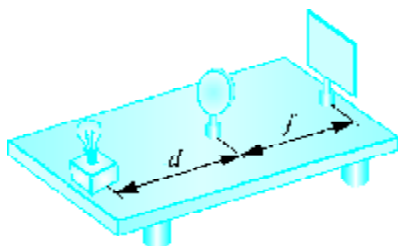
- Бұйымнан линзаға дейін қашықтық 40 см, ал линзадан оның бейнесіне дейін 25 см-ге тең. Линзаның фокус қашықтығын табындар. Бейненің көрінісі 61-суретте көрсетілген қайсы жағдайға тура келеді?
- Бұйымнан линзаға дейін қашықтық 12 см, ал линзадан бейнеге шейін 24 см-ге тең болсын. Линзаның фокус қашықтығын табындар. Бейненің көрінісі 61-суретте келтірілген жағдайлардың қайсысына сай келеді?
- Бұйымнан линзаға дейін қашықтық 8 см-ге тең. Егер линзаның фокус-тық қашықтығы 24 см болса, бейне линзадан қай қашықтықта пайда болады? Оның көрінісі 61-суретте көрсетілген жағдайлардың қайсысына тура келеді?



ЛИНЗАНЫҢ ЖӘРДЕМІМЕН БҰЙЫМНЫҢ БЕЙНЕСІН ШЫҒАРУ

(Лабораториялық жұмыс)

Керекті жабдықтар: оптикалық күші шамамен 2,5-5 дптр болған дөңес линза, электр шамы, экран және масштаб сызғыш.



63- сурет

Жұмысты орындау тәртібі

1. Электр шамын, линза мен экранды үстелдің бетіне 63- суретте көрсетілгендей етіп қойындар. Мұнда d және f шамамен 40—60 см аралықта болсын.

2. Электр шамын жағындар. Экранды жан-жаққа жылжытып, шамның шиыршық сымының ең анығырақ бейнесі пайда болатын қашықтықты табындар. Бұйымнан линзаға дейін

d_1 қашықтығын және линзадан бейнеге дейін болған f_1 қашықтықты өлшендер.

3. Шам мен линза арасындағы қашықтықты d_2 және d_3 дейін өзгертіп, тәжірибені қайталаңдар. Шамның шиыршық сымының экранда пайда болған ең айқын бейнесіне тура келетін қашықтыққа сай f_2 және f_3 өлшендер.

4. Линза формуласын пайдаланып, әрбір тәжірибеден алынған d_1 мен f_1 , d_2 мен f_2 , d_3 мен f_3 қос шамаларға сай келетін F_1 , F_2 , F_3 шамаларды есептеп шығындар.

5. Табылған F_1 , F_2 , F_3 шамаларды $F_{\text{орт}} = (F_1 + F_2 + F_3)/3$ формуласына енгізіп, фокус қашықтығының орташа мәнін есептендер.

6. $D = 1/F$ формула бойынша линзаның оптикалық күшін есептендер.

7. Өлшеу және есептеу нәтижелерін 12- кестеге жазындар.

12- кесте

№	d , м	f , м	F , м	$F_{\text{орт}}$, м	D , дптр
1					
2					
3					

8. Жүргізілген тәжірибенің нәтижесінде табылған F орт шаманы линзаның фокус қашықтығының шын мәні F ретінде қабылдап, тәжірибені жалғастырындар. Линзаны шамнан $d > 2F$ шарты орындалсын деген қашықтыққа орналастырындар. Экранды алға-артқа қарай жылжытып, онда шамның шиыршық сымының бейнесін шығарындар.

9. Линзаны шамнан $d = 2F$ қашықтықта қойындар. Экранды жан-жаққа жылжытып, онда шамның спираль сымының бейнесін шығарындар.

10. Линзаны шамнан $F < d < 2F$ шарты орындалсын деген қашықтықта орналастырындар. Экранды жылжытып, онда бұралған сымның бейнесін шығарындар.

11. Линзаны шамнан $d < F$ қашықтықта қойындар. Экранда шамның шиыршық сымының бейнесін іздендер. Линзаның артында бейненің пайда болмағанына көз жеткізіндер.



1. Жүргізілген тәжірибенің 8—10 бөлімдеріне сәйкес экранда пайда болған бейнелер бір-бірінен несімен ерекшеленеді?

2. 11- бөлім бойынша жүргізілген тәжірибеде бейненің неліктен экранда пайда болмағанын түсіндіріп беріндер.

3. Тәжірибе нәтижелерін талдап, олар туралы пікір өрбітіндер.

29-§

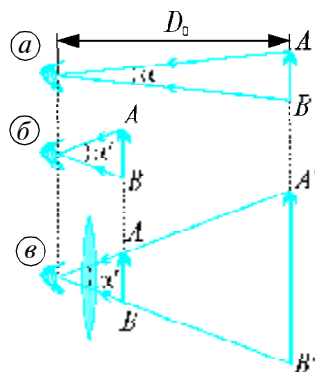
ОПТИКАЛЫҚ АСПАПТАР

Лупа

Көзіміздің ең жақсы көз көрерлік қашықтығы $D_0 = 25$ см шамасында болады. Мысалға, кіші AB бұйымның бетінде өте ұсақ нәрселерді қарап шығамыз. Оларға дейінгі қашықтық D_0 -ден аз болғанда біздің көзіміз бұйымдағы ұсақ нәрселерді көре алмайды.

D_0 қашықтықта көзіміздің AB бұйымды көру бұрышы α -ға тең болсын (64- а сурет). AB бұйымды көзімізге өте жақындатсақ, көру бұрышы α' -ға тең болады (64- б сурет). Алайда бұл жағдайда бұйымның бетіндегі ұсақ нәрселер айқасып-ұйқасып кеткендей болып көрінеді.

Егер бұйым мен көзіміз аралығында лупа қойсақ, D_0 қашықтықта AB бұйымның үлкейген $A'B'$ бейнесі пайда болады (64- в сурет). Сонда бейнеде бұйым бетіндегі ұсақ нәрселер де үлкейтілген түрде көрінеді. Осы жағдай үшін лупаның үлкейтуі $K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\alpha'}{\alpha}$ болады.



64- сурет



Лупа — заттарды көру бұрышын үлкейтіп беретін, екі жағы да дөңес линза.

Лупаның үлкейтуі $K = \frac{D_0}{F}$ формула бойынша анықталады. Лупалардың фокустық қашықтығы әдетте 1—10 см болады. $D_0 = 25$ см шамасында болғанын есепке алғанда, лупа заттарды 2,5—25 есеге үлкейтеді деуге болады.

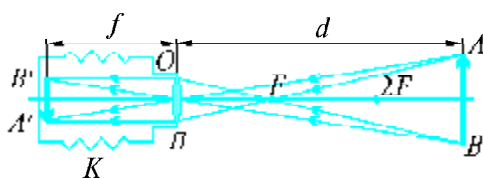
Фотоаппарат



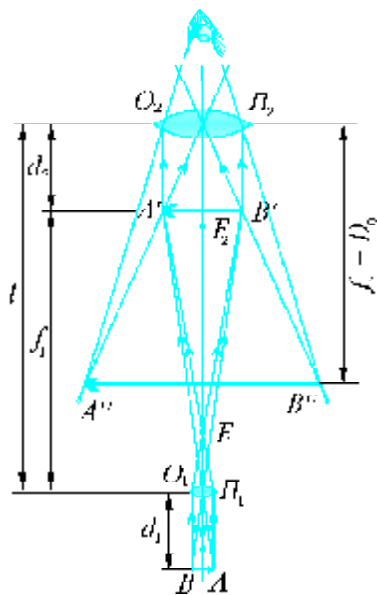
Фотоаппарат — объектінің бейнесін фотопленкаға, фотопластинаға яки фотоқағазға түсіріп, сақтайтын аппарат.

Фотоаппараттың негізгі бөлігі объектив O және камера K -дан тұрады (65-сурет). Объективтегі линза L камера экранында AB бұйымның теріс, шын және кішірейген $A'B'$ бейнесін шығарады. Фотоаппарат көмегімен заттардың бейнесін алуда зат пен линза арасындағы қашықтық линзаның екі еселенген фокусынан үлкен болады.

Фотоаппарат линзасының үлкейтіуі $K = \frac{f}{d}$ формуласымен анықталады.



65- сурет



66-сурет

Фотоаппаратта заттың бейнесін сақтап қалу үшін камераның экранына жарық әсерінен бейнені өзінде шығаратын және сақтап қалатын, арнайы фотоэмульсиямен қапталған фотопластина немесе фотопленка орналастырылады.

Микроскоп



Микроскоп — жақын қашықтықта көзге тікелей көрінбейтін өте ұсақ объектілерді үлкейтіп көрсететін оптикалық аспап.

Микроскоп бактерия, жасуша сияқты ұсақ объектілерді көруге пайдаланылады.

O_1 окулярдағы L_1 линзаның жәрдемімен AB заттың төңкерілген, нақтылай және үлкейген бейнесі $A'B'$ шығарылады (66-сурет). Микроскоптың O_2 объективіндегі L_2 линзасы лупа сияқты көру бұрышын асырады. Микроскоптың объективіне қарағанда L_1 линза шығарған $A'B'$ бейне көздің ең жақсы көрерлік қашықтығы болған D_0 қашықтықта және үлкейген $A''B''$

түрде көрінеді.

Микроскоптың үлкейтуі $K = \frac{ID_0}{F_1 F_2}$ формула бойынша анықталады. Мұнда l — линзалар арасындағы қашықтық, F_1 және F_2 — линзалардың фокус қашықтығы.

Құрылымына жаңалықтар енгізілген осындай микроскоптардың жәрдемімен көз көре алмайтын объектілерді 3000 есеге дейін үлкейтіп көруге болады.



1. Лупадағы бейне қалай пайда болады? Оның үлкейтуін қалай табуға болады?
2. Микроскоптағы бейне қалай пайда болады? Оның үлкейтуі қалай анықталады?
3. Фотоаппараттың құрылысы мен жұмысын түсіндіріп беріндер.
4. Оптикалық телескоптар жайлы не білесіндер?



1. Фокустық қашықтығы 2,5 см лупа бұйымды неше есе үлкейте алады? Осы мен кейінгі мәселелерде $D_0 = 25$ -ге тең деп алындар.
2. Бұйымды 20 есеге үлкейтіп көрсете алатын лупаның фокустық қашықтығын табындар.
3. Микроскопта линзалардың фокус қашықтығы сәйкесінше 1,5 және 2,5 см, ал олардың арасындағы қашықтық 30 см. Осындай микроскоп объектіні неше есе үлкейтіп көрсетеді?



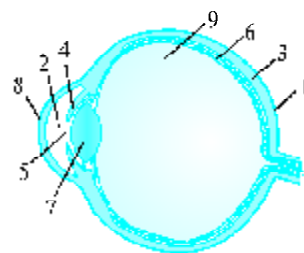
Лупаның K үлкейтуін табындар. Бұл үшін оны Күн сәулелерінің бағытын тосқандай ұстап, сәулелердің лупадан қандай F қашықтықта жиналатынын өлшендер.

30-§

КӨЗ ЖӘНЕ КӨРУ

Көздің құрылысы

67-суретте адам көзінің ішкі құрылысы көрсетілген. Көз шарасының сыртқы қабығы склера (1), оның алдыңғы мөлдір бөлігі *көз торы* (2) дейіледі. Склера ішкі жағынан *тамырлы қабықпен* (3) қапталған. Тамырлы қабық қан тамырларынан тұрады.



67- сурет

Тамырлы қабықтың алдыңғы бөлігі көздің сыртқы *мөлдір қабығына* (4) ұласқан. Оның ортасында шеңбер тәрізді тесік — *қарашық* (5) бар. Тамырлы қабықтың астында *тор қабығы* (6) болып, ол тығыз орналасқан жүйке талшықтарының ұшынан тұрады. Көздің сыртқы мөлдір қабығының астында мөлдір дене — *гауһар* (7) орналасқан, оған ұланған бұлшық еттер гауһардың қисықтық радиусын өзгертіп отырады. Гауһардың қарама-қарсы жағындағы тор қабығының беті жарыққа сезгіш сары заттеппен қапталған. Көз торы мен гауһар аралығы *судай түссіз сұйықтыққа* (8) лық толған. Гауһар мен тор қабығының арасында жұмсақ шыны тәрізді дене (9) бар. Судай *сұйық және шыны тәрізді* дененің жарық сындыру көрсеткіші 1,33-ке тең, ал олардың арасында орналасқан гауһардың көрсеткіші — 1,5-ке тең. Гауһар мұнда екі жағы да дөңес линзаның міндетін атқарады.

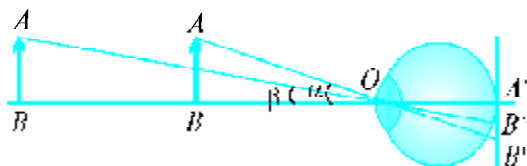
Көру

Бұйымға қарағанда одан келе жатқан жарық көзге түсіп, тор қабығында бұйымның нағыз, кішірейген де төңкерілген бейнесін шығарады. Тор қабығындағы жарық талшықтары бұйымның пішіні мен реңі жайлы ақпаратты адам миына жібереді. Сөйтіп адам белгілі бұйымның пішінін және түсін сезеді.

Айналасында орналасқан бұйымдар адам көзінен түрлі қашықтықта тұрған болса да, тор қабығындағы бейне айқын болып шығады. Мұның себебі сол, көз гауһарының қисықтық радиусы, басқа сөзбен айтқанда, фокустық қашықтығы өзгермейді.

Біз өте алыста тұрған бұйымдарды сезе алмаймыз. Мысалы, көз гауһарының оптикалық центрі O нүктеде болсын. Жақын жерде тұрған өлшемі AB бұйымға α бұрыш астында қарағанда оның бейнесі тор қабығында $A'B'$ өлшемінде пайда болады (68-сурет). Егер осы AB бұйымды ұзағырақ қойып, оған сырттан қарасак, $A'B''$ бейнесі және β көріну бұрышы кішірек болады. Бұл жағдайда бейненің астына саны біраз кемірек жүйке талшықтарының ұшар басы тура келеді. Сондықтан да біз бұйымның сыртқы көрінісі жайлы азырақ хабар аламыз.

AB бұйымы қаншама ұзақ қашықтықта болса, оның бейнесі және көру бұрышы соншалық кіші болады, сол себептен де бұйымның сыртқы көрінісі туралы соншама аз



68- сурет

хабар аламыз. Егер AB зат өте алыста болса, қабық талшығындағы бейненің кішірейгені соншалық, ол (яғни бейне) тек бір жүйке талшығының ұшына ғана түседі. Бір жүйке талшығы не бары бір нүкте жайлы ғана хабар бере алады.

Екі көзбен қарағанда заттың бейнесі екі көзде де бірдей пайда болады. Егер саусағымызды мұрнымыздың қасында тік ұстап тұрсақ, ол екіге бөлініп көрінеді. Бірақ саусағымызды 15—20 см-ге алысқа жылжытқанда бұл қосарлану жоғалады. Осы қашықтықтан бастап көздеріміз көру кезінде бір-біріне жәрдемдеседі. Жалғыз көздің көмегімен кеңістіктің үш өлшемділігін, заттардың жақындығы мен жырақтығын, жолдың кедір-бұдырлығын сезу қиынға соғады. Бұл жерде екі көзбен қараудың аса зор маңызы бар.

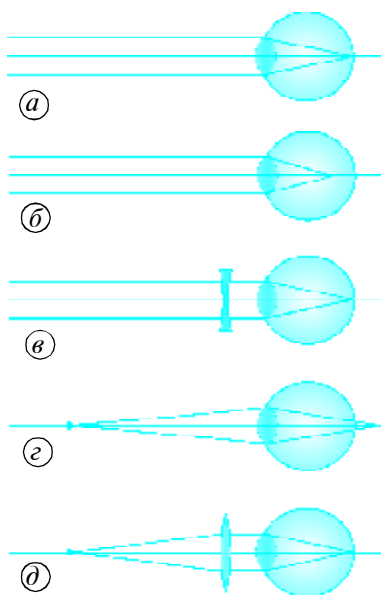
Көздің бұзылуы. Көзілдірік

Көзі жақсы көре алатын адамның көзінде заттың бейнесі тор қабығында пайда болады (69- *а* сурет). Кейбір адамдар алыстан жақсы көре алмайды. Бұндай адамдардың көзінде алыс заттардың бейнесі тор қабығынан беріректе пайда болады, ал заттардың өзі айқас-ұйқасып көрінеді (69- *б* сурет). Көздің осындай бұзылуы **жақынкөргіштік** дейіледі.

Жақыннан көретін көздерде гауһардың фокус қашықтығы қалыпты жағдайдан аз, яғни оптикалық күші үлкенірек болады. Көруді жақсарту үшін ойыс линзасы бар көзілдіріктер пайдаланылады. Көзілдіріктегі оптикалық күші теріс болған линза бейнені тор қабығына қарай жылжытып береді (69- *в* сурет). Осындай көзілдіріктің жәрдемімен затты жақсы көруге мүмкіндік туады.

Кейбіреулер, әсіресе жасы үлкен қарт адамдар оқу және жазу кезінде көп киналады. Мұндай адамдардың көзінде заттың бейнесі тор қабығынан алысырақта пайда болады және айқас-ұйқас кеткендей болып көрінеді. Көздің осындай бұзылуы **алысты көргіштік** (69- *г* сурет) дейіледі.

Алыстан көргіш көздердің фокус қашықтығы қалыптан үлкен, яғни оптикалық күші төменірек болады. Көруді жақсарту үшін дөңес линзасы бар көзілдіріктерді пайдаланады. Көзілдіріктегі оптикалық күші оң болған линза бейнені тор қабығына қарай жылжытады (69- *д* сурет). Мұның нәтижесінде осындай көзілдіріктің жәрдемімен әрбір адам затты дұрыс көзбен көргендей жақсы көре алады.



69- сурет



1. 67- суретке карап, адам көзінің құрылысын түсіндіріп беріндер.
2. Көздің ішіндегі бейне қалай пайда болады?
3. Екі көзбен қарау мен бір көзбен қараудың арасында қандай айырмашылық бар?



4. Алыстан көрмейтін және алысты көргіш көздердің кемшілігі неде? Осындай көздердің көре алатын қабілетін жақсарту үшін қандай көзілдіріктерді пайдалануға болады?
1. Алыстан жақсы көруге арналған +4 көзілдіріктің линзасы дөнес бола ма әлде ойыс бола ма? Оның линзасының оптикалық күші мен фокустық қашықтығы нешеге тең?
2. Алысты жақсы көруге арналған -2,5 көзілдіріктің линзасы дөнес бола ма әлде ойыс бола ма? Оның линзасының оптикалық күші мен фокустық қашықтығын табындар.
3. Фокустық қашықтығы 20 см-ге тең дөнес линзасы бар көзілдіріктің оптикалық күші нешеге тең болады? Осындай көзілдірікті қай максатпен киеді?
4. Фокустық қашықтығы 50 см-ге тең ойыс линзасы бар көзілдіріктің оптикалық күші нешеге тең болады? Осындай көзілдірікті не үшін киеді?

VI ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Егер беттің кедір-бұдырлылығының өлшемі жарық толқынының ұзындығынан үлкен болса, осындай беттен жарық шашыраңқы түрде шағылады.
- Егер беттің кедір-бұдырлылығының өлшемі жарық толқынының ұзындығынан кіші болса, осындай беттен жарық айнадағыдай шағылады.
- Жарық сәулесінің шағылу заңы:
 1. Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасына сәуленің түсу нүктесінен салынған перпендикуляр бір жазықтықта орналасады.
 2. Шағылу бұрышы γ түсу бұрышы α -ға тең.
- Жарық сәулесінің сыну заңы:
 1. Түскен сәуле, сындырылған сәуле және екі ортаның шекарасына сәуленің түсу нүктесінен салынған перпендикуляр бір жазықтықта орналасады.
 2. Түсу бұрышы синусының сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін өзгермейтін шама болады.
- Жарық сәуле сындыру көрсеткіші үлкен болған ортадан сындыру көрсеткіші кіші болған ортаға өткенде оның түсу бұрышы белгілі бұрыштан үлкен болады да, ол екі ортаның шекрасында толық шағылады.
- Бір яки екі жағы сфералық сыртпен шектелген мөлдір дене линза деп аталады.
- Линзаның формуласы:
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$
- Лупа — затқа қарау кезінде көру бұрышын үлкейтіп беретін екі жағы да дөнес линза.
- Фотоаппарат — объектінің бейнесін фотопенкаға, фотопластинаға яки фотоқағазға түсіріп, сақтайтын аппарат.
- Микроскоп — жақын жерде көзге тікелей көрінбейтін, өте ұсақ объектілерді үлкейтіп көрсететін оптикалық аспап.
- Алыстан көрмейтін көздердің көру қабілетін жақсарту үшін оптикалық күші теріс линзасы бар көзілдірік пайдаланылады.
- Алысты көргіш көздердің көре аларлық қабілетін жақсарту үшін оптикалық күші оң линзасы бар көзілдіріктер пайдаланылады.

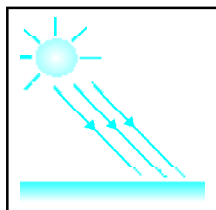
VI ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Қайтып және түсіп жатқан сәулелер арасындағы бұрыш 70° -қа тең болуы үшін жайпақ айнаға сәуле қайсы бұрышпен түсуі керек?
2. Горизонталь орналасқан қағаз парағында пайда болған магнит өрісінің көрінісін сыныптағы оқушыларға тік көрсету үшін жайпақ айнаны қалай қою керек?
- 3*. Егер жайпақ айнаны сәуле шағылып жатқан нүкте арқылы өтетін ось маңында және сәулелер орналасқан жазықтыққа перпендикуляр жазықтық айналасында φ бұрышқа бұрсақ, қайтып және түсіп жатқан сәулелер арасындағы бұрыш нешеге артады?
4. Қалайша екі жайпақ айна көмегімен панада тұрып бақылау жүргізуге болады? Лажы болса осындай аспап (айналы перископ) жасаңдар.
- 5*. Жағалауда тұрған адам тегіс су бетінде Күннің бейнесін көріп тұр. Адам көлден алыстаған сайын бұл бейне қалай орын ауыстырады? Күн сәулелерін параллель деп санандар.
- 6*. Алдыңғы есептің шартын пайдаланып, Күннің судағы бейнесін жағалауға 80 см-ге жақындату үшін адам көз деңгейін қанша төмендетуі керек екенін табыңдар. Күннің көкжиектен биіктігі 25° .
- 7*. Адам тік ілінген айнаға қарап тұр. Адам айнадан алыстаған сайын оның денесінің айнада көрінетін бөлігінің үлкендігі өзгере ме? Жауапты сызба сызып түсіндіріңдер және тәжірибеде тексеріп көріңдер.
- 8*. Қабырғаға сәл қиялатып ілінген айнаға адам қарап тұр. Адамның айнадағы бейнесін сызыңдар. Адам өз денесінің қайсы бөлігін көреді?
9. Неліктен жалынның алдында отырғанда оның арғы жағындағы заттар тербеліп тұрғандай болып көрінеді?
10. Неліктен аспан денесінің горизонталь биіктігін өлшегенімізде оның шынайы мәніне қарағанда үлкенірек мәнді табамыз?
11. Сәуле шыны бетіне 40° бұрыш астында түскенде бастапқы бағытынан қандай бұрышқа ауытқиды? Алмастың сыртына түскенде ше?
12. Су астында тұрған сүnguірге Күн сәулесі су бетіне 60° бұрышта түсіп жатқандай түйіледі. Күннің көкжиектен бұрыш биіктігі қандай?
13. Сәуле су бетіне 40° бұрышта түсіп тұр. Сыну бұрышы дәл сондай болуы үшін сәуле шыны бетіне қандай бұрыш астында түсуі керек?
14. Қай жағдайларда түсу бұрышы сыну бұрышына тең болады?
15. Сәуле судан шыныға өтеді. Түсу бұрышы 35° -қа тең. Сыну бұрышын табыңдар.
16. Сыну бұрышы түсу бұрышынан 2 есе кіші болуы үшін сәуле шыны бетіне қай бұрышта түсуі керек?
17. Сынған сәуле шағылған сәулеге перпендикуляр болуы үшін сәуле шыныға қай бұрышта түсуі керек?
18. Сәуленің су бетіне түсу бұрышы сыну бұрышынан 10° -қа үлкен. Түсу бұрышын табыңдар.
19. Үстел үстіне пияла қойып, ішіне тиын салыңдар. Кейін үстелден пияланың шетінен тиын көрінбейтін қашыққа алыстандар. Енді басыңды қимылдатпай тұрып, жолдасыңнан пиялаға су құюын өтініш ет. Тиын тағы көрініп қалады. Сызба сызып, осы құбылысты түсіндіріңдер.
20. Бала су астында 40 см тереңдікте жатқан затқа таяқты тигізуге әрекеттенуде. Егер бала дәл нысанаға алып, таяқты су бетіне 45° бұрыш астында тигізсе, таяқ заттан қанша қашықтықта су түбіне тиеді?

- 21*. Терендігі 2 м бассейн түбіне қазық қағылған. Қазық судың бетінен 0,5 м шығып тұр. Сәулелер 30° бұрыш астында түскенде бассейн түбіне қазықтан түсіп жатқан көлеңкенің ұзындығын табындар.
22. Егер жарық сәулелері шыны пластинканың бетіне ауада 45° бұрышта түссе, сәуленің сыну бұрышын табындар.
23. Қабырғалары параллель, қалыңдығы 2 см шыны пластинкаға 60° бұрышпен сәуле түсіп тұр. Пластинкадан шыққан сәуленің жылжу жолын анықтандар.
24. Қабырғалары параллель тынық пластинка арқылы өтетін сәуленің жылжуы аны табындар. Сәуленің түсу бұрышы α , сыну бұрышы γ , пластинканың қалыңдығы d . Сәуле қабырғалары параллель болған пластинкадан өткенде сәуле мен оның бастапқы бағыты арасындағы қашықтық пластинка қалыңдығынан үлкен болатын түрде жылжиды ма?
25. Көшеде ілінген фонарьдан бассейндегі су бетіне кешқұрым бірер бұрышта жарық сәулесі түседі. Суық түнде бассейндегі су тынық мұзбен қапталып, мұз бірте-бірте қалындай түсті. Суда сәуленің жолы қалай өзгереді? Мұздың сыну көрсеткіші судыкіне қарағанда біраз кішілеу.
26. Температураның артуымен судың сыну көрсеткіші біраз азаяды. Мұнда су үшін толық шағылысудың шекті бұрышы қалай өзгереді?
27. Жақұт үшін толық шағылысудың шекті бұрышы 34° -қа тең. Жақұттың сыну көрсеткішін табындар.
28. Сыну бұрышы 60° болған тікбұрышты үшбұрыш пішініндегі шыны призмаға 50° бұрышта сәуле түсуде. Сәуленің призмадан шығардағы сыну бұрышын табындар.
29. Сәуле тікбұрышты шыны призманың жағына перпендикуляр түсіп тұр. Сол призманың астында ішкі бұрышы 20° -қа тең болған тең қабырғасы үшбұрыш жатыр. Егер сәуле призманың ішінде а) екінші жағына түссе, б) астына түссе, бастапқы бағытқа қарағанда призмадан шығарда қанша градусқа ауытқиды?
30. Диаметрі тең, ал дөңестіктері түрлі екі симметриялық шыны линзалардың қайсысының фокус қашықтығы үлкен екенін қалай анықтауға болады?
31. Фокус қашықтығы 20 см линзаның оптикалық күші қанша? Фокустық қашықтығы 10 см линзаныкі ше?
32. Оқушы лабораториялық жұмысын орындай отырып, экранда жанып тұрған шамның анық бейнесін алды. Егер шамнан линзаға дейінгі қашықтық 30 см, линзадан экранға дейінгі қашықтық 23 см болса, линзаның фокустық қашықтығы мен оптикалық күші қанша болады?
33. Берілген S нүктеден фокус қашықтығы белгілі болған жинаушы линзаға түсіп жатқан еркін сәуленің жолын сызғышты пайдаланып қана сызындар.
34. Диаметрі d және фокус қашықтығы F жинаушы линзаның бүкіл бетіне оның бас оптикалық осіне параллель түрде сәуле шоғыры бағытталған. Экранда диаметрі d болған жарық шеңбер алу үшін экранды линзадан қайсы L қашықтыққа орналастыру керек?
35. Құтыдағы линза қай жағдайда жинаушы және қай жағдайда таратушы болады? Әрбір жағдай үшін линзаның оптикалық центрі мен фокусын жасау жолымен табындар.
36. Оптикалық күші 10 дптр-ге тең жинаушы линзадан 12,5 см қашықтықта шам тұр. Бейне линзадан қандай қашықтықта және қай түрде пайда болады?

37. Фокус қашықтығы 20 см линза көмегімен одан 1 м әрірек орналасқан экранда заттың бейнесі алынды. Зат линзадан қаншама алыста тұр? Бейне қандай болады?
38. Мәтін басылған бір парақ қағазға бір тамшы тұнық желім түсті. Неліктен тамшы астындағы әріптер басқа әріптерге қарағанда үлкен болып көрінеді?
39. Бұйымға жинаушы линза арқылы қарап, оны линзадан 4 см алысырақта орналастырып, жорымал бейнесін алды. Бұл бейне бұйымның өзінен 5 есе үлкен. Линзаның оптикалық күші қандай?
40. Сызықты үлкейтуі K -ге тең линзаның фокустық қашықтығы F -тің және линзадан бұйымға дейінгі қашықтық d -ға тәуелділігін өрнектермен.
41. Бұйымның шын бейнесі оның өзінен 3 есе үлкен болуы үшін фокустық қашықтығы 12 см болған линзадан оны қандай қашықтыққа қою керек?
42. Заттың абстракты бейнесін таратушы линза мен оның абстракты фокусы арасында алу үшін затты таратушы линзаның алдына қалай қою қажет?
43. Бұйымды таратушы линзаның алдына 40 см қашықтыққа қойғанда, оның 4 есе кішірейген абстракты бейнесі шығады. Сол таратушы линзаның оптикалық күшін анықтандар.
44. Бұйым линзадан $4F$ қашықтыққа орналастырылған. Сол бұйымның экрандағы бейнесі оның өзінен неше есе кіші?
- 45*. Бұйым таратушы линзаның алдында одан mF қашықтықта тұр. Линзадан қандай қашықтықта абстракты бейне алынады және ол бұйымның өзінен неше есе кіші болады?
46. Бұйымнан экранға дейінгі қашықтық 90 см. Экранда бұйымның анық бейнесін алу үшін фокус қашықтығы 20 см линзаны бұйым мен экран арасына қалай орналастыруға болады?
47. Бұйымнан экранға дейінгі қашықтық 3 м. Бұйымның 5 есе үлкейтілген бейнесін алу үшін қандай оптикалық күші бар линза алу және оны қай жерге орналастыру керек?
- 48*. Экран жанып тұрған шамнан L қашықтықта тұр. Шам мен экран арасына линзаны орналастырып, экранда шамның анық бейнесін линзаның бір-бірінен a қашықтыққа алыстаған екі күйде алуға болады. Мұнда линзаның бас фокус қашықтығын табу үшін $F = \frac{l^2 - a^2}{4l}$ формуласын пайдалануға болатынын көрсетіндер.
- 49*. 5 км биіктікте ұшақтан 1:2000 масштабта Жердің фотосуреті алынып жатыр. Фотоаппарат объективінің оптикалық күшін анықтандар. 250 км биіктіктегі жасанды серіктен Жер бетін сол фотоаппаратпен суретке түсіргенде, суреттің масштабы қандай болады?
- 50*. Фильмоскоптан экранға дейінгі қашықтықты қысқартқанда бейненің анық көрінуі үшін объект пен диафильм пленкасы арасындағы қашықтықты қалай өзгерту керек? Бейненің өлшемдері мен жарықтылығы қалай өзгереді?
51. Бірінші фотоаппарат объективінің фокус қашықтығы 5 см, екіншісінікі 4 см. Бірдей қашықтықта тұрып бір объектінің фотосуретін алғанда оның қайсы фотоаппаратта алынған суреті үлкен болып шығады?
52. Экранда балаларға арналған фильмоскоптың көмегімен кадрдың анық бейнесі алынды. Егер объективтің жоғарғы жартысын қолмен жапсақ, бейне қалай өзгереді? Лажы болса, мұны тәжірибеде тексеріп көріңдер.

- 53*. Фотоаппарат объективінің фокус қашықтығы 5 см. Бұйымның шын өлшемінің $1/9$ бөлігіндей келетін суретін алу үшін бұйымды объективтен қандай қашықтыққа орналастыру керек?
54. Бұйымды d_1 қашықтықтан тұрып фотосуретке түсіргенде оның пленкадағы бейнесін биіктігі h_1 , ал d_2 қашықтықта тұрып алғанда h_2 болды. Объективтің оптикалық күшін табындар.
55. Жолдасыңнан назарын жақсы жарықтандырылған заттан қаралау, әлсіз жарықтандырылған затқа аударуын өтініш ет. Сонда оның көз қарашығының диаметрі қалай өзгередінін бақыла. Осы құбылысты түсіндіріңдер.
56. Қалыпты көру қабілеті бар адам жайпақ айнада өз бетінің бейнесіне мұқият қарағанда айнаны қайсы қашықтықта ұстап тұруы керек?
57. Таза ауада жарық дәрежесі орташа болғанда қалыпты көз үшін шегіне жеткен көру бұрышы $40''$ -қа тең. Ақ фонда көру сәулесіне перпендикуляр орналасқан, диаметрі 10 см қара шеңбер қандай қашықтықта көрінбей қалады?
- 58*. Оқытушы үстелінен 8 м қашықтықтағы соңғы партада отырған оқушы өлшеуіш аспаптың бөліктерін бір-бірінен ажыратып, айқын көруі үшін сол бөліктер бір-біріне қаншалықты жақын болуға тиіс? Шегіне жеткен көру бұрышы $2'$ -ге тең деп санандар.
59. Алысты көретін адамдардың көзілдірігі жақынкөргіш адамдардың көзілдірігінен қалай ерекшеленеді?
60. Жинаушы шынысы бар көзілдірік таққан оқушы оң көзіндегі линзаның көмегімен еденде төбедегі лампаның анық бейнесін алады. Бұл жерде ол көзілдірікті еденнен 60 см жоғарыда ұстап тұр. Сол көздегі линзаның көмегімен де лампаның анық бейнесін алу үшін көзілдірікті 14 см төменге түсіруге тура келді. Егер оң жақ линзаның оптикалық күші 2 дптр-ге тең болса, сол жақ линзаның оптикалық күші қандай?
61. Алысты көретін көз баспа мәтінін ең кем дегенде 50 см қашықтықтан жақсы ажыратады. Сол мәтінді оқу үшін көзілдірікті оптикалық күші қандай болатын линзадан жасау керек? Көз — линза жүйесінің оптикалық күшін көз бен линзаның оптикалық күштерінің қосындысына тең деп санандар.
62. 4 есе үлкейтілген лупаның оптикалық күшін анықтаңдар.



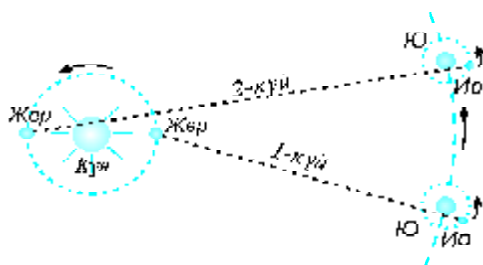
VII ТАРАУ

ЖАРЫҚ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ

31-§

ЖАРЫҚ ЖЫЛДАМДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Жарық жылдамдығын өлшеудің астрономиялық әдісі



70-сурет

XVII ғасырда Юпитердің серіктері бақыланғанда, оның ең үлкен Ио серігі Юпитердің көлеңкесіне кіруі және одан шығуы, яғни тұтылу кезеңі (7 күннен артығырақ) белгілі болған.

Астрономиялық бақылаулар Жер Юпитерге өте жақын болғанда (70-сурет, 1-жағдай) Ио серігінің тұтылуы орташа қайталану кезеңінен шамамен 11 минут бұрын, ал Жер Юпитерден өте қашықтағанда (2-жағдай) шамамен 11 минут кейін басталғанын көрсеткен.

Даниялық ғалым **О.Ремер** 1676 жылы Ионың тұтылу мерзімділігіне тең осы $t = 11 \text{ минут} + 11 \text{ минут} = 22 \text{ минут}$ уақыт жарықтың Жер орбитасын кесіп өтуі үшін кеткен уақыт деп түсіндірді. Жердің Күн төңірегінде айналу орбитасының диаметрін $D = 284\,000\,000 \text{ км}$ деп алып, $c = D/t$ формуласынан жарық жылдамдығын анықтады.



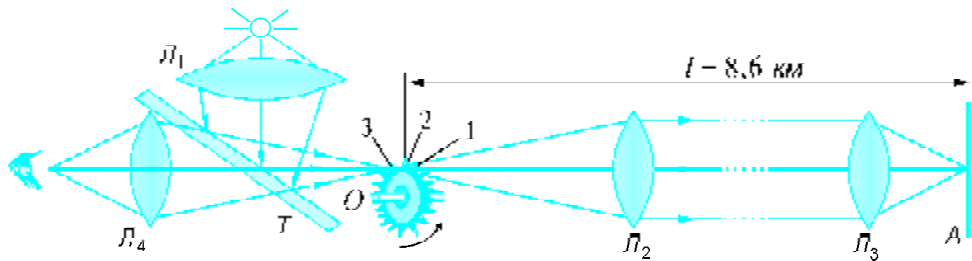
Ремер 1676 жылы бірінші рет жарық жылдамдығын есептеп шықты. Оның мәні шамамен $215\,000\,000 \text{ м/с}$ -қа тең болып шықты.

Қазіргі таңда Жер орбитасының диаметрі $299\,200\,000 \text{ км}$ екендігі, жарық бұл қашықтықты $16 \text{ мин } 37 \text{ секундта}$ басып өтетіні мәлім. Бұл жағдайда жарық жылдамдығының $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ -қа тең болған анық мәні келіп шығады.

Ремер тарапынан XVII ғасырда анықталған жарық жылдамдығының осы мәні қазіргі замандағы анық мәнінен едәуір ерекшеленсе де, бұл нәтиже сол кезде өте үлкен жаңалық еді. Өзінің ғылыми табысымен Ремер, біріншіден, жарықтың шектелген жылдамдығы бар екенін тәжірибе жүзінде дәлелдеді. Екіншіден, ол жарық жылдамдығы тым үлкен екендігін анықтады.

Физо тәжірибесі

Арадан 173 жыл өткен соң 1849 жылда француз физигі Физо тәжірибеге сүйеніп, жарық жылдамдығының анығырақ мәнін өлшеуде үлкен табысқа жетті. Физо тәжірибесінің мәнін қарастырайық.



71-сурет

С жарық көзінің бағытын тосқан L_1 линзаны жарып өткен сәулелер мөлдір шыны табакша T -ден шағылады да, O нүктеде жиналады. Осы нүктеге тиісті доңғалақ орнатылады да, ал сәуле оның тістерінің арасынан өткізіледі (71-сурет). Доңғалақтан өткен сәуле L_2 линзаның жәрдемімен параллель етіп бағытталған. Параллель сәулелердің жолында өте ұзақ қашықтықта қойылған L_3 линза оларды мөлдір айна K -ға жеткізеді. Айнадан шағылған сәулелер келген жолымен доңғалақ тістерінің арасынан өтіп, T шыны табакша мен L_4 линза арқылы бақылаушының көзіне түседі.

Сонда доңғалақты ақырын айналдырғанда шағылған сәуле бақылаушының көзіне түсті. Доңғалақтың айналу жылдамдығы асырылды. Белгілі жылдамдыққа жеткенде шағылған сәуле бақылаушыға түспей қалды. Мұның себебі, доңғалақ тістерінің арасынан өткен сәуле қайтып келгенге шейін, осы тістер белгілі бұрышқа бұрылып, сәуленің жолын тосып қояды.

Доңғалақ айналуының ω бұрыштық жылдамдығы белгілі мәніне жеткенде сәуле бақылаушыға көріне бастады. Доңғалақты осындай жылдамдықпен айналдырып тұрғанда, шағылған сәуле көрінуі қайталана берді. Мұның себебі сол, доңғалақтың 1- және 2- тісінің арасынан өткен сәулелер қайтып келгенше доңғалақтың 1- тісінің орнын 2- тісі, 2- тісінің орнын 3- тісі алуға үлгерген. Нәтижеде шағылған сәуле 2- және 3- тістердің арасынан өткен.

Физо доңғалақтың ω айналу жылдамдығын өлшеп, соған қоса доңғалақтың r радиусын, оның тістері арасындағы доғаның s ұзындығын, доңғалақтан айнаға дейін болған l ($l = 8,6$ км) қашықтықты біліп, жарықтың c жылдамдығын анықтаған болатын.



Физо тәжірибесінде жарықтың жылдамдығы 313 300 000 м/с-қа тең болып шықты.

Ғалымдар Физо тәжірибесінен кейін де жарық жылдамдығын өте дәл өлшеуге ұмтылды. Солардың ішінде француз физигі **Л. Фуко** (1819—1868) 1862 жылы Физо тәжірибесіндегі доңғалақтың орнына айналмалы айналар қойып, жарық жылдамдығының мәнін 298 000 000 м/с-қа тең деп тапты.

Американдық физик **А. Майкельсон** (1852—1931) 1927 жылы Фуко тәжірибесін жетілдіріп, жарық жылдамдығының 299796000 м/с-қа тең мәнін табуға қол жеткізді.



Қазіргі заманғы мәліметтерге қарағанда, жарықтың вакуумдағы жылдамдығы 299 792 458 м/с-қа тең.

Жарық жылдамдығының осы дәлірек мәніне сүйене отырып, 1983 жылы Халықаралық өлшемдер мен таразылар жүйесі бойынша Бас ассамблея метрдің төмендегідей жаңа анықтамасын қабылдады: “Метр дегеніміз — секундтың $1/299\,792\,458$ үлесіндегі уақытта вакуум ішінде таралатын жарық толқыны”.

Жарық жылдамдығының анықталуы оның табиғатын білуге үлкен жәрдем берді. Бүкіл дүниеде ешбір дене жарықтың вакуумдағы жылдамдығынан тезірек жылдамдықпен қозғала алмайды.

Кей-кейде жарық жылдамдығының мәнін жинақтап, $c = 3 \cdot 10^8$ -м/с-қа тең деп алуға болады.



1. Жарық жылдамдығы астрономиялық әдіспен қалай анықталғанын түсіндіріп беріндер.
2. Жарық жылдамдығын анықтау саласында Ремер жүргізген жұмыстардың қандай маңызы бар?
3. Жарық жылдамдығын анықтауға бағытталған Физо тәжірибесінің мәні неде?
4. Фуко мен Майкельсон тәжірибелері Физо тәжірибесінен қалай ерекшеленеді?
5. Қазіргі заманда жарық жылдамдығының дәл анықталған мәні нешеге тең?



1. Жерден Күнге дейінгі орташа қашықтық 149,6 млн км, ал Юпитерден Күнге шейін орташа қашықтық — 778,3 млн км-ге тең. Жер Күн мен Юпитердің арасындағы орында тұр дейік. Юпитерден шағылған сәуле Жерге неше уақыттан соң жетіп келеді?
2. Күн сәулесі Жерге неше уақыттан кейін жетіп келеді? Жерден Айға дейін орташа қашықтық 384 млн км-ді құрайтын болса, Айдан шағылған жарық сәулесі Жерге неше уақыттан соң жетіп келеді?
3. Ғарыштағы ең жақын жұлдыздың сәулесі Жерге шамамен 4 жыл 4 ай ішінде жетіп келеді. Жерден ең жақын жұлдызға шейін болған қашықтықты табындар.

32-§

ЖАРЫҚТЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘСЕРІ

Жарықтың химиялық әсері

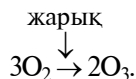
Заттек молекулалары жарық энергиясын жұтқанда олар бөлшектерге бөлініп, басқа молекулаларға айналып кете алады. Молекулалардың осынау өзгерісі химиялық процесс болып табылады.



Жарықтың химиялық әсері — жарық кванттарының әсерінен заттарда өтетін химиялық өзгерістерді қамтиды.

Күн сәулесі астында кеуіп қалған маталар түсінің өзгеруі, адам денесінің қараюы жарықтың химиялық әсері болып табылады.

Күннен түскен ультракүлгін сәулелердің әсерінен атмосферадағы оттегі молекулаларының бір бөлігі озон молекулаларына айнала бастайды. Бұл процесс былай өтеді:



Қазіргі кезде Күн сәулелерінен қарайып кететін көзілдіріктер кең таралған. Мұндай көзілдіріктердің линзасына ультракүлгін сәулелерінің әсерінен тотығып кететін заттек қосылған болады.

Жарықтың тигізген әсерінен аммиактың азот пен сутегіге бөлінуі байқалады. Сутегі мен хлор газ тәрізді жағдайларында қараңғылықта әрекеттеспейді. Алайда жарық түсісімен олар шапшаң реакцияға түсіп, құлақ тұндырарлық қопарылыс шығарады.

Жарық түсуінен сақтап қалу үшін көптеген химиялық заттарды арнайы қара қапшыққа салып, қараңғы жерде сақтайды. Дәрі-дәрмектердің кейбір түрін де қараңғы орында сақтау қажет.

Фотография

Фотоаппараттың басқа оптикалық аспаптардан басты айырмашылығы, ондағы объектінің бейнесі арнайы фотопленкада немесе фотопластинада сақталып қалады. Онда жарықтың химиялық әсерін пайдаланады.

Фотопленканың (фотопластинка) сезгіш қабаты күміс бромидінің (AgBr) желатинге батырылған ұсақ кристалдарынан тұрады. Жарық әсерінен күміс бромид бөлшектеніп, таза күміс атомдары бөлінеді. Күміс атомдары бөлініп шыққан жер қарайып қалады. Суреті алынып жатқан объектінің түрлі нүктелерінен фотопленкаға түсіп жатқан жарықтың жылдамдығы түрліше болады. Фотопленканың қай жеріне жарық көп түссе, сол жерден күміс атомдары көбірек бөлініп шығады да күштірек қараяды. Нәтижеде фотопленкада объектінің бейнесі пайда болады. Бірақ бұл бейне көзге көрінбейді. Себебі бромнан бөлінген күміс атомдары әлі де пленка бетінде отырған болады. Сондықтан пленкадағы осы бейне жасырын (негатив) бейне деп аталады.

Осы күйдегі фотопленкаға жарық түсуі қажет емес. Оған жарық түссе, пленканың бүтін бетіндегі күміс бромиді қабатынан бірден күміс атомдары бөлінеді, яғни пленка «күйеді».

Бейне түсірілген пленканы қараңғыда фотоаппараттан алып, екі саты бойынша қайта істейді. Бірінші сатыда пленкадағы бейне өшіріледі. Бұған гидрохинон, метол немесе басқа заттардың ерітіндісі арқылы бромид кристалынан бөлінген күміс жуылады. Нәтижеде бейнеде объектінің ақ жері қара, қара жері ақ болады.

Екінші сатыда бейне бекітіледі. Енді пленка гипосульфит ерітіндісіне батырылып, онда қалған күміс бромидінен тазаланады. Содан соң суда жуып, құрғатады.

Негатив бейнесі бар пленкадан жарық өткізіліп, ақ қағазға түсірілгенде онда позитив, яғни объектінің түпкі бейнесі шығады. Бейне түсірілген ақ қағаз химиялық өңделген соң объектінің фотосуреті дайын болады.

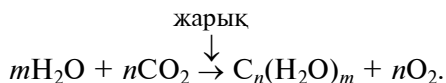
Қазіргі күнде объектілердің фотосуреттері түрлі түсті етіп шығарылады. Түсті суреттерді алу ақ-қара бейнені алу сияқты жүзеге асырылады. Айырмашылығы сол, түсті фотосурет алу үшін түрлі химиялық заттар пайдаланылады.

Жарықтың биологиялық әсері. Фотосинтез

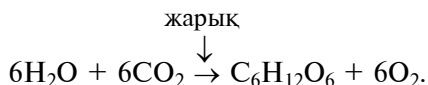
Жарықсыз ешбір өсімдіктің өспейтінін жақсы білесіңдер. Ағаштар мен өсімдіктердің жарық сәулелерімен әрекеттесуі олардың жапырақтары арқылы жүзеге асады.

Сендер «өсімдіктер жапырақтары арқылы демалады», «ішкен суды жапырақтары арқылы буға айналдырады», «өсімдіктер ауадан да азық алады», «өсімдіктер ауадан көмірқышқыл газын сіңіріп, өз ішінен оттегі шығарады» деген сөздерді жиі естіген боларсыңдар. Бұндай сөздердің жөні бар. Өйткені жоғарыда айтылған процестердің бәрі жарық әсерінен жүреді.

Өсімдік тамыры арқылы сіңірген су оның денесін бойлап көтеріледі де жапырағына жетеді. Күннен түскен жарықтың $h\nu$ квантының әсерінен жапырақтағы су молекулаларының m саны көмірқышқыл газы молекулаларының n санымен реакцияға кіріседі. Реакцияның нәтижесінде жапырақта органикалық қосылыс пайда болады да, оттегінің n молекуласы бөлініп шығады. Бұл реакцияны былай жазуға болады:



Кездейсоқ оқиғада, яғни $m = n = 6$ болғанда фотосинтез барысында мына формула бойынша глюкоза пайда болады:



Жарықтың әсерінен су мен көміртегінің қос тотығы қатысқанда өсімдіктерде органикалық қосылыстардың пайда болу және ауаға оттегінің бөлініп шығу процесі *фотосинтез* деп аталады.

«*Fotosintez*» грек тілінен алынған сөз, ол «*fotos*» — «жарық», «*sintez*» — «қосу», «*бірлестіру*» деген мағынаны білдіреді.

Жапырақ ішінде пайда болған органикалық қосылыстар өсімдіктің тамыры ішімен жерден алған түрлі элементтермен реакцияға кірісіп, оның азығы болатын белок, май, углевод, сондай-ақ өң беретін крахмалды шығарады.

Фотосинтез процесі саңырауқұлақтар, бактериялар және басқа да өте ұсақ организмдердің ішінде де өтеді.

Фотосинтез процесі негізінде Күннен түсетін жарықтың құрамында бар, жоғары жиілікті (яғни толқын ұзындығы қысқа болған) көрінетін сәулелер мен ультракүлгін сәулелердің әсерінен жүреді. Кешке өсімдік жапырағына электр шамынан қанша жарық түсірсек те, оның бойында фотосинтез процесі тіпті

болмайды. Мұның себебі сол, электр шамынан қызыл сәуле және оған жақын, толқын ұзындығы біраз жоғары болған сәулелер таралады.

Өсімдіктегі жемістің пісуі, олардың түрлі түсті болуы да жарықтың жасаған ықпалының нәтижесі болып табылады.

Жер бетінде тіршіліктің пайда болып, өмір сүруі үшін тұрмыс жағдайларының пайда болуы, ауа райының өзгеруі — бұлардың бәрі Күннен түсетін жарықтың энергиясы арқылы жүзеге асады. Демек, қазіргі заман ғылымының қорытындысына сәйкес, қазіргі тірі жәндіктер 4 миллиард жыл бұрын Жердегі жағдайда ұзаққа созылған химиялық, биологиялық және физикалық процестердің жемісі болып табылады.



1. Жарықтың химиялық әсері дегенде нені түсінесіңдер?
2. Неліктен көптеген химиялық заттарды арнаулы қапшықтарға салып, қараңғы жерде сақтайды?
3. Фотосинтез процесі дегеніміз не? Оның қалай өтетінін түсіндіріп беріңдер.
4. Неліктен электр шамынан түскен жарықтың әсерінен фотосинтез процесі жүрмейді?

33-§

ГЕЛИОТЕХНИКА. ӨЗБЕКСТАНДА КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ

Күннен келетін жарық энергиясын жылу яки электр энергиясына айналдырып, оны түрлі мақсаттар үшін пайдалану мүмкін.



Күн энергиясын басқа түрдегі энергияларға айналдыратын қондырғылар гелиотехникалық қондырғылар деп, ал күн энергиясын пайдалану келешегімен шұғылданатын сала гелиотехника деп аталады.

Грекшеден «*Gelios*» — «Күн» деген мағынаны білдіреді.

Жердің бетіне түсетін Күн сәулелері өте үлкен жылу көзі болып табылады. Сол көзден нәтижелі пайдалану әдістерін табу, түрлі қондырғылар, энергия көздерін жарату — гелиотехниканың басты міндеті.

Бізге белгілі, Күн Жер бетін географиялық ендіктер бойынша түрліше жарытады. Жыл бойы Жердің 1 м^2 ауданына тура келетін Күн энергиясы 300 Вт/м^2 - тан 1340 Вт/м^2 -қа дейін өзгеріп тұрады. Орталық Азия елдерінде Күн энергиясын пайдалану үшін географиялық, оптикалық және энергетикалық тұрғыдан табиғи жағдайлар бар. Өйткені, маусым айында жарық күннің ұзындығы 16 сағат, ал желтоқсанда 8—10 сағатты құрайды. Мұнда жаздығүні ай сайын 320—400 сағат ашық Күн сәулесі тура келеді. Бұл жерде гелиотехникалық қондырғыларды пайдалану нәтижесінде көп мөлшердегі отын және басқа көздерден алынып жатқан энергия үнемдеуі мүмкін. Шуакты Өзбекстанда Күн энергиясы ежелден пайдаланылып келген. Бағзы заманда-ақ адамдар жеміс, көкөністерді Күн сәулесінде кептірген. Жүзімді күнде кептіріп, сапалы мейіз әзірлеген. Өрік, қауын, алма, сабалы және басқаларды кептіріп, олардың қағын дайындаған.

Ұлы ғұламаларымыз Күннің жылуы Жер бетінде болатын құбылыстарға байланысты екені туралы айтып өткен. Мысалы, **Әбу Әли ибн Сина** өзінің «Данышнама» деген кітабында «Линзаның от тұтандыруының себебі, оның бір нүктеге жиналуында. Бұл нүкте күшті жарытылады да күшті ысиды», деп жазады. Ибн Синаның ұсынысына орай, Күн сәулесі ауаны тазалап тұруы үшін Бұхара, Самарқанд және басқа қалаларда ғимараттардың барлық бөлігіне күн сәулесі түсіп тұратындай «Солтүстік-Оңтүстік» етіп салынған.

Күн энергиясымен істейтін гелиотехникалық қондырғылар XX ғасырдың басында басталған. Бұл кезеңде Өзбекстанда күн энергиясымен істейтін гелиотехникалық қондырғылар (темекі экстрактын күн сәулесінде буландыру, тәжірибе өткізілетін жылыжайлар) құрылды.

Гелиотехника саласында зерттеу жұмыстарын жүргізуге де баса назар аударыла бастады. 1934 жылы Ташкентте гелиотехника лабораториясы жұмыс бастады.

1943 жылы Өзбекстан Ғылым Академиясының Физика-техника институтында **Гелиотехника лабораториясы** құрылды. Бұл лабораторияда жүргізілген зерттеулер бойынша Күн энергиясын пайдаланып, су жылыту қондырғылары, жеміс кептіретін, жібек талшығын жібітіп, құрғататын, күкіртті сұйылту қондырғылары жасалды.

1946 жылы Физика-техника институтында диаметрі 10 м-лі айна тәрізді параболоид қондырғы құрылды. Күн энергиясын жинап беретін бұл қондырғыны бу және мұз алу істерінде пайдаланады.

1963 жылы Өзбекстан ҒА-ның Геофизика бөлімі ашылды. Жүргізілген ғылыми зерттеулер бойынша Күн сәулесін жинау және оны пайдалануға арналған түрлі қондырғылар жасалды. Мысалы, жиналған күн сәулесінің әсерінен науқастарды емдейтін медициналық қондырғылар, ауыл шаруашылық егіндерінің тұқымдарын күн сәулесімен өңдейтін қондырғылар да жасалды.

Республикамызда Күн энергиясын пайдалану бойынша үлкен жетістіктерге қол жеткізілді. 1960—1970 жылдарда-ақ бұл салада ғалымдар **У.О. Орипов, С.А. Азимов** және басқалар негіз салған гелиотехника мектебі қалыптасты.

1976 жылы С.А. Азимовтың бастамасымен үкіметіміздің қаулысына орай Өзбекстан Ғылым Академиясының “Физика-Күн” ғылыми өндірістік бірлестігі құрылды. Бұл бірлестік практикалық маңызы бар зерттеулер жүргізіп, нәтижелері іс жүзіне енгізілді. Жоғары пайдалы әрекет коэффициенті бар күн қондырғылары арқылы істейтін су насостары, медицинада қолданылатын жиһаздар, суды тұщыландыратын қондырғылар, жылыжайлар, құрғататын аспаптар және тоназытқыштар жасалып, ауыл шаруашылығының түрлі салаларында, әсіресе ғимараттарды жылы сумен қамтамасыз етуде жүзеге асырылды.

Күн энергиясын одан ары тиімді пайдалану мақсатында 1987 жылы Ташкент облысының Паркент ауданында “Физика-Күн” ҒӨБ-не қарасты жылу қуаты 1 МВт болған Күн батареясы құрылды. Мұндай қондырғы сол уақытқа дейін Одео (Франция) қаласында ғана бар еді. Қондырғы концентраторының фокустық қашықтығы 18 м болған параболоид айнасынан тұрады, оның өлшемі 54 x 42 м-ді құрайды.

Күн батареясында жиналған энергия ыстыққа шыдамды материалдарды алу, ыстыққа және ысқалануға төзімді электр изоляция қасиеттері бар материалдарды жасау үшін пайдаланылуда. Сондай-ақ жергілікті шикізат және өнеркәсіп қалдықтары негізінде керамикалық ыстыққа шыдамды материалдар алу және солар арқылы медицина, энергетика, мұнай және газ, жеңіл өнеркәсіп үшін қажетті заттар өндіру технологиясын жарату сияқты ғылыми-техникалық әдістемелер жасалып жатыр. Күн батареясының көмегімен аралас емес таза металдарды ерітуге қол жеткізілді.

Ғарыштық стансалардағы қуаты үлкен қондырғыларда Күн энергиясын пайдаланып жатыр. Қуаты аз электрон қондырғыларда (микрокалькуляторлар, сағаттар, мобильді телефон аппараттарында) да фотоэлементтерді пайдаланады.



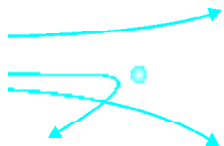
1. Қандай қондырғылар гелиотехникалық қондырғылар деп аталады? Гелиотехника саласы нені үйренеді?
2. Неліктен Өзбекстан аумағын күн энергиясын пайдалану үшін қолайлы болып саналады?
3. Елімізде ежелден Күн энергиясын қалай пайдаланып келген?
4. Өзбекстанда гелиотехника саласын дамыту және оны іс жүзінде пайдалану бойынша қандай істер жүзеге асырылған?

VII ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

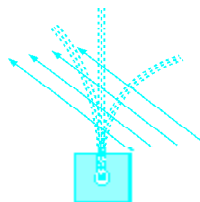
- Ремер 1676 жылы алғаш рет жарық жылдамдығын анықтады. Оның мәні шамамен $215\,000\text{ м/с}$ -қа тең болып шықты.
- Физо тәжірибесінде жарық жылдамдығы $313\,300\,000\text{ м/с}$ -қа тең болып шықты.
- Қазіргі заманғы мәліметтерге қарағанда, жарықтың вакуумдағы жылдамдығы $299\,792\,458\text{ м/с}$ -қа тең.
- Жарықтың химиялық әсері — жарық әсерінен заттарда өтетін химиялық өзгерістер болып табылады.
- Жарық әсерінен су мен көмірқышқыл газының қос тотығы қатысуымен өсімдіктерде органикалық қосылыстардың пайда болуы және ауаға оттегінің бөлініп шығу процесі фотосинтез деп аталады.
- Күн энергиясын басқа түрдегі энергияларға айналдыратын қондырғылар гелиотехника қондырғылар деп, ал күн энергиясын пайдаланудың болашағымен шұғылданатын сала гелиотехника деп аталады.
- Күн энергиясын пайдалану келешекте орасан зор пайда келтіреді. Күн энергетикасы экология тұрғысынан таза, қолайлы және шусыз болғандықтан оның мүмкіншіліктері шексіз.

VII ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Егер жұлдыздардың бірінің жарығы 100 жылдан кейін жетіп келсе, Жерден сол жұлдызға дейінгі қашықтық қанша?
2. Жерден Күнге дейінгі орташа қашықтық 149,6 млн км, Юпитерден Күнге дейінгі орташа қашықтық 1429,3 млн км-ге тең. Жер Күн мен Юпитер аралығында тұр дейік. Юпитерден шағылған сәуле қанша уақытта Жерге жетіп келеді?
3. Ойлап көріндер, ракета жарық жылдамдықпен 100 км биіктікте Жер шарының экваторын бойлап ұшуда. Осындай жылдамдықпен ұшып бара жатқан ракета 1 с-та Жер шарын неше рет айналып шығады? Жердің радиусы 6400 км.
4. Ремер анықтаған жарық жылдамдығы неліктен шын мәнінен өте ерекшеленеді?
5. Физоның жарық жылдамдығын анықтауға жататын тарихи тәжірибеде $N = 720$ тісі бар доңғалақ пен айна арасындағы қашықтық $l = 8633$ м. Жарық бірінші кезде тісі бар доңғалақтың айналу жиілігі $\nu = 12,67 \text{ с}^{-1}$ болған жағдайда жоғалды. Физо жарық жылдамдығы үшін қандай мәнді алған?
6. 1875 жылы Физоның тәсілін француз физигі Корню пайдаланды. Ол доңғалақтың айналу жиілігін біраз асырып, жарықтың кейтпе-кейт жоғалуы мен пайда болуын 28 рет тіркеді. Егер доңғалақтан айнаға дейінгі қашықтығы 23 000 м, тістердің саны 200, жарықтың 28 рет пайда болуы доңғалақтың айналу жиілігі $914,3 \text{ с}^{-1}$ болғаны байқалса, Корню жарық жылдамдығы үшін қандай мәнді алған.
7. Неліктен кейбір дәрілік заттарды жарықта сақтауға болмайды?
8. Өсімдіктер үшін жарықтың маңызы қандай?
9. Неліктен гелиотехникалық қондырғылар Күн сәулесі көп түсетін жерде құрылады?
10. Күн энергиясын пайдаланудың қандай қолайлылықтары бар?



АТОМ ФИЗИКАСЫ НЕГІЗДЕРІ



Атом физикасы атомның құрылымы мен қасиеттерін зерттейді.

Б.з.б. V—IV ғасырларда өмір сүрген **Демокриттің** пікірінше, бізге тығыз болып көрінетін денелер шынында бөлінбес ұсақ бөлшектерден, яғни атомдар мен олардың арасындағы қуыстардан тұрады; бұл атомдар әрдайым қозғалыста болады. Демокриттің б.з.д. V—VI ғасырларда білдірген осы пікірі XIX ғасырдың соңына дейін басым болып келеді.

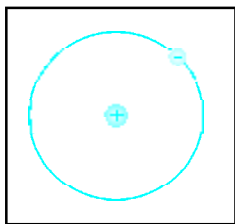
1897 жылы **Дж.Томсон** электронды ашып, атом құрамында электрондар бар деген жорамалды айтты. 1911 жылы **Э.Резерфорд** атомның планетарлық моделін ұсынды. Ал 1913 жылы **Н.Бор** сутегі атомы мысалымен атом теориясын жарыққа шығарды.

Атомның планетарлық моделінің жарыққа шығуы, түрлі заттар атомдары ядросының массасы сутегі атомы массасына еселі шама екендігі, сутегі атомының ядросын тәжірибе жолымен бақылау (Э.Резерфорд, 1919—1920) протонның жарыққа шығарылуына әкелді.

1932 жылы **Д.Чедвик** нейтронды ашқан соң ядроның құрылымы мәлім болды. Осы жылы **Д.Иваненко** мен **В.Гейзенберг** ядро құрылысының протон-нейтрондық моделін жасады. 1938 жылы **О.Ган** мен **Ф.Штрассман** уран ядросының ыдырауын ашты. 1942 жылы **Э.Ферми** басшылығымен ядро реакторы құрылды. Осының арқасында ядро энергиясын пайдалануға мүмкіндік туды.

XX ғасырдың екінші жартысынан бастап түрлі мемлекеттерде атом және ядро физикасы саласында қарқынды зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Олардың нәтижелері іс жүзінде пайдаланылуда. Мысалы, ядро энергиясы отын ретінде қолданылып келеді. Ал техникалық материалдарды өндіруде, денсаулық сақтау саласында лазер сәулелері, радиоактивті радиация сәулелері кеңінен пайдаланылуда.

Өзбекстан Ғылым Академиясы жанындағы **Ядро физикасы институтында** да ядро физикасы саласында ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізіліп, олардың нәтижелері практикаға кең жайылуда. Бұл институт ядро қауіпсіздігін қамтамыз ету бойынша мәселелерді шешуде Атом энергиясы бойынша Халықаралық Агенттігімен белсенді қызмет көрсетіп келеді.



VIII ТАРАУ

АТОМ МЕН ЯДРОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

34-§

АТОМ ЯДРОСЫ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

Атом құрылымы туралы бастапқы мәліметтер

Б.з.б. бұрынғы 460—370 жылдары өмір сүрген ұлы грек ойшылы Демокрит табиғаттағы барлық нәрсе кіші бөлшектерден — «атомдардан» құралған, атом бөлінбейді, деп айтқан.



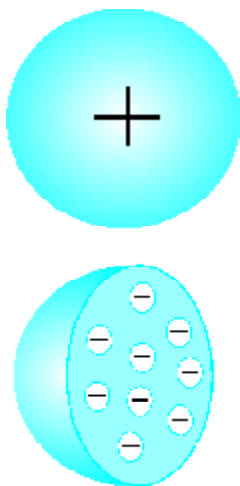
«Атом» сөзі ертедегі гректің «бөлінбейтін» деген сөзінен шыққан.

Орта ғасырларда Орталық Азияда жасап, еңбек еткен ұлы ғұламалар да атомның құрылымы жайлы түрлі пікірлер айтып, атомның құрылымы туралы қазіргі заман іліміне үлкен үлес қосқан. Мысалы, 385—925 жылдары **Әбу Бәкір ар-Рази** атомдар бөлінетін бөлшектер, олардың ішінде бастық және кіші бөліктер бар деген пікірді айтқан. Ар-Рази атомдар үнемі қозғалыста болады, олардың арасындағы өзара әсерлесу күштері бар деп санаған.

XX ғасырға қарай ғалымдар атомның да бөлінетінін және оның күрделі құрылымы бар екенін анықтаған болатын. Ғалымдар атомның құрылымы туралы түрлі модельдерді алға қойды. Олардан біріншісі — 1903 жылы ағылшын физигі Дж.Томсон (1856—1940) ұсынған модель.

Томсонның пікірі бойынша атомның оң заряды атомның бүкіл көлемін алып, бірдей тығыздықпен бөлінген. Ең қарапайым атом саналатын сутегі атомының радиусы 10^{-8} см болатын оң зарядты шардан тұрады, оның ішінде бірнеше электрон болады. Мұнда атомды кекске ұқсатуға, онда электрон мейіз тәрізді орналасқан деуге болады (72-сурет).

Томсонның моделін былай сипаттауға болады:



72- сурет



Атом оң зарядты шар болып, заряды шардың пішіні бойынша бірдей бөлінген. Шардың ішінде электрондар орналасқан.

Томсонның атомдағы электрондардың бір-бірінен алшақтығы, бүтін атомның электр заряды нөлге тең екендігі туралы пікірі шындыққа тура келеді. Бұл тұрғыдан Томсон атом құрылымын үйрену саласында үлкен жаңалық ашты. Алайда осы жаңалық Резерфорд жасаған тәжірибелерде дәлелденбеді.

Атомның планетарлық моделі

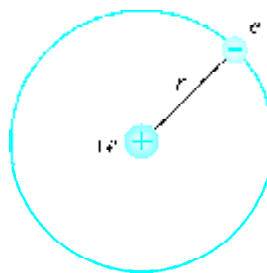
Ұлы ағылшын физигі **Э.Резерфорд** өз шәкірттерімен (**Гейгер, Марсден**) бірге 1908 жылдан бастап атом құрылымын үйрену бойынша бірнеше тәжірибе өткізді.

Атомның планетарлық моделі Резерфорд жасаған тәжірибелердің нәтижесінен тікелей келіп шығады. Сөйтіп атомның центрінде оның барлық массасын жинап алған оң зарядты ядро орналасқан. Электрондар ядро төңірегінде ұдайы қозғалыста болады. Электрондар ядромен электрлік әсерлеседі. Электрондар ядроны Күннің төңірегін шыр айналып жүрген планеталар сияқты айналады. Мысалы, сутегі атомында ядро төңірегінде бір ғана электрон айналады (73- сурет). Сутегі атомы ядросының заряды мөлшер жағынан электрон зарядына тең, ал оның массасы электрон массасынан 1836,3 есе үлкен. Атом ядросының диаметрі 10^{-12} – 10^{-13} см аралықта болады. Сонда атомның өлшемі 10^{-8} болғандықтан, ядро одан 10000—100000 есе кіші екендігі белгілі болды.

1911 жылы Резерфорд тарапынан жарияланған **атом құрылымының планетарлық моделі** былай тұжырымдалады:



Эрнст Резерфорд
(1871–1937)



73- сурет



Атом центрінде оң зарядты ядро бар, электрондар оның төңірегінде айналады. Атомның барлық массасы ядроға топталған.

1. «Атом» сөзі қайдан шыққан?
2. Атом құрылымы туралы ар-Разидің пікірі қандай еді?
3. Атом құрылымының Томсон моделі неден тұрады? Осы модельді 73-суретке қарап түсіндіріп беріндер.
4. Томсон моделінің қайсы идеялары шындыққа жакын және қайсы идеялар Резерфорд тәжірибесінде дұрыс шықпады?
5. Атомның планетарлық моделі неден тұрады?
6. Химиялық элементтердің периодтық жүйесіндегі элементтерді мысал етіп, атомның планетарлық моделін тұжырымдап беріндер.

35-§**АТОМ ЯДРОСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ****Протон**

Сутегі атомының ядросын төңірегінде 1 электрон айналып жүреді. Ядросы оң зарядты болып, оның мәні электронның зарядына тең болады.



Сутегі атомының ядросы протон деп алынған, ол p әрпімен белгіленген.

Электрон зарядының мәні элементар заряд деп алынып, e -мен белгіленеді. Бір электрон заряды $-e$, ал бір протон заряды $+e$ деп алынған.

Электронның заряды $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл -ға, массасы $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг -ға тең. Протонның заряды $e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл -ға, массасы $m_p = 1836,3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 1,671 \cdot 10^{-27}$ кг -ға тең.



Протон атом ядросындағы бөлшек, заряды $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл -ға, ал массасы $1,671 \cdot 10^{-27}$ кг -ға тең.

Химиялық элементтердің периодтық жүйесінде бірер элементтің реттік нөмірі канша болса, осы элементтің атом ядросы айналасында осынша протон бар және осынша электрон ядро төңірегінде айналады. Мәселен, реттік нөмірі 2 гелийдің (He) атом ядросында 2, реттік нөмірі 8 болған оттегінің (O) атом ядросында 8, ал реттік нөмірі 92-ге тең уранның (U) атомы ядросында 92 протон бар.

Ядросының заряды Ze болған нейтрал атомда 2 электрон болады. Ерікті түрде алынған химиялық периодтық жүйедегі Z санды элемент ядросының заряды Ze болып, бұл нейтрал атомда Z электрон болады.

Ядро құрылымының протон-нейтрондық моделі

Э. Резерфорд, А. Беккерель, Мария және Пьер Кюрилер, Ирен мен Фредерик Кюрилер атом ядросын зерттеу бойынша кең көлемді жұмыс жүргізіп, олар бірнеше химиялық элементтерді ашты.

1932 жылы ағылшын физигі **Д. Чедвик** өзінен бұрынғы ғалымдардың және өзі өткізген тәжірибелерге сүйеніп, атом ядросында протоннан тыс тағы бір ауыр бөлшек — нейтрон бөлшегі бар екенін ашты.



Нейтрон зарядсыз бөлшек болып, n әрпімен белгіленеді. Оның массасы электрон массасынан 1838,6 есе үлкен, яғни $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг -ға тең.

«Нейтрон» сөзі «нейтрал», яғни «зарядсыз» деген мағынаны білдіреді.

Нейтронды ашқан соң орыс физигі **Д.Д. Иваненко** мен неміс ғалымы **В. Гейзенберг** ядро құрылымының протон-нейтрондық моделін ұсынды:



Ядро құрылымының протон-нейтрондық моделіне сәйкес, атом ядросы протондар мен нейтрондардан тұрады.

Әрбір элементтің ядросындағы протондардың саны осы элементтің химиялық элементтердің периодтық жүйесінде алған реттік нөміріне тең. Әрбір элементтің ядросындағы нейтрондардың саны N әрпімен белгіленеді.



Ядродағы Z протондар мен нейтрондар N сандарының қосындысы массалық сан деп аталады да, ол A әрпімен белгіленеді.

Сонымен:

$$A = Z + N.$$

Ядродағы протондар мен нейтрондарды жалпылай **нуклон** деп, ал массалық санды **нуклондық сан** деп атайды.

Атом ядросы, сондай-ақ оны құрайтын протон мен нейтрон жөнінде толығырақ түсінік алу үшін төмендегідей мағлұматтарды қарастырайық (13- кесте):

13- кесте

Бөлшек	Белгісі	Заряды	Массасы
Электрон	e	$e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Протон	p	$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	$m_p = 1836,3 m_e = 1,671 \cdot 10^{-27}$ кг
Нейтрон	n	$q_n = 0$	$m_n = 1838,6 m_e = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг

Осыдан белгілі болғандай, протон массасы m_p және нейтрон массасы m_n бір-біріне жақын шамалар екен, оларды 1 м.а.б.-не тең деп есептеуге болады ($1 \text{ м.а.б.} = 1,6605 \cdot 10^{-27}$ кг). Атомдардағы электрондардың массасы ядро массасынан өте кіші. Сондықтан ядроның массалық саны элементтің бүтін санға дөңгелетілген салыстырмалы атомдық массасына тең деуге болады.

Сутегі ядросы тек қана бір протоннан ($Z = 1$) тұрады, оның нейтроны жоқ, ($N = 0$), массалық саны $A = 1$. Гелийге келсек, оның ядросы 2 протон ($Z = 2$) және 2 нейтроннан тұрады ($N = 2$), сондықтан оның массалық саны $A = 4$. Басқа химиялық элементтердің ядросын дәл осылай жіктеп шығуға болады (14- кесте).

14- кесте

Кейбір химиялық элементтер ядросындағы нуклондар туралы мәлімет

Реттік нөмірі	Аты	Белгіленуі	Z	N	A	Реттік нөмірі	Аты	Белгіленуі	Z	N	A
3	Литий	${}^7_3\text{Li}$	3	4	7	17	Хлор	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17	18	35
4	Бериллий	${}^9_4\text{Be}$	4	5	9	50	Мырыш	${}^{119}_{50}\text{Sn}$	50	69	119
6	Көміртегі	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	12	79	Алтын	${}^{197}_{79}\text{Au}$	79	118	197
8	Оттегі	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	16	88	Радий	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	88	138	226
11	Натрий	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	12	23	92	Уран	${}^{238}_{92}\text{U}$	92	146	238

Бірдей химиялық элементтің протондар саны бірдей болады, ал нейтрондар саны әр түрлі, сондай-ақ массалық саны да әр түрлі болуы мүмкін. Мысалы, оттегінің $^{15}_8\text{O}$ изотопы үшін $Z = 8$, $N = 7$, $A = 15$, $^{16}_8\text{O}$ ал изотопы үшін $Z = 8$, $N = 8$, $A = 16$. Бұл тәрізді уранның $^{238}_{92}\text{U}$ ал изотопы үшін $Z = 92$, $N = 146$, $A = 238$, $^{235}_{92}\text{U}$ изотопы үшін $Z = 92$, $N = 143$, $A = 235$.



Массалық саны жөнінен айырмашылығы бар бірдей химиялық элементтің осындай түр өзгешеліктерін изотоптар деп атайды.



1. Протон деп қайсы зарядты айтады, ол қалай белгіленеді?
2. Протонның электр заряды мен массасы нешеге тең?
3. Нейтрон деп қайсы зарядты айтады? Ол қалай белгіленеді?
4. Нейтронның протоннан айырмашылығы неде?
5. Ядро құрылымының протон-нейтрондық моделін түсіндіріп беріңдер.
6. Массалық сан деп нені айтады және ол қалай өрнектеледі?
7. 14- кестені талдап шығып, өз пікірлерінді айтыңдар.



1. Гелий, литий және оттегі элементтері атомдары протондарының массаларын анықтандар. Олардың протондарының массалары элеткрондардың массаларынан неше есе үлкен?
2. Көміртегі, натрий және хлор элементтерінің протондары зарядының мәнін табыңдар.
3. Азот, темір және уран элементтерінің әрбір протондарының массасын және зарядының мәнін анықтандар
4. Оттегінің $^{15}_8\text{O}$ изотопы $^{16}_8\text{O}$ изотопынан, уранның $^{235}_{92}\text{U}$ изотопы $^{238}_{92}\text{U}$ изотопынан несімен ерекшеленеді? Олардың әрбірінің атомында неше электрон бар?
5. Д.И.Менделеевтің химиялық элементтердің периодтық жүйесін пайдалана отырып, гелий, азот, темір, мыс, күміс, алтын, полоний, плутоний, фермий элементтерінің атомдарындағы электрондардың, протондар мен нейтрондардың санын табыңдар.
6. Оттегінің $^{15}_8\text{O}$ мен, $^{16}_8\text{O}$ изотоптарына және уранның $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$ изотоптарына жататын ядролардың массасын табыңдар.

VIII ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

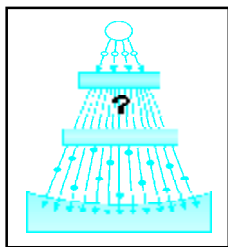
- Ұлы грек ойшылы Демокрит табиғаттағы барлық нәрсе өте кіші бөлшектерден — «атомдардан» құралған және атом бөлінбейді, деп айтқан. «Атом» сөзі грекше «бөлінбейтін» деген мағынаны білдіреді.

- Атом құрылымының Томсон моделі: Атом — бұл оң зарядталған шар, оның ішінде бірен-саран теріс зарядты электрондар орналасқан. Электрондар зарядының қосындысы атомның оң зарядына тең және атом бір бүтін күйде электрлік нейтрал болып табылады.
- Резерфорд ұсынған атом құрылымының планетарлық моделі: Атом центрінде оң зарядты ядро орналасқан, электрондар оның төңірегінде айналады. Атомның дерлік барлық массасы ядроға топталған.
- Сутегі атомының ядросы протон деп алынған, ол p әрпімен белгіленген.
- Протон атом ядросындағы бөлшек, заряды $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл -ға, ал массасы $1,671 \cdot 10^{-27}$ кг -ға тең. Ол электроннан 1836,3 есе үлкен массаға ие.
- Нейтрон зарядсыз бөлшек, ол n әрпімен белгіленеді. Оның массасы электрон массасынан 1838,6 есе үлкен, яғни $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг -ға тең.
- Протон-нейтрон моделі бойынша атом ядросы протондардан және нейтрондардан құралған.
- Ядроға Z протондар мен N нейтрондар санының қосындысы массалық сан деп аталады да, A әрпімен белгіленеді.
- Нуклондар санымен ерекшеленетін бірдей химиялық элементтің түрлері изотоптар дейіледі.

VIII ТАРАУДЫ ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР МЕН ЕСЕПТЕР

1. Демокриттің заттектердің құрылымы туралы ілімі қандай еді?
2. Орталық Азияда өмір сүрген ғұламалардың атомның құрылымы туралы пікірлері жайлы не білесіндер?
3. Атом құрылымының Томсон моделінің маңызы қандай?
4. Атом құрылымын зерттеу бойынша Резерфордтың қызметі қандай болды?
5. Атом құрылымының Резерфорд моделі неліктен “Атомның планетарлық моделі” деп аталады?
6. Атом нелерден құралған?
7. Ядроның құрамы қандай бөлшектерден құралған?
8. Электрон, протон мен нейтронның бір-бірінен ерекшелігі неде? Олардың әрқайсысының заряды мен массаларын айтып беріндер.
9. Изотоп деп нені айтады? Оларға мысал келтіріңдер.

10. Оттегі изотоптарының $^{15}_8\text{O}$ және $^{16}_8\text{O}$ бір-бірінен ерекшелігі неде?
11. Неон изотоптары $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$ және $^{22}_{10}\text{Ne}$ -ның құрамы қандай?
12. Бериллий, көміртегі және хлор элементтері атомдарының протондарының массаларын анықтандар. Олардың протондарының массалары электрондардың массаларынан неше есе үлкен?
13. Гелий, калий және темір элементтерінің протондары зарядының мәнін табындар.
14. Бор, неон және қорғасын элементтерінің әрбір протондарының массасын және зарядының мәнін анықтандар.
15. Неонның $^{20}_{10}\text{Ne}$ изотопы $^{21}_{10}\text{Ne}$ изотопынан, алюминийдің $^{26}_{13}\text{Al}$ изотопы $^{27}_{13}\text{Al}$ изотопынан ерекшелігі қандай? Олардың әрбірінің атомында нешеуден электрон бар?
16. Менделеевтің химиялық элементтер периодтық жүйесін пайдаланып, гелий, темір, мыс, алтын, полоний элементтері атомдарындағы электрондардың, протондардың және нейтрондардың санын анықтандар.
17. Неонның $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$ изотоптары және алюминийдің $^{26}_{13}\text{Al}$, $^{27}_{13}\text{Al}$ изотоптары ядроларының массаларын табындар.



ЯДРО ЭНЕРГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ПАЙДАЛАНУ

36-§

ЯДРО ЭНЕРГИЯСЫ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

Ядроның байланыс энергиясы

Атом ядроларының құрылымы өте берік болады. Демек, ядроғағы протондар мен нейтрондарды оның ішінде әлдеқандай өте үлкен күш ұстап тұрады.

Осы уақытқа дейін біз күштердің екі түрін — гравитациялық және электрмагниттік күштердің бар екенін білдік. Ньютон денелер арасындағы гравитациялық күш екі дененің массасына тәуелді екенін дәлелдеп бере алды. Ал ол күш денелердің массасы (тым болмаса біреуінің) тек аса зор болғанда ғана елеулі мәнге жете алады. Бірақ микробөлшектердің массасы өте кіші болғандықтан олардың арасындағы тартылыс күші де өте әлсіз болады. Электрмагниттік күштердің әсерінен бірдей заряды бар протондар бір-бірінен итеріледі. Мәселен, уран атомында бірдей заряды бар 92 протонның топталғанын қалай түсіндіруге болады? Бұдан тыс, $^{238}_{92}\text{U}$ уран ядросындағы заряды жоқ 146 нейтронның бір жерге жинақталғанына электрмагнит күштерінің қатысы жоқ. Демек, бұл күштердің шығу тегі электрмагнитті де емес.



Ядроғағы протондар мен нейтрондарды, яғни нуклонды ұстап тұратын күштер ядролық күштер дейіледі.

Ядро күштері электрмагнит өрісінің күштерінен 100 есе күштірек, олар протондардың электр зарядына тәуелді емес. Осы күштер табиғатта кездесетін күштердің ең қуаттысы болып табылады. Ядроғағы бірдей заряды бар протондар арасындағы электрмагниттік күштер ядро күштерін жеңе алмайды. Сондықтан ядро нуклондарының өзара әсерлесуі *күшті әсерлесу* деп те аталады.

Ядролық күштер тым жақын ара қашықтықта әсер етеді. Олар ара қашықтығы 10^{-14} — 10^{-15} м аралығында болғанда ғана елеулі мәнге жете алады.

Ядроғағы нуклондарды бір-бірінен айырып алу үшін аса көп энергия керек. *Ядроның байланыс энергиясы* деп аталатын осы энергия ядролық физикада өте маңызды рөл ойнайды.



Ядроны жеке нуклондарға толығымен бөлшектеп жіберуге қажетті энергия ядроның байланыс энергиясы деп аталады.

Энергияның сақталу заңына сәйкес, бірер белгілі элементтің ядросын жеке бөлшектерден құрастыру кезінде байланыс энергиясынан ең көп энергия бөлініп шығады. Ядроның байланыс энергиясының тым үлкендігін төменде келтірілген мысалмен бағалауға болады. 1 г гелийдің шығу кезінде шамамен 6 тонна тас көмірдің жану кезінде бөлініп шығатын энергиясына тең болған энергия шығады. Мұнда ядролық реакциялар деп аталатын реакциялар маңызды рөл ойнайды.



Атом ядроларын элементар бөлшектермен (протон, нейтрон және т.б.) бомбалау немесе олардың бір-бірімен әсерлесу кезінде басқа ядроларға айналуы ядролық реакция деп аталады.

Нейтронның ашылуы ядро реакцияларын үйрену барысында өзгерісті кезең болды.

1938 жылы неміс ғалымдары **О. Ган** және **Ф. Штрассман** нейтрон әсерінен уран ядросының бөлшектенуін ашты. Уранның $^{238}_{92}\text{U}$ изотопын нейтрондармен бомбалаған кезде уран екіге бөлініп, периодты жүйенің ортасында орын алған криптон (Kr), барий (Ba), стронций (Sr) ксенон (Xe) сияқты элементтер пайда болған. Сонымен қатар реакцияның нәтижесінде 2—3 нейтрон және шамамен 200 МэВ энергия бөлініп шығады.

1 нейтронның әсерінен уранның ыдырауы нәтижесінде пайда болған 2—3 нейтрон басқа 2—3 уран атомы ішінде ядро реакциясын жарыққа шығарады. Ал осы уранның 2—3 қайтара ыдырауында 4—9 нейтрон бөлініп шығады. Олар өз кезегінде 4—9 уран ядросымен әсерлесіп, ядро реакциясын жалғастырады және т.с.с. Сөйтіп өте қысқа уақыт ішінде бөлініп жатқан ядролардың саны шынжыр қатарындай (ұласпалы түрде) кенет арта түседі.



Ядролардың нейтрон әсерінен өздігінен болатын ыдырау реакциясы ядро ыдырауының ұласпалы реакциясы деп аталады.

Ұласпалы реакция кезінде көп энергия бөлініп шығады. 1 уран ішінде бар ядролардың бәрі толық бөлінгенде олар $2,3 \cdot 10^4$ кВ·сағат энергия шығарады. Ал бұл өз орнында 3 т көмірдің жану кезінде шығатын энергияға тең.



1. Ядролық күштер деп қандай күштерді айтады?
2. Неліктен ядролық күштер табиғаттағы күштер арасында ең күштісі саналады?
3. Ядроның ұласпалы реакциясы деп қандай реакцияны айтады?
4. Ядролық реакциялар деп қандай реакцияларды айтады?
5. Ядроның бөліну ұласпалы реакциясы неден тұрады?

37-§

ЯДРО ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ

Ядролық реактор

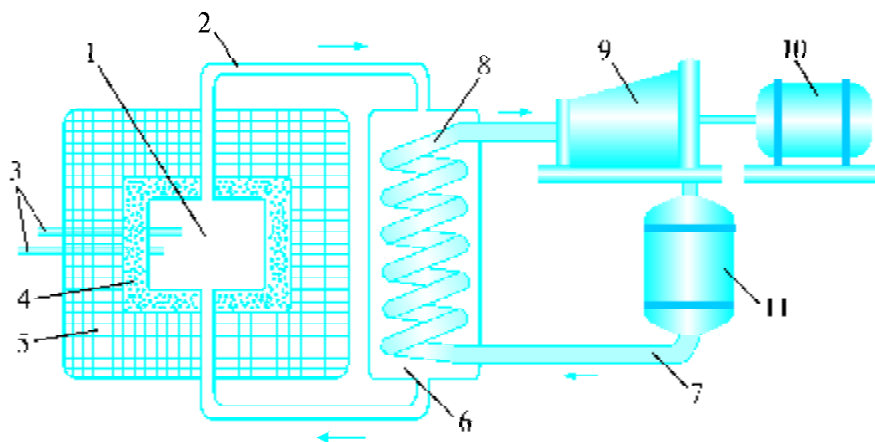
Ядро ыдырауының ұласпалы реакциясы басқарылатын қондырғы ядролық реактор деп аталады.

Ядролық реактордың негізгі бөлігін ядролық отын мен нейтрондарды бәсеңдетуші 1, реактор істеген кезде бөлініп шығатын энергияны алып кететін жылу өткізгіш 2 және реакция жылдамдығын басқаратын өзектер 3 құрайды (74-сурет). Реактордағы басқарушы өзектер нейтрондарды жақсы сіңіретін заттардан — бор мен кадмийден жасалған.

Уранның $^{235}_{92}\text{U}$ изотопының ядролары жылдамдығы баяу нейтрондарды жақсы сіндіреді. Сондықтан ядро реакциясы кезінде пайда болған тез қозғалатын нейтрондар ауыр судың яки графиттің жәрдемімен бәсеңдетіледі. Ауыр су D_2O — бұл дейтерий мен оттегіні қосқанда туатын су. Жай сутегінің (^1_1H) ядросында бір ғана протон болса, оның изотопы — (^2_1D) дейтерийде бір протоннан басқа бір нейтрон да болады.

Ядролық реактордың ядролық отыны орналасқан камера (4) қайтарғышпен оралған. Реактордың (5) қорғаныш қабығы радиацияны сыртқы ортаға шығармау үшін қызмет етеді.

Уран ядросының ыдырау реакциясын басқаратын қондырғыны — ядролық реакторды бірінше рет АҚШ -тағы ғалымдар **Э. Фермидің** басшылығымен 1942 жылы құрған.



74- сурет



Игорь Васильевич
Курчатов
(1903–1960)

1946 жылы бұрынғы Кеңес Одағындағы ғалымдар **Игорь Васильевич Курчатовтың** басшылығымен бірінші ядролық реакторды жасап, іске түсірді.

Ядро энергиясы атомдық электр стансаларында (АЭС), ғарыштық ракеталар мен реактивті ұшақтарды ұшыруда, сүнгүйр қайықтарда және т.б. пайдаланылады.

Ядролық реакторда шығарылған өте көп энергия 2 жылу өткізгіштің ішімен әр түрлі құрылғыларға жіберіледі. Мысалы, АЭС-тің ядро реакторында бөлініп шыққан энергия жылу өткізгіш арқылы 6 бу генераторын жылытады. Бу генераторы құбырдың бір жағынан келе жатқан 7 суды буға айналдырады. Құбырдың екінші жағынан шығып жатқан бу 8 турбинаны айналдырады да, генератор 10 электр тогын шығарады. Турбинада суыған бу 11 конденсаторда сұйық түрге

айналып, тағы бу генераторына жіберіледі.

Қазіргі таңда түрлі елдерде 500–6000 МВт қуаты бар АЭС -тер істейді. Жылу электр стансаларымен салыстырғанда АЭС -тердің зор артықшылығы бар. Олардың отын тасуға жұмсалған көлік шығындары көп емес. Атмосферадағы оттегіні жұмсамайды, қоршаған ортаны күл және басқа да жану өнімдерімен ластамайды. Алайда АЭС-тердің қауіпті жағы да бар. Оны бұрыс пайдаланудың нәтижесінде айналаға радиоактивті сәулелер таралып кетуі мүмкін.

Басқарылмайтын ядролық ұласпалы реакция ядролық құрал саналатын атом бомбасында жүреді. Мұнда нейтрон әсерінен қозған ядролық ұласпалы реакцияның нәтижесінде тез бөлініп шыққан үлкен энергия жарылып атылады. Олардың ішінде жарылғыш зат ретінде $^{235}_{92}\text{U}$ уран және $^{239}_{94}\text{Pu}$ плутоний істетіледі. Соны да айтып өту керек, табиғатта кездесетін уранның 99,274% -ын $^{238}_{92}\text{U}$ изотопы, 0,720% -ын $^{235}_{92}\text{U}$ изотопы, ал қалған 0,006% -ын басқа изотоптары құрайды $^{239}_{94}\text{Pu}$ ядролық реакторлардың жәрдемімен $^{238}_{92}\text{U}$ ураннан алынады.

Ядролық құрал өте күшті де қауіпті құрал болып табылады. Атом бомбасы жарылғанда температура 10000°C-тан асады. Бұл кезде қысым да тым артып кетеді. Нәтижеде жарылған заттың ауа толқыны пайда болады. Сол бір уақытта күшті сәулелену туады. Қопарылыс кезінде пайда болған ядролық ұласпалы реакцияның шығарған өнімдері өте жоғары дәрежеде радиоактивті болып табылады. Осы радиоактивті өнімдер тірі организмдердің өміріне қауіп төндіреді.

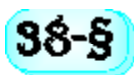
Дүние жүзі мемлекеттерінде ядролық құралдардың сыналуына тыйым салуға, олардың қадағалануын күшейтуге, осынау көпшілікті ойрандайтын құралды ешқашан қолданбауға бағытталған әрекет жасалуда.

1968 жылдың 1 шілдесінде ядро құралы бар елдер мен көптеген ірі мемлекеттер арасында “Ядро құралын таратпау туралы келісім” қабылданды. Аталмыш Халықаралық келісім 1995 жылғы 11 мамырда 178 мемлекет тарапынан шектелмеген мерзімге ұзартылды.

Біріккен Ұлттар Ұйымының (БҰҰ) Қауіпсіздік Кеңесінің арнаулы резолюциясына сәйкес, 1995 жылы 1 сәуірде ядролық құралы бар 5 мемлекет оны жоғарыда айтылған келісімге қол қойған мемлекеттерге қарсы істетпеу міндеті жүктелді.



1. Ядро реакторы деген не?
2. Ядро реакторының құрылысы мен қызметін түсіндіріңдер.
3. АЭС-тің маңызды жактарын түсіндіріп беріндер.
4. Атом бомбаларында жарылыс қалай болып өтеді?
5. Ядро құралын пайдаланбау туралы қандай шаралар жүзеге асырылған?



ӨЗБЕКСТАНДА ЯДРО ФИЗИКАСЫНЫҢ ДАМУЫ

Өзбекстанда ядро физикасы 1950 жылы *Ташкент Мемлекеттік университетінде* (қазіргі *Өзбекстан Ұлттық университеті*) құрылып, жедел өркендей бастады.

Академиктер *И.В. Курчатов* пен *У.О. Орифовтың* бастамасымен Үкімет қаулысына орай 1956 жылы Өзбекстан ҒА -ның *Ядро физикасы институты* құрылды. 1957 жылдан бастап ядро реакторы, гамма-сәулелендіру, циклотрон, тәжірибе шеберханасы ашылды. 1959 жылы қуаты 2 МВт ядро реакторы іске түсірілді. 1960—1964 жылдары гамма сәулелендірулер мен циклотрон іске түсіріліп, радиоактивті изотоптар өндіріле бастады. 1980 жылы ядро реакторы реконструкцияланып, қуаты 10 МВт -қа жеткізілді.

Институтта радиоактивті изотоптарды өндіруге мамандандырылған «Радио-препарат» және «Тездеткіш» кәсіпорындары, конструкторлық бюросы бар тәжірибе зауыты, ауыр иондар физикасы бөлімі ұйымдастырылды.

Жүргізіліп жатқан зерттеулер *ядро физикасы, радиациялық қатты дене физикасы және материалтану, активациялық талдау мен радиохимия, ғылыми аспап жасау, сондай-ақ информациялық технологиялары* бағыттарын қамтиды. Бұл бағыттардың әрқайсысында жүргізілген зерттеулер теориялық тұрғыдан ғана емес, практикалық тұрғыдан да маңызы орасан үлкен. Мысалы, металдар, конструкциялық материалдар және жартылай өткізгіштер, диэлектриктер, керамикалар, оптикалық, композициялық және жоғары температуралы өте өткізгіш материалдардың радиация физикасы, кристалдардың құрылысы, радиация технологиясы, кристалдардағы ақаулы жағдайлар және оларды математикалық модельдендіру бойынша зерттеу нәтижелері белгіленген параметрдегі материалдарды өндіруде қолданылады.

Ядро физикасы институтында жүргізілген зерттеулерден алынған нәтижелер медицинада, экология, фармацевтика, зергерлік, электротехника, материалтану бағыттары бойынша істейтін республика кәсіпорындарында, мекемелері мен

ұйымдарында қолданылуда. Ядро физикасы саласында жүргізілген ірі зерттеу жұмыстарының нәтижелеріне қарағанда академик **С.А. Азимов** және басқалар (жоғары энергиялар физикасы саласында), академик **Р.Б. Бекжонов** және басқалар (атом ядросы физикасы саласында), академик **П.Қ. Хабибуллаев** және басқалар (практикалық ядро физикасы саласында) Беруни атындағы Өзбекстан Мемлекеттік сыйлығына ие болған.

Өзбекстан ғалымдары ядро физикасы саласындағы зерттеулерді жүргізуде көптеген шет елдердің зерттеу орталықтарымен белсенді серіктестік жасап келеді. Бұл орталықтар — Еуропа (Женева, Швейцария), Ферми атындағы тездеткіштер ғылыми лабораториясы (Баталия, Иллионс, АҚШ), Өте өткізгішті суперколлайдері лабораториясы (Даллас, Техас, АҚШ), “Триумф” тездеткіш орталығы (Канада), Аргон және Сандиния ғылыми лабораториясы (АҚШ), Ядро зерттеулері бірлескен институты (Дубна, Ресей). Сонымен қатар ядро физикасы саласында АҚШ, Германия, Ресей, Франция, Швеция, Италия, Бельгия, Жапония, Польша, Чехия, Корея және басқа мемлекеттердің зерттеу орталықтарымен, университеттерімен серіктестік жасау істері жолға қойылған.

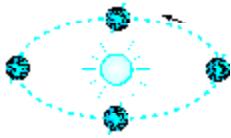


1. Өзбекстанда ядро физикасы саласы қашан қалыптаса бастады?
2. Ядро физикасы институты қашан және кімнің бастамасымен ұйымдастырылған?
3. Ядро физикасы институтында жүргізіліп жатқан зерттеу жұмыстары туралы не білесіңдер?
4. Өзбекстанның ядро физикасы саласында жүзеге асырылып жатқан зерттеу жұмыстарымен байланысты халықаралық қатынасы жайлы айтып беріңдер.

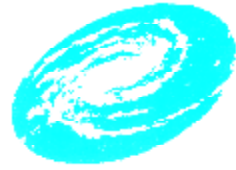
Х ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Ядродағы протондар мен нейтрондарды, яғни нуклондарды ұстап тұратын күштер ядролық күштер деп аталады.
- Ядроны жеке нуклондарға түгелдей бөлшектеп тастауға қажетті энергия ядроның байланыс энергиясы деп аталады.
- Атом ядроларының элементар бөлшектермен (протондар және басқалар) яки бір-бірімен әсерлескен кезде басқа ядроларға айналуы ядролық реакция деп аталады.
- Ядролардың нейтрон әсерінен өздігінен ыдырау реакциясы ядро ыдырауының ұласпалы реакциясы деп аталады.
- Ядро ыдырауының ұласпалы реакциясының басқарушы қондырғысы ядролық реактор деп аталады.
- Уран ядросының ыдырау реакциясын басқаратын қондырғы — ядролық реакторды алғаш рет АҚШ-та ғалымдар Энрико Фермийдің басшылығымен 1942 жылы құрған.

- Ядро энергиясы атомдық электр стансаларында (АЭС), ғарыштық ракеталар мен реактивті ұшақтарды ұшыруда, сүнгүйр қайықтарда және т.б. мақсаттарда пайдаланылады.
- Басқарылмайтын ядролық ұласпалы реакция ядролық құрал саналатын атом бомбасында жүреді. Мұнда нейтрон әсерінен ядролық ұласпалы реакция нәтижесінде лезде бөлініп шыққан үлкен энергия жарылып атылады.
- 1956 жылы Өзбекстан ҒА-сы қасында Ядро физикасы институты құрылды.
- Өзбекстан ядро физикасы институтында жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері медицинада, мұнайды қайта өндеуде, кен-металлургия комбинаттарында, ауыл шаруашылығы, экология, фармацевтика, зергерлік іс, электротехника, материалтану бағыттарында істеп жатқан республикалық кәсіпорындарда, мекемелер мен ұйымдарда кеңінен пайдаланылуда.



ӘЛЕМ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК



Кеңістік пен замандағы шексіз болмыс, материалдық заттар **Әлем** деп аталады. Жұлдыздар, Күн, оның айналасындағы планеталар, кометалар, астероидтар, метеорлар және т.б. Әлем денелері болып табылады.

Әлем денелері және солардан түзілген жүйелердің пайда болуын, дамуы мен құрылымын, көрінетін мен шын қозғалыстарын, химиялық құрамы мен физикалық күйін, Әлемнің бүтін де жалпы заңдылықтарын астрономдар үйренеді. “Astronom” сөзі грекше «*astron*» - «жұлдыз», «*nomos*» - “заң” деген сөздерден алынған.

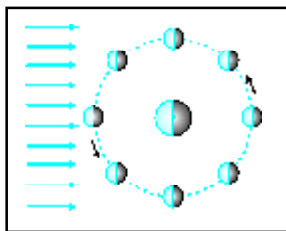
Қоғам дамуының әрбір сатысында адамзат Әлемнің бірер шекарасына дейін ғана зерттей алды. Алғаш адам өзі жасап отырған жердің төңірегін, аспанда көрінетін денелердің бәрін Әлем деп түсінген. Жердің шар тәрізді екені белгілі болған соң, ол орталықтағы Жерді және оның төңірегін айналатын өте үлкен аспан күмбезін Әлем деп санаған.

Беруний, Ұлықбек, Коперник, Бруно, Галилей, Кеплер, Ньютон және басқа ғалымдардың зерттеу жұмыстарының арқасында Әлем туралы шынтуайтты көзқарастары қалыптаса бастады.

Күн жүйесі туралы шынында көптеген ұғымдар пайда болды. XIX ғасырда жұлдыздардың планеталарға қарағанда өте ұзақта екені анықталды. Ғалам туралы түсінік пайда болды. 1930 жылы ғаламның өлшемдері мен құрылымы жөнінде жалпы мәліметтер алынды.

XX ғасырдың екінші жартысында зерттеудің жаңа аспап-құралдары жасалды, ең алдымен Жер орбитасына, кейінірек басқа планеталарға ғарыштық ракеталар ұшырылды. Жерде жасалған аспаптардың көмегімен Әлем, Ай, Күн жүйесіндегі планеталар зерттелді. Ең күшті оптикалық аспаптар арқылы біздің және басқа ғаламдардан келетін электрмагнитті толқындар талдап шығылды. Сөйтіп Әлемнің құрылысы мен дамуы жайлы ғылыми көзқарастар туды.

Қазіргі таңда да Әлемді үйрену процесі жедел қарқынмен жалғасуда. Астрономиялық зерттеулер Жердің жасанды серіктеріне орнатылған радиотелескоптар, рентген, гамма, ультракүлгін, инфрақызыл сәулелердің көмегімен де өткізіліп жатыр.



ЖҰЛДЫЗДАР, КҮН ЖӘНЕ АЙ

39-§

ЖҰЛДЫЗДАР. КҮН

Жұлдыздар



Жұлдыздар негізінен өте қатты қызған сутегі пен гелий газдарынан құралған. Жұлдыздардың орталығында температура 10 миллион градус-тан астам.

Айналамыздағы әлемді жарытып тұрған Күн жұлдыздардың бірі болып табылады. Сондықтан жұлдыздарды Күнмен салыстыра отырып зерттеу қолайлы. Күннің массасы $M_K = 2 \cdot 10^{30}$ кг, жұлдыздардың массасы $0,4M_K$ -ден $60M_K$ -ге дейін. Күннің сәулелену энергиясы $L_K = 3,8 \cdot 10^{26}$ Вт. Жұлдыздардың сәулелену энергиясы $0,5L_K$ -ден L_K -ге тең.

Жұлдыздардың центрінде температура $10\,000\,000^\circ\text{C}$ -ден жоғары болады. Осындай жоғары температурада сутегінің гелийге айналуы ядролық реакция барысында жүзеге асады.

Жұлдыздар әлемі түрлі түсті. Ақшыл және көкшіл түстес жұлдыздар ең ыстық жұлдыздар. Олардың сыртында температура $10\,000$ — $100\,000^\circ\text{C}$ болады. Сарғыш түсті жұлдыздардың сыртындағы температура $3\,000$ — $10\,000^\circ\text{C}$. Кейбір жұлдыздар қызғыш түсті жарық шығарады. Олардың сыртында температура $2\,000$ — $3\,000^\circ\text{C}$ болады.

Жұлдыздың пайда болуын бірнеше кезеңге бөлуге болады:

Бірінші кезең. Шаң-тозаңнан тұратын қоршаған ортаның гравитациялық сығылуы нәтижесінде протожұлдыз (алғашқы жұлдыз) пайда болады. Сығылу нәтижесінде оның орталығында температура 10 — 12 млн градусқа көтеріледі де термоядролық реакция басталады. Сөйтіп жас жұлдыз пайда болады.

Екінші кезең. Термоядролық реакцияның нәтижесінде үлкен энергия бөлініп шыға бастаған соң және сәулелену пайда болғаннан кейін газокинетикалық қысым мен сәулеленудің (жарық шығарудың) қысымы гравитациялық қысымды тоқтатады, жұлдыз динамикалық тепе-теңдік күйге өтеді. Осы стационарлық күйде ұзақ уақыт (мысалы, Күн шамамен 10 миллиард жылға дейін) жасайды. Бұл кезеңде сутегі жанып гелийге, гелий жанып көміртегіге, көміртегі жанып басқа элементтерге айнала береді. Сөйтіп жұлдыздың «термоядролық реакторында» түрлі элементтер пайда болады. Бұл — табиғаттың керемет сыйы.

Үшінші кезең. Термоядро отын қорын бастайды. Жұлдыз қызыл алыпқа және өте үлкен алыпқа айналады. Бұл дәуірде көптеген жарылыстар болады. Нәтижеде

«жана жұлдыз» және «өте жана жұлдыз» пайда болады, сонымен бірге ауыр элементтер де пайда болады да, жарылыс салдарынан элементтер кеңістікке шашылып кетеді. Ал солар екінші жұлдыздардың пайда болуына материал болады.

Бұл кезеңдер барлық жұлдызға тән. Алайда олар массасына қарай түрліше сөнеді. Массасы $1,4M_{\odot}$ -ден кіші Күн көрінісіндегі жұлдыздар ақ қортық (карлик) жұлдыздарға айналады. Олардың радиусы $0,01R_K$ -ден R_K -ге дейін, сәулелену энергиясы $10^{-4}L_K$ -ден L_K -ге дейін, тығыздығы $\rho \approx 10^7 - 10^9 \text{ кг/м}^3$ болады. Мұндағы $R_K = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ — Күннің радиусы.

Массасы $3M_K$ -ден үлкен жұлдыздар нейтрон жұлдыздарға айналады. Нейтрон жұлдыздардың тығыздығы $\rho \approx 10^{17} \text{ кг/м}^3$, радиусы $R \approx 20 \text{ км}$ -ге жуық болады.

Өте тығыз үлкен жұлдыздар өмірінің соңында қара тесікке айналады.

Күн — Жердегі энергия көзі

Күн үлкендігі орташа сарғыш түсті жұлдыздардың қатарына кіреді.

Күн центріндегі ядролық реакциялар зонасының радиусы 200 мың километрді құрайды. Бұл зонада температура $14\,000\,000^\circ\text{C}$ -ге жуық. Күн сыртындағы температура 6000°C -қа жуық болады.

1 секундта Күннен шығатын энергия 12 мың триллион тонна көмірді жаққанда бөлінетін энергия мөлшеріне тең.

Күн затының үздіксіз жарыққа және жылуға айналып тұруы нәтижесінде ол әр секундта 4,3 млн тонна салмағын жоғалтады. Көп энергиясы мен салмағы тоқтаусыз азая бергенмен, Күн тағы 5 млрд жыл бойы осылайша сәуле шашып тұра алады.

Күн шексіз әлемге үздіксіз жарық таратып тұрады. Күн энергиясының бар жоғы 2 миллиардтан бір бөлігі ғана Жер бетіне тура келеді. Сол энергияның өзі планеталарымыздағы тірі организмдердің өмір сүруі үшін жеткілікті.



Жердегі бүкіл тірі табиғат — өсімдік пен жануарлар дүниесі, сондай-ақ адамзат та Күннің жарығы арқасында өмір сүруде.

Күннен келетін жарық себебінен Жерді қоршап тұрған ауа ысиды, су булары аспанға көтеріледі де, олар жаңбырға айналып қайтадан жерге түседі. Жаңбырдың себебінен өзендерде су ағады, өзендерге құрылған су стансаларында электр жарығы пайда болады.

Отын ретінде пайдаланылатын мұнай, газ бен көмір де миллиондаған жылдар бойы Күн энергиясы нәтижесінде пайда болған. Бұл жер асты қор байлықтары ежелгі замандардағы өсімдік пен ағаштардың қалдықтары. Өсімдік, ағаш және басқа тірі табиғат Күн энергиясымен жасайды. Адамдар солардың берген азығымен де тірі.



1. Жұлдыздар қандай газдардан құралған?
2. Жұлдыздар түсімен және температурасымен бір-бірінен қалай ерекшеленеді?
3. Жұлдыздардың пайда болуы, өзгеруі мен сөнуі қалай жүзеге асатынын түсіндіріңдер.
4. Күн нәліктен Жердегі тіршілік үшін энергия көзі болып саналады?

40-§

АЙ — ЖЕРДІҢ ТАБИҒИ СЕРІГІ

Айдың қозғалысы мен фазалары

Күн төңірегінде планеталар айналып жүретіні сияқты планеталардың да төңірегінде белгілі орбита бойымен аспан денелері айналып жүреді.



Планетаның төңірегінде үнемі айналып жүретін аспан денесі оның табиғи серігі деп аталады. Жер шарының серігі — Ай.

Ай Жердің айналасында белгілі орбитамен қозғалады. Ай өз орбитасымен қозғалып, Жерге өте жақын келгенде 363 400 км, ал алыстағанда 405 400 км қашықтықта болады. Айдың Жерден орташа ұзақтығы 38 400 км деп алынған. Оның диаметрі 3 500 км, яғни Жердің диаметрінен дерлік төрт есе кіші.

Ай аспан күмбезінде батыстан шығысқа қарай қозғалады да, Жер шарын 27 тәулік 8 сағатта бір рет айналып шығады. Айдың осындай айналу кезеңі жұлдыздарға қатысты алынған.



Айдың жұлдыздарға қатысты Жер шарын айналып шығу кезеңі сидерлік ай деп аталады.

Латыншадан аударғанда «*sidus*» — «жұлдыз» дегені.

Ай өз осімен бір рет айналып шығуы үшін де 27 тәулік 8 сағат уақыт кетеді. Сондықтан Ай бізге ұдайы бір жағымен көрінеді, ал артқы жағы көрінбейді. Ай Жерді бір рет айналып шыққанша планета Күнді өз орбитасымен белгілі бір осьті басып өтеді. Сол себепті Жерден бақылағанда Айдың Жерді айналу кезеңі сидерик айдан ерекшеленеді де 29 тәулік 12 сағатты, анығырағы 29,53 тәулікті құрайды.



Айдың Жерге қатысты айналу кезеңі синодтық ай деп аталады.

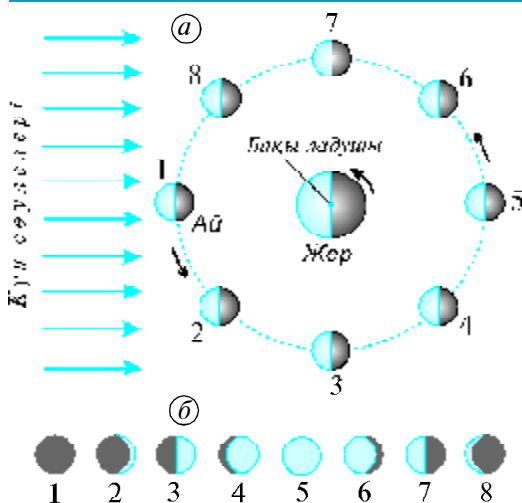
Латыншадан аударғанда «*sinodos*» — «косылу» деген мағынаны білдіреді.

Жаңа Айдың көріну кезеңі де синодтық айға тура келеді.

Ай өзінен сәуле шығармайды, ол Күннен түсетін сәулелерді қайтарады. Күнге қараған бетінің жартысы жарық болып, қалған бөлігі қараңғы болады. Бізге Ай біресе толған ай, біресе жарты ай, ал кейде мүлде көрінбей қалады. Неліктен солай болады екен?

75- а суретте Айдың Жерді бір рет айналу кезеңіндегі 8 күйі кескінделген. Ал Жердің сыртында тұрған бақылаушы көрінерлік күйі 75- б суретте кескінделген.

Күн енді ғана батқан және Ай да батыс жақта болсын. Бұл кезде күн сәулелері Айдың Жерге көрінбейтін артқы жағын толық жарытады, ал Жерге қараған бөлігі бақылаушыға көрінбейді (1- күй).



75- сурет

Күндер өте береді, Күн батқан кезде Ай көкжиектен биікке көтеріледі де тез күнде жаңа ай болып көрінеді. 3—4 күн өткеннен кейін Күн бату кезінде Ай аспан күмбезінің оңтүстік-батыс бөлігінде болады. Ал бақылаушыға Айдың жарытылған бір бөлігі көрінеді (2-күй).

Арадан тағы 3-4 күн өткенде Күн батар кезінде Ай аспан күмбезінің оңтүстігінде болады да ол бақылаушыға жарты ай болып көрінеді (3-күй).

Ай күннен күнге шығыс жаққа жылжиды, Айдың жарытылған бөлігі бақылаушының назарында үлкейе түседі (4-күй).

Тағы 3-4 күннен соң Күн батқан кезде аспан күмбезінің шығыс жағында толған ай көрінеді. Енді Күн бақылаушыға қараған жартысын толық жарытады (5-күй).

Басқа күндері Айдың жарытылған бөлігі бақылаушы назарында кеми береді (6—8- күйлер).

Айдың табиғаты және оны үйрену

Айдың табиғаты көп тұрғыдан Жерге қарағанда өзгеше болады да ол атмосферадан жырақ тұрады.

Айдың беті күндіз 120° -қа дейін ыстық болса, түнде 150° -қа шейін суық болады. Айда күндіз бен түннің әрқайсысы айтарлықтай 15 күнге тең болады.



Айдың беті жазықтан, төбешіктен, шұңқыр және таулардан тұрады. Бірақ Айда ауа, су болмағандықтан тіршілік жоқ.

Айналасын жансыз табиғат қоршаған. Ең қызығы, Айда Күн сәулесі жан-жақты қыздырып тұрған уақытта да аспан қап-қараңғы болып көрінеді. Аспанда жұлдыздар көрініп тұра береді.

Ауаның жоқтығынан оның «құрығына түскен» әрбір ұсақ «қанғыбас тас» та оның бетіне жетіп, ұрылады да із қалдырады. Миллиард жылдар бойы Ай бетінің осындай тастармен — метеориттермен «бомбалануы» салдарынан оның беті ұнқыр-шұңқыр болып кеткен. Бұлар — **кратерлер** деп аталады.

Ай табиғатын зерттеу ғалымдарды көптен бері қызықтырып келеді. Әсіресе соңғы бірнеше ондаған жылдар ішінде Айды ғарыштық аппараттармен зерттеу нәтижесінде жақсы жетістіктерге қол жеткізілді.



Жерден ұшырылған ғарыштық ракета бірінші рет 1959 жылы Айға жетіп барды. Бұрынғы Кеңес Одағынан ұшырылған бұл автоматтық станса Ай мен Жер шарының суретін алып Жерге жіберді.

Содан бері жерден басқарылатын ондаған автоматтық стансалар Айға қондырылды. Автоматты түрде істейтін бұл стансалар Ай бетін зерттеп, ақпараттарды Жерге жіберіп тұрды. Кейбір автоматты стансалар Жерге қайта түсірілді. Олар өзімен бірге Ай денелеріне тиісті түрлі үлгілерді әкелді.



1969 жылы адам тұңғыш рет Айға аяқ басты. АҚШ ұшырған ғарыштық ракета астронавтармен бірге Айға қондырылды.

Айға бірінші рет қадам қойған астронавтар — *Армстрон* және Олдрин Ай бетінде серуендеп жүрді. Олар өте құнды мәліметтермен Жерге оралды. Астронавтар тастардан, металдардан және басқа заттардан үлгілер әкелді. Содан бері АҚШ-тың тағы оннан астам астронавтары Айға саяхатқа барып келді.

Айдан алынған мәліметтерге қарағанда Айда да жердегідей алюминий, темір, титан, магний және басқа элементтер бар екен. Айда түрлі қазба байлықтар, минералдар мен рудалардың кені бар екен деген болжам да жоқ емес.



1. Айдың өлшемі, бізден ұзақтығы және Жердің айналу кезеңі туралы мәліметтерді айтып өтіңдер.
2. Ай Жерге қарағанда қалай қозғалатынын түсіндіріңдер.
3. Айдың Жерден көрінерлік жағдайы мен фазаларын талдап беріңдер.
4. Айдың табиғаты Жер табиғатынан қалай ерекшеленеді?
5. Ай табиғатын зерттеу бойынша қандай істер жүзеге асырылған?

41-§

УАҚЫТТЫ ӨЛШЕУ. КҮНТІЗБЕЛЕР

Уақытты өлшеу

Уақытты өлшеу үшін периодты процестер пайдаланылады. Уақыттың эталонның анықтау керек болғанда оның бірлігін анықтау қажеттілігі туды. Жүректің соғуы, механикалық тербеліс немесе Күннің шығуы яки батуы сияқты қайталанатын процестерді уақытты өлшеу үшін эталон ретінде қабылдауға болады. Алайда бақылауларға қарағанда олар өзгереді.



Уақыт эталоны ретінде Жердің бір жыл ішінде өз осімен айналуынан алынған орташа бір рет айналу периоды — орташа тәулігін алу мүмкін.

Уақыт эталоны орташа Күн тәулігі делінеді. Бұл эталон бойынша бір секунд орташа Күн тәулігінің $1/86400$ бөлігіне тең, яғни:

$$1 \text{ секунд} = \frac{\text{Орташа Күн тәулігі}}{86400}.$$

Анықталған бұл уақыт бүкіл әлем уақыты деп аталады. Уақыт эталонын осылай анықтаудағы қателік 10^{-8} с-ты құрайды.

Жердің өз осімен айналуына негізделген уақыттың мұндай эталоны әлем лабораторияларында уақытты анықтауда және салыстыруда қолайсыздық тудырады. Өте үлкен нақтылықты талап ететін жағдайларда осы уақыт эталоны ғалымдарды қанағаттандырған жоқ. Сондықтан дәлдігі жоғары болған сағаттар қажет болды. Сол мақсатпен электронды сағаттар, атом тербелістеріне негізделген атом сағаттары жасалды.



1967 жылы уақыттың атом эталоны ретінде цезийдің 133 атомы сәуеленуінің 9 192 631 770 рет тербелу кезеңінің ұзақтығы бір физикалық секунд деп қабылданды.

Бұл жерде уақыттың дәлдік дәрежесі 10^{-12} с, бұл 30000 жылда бір рет бір секундқа қателесуі мүмкін. Бұл эталонды **уақыттың табиғи бірлігі** деп атайды.

Күнтізбелер

Ежелден Жердің Ай төңірегінде айналу уақытын, яғни 1 жылда 365 тәулік 6 сағат деп санаған. 1 жылдағы тәуліктер санын бүтін санға тең деп алу қолайлы. Біздің эрамыздан бұрынғы 45 жылы Римде **Юлий Цезарь** қабылдаған күнтізбе 1582 жылға дейін қолданылған.



Юлиан күнтізбесі бойынша үш жыл қатарынан 365 тәуліктен алынып, әр төртінші жыл 366 тәулік саналады. Қатарынан үш жыл қарапайым жылдар, ал төртінші жыл кібісе жыл деп аталады.

Қарапайым жылда ақпан айы 28 күн, ал кібісе жылы 29 күн болады. Жыл көрсетілген сан 4-ке қалдықсыз бөлінсе, мұндай жылдар кібісе жылы саналады. Мысалы, 2000, 2004, 2008, 2012 жылдар кібісе жылдар.

Жылдың ұзақтығы 365 күн 6 сағат болғандықтан 365 санынан артып қалған 6 саны төртінші жылы 24 сағатты, яғни 1 тәулікті құрайды. Сол себепті кібісе жылы 366 күн деп саналады.

Анық өлшемдерге қарағанда, Жер Күн төңірегін 365 тәулік 5 сағат 48 минут 46 секундта бір рет толық айналып шығады. 5 сағат 48 минут 46 секунд орнына 6 сағат алынғандықтан жыл есебі Юлиан күнтізбесі бойынша жүргізілгенде 400 жылда анық есепке қарағанда 3 тәулікке арқада қалады. Осы арқада қалуды дұрыстау үшін 1582 жылы Римде **Григорий XIII** әр 400 жылда үш жылды кібісе жылы орнына қарапайым жыл деп есептеуді ұсынды. Мысалы, 1700, 1800, 1900 жылдар қарапайым жылдар деп саналған. Бұдан былай 2100, 2200, 2300, 2500 жылдар да қарапайым жылдар, яғни 365 тәулік болып саналады.



Юлиан күнтізбесі бойынша жыл есебіндегі әр 400 жылда 3 тәулік алып тастауға негізделген. Күнтізбе Григорий күнтізбесі деп аталады.

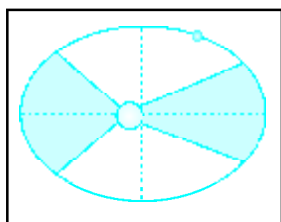
Өзбекстанда Григорий күнтізбесі 1918 жылы 1 ақпанда қабылданды. Сол күнге дейінгі Юлиан және Григорий күнтізбелері арасындағы айырмашылық 13 күнге тең болған. Сондықтан 1918 жылы 1 ақпан күні 14 ақпан деп жарияланған.



1. Әлем уақыты деп қайсы уақытты айтады?
2. Уақыттың табиғи бірлігі етіп қайсы уақыт алынған?
3. Қайсы күнтізбе Юлиан күнтізбесі деп аталады?
4. Григорий күнтізбесінің Юлиан күнтізбесінен қандай айырмашылығы бар?
5. Өзбекстанда Григорий күнтізбесі қашан қабылданды?

Х ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Жұлдыздар негізінен өте қатты қызған сутегі мен гелий газдарынан құралған. Жұлдыздар орталығында температура 10 миллион градустан артық.
- Жердегі бүкіл тірі табиғат — өсімдік пен жануарлар әлемі, сондай-ақ адамзат та Күннің жарығы арқасында өмір сүруде.
- Планета төңірегінде үнемі айналып жүретін аспан денесі оның табиғи серігі деп аталады. Жер шарының серігі Ай.
- Айдың жұлдыздарға қатысты Жер шарын айналып шығу периоды сидерлік ай деп аталады.
- Айдың Жерге қатысты айналу периоды синодтық ай деп аталады.
- Айдың беті жазықтан, төбешіктен, шұңқыр және таулардан құралған. Бірақ Айда ауа, су болмағандықтан тіршілік жоқ.
- Жерден ұшырылған ғарыштық ракета бірінші рет 1959 жылы Айға жетіп барды. Бұрынғы Кеңес Одағынан ұшырылған бұл автоматты станса Айдың және Жер шарының суретін алып Жерге жіберді.
- 1969 жылы адам тұңғыш рет Айға қадам қойды. АҚШ ұшырған ғарыштық ракета астронавтармен бірге Айға қондырылды.
- Уақыт эталоны ретінде Жердің бір жыл ішінде өз осімен айналуынан алынған орташа бір рет айналу периоды — орташа тәулігін алуға болады.
- 1967 жылы уақыттың атом эталоны ретінде цезий 133 атомы сәулеленуінің 9192631770 рет тербелу периодының ұзақтығы бір физикалық секунд деп қабылданды.
- Юлиан күнтізбесі бойынша үш жыл қатарынан 365 тәулік алынып, әр төртінші жыл 366 тәулік болып саналады. Қатарынан үш жылды қарапайым жылдар, ал төртінші жыл кібісе жыл деп аталды.
- Юлиан күнтізбесі бойынша жыл есебіндегі әр 400 жылда 3 тәулікті алып тастауға негізделген күнтізбе Григорий күнтізбесі деп аталды.



XI ТАРАУ

КҮН ЖҮЙЕСІ. ҒАЛАМ

42-§

КҮН ЖҮЙЕСІНДЕГІ ПЛАНЕТАЛАР. КЕПІЛЕР ЗАҢДАРЫ

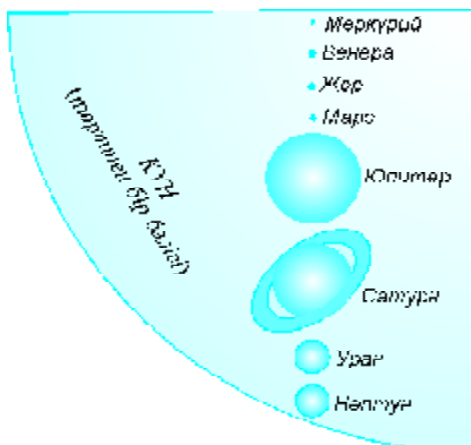
Күн жүйесі

Қайта Өрлеу дәуірінде польшалық астроном **Н. Коперник** (1473—1543) Күн жүйесі туралы жаңа ілім — гелиоцентрлік жүйені жасады. Аталмыш ілім бойынша орталықтағы Күн төңірегінде планеталар айналып жүр. Бұл революциялық ілім сол дәуірге дейінгі гелиоцентрлік жүйеге, яғни “Жер — Әлемнің орталығы” деген көзқарасқа қатты соққы берді.



Күн және оның төңірегінде айналып тұратын барлық аспан денелері бірге Күн жүйесін құрайды.

Күн жүйесінде ірі аспан денелері — 8 планета мен олардың төңірегінде айналып жүретін 100-ден астам табиғи серіктер, кіші аспан денелері — 40 мыңға жуық астероидтар, 2 мыңға жуық кометалар және басқа түрлі аспан денелері бар. Тоғызыншы планета деп айтылып келген Плутонды кіші аспан денесі — астероид деп атауға келісілді.



76- сурет

Планеталар

Түнде аспан күмбезінде кейбір “жұлдыздардың” орны басқасына қарағанда өзгеріп қалғанын байқау мүмкін. “Жұлдыз” басқа жұлдыздар арасында серуендеп жүргендей түйіледі. Бұл “жұлдыз” негізінде **планета** (кейде ғаламшар).

Планета өзінен сәуле шығармайды. Біз олардан қайтатын Күн сәулесін көреміз. Планеталардың аттары мен олардың Күнге қарағанда салыстырмалы өлшемі 104-суретте, ал басқа мәліметтер 15- кестеде көрсетілген.

Күн жүйесіндегі планеталар туралы мәліметтер

№	Планеталар	Күннен ұзақтығы, млн км	Диаметрі, км	Күн төңірегінде айналу периоды	Өз осімен айналу периоды	Табиғи серіктерінің саны
1	Меркурий	57,91	4878	88 тәулік	59 тәулік	—
2	Венера	108,21	12100	225 тәулік	243 тәулік	—
3.	Жер	149,6	12712	365,25 тәулік	24 сағат	1
4.	Марс	227,94	6776	687 тәулік	24,5 сағат	2
5.	Юпитер	778,3	142600	12 жыл	10 сағат	>50
6.	Сатурн	1429,3	120200	29,4 жыл	10 сағат	>30
7.	Уран	2871,0	52300	84 жыл	16,2 сағат	15
8.	Нептун	4504,4	50100	165 жыл	16 сағат	2

Кестеде планеталардың Күн төңірегінде өз осімен айналу периоды Жердегі жылға, тәулік пен сағатқа қарап алынған.

Планеталардың табиғаты

Қазіргі таңда Жерден басқа барлық ғаламшарлар тіршілік көзі екені белгілі. Бұл ғаламшарларда жансыз табиғат өмір сүреді. Жерден басқа ғаламшарлардағы табиғаттың көрінісі қандай?

Күнге ең жақын және кіші Меркурийде ауа жоқ, яғни оның төңірегі бостық. Сондықтан да бұл планетада күндіз орташа 345°С ыстық, ал түнде 80°С суық болады.

Күннен ұзақтығы бойынша екінші орында тұратын Венера (Шолпан) планетасы негізінен көмірқышқыл (CO₂) газымен оралған. Планетада оның тығыздығы Жер бетіндегі ауа тығыздығынан 90 есе көп. Бұл планетадағы температура 470°С - қа дейін ыстық болады.

Ал Марс планетасы сирек көмірқышқыл газымен (CO₂) және басқа газдармен қапталған. Марста жылдық орташа температура 60°С суық. Онда басқа планеталарға қарағанда тіршілік үшін шамалы жағдай бар. Солай болғанымен Марста да тірі организмдердің бар екені анықталмаған.

Марстан едәуір ұзақтағы Юпитер, Сатурн, Уран мен Нептун планеталарында да тіршілік үшін жағдай жоқ. Бұл планеталар Күннен өте алыста, оларды метан (CH₄), сутегі (H₄), гелий (He) қоршап тұр. Газдардың кейбірі қою әрі улы, ал ғаламшарлардың беті өте суық.

Планеталардың арасында Сатурнның сыртқы көрінісі өзгешелеу. Оның белінде сақинасы бар. Бұл сақина негізінде бір жазық бойымен айналып жүретін сансыз кіші аспан денелері. Олардың тығыз болып айналуы сақина болып көрінеді.



Иоган Кеплер
(1571–1630)

Кеплер заңдары

Жер және басқа планеталардың Күн төңірегінде қалай айналуын 1609 жылы неміс ғалымы И.Кеплер үш заң арқылы сипаттап берді.

Кеплердің бірінші заңы:



Әрбір планетаның орбитасы эллипс болып, оның фокустарының бірінде Күн орналасады.

Планеталардың Күн төңірегінде Кеплер заңы бойынша айналу схемасы 77-суретте көрсетілген. Планета орбитасының Күнге ең жақын A нүктесі перигелий, ал ең қашық B нүктесі афелий деп аталады. Мұнда AB – эллипстің үлкен осі, CD – кіші осі. Планеталардың Күннен орташа қашықтығы $R = AB/2$ сипаттамасы арқылы анықталады.

Кеплердің екінші заңы:



Планеталардың радиус-векторы бірдей уақыт аралықтарында тең аудан сызады.

Планеталар KL мен MN доғаны тең уақытта басып өтсе, S_1 және S_2 аудандар өзара тең болады. Көрініп тұрғанындай, планеталардың орбита бойлап қозғалыс жылдамдығы перигелий нүктесінде өте үлкен, ал афелий нүктесінде өте кіші болады.

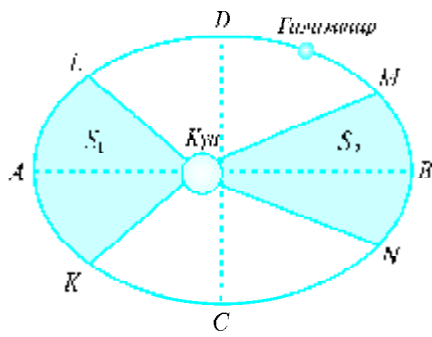
Кеплердің үшінші заңы:



Планеталардың Күн төңірегінде айналу периодтары квадраттарының қатынасы олардың орбиталарының үлкен жартылай осьтерінің кубтарының қатынасына тең.

Яғни:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3},$$



77- сурет

мұнда T_1 мен T_2 — бірінші және екінші ғаламшардың Күн төңірегінде айналу периодтары; R_1 мен R_2 — сол екі планетаның үлкен осьтері жартысының ұзындығы.

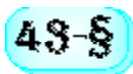
Кеплердің үшінші заңының көмегімен Жердің айналу периоды мен орбитасы үлкен осінің ұзындығын, сондай-ақ еркін ғаламшарлардың айналу периоды белгілі болғанда сол планета орбитасының үлкен осінің ұзындығын табуға болады.



1. Күн жүйесі деген не?
2. Планета деген не? Қандай планеталарды білесіңдер?
3. 15- кестені пайдаланып, планеталар туралы мәліметтерді айтып өтіндер.
4. Планеталардағы табиғат туралы нелерді білесіңдер?
5. Кеплер заңдарын сипаттап, талдандар.
6. Кеплер заңдарының маңызы қандай?



1. Жердің орбита бойлап айналу периоды 365,25 тәулік, Жерден Күнге дейінгі орташа қашықтық 150 млн км. Марс ғаламшарының орбита бойлап айналу периоды 687 Жер тәулігіне тең болса, оның Күннен орташа ұзақтығын есептендер.
2. Юпитердің орбита бойлап айналу периоды 12 Жер жылына тең. Жердің айналу периоды және одан Күнге дейінгі орташа қашықтық белгілі болса, Юпитердің Күннен орташа ұзақтығын табындар.
3. Меркурийдің Күннен орташа ұзақтығы 58 млн км-ге тең. Жердің айналу периоды және одан Күнге дейінгі орташа қашықтық белгілі болса, Меркурийдің орбита бойлап айналу периодын есептендер.
4. Нептунның орбита бойлап айналу периоды 165 Жер жылына тең. Жердің айналу периоды және одан Күнге дейінгі орташа қашықтық белгілі болса, Нептунның Күннен орташа қашықтығын табындар.



КІШІ АСПАН ДЕНЕЛЕРІ

Астероидтар

Ғалымдар есептеп шығып, Марс пен Юпитердің арасында тағы бір ғаламшар болу керек дегенді айтады. Бірақ жеке бір планета табылған жоқ. Оның орнына 1801 жылы кіші-гірім планеталар табылды.



Марс пен Юпитер аралығында Күн төңірегінде айналып жүретін кіші аспан денелері *астериодтар* деп аталады.

Ғалымдардың айтуынша, Күн төңірегінде диаметрі 1 км -ден 1025 км -ге дейінгі 40 мыңға жуық ұсақ астериодтар айналып жүреді. Диаметрі 1025 км болған Серера астериодын 1801 жылы итальяндық ғалым *Дж.Пиатци* тапқан.

Кометалар

Ежелден адамдар түнде «бас» және «құйрықтан» тұратын жарық аспан денелерін бақылап отырған. Шығыста оларды «құйрықты жұлдыздар» деп атаған. Ал ежелгі Грецияда «*шашты жұлдыздар*» деп атаған. «*Комета*» сөзі грекшеден «*шашты*» деген мағынаны білдіреді.



Комета — «бастан» және оған еріп жүретін «құйрықтан» тұратын Күн жүйесінің аспан денесі.

Кометаның «құйрығы» газдан, тозандардан, ал «басы» қатты затты ядродан және оның айналасы қоршаған газ, тозаңнан құралған. Көбірек кездесетін кометалар басының диаметрі 0,5—20 км болса, оның айналасындағы газдарды және тозандарды қосқандағы диаметрі бірнеше миллион километрге дейін жетеді. Ал «құйрығының» ұзындығы бірнеше жүз миллион километрге жетеді.

Қазіргі таңға дейін Күн төңірегінде айналып жүретін 3 мыңға жуық комета, яғни «*құйрықты жұлдыз*» табылған. Кейде үлкен «құйрықты жұлдыздардың» ұзындығы Жерден Күнге дейінгі қашықтыққа жуықтайды. Планеталар төңірегінде үлкен-кіші мыңдаған кометалар ұшып жүреді.

Метеорлар

Түнде аспанда әдемі із қалдырып ұшқан жұлдыздарды көргенсіңдер ме? Мұндай «*ұшар жұлдыздар*» қандай жұлдыздар?

Күн төңірегінде айналып ұшатын астериодтер мен кометалар бөлшектеніп тұрады. Олардың бөлшектері — «*қаңғыбас тастар*» кейде жерге өте таяу келіп қалады. Осы ұсақ аспан денелері Жердің ауа қабығына өте үлкен жылдамдықпен кіріп келеді. Олар ауада жана бастайды да аспанда із қалдырады.



Жерге таяу келіп, ауада жарық із қалдырып ұшатын, Жердің бетіне жетіп келмей жатып жанып кететін ұсақ аспан денелері *метеорлар* дейіледі.

Метеориттер

Аспанда метеорларды, яғни “ұшар жұлдыздарды” әр түнде көруге болады.



Ұшып бара жатқан кейбір метеорлар ауада жанып аяқталмай жатып Жер бетіне соғылуы мүмкін. Мұндай аспан денелері *метеориттер* деп аталады.

Метеорлар жерге өте сирек түседі. Оның бәрі ауада жанып таусылады. Жанып болмай жерге түскен метеориттер әдетте бірнеше килограмнан бірнеше тоннаға дейін келеді. Олар негізінен тас, темір және басқа заттардан құралған.

Намибияда 1920 жылы табылған Гоба метеориті (60 тонна) метеориттердің ішіндегі ең үлкені. Солардың бірі Меккедегі Қаабада сақталуда.



1. Астериодтар деген не?
2. Кометалар туралы нелерді білесіңдер?
3. “Ұшар жұлдыздар” туралы айтып беріңдер.
4. Метеориттер туралы нелерді білесіңдер?

44-§

ҒАЛАМ. ӘЛЕМНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ЖӘНЕ ДАМУЫ
ТУРАЛЫ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ КӨЗҚАРАСТАР

Біздің ғалам

Ғалымдардың есеп-қисабына карағанда Әлемнің диаметрі $1,2 \cdot 10^{23}$ км екен. Әлемде шамамен 10^{22} шақты жұлдыз бар.



Жұлдыздар ғаламды құрайды. Ғалам Әлемдегі жүз миллиард, екі жүз миллиард және одан астам жұлдыздардан құралған жүйе болып табылады.

Ғаламда жұлдыздардан тыс жұлдызаралық орта — газ, тозаң және түрлі ғарыштық бөлшектер де бар.

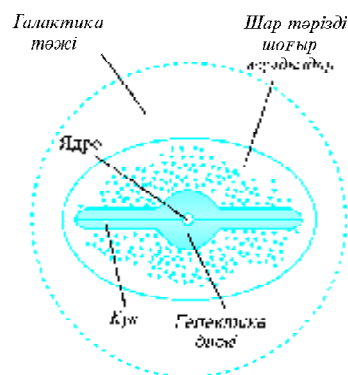
Әлемде миллиардтаған ғалам бар. Спираль тәрізді алып ғаламда мысалы, біздің ғаламымызда 150 миллиардтан астам жұлдыз бар. Бізден 2,2 миллион жарық жылы ($1 \text{ жарық жылы} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}$) қашықтағы көрші Андромеда деп аталатын ғаламда 200 миллиардтан астам жұлдыз бар. Планеталардағы жұлдыздар өз ғаламының центрі төңірегінде айналады.

Егер аспанды мұқият бақылаған болсандар, жұлдыздар шоғырланған аспанның жарық бөлігі екі арық жолына ұқсас екені көрінеді. Бұл жол аспанды екіге бөліп тұрғандай түйіледі. Жарық жол кең алқапта сабан тиелген түйе керуені өткенде сабан төгіліп қалған жолға ұқсайды. Сондықтан да осы жолды бұрынғылар «Сабан жолы» деп атаған. «Сабан жолы» сүттің түсіне де ұқсайды, сондықтан көне заманда гректер оны «*галактикос*» яғни «*сүтті*» деп атаған. Ғалам (кейде Галактика дейіледі) сөзі де сол сөзден алынған.

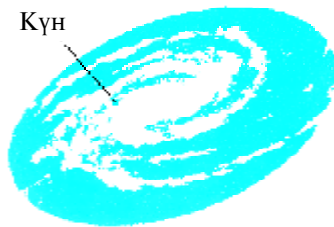
Бізге көрінетін “Сабан жолы” яки “Құс жолы” Ғаамға кіретін жұлдыздардың бір бөлігін қамтиды. Жұлдыздар Ғаламның орталығы төңірегінде 250 млн жылда бір рет айналып шығады.

Ғалам ядродан және оны қоршап тұратын жұлдыздардан құралған (78-сурет). Жұлдыздар Ғаламымыздың құрамында диск тәрізді және галактикалық тәж түрінде орналасқан. Ғалам дөңес линзаға ұқсайды. Дисктің диаметрі 100 000 жарық жылына, орталығының қалыңдығы шамамен 30 000 жарық жылына тең. Галактика тәж де жұлдыздардан құралған. Ғаламның айналу осі дискіге перпендикуляр.

Ғаламның дискіне перпендикуляр түрінде сырттан бақылай алғанымызда, ол 79- суреттегідей спираль тәрізді болып көрінетін еді.



78-сурет



79- сурет

Ғаламдағы жұлдыздардың бірі — **Күн**. Ол басқа жұлдыздар сияқты Ғалам орталығы төңірегінде айналып жүр. Күн Ғалам орталығынан шамамен $3,1 \cdot 10^{17}$ яки 32,6 мың жарық жылы қашықтықта орналасқан. Күн өзінің планетасымен бірге Ғалам ядросы төңірегінде 250 км/с жылдамдықпен қозғалады да 250 миллион жылда бір рет толық айналып шығады.

1920 жылы АҚШ астрономы Эдвин Хаббл Ғаламнан басқа ғаламдардың да бар екенін дәлелдеп берді. 1929 жылы Хаббл ғаламдар спектрін зерттеп, ғаламдар бізден өте үлкен v жылдамдықпен қашықтап бара жатқанын анықтайтын мына заңды ашты:

$$v = HR,$$

мұндағы R — қашықтап бара жатқан ғаламға дейінгі қашықтық, H — Хаббл тұрақтысы, мәні $74 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпс})$, 1 пс (парсек) = $3,26$ жарық жылы.

Хаббл ашқан осы заңдылық бойынша ғалам бізден қаншалықты алыста болса, оның жылдамдығы соншалықты үлкен екендігі шығады. 1988 жылы $275000 \text{ км}/\text{с}$ жылдамдықпен алыстап бара жатқан ғалам анықталды. Ғаламның осындай алыстауынан қасй бір замандарда олар бір жерге жиналған деген қорытынды туады. Хаббл заңы ғаламдардың таралу кезеңін табуға мүмкіндік береді.

Әлемнің құрылымы мен дамуы туралы қазіргі заманғы көзқарастар



Әлемнің құрылым мен дамуы туралы қазіргі заманғы көзқарастар бойынша 13—14 миллиард жыл бұрын бүкіл материя, энергия, кеңістік пен уақыт *Үлкен Жарылыс* нәтижесінде секундтың үлестерінде ($\sim 10^{-44} \text{ с}$), дерлік бір сәтте пайда болған.

Қазіргі замандағы ғылымның көзқарасы бойынша Үлкен Жарылыстан кейін пайда болған Әлем кенейе түскен.

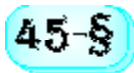
Үлкен жарылыстан соң температура төмендеп, протондар мен нейтрондар пайда болған. Протон мен нейтрондар бірігіп, сутегі мен гелий ядролары пайда болған. Арадан 300 мың жыл өтіп электрондар ядро төңірегінде айнала бастаған. Мұның нәтижесінде атомдар туды.

Бір миллиард жыл өтіп гравитация күштері нәтижесінде заттар сығыла бастады да жұлдыздар мен олардың жүйесі — ғаламдар пайда бола бастаған.

Бұдан былайғы кезеңде, яғни келешекте не болатыны туралы ғалымдар ортасында түрлі көзқарастар бар. Кейбір ғалымдардың пікірінше, Ғалам одан ары кенейе береді.



1. Ғалам деген не?
2. “Сабан жолы” не екенін түсіндіріңдер.
3. Біздің Ғаламымыз туралы нелерді білесіңдер?
4. Хаббл заңының маңызы неде?
5. Әлемнің диаметрі, салмағы, ғаламдар мен жұлдыздар санын айтып беріңдер.
6. Әлемнің құрылысы мен дамуы жайлы өз көзқарастарыңды айтыңдар.



АСТРОНОМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР

Еліміз ғұламаларының астрономия саласындағы еңбектері

Астрономия ғылымының өркендеуіне орта ғасырларда өмір сүріп, еңбек еткен еліміз ғұламалары орасан үлкен үлес қосты. Мысалы, отандасымыз **Ахмед әл-Ферғани** (797—865) 812 жылы Күннің тұтылуын алдын ала айтып берген. Жердің дөңгелек екенін дәлелдеді. Әл-Ферғани 829 жылы Бағдадта, 832 жылы Дамаскіде расытхананың құрылуына басшылық еті. Бұл расытханада аспан денелерінің қозғалысы мен орнын анықтау, жұлдыздар кестесін жасау істеріне жетекшілік жасады, кейбір астрономиялық аспаптарды ойлап тапты.

Әл-Ферғани Дамаскідегі расытханада Птоломейдің астрономияға тиісті атақты “Альмадест” шығармасындағы мәліметтерді тексерді.

X—XI ғасырларда өмір сүріп, шығармашылықпен шұғылданған **Әбу Райхан Беруни** (973—1048) 100-ден астам еңбек жазып қалдырды. «Жұлдыздар ілімі», «Қонуни Масуди», «Геодезия» атты кітаптары астрономияға арналған, оларда Күн, Ай мен планеталардың қозғалысы туралы мәліметтер бар.

Беруни планеталар Меркурий мен Венера (Шолпан) Күннен қашықтамағанын анықтаған және сол бойынша осы екі планета Күн төңірегінде айналса керек, деген қорытындыға келген. Беруни, Күн сол екі планетамен бірге Жерді айналады, деген болжамды айтса да, оның Меркурий мен Венераға қатысты XI ғасырдағы тұжырымы гелиоцентрлік жүйеге қарай қойған алғашқы қадам еді.

Беруни аспан мен Жер глобустарын жасады. Ол аспан қозғалысы Жердің өз осімен айналу нәтижесі деп айтып өтті.

Әлемге орта ғасырдың ұлы астрономы ретінде танылған **Мырза Ұлықбек** (1394—1449) 1428—1429 жылдары Самарқанд маңындағы Кохак деген төбешікте расытхана құрдырды. Ұлықбек расытханада Күн, Ай, планеталар, жұлдыздарды зерттеді. Расытханада жұлдыздар кестесін жасау, уақытты анықтау, осының географиялық координаталарын белгілеу сияқты астрономиялық мәліметтерді жинау үшін қолданылатын басқа аспаптар да бар еді.

Ұлықбек расытханада өткізген зерттеу нәтижелерін өзінің «*Зижі Курағони*» деген кітабына енгізген. 1437 жылы аяқталған бұл кітапта жұлдыздардың биіктігі, меридиан сызығы, ендік, жұлдыз және планеталар арасындағы қашықтық сияқтыларды анықтау тәсілдері айтып өтілген. Онда 1018 жұлдыздың орналасу координатасы келтірілген. Бұл кестенің дәлдігі соншалық оның құны осы күнге



Мырза Ұлықбек
(1394–1449)

дейін маңызын жоғалтпаған. Мысалы, Жер экваторының Күн төңірегінде айналу орбитасы жазықтығымен салыстырғанда ауытқу бұрышы да анық өлшенген. Оған сәйкес бұл ауытқу $23^{\circ}30'17''$ -ге тең болып, қазіргі заманғы өлшеу бойынша бар жоғы $32''$ -ты құрайды.

Әл Ферғани, Беруни, Ұлықбек сынды еліміз ғұламалары жүргізген зерттеулері астрономия саласының дамуына үлкен үлес қосқан.

Қазіргі заманғы астрономиялық зерттеулер

Замандар өтіп астрономиялық бақылауларға арналған арнайы аспаптар жасалып, олар жетілдіре түсті. Алғашқы телескопты 1608 жылы голландиялық Гаис Липперстей жасады. Тұңғыш рет жасалған телескопта шыны линзалар алыстағы денелерді үлкейтіп көрсеткен. Сол заманда Галилео Галилей де екі линзадан құралған телескоп жасады. Бұл телескоптың жасалуы астрономиялық зерттеулердің жаңа кезеңін бастап берді.

Қазіргі заманғы телескоптардың көмегімен Ғаламдағы жұлдыздарда болатын процестерді ғана емес, сонымен бірге басқа ғаламда жүріп жатқан процестерді де бақылау мүмкін. Жетілдірілген телескоптар көрінетін жарықтарды ғана емес көрінбейтін электрмагнит толқындарды да қабылдайды. Обсерваторияларда радиотелескоптар, спектрографтар қолданылады.

Жер атмосферасы жоғары энергиялы сәулелерді қатты жұтады. Сондықтан Әлемнен келетін электрмагнит толқындардың бәрі де Жерде тұрып телескоптар арқылы бақыланбайды. Сол себепті астрономиялық зерттеулер Жердің жасанды серіктеріне орнатылған радиотелескоптар көмегімен жүргізілуде. Мысалы, космосқа шығарылған Хаббл телескопы Жердегі телескопта бақыланатын жарықпен салыстырғанда 50 есе күшсіз жарықты сезгендіктен Әлемді, ондағы объектілерді терең зерттеуге мүмкіндік береді.



1. Еліміз ғұламаларының астрономия саласында жүргізген істері туралы айтып беріндер.
3. Телескоп туралы не білесіндер?
4. Неліктен астрономиялық зерттеулер жасанды серіктерде де жүргізілуде?

XI ТАРАУДЫҢ ЕҢ МАҢЫЗДЫСЫ

- Күн және оның төңірегінде айналып жүретін барлық аспан денелері Күн жүйесін құрайды.
- Кеплердің *бірінші* заңы: Әрбір ғаламшар айналаға жақын болған эллипс бойлап айналады да эллипстің фокустарының бірінде Күн тұрады.

- Кеплердің екінші заңы: Ғаламшарлардың радиус-векторы тең уақыттар ішінде тең аудандарды сызады.
- Кеплердің үшінші заңы: Планеталарды Күн төңірегінде айналу периодтары квадраттарының бөлінісі орбиталары үлкен осьтерінің жартысы ұзындығының кубтары қатынасына тең:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

- Марс пен Юпитер аралығында Күн төңірегінде айналып жүретін кіші аспан денелері астероидтар деп аталады.
- Комета — «бас» және оған еріп жүретін «құйрықтан» құралған Күн жүйесіндегі аспан денесі.
- Жерге жақындап келіп, ауада жарық із қалдырып ұшатын, Жерге жетіп келмей жанып кететін кіші аспан денелері метеорлар деп аталады.
- Ұшып келе жатқан кейбір метеорлар ауада жанып болмай-ақ Жерге соғылуы мүмкін. Бұндай аспан денелері метеориттер деп аталады.
- Жұлдыздар Ғаламда шоғырланып орналасқан. Әрбір шоғырдағы жұлдыздар жалпы өзара тартылыс күшімен байланысқан. Мұндай әрбір жұлдыздар шоғыры галактика деп аталады.
- Әлемнің құрылымы мен дамуы туралы қазіргі заманғы көзқарастарға қарағанда, 13—14 млрд жыл бұрын материя, энергия, кеңістік пен уақыт Үлкен Жарылыс себебінен секундтың үлестерінде ($\sim 10^{-44}$) дерлік бір сәтте пайда болған.

ӘЛЕМНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ КӨРІНІСІ. ФИЗИКА-ТЕХНИКАНЫҢ ДАМУЫ

46-§

ӘЛЕМНІҢ БІР ҒАНА ФИЗИКАЛЫҚ КӨРІНІСІ

Әлемнің механикалық көрінісі

Әлемнің көрінісі туралы ерте заманнан бастап ғалымдар пікірталас жүргізген. Бірақ олар тек өз ойларына ғана сүйеніп, тәжірибе мен бақылаудан соң туындайтын қорытындыларды естен шығарды.

Табиғат құбылыстарын зерттеуде тәжірибе нәтижелеріне негізделетінін бірінші болып Г.Галилей тапты. Сондықтан физиканың пән ретінде қалыптасуы Галилейден басталған дейді. Бұнда ол инерция, салыстырмалы принципі туралы идеяларды айтып, олардың дәлелін тәжірибеде бақылады. Бұл жұмыстарды И.Ньютон жалғастырды. Сөйтіп XVII ғасырда табиғаттанудан механика бөлініп шықты, әлемнің механикалық көрінісі жасалды.



Әлемнің механикалық көрінісі материя, қозғалыс, кеңістік, уақыт, өзара әсер, себеп және салдар заңдылығы сияқты элементтерден құралған болып, онда табиғаттағы түрлі процестерді механика заңдары негізінде түсіндіру мүмкін дейді.

Әлемнің механикалық көрінісіне қарағанда **материя** бөлшектерден құралған зат деп түсініледі; әлем қозғалатын материядан құралған және барлық көріністегі қозғалыстар механикалық **қозғалыс** жасайды; **кеңістік** пен **уақыт** абсолюттік маңызды болып, материя мен қозғалысқа байланысты емес деп қаралды (Ньютон), XX ғасырда мұндай көзқарас жоққа шығарылды (Эйнштейн); **өзара әсер** универсал тартылыс заңы негізінде болып, ол бір сәтте болады; **салдар** әрине **себеппен** байланысты (оқиғалар себепке байланысты, бір жағдай белгілі болса, кейінгі жағдайда себеп-салдар принципі негізінде анықтау мүмкін); Ньютон ашқан классикалық механика көзқарасы бойынша, ең алдымен бөлек-бөлек оқиғалар, процестер, дәлелдер бір жүйеге келтіріледі, олар бір-бірімен **механикалық заңдылықтар** негізінде жалпы көрінісін құрайды.

Әлемнің электромагниттік көрінісі

XIX ғасырда электромагниттік оқиғаларды зерттеу, олардың заңдылықтарын ашу басталды. Алайда оларды механикалық көзқарас тұрғысынан қандай да бір флюид (ойдағы арнайы сұйықтық, орта) негізінде түсіндіруге әрекет етті. Мұндай көзқарастар сыналды да жоққа шығарыла бастады. Сонда М. Фарадей **электромагниттік алаң түсінігін** енгізді. Бұл ғылымда маңызды қадам болды.

Содан соң бұл идеяны жетілдіріп, Дж. Максвелл электромагниттік алаң теориясын ашты. Жеке-жеке қарастырылып жатқан электр және магниттік оқиғалар белгілі тәртіпке келтірілді. Онда электромагниттік алаң кеңістікте үздіксіз өзгереді деп қаралды.

Әлемнің механикалық көрінісі бойынша материя *заттан* құралған деп қаралса, әлемнің электромагниттік бейнесінде материя алаң формасында болу мүмкіндігі анықталды. *Қозғалыс* тек зат пен оның бөлшектері қозғалысынан ғана тұрмай, сонымен бірге алаң мен оның электромагниттік толқындарының қозғалысы ретінде де қаралуын талап етті. Өзара әсер тек гравитациялық алаң арқылы *бір сәтте* ғана емес, *шектелген жылдамдықпен* тарқалатын электромагниттік алаң арқылы да болуы мойындалды. Сонымен Әлемнің электромагниттік көрінісі қалыптасты.



Сондай-ақ табиғатта екі фундаменталды өзара әсер — гравитациялық және электромагниттік өзара әсер бар екені анықталды.

Әлемнің қазіргі заманғы физикалық көрінісі

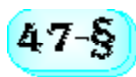
XIX ғасырдың соңы мен XX ғасырдың басына қарай атом физикасы саласындағы зерттеулер, электромагниттік алаң порциялар — кванттардан тұратыны туралы теория, бөлшектердің толқын табиғаты жөнінде ілімдер классикалық физиканың заңдары барлық физикалық құбылыстар үшін дұрыс бола бермейтінін көрсетті. Материяның бөлек құрылысқа ие болған *затқа* және үздіксіз *алаңға* бөлінуі өзінің абсолюттік мәнін жоғалтты.

Корпускуляр толқын дуализмі («дуализм» — «екі жақты» дегені) материяның барлық формаларына — затқа және алаңға байланыстылығы анықталды. Бұлардың нәтижесінде материяның квант қасиеттері ашылды.

Микробөлшектердің қозғалысын сипаттайтын квант физикасы пайда болған соң дүниенің бір ғана физикалық көрінісінде жаңа элементтер байқала бастады. Квант теориясының принциптері абсолюттік жалпылық бар, барлық зарядтарды, олардың өзара айналуын сипаттау үшін қолданыла береді.



1. Әлемнің механикалық көрінісі қандай элементтерден құралған?
2. Әлемнің механикалық және электромагниттік бейнесі арасында қандай ерекшелік бар?
3. Әлемнің бір ғана физикалық көрінісі туралы нелерді білесіңдер?



ФИЗИКА - ТЕХНИКАНЫҢ ДАМУЫ. ӨЗБЕКСТАНДА ФИЗИКА САЛАСЫНДАҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕР

Физика және техниканың дамуы

Алғашқы қауымдық құрылыс әуелі тас құралдар, кейінірек садақ-жебе лайдан жасалған ыдыстар, тас балта және мыс құралдар пайда болды. Б.з.б. 4—3

мың жылдықта жезден жасалған еңбек құралдары пайда болды. Кейінірек темірден пайдаланыла бастады.

Егіншілік дами бастаған соң су шығару қондырғылары мен жер айдайтын аспап-құралдар пайда болды. Құрылыста түрлі жүк көтеру рычагтары жасалды. Адамдар ағаш дінгегінен қайық жасап, суда жүзе бастады. Бірте-бірте желкенді кемелер құрылды, тоқымашылық станоктары жасалып, қолөнері дами түсті.

XV—XVI ғасырға қарай домна пештері құрылды. Әскери техникада оқ ату құралдары, машина мен механизмдер пайда болды. XVIII ғасырда баспа машинасы, телеграф аппараты, фотография, ішкі жану двигателі, радио, телефон, кинематография, автомобиль жасалып, әскери техника, темір жол транспорты өркендеді.

Физика және техника XX ғасыр барысында жоғары деңгейде дамыды. Электр энергиясын өндіру, одан пайдалану кең көлемде жүзеге асырылды, электр энергиясы барлық салаларда қолданыла бастады. Машина жасау, авиация, атом техникасы, электроника, телевидение, ракета жасау, автоматика, космонавтика, ақпарат технологиясы және басқа салалар жедел қарқынмен дамыды. Өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, қызмет көрсету, ғылым, ағарту, мәдениет, спорт, құрылыс, көлік, байланыс, энергетика және басқа салалар техниканың жетістіктерімен қамтамасыз етілді.

XXI ғасырда ақпарат технологиясы, биофизика және нанотехнология салаларында ұлы жаңалықтар ашылуына сенім артты.

Өзбекстанда физика саласындағы ізденістер

Фараби, Беруни, Ибн Сина, Ұлықбек сынды ұлы ғұламалар өмір сүрген еліміздегі университеттер мен институттарда, Ғылым Академиясының ғылыми мекемелерінде физика пәнінің айтарлықтай барлық бағыттарында кең көлемде зерттеу істері жүргізілді.

Өзбекстанда 1920—1930 жылдары физика саласында ғылыми зерттеу істері жоғары оқу орындарындағы лабораторияларда жүргізілді. 1932 жылы Өзбекстан Ғылым Комитеті құрылды. 1943 жылы Өзбекстан Ғылым Академиясы ашылды. Сол жылы Өз ҒА -ның Физика-техника институты, 1956 жылы Ядро физикасы институты, 1966 жылы Астрономия институты, 1967 жылы Электроника институты, 1976 жылы «Физика-Күн» ғылыми өндірістік бірлестігі құрылды. Физика бойынша ғылыми зерттеу мекемелері қатарына 1977 жылы ӨзҒА -ның Жылу физикасы бөлімі, 1992 жылы «Ғалам» ғылыми өндірістік бірлестігі, 1993 жылы Материалтану институты қосылды. Осы ғылыми зерттеу мекемелерінде, сондай-ақ Ташкент Мемлекеттік университеті (қазіргі Өзбекстан Ұлттық университеті), Самарқанд мемлекеттік университеті, Нөкіс мемлекеттік университеті, Ташкент техника университеті және басқа жоғары оқу орындарында физика пәнінің түрлі проблемаларына тиісті зерттеу істері жүргізіліп, әлем деңгейінде физиканың дамуына лайықты үлес қосты.

Өзбекстанда Күн энергиясын пайдалану және ядро физикасы саласында жүргізілген зерттеу істерімен таныссындар (32- және 47- § -ға қараңдар). Физиканың басқа бағыттарында да еліміздің ғалымдары қол жеткізген жетістіктер шексіз. Мысалы, атмосферадағы электрон-ядро сәуле табылды. Протондардың ядрода когерент дифракциялық диссациясы құрылысы әлемде бірінші болып анықталды. Жартылай өткізгіштік қасиеті бар қатты ерітінділердің бірнеше түрі алынды және физикалық қасиеттері зерттелді. Зерттеулердің нәтижелері бойынша өте жоғары жиілік диодтар, жартылай өткізгіштерде тез өтетін электронды процестерді үйренуге арналған аспаптар, бейнені әперетін фотодиод матрицалар, кремний, литийлі детектор және басқа аспаптар жасалды.

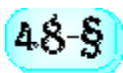
Мемлекетіміздің ғылыми зерттеу мекемелерінде және жоғары оқу орындарының лабораторияларында қатты денелер физикасы, жылу және молекулалық физика, оптика және акустиканың заманалық фундаменталды бағыттары бойынша практикалық маңызы бар ғылыми зерттеулер жүргізілді. Мысалы, заттардың жоғары температуралық синтезі, құрылымы мен қасиеттері лазер нұрымен басқарудың жаңа әдістері жасалды. 5-1000°C және 80—2000°C температура интервалында істейтін пирометр, инфрақызыл сәуле шығаратын дененің сәулеленуін түсіре алатын жаңа түрді қабылдағыш жаратылды.

Конденсатталған орта оптикасы саласындағы өте таза мөлдір ортада лазер сәулесінің таралуымен байланысты оптикалық құбылыстар зерттеліп, онда жаңа құбылыс — шапшаң кең сызықты люминисценция табылды. Лазер спектроскопиясы саласында сызықсыз орталарда лазер сәулесінің аномаль ауытқуы және өз-өзінен фокустану құбылыстары ашылды. Сызықсыз модуляциялық сәуле талшықтар оптикасы жасалды.

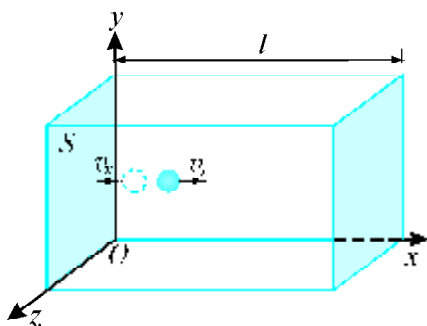
Елімізде физика саласында жүргізіліп жатқан зерттеулер қазіргі заман физикасының әлем деңгейінде одан ары өркендеуіне, халықтың тұрмыс салтының жасампаздығына қызмет етеді.



1. Техниканың дамуында физика пәнінің маңызы үлкен екенін негіздеп беріңдер.
2. Ежелгі заманнан қазіргі заманға дейінгі физика мен техника дамуы туралы айтып беріңдер.
3. Өзбекстанда физика саласында жүргізілген зерттеу жұмыстары туралы не білесіңдер?



ИДЕАЛ ГАЗДЫҢ МОЛЕКУЛА-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ТЕНДЕУІН ШЫҒАРУ



80-сурет

Параллелепипед түріндегі көлемі V ыдыста N молекула бар дейік. Ыдыстың қарастырылып отырған қабырғасының беті S -ке, ал қабырғалар арақашықтығы l -ге тең болсын (80-сурет). Бір молекуланың қозғалысын қарастырайық. Молекуланың жылдамдығы v -ге, Ox осіне проекциясы v_x -ке тең болсын. Бұл молекула v_x жылдамдықпен Ox осі бағытымен қозғалады, қабырғаның ауданы S -ке қатты күшпен соғылады. Бұл соғылу эластикалық болсын, яғни v_x жылдамдықпен соғылып, сондай v_x жылдам-

дықпен қабырғадан артқа қайтсын. Бұл жағдайда жылдамдықтың өзгеруі мына формуламен анықталады:

$$\Delta v_x = v_x - (-v_x) = 2v_x. \quad (1)$$

Ньютонның екінші заңына сәйкес бір молекуланың ыдыс қабырғасына әсер күші төмендегідей теңдеумен анықталады:

$$F_0 = m_0 \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = m_0 \frac{2v_x}{\Delta t}, \quad (2)$$

мұндағы Δt — молекуланың сол қабырғаға бір рет соғылудан кейінгі соғылуына дейінгі уақыт, яғни $\Delta t = l/v_x$. Δt -тың бір мөлшерін (2) теңдеуге қойып, бір молекуланың Ox осіне перпендикуляр болған оң қабырғаға көрсетіп жатқан әсер күші былай анықталады:

$$F_0 = m_0 \frac{2v_x^2}{l}. \quad (3)$$

Бір молекуланың Oy және Oz бағыттарға перпендикуляр болған қабырғасын әсер күштері де (3) формуласы сияқты болады.

Молекулалардың жылдамдықтары түрліше. Сондықтан олардың әсер күші де түрліше болады. Осы күштердің бәрін қосып, бөлшектерге бөлсе, әрбір молекуланың қабырғаға көрсетіп жатқан орташа күші табылады:

$$\bar{F}_0 = m_0 \frac{2\overline{v_x^2}}{l},$$

мұндағы v_x — Ox бағытымен қозғалып жатқан молекулалардың жылдамдықтары квадраттарының орташа мәні.

Ох осі бойынша қозғалып жатқан молекулалардың саны N , бірақ олардың жартысы, яғни $N/2$ молекула қарастырылып жатқан қабырғаға соғылады. Ондай сол қабырғаға барлық молекулалардың әсер күшін былай табамыз:

$$F_x = \bar{F}_0 \frac{N}{2} = m_0 \frac{2\bar{v}_x^2}{l} \cdot \frac{N}{2} = \frac{N}{l} m_0 \bar{v}_x^2. \quad (4)$$

Бұдан молекулалардың S ауданы ыдыс қабырғасына көрсетіп жатқан қысымын табамыз:

$$p_x = \frac{F_x}{S} = \frac{N}{lS} m_0 \bar{v}_x^2 = \frac{N}{V} m_0 \bar{v}_x^2 = nm_0 \bar{v}_x^2, \quad (5)$$

мұндағы $n = N/V$ – молекулалардың концентрациясы.

O_y және O_z бағыттарымен қозғалып жатқан молекулалардың ыдыс қабырғасына көрсеткен p_y және p_z қысымдары да (5) формуласы тәрізді сипатталады:

$$p_y = nm_0 \bar{v}_y^2; \quad p_z = nm_0 \bar{v}_z^2. \quad (6)$$

Бұл жерде $p_x = p_y = p_z$ болады, ондай болмаса қай жаққа қарай қысым көп болса, ыдыс сол жаққа қарай өзінен-өзі қозғалған болар еді. Мұндай болуы мүмкін емес.

Ондай жағдайда (4), (5) және (6) формулалардың өзара теңдігінен мына теңдік туады: $\bar{v}_x^2 = \bar{v}_y^2 = \bar{v}_z^2$. Мұны пайдаланып, ыдыстағы түрлі бағытпен қозғалып жатқан молекулалардың жылдамдықтар квадраттарының орташа мәні $\bar{v}^2$ -ды анықтаймыз:

$$\bar{v}^2 = \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2 = 3\bar{v}_x^2 \quad \text{яки} \quad \bar{v}_x^2 = \frac{1}{3} \bar{v}^2. \quad (7)$$

Бұл формуланы (5)-ке қойып, газ молекулаларының қысымы үшін төмендегідей теңдеуді аламыз:

$$p = \frac{1}{3} nm_0 \bar{v}^2. \quad (8)$$

Бұл теңдеудің оң жағын 2-ге көбейтіп әрі бөліп, төмендегідей сипаттаймыз:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} \quad \text{яки} \quad p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k, \quad (9)$$

мұндағы $\bar{E}_k = m_0 \bar{v}^2 / 2$ — бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясы.

(9) теңдеуді былай жазуға да болады:

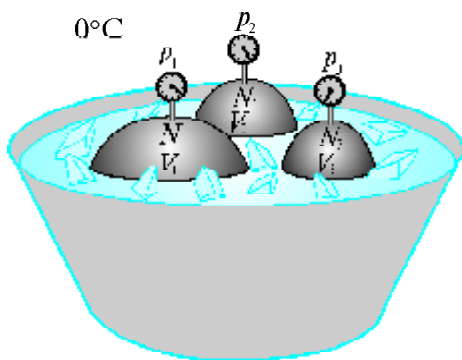
$$p = \frac{2}{3} \frac{N \bar{E}_k}{V} \quad \text{яки} \quad p = \frac{2}{3} \frac{U}{V}, \quad (10)$$

мұндағы $U = N \bar{E}_k$ — ыдыстағы газ молекулаларының кинетикалық энергияларының жинағы, ол идеал газдың ішкі энергиясы дейіледі.

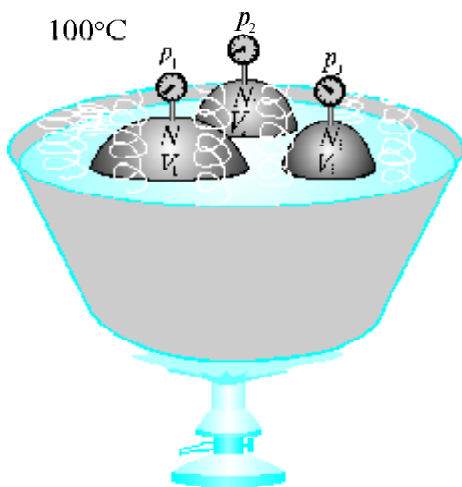
(8), (9) және (10) теңдеулер идеал газ молекулалық-кинетикалық теориясының негізгі теңдеу деп аталады.

49-§

БОЛЬЦМАН ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ШЫҒАРУ



81- сурет



82- сурет

Температура және молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы арасындағы байланысты қарастырайық.

Төмендегідей тәжірибе өткізілді. Көлемі V_1 , V_2 және V_3 баллондардың әрқайсысына сәйкес келетін массасы m_1 , m_2 және m_3 құйылған түрлі газдардың қысымын монетрдің жәрдемімен өлшеуге болады. Тиісті баллондағы газдың массасын әрі мольдік массасын ерте бастан біле тұра, баллондардағы молекулалардың саны N_1 , N_2 және N_3 табылды.

Баллондардың үшеуін еріп жатқан мұзы бар үлкен ыдысқа батырды (81-сурет). Жылу тепе-теңдігі орнағанда барлық баллондағы газдардың температурасы 0°C -қа тең болғаны мәлім. Ал әрбір баллондағы газдың p_1 , p_2 және p_3 қысымы монетрлер арқылы өлшенді. Өлшеу әрі есептеудің нәтижелеріне қарай, әрбір газ үшін $\frac{pV}{N}$ қатынасының саны бірдей болып шыққан. Бұл өзара қатынас θ (тетта) әрпімен белгіленген, яғни:

$$\frac{p_1 V_1}{N_1} = \frac{p_2 V_2}{N_2} = \frac{p_3 V_3}{N_3} = \theta. \quad (1)$$

Энергия сияқты θ де (Дж) өлшем бірлігінде өлшенеді. Тәжірибе көрсеткеніндей, баллондардағы газдар үшін

θ -нің саны температураның артуымен өсе түседі. Тәжірибеге сүйене отырып, θ және T арасындағы байланысты былайша жазуға болады:

$$\theta = kT, \quad (2)$$

Мұндағы k - θ және T -ның өлшем бірліктері мен масштабтарын бір-біріне сәйкестіруші тұрақты шама. Ол **Больцман тұрақтылығы** деп аталады. Оның мәні былай анықталған.

Мұз салынған ыдысқа түрлі газы бар баллондар батырылып, 0 градус жағдайы үшін $\theta_1 = 3,77 \cdot 10^{-21}$ Дж-ге тең екені табылған.

Баллондар салынған ыдыстағы су қыздырылды да газдардың температурасы 100 градусқа жеткізілді (82- сурет). Жылу тепе-теңдігі орнаған соң әрбір баллондағы газдың қысымы өлшеніп, pV/N қатынасы да есептелді. 100 градусты жағдай үшін $\theta_2 = 5,15 \cdot 10^{-21}$ Дж-ге тең екендігі анықталды.

(3) формуланы екі жағдай үшін $\theta_1 = \kappa T_1$ және $\theta_2 = \kappa T_2$ түрінде жазып, Больцман тұрақтылығының мәнін төмендегідей анықтауға болады:

$$\begin{aligned}\theta_2 - \theta_1 &= k (T_2 - T_1) = k \cdot 100 \text{ град}; \\ \theta_2 - \theta_1 &= (5,15 - 3,77) \cdot 10^{-21} \text{ Дж} = 1,38 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}; \\ k \cdot 100 \text{ град} &= 1,38 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}; \\ k &= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/град.}\end{aligned}\quad (3)$$

Егер (1) формуладағы $\frac{pV}{N} = \theta$ және $\theta = kT$ екендігі ескерілсе, идеал газ молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы мен температурасын байланыстырушы теңдеу шығады:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT. \quad (4)$$

Сонда Больцман тұрақтылығына төмендігідей түсінік беруге болады:



Больцман тұрақтылығы газдағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы және газдың температурасы арасындағы өту коэффициенті болып табылады.

ЖАЗ ЖАҢБЫРЫНЫҢ ЖАУУ СЫРЫ

Күн жарқырап тұрған жаз күндері кенеттен жылы жаңбырдың нөсерлете құйып кеткенін бәріміз көргенбіз. Мұндай кезде “қасқыр балалады” деп те айтады. Бұл жаңбыр қаншалықты тез басталған болса, соншалықты тез қойып қалады, “жаз жаңбырындай қысқа” деп осыны айтады.

....Ауа бөлшегі, әдетте, адиабатикалық күйде болады, яғни айналадағы ауа массасы мен жылу ауыспайды. Ал Күн сәулесінде ысығанда ол жеңілдеп, жоғарыға көтеріле бастайды. Сол кезде адиабатикалық тұрғыдан кеңейіп, суи береді. Бірақ биіктік артқан сайын айналадағы ауа бөлшегінің температурасы айналадағы ауа массасының температурасымен теңдескенде көтерілу тоқтайды. Егер сол бөлшек және оған ұқсас басқа шексіз ауа бөлшектері айтарлықтай жер бетінен бірнеше километр биіктікке көтерілуге үлгерсе, күшті дәрежеде суиды да олардағы су булары қанығу күйіне жетеді. Сол уақытта конденсацияның жасырын жылулығы бөлініп шығып, бөлшектердің сууы бәсеңдейді. Мұның нәтижесінде бөлшектердің температурасы айналадағы ауа массасының температурасынан одан да жоғары болып қалады да олар ары қарай көтеріле береді. Ал су буының конденсациялануынан бұлт пайда болады. Ауа бөлшектері барған сайын жоғары көтеріле береді, бұлт да үлкейе түседі. Ақырында бұлттың температурасы қандай да бір бөлігінде нөл дәрежеден төмендеп кетеді, сол жерде мұз кристалдары пайда болады, ал олардан ірі су тамшылары пайда болады. Содан соң жаңбыр жауады. Алайда жаз жаңбыры үнемі жауа бермейді ғой? Дұрыс, өйткені бұл үшін күн жылы, вертикаль бойынша ауа температурасының белгілі градиенті, бұлттың бірер бөлігінде температурасы теріс болуы керек. Осы үш жағдай өзара сәйкес келгенде ғана жылы жаз жаңбыры жауып кететіні соншалық, ол қай жерден жауып кеткенін білмей де қаласың.

НЕЛІКТЕН СУ ОТТЫ ӨШІРЕДІ?

Осы қарапайым сұраққа көпшілік дұрыс жауап бере алмайды. Біріншіден, жанып жатқан денеге тиген су бұға айналуы үшін өте көп жылу алады. Жылудан бу затты орап алады да оған ауаның келуіне кедергі болады. Ал ауасыз жану процесі болмайды. Көбінесе судың өшіру қабілетін асыру үшін қопарылыс жасайтын порох (оқ дәрі) қосылады. Ең қызығы, порох тез жанатын болғандықтан отты өшіру орнына оның көбірек жануына көмектесуі тиіс еді. Бірақ порох жанып жатқан кезде өте көп жанбайтын газдар бөлініп шығады, бұл газдар жанып жатқан затты орап алып оның жануын бәсеңдетеді.

ТЕРМОМЕТРДІҢ ЖАСАЛУ ТАРИХЫ

Жер бетінде адам пайда болған дәуірлерде-ақ ыстық пен суықтың адламға әсерін сезген. Бірақ бұл құбылыстың маңызын түсініп, температураны өлшей

алатындай қабілетке ие болғанша жүздеген ғасыр өткен. Ал қазіргі уақытта ыстық пен суықты өлшеу жай бір қарапайым құбылыс болып қалған, себебі түрлі температураны өлшейтін аспаптар бар. Айтар болсақ, термометрді осы өлшегіш аспаптарының атасы деп айтуға әбден болады. Тарихқа көз салсақ, температураны өлшеуде ауырымызды жеңілдететін қарапайым аспап — термометрдің ашылуы қиын болғанын, түрлі заман ғалымдарының зерттеулері арқасында ғана оның көрінісі қазіргідей болғанын көреміз.

Газдың ыстықтан кенеюі, ең алдымен біздің заманымызға дейін жасаған ғалымдарға, мысалы александриялық Герон мен византиялық Фипондарға белгілі болған. Алайда газдың осы қасиеттерін пайдаланып, ыстықты өлшейтін аспап жасауды кім бірінші болып ұсынғаны осы күнге дейін мәлім емес. Әдетте, бұл жаңалықты көбірек италиялық атақты ғалым Галилео Галилей және голландиялық Корнели Дреббельдің есімдерімен тығыз байланыстырады.

Мәліметтерге қарағанда, Галилей өз жаңалығын бұдан 379 жыл бұрын баяндама жасап тұрғанда бірінші рет айтып өткен. Ал аспаптың құрылысын 1620 жылы ағылшын философы Ф.Бекон түсіндіріп берген. Галилей жаратқан осы аспаптың жоғары ұшы шар пішінінде жасалған шыны түтікшеден тұрады, оның төменгі ұшы суы бар ыдысқа түсіріледі. Егер шарды жылытса, ондағы ауа кенеюі есебіне түтікшедегі судың биіктігі ыдыстағы су деңгейінен төмендейді немесе керісінше болады. Сөйтіп, түтікшедегі судың күйіне қарап дене температурасының өзгеруін бақылауға болады. Көрініп тұрғанындай, Галилейдің осы аспабы біз білетін термометр болмаса да, негізінде ыстықты өлшеуге қызмет ететін аспап болған және термоскоп деп аталған.

ФАРАНГЕЙТ ШКАЛАСЫ

Батыс Еуропада 1709 жылдың қысы әр жылдағыдан суық болды. Ол кезде мұндай қатты әрі ұзаққа созылған суық күндер жүз жылдар бойы болмаған еді. Сол кездерде Данаиг қаласында жасаған физик Фарангейт өзі ойлап тапқан термометрдің тұрақты нүктелерін белгілеуде 1709 жылдың қысында өзінің қаласында болған ең төменгі температураны “нөл” деп қабылдады. Бұл суық мұз бен тұздың және мүсәтір қоспасынан әзірленген суық болатын.

Өзінен бұрын өмір сүрген ғалымдардан (мысалы, Ньютон да) үлгі алып, температураның екінші тұрақты нүктесі үшін Фарангейт адам денесінің қалыпты температурасын қабылдады. Ол заманда, ауаның температурасы ешқашан адам қанының температурасынан жоғары көтерілмейді, ауа осылай ыситын болса, адам өледі, деп ойлайтын еді (әрине, бұл пікір дұрыс емес).

Осы тұрақты екінші нүктені Фарангейт алғаш 24 санымен белгіледі. Дәрежелердің саны тәуліктегі сағаттар санына тең еді. Бірақ көпшілікте бұл дәрежелер өте үлкен болғандықтан Фарангейт оларды төрт $24 \times 4 = 96$ санымен өрнектейтін болды. Дәреженің ұзындығы осымен анықталды. Бұдан жоғарыға қарай дәрежелерді қойып көріп, ғалым судың қайнау нүктесі үшін 212-ні алды.

Неліктен Фарангейт өзінің термометрінде екінші тұрақты нүктесі етіп судың қайнау температурасын алмады? Мұны алмауының себебі сол, судың қайнау температурасы атмосфера қысымының өзгеруіне қарай өзгеріп тұратынын Фарангейт білетін еді. Тұрақтылық тұрғысынан адам денесінің температурасы сенімдірек түйілді. Қызығы сонда, ол дәуірде адам денесінің температурасы қазіргіден бір дәреже төмен — 35° деп саналатын еді.

МҰЗДЫҢ КӨМЕГІМЕН ЖАЛЫН ШЫҒАРУ

От жағу үшін жеткілікті деңгейде мұз бөлегінен екі жақты дөңес линза жасаса болғаны. Мұз Күн сәулесін сындырғанымен өзі ысымайды да, ерімейді де. Мұздың сындыру көрсеткіші судыкіне қарағанда біраз аз. Сумен толтырылған шардың жәрдемімен жалын шығару мүмкін, бұл істі мұздан жасалған линза арқылы да жүзеге асыруға болады. Осындай мұз линза Жюль Берннің “Путешествие капитана Гаттераса” деген кітабында өте қызықты баяндалған. Жолаушылар сіріңкесін жоғалтып қойып, 48°-қа жететін қатты суықта қалып кеткенде доктор Клоубони осы тәсілмен от жаққан.

— Жағдай нашар ғой, — деді Гаттерас докторға.

— Солай, — деді доктор.

— Бізде дүрбі жоқ па, линзаны алып от шығарсақ.

— Білемін, — деді доктор, — өкінішке орай, трутты жандыру үшін Күн сәулесінің күші де жетеді.

— Енді не істейміз, шикі аю етін жеп қарнымызды тойғызуға тура келеді, — деді Гаттерас.

— Иә, әйтпегенде ше, лаж жоқ, солай істеуімізге тура келеді, — деді доктор ойға шомып.

— Не ойлап отырсыз? — деді Гаттерас.

— Менде бір пікір бар...

— Пікір? — деді боцман айқайлап. — Егер сізге бір пікір келген болса, демек, біздың басымыз аман!

— Қайдам, қандай болар екен? — деді доктор екіленіп.

— Бізде линза жоқ, бірақ оны дайындаймыз.

— Қалайша? — деп қызығып сұрады боцман.

— Мұз бөлігін тегістеп.

— Осыдан бір нәрсе шығады деп ойлайсыз ба?

— Иә. Күн сәулелері бір нүктеге жиналса болғаны. Ол үшін мұз жақсы хрусталь орнын иелей алады емес пе, бірақ тұзы жоқ таза судан пайда болған мұз бөлігі жақсы болар еді. Ол да берік әрі тұнық болады.

— Егер адаспасам, — деді боцман жүз қадамдай әріректе тұрған мұздарды көрсетіп, — анау тұрған мұздың түсіне қараңызшы, дәл сіз қалаған мұз болу керек.

— Сіз дұрыс айтасыз. Балтаңызды алыңызшы.

Үшеуі көрсетілген мұз жаққа қарай бет алды. Мұз шынында да тұщы судікі болып шықты.

Доктор мұздан диаметрі бір фут (бір фут — 30,38 см) бөлшекті кесіп алуды бұйырды, оны балтамен тегістей бастады. Содан кейін оны пышақпен қырып, ақырында қолымен жайлап тегістеді. Дәл бір ең жақсы хрустальдан жасалғандай тұнық линза пайда болды. Доктор Күнге линзаны ұстап, Күн сәулесін трутқа жинады. Бірнеше секундтан соң трут жанды.

Жюль Берннің әңгімесі қияли емес: мұз линза арқылы ағашты жандыру тәжірибесі бірінші рет 1763 жылы үлкенірек линзамен тепе-тең күйде өткізілген еді, сол кезден бері қайта-қайта табысты түрде сынап көрілді.

СУДА БАТПАЙТЫН ТИЫН

Мұндай тиын тек ертегілерде ғана емес, шынында да бар екен. Егер бірнеше оңай тәжірибелерді орындасандар, бұған көз жеткізесіңдер. Тиыннан кішірек заттардан, мысалы инеден бастаймыз. Болат ине су бетінде жүзіп жүретініне сенетін болсақ та, негізінде мұны іс жүзінде жүзеге асыру қиын емес. Су бетіне бір бөлек папирос қағазын, оның үстіне құп-құрғақ инені қойыңдар. Енді, ине астынан папирос қағазын абайлап суырып алса болды. Мұны былай орындайды: басқа ине немесе түйрегіштің көмегімен әуелі шеттерінен бастап қағаздың ортасына дейін бірте-бірте суға батыру керек; қағаз бөлегі түгел суланған соң судың түбіне түседі, ал ине су бетінде жүзіп жүре береді. Стакан қабырғаларына, су деңгейінің биіктігіне магнитті жақындатсақ, тіпті иненің қозғалысын басқаруға болады.

Амалын тапсандар, папирос қағазының да керегі болмай қалады: саусақтарыңмен иненің ортасынан ұстап тұрып оны горизонталь күйде су бетіне тастандар.

Иненің орнына түйрегішті (ине мен түйрегіштің қалыңдығы 2 мм-ден аспауы керек), жеңіл түймені, ұсақ және жалпақ металл бұйымдарды суда жүзуге мәжбүр етуге де болады. Қолыңды жақсылап үйретіп алған соң бір тиынды теңгені жүзуге әрекет етіп көріңдер.

Бұл металл заттардың суда жүзуінің себебі, біздің қолдарымыз тиген заттардың беті суда жақсы суланбайды, өйткені олар саусақтарымыздағы маймен қапталады. Дұрыс, май қабаты өте жұқа болады, алайда судың өзі де жеткілікті болады екен. Міне сондықтан да суда жүзіп жүрген ине айналасында ойыстық пайда болады, оны тіпті көруге болады. Сұйықтық бетіндегі пленка туралануға ұмтылып, инеге төменнен жоғарыға бағытталған күшпен әсер береді де оның батып кетуіне жол бермейді. Жүзу заңы бойынша сұйықтықтың итеріліс күші де инені су бетінде ұстап тұруға көмектеседі: ине, өзі сығып шығарған судың ауырлығына тең болған күштің төменнен жоғарыға ұмтылатын әсерімен жоғарыға итеріледі.

Иненің суда жүзуінің ең оңай жолы, оны ең алдымен майлап қою; осындай инені су бетіне тікелей қою мүмкін, сонда ол батпай жүзіп жүре береді.

ЕЛЕУІШТЕГІ СУ

Елеуіштегі суды көтеріп жүру де тек ертегілерде ғана болмайды екен. Физиканы білу, жалпы жүзеге асырылмайтын істі де орындауға көмектеседі. Ол үшін көлденең

өлшемі 15 см-ге тең және жылдамдықтары өте кіші болмаған (шамамен 1мм) сымнан жасалған елеуішті алып, оның торлы бөлігін ерітілген балауызға батыру керек. Кейін елеуішті балауыздан алу қажет: елеуіштің сым торы балауыздың жұқа, көзге көрінбейтін қабатымен қапталады.

Елеуіштің тесіктерінен түйрегіш те өте алады. Енді сендер осы елеуіште суды да алып жүре аласыңдар. Осындай елеуіште оның тесіктерінен төгіп алмай едәуір су алып жүруге болады. Тек қана суды абайлап құйып, елеуішті сілкітпеу керек.

Неліктен су ағып кетпейді? Өйткені, балауызды суламаған су, елеуіш тесіктеріндегі төменге бөрітіп шыққан жұқа пленкалардың пайда болуына себеп болды. Сол пленкалар суды ұстап тұрады.

Балауыздалған осындай елеуішті суға салса, ол батпайды. Демек, елеуіште тек қана суды алып жүру ғана емес, тіпті онда жүзіп жүруге де болады екен.

Міне осы ғажайып тәжірибе біз үшін кәдімгі құбылыс болып қалған бірнеше құбылыстардың маңызын түсінуге септігі тиеді. Мысалы, бөшке мен қайықтарды балауыздау, тығын мен втулкаларды майлау, майлы бояумен бояу, жалпы алғанда, су өткізбейтін қажетті барлық заттарды май тәрізді заттармен қаптау, сондай-ақ маталарға резеңке қосу — мұның бәрі жоғарыда айтылған елеуішті дайындауға ұқсас деуге болады. Орындалатын істердің маңызы бірдей, бірақ елеуіште су тасу өзгеше құбылыс болғандықтан біздің назарымызды жедел аударды.

КҮННІҢ ШЫҒУЫ ТУРАЛЫ ЕСЕП

Сендер Күннің шығуын нақ сағат 5⁰⁰-де бақылағансыңдар деп ойлайық. Бірақ жарық бір сәтте тарамайтынын ұмытпайық: сәулелер жарық көзінен бақылаушыға жетіп келгенше белгілі бір уақыт өтеді. Сондықтан мынадай сұрақты берсек болады: егер жарық бір сәтте таралатын болғанда, сендер Күннің шығуын қашан көрген болар едіңдер?

Жарық Күннен Жерге дейінгі қашықтықты басып өтуі үшін 8 минут керек болады. Егер жарық бір сәтте таралса, онда біз Күннің шығуын 8 минут бұрын, яғни сағат 4⁵² өткенде көруіміз керек болып шығады. Ал жауаптың мүлде дұрыс болмауы көпшілікке күтпеген оқиға болуы ықтимал. Не дегенде, “Күннің шығуы”, бұл біздің Жер шарымыз Күн жарытқан жерлерге өзінің жаңа нүктелерін айналдырып әкелгені үшін жүзеге асатын құбылыс. Сондықтан да жарық бір сәтте таралып Күннің шығуы ол бір қалыпты сияқты бола бермейді, яғни Күн бізге нақ сағат 5⁰⁰-де көрінеді.

КҮНДЕГІ ДАҚ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖЕРГЕ ӘСЕРІ

“1934 жылдың 9 наурызында Күнде дақтар пайда болады. 5—10 күн бойы дақтардың күшеюі ықтималы бар. Ауыр және жұқпалы аурулармен ауырған науқастарда болатын өзгерістерді бізге мәлімдеген...”

Бұдан отыз сегіз жыл бұрын Францияда жарияланған аталмыш хабар жедел әлемнің көптеген ауруханалары мен госпитальдарына жетіп барды. Хабар

Франциядағы институттардың бірінің құрметті төрағасы, ғалым, профессор А.Л.Чжевскийдің ұсынысымен тарқатылды.

Содан соң дәрігерлер күнде науқастардағы өзгерістерді бақылай бастады. Күннің активтілігі де тіркеліп тұрды. Сол хабарларды тарқатқан ғылыми зерттеу институтына көп хат келе бастады.

Профессор А.Л.Чжевский бірнеше жылдар бойы алынған мәліметтерге сүйеніп жасаған жүректің соғу жылдамдығын көрсететін схемамен сол жылдардағы Күннің активтілігін өрнектейтін схеманы салыстырды. Схемадағы биік және төмен нүктелер бір-біріне айтарлықтай сәйкес келді.

Бұдан тыс жиналған мәліметтерді үйреніп шыққан дәрігерлер Фор мен Сарду және астроном Валло Париж Медицина академиясына мынандай қорытынды жіберді: “Күннің орталық меридианысын бойлап өткен дақтардың активтілігі жұқпалы аурулардың күшеюіне 84 пайыз сәйкес келді”. Көрініп тұрғанындай, аурулардың күшеюіне Күннің активтілігі, ондағы дақтар үлкен әсер етеді.

Күннің активтілігі белгілі кезеңдерде, яғни әрбір 11,12 және 80 жылдық кезең бойы бірте-бірте арта түсіп ең жоғары нүктесіне жетеді, содан соң тағы төмендей түсіп, қалыпты күйге келеді, содан кейін тағы көтеріле бастайды. Сөйтіп, бұл кезең осылай жалғаса береді. Полюс шұғылалары, түрлі аурулардың таралуы, Жер атмосферасында магнитті борандардың байқалатыны сияқты құбылыстарды Күн активтілігінің он бір жылдық кезеңі үлкен рөл ойнайды.

Жұлдыздар арасында Жерге ең жақын саналатын Күн аспандағы миллиардтаған жұлдыздардың физикалық табиғатын зерттеуде маңызы үлкен болмақ. Күн тыныш жұлдыздардың қатарына кірсе де, негізінде онда тынымсыз өзгерістер болып тұрады. Бұл жұлдыз Жерден дерлік 150 миллион километр алыста болғандықтан осындай өзгерістерді арнайы аспаптарсыз бақылау өте қиын. Телескоп арқылы Күн атмосферасының үш қабатын бақылауға болады. Физикалық табиғатымен ерекшеленетін бұл қабаттар фотосфера және Күн тәжі деп аталады.

Айналатын қабатты, яғни фотосфераны телескоппен бақылағанда Күн бетінің балара ұясына ұқсаған торлардан тұратынын көреміз. Олар грануляция деп айтылады (“granul” — даналап дегені). Гранулдардың ұзындығы кейде 500—700 километрге жетеді. Фотосферада грануляциядан тыс ауданы біреше миллион квадратқа дейін нұрланатын аландарды және қара дақты көруге болады.

Қалыңдығы бірнеше он мың километрді құрайтын қабаты хромосфера (“chromos” — “түсті” дегені), негізінен сутегі, иодталған гелийден және кальций атомдарының газдарынан тұрады. Осы қабатта күшті жарылыстар болып тұрады. Жарылыс кезінде бөлінетін энергия мөлшері мыңдаған сутегі бомбасының энергиясына тең болады. Бұл жерде Күннен жұлдызаралық бостыққа секундына бірнеше жүз километр жылдамдықпен миллиондаған тонна плазма атылады.

Соны да айтып өткен жөн, жоғарыда айтылған құбылыстардың бәрі Күн дақтарымен тығыз байланысты. Сондықтан Күннің активтілігін белгілеуде ондағы дақтардың маңызы үлкен.

Күн дақтарының үлкендігі түрліше болады. Орташасының диаметрі 7000—15000 километрді құрайды. Көп жағдайда Күн дақтарының диаметрі 230 мың километр, яғни Жердің диаметрінен шамамен 19 есе үлкен болған.

Диаметрі 40 мың километрден астам Күн дақтарын ғана арнайы аппаратсыз көру мүмкін. Мәліметтерге қарағанда, эрамыздан бұрынғы VI—V ғасырларда да Күннің дақтары байқалған. Бірақ алғашқы бақылауларда Күн дақтары Меркурий немесе Шолпан ғаламшарларының Күннің сыртынан өтуі деген пікір дұрыс болмай шықты. Тіпті Иоганн Кеплер де 1607 жылғы 18 мамырда бақылаған үлкен Күн дағын Меркурийдің Күн сыртынан өтуі деп тұжырымдаған. Тек Галилео Галилей ғана өзі жасаған бірінші телескоппен 1610 жылы Күн дақтарын бақылап, олар тікелей Күннің сыртында екенін дәлелдеді.

Телескоп ойлап табылған соң, Күн дақтары енді тәртіп бойынша бақыланатын болды. 1845 жылдың 5 сәуірінде Парижде физиктер Физо мен Фуко Күннің тұңғыш фотосуретін алды. Астрофизиктер жүз жылдан астам уақыт Күн дақтарын зерттеуде.

Дақтар Күннің фотосфера деп аталатын сыртқы қабатында орналасқан, температурасы фотосферанікінен 1500 дәреже аз (фотосфераның температурасы 6000 дәреже). Сондықтан да Күн дақтары атмосфера ортасында көмескілеу болып көрінеді. Сыртқы көрінісінен Күн дақтарының пішіні тәрелке тәрізді. Оның орта бөлігі айналасындағыға қарағанда 1000-1400 километр төмен. Дақтар анықтығы бойынша екіге бөлінеді: оның төменгі жағы қап-қара болып, “көлеңке” яки ядро деп айтылады. Тәрелкеге ұқсаған бөлігі “жартылай көлеңке”. Әдетте, осы “жартылай көлеңке” жарық сақинамен қоршалған.

Күн дақтарында күшті магнит өрісі жиналады. Бұл құбылысты 1908 жылы америкалық астроном Хейл Маунт-Вильсон расытханасында Күн дақтарының көлеңке бөлігінде магнит өрісінің кернеуі 4000 эрстедке (магнит өрісінің кернеуін өлшеу үшін қолданылатын бірлік) жетеді. Күнге байланысты айтар болсақ, Жер магнит өрісінің кернеуі 1 эрстедке тең.

Күн дақтарындағы магнит өрісінің кернеуі де артадып.

Күн дақтары пайда болатын кезде грануляция арасында диаметрі 7000—10000 километрлі кара нүкте сияқты көрінеді, соңыра ол үлкейіп, айналасында жартылай көлеңке пайда болады. Дақтар, керісінше шоғырланып пайда болады. Әр шоғырда негізінен, екі ірі дақ бар, қалғандары олардың айналасында және арасында орналасады. Ең қызығы, осы екі ірі дақтың біреуінде солтүстік магнит полюсі, ал екіншісінде оңтүстік магнит полюсі болады.

Дақтар Күн сыртында үнемі бола бермейді, олар туылып, сөніп тұрады. Олардың орташа өмірі бірнеше сағаттан бірнеше күнге дейін болады. Сирек жағдайларда 1-1,5 айға дейін жасай алады. Олар — ең ірі дақтар.

Мысалы, 1966 жылғы 1 шілдеде Күннің солтүстік жарты шарында пайда болған жалғыз дақ 5 шілдеде бір топ дақтарға айналады да үлкейіп кетеді. Ал 6 шілде күні бұл дақтар шоғырында қуаты түрліше жарылыстар бақыланады. 11 шілдеде сол дақтар Күннің батыс жағына өтіп кетеді де көп өтпей дақ тобы орнына үлкен жалын көрінеді.

Дақ шоғыры орнында пайда болған жалын, әуелі бөртіп шыққан шоқы пішінінде тіке көрінді, секундны 100 км жылдамдықпен жоғарыға қарай барды. Содан соң жалынның жоғары бөлігі барған сайын созылып, кенеттен жарылып кетті. Жарылыс

кезінде заттектердің бір бөлігі Күн бетіне үзіліп түсті, қалған бөлігі Күн бетінен алыстай берді. Үзіліп түсіп жатқан заттектердің массасы Күн бетіне жақындаған сайын қоюлана береді. Қою массаның көп бөлігі Күн бетінің алдыңғы жалын пайда болған жеріне жиналып, ақырын сөне бастады, сөйтіп көрінер-көрінбес іздер қалды.

Жарылған заттектер массаның жалын пайда болған жердегі спектрі, яғни сәуленің құрамдық бөліктеріне бөлінуі жарылыс кезінде заттектер секундына 500 километр жылдамдықпен жан-жаққа, кейбіреулері 45000 километр биіктікке атылып кеткенін көрсетеді. Осыншалықты күшті жарылыстың болуы Күн бетіндегі ірі де күрделі дақтармен байланысты болады және Күннің активтілігі ең күшейген жылдарда жиі-жиі байқалады.

Күн физикасының үлкен ділгірліктерінің бірі — ондағы дақтар санының жылдар бойы өзгеріп тұруын анықтау болып табылады. Осы құбылысты бірінші болып даниялық әуесқой астроном Т.Горрибов көп жылдық бақылаудан кейін анықтаған. Күн дақтарының көбейіп-азайып тұрыу кезеңін неміс әуесқой астрономы Г.Швабе 20 жылдық бақылаудан соң белгілеген. Бұл кезең шамамен 10 жылға тең болып, Күндегі барлық физикалық процестердің саны мен көлемі де сол кезеңде өзгереді, бұл — Күннің активтілік кезеңі. Кейінірек Австриядағы Цюрих расытханасының астрономы Р.Вольф жүргізген көп жылдық жүйелі бақылаулары Күн активтілігі кезеңін одан да анық белгілеу мүмкіндігін берді. Оның есебі бойынша, бұл кезең орташа 11,1 жылға тең болып шықты. Жердегі барлық биологиялық, физиологиялық және физикалық процестің болуында Күн активтілігінің аталмыш кезеңі өз көрінісін табады.

ЖАТТЫҒУЛАРДЫҢ ЖАУАПТАРЫ

- 1- жаттығу. 1. $n_0 = 3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$. 2. $N = 3,7 \cdot 10^{25}$. 3. $N \approx 3,3 \cdot 10^{22}$. 4. $N = 5 \cdot 10^{25}$.
- 2- жаттығу. 1. $m_0 \approx 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$. 2. $m_0 \approx 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$. 3. $N \approx 3 \cdot 10^{23}$. 4. $\nu = 500 \text{ моль}$.
5. $m = 0,16 \text{ кг}$.
- 3- жаттығу. 1. $N = 2,7 \cdot 10^{22}$. 2. $E_k = 1,25 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$. 3. $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$.
- 4- жаттығу. 3. 2 есе артады. 4. $p \approx 1,13 \cdot 10^6 \text{ Па}$. 5. $n \approx 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.
- 5- жаттығу. 1. $v_{\text{кв}}(\text{H}_2) \approx 1845 \text{ м/с}$; $v_{\text{кв}}(\text{CO}_2) \approx 393 \text{ м/с}$. 2. $E_k(\text{H}_2) = E_k(\text{CO}_2) \approx 5,65 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. 3. E_k 4 есе, $v_{\text{кв}}$ 2 есе артады.
- 6- жаттығу. 1. $A \approx 2,5 \text{ Дж}$. 2. $A \approx 0,25 \text{ Дж}$. 3. $F = 50 \text{ Н}$.
- 7- жаттығу. 1. $Q = 313,5 \text{ кДж} = 75 \text{ ккал}$; $C = 4,18 \text{ кДж/К}$. 2. Темір. 3. $Q = 1,32 \text{ МДж}$.
4. $V \approx 0,93 \text{ л}$.
- 8- жаттығу. 2. $Q_1 = 6,75 \cdot 10^8 \text{ Дж}$; $Q_2 = 2,5 \cdot 10^8 \text{ Дж}$. 3. $q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$. 4. $m = 5 \text{ кг}$.
5. $Q \approx 1,3 \cdot 10^9 \text{ Дж}$; $Q_1 \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$. 6. $Q = 2,5 \cdot 10^7 \text{ Дж}$.
- 9- жаттығу. 1. $p_2 = 3 \text{ МПа}$. 2. $V_2 = 1 \text{ л}$. 3. $V_2 = 4 \text{ л}$. 4. $p_2 = 1,5 \text{ МПа}$.
- 10- жаттығу. 1. $A = 1,6 \text{ кДж}$. 2. $Q = -0,5 \text{ кДж}$. 3. $A = 1 \text{ кДж}$. 4. $\Delta U = 2,8 \text{ кДж}$.
5. $A = 831 \text{ Дж}$.
- 11- жаттығу. 1. $F = 2 \text{ мН}$; $A = 60 \text{ мкДж}$. 2. $F = 1,2 \text{ мН}$; $A = 36 \text{ мкДж}$. 3. $F = 3,04 \text{ мН}$.
- 12- жаттығу. 1. $h = 15,2 \text{ см}$. 2. $r = 0,25 \text{ мм}$. 3. $h \approx 6,9 \text{ мм}$.
- 13- жаттығу. 1. $F = 1884 \text{ Н}$. 2. $E \approx 9 \cdot 10^{10} \text{ Па}$. 3. $\sigma = 4 \cdot 10^7 \text{ Па}$; $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.
- 14- жаттығу. 1. $Q_e = 334 \text{ кДж}$. 2. $m \approx 167 \text{ г}$. 3. $Q = 167 \text{ кДж}$. 4. Болат.
- 15- жаттығу. 1. $\varphi \approx 65\%$. 2. $\rho = 15 \text{ г/м}^3$. 3. $\varphi = 62\%$.
- 16- жаттығу. 1. $\alpha + \gamma = 70^\circ$. 2. $n \approx 1,5$; $v \approx 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. 3. $\beta = 39^\circ$.
- 17- жаттығу. 1. $\alpha_0 \approx 49^\circ$. 2. $n_2 \approx 1,2$. 3. $n_1 \approx 1,5$.
- 18- жаттығу. 1. $D_1 = 2,5 \text{ дптр}$; $D_2 = 4 \text{ дптр}$; $D_3 = 10 \text{ дптр}$; $D_4 = -10 \text{ дптр}$; $D_5 = -4 \text{ дптр}$; $D_6 = -2,5 \text{ дптр}$. 2. $D = 3,25 \text{ дптр}$. 3. $f = 20 \text{ см}$; $K = 1$.
- 19- жаттығу. 1. $F \approx 15,4 \text{ см}$, a күйге тура келеді. 2. $F = 8 \text{ см}$, d күйге тура келеді.
3. $f = -12 \text{ см}$, f күйге тура келеді.
- 20- жаттығу. 1. $K = 10$. 2. $F = 1,25 \text{ см}$. 3. $K = 200$.
- 21- жаттығу. 1. Дөнес линза, $D = 4 \text{ дптр}$, $F = 25 \text{ см}$. 2. Ойыс линза, $D = -2,5 \text{ дптр}$, $F = 40 \text{ см}$. 3. $D = 5 \text{ дптр}$, жакынды көру үшін. 4. $D = 2 \text{ дптр}$, ұзақты көру үшін.
- 22- жаттығу. 1. $t = 34 \text{ мин } 56 \text{ с}$. 2. $t_1 \approx 8 \text{ мин } 19 \text{ с}$; $t_2 \approx 1,3 \text{ с}$. 3. $c \approx 4,1 \cdot 10^{16} \text{ м}$.
- 23- жаттығу. 1. $m_{\text{He}} = 3,34 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$; $m_{\text{Li}} = 5,01 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$; $m_{\text{O}} = 1,34 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$; 1836,3 есе.
2. $q_{\text{C}} = 9,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$; $q_{\text{Na}} = 1,76 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$; $q_{\text{Cl}} = 2,72 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$. 3. $m_{\text{N}} = 1,2 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$; $m_{\text{Fe}} = 4,34 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$; $m_{\text{U}} = 1,54 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$; $q_{\text{N}} = 1,12 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$; $q_{\text{Fe}} = 4,16 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$; $q_{\text{U}} = 1,47 \cdot 10^{-17} \text{ Кл}$. 4. $^{15}_8\text{O}$ және $^{16}_8\text{O}$ -де 8, $^{235}_{92}\text{U}$ және $^{238}_{92}\text{U}$ -да 92 электрон бар. 6. $m(^{15}_8\text{O}) = 2,50 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$; $m(^{16}_8\text{O}) = 2,67 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$; $m(^{235}_{92}\text{U}) = 3,93 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$; $m(^{238}_{92}\text{U}) = 3,98 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$.
- 24- жаттығу. 1. $R_2 \approx 228 \text{ млн км}$. 2. $R_2 = 778 \text{ млн км}$. 3. $T_2 = 88 \text{ тәулік}$.
4. $R_2 = 4,5 \text{ млрд км}$.

ҚАЙТАЛАУҒА АРНАЛҒАН ЕСЕПТЕРДІҢ ЖАУАПТАРЫ

I тарау бойынша

- | | |
|--|---|
| 11. $4,8 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$. | 30. $\approx 3,3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. |
| 12. $1,85 \cdot 10^{26}$. | 31. $\approx 493 \text{ м/с}$; $\approx 461 \text{ м/с}$. |
| 13. $\approx 3,3 \cdot 10^{25}$. | 32. $5,65 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$; $5,65 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. |
| 14. $5 \cdot 10^{22}$. | 33. E_k 3 есе, $v_{\text{кв}} \approx 1,7$ есе артады. |
| 15. $\approx 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. | 34. 3 есе артады. |
| 16. $\approx 7,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$. | 35. $0,11 \text{ МПа}$. |
| 17. $1,9 \cdot 10^{22}$. | 36. 710 м/с . |
| 18. $\approx 56 \text{ моль}$. | 37. $2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. |
| 19. 224 г . | 38. 10^{-21} Дж . |
| 20. 200 моль . | 39. 6 есе артады. |
| 21. $2,4 \text{ кг}$. | 40. 725 К . |
| 22. $1,5 \text{ л}$. | 41. 240 . |
| 23. $6,9 \cdot 10^{10} \text{ м}$; 180 есе. | 42. 10^{22} . |
| 24. Оттегінікі 16 есе. | 43. $1,9 \text{ км/с}$. |
| 25. $2,25 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$. | 44. 4 есе. |
| 26. $\approx 6,7 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. | 45. 774 К . |
| 29. $\approx 1,6$ есе артады. | 46. $6 \cdot 10^6$ есе. |

II тарау бойынша

- | | |
|--|--|
| 3. 4 моль . | 24. $\approx 1600 \text{ кПа}$. |
| 4. $2,4 \text{ кг}$. | 25. Ауаның көлемі артқандықтан қысым азаяды. |
| 5. 2 л . | 26. 7 л . |
| 6. 25 л . | 27. $1,5 \text{ л}$. |
| 7. Сутегі 22 есе. | 28. 27°C . |
| 8. $64,4 \text{ кг/м}^3$. | 29. Кері пропорционал. |
| 9. Метаннан 2 есе аз. | 30. 39°C . |
| 10. $9,5 \text{ л}$. | 34. $12,5 \text{ кДж}$. |
| 11. $1,6$ есе артады. | 35. Гелий 10 есе көп. |
| 12. 418 кг яки 100 ккал ; $4,18 \text{ кДж/К}$. | 36. Артады; азаяды; өзгермейді. |
| 13. $667 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$. | 37. $0,5 \text{ кДж}$. |
| 14. 395 кДж . | 38. $-0,5 \text{ кДж}$. |
| 15. $\approx 730 \text{ кДж}$. | 39. 2 кДж . |
| 16. 8 кДж . | 40. 2 кДж . |
| 17. $\approx 186 \text{ ккал}$. | 41. $\approx 3,3 \text{ кДж}$. |
| 18. $1,5 \text{ кг}$. | 42. 830 Дж . |
| 19. 1080 кал . | 43. Сутегі 16 есе көп жұмыс орындады. |
| 20. 46°C . | 44. $3,3 \text{ МДж}$; $6,1 \text{ МДж}$. |
| 21. $7,5 \text{ МПа}$. | 45. $12,5 \text{ кДж}$; $44,2 \text{ кДж}$; $31,7 \text{ кДж}$. |
| 22. 5 дм^3 . | |
| 23. $\approx 2,55 \text{ дм}^3$. | |

III тарау бойынша

- | | |
|---|--|
| 2. Бір үлкен тамшының сыртқы энергиясы екі кішкене тамшыныкінен кіші. | 21. 800 кг/м^3 . |
| 3. Салмақсыздық күйде су кіші пішінді алады, яғни шар пішінін алады. | 22. $7,6 \text{ см}$. |
| 9. $F = 3,2 \text{ мН}$; $A = 160 \text{ мДж}$. | 23. $\approx 0,34 \text{ мм}$ |
| 10. $F = 7,6 \text{ мН}$. | 24. $3,4 \text{ мм}$. |
| 11. 28 мг . | 25. 820 кг/м^3 . |
| 12. 74 мН/м . | 26. $5,1 \text{ мм}$. |
| 13. $1,2$ есе азаяды. | 27. Азаяды. |
| 14. $\approx 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$. | 28. 22 мН/м . |
| | 29. $11,7 \text{ мг}$. |
| | 30. $7,3 \text{ см}$. |
| | 31. $\approx 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$. |

IV тарау бойынша

- | | |
|---|--|
| 8. 10^4 Н . | 18. 50 Н . |
| 9. $\approx 1,5 \cdot 10^9 \text{ Па}$. | 19. 4 есе |
| 10. $\sigma = 8 \cdot 10^7 \text{ Па}$; $E = 3,2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$. | 20. Абсолют ұзаруы 4 есе, салыстырмалы ұзаруы 2 есе азайған. |
| 11. 32 МПа . | 21. 2 есе қысқарған. |
| 12. Диаметрі үлкен сымда 9 есе аз. | 22. 13 -тен көп. |
| 13. $0,002$; 1 МПа . | 23. $7,4 \text{ км}$. |
| 14. $0,0005$; 1 мм . | 24. $\approx 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. |
| 15. 200 МПа . | 25. $\approx 1885 \text{ Н}$. |
| 16. $1,67$ есе. | 26. $\approx 3,53 \cdot 10^5 \text{ Па}$. |
| 17. 3 мм ; 10^{-3} . | |

V тарау бойынша

- | | |
|--|---|
| 3. 334 кДж . | 25. 21 мг . |
| 4. 320 кг . | 26. $0,24 \text{ Па}$. |
| 5. 668 кДж . | 27. $0,59 \text{ кг/м}^3$. |
| 6. 200 кДж/кг . | 28. 40°C -де $4,34$ есе аз. |
| 17. $\varphi = 50\%$. | 29. Болады; болмайды |
| 18. $10,2 \text{ г/м}^3$. | 30. 50% . |
| 19. $\varphi = 39\%$. | 31. 74% . |
| 20. $2,2 \text{ кПа}$. | 32. 59% . |
| 21. Жоқ. | 33. 75% . |
| 22. Түтікшедегі су деңгейі ыдыстағы деңгейге дейін төмендейді. | 34. $2,1 \text{ г}$. |
| 23. $1,8$ есе. | 35. 60% ; $0,96 \text{ кПа}$; $7,3 \text{ г/м}^3$. |
| 24. $2,6 \text{ мг}$. | 36. 7°C ; 10°C . |

VI тарау бойынша

1. 35° .
2. 45° .
3. 2 ф
5. Жағалауға жақындайды.
6. 37 см.
7. Өзгермейді.
9. Ауаның температурасы өзгергендіктен сындыру көрсеткіші өзгереді.
10. Себебі, ауаның шын сәуле сындыру көрсеткіші 1-ден үлкенірек.
11. 19° , 28° .
12. 49° .
13. 52° .
14. $n = 1$ яки $\alpha = 0^\circ$ да.
15. 28° .
16. 74° .
17. 58° .
18. 39° .
19. 2
20. 14 см.
21. 1,1 м.
22. 27° .
23. 1,2 см; 1 см.
24. $\alpha = d \sin(\alpha - \gamma) / \cos \gamma$.
28. 56° .
29. а) 13° төменге; б) 20° жоғарыға.
30. 50%.
31. 5 дптр; -10 дптр.
32. 13 см; 7,7 см.
34. $L = (D \pm d)F/D$.
35. а) жинаушы; б) шашушы
36. 50 см; 4 есе үлкейген.
37. 25 см; шын, кері, 4 есе үлкейген.
38. Зат (әріп) жинаушы линзамен (тамшы) оның фокусы арасында орналасқан.
39. 20 дптр.
40. $K = |F| / |d - F|$.
41. 16 см.
42. Фокустық жазықтығында.
43. -7,5 дптр.
44. 3 есе.
45. $mF/(m + 1)$; $(m + 1)$ есе.
46. Экраннан 30 және 60 см.
47. 2,4 дптр; 0,5 м.
49. 4 дптр; 1 : 1 000 000.
50. Үлкейту; бейненің өлшемі кішірейеді де жарытылғандық артады.
51. Бірінші фотоаппаратта.
52. Жарытылғандық азаяды.
53. 50 см.
54. $(h_2 - h_1)/(d_2 h_2 - d_1 h_1)$.
56. 12,5 см.
57. 520 м.
58. 0,5 см.
61. 2,5 дптр.
62. 2 дптр.
63. 16 дптр.

VII тарау бойынша

1. $9,5 \cdot 10^{17}$ м.
2. 1 с 11 мин 7 с.
3. ≈ 7 есе.
5. $c = 4INv = 315\,000$ км/с.
6. 300400 км/с.

VIII тарау бойынша

12. $6,9 \cdot 10^{-27}$ кг; 10^{-26} кг; $2,8 \cdot 10^{-26}$ кг.
13. $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл; $3 \cdot 10^{-18}$ кл; $4,2 \cdot 10^{-18}$ Кл.
14. $8,4 \cdot 10^{-27}$ кг; $1,7 \cdot 10^{-26}$ кг; $1,4 \cdot 10^{-26}$ кг.
 $8 \cdot 10^{-19}$ Кл; $1,6 \cdot 10^{-18}$ Кл; $1,3 \cdot 10^{-17}$ Кл.
15. $^{20}_{10}\text{Ne}$ және $^{21}_{10}\text{Ne}$ -де 10, $^{26}_{13}\text{Al}$ және $^{27}_{13}\text{Al}$ -де 13 электрон бар
17. $3,34 \cdot 10^{-26}$ кг; $3,51 \cdot 10^{-26}$ кг;
 $4,35 \cdot 10^{-26}$ кг; $4,51 \cdot 10^{-26}$ кг.

М А З М Ұ Н Ы

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА МЕН ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ..... 3

I ТАРАУ. ЗАТТЕК ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ МОЛЕКУЛА-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1-§. Молекула-кинетикалық теория туралы түсінік	4
2-§. Молекулалардың өлшемі мен массасы	6
3-§. Заттек мөлшері. Мольдік масса	10
4-§. Идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі	12
5-§. Температура.....	13
6-§. Газ молекулаларының қозғалыс жылдамдығы	17
<i>I Тараудың ең маңыздысы.....</i>	<i>18</i>
<i>I Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер.....</i>	<i>19</i>

II ТАРАУ. ТЕРМОДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ

7-§. Ішкі энергия және жұмыс.....	22
8-§. Жылу мөлшері. Салыстырмалы жылу сыйымдылығы	24
9-§. Отынның салыстырмалы жану жылуы.....	27
10-§. Қатты денелердің салыстырмалы жылу сыйымдылығын анықтау (<i>Лабораториялық жұмыс</i>).....	29
11-§. Идеал газ күйінің теңдеулері. Изопроцестер.....	30
12-§. Термодинамиканың бірінші заңы.....	34
13-§. Түрлі температурадағы суды араластыру кезінде жылу мөлшерін салыстыру (<i>Лабораториялық жұмыс</i>)	37
<i>II Тараудың ең маңыздысы.....</i>	<i>38</i>
<i>II Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер.....</i>	<i>39</i>

III ТАРАУ. СҰЙЫҚТЫҚТАРДАҒЫ СЫРТҚЫ ҚҰБЫЛЫСТАР

14-§. Сұйықтық және оның қасиеттері. Сыртқы керіліс	42
15-§. Сұйықтықтың сыртқы керіліс коэффициентін анықтау (<i>Лабораториялық жұмыс</i>)	44
16-§. Сулау. Капилляр құбылыстары	45
<i>III Тараудың ең маңыздысы.....</i>	<i>48</i>
<i>III Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер</i>	<i>49</i>

IV ТАРАУ. ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

17-§. Кристалдық және аморфты денелер	51
18-§. Қатты денелердің механикалық қасиеттері	53
<i>IV Тараудың ең маңыздысы.....</i>	<i>55</i>
<i>IV Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер.....</i>	<i>56</i>

V ТАРАУ. ЗАТТЕКТІҢ АГРЕГАТТЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРУІ

19-§. Кристалдық денелердің балкуы мен катаюы.....	58
20-§. Заттектің салыстырмалы балку жылуы. Аморфты денелердің балкуы және катаюы	60
21-§. Булану және сұйық түрге айналу. Қайнау.....	62
22-§. Атмосферадағы құбылыстар	65
<i>V Тараудың ең маңыздысы.....</i>	69
<i>V Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер</i>	70

ОПТИКА 72**VI ТАРАУ. ЖАРЫҚТЫҢ ТАРАЛУЫ, ШАҒЫЛУЫ МЕН СЫНУЫ**

23-§. Жарықтың шағылуы және сыну заңдары	73
24-§. Толық ішкі шағылыс	76
25-§. Шынының сәуле сындыру көрсеткішін анықтау (Лабораториялық жұмыс)	78
26-§. Линзалар	79
27-§. Жұқа линзаның жәрдемімен бейне жасау.....	82
28-§. Линзаның жәрдемімен бұйымның бейнесін шығару (Лабораториялық жұмыс)	83
29-§. Оптикалық аспаптар	85
30-§. Көз және көру	87
<i>VI Тараудың ең маңыздысы....</i>	89
<i>VI Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер</i>	90

VII ТАРАУ. ЖАРЫҚ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ

31-§. Жарық жылдамдығын анықтау	94
32-§. Жарықтың химиялық және биологиялық әсері	96
33-§. Гелиотехника.Өзбекстанда Күн энергиясын пайдалану	99
<i>VII Тараудың ең маңыздысы.....</i>	101
<i>VII Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер</i>	102

АТОМ ФИЗИКАСЫ НЕГІЗДЕРІ 103**VIII ТАРАУ. АТОМ МЕН ЯДРОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ**

34-§. Атом ядросы туралы түсінік	104
35-§. Атом ядросының құрылымы.....	106
<i>VIII Тараудың ең маңыздысы.....</i>	108
<i>VIII Тарауды қайталауға арналған сұрақтар мен есептер</i>	109

IX ТАРАУ. ЯДРО ЭНЕРГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ПАЙДАЛАНУ

36-§. Ядро энергиясы туралы түсінік.....	111
37-§. Ядро энергиясын пайдалану.....	113
38-§. Өзбекстанда ядро физикасының дамуы	115
<i>IX Тараудың ең маңыздысы.....</i>	116

ӘЛЕМ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК	118
X ТАРАУ. ЖҰЛДЫЗДАР, КҮН ЖӘНЕ АЙ	
39-§. Жұлдыздар. Күн	119
40-§. Ай — Жердің табиғи серігі	121
41-§. Уақытты өлшеу. Күнтізбелер	123
<i>X Тараудың ең маңыздысы</i>	<i>125</i>
XI ТАРАУ. КҮН ЖҮЙЕСІ. ҒАЛАМ	
42-§. Күн жүйесіндегі планеталар. Кеплер заңдары	126
43-§. Кіші аспан денелері	129
44-§. Ғалам. Әлемнің құрылысы және дамуы туралы қазіргі заманғы көзқарастар	131
45-§. Астрономиялық зерттеулер	133
<i>XI Тараудың ең маңыздысы.....</i>	<i>134</i>
ӘЛЕМНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ КӨРІНІСІ. ФИЗИКА — ТЕХНИКАНЫҢ ДАМУЫ	
46-§. Әлемнің бір ғана физикалық көрінісі	136
47-§. Физика — техниканың дамуы. Өзбекстанда физика саласындағы зерттеулер	137
Қосымша оқуға арналған тақырыптар	
48-§. Идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуін шығару	140
49-§. Больцман тұрақтылығын шығару	142
Қызықты материалдар	144
Жаттығулардың жауаптары	152
Қайталауға арналған есептердің жауаптары	153

ИБ № 4955

Басуға рұқсат етілді 06.08.2010 ж. Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$.
Қаріп түрі «Times». Офсеттік әдіспен басылды.
Есептік баспа табағы 12,90. Шартты баспа табағы 10,0.
Таралымы 1017. Келісім № 86-2010. Тапсырыс 216.

HABIBULLAYEV RO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH,

BOYDEDAYEV AHMADJON,

BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH,
YULDASHEVA MOHIDIL KAMALDJANOVNA

F I Z I K A

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
9-sinfi uchun darslik
(Qozoq tilida)

Аударған *Р.Бабатаева*
Редакторы *Ә. Джавғашев*
Көркемдеуші редакторы *Ш. Мирфайёзов*
Беттеуші *М. Тоирова*
Техникалық редакторы *Т. Смирнова*
Корректор *Р.Өктемқызы*

ИБ № 4955

Басуға рұқсат етілді 06.08.2010 ж. Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$.
Қаріп түрі «Times». Офсеттік әдіспен басылды.
Есептік баспа табағы 12,90. Шартты баспа табағы 10,0.
Таралымы 7516. Келісім № 86-2010. Тапсырыс 216.

Өзбекстан Баспасөз және акпарат агенттігінің
Ғафур Ғулам атындағы баспа-полиграфия шығармашылық үйі
100128, Ташкент, Шайхантахур көшесі, 86.

Біздің интернет мекен-жайымыз: www.iptdgulom.uz
E-mail: iptdgulom@sarkor.uz

**Пайдалануға берілген оқулықтың
жағдайын көрсететін кесте**

№	Оқушының аты, фамилиясы	Оқу жылы	Оқулықтың пайдалануға берілгендегі жағдайы	Сынып жетекшісінің қолы	Оқулықты тапсырғандағы жағдайы	Сынып жетекшісінің қолы
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Пайдалануға берілген оқулықты оқу жылы аяқталғанда қайтарып тапсырады. Жоғарыдағы кестені сынып жетекшісі төмендегі бағалау критерисі негізінде толтырады.

Жаңа	Оқулықты алғаш рет пайдалануға берілгендегі жағдай
Жақсы	Мұқаба бүтін, оқулықтың негізгі бөлігінен ажыралмаған. Барлық парақтары бар, жыртылмаған, көшпеген, беттеріне жазбаған және сызбаған.
Орташа	Мұқаба езілген, аздап қана сызылған, шеттері жейілген, оқулықтың негізгі бөлігінен ажыраған жерлері бар. Пайдаланушы жағынан қанағаттанарлық жөнделген. Жұлынған, кейбір беттері сызылған.
Нашар	Мұқаба былғанған, сызылған, жыртылған, негізгі бөлігінен ажыраған немесе мүлдем жоқ, нашар жөнделген. Беттері жыртылған, парақтары жетіспейді, сызып, бояп тасталған. Оқулық қалпына келтіруге жарамайды.