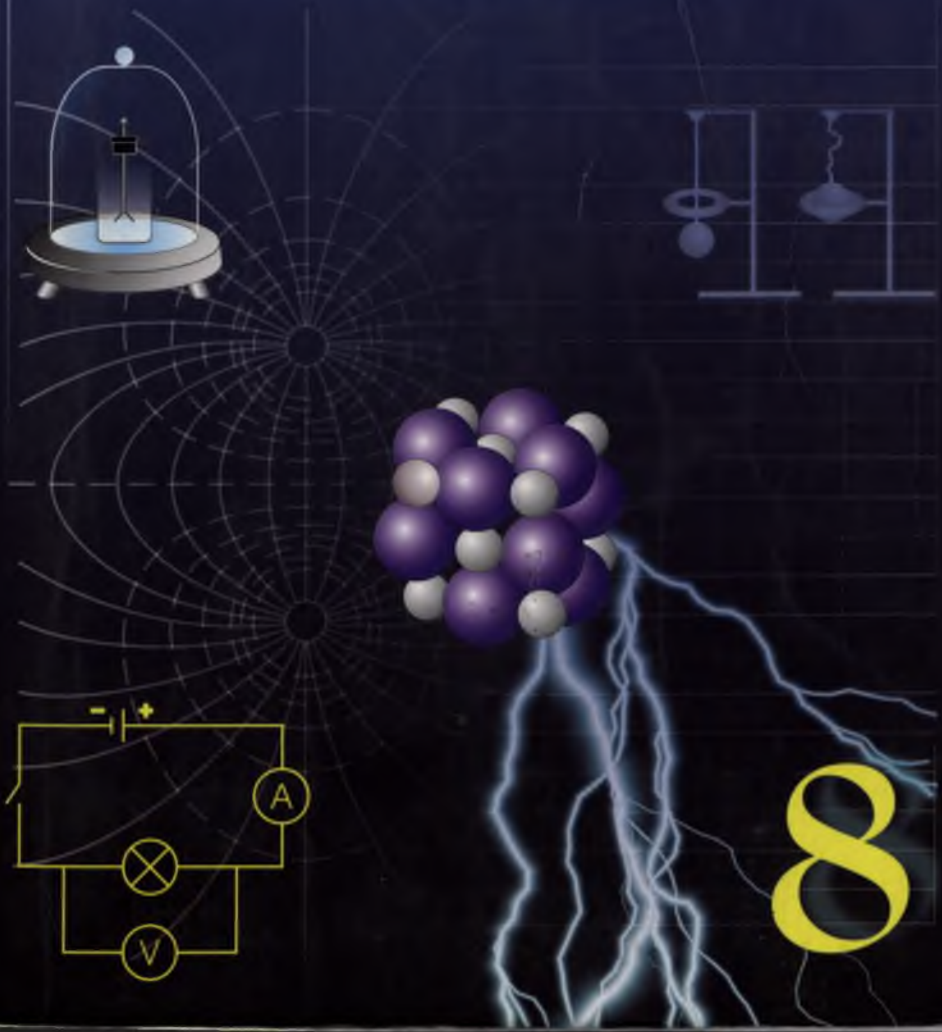
Т. Карашев
Э. Мамбетакунов
У. Мамбетакунов

ФИЗИКА



8

Т. КАРАШЕВ, Э. МАМБЕТАКУНОВ,
У. МАМБЕТАКУНОВ

ФИЗИКА

Орто мектептин 8-классы үчүн
окуу китеби

Экинчи басылышы

*Кыргыз Республикасынын билим берүү жана
илим министрлиги бекиткен*

ГИМНАЗИЯ МЕКТЕБИ

БИШКЕК
«БИЛИМ-КОМПЬЮТЕР» 2010

ББК 22.3 я 721
К–21

Биринчи басылышы 2002-ж. чыккан.

Карашев Т. ж. б.

К–21 Физика: Орто мектептин 8-классы үчүн окуу китеби. / Т. Карашев, Э. Мамбетакунов, У. Мамбетакунов. 2-бас. – Б.: «Билим-компьютер», 2010. — 160 б.: ил.

ISBN 9967–415–77–0

Бул окуу китебине физика курсунун «Заттардын түзүлүшү», «Жылуулук кубулуштары», «Суюктуктар», «Катуу заттар», «Электр кубулуштары» ж. б. жөнүндөгү алгачкы маалыматтар киргизилген. Лабораториялык жумуштар берилген.

Рецензиялагандар:

А. Ы. Сөлпүбашева – № 68 гимназия-мектебинин физика мугалими;
А. Э. Байсеркеев – Кыргыз Республикасынын эмгек сиңирген мугалими;
Э. Дүйшөнов – физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент;
Б. Мурзаибраимова – Кыргыз билим берүү академиясынын ага илимий кызматкери.

Шарттуу белгилер

□ — негизги формулалар
■ — эрежелер, аныктамалар
? — суроолор
▲ — көнүгүүлөр
* — кошумча окулуучу материалдар

К $\frac{4306021200-02}{К-053}$

ББК 22.3 я 721

© Карашев Т., Мамбетакунов Э., Мамбетакунов У., 2010
© «Билим-компьютер», 2010

ISBN 9967–415–77–0

КИРИШҮҮ

Урматтуу окуучулар! Силердин колуңарда Кыргыз Республикасынын тарыхында биринчи жолу кыргыз тилинде жазылган VIII класстын физика окуу китеби турат. Бул китептен силер физика курсунун негизги бөлүктөрүнөн болгон «Заттардын түзүлүшү жана жылуулук кубулуштары», «Электр кубулуштары» жөнүндөгү алгачкы маалыматтарды аласыңар. Мында деле, мурда белгилегендей илимий фактылар, физикалык түшүнүктөр, закондор, теориянын элементтери, билимди практикада колдонуу окулат. Аларды өздөштүрүүгө коюлуучу талаптар же аны өздөштүрүүнүн жалпы планы VII класстын окуу китебинде берилген. Ошого карабастан ал талаптарды кайрадан дагы бир жолу эске салабыз.

I. Физикалык кубулуштарды окуп-үйрөнүүдө төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Кубулуштун сырткы белгилери.
2. Кубулуш болуп өтүүчү шарттар.
3. Кубулуштун аныктамасы.
4. Берилген кубулуштун башка кубулуштар менен байланышы.
5. Кубулушту мүнөздөөчү чоңдуктар.
6. Кубулуштун жаратылыштагы байкалышына жана иш жүзүндө колдонулушуна мисалдар.

II. Физикалык чоңдуктарды окуп-үйрөнүүдө төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Берилген чоңдук кандай кубулуштарды же материянын кандай касиеттерин мүнөздөйт?
2. Чоңдуктун аныктамасы, белгилениши.
3. Берилген чоңдукту башка чоңдуктар менен байланыштыруучу формула.
4. Чоңдуктун бирдиктери.
5. Аны ченөө жолдору.

III. Физикалык закондорду окуп-үйрөнүүдө төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Берилген закон кайсы кубулуштардын же чондуктардын ортосундагы байланыштарды көрсөтөт?
2. Закондун эрежеси жана анын математикалык туюнтулушу.
3. Закондун тууралыгын ырастоочу тажрыйбалар.
4. Законду практикада колдонууга мисалдар.

IV. Тажрыйба жасоого үйрөнүү үчүн төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Тажрыйбанын максатын аныктоо.
2. Тажрыйбага керек болуучу куралдарды жана материалдарды табуу.
3. Тажрыйба жасоону пландаштыруу.
4. Тажрыйба жасоо.
5. Тийиштүү өлчөөлөрдү жүргүзүү.
6. Өлчөө жыйынтыгын эсептөө.
7. Тажрыйбанын натыйжасын жыйынтыктоо.

V. Байкоо жүргүзүү үчүн төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Байкоо жүргүзүүнүн максатын аныктоо.
2. Байкоо жүргүзүлүүчү объектини тандоо.
3. Байкоо жүргүзүүгө керектүү шарттарды түзүү.
4. Байкоо жүргүзүүнү пландаштыруу.
5. Байкоо жүргүзүүнү аткаруу, тийиштүү маалыматты алуу.
6. Алынган маалыматты иштетүү.
7. Байкоо жүргүзүүдөн жыйынтык чыгаруу.

VI. Физикалык куралдарды колдонуу үчүн төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Куралдын же түзүлүштүн аты жана арналышы.
2. Куралдын түзүлүшү жана ар бир бөлүгүнүн иштеши.
3. Куралдын иштөө принциби жана схемалык белгилениши.
4. Куралды колдонуу эрежеси.

Окуу китеби менен иштегенде төмөнкүлөргө көңүл бургула.

1. Текстте берилген шарттуу белгилерди эске алгыла. Алар китептин 2-бетинде көрсөтүлгөн.
2. Параграфтын текстин окуп чыккыла. Ал параграфта физикалык билимдердин кайсы элементи окуларын аныктагыла. Мисалы, кубулуш окулабы же чондукпу? Куралбы же законбу?

Ошол элементке жараша ага коюлуучу талаптарды эске салгыла. Анын ар бир пунктуна жооп тапкыла. Текстти окуу учурунда андагы сүрөттөргө, графиктерге, таблицаларга өзгөчө көңүл буруп, анын ар бир майда бөлүгүнө чейин түшүнүүгө аракет жасагыла.

3. Параграфты окуп бүткөндөн кийин анын акырында берилген суроолорго жооп бергиле, тапшырмаларды аткаргыла. Эгер куралдар, материалдар керек болсо мугалимге кайрылгыла.
4. Андан кийин тийиштүү көнүгүүлөрдү аткаргыла жана маселелерди чыгаргыла. Маселе чыгарууда төмөнкү эрежени пайдалангыла:
   - маселенин шартын окуп, анын мазмунун түшүнгүлө;
   - чондуктардын сан маанилерин тигинен кыскача жазып алгыла;
   - кайсы чондуктун маанисин табуу керектигин аныктагыла;
   - керек болсо маселенин шарты боюнча кубулуштун сүрөтүн, графигин, схемасын ж.б. чийгиле, б.а. маселенин шартын көрсөтмөлүү элестеткиле;
   - изделүүчү чондукту табууга арналган негизги формуланы жазгыла;
   - эгер керек болсо башка формулаларды да пайдалангыла;
   - ордуна коюп чыгаруу жолу менен акыркы формуланы тапкыла;
   - формуланын тууралыгын чондуктардын чен бирдиктери аркылуу текшергиле;
   - формуладагы чондуктардын сан маанилерин ордуна коюп, арифметикалык амалдарды аткаргыла;
   - алынган жооптун чындыкка туура келерин баалагыла.
5. Окуу китебиндеги кайсы бир материал же алардын бөлүгү түшүнүксүз болсо мугалимге кайрылгыла. Физика боюнча кошумча адабияттарды таап окууга аракет жасагыла. Ант-

кени окуу китебин түзүүдө мурда жарык көргөн айрым окуу китептери жана кошумча адабияттардын материалдары пайдаланылды (алардын тизмесин берүүнү ылайык көргөнүбүз жок). Жаратылыштан байкаган кубулуштарды, үйдө же башка жерде колдонгон куралдарды, телевизордон көргөнүңөрдү физикалык кубулуштар, куралдар, закондор менен байланыштыргыла. Өз билимиңерди күндөлүк турмуш менен байланыштырганда гана силердин билимиңер терең жана бекем болорун унутпагыла.

6. «Китеп билим булагы, билим өмүр чырагы» деген элдик макалды эске алып, китеп менен иштөө маданиятын үйрөнгүлө. Жусуп Баласагын бабаңардын:

«Ким жашынан көп окуп билим алса,
Бойго жетип тилеги орундалат.
Окууда тырышчаактык берет жемиш,
Илим, билим — дөөлөткө кенен өрүш»,—

деген улуу оюн ар дайым эсиңерде сактагыла, анан дагы ал акылмандын:

«Түшүнгүн: караңгы үй – адам деген,
Жарык күн ага келет билим менен.
Жакшылыкты бир гана акыл берет,
Билимден – урмат, атак кошо келет», –

деген накыл сөзүнүн маанисин туура түшүнгүлө. Эмесе, ак жолуңар ачылсын урматтуу окуучулар!

Авторлор

I бөлүм ЗАТТАРДЫН ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

I глава
ЗАТТАРДЫН ТҮЗҮЛҮШҮ

§ 1. ФИЗИКАНЫН БУЛ БӨЛҮМҮНДӨ ЭМНЕЛЕРДИ ОКУЙБУЗ

Физика жаратылыш деген сөздөн алынып, табият илимдеринин негизин түзөрүн VII класста сөз кылганбыз. Жаратылыш көп кырдуу кубулуштарга бай. Алардын ичинен биз окуган физиканын механика бөлүмү нерселердин бир орундан экинчи орунга которулушундагы кыймылдарды, ылдамдык жана ылдамдануу деп аталган кыймылдын мүнөздөмөлөрүн, аракет кылган күчтөрдү, импульс, жумуш, кубаттуулук, энергия, импульстун жана энергиянын сакталуу закондорун жана ушул сыяктуу көптөгөн маселелерди камтыгандыгы белгилүү. Каралган нерселерди материалдык чекит же бүтүндөй эле бир нерсе деп, алардын ички түзүлүшү жөнүндө сөз кылган эмеспиз.

Быйыл биз окуй турган физика курсу нерселердин ички түзүлүшү жана алардын касиеттери менен байланыштуу. Бизди курчап турган айлана-чөйрөдөгү бардык нерселер бизге байкалуучу же байкалбаган тынымсыз өзгөрүүлөрдө болуп турат. Эмне үчүн нерселер ар түрдүү, эмне үчүн алар газ, суюк жана катуу абалдарда болушат? Кандай шартта алар бир абалдан экинчи абалга өтөт? Суукта суу муз болуп тоңуп, катуу абалга өтсө, жайдын ысык күндөрү бууланып, газ абалына өтөт. Кебелбестей болгон металлдар да жыл өткөн сайын дат басып, чирип, кемиктелип упурай баштайт. Шартка жараша айрым нерселер тез өзгөрүүгө дуушар болушса, айрымдары айлап, жылдап, ал гана турсун, кылымдап барып гана байкалаарлык өзгөрүшөт.

Мындай өзгөрүштөрдүн же айланыштардын себеби эмнеде? Аларды кантип түшүндүрүүгө болот? Коюлган бул суроолордун алгачкы жооптору V класста окулган «Табият таануу» сабагында жана VII класстын физикасында берилген. Анда бардык нерселер тынымсыз кыймылда болгон эң майда бөлүкчөлөрдөн — атом же молекулалардан тураары айтылган. Биз издеген суроолордун жооптору да ушул атом жана молекулалардын кыймылдары, өз ара аракеттенишүүлөрү жана сырткы шарттардын өзгөрүлүшү менен түшүндүрүлөт. VIII класстагы физика курсу

нерселердин ички түзүлүшүн, абалдарын жана алардын бир бирине өтүшүн, кыскасын айтканда, атом жана молекула менен байланышкан көптөгөн суроолорду чечмелөөнү алдыга коёт.

§ 2. ЗАТТАР

Бизди курчап турган айлана-чөйрөбүздөгү бардык нерселер жалпысынан материядан турат. Сезүү органдарыбыз аркылуу бак-дарактарды, турак үйлөрдү, жер-сууну, жан-жаныбарларды, күн жарыгын, жылуулукту, үндү ж. у. с. көптөгөн нерселерди сезе алабыз. Бирок, биз ачык туя албаган электр жана магнит талаалары да бар. Алар да материяга кирет. Материя заттык жана талаа формасы болуп эки түрдөн турат.

Атом же молекулалардан турган материянын бир түрү **зат** деп аталат. Алюминий, коргошун, темир, жыгач, суу ж. у. с. заттарга кирет. Заттар бири-биринен ички түзүлүшү, абалы, өңүтүсү сыяктуу көптөгөн касиеттери менен айырмаланышат.

Күн нуру, электр жана магнит талаалары материянын дагы бир түрү — талаа формасы болуп эсептелет. Биз алар жөнүндө да азын-оолак сөз кылабыз.

Заттар сырткы шартка жараша бир абалдан экинчи абалга, ал гана турсун, таптакыр башка текке өтүп кетиши да мүмкүн. Жыгач күйүүдөн көмүргө, күлгө айланат, бензин күйүндү газына өтөт ж. у. с. Заттардын атомдук жана молекулалык түзүлүшүн билүү алардын абалдарынын өзгөрүшүн, бир түрдөн экинчи түргө өтүшүн гана түшүндүрбөстөн жаратылыштагы көптөгөн кубулуштарды түшүндүрүүгө да мүмкүндүк берет. Алардын ичине электр жана магнит кубулуштары да кирет.

Атом жана молекулалар заттын эң майда бөлүкчөлөрү деп айтылган менен, алардын түзүлүшү да татаал. Алардын курамына кирген оң заряддуу бөлүкчө — протон, терс заряддуу бөлүкчө — электрон, электр кубулуштарын түшүнүүнүн негизин түзөт. Алгачкы электр кубулуштары жөнүндө маалыматтар табият таануу сабагында берилген. Бул кубулуштарды андан ары тереңдетип жана кеңири окуп-үйрөнүү, б. а. физиканын электродинамика бөлүмүнүн негиздери менен таанышуу ушул китептин экинчи бөлүгүнөн орун алган.

?
1. Зат деп эмнени айтабыз?
2. Биз окуп жаткан физиканын бөлүгү эмнелерди окуп-үйрөнүүгө багытталган?
3. Заттардын ар түрдүүлүгүнө мисалдар келтиргиле.

§ 3. АТОМ ЖАНА МОЛЕКУЛА

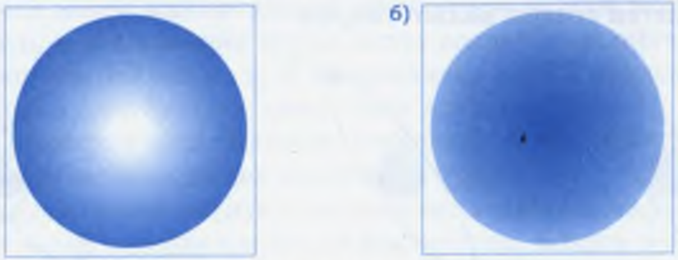
Атом. Байыркы грек окумуштуусу Демокрит бардык нерселер — заттар эң майда бөлүкчөлөрдөн турат деп эсептеген. Алар андан ары бөлүнбөйт деп, ага «бөлүнбөс» — атом деген ат койгон. Заттардын мындай атомдук түзүлүшү аркылуу ошол кездерде эле, кысылганда же созулганда нерселердин көлөмүнүн өзгөрүшүн, нерселердин жыттанышын ж. у. с. бир катар суроолорду чечмелөөгө аракет кылышкан. Бирок, заттардын атомдук түзүлүшү жөнүндөгү чындыкка айланган окуу көптөгөн кылымдардан кийин гана ишке ашкан.

Заттардын атомдук түзүлүшүн жактаган жана ага каршы чыккан окумуштуулар да болушкан. Заттардын атомдук түзүлүшү жөнүндөгү окуу XIX кылымдын аягы — XX кылымдын башында Максвелл, Больцман, Клаузиус, Броун, Перрен, Штерн сыяктуу залкар окумуштуулардын эмгектери менен биротоло ырасталган. Атомдор өз ара аракеттенишүү менен тынымсыз кыймылда болуп турары бекемделген.

Атомдук өлчөмү 10^{-8} см, массасы 10^{-25}—10^{-27} кг дын чегинде болот. Мындай чондуктарды турмушта кездештире албасак да, аларды элестетүү менен гана чектелебиз. Өлчөмү 1 см дин жүз миллиондон бир үлүшү болгон атомду биздин көзүбүз, ал гана турсун, кадимки микроскоптор менен да көрө албайбыз. Америкалык окумуштуулар 500 млн эсе чоңойтууга мүмкүндүк берген микроскоп аркылуу неондун жана аргондун атомдорунун элесин тартып алышкан (1а, б-сүрөт).

Атомдун — бөлүнбөс деген аты, өз учурунда гана айтылып калгандыгы болбосо, ал өзү да татаал түзүлүш экендигин эксперименте англиялык окумуштуу Э. Резерфорд аныктаган. Ал жүргүзгөн тажрыйбалары менен атом биздин Күн система сыяктуу түзүлүш экендигин ырастап, аны атомдун планеталык модели деп атаган. Атом дээрлик бардык массасы борборуна топтол-

а) б)



1-сүрөт. 500 млн эсе чоңойтулган:
а) неондун, б) аргондун атомдору.

2-сүрөт.

гон ядродон жана анын айланасында айланып жүрүүчү электрондордон турат (2-сүрөт).

Ядро оң зарядга, ал эми электрондор терс зарядга ээ. Электрондун терс заряды жаратылыштагы эң кичине заряд. Ядронун айланасында канча электрон айланып жүрсө, ядронун демек, протондордун жалпы оң заряды чоңдугу боюнча ошол электрондордун заряддарынын суммасына барабар.

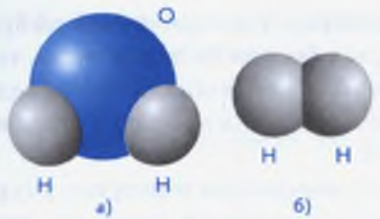
Ядрого протон менен бирге зарядсыз бөлүкчө — нейтрон да кирет. Бирок, ал атомдордун массасына гана салым кошот.

Ядросунун айланасында айланып жүрүүчү электрондорунун (демек, протондорунун да) санына жараша азыркы кезде атомдордун 110 түрү бар экендиги аныкталды. Ядросунда бир протон жана анын айланасында бир электрону болгон эң кичинекей жана жеңил атом суутек атому. Эки протону жана эки электрону болгон атом гелий атому, ал эми үч протону жана үч электрону болгон атом литий атому болуп эсептелет (3-сүрөт).

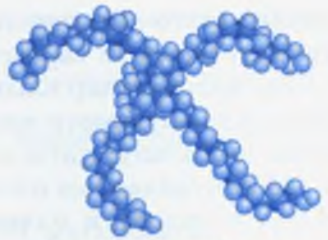
Ядросунда 16 протону жана анын айланасында 16 электрону болгон атом кычкылтек атому. Бир түрдүү атомдордон турган заттар **химиялык элементтер** деп аталат. Азыркы кезде 110 химиялык элемент ачылган. Д. Менделеев түзгөн химиялык элементтердин мезгилдик системасында бул элементтердин жайгашкан орду атомдордогу электрон жана протондорунун санына туура келет. Таблицада суутек — 1-орунда, гелий — 2-орунда, литий — 3-орунда, кычкылтек 16 орунда, ал эми эң акыркы оор элемент 1994-жылы ачылып 110-орунду ээлейт.

Молекула. Заттын бардык касиеттерин ичине камтыган анын эң кичине бөлүгү **молекула** деп аталат. Молекула — кичинекей масса деген сөздөн келип чыккан.

3-сүрөт. а) Суутек (H) атому; б) Гелий (He) атому; в) Литий (Li) атому.



4-сүрөт. а) Суунун; б) суутектин молекулалары.



5-сүрөт. Көп атомдуу молекула.

Менделеевдин мезгилдүү системасына кайра кайрылалы. Андан суу, кант, туз, таш көмүр, болот жана ушу сыяктуу миңдеген түркүн заттардын аттарын таба албайбыз. Албетте, эмне үчүн деген суроо туулат? Анткени бул заттар татаал заттар болуп, алардын эң майда бөлүкчөлөрү молекулалардан турат. Аталган 110 атомдун өз ара биригүүлөрүнөн молекулалар пайда болот. Алсак, суутектин эки атомун өзүнө кошуп алып, кычкылтек атому суунун молекуласын пайда кылат (4-сүрөт). Көмүртектин 12 атому менен суутектин 22 жана кычкылтектин 11 атому биригип, канттын ($C_{12}H_{22}O_{11}$) молекуласын пайда кылышат. Молекулалардын санына жана сапаттарына жараша өңү-түсү, даамы жана жыты, жумшактыгы же бекемдиги менен айырмаланышкан көптөгөн татаал заттар пайда болушат.

Бир түрдүү атомдор да өз ара биригиши мүмкүн. Суутектин, азоттун, кычкылтектин ж. у. с. элементтердин экиден атомдору биригип молекулаларды пайда кылышат. Кычкылтектин үч атому биригип, озондун (O_3) молекулаларын пайда кылат. Жер атмосферасынын жогорку катмарларында аба менен аралашкан озондун сейрек катмары жайгашкан. Алар Күндөн келген зыяндуу нурларды өткөрбөй Жер бетиндеги жашоону коргоп турат. Озондук катмарлардын өзгөрүштөрүн изилдөөдө академик С. Токтомышев жетектеген окумуштуулар тобу баалуу эмгектерди жаратууда.

Азыркы кезде миллиондогон атомдордон турган молекулалар түзүлүп, андан жасалма татаал заттар алынууда. Аларга пластмасса, капрон, нейлон ж. у. с. материалдар кирет. Алардын молекулаларын электрондук микроскоп аркылуу байкоого болот. Мындай молекулаларды макромолекулалар — чоң молекулалар (көп атомдуу молекула) деп атайбыз (5-сүрөт).

Азыр адам баласы өзүнүн практикалык талабына жараша бир катар жасалма материалдарды пайдаланууда. Аларга жогоруда аталган жасалма материалдар менен бирге, кийинчерээк иштетилип алынган таш булалары да кирет. Биздин тоо тектерибиз

өтө бай болгон базальт таштарын жогорку температурада кайра иштетүү менен эл чарбасына өтө зарыл болгон булалар жана токулма материалдар алынууда. Келечеги кең мындай материалдардын түзүлүштөрүн жакшылап изилдөө жана аларды эл чарбасына пайдалануу дагы алдыда турат.

Молекулалардын өлчөмдөрү жана массалары көпчүлүк учурларда атомдордун өлчөмү менен массаларынан анчалык көп (макромолекулаларды эске албаганда) айырмаланбайт.

Иондор. Атомдордун ядросу өзүнүн сырткы орбиталарында жайланышкан электрондору менен начар байланышта болот. Сырттан болгон аракеттерден мындай электрондор өзүнүн ядросунан оңой эле ажырап, өз алдынча же башка бир атомго барып кошулуп калышы мүмкүн. Өзүнүн электронунан ажыраган атом, терс зарядын жоготуп, оң заряды ашыкча болуп калат. Аны оң **ион** деп атайбыз. Ал эми ашыкча электронду кошуп алган атом, терс заряды көптүк кылып, **терс** ион болуп калат. Молекулаларда да ушундай кубулуштар болушу мүмкүн.

Оң же терс заряддары ашыкча болгон атом же молекулалар иондор деп аталат.

Иондордун пайда болушуна бир мисал келтирели. Биз пайдалануучу аш тузу (NaCl) натрий менен хлор атомдорунун биригишинен турат. Натрийдин атому өзүнүн сырткы электронунан хлордун атомунун аракетинен ажырап, оң ионго, ал эми хлор атому терс ионго айланат. Заряддары эки башка болгон бул иондор бири-бирине электрдик күчтүн аракети менен тартылышып, аш тузунун молекуласын пайда кылышат.

Бөлүкчөлөр. Жалпысынан атом, молекула жана иондор — **бөлүкчөлөр**, ал эми электрон жана протондор — **элементардык бөлүкчөлөр** деп аталат. Алардын ар биринин атын атоо зарыл болбогон учурларда, жалпы жонунан жөн эле «бөлүкчөлөр» деп айтабыз. Бөлүкчөлөр деп өлчөмү жана массасы миллиондогон атомдорго барабар болгон майда нерселерди — күкүмдөрдү же кыпындарды айтышыбыз да мүмкүн. Бирок ал бөлүкчөлөр мүнөзү боюнча атом же молекулаларга окшош кыймылда болууга тийиш. Мындай бөлүкчөлөргө биз кийинчерээк сөз кыла турган Броун бөлүкчөлөрү кирет.

?

1. Атом деген сөздүн өзү грек тилинде кандай маанини түшүндүрөт?
2. Атомдун түзүлүшү кандайча элестетилет?
3. Атомдогу заряддар жөнүндө айтып бергиле?
4. Менделеевдин системасында химиялык элементтердин жайгашкан ордулары эмнеге байланыштуу түшүндүрүлүшү мүмкүн?

5. Атомдордун канча түрү бар, өлчөмү жана массалары жөнүндө айтып бергиле.
6. Молекула деп эмнени айтабыз? Заттардын ар түрдүүлүгү кандайча түшүндүрүлөт?
7. Бөлүкчөлөр деген сөздүн маанисин кандайча түшүнөбүз?

§ 4. АТОМ ЖАНА МОЛЕКУЛАРДЫН МАССАЛАРЫ.

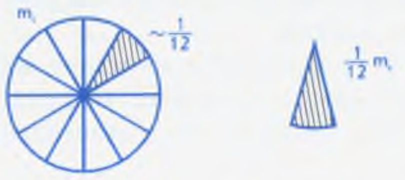
Атомдордун массаларын биз турмушубузда пайдалануучу массанын бирдиги «кг» менен ченесек, ал өтө эле кичине сандар (10^{-25} — 10^{-27}кг) менен туюнтулуп калат. Мындай сандарды эсептөөлөрдө пайдалануу көп ыңгайсыздыктарга алып келет. Алардын бири-биринен айырмачылыктарын да ачык байкай албайбыз. Ошондуктан атом же молекулалардын массалары башкача туюндурулат. Ал **атомдордун салыштырма массасы** деп аталат.

Атомдордун массасын салыштырып алуу үчүн, адегенде бирдик массаны алууга тийишпиз. Мындай **бирдик масса** ($m_б$) үчүн СИ системасында көмүртек атомунун (m_c) массасынын 12ден бир бөлүгү алынган (6-сүрөт).

Бирдик массага салыштырып алынган атомдордун массасы салыштырма атомдук масса деп аталат.

Бирдик масса менен, б. а. көмүртек атомунун массасынын 1/12 бөлүгү менен бардык атомдордун массасын салыштырганда төмөнкүдөй маанилерди алабыз. Эң кичине атом суутек атому. Ал болжол менен бир бирдикке ($m_H=1/12\ m_c$) барабар (7-сүрөт).

Элестетүү оңой болсун үчүн аны кыялыбызда тараза менен ченейли. Гелий атому — 4 эсе, литийдин атому — 7 эсе, көмүртектин өзүнүн атому — 12 эсе, кычкылтек атому — 16 эсе ж. у. с. болуп уланат. Менделеевдин мезгилдик системасында ар бир химиялык элементтин белгисинин астында алардын салыштырма атомдук массалары цифралар менен жазылып коюлган. Мисалы, көмүртек үчүн — 12, алюминий үчүн — 27, темир үчүн — 56 ж. у. с.



6-сүрөт. Көмүртек атомунун бөлүнүшү.

7-сүрөт.

Таблица

	Бирдик массасы ($m_б$)	Масса
Суутек	1	0,001 кг/моль
Көмүртек	12	0,012 кг/моль
Азот	14	0,014 кг/моль
Кычкылтек	16	0,016 кг/моль
Суу	18	0,018 кг/моль
Аба	29	0,029 кг/моль

Молекулалардын массалары да ушул эле бирдик масса менен салыштырылып алынат. Молекулалардын салыштырма массалары, ал молекулага бириккен атомдордун салыштырма массаларынын суммасына барабар. Суунун молекуласы үчүн кычкылтек атому менен эки суутек атомдорунун бирдик массаларынын суммасы алынат.

$$16\ m_б + 2\ m_б = 18\ m_б.$$

§ 5. МОЛЬ МАССАСЫ. АВАГАДРО САНЫ

Бирдик массасынын ($m_б$) сан маанисин көмүртек атомунун массасын 12ге бөлүп аныктайбыз. Көмүртек атомунун массасы $m_к$=9,92 10^{-27}кг.

$$m_б = \frac{m_к}{12} = \frac{9{,}92\cdot10^{-27}\,кг}{12} = 1{,}66\cdot10^{-27}\,кг. \qquad (1.1)$$

Атомдордун (же молекулалардын) салыштырма массалары канча болсо, ошондой сандагы грамм (же килограмм) менен туюнтулган ар кандай заттын массалары 1 моль деп аталат. Моль массаны гректин μ (мю) тамгасы менен белгилеп, анын СИ системасындагы бирдигин кг/моль деп алабыз.

Ар кандай заттын бир молунда бирдей сандагы атомдору же молекулалары болот. Бул турактуу санды, аны аныктаган француз окумуштуусунун урматына анын ысымы менен Авогадро саны деп айтабыз (N_A).

Демек, $$m_б=1{,}66\cdot10^{-27}кг$$

Авогадро санын көмүртектин 1 моль массасы үчүн эсептеп көрөлү. Ал үчүн бир моль көмүртектин массасын (0,012 кг/моль) көмүртек атомунун бирдик массасына (12 $m_б$) бөлөбүз:

$$N_A = \frac{0{,}012\ кг/моль}{12\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\ кг} = 6{,}02\cdot10^{-23}\,моль^{-1} \qquad (1.2)$$

Ушундай эле жыйынтыкты башка заттар үчүн да (суутек, кычкылтек, суу) алууга болот: алардын 1 молун бирдин массасын санына бөлөбүз.

$$\underset{суутек}{\frac{0{,}001\ кг/моль}{1\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\ кг}} = \underset{кычкылтек}{\frac{0{,}016\ кг/моль}{16\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\ кг}} = \underset{суу}{\frac{0{,}018\ кг/моль}{18\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\ кг}} = 6{,}02\cdot10^{-27}\ моль^{-1}.$$

Ошентип, ар кандай заттардын бир молу өздөрүнүн ичине N_A=6,02·10^{-23} моль$^{-1}$ атом же молекулаларын камтыйт.

Авогадро саны эбегейсиз зор сан. Демек, ал бизди курчап турган бардык нерселер канчалаган өтө майда бөлүкчөлөрдөн турарын кабарлайт. Мындай чоң санды салыштыруу жолу менен гана элестетүүгө болот. Эгерде атомдун өлчөмүн таруунун данына чейин чоңойткон болсок, анда *Авогадро санына* барабар болгон таруну Жердин кургактын бөлүгүнө жайгаштырганда, ал 10 м калыңдыктагы катмарды түзгөн болоор эле.

Заттын саны. Заттар атом же молекулалардан турат. Демек, берилген затты баарыдан мурда ушул бөлүкчөлөрдүн саны аркылуу туюндуруу ылайык болмок. Бирок, мында да эбегейсиз чоң сандарды пайдалануу ыңгайсыз болгондуктан, аларды да салыштырмалуу сандар аркылуу, тагыраак айтканда 1 моль заттын массасы же андагы бөлүкчөлөрдүн саны аркылуу туюндуруу ыңгайлуу болот.

Бизге массасы m болгон бир зат берилсин дейли. Бул заттын молдук массасы μ жана анын ичинде N бөлүкчө бар дейли. Эгерде заттын ал массасын же андагы молекулалардын жалпы санын молдук массага же Авогадро санына бөлсөк, анда бул катыштар берилген массадагы **молдун санын,** б. а. **заттын** санын туюндурат. Заттын санын гректин ν (ню) тамгасы менен белгилеп,

$$\nu = \frac{m}{\mu} \quad же \quad \nu = \frac{N}{N_A} \qquad (1.3)$$

деп жаза алабыз. Бул эки барабардыктан эсептөөгө жөнөкөй болгон төмөнкү формуланы чыгарып алабыз.

$$N = \frac{m}{\mu} N_A = \nu N_A \qquad (1.4)$$

Акыркы барабардык боюнча берилген заттагы молдун саны белгилүү болсо, аны Авогадро санына көбөйтүп, нерседеги жалпы атомдордун же молекулалардын санын (N) таап алууга болот.

?
1. Эмне үчүн атомдордун же молекулалардын массаларын салыштырып алууга туура келет?
2. Бирдик масса үчүн СИ системасында кандай масса алынат? Анын «кг» бирдиги менен сан мааниси эмнеге барабар?
3. Салыштырма атомдук же молекулалык масса деген эмне?
4. Моль массасына кандай аныктамаларды берүүгө болот?
5. Авогадро саны эмнеге барабар? Анын чоңдугун кандайча салыштырмалуу кылып айтууга болот?
6. Заттын саны деп эмнени айтабыз?
7. Заттын санын кандай формулалар менен туюндурууга болот?

▲
1. Менделеевдин мезгилдик системасын пайдаланып бир катар элементтердин молдук массасын жазып чыккыла.
2. Эгерде чыныдагы суунун көлөмү 200 см^3 болсо, анда канча молекула болот? ($6{,}68 \cdot 10^{24}$)
3. Жездин сыныгын таап алдык дейли. Андагы атомдордун санын кантип аныктаар элек? Жолун айтып бергиле.
4. Массалары 160 г жана 140 г болгон кычкылтек жана азот берилген. Алардагы заттын санын аныктагыла.
5. Менделеевдин мезгилдик системасында күмүш (Ag) 47-орунда турат. Бул таблицаны пайдаланып күмүштүн атомунун салыштырма массасын, моль массасын жана анын атомунда канча протон менен электрон болорун аныктагыла.
6. Суунун молекуласында канча атом, протон жана электрон болорун түшүндүргүлө.

Главадагы негизги түшүнүктөр жана алардын байланыштары

II глава

МОЛЕКУЛАЛАРДЫН ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛЫ. ТЕМПЕРАТУРА

§ 6. ДИФФУЗИЯ КУБУЛУШУ

Заттардын атомдук жана молекулалык түзүлүштөрү ырасталгандан кийинки дагы бир орчундуу маселе – алардын кыймылынын мүнөзүн аныктоо болгон. Заттын газ, суюк жана катуу абалдарында атом же молекулалар кандай мүнөздө кыймылдашат? Заттардын абалына жараша алардын бири-биринен айырмачылыгы барбы?

Бул суроолорго жооп берүү үчүн күндөлүк турмушубузда байкалуучу айрым кубулуштарга токтололу. Бөлмөдө түтүн бат эле жайылып же сыртка чыгып кетет. Бөлмөнүн кайсы бир жерине төгүлгөн атыр же башка бир жыттуу зат абага аралашып, таралып кетерин да байкаганбыз. Караңгы бөлмөнүн терезесинен үйдүн ичине түшкөн жарык нурун капталынан караганыбызда чаңдын бөлүкчөлөрүнүн тынымсыз кыймылда болуп жаткандыгын көрөбүз. Идиштеги сууга тамчылаган боёк ал идиштин бардык жерине тарап кетерин билебиз. Бул мисалдардан газдын (абанын) же суюктуктун молекулалары өз ара кагылышып, баш аламан кыймылда болуп, анын ичиндеги башка заттардын бөлүкчөлөрүн да ушундай кыймыл жасоого аргасыз кылат деген божомол пайда болгон. Бул ойду бекемдөө максатында 1827-жылы англиялык окумуштуу Броун жүргүзгөн тажрыйбага кайрылалы. Броун сууга өлчөмдөрү $10^{-4} - 10^{-5}$ см болгон боёктун күкүмдөрүн салып, алардын кыймылдарын микроскоп аркылуу байкаган. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн атайылап эле $10^{-4}—10^{-5}$ см болгондой кылып алган. Мындай бөлүкчөлөр **Броун бөлүкчөлөрү** (ичине миллиондогон атомдорду камтыган) деп аталат. Броун бөлүкчөлөрүнөн өлчөмдөрү чоң бөлүкчөлөрдү микроскопто байкоого оңой, бирок алар молекулалар сыяктуу кыймыл жасабай суюктукта каалгып сүзүп гана калышы мүмкүн. Ал эми өлчөмдөрү Броун бөлүкчөлөрүнөн кичине бөлүкчөлөр, молекулалардын кыймылын толук мүнөздө кайталаганы менен, аларды микроскоп менен даана байкоо кыйынчылыкка турат.

Броун суюктукка салынган бөлүкчөлөрдүн кандайдыр бирөөнө такай көз салып, анын кыймыл траекториясын микроскоп ар-

8-сүрөт. Броун бөлүкчөсүнүн траекториясы.

кылуу чакмак беттүү кагазга түшүргөн. Ар бир он секунда өткөн сайын бул бөлүкчөнүн которулган ордун чекит менен белгилеген. Бул чекиттерди туташтырган сызык — чатышкан сынык сызыкты берген. Ошентип тажрыйба боёктун суугa салынган күкүмдөрү суюктуктун молекулалары менен жана өз ара кагылышып, баш аламан кыймылда болорун ырастаган (8-сүрөт). Тажрыйбадан алынган бул жыйынтыктан **газдын жана суюктуктун молекулалары өз ара кагылышуу менен тынымсыз баш аламан кыймылда болушат** деп жыйынтык чыгарылган. Бул жыйынтык кийинчерээк башка тажрыйбалар менен да бекемделген.

Броун тажрыйбасында байкалган бөлүкчөлөрдүн кыймылы **Броун кыймылы** деп аталат. Ал кыймылды теориялык жактан атактуу окумуштуу А. Эйнштейн (1879—1955) ырастаган.

Заттын бөлүкчөлөрүнүн баш аламан кыймылын **жылуулук кыймылы** деп да атайбыз. Себеби бөлүкчөлөрдүн мындай баш аламан кыймылы жылуулуктан гана көз каранды.

Газдын же суюктуктун бөлүкчөлөрү баш аламан кыймыл жасоо менен, алар өздөрүнө чектеш болгон заттын бөлүкчөлөрүн да баш аламан кыймыл жасоого аргасыз кылып, аралашып кетишет. Атырдын же түтүндүн бөлмөдөгү таралышы ушундайча түшүндүрүлөт. Чектешип же тийишип турган заттын молекулаларынын бири-бири менен аралашып кетиши **диффузия** деп аталат. Диффузия латынчадан которгондо *«таралуу»* же *«жайылуу»* деген сөздөрдүн маанисин түшүндүрөт. Диффузия кубулушу газдар менен суюктуктарда гана эмес катуу заттарда да байкалат. Бирок, катуу нерселерде диффузия өтө жай жүрөт.

?

1. Өлчөмү кандай бөлүкчөлөрдү Броун бөлүкчөлөрү деп айтабыз?
2. Броун бөлүкчөлөрү кандай кыймыл жасашат?
3. Броун бөлүкчөлөрүнүн кыймылын газдын жана суюктуктун молекулаларынын кыймылына окшоштуруп кандайча жыйынтык чыгарабыз?
4. Жылуулук кыймылы деп эмнени түшүнөбүз?
5. Диффузия кубулушу деп эмнени айтабыз?
6. Диффузия кубулушу кандай заттарда болушу мүмкүн?

§ 7. ЖЫЛУУЛУК ЖАНА ТЕМПЕРАТУРА

Биз турмушубузда муздак, жылуу же ысык деп айтканыбызда заттардын температурасы жөнүндө сөз кылган болобуз. Ал жөнүндө V класстын табият таануу сабагында да сөз болгон. Нерселердин муздак же жылуу болушу салыштырмалуу түшүнүк. Биздин жылуулукту сезүүчү негизги органыбыз — терибиз. Бирок терибиздин бардык жери жылуулукту бирдей сезбейт. Жылуу сууну колубуз жана денебиз ар башка сезиши мүмкүн. Денебиз үчүн ысык болгон ваннанын суусуна колу-бутубуз кебелбей эле чыдай алат. Шыргалаң сууга түшүп, отту кечкен кишилер да жок эмес. Нерселердин жылуулугун кантип так аныктоого болот?

Жылуулуктун ченин же даражасын тагыраак аныктоо үчүн температура түшүнүгү пайдаланылат. Нерсе канчалык жылуу болсо, анын температурасы ошончо жогору деп айтабыз. Адегенде жылуулуктун өзүн кандай түшүнөбүз, анын жогоруда биз карап өткөн бөлүкчөлөрдүн баш аламан кыймылдары менен байланышы барбы? – деген суроону коёлу.

Бул суроолорго жооп берүүдөн мурда жылуулук жөнүндөгү алгачкы ой-пикирлердин өнүгүшүнө токтололу. Жылуулукту адегенде, айрым ойчулдар бул өңсүз-түссүз жана салмаксыз «суюктук» деп эсептешкен. Ага «жылуутек» деп да ат коюшкан. Бир нерседен экинчи нерсеге «жылуутектин» өтүшү менен экинчи нерсе ысыйт деп эсептешкен. Жылуулукка болгон мындай көз караш бат эле төгүндөлгөн. Ал көз караш эмне үчүн муздун эки кесегин бири-бирине ышкылаганда (жышыганда, сүргөндө) эрип кетерин түшүндүрө алган эмес.

Немец окумуштуусу Роберт Майер (1814—1878, кесиби боюнча врач) кемелерде кызмат өтөп жүрүп, деңиздерде жана океандарда катуу шамалдан кийин суунун бетинин температурасы аз болсо да көтөрүлүп калгандыгын байкаган. Анын себебин катуу шамалдан пайда болгон толкундардан суунун бетки катмарлары күчтүү кыймылга катышып, кошумча энергияга (шамалдан) ээ болуп, температурасы аз болсо да көтөрүлөрүн түшүндүргөн. Майердин бул байкоолору жылуулуктун эмне экендигин туура түшүндүрүүдөгү алгачкы түрткү болгон.

Муздак жана жылуу суудагы диффузиянын жүрүшүн байкоо үчүн бирдей эки стакан алып, анын бирөөнө муздак, экинчисине ысык суу куялы. Алардын ар бирине тамчылаткыч менен абайлап, бирден тамчы боёк тамызалы. Убакытты белгилеп, боёктун бөлүкчөлөрү стакандын бүткүл ичи боюнча таралууга кет-

кен убакытты күтөбүз. Ысык суу куюлган стаканда боёк бат эле аралашып, бардык жеринде суу бирдей түскө келип калат. Албетте, эмне үчүн деген суроо туулат?

Аны ысык суу куюлган стаканда диффузия тез жүрүп, анын молекулаларынын баш аламан кыймылы көбүрөөк жана тез болору менен гана түшүндүрүүгө болот. Ылдам кыймылдаган бул молекулалар кагылышуудан боёктун молекулаларынын ылдамдыгын да чоңойтуп, өз ара кагылышууларын тездетет. Натыйжада аралашуу тезирээк жүрөт. Кайнап жаткан сууда аралашуу андан да тезирээк болот. Ошентип, ысык суунун молекулаларынын ылдамдыктары чоң болуп, алардын өз ара кагылышуулары да тездейт. Бул жыйынтыкты газдар үчүн да жалпылоого болот.

Кыймылдагы бардык нерселер кинетикалык энергияга ээ болору белгилүү. Ал энергиянын чоңдугу нерсенин массасына жана анын ылдамдыгынын квадратына ($E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$) көз каранды (7-кл., § 40). Заттарды түзгөн бөлүкчөлөр эбегейсиз көп болгондуктан алардын бардыгы бирдей ылдамдыкка, демек, бирдей кинетикалык энергияга ээ боло алышпайт. Ошондуктан молекулалардын **орточо кинетикалык энергиясы** жөнүндө гана сөз кыла алабыз. Жогоруда байкалган диффузия кубулушунан суюктуктун бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиясы менен анын температурасынын ортосунда тикелей байланыш бар экендиги келип чыгат. Заттын бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиясы канчалык чоң болсо, демек ылдамдыктары канчалык чоң болсо, анда анын температурасы, б.а. нерсенин жылуулугу да ошончолук жогору болот. Ошентип, **температура (жылуулук) нерсени түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы менен түздөн-түз байланышта болот.** Биз бул баалуу корутундуну дагы бир нече жолу кайталайбыз.

?
1. Жылуулуктун адепки түшүндүрүлүшүн айтып бергиле.
2. Жылуулук менен бөлүкчөлөрдүн кайсы мүнөздөмөлөрү байланыштуу?
3. Р. Майер байкоолорунан кандай тыянак чыгарган?
4. Температура деп эмнени түшүнөбүз?

§ 8. ТЕМПЕРАТУРАЛЫК ШКАЛАЛАР. ТЕРМОМЕТРЛЕР.

Адам баласы жылуулуктун өзү эмне экендигин түшүнүп биле электен мурда, анын ченин, тагыраак айтканда температураны ченөөнү билген. Температураны ченөө үчүн термометрлерди пайдаланышкан. Азыркы кезде көптөгөн термометрлердин түрлөрү кездешет. Алар ар кандай максаттарда колдонулат. Бизге көбүрөөк таанышы — денебиздин температурасын ченөө үчүн пайдаланылуучу медициналык термометр (9-сүрөт) болуп эсептелет.

Алгачкы термометр жана температуралык шкала кандайча пайда болгон? Азыркы кезде да пайдаланылуучу Цельсий шкаласы 1742-жылы түзүлгөн. Бир жак учу кичинекей шарча менен аяктаган ичке айнек түтүкчөнүн ичине шарчадан бир аз көтөрүлүп тургандай сымап куюлат. Түтүкчөнүн ичиндеги аба чыгарылып, анын экинчи учу туюкталат. Түтүкчөнүн шарча менен аяктаган учу эрип жаткан муздун ичине салынат. Сымаптын көтөрүлгөн деңгээлин белгилеп, ал 0°С деп алынат. Ошол эле түтүкчөнү кайнап жаткан сууга салганда, сымаптын деңгээли кандайдыр бир бийиктикке чейин жогорулайт. Сымаптын бул деңгээли 100°С деп белгиленет. 0°С менен 100°С аралыгы барабар жүз бөлүккө бөлүнөт, анын ар бир бөлүгү бир градус Цельсий деп аталат. Ошентип, мындай шкала аркылуу температуранын 0°Сдан 100°Сга чейин маанилерин аныктоого мүмкүндүк болот. Шкаланы 0°Сдан төмөн жана 100°Сдан жогору да улап, температуранын төмөнкү жана жогорку маанилерин ченөөгө болот. Цельсий шкаласы боюнча ченелүүчү температураларды t тамгасы менен белгилөө кабыл алынган.

Цельсий шкаласы боюнча нөл температурасы, б. а. 0°С муздун эрүү температурасына туура келерин белгилеп кеттик. Бирок, Жер бетинде андан да төмөнкү температуралар кездешери белгилүү. Кыш күндөрү Республикабыздын аймагында температура −30−40°Сга чейин төмөндөгөн учурлар болот. Ал эми Жер

9-сүрөт. Термометрлер жана температуралык шкаланын алынышы.

уюлдарында температура –60–80°Cга чейин төмөндөөрү аныкталган. Деги эң төмөнкү температура канчага чейин жетет?

Орустун улуу окумуштуусу М. В. Ломоносов сууктун эң төмөнкү чеги болорун алдын ала айткан. Сууктун эң төмөнкү чеги 0°Cдан –273°Cга чейин болору аныкталып, бул эң төмөнкү чек абсолюттук нөл деп аталган. Температуранын бул эң төмөнкү чекити «0 Кельвин» же кыскача «0К» деп белгиленет. Абсолюттук 0Кдан башталган температуралык шкала **Кельвин шкаласы** же **абсолюттук температуралык шкала** деп аталат. Анын ар бир градусу «Кельвин» (К) менен белгиленет.

Абсолюттук шкала боюнча ченелүүчү температураларды «Т» тамгасы менен белгилөө кабыл алынган. Абсолюттук температура менен Цельсий шкаласы боюнча алынган температуралар өз ара

$$T = 273 + t$$

формуласы аркылуу байланышат. Муздун эрүү температурасы абсолюттук шкала боюнча Т=273 К, бөлмө температурасы Т=273+17=290 К, ал эми суунун кайноо температурасы Т=273+100=373 К болот.

Сууктуктун төмөнкү чеги абсолюттук 0К температурасы болуп, андан төмөнкү температуранын болушу мүмкүн эмес болсо, тескерисинче, жылуулуктун жогорку чеги азырынча аныктала элек. Ички температуралары миллиондогон градустарды түзгөн жылдыздар Ааламда өтө көп. Атом бомбасынын жарылышында температура миллион градустарга чейин көтөрүлөт.

? 1. Цельсий шкаласы кандайча түзүлгөн?
2. Цельсий шкаласы менен абсолюттук температуралык шкала кандайча байланышат?
3. Сууктун эң төмөнкү чеги жөнүндө айтып бергиле.

▲ 1. Цельсий шкаласы боюнча 27°C температурасы абсолюттук температуралык шкала боюнча канча Кельвинди (К) түзөт?
2. Температурасы 323 К болгон нерсенин (Цельсий шкаласы боюнча) температурасы канчага барабар болот?

Главанын негизги түшүнүктөрү жана алардын байланышы

ЗАТТАРДЫН ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА АБАЛДАРЫ

§ 9. МОЛЕКУЛАЛАРДЫН ӨЗ АРА АРАКЕТТЕШҮҮ КҮЧҮ

Эгерде заттардын бардыгы дайыма тынымсыз кыймылда болгон атом же молекулалардан турат деп гана чектелсек, эмне үчүн заттар ар түрдүү абалда кездешет, алар эмне үчүн бир абалдан экинчи абалга өтүшөт деген сыяктуу бир катар суроолорго жооп бере албайбыз. Заттардын түзүлүшүн үйрөнүүдөгү дагы бир маанилүү жагдай — бөлүкчөлөрдүн ортосундагы **өз ара аракеттешүү күчү**.

Молекулалардын ортосундагы өз ара аракеттешүү күчү тартышуу жана түртүшүү күчтөрүнөн турат. Тартышуу күчү түртүшүү күчүнө караганда чоңураак аралыктарга аракет кылат. Ал ондогон молекулалык диаметрге чейинки аралыктарга жетет. Түртүшүү күчү бөлүкчөлөр жакындап, бири-бирине тийише баштаган аралыктардан башталат. Ошондуктан молекулалардын ортосунда негизинен тартышуу күчү аракет кылат деп айтабыз.

Бардык заттар дайыма өз ара аракеттешүү менен тынымсыз кыймылда болуучу атомдордон же молекулалардан турат. Бул жобонун негизинде жогоруда коюлган суроолордун бардыгына жооп берүүгө болот. Аталган жобо заттардын түзүлүшүн окуп-үйрөнүүдөгү маанилүү тыянактардын бири. Ал молекулалык-кинетикалык теориянын **негизги жобосу** деп аталат.

?
1. Бөлүкчөлөрдүн ортосундагы өз ара аракеттешүү күчү кандай күчтөрдөн турат?
2. Тартышуу жана түртүшүү күчтөрүнүн аракеттери аралыкка жараша кандайча болушат?
3. Молекулалык-кинетикалык теориянын негизги жобосу кандайча айтылат?

§ 10. ЗАТТЫН ГАЗ, СУЮК ЖАНА КАТУУ АБАЛДАРЫ

Заттардын ар кандай абалда болушу аларды түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы менен өз ара аракеттешүү күчтөрүнө, тагыраак айтканда, өз ара тартышуу жана түртүшүү күчтөрүнүн чоңдуктарына жараша болот. Өз ара тартышуу күчү нерселердин ортосунда өз ара тартышуу потенциалдык энергиясын пайда кылары механикада каралган (мисалы, Жер менен анын бетинен көтөрүлгөн нерсе).

Газ. Газ абалынын негизги мүнөздөмөлөрү болуп анын көлөмү, басымы жана температурасы эсептелет. Газдар өзүнүн көлөмүн да, формасын да сактай албайт. Толтурулган идишке жараша газдын формасын да, көлөмүн да өзгөртө берүүгө болот. Газдын молекулаларынын ортосундагы аралык бир нече молекулалык диаметрге барабар болот. Алар дайыма тынымсыз кыймылда болуп өз ара кагылышып турат. Броун кыймылы аны ырастайт.

Газ мүмкүн болушунча кеңейип кетүүгө умтулат. Ушул себептен, анын молекулалары өзүнө жолтоо болгон нерселерге, мисалы, камалган идиштин беттерине аракет жасап, басымды пайда кылат.

Газдын бул өзгөчөлүктөрү анын бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиясы, алардын өз ара тартышуу потенциалдык энергиясына салыштырмалуу чоң болушу менен түшүндүрүлөт. Бөлүкчөлөрдүн кинетикалык энергиялары алардын бири-биринин жанына кармалбай, туш тарапты көздөй таркап кете берүүлөрүнө мүмкүндүк түзөт.

Суюктук. Заттын суюк абалы өзүнүн көлөмүн сактап, формасын сактай албайт. Куюлган идиш кандай болсо, ошол форманы алат. Суюктуктардын негизги өзгөчөлүгү агуучулугу болуп эсептелет. Болор-болбос эле кыйшайтуудан, суюктук эңкейиш багытты көздөй кыймылга (Жердин тартуу күчүнүн аракетинен), б. а. агууга дуушар болот.

Суюктуктун молекулаларынын кинетикалык энергиялары алардын өз ара тартышуу потенциалдык энергияларына жакын болот. Тартышуу күчү молекулалардын бири-бирин таштап кетүүгө мүмкүндүк бербейт. Натыйжада суюктук көлөмүн сактайт. Суюктуктун молекулалары баш аламан кыймылда болуп, өз ара кагылышып турат. Бир кагылышуудан экинчи кагылышууга чейинки убактылуу турган абалдарында термелүү кыймылын жасашат. Суюктуктун молекулалары газдарга салыштырмалуу тыгызыраак жайланышкан. Алардын ортосундагы аралык, молекулалардын өлчөмдөрүнө салыштырмалуу болот. Заттын абалдарына жараша бөлүкчөлөрүнүн жайланышы 10-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Суюктуктун айрым молекулалары өз ара кагылышуудан чоң кинетикалык энергияга ээ болуп, суюктуктан бөлүнүп кетүүгө да жөндөмдүү болушат. Ал **бууланyy** деп аталат.

Катуу нерселер. Заттын катуу абалы өзүнүн формасын да, көлөмүн да сактай алат. Ал гана турсун, катуу нерселердин фор-

масын же көлөмүн өзгөртүү үчүн чоң күч жумшоого же температурасын жогорулатууга туура келет.

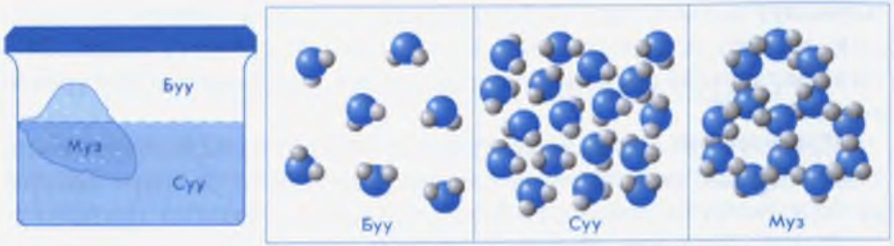
Катуу нерселердин бөлүкчөлөрүнүн өз ара тартышуу потенциалдык энергиялары, алардын кинетикалык энергияларына салыштырмалуу бир кыйла чоң. Катуу нерселерде бөлүкчөлөр тартышуу жана түртүшүү күчтөрү бири-бирине барабар болгон орундарда жайланышат. Бөлүкчөлөрдүн бул орундары **тең салмактуу абалдар** деп аталат. Бөлүкчөлөр бул тең салмактуу абалдарынын аймактарында термелүү кыймылында гана болушат. Бөлүкчөлөрдүн бир орундан экинчи орунга которулушу же бөлүнүп чыгып кетиши өтө сейрек болот. Ал үчүн бөлүкчө чоң кинетикалык энергияга ээ болууга тийиш.

Көпчүлүк катуу нерселердин тыгыздыктары суюктуктарга салыштырмалуу бир кыйла чоң. Алардын ичине, бир катар катуу нерселерден тыгыздыгы боюнча чоң болгон суюктук — сымап гана кирбейт. Сымаптын тыгыздыгы темирге салыштырмалуу эки эсе чоң.

§ 11. ЗАТТЫН АБАЛДАРЫНЫН ӨЗГӨРҮШҮ

Табигый шартта абалдардын өзгөрүшү температура менен байланыштуу экендигин билебиз. Жайында суу көбүрөөк бууланып, газ абалына өтсө, кышкы суукта муз болуп тоңот. Температураны жогорулатуу менен көпчүлүк катуу нерселерди эритүүгө мүмкүн болсо, тескерисинче, температураны төмөндөтүү менен дээрлик бардык суюктуктарды тондурууга болот. Ошентип, заттын абалдарынын өзгөрүшүнүн бир негизги себеби температура болуп эсептелет.

Жер шартында үч абалы тең кездешүүчү зат болуп суу гана эсептелет (10-сүрөт). Калган бардык башка заттарды үч абалдын биринде гана кездештиребиз. Аба — газ, спирт — суюк жана



10-сүрөт. Суунун үч абалы.

темир — катуу абалдарда болушат. Бирок, температураны өзгөртүү менен аларды ар кандай абалдарга келтирүүгө болот.

Температура нерселерди түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы менен байланыштуу экендигин баса белгилегенбиз. Температуранын жогорулашы менен бөлүкчөлөрдүн кинетикалык энергиялары чоңоюп, кыймылы күчөйт. Бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясынын чоңоюшу менен, алардын ортосундагы өз ара тартышуу күчтөрү начарлайт. Кыймыл тездеп, бөлүкчөлөрдүн өз ара кагылышуусу көбөйө баштагандыктан түртүшүү күчү да чоноё баштайт. Бөлүкчөлөрдүн өз орундарын таштап кетүүгө мүмкүнчүлүк түзүлөт. Натыйжада температуранын жогорулашы менен суюктук — бууга (газга), катуу нерселер — суюктукка, андан ары — бууга өтүшүнө шарт түзүлөт. Температуранын төмөндөшү карама-каршы багыттагы процесстердин жүрүшүнө алып келет.

Заттардын ичинен түзүлүшү боюнча эң жөнөкөйү газ. Ошондуктан заттардын түзүлүшүн жана негизги касиеттерин окуп-үйрөнүүнү газдардан баштайбыз.

?
1. Заттын ар бир абалын өз өзүнчө мүнөздөп бергиле.
2. Нерсенин бир абалдан экинчи абалга өтүшүнүн негизги себеби эмнеде жана аны кантип түшүндүрүүгө болот?
3. Жер шартында суунун башка нерселерден айырмачылыгы эмнеде?
4. Азыр суюктукка айландырылган аба, суутек жана кычкылтек көп пайдаланылат. Алар кандайча алынышы мүмкүн?
5. Газ менен ширетүүдө кайсы суюлтулган газ пайдаланылат?
6. Газ менен жүрүүчү машиналар жөнүндө айтып бергиле.

§ 12. ГАЗ

Газдын басымы. Көлөм жана температура менен бирге заттын газ абалын мүнөздөөчү негизги чоңдуктардын бири анын басымы. Басым бизге белгилүү (Физика боюнча окуу китеби, 7-класс, § 27) $P=F/S$ формуласы менен аныкталат. Бул формулада F — бир нерсенин экинчи нерсеге аракет кылган күчү, S — ошол күч аракет эткен беттин аянты. Мисалы, биз өзүбүздүн салмагыбыз (күч) менен таманыбыз аркылуу Жер бетине басым жасайбыз. Салмагыбызды Ньютон менен туюндуруп, таманыбыздын аянтын $м^2$ менен ченеп, кандай басым жасап жаткандыгыбызды таба алабыз. Басым – күчтүн аянт бирдигине жасаган чоңдугу ($P=F/S$).

Басымдын жогоруда келтирилген формуласын идишке камалган газдын, анын каптал беттерине жасаган басымдарын аныктоо үчүн түздөн-түз колдонууга болбойт. Анткени, ал аракет эткен күчтүн чоңдугун жана идиштин каптал бетинин аянтын билүүнү талап кылат. Өтө көп сандаган газдын бөлүкчөлөрүнүн ар бири үчүн өз өзүнчө бул чондуктарды аныктоо жана алар аркылуу жалпы басымды табуу чечилбеген маселе. Ошондуктан газдын басымын анын көлөмү, молекулалардын саны жана температура менен байланыштырып аныктоого туура келет.

Газдын молекулалары баш аламан кыймылда болуп өз ара жана идиштин каптал бети менен тынымсыз кагылышып турат. Идиштин каптал бети менен кагылышкан молекулалардын саны эбегейсиз чоң болгондуктан убакыттын ар кандай моментинде кагылышкан молекулалардын саны, демек, идиштин каптал бетине жасаган аракеттери бардык жерде орто эсеп менен бирдей жана үзгүлтүксүз болуп турат. Идиштин каптал бетине молекулалардын жасаган бул аракеттери, демек, басымы эмнеге көз каранды болорун иликтеп көрөлү.

Футбол тобуна канчалык көп аба киргизилсе, ал ошончолук чыңалып, ички басымы чоң болорун билебиз. Футбол тобуна улам көбүрөөк абаны киргизүү менен, анын ичине кирген молекулалардын жалпы санын көбөйтөбүз. Ошентип, топтун ичине канчалык көбүрөөк молекула кирсе, газдын жасаган басымы ошончолук чоң болот. Топтун ичиндеги газдын басымын анын молекулаларынын жалпы саны N менен эмес, көлөм бирдигиндеги молекулалардын саны менен байланыштырабыз. Анда топтун көлөмүн V менен белгилеп,

$$n_0 = \frac{N}{V} \qquad (3.1)$$

формуласын алабыз. Мында n_0–1 см^3 же 1 м^3 көлөмгө туура келген молекулалардын саны. Ошентип, **көлөм бирдигине туура келген молекулалардын саны канчалык чоң болсо, газдын басымы да ошончолук чоң болот.** Демек газдын басымы көлөм бирдигиндеги молекулалардын санына түз пропорциялаш.

Топтун оозун бекитип, аны Күн тийген жерге койсок, же атайылап эле ысытсак, анчалык чың толтурулбаган топ болсо да, анын басымы бир кыйла чоңойгондугун байкайбыз. Узак жол жүргөн автомобилдердин дөңгөлөктөрү жер менен сүрүлүүдөн ысып, басымы чоңоюп, жарылган учурлары айдоочуларга жакшы белгилүү. Мында молекулалардын көлөм бирдигиндеги саны

өзгөргөн жок. Анда басымдын чоңоюшу эмне менен байланыштуу? Албетте, ал ысытуудан же сүрүлүүдөн алган жылуулук менен байланыштуу. Ошентип, газды ысытуу жолу менен да, б.а. анын температурасын жогорулатуу менен да басымынын чоңоюшуна жетишүүгө болот.

11-сүрөт.

Газдын ысышы, б. а. температуранын жогорулашы молекулалардын кинетикалык энергияларынын чоңоюшу менен байланыштуу. Газ канчалык көбүрөөк ысыса, б. а. молекулалардын баш аламан кыймылы да күчөп, алардын орточо кинетикалык энергиялары чоноёт, басымы да ошончолук жогорулайт.

Мындан газдын басымы температурага түз пропорциялаш экендигин корутундулайбыз. Ошентип, газдын басымы

$$p = n_0 kT \qquad (3.2)$$

формуласы менен аныкталат. (3.2) формуласы газдардын басымын аныктоочу негизги теңдеме деп аталат. Анын мындайча аталышынын себеби, ал теңдеме кийин дагы бир катар баалуу жыйынтыктарга, атап айтсак, газ абалынын теңдемесин чыгарууга мүмкүндүк берет. (3.2) формуласында «К» турактуу сан. Ал Больцман турактуулугу деп аталат. Сан мааниси боюнча $К=1,38\cdot10^{-23}$ Дж/К.

Айнек колбасын алып, оозун резинка тыгын менен бекители. Тыгындын ортосунан түтүкчө өткөрүп, ага резинка түтүкчөсүн кийгизебиз. Резинка түтүкчөсүнүн экинчи учун манометрге туташтырабыз (11-сүрөт). Колбаны ысык сууга салганда манометрдеги суюктуктун сол ийини төмөн, оң ийини жогору көтөрүлөт. Сол ийиндеги суюктуктун деңгээлин мурдагы абалына келтирүү үчүн, б.а. газдын көлөмүн өзгөртпөй сактоо үчүн оң ийинге акырындык менен суюктук куябыз. Сол ийиндеги деңгээл мурдагы абалына келгенде оң ийиндеги деңгээл мурдагыдан жогору көтөрүлүп калат. Бул ийиндердеги суюктуктардын деңгээлдеринин айырмасын көрсөтүүчү Δh мамычасы колбадагы абаны ысытууда басым канчалык чоңойгондугун көрсөтөт.

? 1. Газ деп заттын кандай абалын түшүнөбүз?
2. Газдын идиштин каптал бетине жасаган басымын кандайча түшүндүрүүгө болот?
3. Газдын басымы кандай чоңдуктарга көз каранды?
4. Газдын кинетикалык теориясынын негизги теңдемеси кайсы?
5. Газдын басымынын температурага көз карандылыгын ырастоочу кандай мисалдарды келтире аласыңар?

Басым бирдиктери. Басымдын $p=\frac{F}{S}$ формуласына ылайык анын СИ системасындагы бирдиги $Н/м^2$ менен ченелет. Бул бирдик француялык атактуу окумуштуу Блез Паскалдын (1623—1662) урматына Паскаль «Па» деп аталат.

$$1\,Па = 1\frac{Н}{м^2}.$$

Атмосфера басымы жөнүндө сөз болгондо анын чоңдугун көбүнчө сымап мамычасы менен байланыштырып айтабыз. Деңиз деңгээлиндеги атмосфера басымы 760 мм же 76 см сымап мамычасына барабар. Бул басым нормалдык шарттагы абанын басымы деп аталат.

СИ системасындагы басымдын бирдиги $Н/м^2$ (же Па) сымап мамычасы менен ченелген басымдын бирдиги менен төмөнкүчө байланышат: 76 см сым. мам.=760 мм сым. мам.$=1{,}01\times10^5$ Па. Ал эми 1 мм сым. мам. = 133 Па. Сымаптын тыгыздыгы 13,6 г/$см^3$. Түтүкчөнүн негизинин аянтын S деп белгилейли. Сымап мамычасынын салмагы $P_0=\rho ghS$ болору белгилүү. Ал эми басымы салмак күчүнүн түтүкчөнүн негизинин аянтына болгон катышына барабар:

$$p=\frac{P_0}{S}=\rho gh \quad же \quad p=\rho gh \qquad (3.3)$$

Чоңдуктардын ордуна сан маанилерин коюп эсептегенде төмөнкүнү алабыз:

$$p = 13{,}6\frac{г}{см^3}\cdot 980\frac{см}{с^2}\cdot 76\,см = 1{,}01\times10^5\,Па.$$

§ 13. ИДЕАЛДЫК ГАЗ АБАЛЫНЫН ТЕҢДЕМЕСИ

Ар кандай газдын абалы анын ээлеген көлөмү (V), жасаган басымы (P) жана температурасы (T) менен аныкталат. Бул чоңдуктар, газ **абалынын параметрлери** деп аталат. Газдын абалын

мүнөздөөчү бул параметрлерди өз ара байланыштыруучу теңдеме **газ абалынын теңдемеси** деп аталат.

12-сүрөт.

Бул параграфта оңой болсун үчүн абалдын теңдемесин идеалдык газ үчүн чыгарабыз. Идеалдык газды кароо менен анын молекулаларынын ортосундагы өз ара аракеттешүү күчтөрүн жана молекулаларынын өздүк көлөмдөрүн (чекит деп эсептеп) эсепке албайбыз. Идеалдык газ кыялда гана жаралган газ.

Абалы P, V, T менен мүнөздөлгөн идеалдык газ берилсин дейли. Ал газдын массасы m, моль массасы μ болсун деп алалы (12-сүрөт). Негизги теңдеме боюнча бул газдын басымы:

$$P = n_0kT$$

болору белгилүү. Мында $n_0=\frac{N}{V}$ болгондуктан

$$PV = NKT$$

деп алабыз. Ал эми N — идиштеги газдын молекулаларынын жалпы саны (1.5) боюнча

$$N = \frac{m}{\mu}Na$$

экендигин эске алып, төмөнкү теңдемени алабыз:

$$PV = \frac{m}{\mu}RT \qquad (3.4)$$

Бул теңдеме **идеалдык газ абалынын теңдемеси** деп аталат. Ал Менделеев-Клапейрон тарабынан чыгарылган. 1 моль газ үчүн, б. а. $\frac{m}{\mu}=1$ болгондо (3.4) теңдемесинен

$$PV_0 = RT \qquad (3.5)$$

келип чыгат.

Абалдын теңдемелери (3.4) же (3.5) үч параметрдин бири өзгөрбөсө, калган экөөнүн кандайча өзгөрөрүн аныктоого мүмкүндүк берет. Үч параметрдин бирөө туруктуу болуп, калган экөөнүн ортосундагы көз карандылыктарды туюндуруучу формулалар газ закондорун берет.

1. Газ абалынын теңдемеси деп кандай теңдемени айтабыз?
2. Абалдын теңдемеси эмне үчүн негизги теңдеме болуп эсептелет?
3. Абалдын теңдемесинен берилген массадагы (m) газ үчүн 2 параметри белгилүү болсо, үчүнчү параметрин аныктоого болобу?
4. Абалдын теңдемеси газдын берилген көлөмдөгү массасын аныктоого мүмкүндүк берет. Газдын сапмагы жөнүндө эмне айта алабыз?

§ 14. ГАЗ ЗАКОНДОРУ

Газдын абалы анын параметрлеринин өзгөрүшүнө жараша ар кандай болушу мүмкүн. (3.5) теңдемесинен бир параметри турактуу болгондогу, калган эки параметрдин ортосундагы байланыштарды карайлы.

Бойль-Мариоттун закону. (3.5) теңдемесинде температура турактуу болгондо, б. а. T=const болсо, анда R турактуу санына көбөйтүлүп, барабардыктын оң жагы турактуу санды берет:

$$PV=const \qquad (3.6)$$

Бул формула өз учурунда (1662-ж.) экспериментте ачылган Бойль-Мариоттун законун туюндурат. Англиялык окумуштуу Р. Бойль жана франциялык окумуштуу Э. Мариотт өз алдынча: **турактуу температура кезинде газдын басымынын көлөмүнө болгон көбөйтүндүсү турактуу чоңдук болорун** тажрыйбада аныкташкан. Цилиндрге камалган газды поршенди басуу менен көлөмүн кичирейтип, ага жараша басымынын чоңоюшун байкайбыз. Тескерисинче, поршень көтөрүлүп газ кеңейсе, ага жараша басым кичирейет. Бирок, бардык учурда тең бирөө канча эсе чоңойсо, экинчиси, ошончо эсе азайып, алардын көбөйтүндүсү турактуу бойдон кала берет.

✱ **Кошумча окуу үчүн.** Берилген температурада алынган газдын массасы үчүн, анын бардык абалдарында

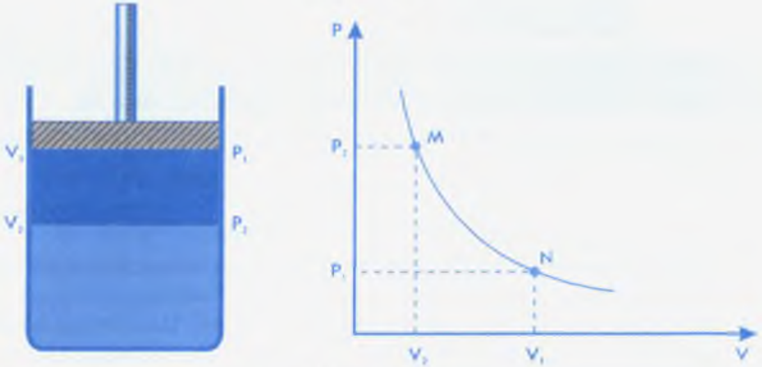
$$P_1V_1=P_2V_2=...=const \qquad (3.7)$$

(мында const — константа — турактуу дегенди түшүндүрөт) болот, (3.6) формуладан

$$P=\frac{const}{V} \qquad (3.6a)$$

келип чыгат. Бул формула боюнча басым көлөмгө тескери пропорциялаш. Аны (P,V) координаталарында туюндуралы. Абсцисса огуна көлөмдү, ордината огуна басымдын маанилерин жайгаштырабыз (13-сүрөт). Эгерде массасы 1 моль болгон газ алынса (мисалы, кычкылтек үчүн m=0,016 кг/моль), анда аны алынган температурага (мисалы, t=27°C же T=300 K) жана R турактуусуна көбөйтүп, кандайдыр турактуу санды (биздин учурда $PV=1\ моль \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 300\ К=24{,}93\ Дж$) алабыз. Бул турактуу санды (3.6а) формуласындагы бөлчөктүн алымына жайгаштырабыз. Көлөмгө бирден тартып ар кандай маанилерди ($м^3$ менен) берип, графикте **изотерма** деп аталган ийри сызыкты алабыз. Бул ийри сызыктын кайсы эки чекитин (мисалы, M жана N) алсак да ал чекиттер үчүн басым менен көлөмдүн көбөйтүндүсү өз ара барабар болот:

$$P_1V_1=P_2V_2.$$



13-сүрөт.

Турактуу температурада газдын абалынын өзгөрүшү **изотермалык процесс** деп аталат.

1. Бойль-Мариоттун закону кандайча айтылат?
2. Изотерма деп аталган ийри сызык кайсы чоңдуктардын ортосундагы көз карандылыкты туюндурат?
3. Изотермалык процесс деп эмнени түшүнөбүз?

Шарлдын закону. (3.5) теңдемесинде көлөм турактуу болгондо $P=\frac{R}{V}T$ болуп, $\frac{R}{V}$ — турактуу санды берет, анда

$$P=const \cdot T \qquad (3.8)$$

формуласын алабыз.

14-сүрөт.

Бул формуладан **көлөм турактуу кезинде газдын басымы абсолюттук температурага жараша өзгөрөт** деген жыйынтык келип чыгат. Ал француз окумуштуусу Ж. Шарлдын 1787-жылы экспериментте ачкан законун туюндурат. (3.8) формуласы боюнча P, T координатасында тургузулган көз карандылык **изохора** деп аталган түз сызыкты берет (14-сүрөт).

Шарлдын законун (5.11) формуласын

$$\frac{P}{T} = \text{const} \qquad (3.9)$$

түрүндө жазып, төмөнкүдөй аныктама берсе да болот: **газдын көлөмү өзгөрбөсө, берилген массадагы газ үчүн басымдын температурага болгон катышы турактуу чоңдук болот.** Турактуу көлөм кезинде газдын абалынын өзгөрүшү **изохоралык процесс** деп аталат.

? 1. Шарлдын законунун маңызын түшүндүрүп бергиле?
2. Шарлдын законуна кандайча аныктамаларды берүүгө болот?
3. Изохоралык процесс деп эмнени айтабыз?
4. 11-сүрөттө баяндалган тажрыйба менен Шарлдын законунун байланышы барбы? Кандайча?

Гей-Люссактын закону. (3.5) теңдемесинен P=const шарты үчүн

$$V = \frac{R}{P}T \quad \text{же} \quad \boxed{V=\text{const } T} \qquad (3.10)$$

15-сүрөт.

формулаларын алабыз. Бул формулалар **турактуу басым кезинде газдын көлөмү абсолюттук температурага жараша өзгөрөт** деген жыйынтыкты берет. Ал француз окумуштуусу Гей-Люссактын 1802-жылы экспериментте ачкан законун туюндурат. VT графигинде көлөмдүн температурадан көз карандылыгы **изобара** деп аталган түз сызык менен мүнөздөлөт. Турактуу басым кезинде

газдын абалынын өзгөрүшү **изобаралык процесс** деп аталат (15-сүрөт).

Жогорудагы (3.10) формуласын $\frac{V}{T} = \text{const}$ (3.11)

түрүндө жазып, Гей-Люссактын законуна төмөнкүчө аныктама берүүгө болот: **басым турактуу кезинде газдын берилген массасы үчүн көлөмдүн абсолюттук температурага болгон катышы турактуу чоңдук болот.**

16-сүрөттө көрсөтүлгөн тажрыйба Гей-Люссактын законун ырастайт. Чыканактуу түтүкчөнүн бир учу тыгын аркылуу колбадагы аба менен байланышат. Түтүкчөнүн горизонталдык бөлүгүнө боёлгон суюктуктун тамчысы жайгаштырылат. Колбаны ысык сууга салуу менен тамчынын оң жакты көздөй жыла баштагандыгын байкайбыз. Ысыганда газдын көлөмү чоңоюп (басым дээрлик өзгөрбөйт) тамчыны жылдырат. Мындан турактуу басым кезинде газ бир градуска ысыганда көлөмү канчага кеңейерин аныктоого болот.

16-сүрөт.

? 1. Гей-Люссактын законунун маңызын айтып бергиле.
2. Гей-Люссактын законуна кандайча аныктамаларды берүүгө болот?
3. Изобаралык процесс деп кандай процессти түшүнөбүз?
4. Шарлдын закону менен Гей-Люссактын законунун ортосунда кандай окшоштуктар бар?

* **Кошумча окуу үчүн.** Жогоруда Шарлдын жана Гей-Люссактын закондорунда басымдын жана көлөмдүн абсолюттук температурага болгон көз карандылыгы берилген. Бул көз карандылыкты Цельсий шкаласы боюнча да туюндурууга болот. Ал үчүн, биринчиден, T=t+273 байланышын эсепке алабыз. Экинчиден, (3.8) жана (3.10) формулалары боюнча T=0 К болгондо P=0 жана V=0 болору көрүнүп турат. Албетте, бул кадимки газдар үчүн туура келбейт. Анткени кадимки газдар абсолюттук нөл температурасына жете электе эле суюктукка, андан кийин тоңуп, катуу нерсеге айланып кетет. Абсолюттук нөлгө чейин газ абалын сактап калуучу газдар жаратылышта жок.

Цельсий шкаласынын 0°С да газ кандайдыр басымга жана көлөмгө ээ болору белгилүү. Аларды P_0 жана V_0 менен белгилейли. Температуранын жогорулашы менен Шарлдын закону боюнча басым да (P), ал эми Гей-Люссактын закону боюнча көлөм да (V) чоңоюп отурат. Температуранын ар бир градуска чоңоюшунда, басым менен көлөм

17-сүрөт.

баштапкы P_0 жана V_0 маанилеринен бирдей чоңдуктарга, атап айтканда $\frac{1}{273}$ бөлүккө чоңоюп отурары тажрыйбада аныкталган. Бардык газдар үчүн бирдей болгон бул чоңдукту α тамгасы менен белгилеп,

$$\alpha = \frac{1}{273} \tag{3.12}$$

деп жазабыз. α — кеңейтүүнүн же басымдын термикалык коэффициенти деп аталат. Айтылгандарды эске алуу менен, газдын басымы жана көлөмү температурага жараша кандайча өзгөрөрүн жаза алабыз:

$$P = P_0 \alpha T = P_0 \alpha \ (273 + t) = P_0(1 + \alpha t)$$

(3.13)

$$V = V_0 \alpha T = V_0 \alpha \ (273 + t) = V_0(1 + \alpha t).$$

Шарлдын жана Гей-Люссактын Цельсий шкаласы боюнча ченелүүчү температура менен байланышкан закондорунун формулалары (3.13) боюнча көз карандылык графиктери P, t жана V, t координаталарында 17-сүрөттөгү көрүнүштө болушат.

Изохора жана изобара деп аталуучу бул көз карандылык сызыктары ордината окторунун кандайдыр чекиттеринде кесип өтүүчү түз сызыктарды берет. Ал чекитке чейинки басымдын жана көлөмдүн ордината боюнча алынган маанилери температура t=0°C кезиндеги P_0 баштапкы басымдын жана V_0 көлөмдүн чоңдуктарын берет. Изохора жана изобара сызыктарынын уландысын (үзүк сызыктар) температуранын терс огуна жүргүзүп, анын −273°C маанисинде абсцисса огу менен кесилишээрин (б. а. P жана V нөлгө барабар болорун) табабыз. Бул кесилишкен чекиттер жогоруда сөз кылган абсолюттук нөл температурасына туура келет. Бирок, бул чекиттердин мындай жол менен алынышы толук негиздүү эмес. Анткени, ал чекит газ бардык температураларда газ абалын өзгөртпөй сактап тура берет деген божомолдоонун негизинде алынган.

§ 15. ГАЗДАРДЫН ТЕХНИКАДА КОЛДОНУЛУШТАРЫ

Менделеев-Клапейрон чыгарган газ абалынын теңдемеси жана андан келип чыгуучу закондор жөн эле ой жүгүртүүлөр эмес. Алар газдардын айрым касиеттерин практикалык максаттар үчүн пайдаланууда эске алынуучу тыянактарды берет. Аба толтурулган топту кол менен кысып, кайра коё берсек, ал баштапкы абалына келет. Бул абанын серпилгичтүүлүгү менен түшүндүрүлөт. Топтун кысылышында көлөм кичирейип, басым чоңоёт.

Абанын кысылуудан кийин кайра баштапкы абалына умтулушу, б. а. серпилгичтүүлүк касиети, көптөгөн түзүлүштөрдө, анын ичинде транспорттордун дөңгөлөктөрүндө пайдаланылат. Өзгөчө, жеңил машиналардын жумшак, жагымдуу кыймылы дөңгөлөктөрдөгү абанын серпилгичтүүлүгү менен байланыштуу. Цилиндрге поршень аркылуу камалган аба менен күйүүчү отундун (бензин, көк май ж. у. с.) аралашмасы учкундан тутанып, **температурасы**, демек, **басымы** кескин жогору болгон газды пайда кылат. Бул газ поршенди, аны менен бирге, машинаны кыймылга келтирүүчү күчтү жаратат.

Буу турбиналары, реактивдүү кыймылдаткычтар, бургулоо аспаптары ж. у. с. көптөгөн түзүлүштөр кысылган газдын күчүн пайдалануу менен иштешет. Ошентип, заттын газ абалынын колдонулушундагы негизги бир өзгөчөлүгү, анын жеңил салмагы, температурага же көлөмгө жараша кысылып-кеңейиши менен байланыштуу.

?

1. Газдын кандай касиеттери алардын кеңири колдонулушуна шарт түзөт?
2. Газдын кайсы бир касиеттерин пайдаланып иштетилүүчү түзүлүштөрдү атап көргүлө.

▲

1. Идиштин көлөмү 2 дм³. Андагы газдын молекулаларынын жалпы саны $2 \cdot 10^{22}$ болсо, 1 см³ көлөмдө канча молекула болот? (10^{19})
2. Идиштеги газдын көлөм бирдигиндеги молекулаларынын саны $n_0 = 3 \cdot 10^{19}$ см$^{-3}$. Эгерде газдын температурасы t = 27°C болсо, газдын басымы эмнеге барабар? ($1{,}24 \cdot 10^5$ Па)
3. Өзүңөр жашаган бөлмөдөгү абанын массасын нормалдуу шарт үчүн аныктагыла.
4. Көлөмү 0,83 м³ болгон идиштеги 1 моль абанын температурасы 17°C болсо, басымы эмнеге барабар? ($2{,}9 \cdot 10^3$ Па)
5. Газдын баштапкы көлөмү $V_1 = 1$ м³ жана басымы $P = 10^5$ Па болсо, көлөмү 10 эсеге чоңойгондо басымы эмнеге барабар болот? (10^4 Па)

6. Футбол тобунун көлөмү 2 литр. Үйлөнгөн абанын басымы $1,5 \cdot 10^5$ Па. Эгерде абанын температурасы 17°С болсо, топтун ичине киргизилген абанын массасы жана жалпы молекулалардын саны эмнеге барабар? (0,036 кг, $7,4 \cdot 10^{23}$)

Главадагы негизги түшүнүктөр жана алардын байланышы

ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

§ 16. ЖЫЛУУЛУК АЛМАШУУ

Жылуулук нерсенин бир бөлүгүнөн экинчи бөлүгүнө же бир нерседен экинчи нерсеге берилет. Отко салынган зымдын экинчи учу да ысып чыгат. Жагылган оттон, тийген күндүн нурунан нерселер өздөрүнө жылуулук алышат. Ысык суу жиберилген түтүктөр же радиаторлор турак жайларды ысытат.

Жылуулуктун берилиши үч жол менен ишке ашат. Алар: **жылуулук өткөрүмдүүлүк, нурдануу жана конвекция** деп аталышат.

Отко салынган зымдын экинчи учунун ысып чыгышы, аны түзгөн бөлүкчөлөрдүн кыймылы менен байланыштуу. Зымдын отко салынган бөлүгү сырттан алган жылуулуктан ысыйт. Зымдын бул бөлүгүндөгү бөлүкчөлөрдүн кыймылы тездейт. Кыймылы күчөп, чоң кинетикалык энергияга ээ болгон бөлүкчөлөр өздөрү менен катарлаш жаткан кийинки бөлүкчөлөргө кагылышууда энергияларынын бир бөлүгүн берет. Бул процесс уланып, жылуулук зымдын экинчи учуна чейин берилет. **Бөлүкчөлөрдүн өз ара кагылышуулары аркылуу кинетикалык энергиянын бир орундан экинчи орунга берилиши жылуулук өткөрүмдүүлүк** деп аталат. Колтугубузга коюлган термометрдин көрсөтүүсүнүн жогорулашы, ысытылган чайнек жана ага куюлган суунун ысып чыгышы жылуулук өткөрүмдүүлүктүн натыйжасы.

Тийген күн нурунан жердин бети жана анда жаткан ар кандай нерселер ысып чагат. Оттун же мештин табына кандайдыр аралыкта туруп эле жылынууга болот. Бул учурда **жылуулук бир нерседен (мисалы, мештен) экинчи нерсеге (мисалы, бизге) нурдануу аркылуу берилет** деп айтабыз. Нур өзү менен кошо жылуулук энергиясын алып жүрөт.

Ысытылган бардык нерселер биздин көзүбүзгө көрүнгөн же көрүнбөгөн нурларды чыгарат. Ысытылган зым адегенде биздин көзүбүзгө көрүнбөгөн нурларды чыгарып, табы аркылуу гана сезилет. Зым кызара баштаганда көзгө көрүнүүчү нурду чыгара баштайт. Өтө ысыган зым агарып, кадимки жарык нурларына окшош нурларды чыгарып калат.

Күзгүдөн жарык нуру чагылат. Ошондой эле ак түстөгү жалтырак беттер аркылуу да нурлар чагылат. Тескерисинче, күзгүнүн

18-сүрөт.

экинчи кара бети нурду өзүнө жутуп алат. Андан дээрлик чагылууну байкабайбыз. Бардык кара нерселер өздөрүнө нурду жакшы жутушат. Күндүн нуруна суу жакшы ысышы үчүн, суу куюлган челектерди кара түскө боёшот. Тескерисинче, нефти продуктылары сакталуучу чоң цистерналарды күндүн ысыгынан сактоо үчүн, алар ак түс менен боёлот.

18-сүрөттө көрсөтүлгөн цилиндрдин бир негизи карага боёлуп, экинчи негизи жалтырак кылып жасалган. Кара бетине жарык жибергенде ал ысып, манометрдеги суюктуктун деңгээли көтөрүлөт. Жалтырак бетин нурдан тууда, биз аны дээрлик сезбейбиз. Эмне үчүн? Анын себеби түшкөн жарык нуру толугу менен кайра чагылып кетет.

Жылуулуктун конвекция жолу менен берилишин, газдардын же суюктуктардын катмарларынын орун алмашышы деп түшүнөбүз. Терезеге жакын жайгаштырылган жылытуучу радиаторлор муздак абаны жылытып, жылуу абанын жогору көтөрүлүшүнө шарт түзөт (19-сүрөт). Муздак аба оор келип ысыган жеңил абаны жогору көтөрүлүүгө аргасыз кылат. Натыйжада жылуу аба бөлмөгө таралып, жылуулук берилет. 20-сүрөттө пробиркага суу куюлган. Адегенде аны үстү жагынан ысытабыз. Суунун үстүнкү бөлүгү ысып, кайнап чыкса да төмөнкү бөлүгү муздак бойдон кала берет. Эгерде пробирканы түбүнөн ысытсак, анда суу бүт пробирка боюнча кайнап чыгат. Анткени, бул учурда ысыган суу жогору көтөрүлүп, анын ордуна үстүнөн муздак суунун оор катмары келип орун алат. Конвекция жүрөт.

19-сүрөт. Абанын конвекциялык агымы.

20-сүрөт.

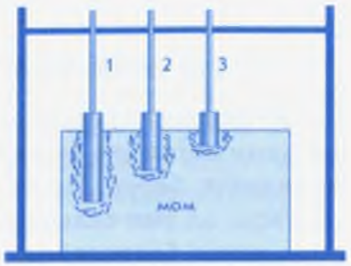
Чоң масштабдагы конвекциялардын жүрүшү шамалдарды пайда кылат. Тийген күндүн нурунан, өзгөчө бак-дараксыз жалаң беттүү адырлар тез ысып, аба көтөрүлүп, анын ордун ээлөөгө умтулган абанын муздак катмары шамалды пайда кылат. Көлдүн жээгинде жайланышкан Балыкчы шаары үчүн шамалдын тез-тез пайда болушунун бир себеби аба катмарынын конвекциясына байланышкан. Океандагы Гольфстрим агымы да жылуулуктун конвекция аркылуу берилишине, аны менен бирге шамалдын, жаан-чачындардан пайда болушуна себепкер болот.

?

1. Эмне үчүн отко салынуучу темир көсөөнүн экинчи учуна жыгач саптап коюлат?
2. Жылуулукту бардык эле нерселер бирдей өткөрүшөбү. Эмне үчүн боз үйлөр көбүнчө ак кийиздер менен жабылат?
3. Ысык алкакта жашаган элдер эмне үчүн ак кийим кийишет?
4. Термостун ички бети ак-жылтырак кылып жасалат. Эмне үчүн?
5. Эмне үчүн жаздын жылуу күндөрү канаттуулар көпкө чейин канаттарын сермебей кайкып учуп, жогору көтөрүлө алышат?
6. Турак үйлөрдүн терезелери эки кабат кылып жасалат. Анын кандай мааниси бар?
7. Түтүндүн морлордон көтөрүлүп чыгышы кайсы кубулушка негизделген?

§ 17. ЗАТТАРДЫН ЖЫЛУУЛУК СЫЙЫМДУУЛУГУ

Ар кандай заттардын жылуулукту өздөрүнө кабыл алуу жөндөмдүүлүгү ар башка. Күндө жаткан темир, айнек, кыш, жыгач ж. у. с. нерселердин ичинен темир көбүрөөк ысык сезилет. Тескерисинче, көлөкөдө, алардын ичинен көбүрөөк муздак болуп сезилгени да темир экендигин байкайбыз. Ушул сыяктуу эле ар түрдүү суюктуктар менен газдар да өздөрүнө жылуулукту ар башкача кабыл алышат.



21-сүрөт. 1) алюминий, 2) темир, 3) коргошун.

21-сүрөттө бирдей массадагы цилиндр формасындагы алюминий, темир жана коргошун алынган. Алар-

дын негиздеринин аянттары бирдей. Аларды бирдей температурага чейин ысытып, момдун (парафиндин) үстүнө койсок, момду эритип, ага баткан тереңдиги ар башка болот. Алюминий тереңиреек кирет. Демек, ал момго көп жылуулук берет. Коргошундун берген жылуулугу эң аз болот.

Заттардын жылуулукту өздөрүнө ар башка кабыл алуу (же берүү) жөндөмдүүлүгүн жылуулук сыйымдуулук деп аталган чоңдук менен мүнөздөйбүз. Нерселердин жылуулук сыйымдуулугун алардын бирдей массалары үчүн гана салыштырып аныктоого болот. **Заттардын бирдик массасын бир градуска ысытуу үчүн талап кылынган жылуулук саны салыштырма жылуулук сыйымдуулук деп аталат.**

Төмөндө массасы 1 кг болгон темирди, кышты, айнекти, жыгачты ж. у. с. заттарды 1°К ге ысытуу үчүн талап кылынган жылуулук сандары келтирилген.

Темир	460 Дж
Кыш	880 Дж
Айнек	840 Дж
Жыгач	2400 Дж
Суу	4200 Дж

Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу көпчүлүк заттардыкынан бир кыйла чоң. Мисалы, ал темирге салыштырмалуу 10 эсеге чоң, ал эми кыш менен айнектин салыштырма жылуулук сыйымдуулугу темирге салыштырмалуу эки эсе чоңдук кылат.

?
1. Эмне үчүн жай күндөрү көлдөрдөгү суунун температурасы абага салыштырмалуу төмөн болот?
2. Жогоруда келтирилген ар бир заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктарынын маанисин түшүндүрүп бергиле.

§ 18. ЖЫЛУУЛУК САНЫН ЭСЕПТӨӨ ФОРМУЛАСЫ

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктарын билүү, алардын алган же берген жылуулук сандарын эсептеп чыгууга мүмкүндүк берет. Нерсе алган же берген жылуулук санын Q тамгасы, ал эми салыштырма жылуулук сыйымдуулукту C тамгасы менен белгилейли.

2 кг темирди 1°К ге ысытуу үчүн эки эсе, 3 кг темирди 1°К ге ысытуу үчүн үч эсе ж. у. с. жылуулук талап кылынары белгилүү.

Демек, нерсе алган жылуулук саны анын массасына (m), кандай температурага чейин ысытылышына жана заттын тегине көз каранды. Мисалы, 1 кг темирди 2°К ге ысытуу үчүн 1°К ге ысытууга караганда эки эсе көп жылуулук саны талап кылынат. Ал эми 2 кг темирди 2°К ге ысытуу үчүн төрт эсе көп жылуулук саны зарыл.

Эгер нерсенин баштапкы температурасын t_1, акыркы температурасын t_2 менен белгилесек, алардын айырмасы, б. а. t_2-t_1 канчалык чоң болсо, ысытуу үчүн сарп кылынган жылуулук саны да ошончолук көп болот. Ошентип, нерсе алган же берген жылуулук санын аныктоо үчүн, ар бир заттын тегин, демек, анын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун, массасын жана температурасынын айырмасын билүү керек.

$$Q = cm\,(t_2-t_1). \qquad (4.1)$$

Бул формуладан салыштырма жылуулук сыйымдуулукту табабыз:

$$C = \frac{Q}{m(t_2-t_1)}. \qquad (4.2)$$

Демек, салыштырма жылуулук сыйымдуулугу $\frac{Дж}{кг \cdot К}$ бирдиги менен ченелери көрүнүп турат. Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктары атайын таблицада берилет.

?
1. Салыштырма жылуулук сыйымдуулук деп кандай чоңдукту айтабыз?
2. Жылуулук саны кандай формула менен эсептелет. Формулага кирген чоңдуктарды атагыла.

§ 19. ИЧКИ ЭНЕРГИЯ

Газ жөнүндө сөз кылганыбызда көбүнчө идишке камалган, б. а. газдын кандайдыр чектелген бөлүгүн элестетебиз. Газдын абалы жогоруда белгиленип кеткен P, V, T параметрлери менен мүнөздөлөт. Газдын дагы бир маанилүү мүнөздөмөсү болуп, анын **ички энергиясы** эсептелет. Газдын ички энергиясы анын бөлүкчөлөрүнүн энергиялары аркылуу аныкталат.

Газдын бөлүкчөлөрү тынымсыз кыймылда болуп кинетикалык энергияга ээ болушат. Ошону менен бирге газдын молекулалары өз ара аракеттенишүүдө болгондуктан (кадимки газдар-

да) потенциалдык энергияга да ээ. **Газдын молекулаларынын кинетикалык жана потенциалдык энергияларынын суммасы анын ички энергиясы деп аталат.** Ички энергияга берилген бул аныктама заттын суюк жана катуу абалдарына да тиешелүү.

Ички энергиянын бир бөлүгү, б. а. кинетикалык энергия температурадан көз каранды болгондуктан, ички энергия да температурага көз каранды.

? 1. Газдын ички энергиясы деп эмнени айтабыз?
2. Газдын ички энергиясы кайсы чоңдуктан көз каранды?

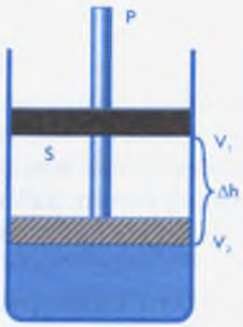
§ 20. ИЧКИ ЭНЕРГИЯНЫН ӨЗГӨРҮШҮ. ГАЗДАРДЫН КЫСЫЛЫШЫНДА ЖЕ КЕҢЕЙИШИНДЕ АТКАРЫЛГАН ЖУМУШ

Газдын ички энергиясын жылуулук берүү же андан жылуулук алуу жолу менен өзгөртүүгө болорун баамдадык. Ички энергияны өзгөртүүнүн дагы бир жолу болуп, жумуш эсептелет.

Цилиндрге камалган газды поршень аркылуу кысуу менен жумуш аткарып, газдын температурасын, аны менен бирге ички энергиясын чоңойтобуз. Кысылган газ өзү поршенди жылдырып, кеңейүү менен жумуш аткарса, анда газдын ички энергиясы азаят. Ошентип, газга карата сырттан, же газ тарабынан сырткы нерселерге карата жумуш аткаруудан ал газдын ички энергиясы өзгөрөт.

Ошентип, жылуулук менен жумуш газдардын (заттардын) ички энергиясын өзгөртүүнүн эки жолу болуп эсептелет.

Газдын кысылышында же кеңейишинде аткарылган жумуштун чоңдугун табуу үчүн поршень менен камалган цилиндрдеги газды элестетели (22-сүрөт).



22-сүрөт.

Газдын баштапкы көлөмү V_1, басымы P болсун дейли. Поршендин бетинин аянтын S менен белгилейли. Поршень басылып, газдын көлөмү V_2 ге чейин кичирейгенде көлөм $V_2 - V_1 = -\Delta V$ га өзгөрүп, поршень Δh аралыгына жылган болот. Механикада аткарылган жумуш аракет кылган күчтүн ал нерсенин которулган аралыгына болгон көбөйтүндүсүнө барабар экендигин билебиз. Поршенди жылдырууга аракет кылган

күчтү F менен белгилесек, анда анын жылган аралыгы Δh болгондуктан, жумуш

$$A = F\,\Delta h \qquad (4.3)$$

болот. Күчтүн чоңдугун газдын басымы аркылуу туюндурабыз. F=PS болгондуктан

$$A = PS\,\Delta h = P\,\Delta V. \qquad (4.4)$$

Ошентип, газ кысылганда же кеңейгенде аткарылган жумуш газдын басымын көлөмүнүн өзгөрүшүнө көбөйткөнгө барабар. Газ кысылганда көлөмдөрдүн $V_2 - V_1$ айырмасы терс маанини берет. Демек, сырткы күчтүн газды кысууда аткарган жумушу терс чоңдук болот:

$$\boxed{A = -P\,\Delta V} \qquad (4.5)$$

Эгерде газ өзү кеңейүү менен жумуш аткарса, анда $V_2 - V_1$ айырма оң белги менен алынып, жумуш

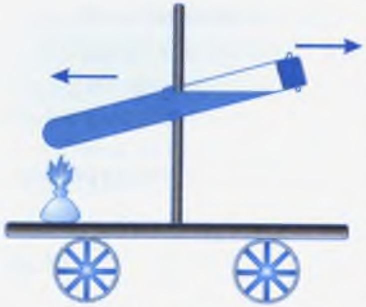
$$A = P\,\Delta V$$

болот.

§ 21. ЖЫЛУУЛУК МЕНЕН ЖУМУШТУН ЖАЛПЫЛЫГЫ ЖАНА АЙЫРМАЧЫЛЫГЫ

Газдын молекулаларынан турган системада анын ички энергиясы молекулалардын энергиялары менен гана аныкталарын белгилеп кеттик. Демек, системада жылуулук да, жумуш да жок. Энергиянын системага берилишинде же алынышында гана жылуулук же жумуш жөнүндө сөз кыла алабыз. Жылуулук жана жумуш энергиянын берилүү формалары болуп эсептелет. Ушул себептен энергия, жылуулук жана жумуш бирдей бирдиктер «Джоуль» менен ченелет. Жумуш менен жылуулуктун жалпылыктары мына ушунда.

Жылуулукту сарп кылып жумушту, жумушту сарп кылып жылуулукту алууга болот. Жеңил арабачанын үстүнө штатив орнотулуп, ал штативге ичине жарымына чейин суу куюлуп пробирка бекитилген (23-сүрөт). Пробирканын ачык учу тыгын менен туюкталган. Эгерде пробирканын төмөнкү учун ысыта баштасак, суу бууланып, буунун басымы чоңоёт. Бир кезде буу ты-



23-сүрөт.

гынды түртүп чыгарат. Тыгын жана арабача карама-каршы багытта кыймылга келишет. Бул учурда берилген жылуулук нерселерди (тыгын, арабача) кыймылга келтирип, жумуш аткарат.

Муздун эки кесегин алып, бири-бирине сүртө берсек, алар эрий баштайт. Биздин аткарган жумушубуз жылуулукка өтүп, музду эриткен болот. Жогорку мисалдар менен катар эле жумуштун жылуулукка өтүшүнүн дагы көптөгөн мисалдарын келтирүүгө болот.

Жумуш менен жылуулук энергиянын бир нерседен экинчи нерсеге берилүү формалары болуп, алар өз ара бири-бирине өтүшсө да, бири-биринен айырмачылыгы да бар. Ал айырмачылык эмнеден байкалат?

Жылуулук өткөрүмдүүлүк жөнүндө сөз кылганыбызда (II гл.) молекулалардын баш аламан кыймылында өз ара кагылышуу аркылуу кинетикалык энергиянын берилишин белгилеп кеткенбиз. Эбегейсиз көп сандагы молекулалардын өз ара кагылышуусу аркылуу кинетикалык энергиянын бир жерден экинчи жерге берилиши жылуулук өткөрүмдүүлүк, же энергияны микроскопиялык формада берүү деп аталат.

Газ кеңейип жумуш аткарганда, мисалы, поршень жылганда эбегейсиз көп (макроскопиялык) сандагы молекулалар багыттуу кыймыл жасап, аны түртүү менен кыймылга келтирет. Бул учурда энергия макроскопиялык формада берилет деп айтабыз. Шамал макроскопиялык сандагы бөлүкчөлөрдүн багыттуу кыймылы. Шамал жумуш аткарары белгилүү. Ошентип, жылуулук энергиянын микроскопиялык формада берилиши болсо, жумуш энергиянын макроскопиялык формада берилиши болот. Айырмачылыгы мына ушунда

?

1. Ички энергияны өзгөртүүнүн кандай эки жолу бар?
2. Жылуулук энергиянын кандай түрдө берилиши болуп эсептелет? Маңызын түшүндүргүлө.
3. Жумуш энергиянын кандай түрдө берилиши болуп эсептелет? Маңызын түшүндүргүлө.
4. Жылуулук менен жумуштун бири-бирине өтүшүн ырастоочу мисалдарды келтиргиле.

§ 22 ОТУН. ОТУНДУН КҮЙҮҮ ЖЫЛУУЛУГУ

Үй тиричилигинде куурай отунга караганда жыгачты, жыгачка караганда таш көмүрдү жагуу көбүрөөк жылуулук берерин билебиз. Ал эми газды пайдалануу жылуулук алуунун өзүнчө эле кереметтүү булагы экендиги көпчүлүгүбүзгө жакшы белгилүү.

Жагылган отундун табын салыштырып таш көмүр күчтүү күйөт деп баа беребиз. Мындай айырмачылыктар жагылган отундун күйүүдө бөлүп чыгарган жылуулугу менен байланыштуу. Ар кандай отундардын бирдик массасы күйүүдө ар башка сандагы жылуулук бөлүп чыгарат. Отундун бирдик массасынын (1 кг) күйүүдө берген жылуулук саны **отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп аталат.** Төмөндө отундардын тажрыйба жолу менен алынган салыштырма күйүү жылуулуктары келтирилген:

1. Кургак жыгач	—	$1,0 \cdot 10^7$ Дж/кг,
2. Таш көмүр	—	$2,7 \cdot 10^7$ Дж/кг,
3. Жаратылыш газы	—	$4,4 \cdot 10^7$ Дж/кг,
4. Нефть	—	$4,4 \cdot 10^7$ Дж/кг,
5. Бензин	—	$4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг,
6. Керосин	—	$4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Бул маалыматтардан жыгач отунга караганда таш көмүр 2,7 эсе, жаратылыш газы 4,4 эсе көбүрөөк жылуулук бере тургандыгы көрүнүп турат.

Отундардын салыштырма күйүү жылуулугун q тамгасы менен белгилеп, ар кандай массадагы отундун күйүшүндө бөлүнүп чыккан жылуулукту эсептеп чыгууга болот. Ал

$$\boxed{Q = q \cdot m} \qquad (4.6)$$

формуласы менен туюнтулат. Массасы 1 т болгон бензиндин күйүшүндө

$$Q = 4,4 \cdot 10^7 \frac{Дж}{кг} \cdot 10^3 кг = 4,4 \cdot 10^{10} Дж$$

жылуулук саны бөлүнүп чыгат. Мындай сандагы жылуулук менен бөлмө температурасындагы 20 тонна чамасында сууну кайнатууга болот.

?

1. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп эмнени айтабыз?
2. Кайсы отундун күйүүдө табы күчтүү деп айтылат?

§ 23. ЖЫЛУУЛУКТУН ЖУМУШКА ӨТҮШҮ

Жашоо — бул тынымсыз эмгек. Адам баласы байыркы замандарда эле өздөрүнүн эмгегин жеңилдетүү үчүн жөнөкөй куралдарды пайдалана билишкен. Аларга калтек (рычаг), соко, айры сыяктуу жөнөкөй эмгек куралдары кирген. Кийинчерээк шамалдын жана суунун энергиясын, б. а. механикалык энергияны пайдаланып, кыйла өндүрүмдүү болгон механизмдерди, мисалы, суу жана жел тегирмендерди, сууну көтөрүп чыгаруучу түзүлүштөрдү пайдаланышкандыгын билебиз.

Эл топтолгон айылдар менен шаарлардын пайда боло башташы токуу өнөр жайларын, устаканаларды, адепки завод жана фабрикаларды иштетүүнү талап кылган. Албетте, мында кишинин кара күчү жетишсиз болгон. Мындай шартта дайыма эле боло бербөөчү шамал да, жана пайдаланууга агымы ыңгайсыз дарыялар да көмөкчү боло алган эмес. Ошондуктан энергиянын туруктуу булагын пайдалануу зарылдыгы келип чыккан. Ал үчүн байыртан бери белгилүү болгон «оттун күчү», б. а. жылуулукту сарп кылуу менен механикалык жумушту алуунун жолдорун табуу максаты алдыга коюлган. Ошентип, жагылган отундардын жылуулук энергиясы менен иштөөчү жылуулук кыймылдаткычтары түзүлө баштаган. Алардын алгачкысы буу машиналары.

Алгачкы буу машиналарынын пайда болушу менен эле берилген жылуулуктун эсебинен мүмкүн болушунча көбүрөөк механикалык жумуш алуу максаты турган. Атайын буу казандары жасалып, ага таш көмүр, сланец, нефть сыяктуу отундар жагылып, чоң басымдагы буунун күчү механизмдерди кыймылга келтирген. Алар транспорттордо (паровоз, пароход ж. у. с.), текстиль ишканаларында, завод жана устаканаларда пайдаланылган. Кийинчерээк, XX кылымдын 20—30-жылдарынан баштап, нефть продуктуларын пайдалануу менен иштөөчү ичинен күймө жылуулук кыймылдаткычтарынын түзүлүшү үнөмсүз буу машиналарын четтете баштаган. Анын эң башкы себеби жылуулуктун көп коромжуга учурашы менен байланыштуу болгон.

Ичинен күймө кыймылдаткычтарда аба менен аралаш отун (бензин, керосин, газ ж. у. с.) цилиндрге бүркүлүп киргизилет. Учкундан ал от алып, күйүүдөн пайда болгон чоң басымдагы газ поршенди, демек, механизмдерди кыймылга келтирет. Бул учурда буунун кызматы күйүндү газ менен алмашкан болот.

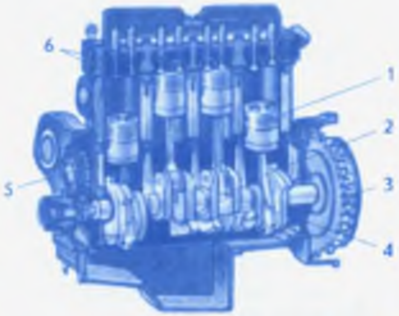
Күйгөн отундан алынган жылуулук, ал жылуулуктун эсебинен цилиндрдеги камалган буунун (же күймөнүн) ички энергиясынын чоңоюшу жана поршенди кыймылга келтирүү менен аткарылган жумуш өз ара тыгыз байланыштуу. Кыймылдаткычта канчалык ички энергиянын чоңураак бөлүгү жумушка өтсө, ал ошончулук пайдалуу болот.

? 1. Көбүрөөк кездешүүчү энергиянын кайсы булактарын билебиз?
2. Эмне үчүн алардын ичинен отундардын күйүшүнөн алынган жылуулук энергиясын пайдалануу ыңгайлуу болот?

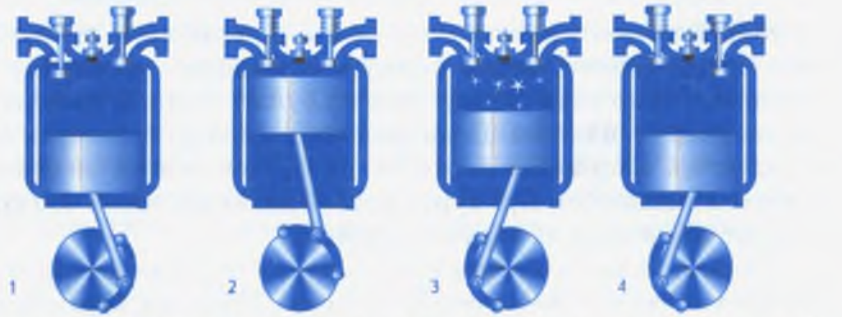
§ 24. ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРЫНЫН ТҮРЛӨРҮ

Жылуулукту алуунун көбүрөөк пайдаланылган жолу заттардын ички энергиясын «бошотуу» болуп эсептелет. Жыгачты, таш көмүрдү же нефтини күйгүзүү менен биз алардын ички энергиясын жылуулук катары бошотуп алган болобуз. **Отундун ички энергиясын механикалык энергияга (жумушка) айландыруучу түзүлүштөр жылуулук кыймылдаткычтары деп аталат.**

24-сүрөттө ичинен күймө жылуулук кыймылдаткычынын (мотордун) жара кесилиши көрсөтүлгөн. 25-сүрөттө ар бир цилиндрде поршендин кыймылынын удаалаштыгы келтирилген: ичинен күймө кыймылдаткычтар менен бирге, жылуулук кыймылдаткычтарына буу жана газ турбиналары, реактивдүү кыймыл-



24-сүрөт. Төрт цилиндрлүү ичинен күймө кыймылдаткычтын жара кесилиши: 1–поршень, 2–шатун, 3–маховик, 4–чыканактуу вал, 5–кыймыл берүүчү тиштүү дөңгөлөк, 6–аралашма киргизилүүчү жана чыгарылуучу клапандар.



25-сүрөт. Ичинен күймө төрт тактылуу кыймылдаткыч: 1–соруу (аралашманы), 2–кысуу (аралашманы), 3–жумушчу жүрүш, 4–чыгаруу (күйүндү газды).

26-сүрөт. Буу турбинасынын жалпы көрүнүшү.

даткычтар кирет. 26-сүрөттө буу турбинасынын жалпы көрүнүшү келтирилген. Мындай буу турбиналары электр энергияларын өндүрүүгө пайдаланылат. 27-сүрөттө космос кемелерин Аалам мейкиндигине алып чыгуучу кубаттуу реактивдүү кыймылдаткыч (ракета) көрсөтүлгөн. Кыймылдаткычта күйүүчү отундан пайда болгон Q_1 жылуулугу, газ менен кошо сыртка кеткен Q_2 жылуулугу менен ракетаны кыймылга келтирүүдө аткарылган A жумушунун суммасына барабар.

27-сүрөт. Реактивдүү кыймылдаткыч.

? 1. Жылуулук кыймылдаткычтары деген эмне?
2. Жылуулук кыймылдаткычтардын түрлөрүн атагыла.
3. Жылуулук кыймылдаткычтарында энергиянын булагы болуп эмнелер эсептелет?

§ 25. ЖЫЛУУЛУК ЖАНА АЙЛАНА-ЧӨЙРӨ

Жер бети үчүн жылуулук булагы Күн. Күндүн жылуулугу таш көмүр, сланец, нефть сыяктуу отундарда кылымдар бою сакталып, азыр алар өздөрү энергия булагы катары кызмат кылууда. Жер бетинде жашаган жан-жаныбарлар, бак-дарак жана өсүмдүктөр, алар менен бирге биз да Күндөн келген энергиянын эсебинен жашайбыз. Күн нурун көрбөй көлөкөдө өскөн чөп түшүм бербейт жана отун да болуп күйбөйт.

Дээрлик бардык кыймылдаткычтарда отундан алынган жылуулуктун тенине жетпеген бөлүгү гана пайдалуу жумушка айланып, калган бөлүгү коромжуга учурайт. Алынган жылуулуктун басымдуу бөлүгү кыймылдаткычтардын өзүн жана айлана-

чөйрөнү жылытууга кетет. Иштеп жаткан машинанын моторунан жылуулук табы чыгарын билебиз. Үй тиричилигинде пайдаланылуучу электр жана газ плиталары, очоктор, мештер ж. у. с. көптөгөн жылуулук булактары да отундан алынган жылуулуктун басымдуу бөлүгүн айлана-чөйрөгө кур бекер таратат. Максатсыз жагылган оттор, өрттөнгөн токойлор, жанар тоолор канчалык зыяндуу экендиги айтпасак да түшүнүктүү. Адам баласы табигый жылуулук булагы Күнгө кошумча кылып, өзүнүн жашоо зарылчылыгынан же жөн эле түшүнбөстүктөн айлана-чөйрөгө кошумча жылуулукту таркатып турат. Окумуштуулар кийинки 100 жылдын ичинде Жер бетиндеги орточо температура өзгөргөндүгүн аныкташты. Жер бетиндеги температуранын жогорулашы уюлдардагы муздардын жана тоолордогу мөңгүлөрдүн эришине алып келет. Океандардын деңгээли көтөрүлөт. Ал гана турсун муз ташкын доорунун кайталанышына да себепкер болушу мүмкүн.

Жылуулукту сарамжалдуу пайдалануу азыркы доордогу жашаган адамдардын башкы милдеттеринин бири. Күйүүчү отундардан алынган жылуулуктун коромжуланышы менен бирге, күйгөндө бөлүнүп чыккан зыяндуу заттар да адамдын жашоосуна коркунуч туудурат. Абанын тазалыгын сактоо да азыркы эң башкы маселелердин бири. Бул маселени чечүүдө бак-дарак жана өсүмдүктөр кызматы зор. Ошондуктан айлана-чөйрөнү жашылдандыруу иштерин жүргүзүү ар тараптан колдоо керек.

Жылуулук ар дайым коромжуга учурайт. Аны болтурбай коюуга мүмкүн да эмес. Башкы маселе, жылуулуктун коромжуланышын мүмкүн болушунча азайтууда турат. Күндүн жылуулук энергиясын түздөн-түз электр энергиясына айландыруу, шамалдын жана суунун энергиясын электр энергиясына өндүрүү менен биз жылуулуктун коромжуланышын бир кыйла азайтабыз. Электр энергиясын өндүрүүдө Күн батареяларын пайдалануунун келечеги кең. Космос кемелеринде жана күнөстүү алкактардагы өлкөлөрдө үйдүн чатырына жайгаштырылган мындай батареялар электр энергиясына болгон муктаждыктарды канааттандырып, айлана-чөйрөгө зыян келтирбейт. Күн батареяларын куруу айрым кристаллдарды, тагыраак айтканда, кремний монокристаллын өндүрүүгө байланышкан. Биздин республикада кремний монокристаллын өндүрүүнүн келечеги чоң. Таш-Көмүр жана Орловка заводдору ушул багытта иш жүргүзүүдө.

? 1. Жылуулук кыймылдаткычтарын пайдалануу айлана-чөйрөгө кандай зыяндуу таасирлерин тийгизет?
2. Максатсыз жагылган оттун жана өрттүн зыяндуулугу эмнеде?
3. Жылуулукту коромжусуз пайдалануунун зарылдыгы эмнеде?

4. Силерге тааныш машиналардын кыймылдаткычтарынын иштешинде кандай зыяндуу жагдайларды байкоого болот?

▲ 1. Баштапкы температурасы $t_1 = 10^{\circ}C$ жана акыркы температурасы $t_2 = 40^{\circ}C$ болгон нерсенин массасы $m = 0,5$ кг. Бул зат үчүн салыштырма жылуулук сыйымдуулук $C = 0,5 \frac{Дж}{кг \cdot K}$. Нерсе ысытуудан кандай жылуулук санын алган? (7,5 Дж)
2. Басымы $P = 2 \cdot 10^5$ Па болгон газдын көлөмү $\Delta V = 1,5$ м^3 ге чейин кеңейген. Бул кеңейүүдө газ кандай жумуш аткарган? ($3 \cdot 10^5$ Дж)
3. Эгерде бензиндин күйүшүндө 1,7 эсе көп жылуулук саны бөлүнүп чыкса, массасы 1 т болгон бензиндин ордуна канча ташкөмүрдү жагууга туура келет? (3,4 т)
4. Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу $4190 \frac{Дж}{кг \cdot K}$. Массасы 25 кг болгон $20^{\circ}C$ дагы сууну $100^{\circ}C$ га чейин ысытуу үчүн кандай массадагы таш көмүрдү жагууга туура келет? (2,48 кг).

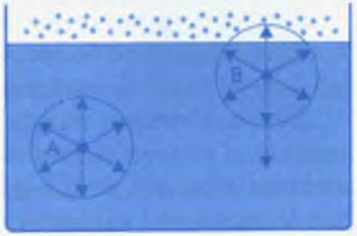
Главанын негизги түшүнүктөрү жана алардын байланышы

СУЮКТУКТАР

§ 26. БЕТТИК ТАРТЫЛУУ

Заттын суюк абалынын түзүлүшү жана анын айрым мүнөздөмөлөрү жөнүндө баяндама III главанын 11-параграфында да берилген. Анда суюктуктун негизги өзгөчөлүктөрү катары агуучулук касиети, бууланусу ж. у. с. айтылган. Суюктуктарга тиешелүү болгон дагы бир мүнөздүү өзгөчөлүк беттик тартылуу.

Суюктуктарда беттик тартылуунун кандайча түшүндүрүлүшүн жана аны менен байланышкан айрым кубулуштарды карап көрөлү. Суюктуктун ар бир молекуласы өзүнөн бир нече молекулалык диаметрге барабар болгон аралыкта жайланышкан молекулалар менен өз ара тартыла алышат. Бул аралыкты R_0 менен белгилеп, **молекулалардын өз ара аракеттешүү радиусу** деп атайбыз. Ал болжол менен 10^{-7}см ге барабар.



28-сүрөт.

Суюктуктун ичинде жаткан А молекуласын алып, аны борбор деп өз ара аракеттешүү радиусу R_0 менен сфера жүргүзөлү (28-сүрөт). А молекуласын бул сферанын ичинде, туш тарабынан болжол менен бирдей сандагы молекулалар курчап турат. Алардын А молекуласы менен болгон өз ара тартышуу күчтөрү бардык тарапта барабар болгондуктан, компенсацияланып, натыйжада А молекуласы эркин кыймылда болот. Мындай абал суюктуктун ичиндеги бардык молекулаларга тиешелүү.

Эми суюктуктун бетине жакын жайланышкан В молекуласынын абалын карап көрөлү. В молекуласын да борбор деп, R_0 радиустагы сфера жүргүзөлү. Сферанын бир бөлүгү суюктуктун бетинен сыртка чыгып кетет. Сферанын сырткы бөлүгүндө газдын жана буунун молекулаларынын тыгыздыгы бир кыйла кичине болгондуктан, В молекуласын курчаган сферадагы молекулалардын саны бардык багыт боюнча бирдей болбойт. Антке-ни, сферанын суюктуктун ичине туура келген бөлүгүндө молекулалар көбүрөөк тыгыз жайланышат. Натыйжада өз ара тартышуу күчтөрү компенсацияланбай, В молекуласына суюктуктун ичин көздөй тарткан тартуу күчү үстөмдүк кылат (аркан тарты-

шуу оюнун элестеткиле). Суюктуктун бетинен R_0 аралыгына чейин жайланышкан бардык молекулалар ушундай күчтүн аракетине дуушар болушат. Алар дайыма суюктуктун ичин көздөй кирүүгө умтулуп, ички молекулаларга салыштырмалуу ашыкча потенциалдык энергияга ээ болушат.

Суюктуктун беттик катмарындагы молекулаларга суюктуктун ичин көздөй аракет кылган күчтүн аянт бирдигине болгон катышы басымды берет. Бул басым **ички басым** деп аталат. **Ошентип, суюктуктун жука бетки катмары дайыма ички басымдын аракети астында болот.** Суюктук эркин абалда болсо, бул ички басым суюктукту туш тарабынан кысып, шар формасына келтирүүгө умтулат. Түшүп келе жаткан жаан тамчысынын шар формада болушу ушуну менен түшүндүрүлөт.

Ички басымдын аракети же бетки молекулалардын суюктуктун ичин көздөй кирүүгө умтулушу бул жука катмар серпилгичтүү кабыкча менен капталган сыяктуу элести пайда кылат. Суюктук бардык жагынан керилген серпилгичтүү кабыкча менен капталган сыяктуу болуп турат. Ушул себептен, **суюктуктун жука бетки катмарын беттик тартылуу катмары деп атайбыз.**

Беттик тартылуу катмарынын болушун бир катар тажрыйбалардан байкоого болот. Ортосунда бошоңураак байланган жиби бар зым тегерекчесин самындын эритмесине салабыз (29а-сүрөт).

Аны эритмеден кайра алып чыкканда, жука кабыкча менен капталып калгандыгын көрөбүз. Тегеректинин абалын өзгөртүп, жиптин дээрлик бош жаткандыгын байкайбыз. Эгерде жиптин бир жагындагы кабыкчаны акырындык менен өчүрсөк, жип заматта керилип жарым айлана түрүнө келет. Ал кабыкчанын жыйрылышы менен байланыштуу экендигине күмөн жок. Ошондой эле тажрыйбаны илмек жиби бар зым менен жасап көрөлү (29б-сүрөт). Эгерде илмек жиптин ортосундагы кабыкчаны өчүрсөк, анда мурда эркин жаткан илмек заматта айлана түрүнө келет. Бардык тараптан тарткан самындын кабыкчасынын беттик тартылуу күчү илмекти айлана түрүнө келүүгө аргасыз кылат.

а) б) в)

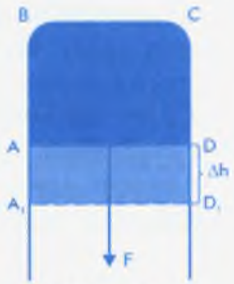
29-сүрөт. Самындын эритмелери менен болгон тажрыйбалар.

Колубуз менен нымдалган (б. а. майланыштырылган) ийнени стаканга куюлган суунун бетине акырындык менен туурасынан коёлу. Ийне чөкпөй, жаткан жерин төмөн көздөй бир аз ийилтет. Беттик катмардын бар экендигин ачык байкайбыз (29в-сүрөт).

?
1. Суюктуктун ичиндеги жана бетки катмарларындагы молекулалардын абалдарын түшүндүргүлө?
2. Ички басым кандайча пайда болот?
3. Беттик тартылуунун аракетин эмне менен салыштырууга болот?
4. Беттик тартылууну ырастоочу тажрыйбаларды айтып бергиле?

§ 27. БЕТТИК ТАРТЫЛУУ КҮЧҮ

29-сүрөткө кайра кайрылалы. Жиптин тегерек керилген абалга келип калышы туш тараптан аракет кылган беттик тартылуу күчү менен түшүндүрүлөт. **Жиптин бирдик узундугуна аракет кылган бул күч беттик тартылуу күчү деп аталат.** Бул күчтүн чоңдугун 30-сүрөттө келтирилген тажрыйба боюнча аныктайбыз. Тик бурчтуу кылып ийилген зымдын үстүнө эркин кыймылдай турган AD өзөкчөсүн коёбуз. Самындын эритмесине малып алгандан кийин ABCD беттик кабыкчасы пайда болот. Өзөкчөнү AD абалынан Δh аралыгына жылдыруу үчүн кандайдыр бир F күчүн жумшоого туура келет. Бул күчтүн чоңдугу AD зымынын узундугу l ге жана кабыкчанын, б.а. суюктуктун затына жараша болот:



30-сүрөт.

$$\boxed{F=al} \qquad (5.1)$$

Алынган кабыкча канчалык жука болуп көрүнсө да, анын арасында суюктуктун жука катмары жайгашкан эки беттен турат. Ошондуктан (5.1) формуласындагы F күчүн 2 эсе чоң кылып алабыз:

$$\boxed{F=2\,al} \qquad (5.2)$$

AD өзөкчөсүн Δh аралыгына жылдырууда F күчү төмөнкүдөй жумуш аткарат:

$$\Delta A=F\Delta h=2\alpha l\Delta h=2\alpha\Delta S \text{ же } \Delta A=2a\Delta S. \qquad (5.3)$$

(5.3) формуласындагы ΔS аянты ADDA төрт бурчтугунун аянтына барабар. Демек, беттик кабыкчанын аянтын чоңойтуу кандайдыр бир жумуш аткарууну талап кылат.

(5.1) жана (5.3) формуларында суюктуктун тегине жараша беттик тартылуусун мүнөздөөчү α — коэффициенти **беттик тартылуу коэффициенти** деп аталат. Анын бирдиги ушул формулаларга ылайык Н/м ($\alpha=\frac{F}{l}$) же Дж/м^2 ($\alpha=\Delta A/\Delta S$) менен аныкталат. Таза суу үчүн $\alpha=0,072$ Н/м, самындын суудагы эритмеси үчүн $\alpha=0,043$ Н/м.

Демек, беттик тартылуу коэффициенти α ар кандай суюктуктар үчүн бирдик узундукка аракет кылган күчтүн чоңдугун мүнөздөйт. Мисалы, суунун бетинин кандай багытта болсо да алынган 1 м узундугуна 0,072 Н күчү аракет кылат. Ал эми спирт үчүн бул күч бир кыйла кичине (0,02 Н)

Беттик тартылуу коэффициенти температурага жана суюктукка аралашкан заттардын тегине да көз каранды. Суунун температурасынын жогорулашы менен беттик тартылуу коэффициенти азаят. Муздак сууга караганда жылуу сууда чүпүрөктүн бат нымдалышы ушуну менен түшүндүрүлөт.

Сууга самынды эритүү менен эритменин беттик тартылуусун азайтабыз. Ошондой эле спирт, кант, туз ж. у. с. заттарды суу менен аралаштырууда, аралашманын беттик тартылуу коэффициенти өзгөрөт.

? 1. Беттик тартылуу күчү кандай формула менен аныкталат?
2. Беттик тартылуу коэффициенти эмнени мүнөздөйт?
3. Беттик тартылуу коэффициенти температурадан кандай көз каранды?

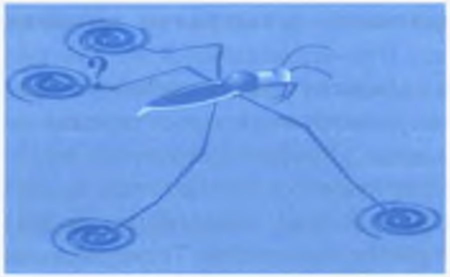
✱ Кошумча окуу үчүн. Беттик тартылуу менен байланышкан айрым кубулуштар

Убакытты ченөө үчүн медицинада кум сааттары пайдаланыларын билебиз (31а-сүрөт). Кумдун көзөнөкчөдөн чубуруп түшүшү, кумдун бөлүкчөлөрүнүн ортосунда, демек, бетки катмарында өз ара тартышуу күчтөр жок экендигин көрсөтөт. Эгерде ошондой эле көзөнөкчө аркылуу сууну коё берсек, ал тамчы болуп, агып түшөт. Көзөнөкчөнүн кырына баштыкча капталып койгон сыяктуу, суу ага толуп, баштыкча толгон сайын чоңоюп отурат (31б-сүрөт).

31-сүрөт. а) Кум сааты: б) тамчынын пайда болушу.

Качан тамчынын салмагы көзөнөкчөнүн кыркасы боюнча кармап турган беттик тартылуу күчүнө барабар болгондо ал үзүлүп түшөт. Тамчылаткыч менен дары тамчылатканда да ушундай кубулушту байкайбыз. 32-сүрөттө эритилген айнектин тамчысынын пайда болушу көрсөтүлгөн.

32-сүрөт.



33-сүрөт.

34-сүрөт.

Үйдүн чатырынан тамчылаган тамчылардан жердеги көлчүктүн бетинде бүртүкчөнүн пайда болушу да беттик тартылууну ырастайт. Бийиктиктен түшкөн тамчы, суунун ичине кирүү менен өзүнүн артынан абаны да кошо ээрчитип кирет. Тамчы тереңге жеткенче суунун бети туюкталып, аба камалган абалда калат. Ал суунун бетинен сыртка чыгууга умтулуп, беттик тартылуудан бүртүкчө пайда кылат. Мындай бүртүкчөлөр көбүнчө чоң тамчылардан пайда болот.

Суунун бети боюнча эң эле жеңил жана шамдагай жүгүргөн суу жөргөмүшүнүн кыймылы да беттик тартылуу менен байланыштуу. Алардын буттары тийген жерлер бир аз ийилип гана тим болот (33-сүрөт). Жалбырактардын жана мөмө жемиштердин (34-сүрөт) бетинде пайда болгон мөлтүрөгөн тамчылар (шүүдүрүм) да беттик тартылуунун натыйжасында пайда болот.

§ 28. НЫМДОО. КАПИЛЛЯРДУУЛУК

Таза айнектин бетине суунун жана сымаптын тамчыларын тамчылатсак, суунун тамчысы жайылып, ал эми сымаптын тамчысы дээрлик шар формасын сактап калат (35-сүрөт). Мында

35-сүрөт.

36-сүрөт.

суу айнекти нымдайт, сымап айнекти нымдабайт деп айтабыз. Эгерде суюктук куюлган идиш нымдоочу болсо, анда анын бети менен чектешкен жеринде суюктук бир аз көтөрүлөт (36-сүрөт). Эгерде суюктук нымдабоочу болсо, анда идиштин капталы менен чектешкен жеринде, тескерисинче, суюктуктун деңгээли бир аз төмөн жатат.

Суюктуктун берилген нерсени нымдоосу же нымдабоосу суюктук менен катуу нерсенин молекулаларынын ортосундагы өз ара тартышуу күчтөрүнө көз каранды. **Эгерде суюктуктун молекулаларынын өз ара тартышуу күчү суюктук менен катуу нерсенин молекулаларынын ортосундагы өз ара тартышуу күчүнөн кичине болсо, суюктук катуу нерсени нымдайт.** Тескерисинче болгондо, нымдабайт.

Ички диаметри өтө кичине болгон түтүкчөлөр **капиллярдык түтүкчөлөр** деп аталат. Капилос — грек тилинде «чачтай» деген сөздүн маанисин түшүндүрөт. Нымдоочу суюктуктарга салынган капиллярдык түтүкчөлөрдө суюктуктун деңгээли сыртындагы суюктукка салыштырмалуу бир кыйла жогору болуп, көтөрүлөт (37-сүрөт). Нымдабоочу суюктуктарда капиллярдык түтүкчөдөгү суюктуктун деңгээли сырткы суюктукка салыштырмалуу төмөн жатат. **Капиллярдык түтүкчөлөр боюнча суюктуктун деңгээлинин көтөрүлүшү же төмөндөшү капиллярдуулук деп аталат.** Капиллярдуулук кубулуштар да суюктуктардын беттик тартылуусу менен байланыштуу. Беттик тартылуу нымдоочу суюктуктун капиллярдык түтүкчө боюнча көтөрүлүшүнө алып келет.

37-сүрөт.

Чайга тийгизилген чакмак канттын же нандын учунан суунун жогору көтөрүлүшү, керосин чырагында билик боюнча майдын көтөрүлүп чырактан күйүшү капиллярдуулук кубулушу менен байланыштуу. Бак-дарак жана өсүмдүктөр Жерден нымды өзүнө капиллярдуулук кубулушунун эсебинен тартып алышат.

? 1. Кандай учурларда суюктук катуу нерсени нымдайт же нымдабайт?
2. Кандай кубулушту капиллярдуулук кубулушу деп атайбыз?
3. Капиллярдуулук кубулуштардын маанисин айтып бергиле.

§ 29. БУУЛАНУУ

Суюктуктун ачык бетинен дайыма аздыр-көптүр молекулалар учуп чыгып турушат. Ал **бууЛануу** деп аталарын III главанын 9-параграфында белгилегенбиз.

Суюктуктун молекулалары тынымсыз баш-аламан кыймылда болуп, өз ара кагылышып турушат. Мындай кагылышуулардан айрым молекулалар өтө чоң кинетикалык энергияга ээ болот. Ал молекулалар айланасында курчап турган молекулалардын өз ара тартышуу күчтөрүн жеңип, суюктуктун бетинен сыртка чыгып кетүүгө жөндөмдүү болушат. Суюктук ысытылганда кыймыл күчөп кагылышуулардын саны арбып, чоң энергияга ээ болгон молекулалардын саны да көбөйөт. Ысык суунун, жай мезгилинде жааган жаандан пайда болгон жер бетиндеги көлчүктөрдүн тез бууланышы, кирлердин бат кургашы ж. у. с. мына ушуну менен түшүндүрүлөт.

Бууланууда энергиясы чоң молекулалар учуп кеткендиктен, суюктуктун ички энергиясы азаят. Аны менен бирге суюктуктун температурасы төмөндөйт. **Буулануу дайыма муздоо менен коштолот. Ысык сууну тайпак идишке куюу менен, же анын бетин атайын желдетүү менен бууланууну тездетебиз. Буулануунун тездеши суюктуктун температурасынын тезирээк төмөндөшүнө алып келет.**

Буруга айланган суюктуктун молекулалары баш-аламан кыймыл жасоо менен кайра суюктуктун бетине келип, суюктукка өтүшү мүмкүн. **Буунун кайра суюктукка өтүшү конденсация деп аталат.**

Ошентип, буулануу процесси менен бирге, ага карама-каршы конденсация процесси жүрөт. Атмосферадагы суу буусунан конденсацияланышы жаан-чачындардын пайда болушуна алып келет.

? 1. Суюктуктун бууланышын түшүндүргүлө?
2. Буулануу кандай процесс менен коштолот?
3. Конденсация процессин кандайча түшүнөбүз?
4. «Сүткө оозу күйгөн, айранды үйлөп ичет», – деген макалдын маанисин түшүндүргүлө. Эмне үчүн үйлөп ичебиз?

§ 30. КАЙНОО

Жылуулуктун берилиши менен суюктуктун температурасы жогорулап, анын бетинен болгон буулануу тездейт. Суюктуктун ичинде майда көбүкчөлөр пайда боло баштайт. Мындай көбүкчөлөр суюктуктун ичине кирип алган жана идиштин бетине жабышып алган газдардан пайда болот. Мындай көбүкчөнүн ичине газ менен бирге суу буулары да топтоло баштайт. Температуранын жогорулашы менен көбүкчөнүн өлчөмү жана анын ичиндеги суу буусунун басымы чоңоёт. Кайсы бир температурада көбүкчөлөр суюктуктун бетине көтөрүлүп жарыла баштайт. Бул учурда суюктуктун бууланышы анын бети боюнча гана эмес, ичинен чыгып, жарылган көбүкчөлөр менен бирге, бүт көлөмү боюнча жүрө баштайт деп айтабыз. **Суюктуктун бүт ичи боюнча буулануунун жүрүшү кайноо деп аталат. Суюктук кайнаган температура кайноо температурасы деп аталат.**

38-сүрөт.

Суюктуктун кайноо температурасы басымга көз каранды. Суюктуктун бетин дайыма аба басып турат. Суюктуктун ичинде пайда болгон көбүкчөнүн көтөрүлүп чыгып, жарылышына суюктуктун өзүнүн жана атмосферанын басымы жолтоо болот. Суюктук кайноо үчүн, анын температурасы жетишээрлик жогорулап, көбүкчөлөрдөгү басым чоңоюп, сырткы басымдарга теңелүүгө тийиш. Эгерде атмосфералык басым аз болсо, анда көбүкчөлөрдүн көтөрүлүп чыгып жарылып, суюктуктун кайноосу эртерээк башталат. Кайноо температурасы төмөн болот. Деңиз деңгээлинде суу 100°С да кайнайт. Биздин тоолуу жергебизде аба сейрек болуп басымы төмөн болгондуктан суу 80—85°С да эле кайнаган аймактар да кездешет. Мындай шартта тамактын бышышы көпкө созулат. Суунун бетине болгон басымды чоңойтуу, аны менен бирге кайноо температурасын жогорулатуу үчүн, казанды капкак менен тыгыз жаап коюуга туура келет.

Колбага куюлган сууну кайнатып, бир аз муздаталы. Анан насостун жардамы менен анын бетиндеги буу аралашкан абаны сордура баштайбыз. Сууп калган колбадагы суу кайра кайнай баштайт (38а-сүрөт).

Ошол эле тажрыйбаны дагы башкача жасоого болот. Сууп калган суусу бар колбанын оозун бекитип, штативге көмкөрөсүнөн жайгаштырабыз (38б-сүрөт). Анын үстүнө муздак сууну жаба куюп жатканыбызда, суу кайра кайнай баштайт. Себеби, муздак суудан колбанын ичиндеги суунун үстүнкү мейкиндигинде суу буусу аралашкан аба муздап, басымы төмөндөйт. Суунун кайрадан кайнашына шарт түзүлөт.

?

1. Суюктуктун ичинде көбүкчөлөрдүн пайда болушун жана суюктуктун бетине чыгып жарылышын кандайча түшүндүрөбүз?
2. Кайноо деп эмнени айтабыз?
3. Эмне үчүн кайноо температурасы басымга көз каранды?
4. Кайноо температурасын жогорулатуу же төмөндөтүү үчүн эмне кылуу керек?
5. Медициналык аспаптардын стерилизациядан жакшы өтүшү үчүн атайын жабык ваннада сууга кайнатышат. Эмне үчүн?

§ 31. АБАНЫН НЫМДУУЛУГУ

Океан менен деңиздерден, көлдөрдөн, өсүмдүктөрдөн, ал гана турсун, жан-жаныбарлардан да суу буусу дайыма бууланып турат. Абанын курамындагы суу буусунун санына жараша аба кургак же нымдуу болот. Атмосферадагы суу буусунун саны жан-жаныбарлардын, анын ичинде биздин да жашообуз үчүн мааниси зор. Айрым ишканаларда же мекемелерде белгилүү нымдуулукту кармап туруу талап кылынат.

Кумдуу ысык чөлдөрдө аба кургак келип дем алууга канчалык кыйынчылык келтирсе, жаан-чачындуу деңиздердин жээктериндеги аймактарда, тескерисинче, суу буусунун көп болушу, ошондой эле кыйынчылыкты туудурат. Биз жашаган жерибиздин шартына жараша белгилүү нымдуулукка көнүп калганбыз.

Абанын нымдуулугу жалгыз суу буусунун санынан гана эмес, анын температурасынан да көзкаранды. Бирдей эле суу буусунун санында температуранын төмөндөшү менен нымдуулук жогорулайт.

Температуранын төмөндөшү буунун молекуларынын кыймылдашынын начарлашына ачып келет. Молекулалар тартышуу күчүнүн аракетине баш ийип, бир бирине кармалып, адепки тамчылардын башталышына себеп болот.

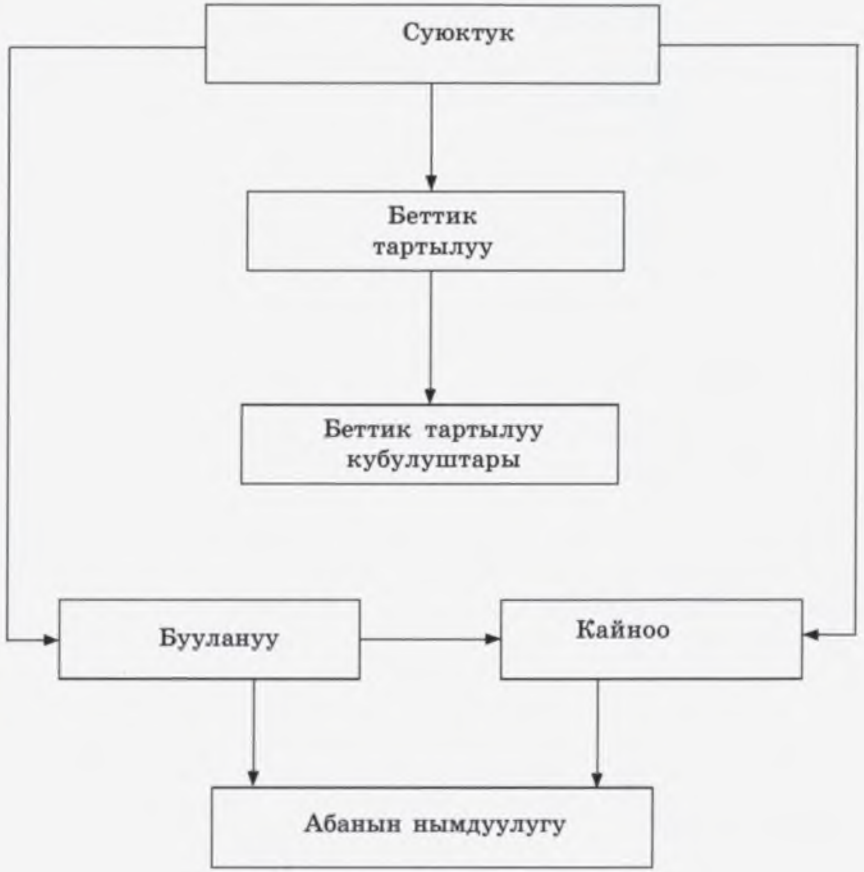
Биз жашаган аймактарда ысык алкактардан, атап айтканда, Орто Чыгыштан жана Жер ортолук деңизинен келген абанын агымы суу буусуна бай болушат. Көбүнчө Түндүк уюл тараптан келген муздак аба, аны менен жолугушканда нымдуулук кескин жогорулап, жаан-чачындын пайда болушуна шарт түзүлөт.

Жаз же күз күндөрү машинанын (автобустун) терезелери күңүрттөнүп калат. Анын бетине колубуз менен чийип из калтырсак да болот. Жаңыдан күңүрттөнүү пайда болгон учур **шүүдүрүм чекити** деп аталат. Сыртта температура төмөн болгондуктан терезенин жанындагы суу буусунун (жүргүнчүлөрдүн дем алуусунан да пайда болгон) температурасы төмөндөп шүүдүрүмдү пайда кылат. Шүүдүрүм чекитинен кийин суунун тамчысы, же суук күндөрү кыроо пайда болушу мүмкүн.

?
1. Кандай жерлерде абанын нымдуулугу көп же аз болот?
2. Биздин жашообуз үчүн нымдуулуктун кандай мааниси бар?
3. Жаан чачындар кандай шартта пайда болушу мүмкүн?
4. Нымдуулук температурага кандай көз каранды?

▲
1. Суюктуктун ичиндеги жана бетине жакын жаткан катмардагы молекулалардын абалдарынын айырмачылыктары кандайча түшүндүрүлөт?
2. Капиллярдык түтүкчөнүн диаметри 10 мм. Суунун тамчысынын салмагы кандай болгондо ал үзүлөт?
   ($1{,}35 \cdot 10^{-3}$ Н).
3. Самын көбүкчөсүн үйлөгөндө анын бетинин аянты 15 см^2 га чоңойгон. Мында кандай жумуш аткарылат?
   ($6{,}75 \cdot 10^{-5}$ Дж).
4. 30-сүрөттөгү өзөкчө AD абалына келгенде самын кабыкчасынын бетинин аянты 6 см^2 ка чоңойгон болсо, кандай жумуш аткарылган?
   ($2{,}7 \cdot 10^{-5}$ Дж).
5. Самындын эритмесине салынган оюнчук алкакчаны үйлөгөндө шарча түрүндөгү көбүкчөлөр пайда болот. Алардын шарча түрүндө болорун кантип түшүндүрүүгө болот?

Главадагы негизги түшүнүктөр жана алардын байланышы



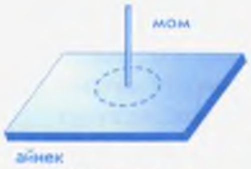
КАТУУ ЗАТТАР

§ 32. КАТУУ ЗАТТАРДЫН ТҮЗҮЛҮШҮ

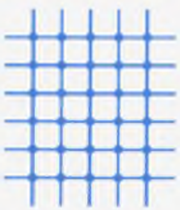
Катуу нерселер ички түзүлүшү боюнча, б. а. бөлүкчөлөрүнүн жайланышы боюнча эки топко бөлүнөрүн белгилегенбиз.

Атом же молекулалары иретсиз жайланышып, суюктуктун түзүлүшүн элестеткен катуу нерселер **аморфтук нерселер** деп аталат. Айрым учурларда аморфтук нерселерди «катып калган» суюктуктар деп да элестетебиз. Аморфтук нерселердин негизги өзгөчөлүгү **изотроптук** касиетке ээ болушу. Изотроптук касиет — аморфтук нерселердин физикалык касиеттери (мисалы, жылуулук өткөргүчтүүлүгү, бышыктыгы ж. у. с.) бардык багыт боюнча бирдей болот дегенди түшүндүрөт. Аморфтук заттарга айнек, фарфор, чайыр ж. у. с. көптөгөн нерселер кирет.

Аморфтук нерселердин изотроптук касиетин төмөнкүдөй тажрыйба менен ырастоого болот (39-сүрөт). Айнек пластинкасын алып анын бетин жука момдун катмары менен шыбайбыз. Эгерде пластинканын орто ченине ысытылган зымдын учун тийгизип турсак, мом эрий баштайт. Момдун эрүүсү бардык тарап боюнча бирдей болуп, тегеректи пайда кылат. Ал айнектин жылуулукту бардык багыт боюнча бирдей өткөрө тургандыгын ырастайт.



39-сүрөт.

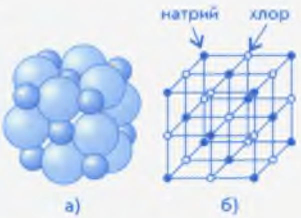


40-сүрөт.

Чыныгы катуу нерселерге **кристалл заттары** кирет. Алар аморфтук нерселерден айырмаланып, ички түзүлүшү боюнча иреттүү, б. а. туура геометриялык тартипте жайланышкан атом же молекулалардан турат. Кристаллды түзгөн атомдордун же молекулалардын жайланышкан абалдарын оюбуз менен түз сызыктар аркылуу туташтырсак кристалл торчолорду алабыз (40-сүрөт).

41-сүрөттө аш тузунун (NaCl) молекулаларынын жайланышы жана алар боюнча оюбуз менен жүргүзүлгөн сызыктардан алынган кристалл торчо келтирилген.

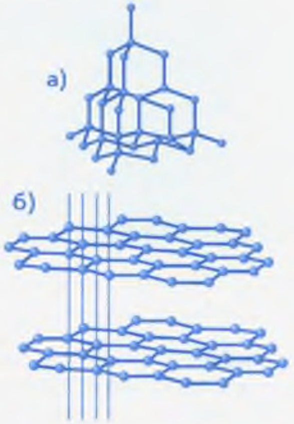
Кристалл торчодогу бөлүкчөлөр жайланышкан чекиттер, б. а. түз сызыктардын кесилишкен жерлери кристалл торчонун **түйүндөрү** деп аталат. Бөлүкчөлөр жогоруда (III гл. § 9) белгиленгендей, ушул түйүндөрдө термелүү кыймылын жасашат.



41-сүрөт. а) натрий (кара) жана хлордун (көк) иондору: б) аш тузунун кристаллдык тору.

Кристалл нерселерге бардык металлдар, туздар, минералдар жана ушул сыяктуулар кирет. 42-сүрөттө бир эле түрдүү көмүртектин атомдорунан турган алмаз менен графиттин (биз пайдалануучу карандаштын өзөгү) кристалл торчолору көрсөтүлгөн.

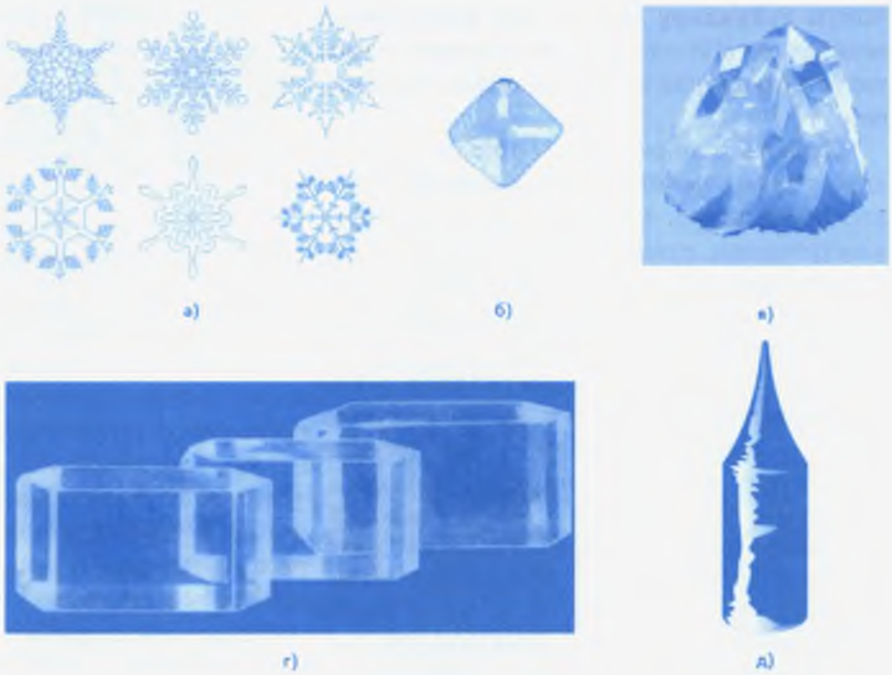
Кристаллдар **монокристаллдар** жана **поликристаллдар** болуп экиге бөлүнөт. Моно — жеке жана поли — көп дегенди түшүндүрөт. 43-сүрөттө кардын, алмаздын, наваттын, тоо хрусталы жана кремнийдин монокристаллдарынын сырткы көрүнүштөрү келтирилген. Металлдар поликристаллдар болушат, б. а. алар көзгө көрүнбөгөн өтө майда кристаллдардан турат. Бул майда кристаллдар **кристаллиттер** же кристалл данчалары деп аталат. Кристаллиттерди атайын микроскоптор менен гана байкоого болот. 44-сүрөттө 400 эсе чоңойтуучу микроскоп менен тартылып алынган поликристаллдын (темирдин) түзүлүшү келтирилген.



42-сүрөт. а) алмаздын; б) графиттин кристаллдык торлору.

Монокристаллдар, б. а. өлчөмү боюнча көзгө көрүнүүчү чоң кристаллдар жаратылышта сейрек кездешет. Монокристаллдарды атайылап өстүрүп алууга болот. Туздун суудагы эритмесинен атайын куралдын жардамы менен чоң өлчөмдөгү монокристаллдарды өстүрүп ала алабыз. Монокристаллдар сырткы көрүнүшү боюнча да туура форманы элестетишет. Ал монокристаллдагы бөлүкчөлөрдүн туура тартипте жайланышын чагылдырып турат.

Монокристаллдар **анизотропиялык** касиетке ээ болушат. Ал кристаллдын физикалык касиеттери ар кандай багыттары боюнча ар башка болот дегенди билдирет. Чоң монокристаллдан кесилип алынган пластинка менен жогоруда баяндалган тажрыйбаны кайталасак, анда момдун эришинин изи тегерек болбойт. Демек, ал монокристаллдын жылуулук өткөргүчтүүлүгү ар кандай багыт боюнча ар башка болорун ырастайт.



43-сүрөт. а) Кардын кристаллчалары; б) Якутияда (Саха) табылган Токтогул атындагы алмаз монокристаллы; в) тоо хрусталынын монокристаллдары; г) наваттын монокристаллдары; д) Актүздөгү Орловка заводунда өстүрүлгөн кремний монокристаллы.

Монокристаллдарды жасалма түрдө өстүрүү менен алардын практикалык колдонулуштарын изилдөөдө Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын мүчө-корреспонденти, профессор А. А. Алыбаков чоң салым киргизген. Анын өстүргөн монокристаллдары лазердик нурларды чыгаруучу баалуу куралдарда пайдаланылууда.

44-сүрөт. Темирдин поликристаллдык түзүлүшү.

Поликристаллдар изотроптук касиетке ээ болушат. Себеби поликристаллды түзгөн кичине өлчөмдөгү монокристаллдар (кристаллиттер) баш аламан жайланышып, алардын орточолонгон касиеттери бардык багытта бирдей болуп калат.

?

1. Аморфтук жана кристаллдык катуу нерселер бири-биринен кандайча айырмаланат?
2. Чоң базардагы кишилерди үстү жактан сүрөткө тартып алалы. Ошондой эле сүрөткө параддан өтүп бара жаткан жоокерлерди да тарталы. Кайсы учурда кишилердин ирэттүү жайланышын байкайбыз? Кайсы учур кристаллдык түзүлүштү элестетет?
3. Монокристалл жана поликристалл бири-биринен кандайча айырмаланат?
4. Кадимки металлдар кандай кристаллдарга кирет?
5. Кристалл торчону кандайча элестетебиз?
6. Кристалл торчонун түйүндөрү деп эмнени түшүнөбүз?
7. Кристаллдардын изотроптук жана анизотроптук касиеттерин кандайча түшүнөбүз?
8. Катуу нерсенин бөлүкчөлөрү кандай кыймыл жасашат?

§ 33. КАТУУ НЕРСЕЛЕР БИЗДИН ТУРМУШУБУЗДА

Этибарга алып баамдасак, биздин айлана-чөйрөбүздө курчап турган нерселер (аба менен суудан башкасы) катуу нерселерге кирет.

Алардын дээрлик бардыгы убакыттын өтүшү менен байкаларлык өзгөрүшпөйт. Өзүбүз жашаган үйдүн жана окуган классыбыздын ичинде эле канча түрдүү катуу нерселер кездешет. Катуу нерселер аркылуу гана алыс-жакынды, нерселердин ортосундагы аралыктарды, б. а. геометриялык түшүнүктөрдү, тагыраак айтканда, мейкиндикти элестете алабыз.

Катуу нерселердин көбүрөөк кездешиши жана пайдаланылышы аларга болгон кызыгууларды дайыма арттырат. Пайдалануучу шартка жараша катуу нерселердин ар түрдүү касиеттери, атап айтканда, серпилгичтүүлүгү, оор-жеңилдиги, катуу-жумшактыгы, өңү-түсү, ысык-суукка чыдамдуулугу ж. у. с. көптөгөн мүнөздөмөлөрү баалуу болот. Ошондуктан катуу нерселерди окуп-үйрөнүү менен, аларды керектөөбүзгө ылайыктуу кылып өзгөртүп алууга да аракет жасайбыз. Азыр окумуштуулар биздин талабыбызга көбүрөөк жооп берген жаңы материалдарды жасоого аракеттенишүүдө. Ар түрдүү пластмассалар, керамикалар, капрондор, кийинки кезде алынган флорена сыяктуу материалдар жасалма катуу нерселерге кирет.

Катуу нерселердин негизги касиеттерин сынап-изилдөө аркылуу аныктоого болот. Аларды ар андай температурада ысытуу-муздатуу жана деформациялоо менен бир катар (серпилгичтүүлүгү, бышыктыгы, морттугу жана башка) касиеттерин аныктай алабыз.

1. Катуу нерселердин ички түзүлүшү боюнча эмнелерди айтып бере аласыңар?
2. Жасалма катуу нерселер жөнүндө айтып бергиле. Алардын колдонулуштарын атагыла.
3. Катуу нерселердин кандай касиеттери бизди көбүрөөк кызыктырат?
4. Самолёттун курулушунда пайдаланылуучу материалдар кандай талаптарга жооп бергүгө тийиш?
5. Өзүңөр үйдө урунган жасалма материалдар жөнүндө айтып бергиле.

§ 34. ДЕФОРМАЦИЯ

Деформация нерселердин формасынын өзгөрүшү дегенди түшүндүрөт. **Күчтүн аракети менен нерселердин формасынын же өлчөмүнүн өзгөрүшү деформация деп аталат.** Деформация учурунда нерсени түзгөн бөлүкчөлөрдүн өз ара жайланыштары өзгөрөт. **Эгерде нерсени деформациялап жаткан күчтүн аракети токтогондон кийин, ал өзүнүн баштапкы формасына же өлчөмүнө келе алса, андай нерселерди серпилгичтүү нерселер деп айтабыз.** Резина, каучук, болот пружиналары ж.у.с. серпилгичтүү нерселер болушат.

Серпилгичтүү нерселер деформацияланганда серпилгичтүүлүк күчтөрүн пайда кыларын жана анын жардамы менен күчтөрдүн чоңдугун ченөөгө (динамометрлер) боло тургандыгын VII класстын физика курсунда белгилеп кеткенбиз.

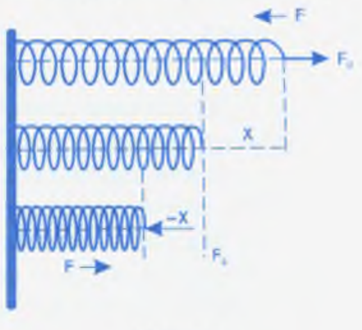
Күчтүн таасири токтогондо нерсе баштапкы формасына же өлчөмүнө келе албаса, анда мындай деформация **калдыктуу** же пластикалык деформация деп аталат.

Нерселердин серпилгичтүүлүгү, аларды түзгөн бөлүкчөлөрдүн ортосунда аракет кылган күчтөр менен түшүндүрүлөт. Катуу нерселердин бөлүкчөлөрү тартышуу жана түртүшүү күчтөрү тең салмактуу болгон абалдарда жайланышып, тынымсыз термелүү кыймылында болорун белгилегенбиз. Деформация учурунда бөлүкчөлөрдүн ортосундагы өз ара тартышуу жана түртүшүү күчтөрү ал бөлүкчөлөрдү кайра баштапкы абалына алып келе алса, анда нерсе серпилгичтүү деформацияланган болот. Бөлүкчөлөрдүн жылышкан абалы сакталса, анда калдыктуу деформация пайда болот. Ошентип, бөлүкчөлөрдүн тең салмактуу абалдарынын өзгөрүшү менен аларды кайра баштапкы абалдарына алып келүүгө жөндөмдүү болгон өз ара аракеттешүү күчтөрү нерседе серпилгичтүүлүк күчүн пайда кылат. Ал күчтүн (F) чоңдугу

серпилгичтүү пружиналардын деформацияланышында төмөнкү формула менен аныкталат:

$$F=-kx \qquad (6.1)$$

Мында k — пружинанын катуулук коэффициенти деп аталат. Ал Н/м менен ченелет. F — нерсени деформациялоочу күч. «–» белгиси серпилгичтүүлүк күчү дайыма кысылууга же созулууга карама-каршы багытталаарын көрсөтөт. x — нерсени деформациялоочу күчтүн аракети менен кысылган же созулган өлчөмү, б. а. деформациянын чоңдугун туюндурат (45-сүрөт). (6.1) формула боюнча **серпилгичтүүлүк күчү деформациянын чоңдугуна түз пропорциялаш.** Бул жыйынтык Р. Гуктун (1635—1703) закону деп аталат.



45-сүрөт.

1. Серпилгичтүү деформация деп эмнени айтабыз?
2. Калдыктуу деформация деп эмнени айтабыз?
3. Нерселердин серпилгичтүү же калдыктуу деформацияланышын аны түзгөн бөлүкчөлөр аркылуу кантип түшүндүрүүгө болот?
4. Гуктун закону кандайча айтылат?

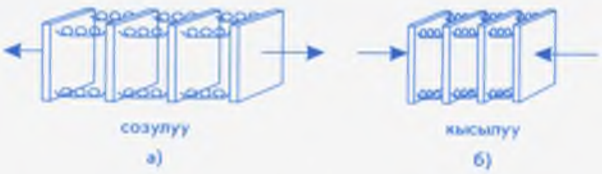
§ 35. ДЕФОРМАЦИЯНЫН ТҮРЛӨРҮ

Нерселердин деформацияланышын окуп-үйрөнүү үчүн ал нерселерди катмарлардан же жипчелерден турат деп элестетебиз.

Серпилгичтүү деформациялар сырткы байкалышы боюнча төрт түргө бөлүнөт. Алар **созулуу** (же кысылуу), **жылышуу, толгонуу** жана **ийилүү** деформациялары. Бирок, аларды ички картинасы боюнча эки негизги түргө, атап айтканда, созулуу (же кысылуу) жана жылышуу деформацияларына келтирүүгө болот. 46-сүрөттө катуу нерсенин катмарлардан турган модели көрсөтүлгөн. Катмарлар өз ара серпилгичтүү пружиналар менен бириктирилген. Пружиналар катмарлардын ортосунда аракет кылуучу серпилгичтүү күчтөрдү элестетет.

Созулуу (же кысылуу) деформациясында сырттан аракет кылган күчтөн катмарлардын ортосундагы аралыктар чоңоюп же кичирейет (47а,б-сүрөт). Созулуу (же кысылуу) деформация учурунда нерселердин узатасынан гана эмес, туурасынан болгон өлчөмдөрү да өзгөрөт.

46-сүрөт.

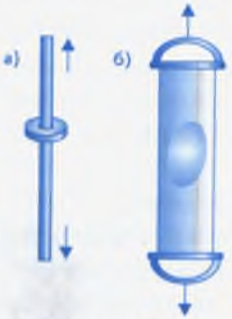


47-сүрөт.

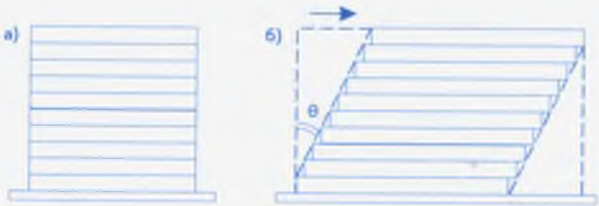
Аны 48а-сүрөттө резина түтүкчөсүнө кысылып бата тургандай кылып кийгизилген шакекче аркылуу байкай алабыз. Түтүкчөнү тик абалда кармап созсок, мурда жылбай кармалып турган шакекче оңой эле кыймылга келип, төмөн түшөт. Резина тилкесин алып (48б-сүрөт), анын бетине бор менен айлана чиели. Бул тилкени эки жагынан тартып чойсок, биз тарткан айлана капталдары куушурулуп, эллипс формасында болуп калат.

Нерсенин катмарлардан турган моделинин астынкы бетин столдун үстүнө бекем карматып (49а-сүрөт), үстүнкү катмарына горизонталдык багытта күч менен аракет жасайлы. Күчтүн таасири менен катмарлар бири-бирине карата жылышат. Эң үстүнкү катмар көбүрөөк, улам астыңкы катмар салыштырмалуу азыраак жылышат. Катмарлардын мурдагы жана кийинки абалдарын түз сызыктар менен туташтырсак, θ бурчу пайда болот (49б-сүрөт). θ — жылышуу бурчу деп аталат. **Катмарлардын жылышы менен пайда болгон деформация жылышуу деформациясы деп аталат.** Жылышуу деформациясынын чоңдугун θ бурчу аркылуу баалоого болот. Жылышуу бурчу канчалык чоң болсо, нерсе ошончолук чоңураак жылышуу деформациясына дуушар болот.

Толгонуу деформациясын да жогорудагы нерсенин катмарланган модели аркылуу көрсөтүүгө болот. 46-сүрөттөгү нерсенин адепки абалын элестетели. Эгерде үстүнкү катмарга кош күч жумшап, айландырууга аракет жасасак, анда эң үстүнкү катмар



48-сүрөт.



49-сүрөт.

50-сүрөт.

51-сүрөт.

52-сүрөт.

көбүрөөк чоң бурчка бурулат (50-сүрөт). Улам кийинки катмардын толгонуусу азыраак болот. Резина түтүкчөсүн алып, ага узатасы боюнча бор менен сызык жүргүзөбүз. Аны колубуз менен эки учунан кармап толгосок, түз сызыктар буралган ийри сызыктар болуп калышат (51-сүрөт).

53-сүрөт.

Толгонуу деформациясын жылышуу деформациясынын бир учуру катарында кароого болот (50-сүрөт). Тажрыйбадан катмарлардын бири-бирине карата толгонуп жылышын байкайбыз.

Ийилүү деформациясын да нерсенин жогоруда келтирилген модели аркылуу көрсөтүүгө болот. Моделди горизонталдык абалда жайгаштырып (52-сүрөт), үстү жак бөлүгүн созуп, асты жак бөлүгүн кысалы. Нерсе ийилген абалга келет. Ийилүү деформациясын ачык байкоо үчүн 53-сүрөттө көрсөтүлгөн тажрыйбаларга токтололу. Серпилгичтүү болот пластинасына жыгачтан же пластмассадан жасалып катмаларды элестеткен тактайчалар кийгизилип, алардын эки учуна зымдар сайылып коюлат. Болот пластинкасы (а, в) горизонталдык абалда болгондо зымдар өз ара жарыш болушат. Пластинканын учтары төмөн көздөй ийилиши менен үстүнкү зымдар алыстап, астынкы зымдар бири-бирине жакындашат. Бул моделден ийилүү деформациясында нерсе бир эле убакта созулуу (үстү) жана кысылуу (асты) деформацияларына дуушар болорун байкайбыз.

?

1. Серпилгичтүү деформациянын түрлөрүн санап айтып бергиле.
2. Деформациянын кайсы түрлөрү негизгилери болушат?
3. Толгоо жана ийилүү деформацияларын кайсы деформациялардын түрүнө киргизүүгө болот?
4. Серпилгичтүү деформацияга дуушар болуучу материалдарды атагыла.

§ 36. СЕРПИЛГИЧТҮҮ ЖАНА КАЛДЫКТУУ ДЕФОРМАЦИЯЛАР

Деформацияларды окуп-үйрөнүү турмуштук талаптардан келип чыгат. Үй тиричилигинде жана техникада деформациянын ар кандай түрлөрүн дайыма кездештиребиз.

Серпилгичтүүлүгү ачык байкалуучу материалдарга резина, каучук жана металлдардан — болот кирет. Резина жана каучуктун серпилгичтүү касиеттери автомобилдердин дөңгөлөктөрүндө, камераларында жана ар кандай формадагы шакекчелеринде пайдаланылат. Алар урунууну жумшартып, механизмдердин көпкө кызмат кылышына көмөк болушат. Титирөөчү түзүлүштөрдүн бардыгына резина төшөгүчтөрү пайдаланылат.

Кийинки кездерде жасалма жол менен алынган паралон сыяктуу серпилгичтүү материалдардан жумшак үй-эмеректери, дивандар, креслолор, стулдар ж. у. с. жабдылууда. Алардын серпилгичтүүлүгү жумшактыкты пайда кыларын жакшы билебиз.

Болот зымдары жана пластиналары өздөрүнүн серпилгичтүүлүгү менен көптөгөн түзүлүштөрдө жана механизмдерде пайдаланылат. Болот зымдан жасалган ар кандай өлчөмдөгү пружиналар кайсы гана жерлерде колдонулбайт. Каалгалардын өзү жабылып калышы үчүн серпилгичтүү пружиналар колдонулат. Биз жазган шариктүү калем саптар да жумшак пружиналар менен жабдылган.

Түрмөктөлгөн болот пластиналары ар түрдүү механизмдерди, анын ичинде сааттардын жебелерин кыймылга келтирет. Ийилген серпилгичтүү пластиналар токту өчүрүүчү жана бириктирүүчү түзүлүштөр катарында пайдаланылат (мисалы, электр үтүгүндө).

Ошентип, серпилгичтүү деформацияланган нерселер убактылуу жоготкон формаларын же өлчөмдөрүн кайра калыбына келтирүү менен көптөгөн пайдалуу кызматтарды аткарат.

Нерселердин серпилгичтүүлүк касиеттери менен бирге, деформацияда алардын **морт** жана **пластикалуу** (ийилчээк) касиеттери да аныкталат. Морт нерселерге айнек, фарфор, чоюн ж. у. с. кирет. Алар аракет кылган күчтөн дээрлик деформацияланбай эле сынып же талкаланып кетишет.

Айнек сыяктуу морт материалдарды пайдаланууда аларга өзгөчө мамиле кылуу керек экендигин эстен чыгарбайлы.

Бир катар материалдардын кадимки температурада серпилгичтүүлүгү өтө аз болуп, ачык байкалбайт.

Аракет кылган күчтүн чоңдугуна, нерсенин өлчөмүнө, деформациянын түрүнө жана температурага жараша нерсе серпилгичтүүлүгүн жоготуп, пластикалуу деформацияга дуушар болушу мүмкүн. Металлдарды кызытуу менен пластикалуугун арттырабыз. Аларды жеңил сомдоо менен каалаган формага келтиребиз. Темир устаканаларда металлдарды кызытуу менен иштетүүнүн максаты да алардын пластикалуулугун арттырып, керектүү формага оңой келтирүүнү көздөйт.

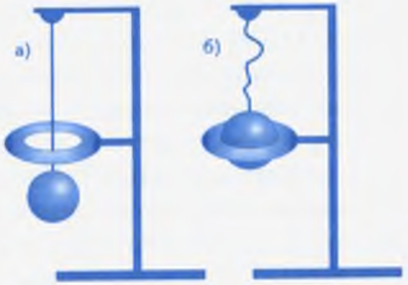
Зымды ийүү оңой. Ал эми аны созуу же толгоо чоңураак күчтү талап кылат. Материалдардын кандай деформацияга дуушар болушуна жараша, тетиктерди ошол деформацияга чыдамдуу материалдардан жасоого туура келет. Тетиктердин бышыктыгын чоңойтуу үчүн анын беттерин атайын деформациялардан (ышкылоо, кыруу ж. у. с.) өткөрүшөт же сугаруу жолдору пайдаланылат.

?
1. Серпилгичтүү деформацияланууччу нерселерди пайдалануунун мисалдарын келтиргиле.
2. Эмне үчүн устаканаларда нерселерди кызытып алып сомдошот?
3. Кызытылган темирлерди сууга салып тез муздатуунун («сугаруунун») максаты эмнеде?

§ 37. КАТУУ НЕРСЕЛЕРДИН ЖЫЛУУЛУК КАСИЕТТЕРИ

Жылуулуктан дээрлик бардык катуу нерселер (мисалы, муздан башкасы) кеңейишет. Жылуулуктун берилиши менен бөлүкчөлөрдүн тең салмактуу абалдарындагы термелүүсү күчөйт. Бөлүкчөлөрдүн ортосунда түртүү күчтөрү чоңоюп, алар мурдагы тең салмактуу абалдарынан жылышып, аралыктарын чоңойтушат. Натыйжада нерсе кеңейет. Ысытуудан нерселердин кеңейүүсүн ачык ырастаган тажрыйбалардын бири, муздак кезинде оңой эле шакекчеден өтүп кетүүчү металл шарча ысытылгандан кийин өтпөй калат (54а,б-сүрөт).

Жайдын ысыгында телефон жана электр зымдары мамылардын ортосундагы аралыктарда ийилип бир кыйла салаңдап калат. Көпүрөлөрдүн астына коюлуучу темир же темир-бетон устундарынын учтары атайын эле бекем бекитилбейт. Ошондой эле темир жол рельстеринин бириккен жерлеринде да ачык калты-



54-сүрөт.

рылат. Жайында ал аралыктар кичирейип, кышында алыстап өзгөрөт. Нерселердин жылуулуктан кеңейиши туура эсепке алынбаса, ал ысык күндөрү, күтүлбөгөн кокустуктарга алып келиши мүмкүн. Өтө ысык күндөрү трамвайлар жүрүүчү рельстердин өзүнөн өзү бузулган учурлары байкалган.

Бирдей эле шартта ар кандай нерселердин кеңейүүсү ар кандай болот. Ошондуктан нерселердин кеңейүүсүн сызыктуу же көлөмдүк коэффициенттери да аталган чоңдуктар менен баалайбыз. Нерсенин 1°К ге ысышында узарган узундугун (же көлөмүн) анын баштапкы узундугуна (же көлөмүнө) бөлүп, сызыктуу (же көлөмдүк) кеңейүү коэффициенттерин алабыз. Атайын таблицаларда бул чоңдуктардын маанилери берилет. Металлдардын ичинен кыйла тез узаруучу нерселерге алюминий кирет.

Суу муздап, тоңо баштаганда көлөмү чоңоёт. Аязда калган суусу бар айнек бөтөлкөнүн, ал гана турсун металл түтүкчөлөрүнүн жарылышы суунун тоңушу менен көлөмүнүн чоңоюшун ырастайт.

Эрүү же катуулануу. Катуу нерселерди ысытуу менен кеңейтип, андан ары суюк абалга өткөрүүгө, б. а. эритүүгө болорун билебиз. Аморфтук жана кристаллдык катуу нерселердин эрүүсү бири-биринен айырмалуу болушат.

Аморфтук катуу нерселер ысытуудан жумшарып, андан кийин суюктукка өтөт. Анын кайсы температурада суюктукка өткөндүгүн так айта албайбыз. Аморфтук нерселердин температуранын кайсы интервалында суюктукка өткөндүгүн биле алабыз.

Кристаллдык катуу нерселер ысытуудан температурасы жогорулап, белгилүү бир чоңдукка жеткенде гана эрий баштайт. Демек, кристаллдар белгилүү **эрүү температурасына** ээ. Эрүү башталгандан толук эрип бүткөнгө чейин кандайдыр убакыт талап кылынат. Бул убакыт ичинде эрип жаткан нерсенин температурасы көтөрүлбөй, турактуу бойдон калат. Айрым кристаллдык катуу нерселер үчүн эрүү температурасы төмөнкүдөй болору аныкталган: темир — 1535°С (1808 К); жез — 1083°С (1356 К); вольфрам — 3380°С (3653 К); алюминий — 660°С (933 К); алтын — 1063°С (1336 К); коргошун — 327,3°С (600,3 К).

Кристаллдык катуу нерселердин эрүүсүн, анын ички түзүлүшү боюнча төмөнкүчө түшүндүрөбүз. Ысытуудан бөлүкчөлөрдүн термелүүсү күчөп, түртүшүү күчү чоңоюп, кристалл кеңейе тургандыгын белгилегенбиз. Термелип жаткан бул бөлүкчөлөрдүн кинетикалык энергиясы жетишээрлик чоң болгондо, алар ордуларын таштап кете баштайт. Берилген жылуулук кристалл торчонун бузулушуна жумшалып, нерсенин температурасы көтөрүлбөйт. Торчонун бузулушу, б. а. нерсенин суюктукка өтүшү кандайдыр бир убакытка созулат. Ошентип, кристаллдык нерселердин эрүүсү торчонун бузулушу менен коштолот.

Эриген катуу нерселер, б. а. суюктуктар муздаганда кайра катуу абалга өтүшөт. Катуу абалга өтүү процесси (катуулануу же кристаллдашуу процесси) нерсе эрип, суюк абалга өтүү процессин тескери багытта кайталайт. Сууп, эрүү температурасына жеткенде нерсе катуу абалга өтө баштайт. Катуулануу да кандайдыр бир убакытка созулат.

?

1. Катуу нерселердин жылуулуктан кеңейишин кантип түшүндүрөбүз?
2. Жылуулуктан кеңейүүнүн мисалдарын келтиргиле.
3. Нерселердин сызыктуу же көлөмдүк кеңейүүсү кандай чоңдуктар менен бааланат?
4. Аморфтук жана кристаллдык катуу нерселердин эрүү өзгөчөлүктөрүн айтып бергиле.
5. Кристаллдык катуу нерселердин эрүүсүн, алардын ички түзүлүшү боюнча кандайча түшүндүрөбүз?

Главанын негизги түшүнүктөрү жана алардын байланышы

II бөлүм ЭЛЕКТР КУБУЛУШТАРЫ

VII глава
ЭЛЕКТР ЗАРЯДЫ. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ

§ 38. НЕРСЕЛЕРДИН ЭЛЕКТРЛЕНИШИ ЖӨНҮНДӨГҮ ТАРЫХЫЙ МААЛЫМАТТАР

«Электричество», «электр тогу», «электр энергиясы», «электр куралдары» деген сөз бардыгыбызга тааныш. Электр тогун пайдаланбаган бир дагы үй-бүлө, ишкана же чарба жок. Ал биздин күндөлүк турмушубузга ушунчалык синип, сууну же абаны кандай пайдалансак, электрдин зарылдыгы да ошолордой эле болуп калган. Бирок, жан-жаныбардын жашоосуна зор таасирин тийгизген аба жана суу жаратылыштын байлыгы болсо, электр тогу адамдын акыл аракетинин, практикалык ишмердигинин жемиши болуп эсептелет. Ошондуктан: электр тогу деген эмне? Аны кандайча алууга болот? Электрди алуунун жана пайдалануунун негизинде кандай кубулуштар жатат? – деген суроолор ар дайым пайда болот. Демек, физика курсунун «Электр кубулуштары» деп аталган ушул бөлүмүн жакшылап окуп-үйрөнсөк, жогорку суроолорго жооп таба алабыз.

55-сүрөт. Нерселердин электрленишинин мисалдары.

Алгач «электричество» деген сөздүн келип чыгыш тарыхына кыскача токтололу.

Эгер айнек таякчасын бир барак кагазга сүргүлөп туруп, колго жакындатсак акырын тырсылдаган үндү угабыз. Ал эми караңгыда болсо, үн менен кошо болор-болбос учкундар да көрүнөт. Мындан сырткары ошол эле таякча кагаздын майда айрындыларын, чымчыктын тыбытын, чоргодон сызылып агып чыккан сууну өзүнө тартат (55-сүрөт). Ушундай эле кубулуш тарак менен кургак чачты тараган учурда да пайда болот.

Бир нерсени экинчисине сүргөндөн кийин, анын майда нерселерди өзүнө тартуу кубулушу нерселердин электрлениши деп аталат. Мындай электрленүү кубулушу биз-

56-сүрөт. Электрленген резина кагаздын майда айрындыларын өзүнө тартат.

57-сүрөт. Бирдей заряддалган таякчалар түртүлүшөт.

58-сүрөт. Ар түрдүү заряддалган таякчалар тартылышат.

дин заманга чейинки VI кылымдарда эле белгилүү болгон. Алсак, грек философу Фалес **янтарь** таякчасын жүнгө сүргөндө майда нерселерди тартаарын белгилеген.

Янтарь — жерде жүз миңдеген жылдар мурун өскөн карагайдын таштай катып калган чайыры. Янтарь грекче электрон деген-ди билгизет. Ошондон «электричество» деген ат келип чыккан.

Электр кубулуштары жөнүндөгү илимдин тарыхы англиялык врач Вильям Гильберттин иштери менен башталат. Сүрүлүүдөн электрдин пайда болушу жөнүндөгү эмгегин В. Гильберт 1600-жылы жарыялаган. Ушул эмгекте дүйнөдө биринчи жолу «электричество» термини колдонулган. В. Гильберт ушундай касиетке жалгыз эле янтарь эмес башка нерселер да, мисалы айнектин ээ болорун жазып чыккан. Кийин резина, эбонит, пластмасса, капронду жүнгө сүрткөндө да электрлениши белгилүү болгон.

Электрлөөдө ар дайым эки нерсе катышат.

Нерселерди бири-бирине тийиштирип, кайра ажыратканда электрленүү кубулушу байкалат. Алардын тийишкен беттеринин аянтын чоңойтуш үчүн бири-бирине сүрүшөт. Сүрүлүү учурунда эки нерсе тең электрленет. Эгер айнек таякчасын бир кесим резинага сүрсөк, айнек да, резина да электрленет. Электрленген айнек жана резина кагаздын майда айрындыларын, куштун тыбытын өзүнө тартат (56-сүрөт).

Нерсенин электрленишин кантип байкоого болот? Аны билүү үчүн тажрыйбага кайрылалы. Алгач эбонит таякчасын жүнгө сүртүп электрлеп туруп жипке асып коёбуз. Андан кийин ошондой эле таякчаны жүнгө сүртүп электрлеп туруп, биринчисине жакындатсак, биринчи таякча экинчисинен түртүлүп «качкандыгын» көрөбүз (57-сүрөт). Ал эми кагазга сүртүп электрленген айнек таякчаны жүнгө сүртүп электрленген эбонит таякчасына

жакындатсак, алар бири-бирине тартылышат (58-сүрөт). Демек нерселердин электрлениши, алардын тартылышынан жана түртүлүшүнөн байкалат.

Эми эмне үчүн электрленген нерселер өз ара аракеттенишет? Эмне үчүн биреөлөрү тартылышса, экинчилери түртүлүшөт? Бул заттын же нерсенин кандайдыр бир касиети болуп жүрбөсүн?

?
1. Электр кубулуштарынын турмуштагы мааниси кандай?
2. «Электричество» деген термин качан жана илимге ким тарабынан киргизилген?
3. Нерсенин электрленишинин сырткы белгилери кайсылар?

§ 39. ЭЛЕКТР ЗАРЯДЫ

Айнек таякчасын кагазга же эбонит таякчасын жүнгө сүрткөндө электрленди же ал нерселерге **электр заряды** берилди деп коюшат. Мына биз жаңы электр заряды деген түшүнүккө жолуктук. Электр заряды деген эмне?

Электр заряды — электрленген нерселердин өз ара аракеттешүү касиети. Демек, электр заряды нерселердин электрдик касиетин мүнөздөйт. Нерсенин бул касиети бөлүкчөлөргө таандыкпы? Эми ушул маселеге токтололу.

V класста «Табият таануу» сабагын жана ушул эле курстун башталышында бардык нерселер заттардан турат, ал эми заттар майда бөлүкчөлөрдөн түзүлөт деп окуганбыз.

Ошол майда бөлүкчөлөр **молекула** деп аталат. Демек, жаратылыштагы көпчүлүк заттар молекулалардан турат. Ал эми молекула андан да кичине атомдордон түзүлөт.

Көптөгөн кылымдар бою атом материянын эң майда бөлүкчөсү, ал өзү эч качан бөлүнбөйт деп эсептелип келген. Бирок XX кылымдын башында англиялык окумуштуу Эрнест Резерфорд жүргүзгөн тажрыйба атомдун да татаал түзүлүшкө ээ экендигин көрсөттү.

Э. Резерфорддун жана башка окумуштуулардын эмгектеринин натыйжасында атомдун түзүлүшү Күн системасынын түзүлүшүнө окшош деген жыйынтык чыгарылган.

«Табият таануу» курсунан белгилүү болгондой бардык планеталар Күндүн тегерегинде айланып жүрөт. Ошол сыяктуу атомдун борборунда ядро деп аталган бөлүкчө жайгашкан. Анын тегерегинде электрондор айланып жүрүшөт. Нерсенин электрдик касиети мына ушул бөлүкчөлөргө таандык. Демек, электр заряды да ушул бөлүкчөлөргө тиешелүү.

Резерфорд Эрнест
(1871–1937)

Англиялык физик. Атомдун түзүлүшүн, радиоактивдүүлүк кубулушун, атомдун ядросунун бөлүнүшүн изилдеген.

Жаратылышта жарык жана караңгы, бийик же жапыз, узун же кыска деген карама-каршылыктардай эле электр зарядынын да карама-каршы эки түрү болот. Аларды шарттуу түрдө оң жана терс деп аташкан. Ошентип атомдун ядросу оң зарядга, ал эми электрондор терс зарядга ээ болушат. Оң заряд «+», ал эми терс заряд «−» белгиси менен белгиленет. Ядродогу оң зарядга ээ болгон бөлүкчө протон деп аталат. Кадимки шартта атомдун ядросундагы протондордун саны аны айланып жүргөн электрондордун санына барабар. Протон менен электрондун заряддары да чоңдугу боюнча бирдей. Ал эми протондун массасы электрондун массасынан 1840 эсе чоң.

Кийинки изилдөөлөр атомдун ядросунда протондон башка да бөлүкчөнүн болорун аныктады. Ал бөлүкчө **нейтрон** деп аталат. Анткени ал зарядга ээ эмес. Мындай бөлүкчө электрдик жактан бейтарап болот, башкача айтканда оң да эмес, терс да эмес. Нейтрондун массасы протондун массасынан бир аз чоң.

Жогоруда айтылгандарды жыйынтыктап төмөнкүлөрдү алабыз. Атом ядродон жана электрондордон турат. Ядрону протон жана нейтрондор түзөт. Протон оң зарядга, электрон терс зарядга ээ. Нейтрон зарядга ээ эмес. Электрондор ядронун тегерегинде айланып жүрөт. 59-сүрөттө суутектин, гелийдин жана литийдин атомдорунун моделдери көрсөтүлгөн.

Мында ⊕ — протондордун саны, ⊖ — электрондордун саны, ○ — нейтрондордун саны. Демек, суутектин атомунда бир протон, бир электрон бар. Гелийдин атомунда эки протон, эки электрон, эки нейтрон болот ж. б.

Атомдогу оң заряддардын саны терс заряддардын санына барабар болгондуктан, нормалдуу шартта атом электрдик жактан бейтарап болот.

59-сүрөт. Суутектин, гелийдин, литийдин атомдорунун түзүлүштөрүнүн моделдери.

Ушундай атомдордон турган молекула, ошол молекулалардан турган нерсе да электрдик жактан бейтарап, б. а. нерсе электрленбеген болот.

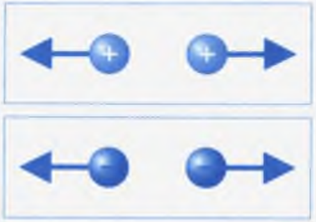
Кайсы учурда нерсе электрленет?

Бир нерсени экинчисине сүргөндө биринин электрону экинчисине өтүп кетет. Анткени электрондор атомдон, ошондой эле нерседен да ажырап кетүүгө жөндөмдүү. Ал эми протондор ядродон оңойлук менен ажырабайт. Натыйжада электронун берген нерседе электрондордун саны аз, ал эми электронду алган нерседе электрондордун саны көп болуп калат. Демек, биринчи нерседе протондордун саны электрондордун санына караганда көп. Ошондуктан биринчи нерсени оң заряддалган (оң ион) деп, ал эми экинчи нерсени терс заряддалган (терс ион) деп аташат.

39-параграфта (57—58-сүрөттөр) электрленген нерселердин бири-бирине тартылышкандыгын жана түртүлүшкөндүгүн байкагандбыз. Алардын себеби бизге эми түшүнүктүү болду.

Бирдей заряд менен заряддалган нерселер түртүлүшөт (60-сүрөт), ал эми түрдүү заряддар менен заряддалган нерселер тартылышат (61-сүрөт).

Нерселердин электрленгендигин же электрленбегендигин билүү үчүн электроскоп деген курал колдонулат. Ал оозу пласт-



60-сүрөт. Бирдей заряддалган нерселер түртүлүшөт.

61-сүрөт. Ар түрдүү заряддалган нерселер тартылышат.

Кулон Шарль Огюстен
(1763–1806)

Француз физиги, армия инженери. Электрдик жана магниттик өз ара аракеттешүүлөрдү изилдеген жана алардын закон ченемдерин аныктаган.

масса кепкек менен бекитилген айнек идиштен турат (62-сүрөт). Кепкек аркылуу металл зым өткөрүлгөн. Анын учуна жука кагаздын эки тилкеси бекитилген. Эгер заряддалган нерсени металл зымдын учуна тийгизсек эки кагаз тилке бири-биринен түртүлүшөт (63-сүрөт). Анткени металл зым аркылуу бир аттуу заряд берилет да, окшош зарядга ээ болгон эки кагаз тилке бири-биринен түртүлүшөт.

Электр заряддарын өткөрүү же өткөрбөөсү боюнча нерселер эки түргө бөлүнөт: өткөргүчтөр жана өткөрбөгүчтөр. Өткөргүчтөргө металлдар, жер кыртышы, ар кандай эритмелер, адамдын денеси ж. у. с. кирет. Ал эми өткөрбөгүчтөргө фарфор, айнек, резина ж. б. кирет. Заттын бул касиеттери жөнүндө кийинки параграфтарда кеңири таанышабыз.

Корутундулап айтсак, электр заряды — заттардын электрдик касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Ал q (кю) тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 кулон (Кл) алынат. Ал француз физиги Шарль Огюстен Кулондун наамынан берилген.

62-сүрөт. Электроскоп.

63-сүрөт. Нерселердин заряддалгандыгын электроскоп менен байкоо.

Жаратылышта эң кичине терс заряд электрондун заряды. Ал e тамгасы менен белгиленет. $e=1{,}602\cdot10^{-19}$Кл. Бул сан россиялык физик А. Ф. Иоффе жана америкалык физик Р. Милликен тарабынан тажрыйбада аныкталган.

?
1. Электр заряды деген эмне?
2. Нерсенин же заттын түзүлүшү жөнүндө эмне билесиңер?
3. Атом кандай бөлүкчөлөрдөн турат?
4. Нерсе кайсы учурда оң, кайсы учурда терс заряддалат?
5. Заряддын белгилениши жана чен бирдиги эмне үчүн алынат?
6. Эң кичине электр заряды эмнеге барабар?

§ 40. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ. ЭЛЕКТР КҮЧҮ. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫНЫН ЧЫҢАЛЫШЫ

64-сүрөт. Электрдик өз ара аракеттешүү абасыз мейкиндикте да байкалат.

Электрленген нерселер бири-бирине тийишпесе деле, аралыктан тартылышары же түртүлүшөрү тажрыйбадан белгилүү болду. Электрленген нерселердин аралыктан аракет этүүлөрүнүн сыры көптөгөн жылдар бою окумуштууларга түшүнүксүз болуп келген.

Аны аныктоодогу биринчи божомол — электрдик аракеттешүү аба аркылуу берилиши мүмкүн. Бул божомолду текшерүү үчүн жөнөкөй тажрыйба жасап көрөлү.

Заряддалган электроскопту аба насосунун калпагынын ичине жайгаштырып, калпактан абаны сордуруп алалы (64-сүрөт). Бул учурда деле электроскоптун кагаз тилкелери бири-биринен түртүлүшкөн бойдон калат. Демек, электрдик өз ара аракеттешүү аба аркылуу берилбейт.

Мындан заряддалган нерселердин ортосунда абадан башка кандайдыр бир материалдуу чөйрөнүн бар экендиги жөнүндөгү жыйынтык келип чыгат. Мындай материалдуу чөйрө электр талаасы деп аталат. Электр талаасы жөнүндөгү түшүнүктү биринчи жолу англиялык физик Майкл Фарадей киргизген.

Фарадейдин окуусуна ылайык ар бир заряддалган нерсенин тегерегинде электр талаасы пайда болот. Кандайдыр бир заряддалган нерсенин электр талаасына башка бир заряддалган нерсени жайгаштырса, алар ошол талаа аркылуу өз ара аракеттени-

Фарадей Майкл
(1791–1867)

Англиялык физик. Электр жана магнит талааларын, алардын касиеттерин изилдеген. Электромагниттик индукция кубулушун ачкан.

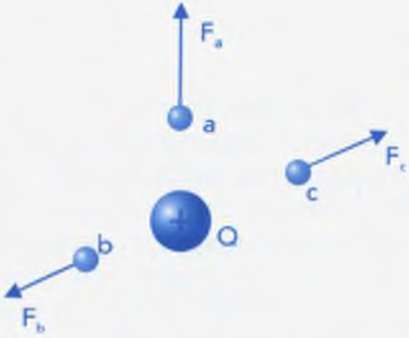
шет. Эгер заряддар теги боюнча бирдей болсо, алар түртүлүшөт. Ал эми алар теги боюнча ар түрдүү болушса тартылышат.

Адатта электр талаасы күч сызыктар аркылуу мүнөздөлөт. Күч сызыктар оң заряддан башталып, бардык тарапка бирдей багытталат. Ал сүрөттө оң заряддан чыккан жебе түрүндө көрсөтүлөт. Жебенин багытталган учу терс зарядга барып бүтөт. Эгер оң жана терс заряддалган эки нерсе берилсе, алардын ортосундагы электр талаасы оң заряддан башталып, терс заряддан бүткөн туташ сызыктар аркылуу мүнөздөлөт.

***Корутунду*: Мейкиндиктеги заряддалган нерселердин тегерегинде электр талаасы болот. Электр талаасы материянын бир түрү. Электрдик өз ара аракеттешүү ошол талаа аркылуу жүрөт.**

Электр талаасынын ошол талаага алынып келинген зарядга аракет жасаган күчү электрдик күч деп аталат. Ал F тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 ньютон алынат.

Электр талаасынын башка заряддарга аракет жасоочу күчү талаанын электрдик чыңалышы (E) аркылуу мүнөздөлөт. Аны аныкташ үчүн оң заряддалган (Q) нерсенин талаасынын ар кандай чекитине эң кичине заряддарды жайгаштырабыз (65-сүрөт). Заряддардын ар бирине ар башка чоңдуктагы күчтөр аракет этет.



65-сүрөт. Электр талаасынын ар кандай чекитине жайгашкан зарядга ар кандай күч аракет жасайт.

Демек, электр талаасынын ар башка чекитиндеги электр та-

лаасынын чыңалышы да ар түрдүү болот. Мисалы, $E_a = \frac{F_a}{q}$, $E_b = \frac{F_b}{q}$,

$E_c = \frac{F_c}{q}$.

***Корутунду*: Электр талаасынын чыңалышы талаанын башка зарядга аракет жасаган күчүнүн, ошол заряддын чоңдугуна болгон катышына барабар:**

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

Электр талаасынын чыңалышынын бирдиги үчүн 1 Н/Кл алынат.

? 1. Заряддалган бөлүкчөлөр кандай чөйрө аркылуу аракеттенишет?
2. Электр талаасы жөнүндөгү түшүнүктү ким киргизген?
3. Электр талаасы материалдуубу?
4. Материянын канча түрү бар?
5. Электрдик күч деген эмне?
6. Электр талаасынын чыңалышын кантип аныктоого болот?

▲ 1. Талаанын кайсы бир чекитинде жайланышкан $10 \cdot 10^{-9}$ Кл зарядга 7 Н күч таасир этет. Ушул чекиттеги талаанын чыңалышын тапкыла. ($7 \cdot 10^2 \frac{Н}{Кл}$)
2. Чыңалышы $5 \frac{Н}{Кл}$ болгон электр талаасынын кайсы бир чекитинде $1 \cdot 10^{-7}$ Кл заряд жайгашкан. Ошол зарядга аракет эткен күчтү эсептегиле. ($5 \cdot 10^{-7}$ Н)
3. Чыңалышы $800 \frac{Н}{Кл}$ болгон талаа зарядга $12 \cdot 10^{-7}$ Н электрдик күч менен аракет этет. Заряддын чоңдугу эмнеге барабар? ($1{,}5 \cdot 10^{-9}$ Кл)

§ 41. КУЛОНДУН ЗАКОНУ

Жогоруда белгиленгендей заряддалган нерселер бири-бирине аракет жасашат. Колдонууга жана айтууга оңой болсун үчүн заряддалган нерселер же заряддалган бөлүкчөлөр аракеттенишет дебестен электр заряддары аракет этишет деп коюшат. Биз дагы ушул шарттуу эрежени колдонобуз. Демек, электр заряддарынын ортосунда электрдик күч аракет этет. Бул күчтү кантип аныктайбыз жана ал эмнеден көз каранды болот?

Бул маселени 1780-жылдары француз физиги Шарль Кулон изилдеген. Ал өз тажрыйбасында айлануучу таразаны пайдаланган (66-сүрөт).

66-сүрөт. Айлануучу таразанын модели.

Ал учурда заряддын чоңдугун так аныктоочу куралдын жок болгондугуна карабастан, Кулон заряддарынын катышы белгилүү болгон кичине шарчаларды даярдаган.

Эгер заряддалган шарды ошондой эле заряддалбаган шар менен тийиштиргенде алар эки шарга тең бөлүштүрүлөт. Натыйжада эки шарда тең алгачкы заряддын 1/2, 1/4 бөлүктөрүн алууга болот.

Ар кандай кыйынчылыктарга карабастан Кулон төмөнкүлөрдү далилдөөгө жетишкен. Заряддалган эки нерсенин өз ара аракеттешүү күчү алардын ар биринин заряддарынын чоңдугуна түз пропорциялаш. Башкача айтканда, эгер бирөөнүн зарядын эки эсе чоңойтсо, күч эки эсе чоңоёт; эгер экөөнүн зарядын тең эки эсе чоңойтсо, күч төрт эсе чоңоёт. Бул эки заряддын ортосундагы аралык туруктуу болгон учурда аткарылат. Заряддалган нерселердин ортосундагы аралыктарды өзгөртсө, аракет этүүчү күч да өзгөрөрүн Кулон аныктаган. Тажрыйбада заряддардын ортосундагы аралыкты эки эсе чоңойтсо, күч төрт эсе кичирейгендиги далилденген.

Жогорудагы айтылгандардын натыйжасында Кулон төмөнкүдөй корутундуга келген. **Заряддалган нерсенин башка заряддалган нерсеге аракет эткен күчү алардын заряддарынын көбөйтүндүсүнө түз, ал эми алардын ортосундагы аралыктын квадратына тескери пропорциялаш.** Бул Кулондун закону деп аталат. Математикалык түрдө төмөнкүчө жазылат.

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

мында k — пропорциялаштык коэффициенти, q_1 жана q_2 — эки нерсенин заряддарынын чоңдугу, r — эки нерсенин ортосундагы аралык.

Кулондун законунун тууралыгы өтө так эксперименттер аркылуу далилденген. Пропорциялаштык коэффициенти:

$$k = 9 \cdot 10^9 \ Н \cdot м^2/Кл^2.$$

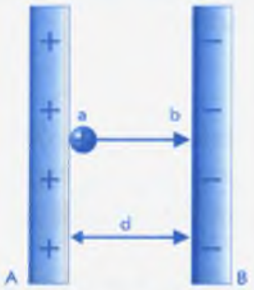
Кулондун законунун, пропорциялаштык коэффициентинин мазмуну, анын тууралыгын далилдөөчү тажрыйбалар менен толугураак жогорку класстын физика курсунда таанышабыз.

? 1. Айлануучу таразанын түзүлүшү жана иштеши жөнүндө өз оюңарды айткыла.
2. Кулондун законунун эрежесин айтып бергиле.
3. Көрүнүшү боюнча Кулондун законунун формуласына окшош кайсы формуланы билесиңер (7-кл.)? Ал формулалар эмнеси менен окшош жана кандайча айырмасы бар?

▲ 1. Ар биринин чоңдуктары $10 \cdot 10^{-9}$ Кл болгон эки заряд, бири-биринен 3 см аралыкта турушат. Өз ара аракеттенишкен күч эмнеге барабар? ($3 \cdot 10^{-6}$ Н)
2. Заряддары $q_1 = 6 \cdot 10^{-6}$ Кл жана $q_2 = -12 \cdot 10^{-6}$ Кл болгон эки кичине шарча бири-бирине 60 см аралыкта жайгашкан. Алардын аракеттешүү күчү эмнеге барабар? ($162 \cdot 10^{-2}$ Н)

§ 42. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫНДАГЫ ЖУМУШ

Заряддалган нерсенин электр талаасына заряддалган башка кичине нерсени алып келсек, ага электр талаасы F күчү менен аракет этет. Эгер экөөнүн заряды теги боюнча бирдей болсо, анда F күчүнүн таасиринде экинчи заряддалган нерсе биринчисинен түртүлүп алыстайт. Демек, экинчи заряддалган нерсе бир чекиттен экинчи чекитке которулуш жасайт. Бул учурда электрдик күч жумуш аткарат. Ал жумушту аныктоо үчүн төмөнкү мисалга кайрылалы.



67-сүрөт. Ар түрдүү заряддалган тилкенин арасына жайгашкан заряддалган бөлүкчө кыймылга келгенде жумуш аткарылат.

Чоңдугу боюнча бирдей, белгилери боюнча карама-каршы заряддалган A жана B пластинкаларынын (67-сүрөт) ортосундагы электр талаасын алалы. Пластинкалардын өлчөмү, алардын ортосундагы аралыкка караганда бир нече эсе чоң болсун. Оң заряд менен заряддалган пластинкага жакын жердеги *a* чекитине оң заряддалган кичине шарчаны жайгаштыралы. Электрдик күч шарчага аракет этип, аны B пластинкасын көздөй жылдырып *b* чекитине которот. Бул учурда электрдик күч жумуш аткарат.

Жумуштун чоңдугу A=F S формуласы менен аныкталарын VII класста окуганбыз. Бирок, мында $F=F_э$ — электрдик күч, S=d — пластинкалардын ортосундагы аралык экендигин эске алып $A=F_эd$ деп жазабыз.

Эгер $E=\frac{F_э}{q}$ формуласынан электрдик күчтү тапсак $F_э=Eq$ болот. Электрдик күчтүн маанисин жумуштун формуласына койсок

$$A=Eqd$$

Мында A — электр талаасынын жумушу, E — электр талаасынын чыңалышы, q — которулууга дуушар болгон кичине шарчанын заряды, d — пластинкалардын ортосундагы аралык.

Адаттагыдай эле электр талаасынын жумушунун бирдиги үчүн 1 джоуль алынат. Демек $1\,Дж = \frac{1\,Н}{Кл} \cdot 1\,Кл \cdot 1\,м = 1\,Н \cdot м$.

Электр талаасынын аткарган жумушу заряддалган нерсенин кыймылынын траекториясынын формасынан көз каранды болбостон, анын баштапкы жана акыркы чекиттердеги абалынан көз каранды болот. Ал биздин мисалда оң заряд менен заряддалган шарча A пластинкасынын жанында чоң потенциалдык энергияга, ал эми B чекитинде кичине потенциалдык энергияга ээ болору менен түшүндүрүлөт. Ал эми терс заряд үчүн тескерисинче болот. Анын жумуш аткарууга жөндөмдүү болгон потенциалдык энергиясы B пластинкасынын жанында чоң болот.

? 1. Механикалык жумуш менен электр талаасындагы жумуштун окшош жактары барбы?
2. Электр талаасындагы жумуштун формуласын жазгыла.
3. Жумуштун бирдиги үчүн эмне алынат? Ал эмнеге барабар?
4. Электр талаасындагы аткарылган жумуш заряддалган бөлүкчөнүн кыймылынын траекториясынан көз карандыбы?

§ 43. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫНЫН ПОТЕНЦИАЛЫ. ЧЫҢАЛУУ

Электр талаасынын күчүн мүнөздөөчү чоңдук чыңалыш экендиги менен биз мурда таанышканбыз. Өткөн параграфтын аягында келтирилгендей электр талаасы потенциалдык энергия менен да мүнөздөлөт. Электр талаасынын ар кандай чекитинде, анын потенциалдык энергиясы да ар кандай болот. Ал энергияны мүнөздөө үчүн электр талаасынын потенциалы де-

ген атайын физикалык чондук киргизилген. Потенциал — лат. сөзү. Бизче күч, кубат дегенди билгизет. **Электр талаасынын потенциалы φ тамгасы менен белгиленет. Электр талаасынын кайсы бир *a* чекитинде *q* заряды E_a потенциалдык энергиясына ээ болсо, анын электрдик потенциалы төмөнкү формула менен аныкталат.**

$$\boxed{\varphi_a = \frac{E_a}{q}}$$

Ошол эле талаанын ***b*** чекитинде жайгашкан ***q*** зарядынын потенциалы: $\varphi_b = \frac{E_b}{q}$.

68-сүрөт. Заряддын электр талаасынын ар кандай чекитинде потенциалдар ар түрдүү болот.

Эгер электр талаасындагы ***a*** жана ***b*** чекиттери 68-сүрөттөгүдөй жайгашса, ***q*** заряды ***a*** чекитинен ***b*** чекитин көздөй которулат да А жумушу аткарылат.

Аткарылган жумуш ***a*** жана ***b*** чекиттериндеги потенциалдык энергиялардын айырмасына барабар. Ал чекиттердеги потенциалдардын айырмасы $\varphi_a - \varphi_b = \frac{E_a - E_b}{q} = \frac{A}{q}$.

Электр талаасынын потенциалдарынын айырмасы электрдик чыңалуу деп аталат. Чыңалуу U тамгасы менен белгиленет. $U = \varphi_a - \varphi_b = \frac{E_a - E_b}{q}$ болгондуктан

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

Чыңалуунун бирдиги үчүн 1 вольт (В) алынат. Ал италиялык физик (1745–1827) Алессандро Вольтанын наамынан коюлган. $1\,В = 1\frac{Дж}{Кл}$.

Айрым учурларда 1 вольттон чоң же кичине бирдиктер колдонулат. Алардын байланышы төмөнкүчө аныкталат.

1 декавольт (дв) = 10 В	1 децивольт (дВ) = 0,1 В
1 гектовольт (гв) = 100 В	1 сантивольт (сВ) = 0,01 В
1 киловольт (кВ) = 1000 В	1 милливольт (мВ) = 0,001 В

Башка сөз менен айтканда, качан **q** заряды потенциалдарынын айырмасы $\varphi_a - \varphi_b$ чекиттеринин ортосунда кыймылдаганда анын потенциалдык энергиясы $E_a - E_b$ га өзгөрөт. Мисалы, 67-сүрөттөгү пластиналардын ортосундагы потенциалдардын айырмасы 6 В болсо, анда 1 Кл заряд ***a*** чекитинен ***b*** чекитине которулганда потенциалдык энергиясын 6 джоулга азайтат. Эгер заряд ***b*** чекитинен ***a*** чекитине которулса потенциалдык энергиясын 6 джоулга көбөйтөт.

A=Eqd формуласын пайдаланып $U = \frac{Eqd}{q}$ же U=Ed формуласын алабыз. Акыркы формула электр талаасынын чыңалышы менен чыңалуусунун ортосундагы байланышты көрсөтөт.

$$1\,В = 1\frac{Н}{Кл} \cdot 1\,м = 1\frac{Дж}{Кл}.$$

Эгер $U = \varphi_a - \varphi_b$ экендигин эске алсак $\varphi_a - \varphi_b = Ed$ келип чыгат.

?
1. Электрдик потенциал электр талаасынын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Электр талаасынын потенциалынын формуласы кандай?
3. Чыңалуу деген эмне? Анын бирдиги.
4. Чыңалуу менен чыңалыштын ортосунда кандай байланыш бар?

▲
1. Электр талаасында $q = 1{,}3 \cdot 10^{-7}$ Кл зарядды которууда $A = 6{,}5 \cdot 10^{-5}$ Дж жумуш аткарылат. Талаанын ошол чекиттеги чыңалуусун тапкыла. ($U_1 = -5 \cdot 10^{-2}$ В – талаанын күчү аткарган учурунда; $U_2 = 5 \cdot 10^{2}$ В – талаанын күчүнө каршы аткарылган жумуш учурунда.)
2. Электр талаасындагы эки чекиттин ортосундагы чыңалуу U = 2 кВ. Чекиттердин ортосундагы аралык 10 см. Талаанын чыңалышы эмнеге барабар? ($2 \cdot 10^4$ В/м)
3. Электр талаасынын бир сызыгында бири биринен 3 см аралыкта жайгашкан эки чекиттин потенциалдарынын айырмасы жайгашкан эки чекиттин потенциалдарынын айырмасы 120 В. Талаанын чыңалышын тапкыла. (4000 В/м)

§ 44. ЗАТТАРДЫН ЭЛЕКТР СЫЙЫМДУУЛУГУ

Заттардын электр сыйымдуулугун окуп үйрөнүү үчүн заттардын жылуулук сыйымдуулугу жөнүндөгү түшүнүктү эске салалы.

Нерсени ысытканда ал өзүнө кандайдыр бир жылуулук санын топтоп алат, ал эми муздаганда ал жылуулук санын бөлүп чыгарат. Ал жылуулук саны заттын тегине, массасына жана температурасынын өзгөрүшүнө көз каранды болот. Заттын жылуулук санын топтоп алуу касиети анын **жылуулук сыйымдуулугу** деп аталат.

Ушул сыяктуу эле ар кандай заттар өзүнө электр заряддарын топтоп алуу касиетине ээ. Затты заряддаган учурда, ал өзүнө кандайдыр бир чоңдуктагы заряддарды топтоп алат да, анын электрдик потенциалы айланасындагы башка заттарга караганда өзгөрүүгө дуушар болот. **Заттардын заряддарды топтоп алуу жана сактап туруу касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук электр сыйымдуулугу деп аталат.** Электр сыйымдуулугу С тамгасы менен белгиленет. Анын чоңдугу

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

формуласы боюнча аныкталат. Бул, нерсенин потенциалын 1 бирдикке өзгөртүү үчүн зарыл болгон заряддын чоңдугун түшүндүрөт.

Электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн 1 фарада (Ф) алынат. $1Ф = 1\frac{Кл}{В}$. 1 фарада — эгер заттын зарядын 1 кулонго өзгөртсөк, анын потенциалы 1 вольтко өзгөрөт дегенди билгизет.

Электр сыйымдуулугунун да фарададан чоң же кичине бирдиктери колдонулат

1 декафарада (дФ) = 10 Ф　　1 миллифара (мФ) = 0,001 Ф
1 гектофарада (гФ) = 100 Ф　　1 микрофарада (мкФ) = 10^{-6} Ф
1 килофарада (кФ) = 1000 Ф　　1 пикофарада (пФ) = 10^{-12} Ф

Заттын электр сыйымдуулугу анын формасынан, өлчөмүнөн, аны курчап турган чөйрөнүн электрдик касиетинен жана алардын өз ара жайланышынан көз каранды болот.

Ал эми заттын электр сыйымдуулугу өтгөргүчтүн материалынан, ошондой эле нерсенин туюктугунан же ичинде көзөнөгү бардыгынан көз каранды эмес. Эгер бирдей эки кубиктин бири туюк, ал эми экинчисинин ичи бош болсо, алардын электр сыйымдуулугу бирдей болот.

? 1. Заттын жылуулук сыйымдуулугу менен электр сыйымдуулугунун ортосундагы кандай окшоштук бар?
2. Электр сыйымдуулугу деген эмне?
3. Электр сыйымдуулугунун формуласын жана бирдигин жазгыла. Физикалык маанисин түшүндүргүлө.

▲ 1. Өткөргүчкө тийбей жана зарядын өзгөртпөстөн, анын потенциалын өзгөртүүгө болобу? Эгер болсо, тажрыйбада көрсөткүлө.

2. Өлчөмү бирдей болгон эки шардын бири туюк, экинчиси кандай. Алардын кайсынысынын электр сыйымдуулугу чоң?
3. Өтгкөргүч затка $q = 1,0 \cdot 10^{-6}$ Кл зарядын бергенде, анын потенциалын $\Delta\varphi = 100$ В көбөйдү. Заттын электр сыйымдуулугун тапкыла. ($1 \cdot 10^{-10}$ Ф $= 1 \cdot 10^{-4}$ мкФ $= 1 \cdot 10^{2}$ пФ)

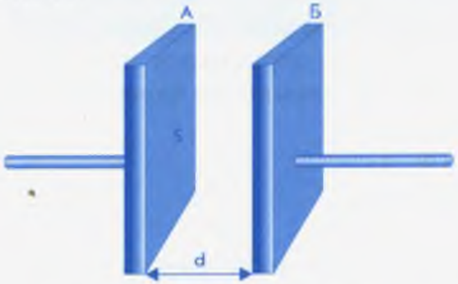
§ 45. КОНДЕНСАТОРЛОР. КОНДЕНСАТОРЛОРДУН СЫЙЫМДУУЛУГУ

«Конденсатор» деген латын сөзү. Бизче «коюлантуу» дегенди билгизет. Электрдик кубулуштарды үйрөнүдө бул сөз электр заряддарын жана алар менен байланышкан электр талааларын топтоштуруу, ирилештирүүгө арналган түзүлүштөр менен байланышта колдонулат. Бул түзүлүштүн пайда болушу «лейден банкасы» деп аталган курал менен байланышта. Ал курал 1745 – жылы немец физиги Э. Г. Клейст (1700 – 1748) тарабынан түзүлгөн. Лейден банкасы ичи жана сырты алюминий фольгасы менен капталган айнек идишинен турат. Аны конденсатор катары биринчи жолу америкалык окумуштуу жана агартуучу Б. Франклин (1706 – 1790) колдонгон.

Конденсатор — электр заряддарын топтоп алууга арналган түзүлүш. Ал бири-бирине жакын жайланышкан, бирок тийишпеген эки өткөргүчтөн турат. Ал өткөргүчтөр **обкладкалар** деп аталат. Алардын ортосу өткөрбөгүч заттар (диэлектриктер) менен бөлүнүп турат. 69-сүрөттө эң жөнөкөй жалпак конденсатор көрсөтүлгөн.

Мында А жана Б конденсатордун обкладкалары. Алар өткөргүчтөрдөн, негизинен металлдан жасалат. S — ар бир обкладканын аянты. d — обкладкалардын ортосундагы аралык. Обкладкалардын арасы өткөрбөгүч — аба менен бөлүнгөн.

Конденсаторлор электр схемаларында 70-сүрөттөгүдөй белгиленет.



69-сүрөт. Конденсатор.

70-сүрөт. Конденсатордун схемада шарттуу белгилениши.

Конденсатордун электр заряддарын жана алар менен байланышкан электр талаасын «коюлантышын» байкоо үчүн төмөнкүдөй тажрыйба жүргүзсө болот. 69-сүрөттөгүдөй жалпак конденсаторлорду диэлектриктүү койгучка орнотуп, анын пластиналарын электрометрге туташтырабыз. Анын бир клеммасы жерге туташтырылат.

Эгер B пластинасынын сырткы бетине q оң заряды менен заряддалган шарды тийгизсек, ага өзүнүн оң зарядын берет. Ошол учурда жер менен туташтырылган A пластинасы −q терс заряды менен заряддалат. Ошол учурда электрометр эки пластинанын ортосундагы потенциалдардын айырмасын көргөзөт.

Ушундай эле жол менен B пластинасына q оң зарядын берсек, A пластинасы −q зарядын алат. Натыйжада ар бир пластинада 2q жана −2q заряддары пайда болот. Ал электрометрдин көрсөтүүсү эки эсе чоңойгондугу менен далилденет.

Эгерде пластиналарды бири-бирине жакындатсак ортосундагы потенциалдардын айырмасы кичирейип, электрометрдин көрсөтүүсү азаят. Пластиналарды жакындаткандан кийин, алардын зарядын чоңойтсок, электрометр потенциалдардын айырмасынын чоңойгондугун көрсөтөт.

Эгер конденсатордун пластиналарын электр тогунун булагына туташтырсак, алар карама-каршы белгидеги заряддарды алышат. Ал заряддар конденсатордун пластиналарын ток булагынан ажыраткандан кийин да сакталып турарын электрометр көрсөтөт. Бул тажрыбалар конденсатордун заряддарды өзүнө топтоп алуусунун жана аларды кармап туруусунун ачык далили боло алат. Конденсатордун мындай касиетин сандык жактан мүнөздөө үчүн атайын чоңдук киргизилген. Ал конденсатордун электр сыйымдуулугу деп аталат. C тамгасы менен белгиленет.

Конденсатордун электр сыйымдуулугу — конденсаторлордун электр заряддарын топтоо, ошондой эле топтолгон заряддарды жана аны менен байланышкан электр талаасын сактап туруу касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Конденсатордун электр сыйымдуулугу бир пластинанын зарядынын пластиналардын ортосундагы чыңалууга болгон катышына барабар:

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

U=Ed болгондуктан $C = \frac{q}{Ed}$. Конденсатордун электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн деле фарада алынат.

Практикада конденсаторлордун ар кандай түрлөрү колдонулат. Алар конденсаторлордун эки белгиси боюнча бөлүнүшөт. Биринчиси электр сыйымдуулугу туруктуу жана өзгөрмөлүү болгон конденсаторлор. Ошондуктан алар туруктуу конденсатор же өзгөрмөлүү конденсатор деп аталышат.

Экинчиси, ар кандай диэлектриктер колдонулган конденсаторлор. Негизинен конденсаторлордо аба, керамика, слюда, кагаз, айнек жана башка диэлектриктер колдонулат. Алардын аттары пайдаланылган диэлектриктердин атына жараша болот. Мисалы, диэлектрик катары керамика колдонулса, керамикалуу конденсатор деп аталат. Ар бир конденсатордун түрү өзүнчө касиетке ээ болуп, алар ар кандай максатта колдонулат.

Чоң сыйымдуулуктагы конденсаторду алыш үчүн бир нече конденсаторду бири-бирине жарыш туташтырып коюшат. Аны конденсаторлордун батареясы деп аташат.

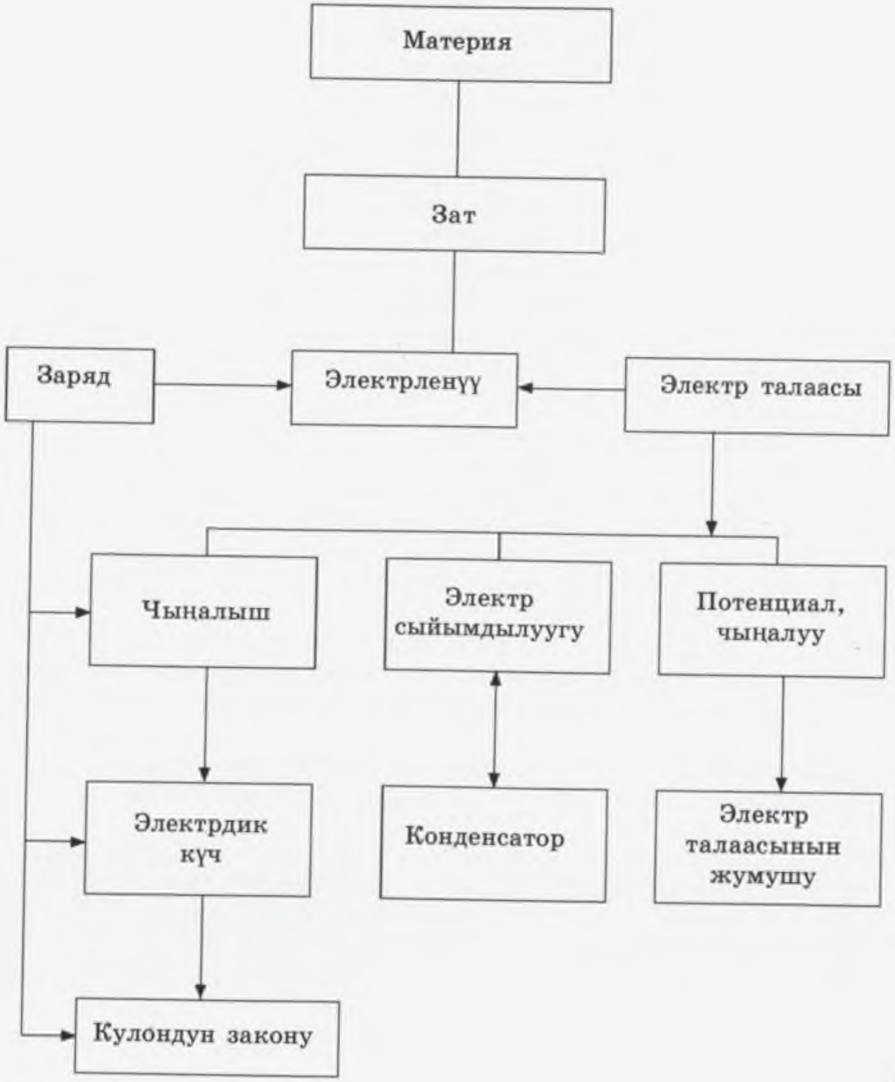
?

1. Конденсатор деген эмне?
2. Конденсатордун түзүлүшү.
3. Конденсатордун сыйымдуулугу эмнеге барабар?
4. Конденсатордун заряддары топтоо касиетин далилдөөчү кандай тажрыйбаларды билесиңер? Андай тажрыйбаларды өзүңөр да ойлоп табууга аракет жасагыла.

▲

1. Сыйымдуулугу 0,1 мкФ болгон конденсатордун обкладкаларынын ортосундагы потенциалдардын айырмасы 175 вольтко өзгөрдү. Конденсатордун зарядынын өзгөрүүстн тапкыла ($17{,}5 \cdot 10^{-6}$ Кл)
2. Конденсаторго $2 \cdot 10^{-2}$ Кл заряд бергенде, чыналуусу 40 вольтко барабар болду. Конденсатордун сыйымдуулугун тапкыла (500 мкФ)
3. Сыйымдуулугу 0,02 мкФ конденсаторду ток булагына туташтырганда 10^{-8} Кл заряд топтоп алды. Эгер конденсатордун пластиналарынын ортосундагы аралык 5 мм болсо, электр талаасынын чыңалышын тапкыла. ($0{,}5 \cdot 10^{-3}$ Н/Кл).

VII глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы



ТУРАКТУУ ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 46. ЭЛЕКТР ТОГУ. ЭЛЕКТР ТОГУНУН БУЛАГЫ

Электр тогу түшүнүгү ар кимибизге белгилүү. Бирок анын физикалык мааниси эмнеде?

Ал үчүн алды менен ток деген сөз эмнени түшүндүрөрүн билип алалы. «Ток» деген сөз кыймыл же бир нерсенин агымы дегенди билгизет. Мисалы, суунун кыймылы же анын агымы жөнүндө сөз болсо, сууну түзгөн бөлүкчөлөрдүн агымын же алардын кыймылын түшүнөбүз. Ал эми электр тогу дегендечи?

Электрди алып жүрүүчүлөр кайсылар? Электрондор жана башка заряддалган бөлүкчөлөр. Мисалы, иондор. Демек өткөргүчтөрдө ар кандай заряддуу бөлүкчөлөр которулуп, агып жүрүшү мүмкүн.

Электр тогу деп өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылын айтабыз.

Өткөргүчтө электр тогун алыш үчүн анда электр талаасын түзүш керек. Ал талаа өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөргө таасир этет. Натыйжада бөлүкчөлөр багытталган кыймылга келип, электр тогу пайда болот.

Өткөргүчтө үзгүлтүксүз ток болсун үчүн, анда ар дайым электр талаасы болуп турушу керек. Өткөргүчтөгү электр талаасы **электр тогунун булагы** аркылуу түзүлөт.

Турмушта электр тогунун ар кандай булактары колдонулат. Алардын бардыгында кандайдыр бир энергиянын түрү сөзсүз

71-сүрөт. Электрофордук машина.

72-сүрөт. Термоэлементтин ток булагы катары көрсөтүлүшү.

73-сүрөт. Фотоэлементтин ток булагы катары көрсөтүлүшү.

74-сүрөт. Гальваникалык элемент (батарея).

электр энергиясына айланат. Мисалы, механикалык энергияны электр энергиясына айландыруучу курал электрофордук машина деп аталат (71-сүрөт); жылуулук энергиясын электр энергиясына айландыруучу курал термоэлемент деп аталат (72-сүрөт); жарык энергиясын электр энергиясына айландыруучу курал фотоэлемент деп аталат (73-сүрөт); химиялык реакциянын натыйжасында пайда болуучу ички энергияны электр энергиясына айландыруучу курал гальваникалык элемент деп аталат (74-сүрөт). Мына жогоруда аталгандардын бардыгы электр тогунун булагы болуп саналат. Алардын түзүлүшү, иштеши жөнүндөгү кеңири маалыматты жогорку класстардан алабыз.

Электр тогун окуп үйрөнүүнүн алгачкы этабында көбүнчө биз гальваникалык элементтерди колдонобуз. Анын милдетин силер күнүгө колдонуп жүргөн ар кандай батареялар жана аккумуляторлор аткарат.

Жогоруда келтирилген электр тогунун булактарынын бардыгында оң жана терс заряддалган бөлүкчөлөрдүн бөлүнүүсү болуп турат. Ал заряддар ток булагынын уюлдарына топтолушат. Ток булагынын бир уюлуна оң заряддар, ал эми экинчи уюлуна терс заряддар топтолушат. Эгер ток булагынын оң жана терс уюлун металл өткөргүч аркылуу туташтырсак, анда электр талаасы пайда болуп, өткөргүч аркылуу заряддардын багытталган кыймылы жүрөт, б. а. өткөргүч аркылуу ток өтөт.

?
1. «Ток» деген сөздүн мааниси эмнеде?
2. Электр тогу деген эмне?
3. Электр тогун алыш үчүн кандай шарттар керек?
4. Ток булагынын кандай түрлөрүн билесиңер? Алардын ар бири жөнүндө өзүңөрдүн оюңарды айткыла.
5. Ток булактарынын бардыгында кандай кубулуш жүрүшү мүмкүн?

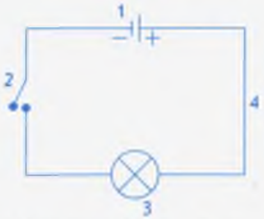
§ 47. ЭЛЕКТР ЧЫНЖЫРЫ ЖАНА АНЫН БӨЛҮКТӨРҮ

Электр тогунун адамдын турмушундагы ролу өтө чоң экендигин билебиз. Алар болсо электр тогунун күндөлүк жашоодогу колдонулушу менен шартталат. Электр лампочкасы, электр плиткасы, кир жуугуч машина, телевизор жана башка куралдар электр тогунун жардамында иштейт. Буларды электр тогун керектөөчүлөр деп аташат.

Токту керектөөчү куралдардын иштеши үчүн, алар ток булагына өткөргүчтөр (зымдар) аркылуу бириктирилиши керек. Куралдардын нормалдуу иштешин камсыз кылуу үчүн атайын жөнгө салуучу түзүлүштөр колдонулат. Мисалы, лампочканы мезгил-мезгили менен өчүрүп, күйгүзүп туруу үчүн ажыраткычтар жана кошкучтар колдонулат. Ал эми ар кандай түзүлүштөрдү электр тогуна кошуп же ажыратып туруу үчүн кнопкалар, рубильниктер, ачкычтар пайдаланылат. Демек, электр энергиясын турмушта пайдалануу үчүн электр чынжырлары түзүлөт.

Электр чынжыры ток булагынан, токту керектөөчүлөрдөн жана жөнгө салуучу түзүлүштөрдөн турат. 75-сүрөттө жөнөкөй электр чынжырынын схемасы көрсөтүлгөн. Мында: 1 — ток булагы; 2 — ажыраткыч; 3 — электр лампочкасы; 4 — туташтыруучу зымдар. Бул жөнөкөй чынжыр чөнтөк фонарынын схемасын элестетет. Электр лампочкасы электр тогун керектөөчүнүн милдетин аткарат.

Электр чынжырында токтун ар дайым болуп турушунун бирден бир шарты чынжырдын туюк болушу эсептелет. Мисалы, 75-сүрөттөгү чынжыр туюк эмес. Демек, бул чынжыр аркылуу ток өтпөйт. Чынжырды туюктап же үзүп туруш үчүн кошкуч же ажыраткыч колдонулат.



75-сүрөт. Туюк эмес электр чынжыры.

Туюкталган чынжыр 76-сүрөттөгүдөй формада болушу мүмкүн. Мындай учурда көрсөтүлгөн чынжыр аркылуу электр тогу өтөт. Анын далили болуп электр лампочкасынын күйүшү эсептелет.

76-сүрөт. Туюк электр чынжыры.

Электрдик куралдарды, ток булагын жана башка түзүлүштөрдү бириктирүүнүн жолдорун көрсөтүүчү чийме электрдик схема деп аталат. Электрдик схемада электр тогун керектөөчү куралдар жана түзүлүштөр атайын белги менен белгиленет (77-сүрөт).

77-сүрөт. Электрдик куралдардын жана түзүлүштөрдүн схемадагы шарттуу белгилениши.

?
1. Электрди керектөөчүлөр кайсылар?
2. Электр чынжыры эмнеден турат?
3. Электр чынжырында ток булагынын мааниси кандай?
4. Электрдик схемадагы шарттуу белгилерден мисал келтиргиле.
5. Жөнөкөй чөнтөк фонарынын схемасын чийгиле.
6. Кайсыл учурда чынжыр туюк, кайсы учурда ажыратылган болот? Схемасын чийгиле.

§ 48. ЭЛЕКТР ТОГУНУН АРАКЕТТЕРИ

Өткөргүчтө өтүп жаткан токту көз менен көрүүгө, үнүн же жытын сезүүгө мүмкүн эмес. Андай болсо токтун бар экендигин кантип билебиз? Албетте ал үчүн атайын куралдар колдонулат. Алар менен кийинчерээк таанышабыз. Бул жерде болсо электр тогунун адамдын сезүү органдарына таасир этүүчү аракеттерине токтололу.

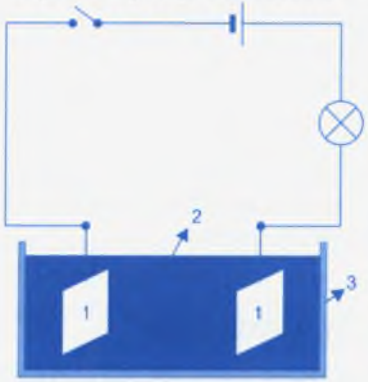
Токтун жылуулук аракети менен биз күндөлүк турмушта кеңири таанышпыз. Мисалы, үйдө колдонулуп жүргөн электр лампочкасынын ичиндеги вольфрам зымы аркылуу ток өткөндө, ал ысып, күчтүү жарык бөлүп чыгарат. Ушундай эле кубулушту электр плитасынын иштешинен да көрүүгө болот. Мектеп шартында жөнөкөй тажрыйба жасап, токтун жылуулук аракетин байкоого болот.

78-сүрөт. Токтун жылуулук аракетин көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

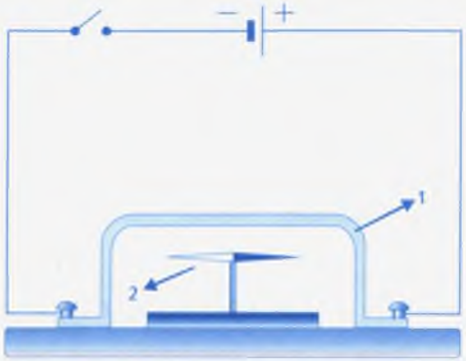
Ал үчүн 78-сүрөттөгү электр чынжырын чогултабыз. AB чекитинин ортосунда темир же никелинден жасалган зым. Качан гана чынжырды туюктаганда зым аркылуу ток өтүп ысыйт. Металл зым жылуулуктан кеңейгендиктен бир аз узарып, салаңдап калат. Токтун жылуулук аракетинин турмуштагы башка дагы байкалыштарынан мисалдар келтирсе болот. Алар жөнүндө ойлонуп көргүлө.

Токтун химиялык аракети туздардын, кислоталардын эритмеси аркылуу токтун өткөнү электроддордо заттардын бөлүнүп чыгуусу менен мүнөздөлөт. Бул кубулушту байкоо үчүн 79-сүрөттөгү схеманы чогултабыз. Мында, 1 — электроддор, 2 — көк таштын суудагы эритмеси, 3 — электролиттик идиш. Чынжырды туюктаганда электроддун бири терс, экинчиси оң зарядга ээ болот. Көк таштын эритмеси аркылуу ток өтүп, лампочка күйөт. Бир аз убакыт өткөндөн кийин терс заряддалган электроддун бетинде таза жездин пайда болгонун көрөбүз. Анткени көк таштын эритмесинде ($CuSO_4$) жездин бар экендиги белгилүү. Токтун мындай аракети таза металлдарды алуу үчүн колдонулат.

Токтун магниттик аракетин да тажрыйбадан жана турмуштук мисалдардан байкаса болот. 80-сүрөттөгү электр чынжырын карап көрөлү. Мында, 1 — жыгачка бекитилген жез зымы, 2 —



79-сүрөт. Токтун химиялык аракетин көрсөтүүчү түзүлүш.



80-сүрөт. Токтун магниттик касиетин көрсөтүүчү түзүлүш.

81-сүрөт. Гальванометр.

магнит жебеси. Чынжырды туюктаганда жез зымынын жанына коюлган магнит жебеси өзүнүн багытын өзгөртөт. Ал кандайдыр бир бурчка кыйшайып, башкача абалды ээлеп калат. Бул электр тогунун магниттик аракетин мүнөздөйт.

Башка дагы жөнөкөй тажрыйбага кайрылса болот. Мисалы, узунураак мыкка сыртында изоляциясы бар зымды ороп, анын учтарын ток булагына бириктиребиз. Эгер чоң мыкка майда мыктарды, ийнени же төөнөгүчтү жакындатсак, алар магнитке тартылгандай эле тартылат.

Электр тогу менен магниттин өз ара аракети турмушта жана техникада кеңири колдонулат. Мисалы, электромагниттик жүк көтөрүүчү крандар жана электрдик өлчөөчү куралдар. Электр чынжырында токтун бар экендигин билүүчү жөнөкөй курал гальванометр деп аталат. Анын сырткы көрүнүшү 81а-сүрөттө, ал эми схемада белгилениши 81б-сүрөттө көрсөтүлгөн.

?
1. Электр тогунун кандай аракеттерин билесиңер?
2. Токтун жылуулук аракеттерин кандай тажрыйбада байкаса болот? Турмуштан мисалдар келтиргиле.
3. Токтун химиялык аракетин кантип байкоого болот?
4. Токтун химиялык аракетин колдонууга мисал келтиргиле.
5. Токтун магниттик аракетин байкоого мисалдар келтиргиле.
6. Токтун магниттик аракетин үй шартында байкагыла. Колдонуучу материалдар: батарея, узун мык, сырты изоляцияланган зымдар, майда мыктар, ийне же төөнөгүчтөр.

§ 49. ТОКТУН БАГЫТЫ. ТОК КҮЧҮ. АМПЕРМЕТР

Электр тогу өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы экендигин билебиз. Тажрыйбада далилденгендей металлдарда токту алып жүрүүчүлөр бош электрондор, ал эми

Ампер Андре Мари
(1775–1836)

Француз физиги жана математиги. Электрдик жана магниттик кубулуштардын теориясын ачкан. Илимге «Электр тогу» деген түшүнүктү биринчи киргизген.

эритмелерде (мисалы, көк таштын суудагы эритмеси) болсо оң жана терс иондор болушат.

Күндөлүк тажрыйбада чынжырдагы токтун багытын билүү өзгөчө мааниге ээ. Чынжырдагы токтун багыты ток булагынын оң уюлунан терс уюлуна карай багытталат деп шарттуу түрдө кабыл алынган. Мисалы, 82-сүрөттө чынжырдагы токтун багыты жебе аркылуу көрсөтүлгөн.

Токтун аракеттери эмнеден көз каранды болот? Токтун аракетинин даражасын мүнөздөө үчүн атайын чоңдук киргизилет. Ал ток күчү деп аталат. I тамгасы менен белгиленет.

Өткөргүчтүн кесилиш аянты аркылуу убакыт бирдиги ичинде өткөн заряддардын санын көрсөтүүчү физикалык чоңдук ток күчү деп аталат. Эгер заряды q, убакытты t тамгасы менен белгилесек, ток күчү

$$I = \frac{q}{t}$$

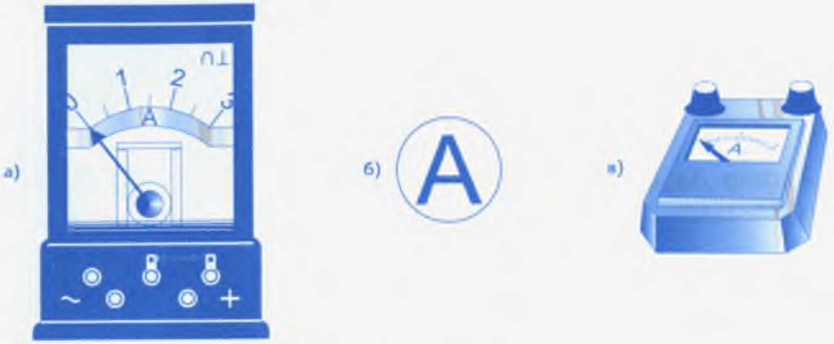
болот.

Ток күчүнүн бирдиги үчүн 1 ампер (А) алынат. Ал токтун законченемдерин ачууга зор салым кошкон француз окумуштуусу Ампердин ысымынан алынган.

$1\,А = \frac{1\,Кл}{1\,с}$. Демек, өткөргүчтүн кесилиш аянты аркылуу 1 секундада 1 Кл заряд өтсө, ал чынжырдагы ток күчү 1 амперге барабар.

82-сүрөт. Чынжырдагы токтун багыты жебе аркылуу көрсөтүлгөн.

Турмушта ток күчүнүн: миллиампер (мА), микроампер (мкА), килоампер (кА) деген бирдиктери колдонулат.

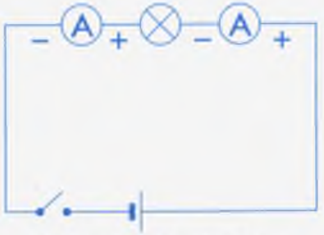


83-сүрөт. Амперметр.

1 мА=0,001 А; 1 мкА=0,000001 А; 1 кА=1000 А.

Чынжырдагы ток күчүн өлчөөчү курал амперметр деп аталат. Амперметрдин жалпы көрүнүшү 83а-сүрөттө, схемадагы белгилениши 83б-сүрөттө көрсөтүлгөн. Амперметрдин иштөөсү да токтун магниттик касиетине негизделген. Мектеп шартында амперметрдин ар кандай түрлөрү колдонулат. Алар демонстрациялык (83а-сүрөт) жана лабораториялык (83в-сүрөт) болуп бөлүнөт.

84-сүрөт. Амперметрди чынжырга туташтыруу.



85-сүрөт. Амперметрлерди чынжырга удаалаш туташтыруу.

Электр чынжырына амперметр удаалаш туташтырылат (84-сүрөт). Амперметрдин клеммаларында (+) жана (−) белгилери коюлган. Ар дайым ток булагынын оң уюлунан келген өткөргүчтү амперметрдин (+) менен белгиленген оң уюлуна бириктирүү керек. Эгер чынжырдын ар кандай бөлүгүнө бир нече амперметрлерди туташтырсак (85-сүрөт) алардын бардыгы бирдей ток күчүн көрсөтөт. Антке-ни, өткөргүч аркылуу 1 секундада өткөн заряддардын саны бирдей. Амперметрдин шкаласы, шкаланын баасы, ток күчүнүн мааниси башка өлчөөчү куралдардагыдай эле аныкталат.

?

1. Электр тогунун багыты кандайча аныкталат?
2. Электр тогун пайда кылуучу бөлүкчөлөр кайсылар?
3. Ток күчү эмнени мүнөздөйт?
4. Ток күчүнүн чоңдугу эмнеге барабар?
5. Ток күчүнүн формуласы кандай жазылат?
6. Ток күчүнүн бирдиги үчүн эмне алынат?
7. 1 ампер деген эмнени билгизет?
8. Амперметр деген эмне?
9. Амперметр электр чынжырына кандайча бириктирилет?
10. Амперметрдин кандай түрлөрүн билесиңер?

▲

1. Электр плиткасынын чынжырында ток күчү 1,4 А. Анын спиралынын кесилиш аянты аркылуу 10 минутада кандай электр заряды өтөт? (840 Кл).
2. Төмөнкүлөрдү амперге айландыргыла: 1000 мА; 120 мА; 30000 мкА; 5 кА.
3. Электр лампочкасынын зымы боюнча 1 минутада 24 Кл электр заряды өтөт. Ток күчүн аныктагыла. (0,4 А)
4. 86-сүрөттөгү амперметрдин шкаласынын баасы кандай?
5. 86-сүрөттөгү амперметр көрсөткөн ток күчүнүн мааниси эмнеге барабар?

86-сүрөт. Амперметрдин шкаласы.

§ 50. ЭЛЕКТР ЧЫҢАЛУУСУ. ВОЛЬТМЕТР

Чынжырдагы электр тогу токтун булагы тарабынан түзүлгөн электр талаасынын таасиринде пайда болот. Электр талаасы өткөргүчтөгү электрондорго таасир этип, аларды багытталган кыймылга келтирет. Токтун чоң же кичине болушу электр талаасынын энергиясына байланыштуу. Ал болсо электр талаасындагы потенциалдардын айырмасына же чыңалууга жараша болот.

Электр тогу түзгөн электр талаасынын энергиясын мүнөздөөчү физикалык чоңдук электр чыңалуусу деп аталат. Чыңалуу ар дайым электр талаасы аткарган жумуш менен аныкталат. Анткени өткөргүчтөр аркылуу заряддалган бөлүкчөлөр кыймылга келгенде электр талаасы жумуш аткарат. Эгер кандайдыр бир q зарядын которуштурууда аткарылган жумуш белгилүү болсо, чынжырдын ошол бөлүгүндөгү чыңалуу:

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

болот.

Вольта Алессандро
(1745–1827)

Италия физиги. Электр тогу жөнүндөгү окууга негиз салуучулардын бири. Биринчи жолу гальваникалык элементти түзгөн.

Чыңалуунун бирдиги үчүн 1 вольт (В) алынат. Ал электр тогун изилдөө боюнча көп эмгек сиңирген италиялык физик Алессандро Вольтанын ысымынан аталган (§ 44тү карагыла).

$$1\,В=\frac{1\,Дж}{1\,Кл}.$$

Бул, өткөргүч боюнча 1 Кл зарядды которууда 1 Дж жумуш аткарууга жөндөмдүү болгон талаанын чыңалуусу 1 В дегенди билдирет.

Чыңалуунун бирдиги үчүн вольттон башка: милливольт (мВ) жана киловольт (кВ) алынат: 1 мВ=0,001 В; 1 кВ=1000 В.

Күндөлүк турмушубузда ар кандай чыңалууну колдонууга туура келет. Электр батареяларындагы чыңалуу 1,5—3 В болсо, жарык берүүчү тармактагы чыңалуу 127 жана 220 В болот. Ал эми электр энергиясын алыс аралыкка берүүчү жогорку вольттуу линияларда чыңалуу болжол менен 500000 В го барабар.

Жогорку чыңалуу адамдын өмүрү үчүн коркунучтуу. Мисалы, жогорку вольттуу линиянын бир зымы менен жердин ортосундагы чыңалуу 100000 В болсун дейли. Эгер кандайдыр өткөргүч менен ал зымды жерге туташтырсак 1 Кл заряд өткөндө 100000 Дж жумуш аткарылат. Бул массасы 1000 кг нерсе 10 м бийиктиктен кулап түшкөндөгү аткарылган жумушка барабар. Албетте бул өтө коркунучтуу. Ошондуктан ток менен иштегенде өтө сактык талап кылынат. Нымдуу бөлмөлөрдө 12 В, ал эми кургак бөлмөдө 36 В адамдын өмүрүнө анча зыян алып келбейт.

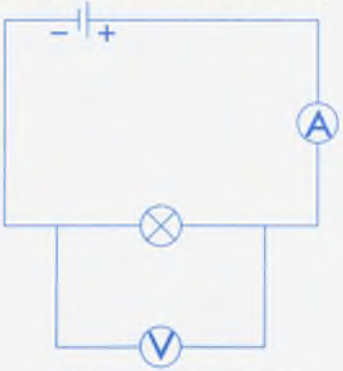
Ток булагынын уюлдарындагы же чынжырдын ар кандай бөлүктөрүндөгү чыңалууну өлчөөчү курал **вольтметр** деп аталат. Мектепте тажрыйба көрсөтүүгө арналган вольтметрдин сырткы көрүнүшү 87а-сүрөттө, схемасы 87б-сүрөттө, лабораторияда колдонулуучу вольтметр 87в-сүрөттө келтирилген.

87-сүрөт. Вольтметр.

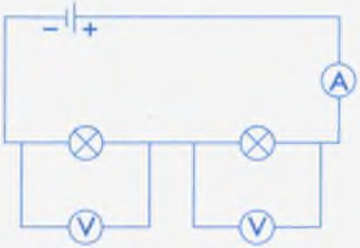
Вольтметрлер сырткы түзүлүшү боюнча амперметрлерге окшош болот. Аларды жеңил айырмалаш үчүн вольтметрдин бетинде «V», амперметрдин бетинде «A» тамгасы жазылган. Ар дайым вольтметрди чынжырга туташтырганда «+» белгиси бар клеммага ток булагынын оң уюлунан келген өткөргүч кошулат.

Вольтметр электр чынжырына жарыш туташтырылат (88-сүрөт).

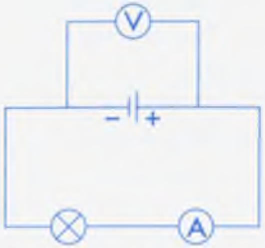
Чынжырдын ар кандай бөлүгүндөгү чыңалууну өлчөш керек болсо, вольтметрди ошол бөлүктүн учтарына туташтырат (89-сүрөт). Эгер сүрөттөгү лампочкалар ар түрдүү болсо, алардын учтарындагы чыңалуу да ар түрдүү болот. Ток булагынын уюлдарындагы чыңалууну өлчөө үчүн вольтметрди ток булагынын уюлдарына түздөн-түз бириктиришет (90-сүрөт).



88-сүрөт. Вольтметрди чынжырга туташтыруу.



89-сүрөт. Чынжырдын ар кандай бөлүгүнө вольтметрди туташтыруу.



90-сүрөт. Вольтметрди ток булагынын уюлуна туташтыруу.

?
1. Электр чыңалуусу электр талаасынын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Электр чыңалуусу деген эмне?

3. Чыңалуунун бирдиги үчүн эмне алынат?
4. 1 В эмнени билгизет?
5. Чыңалуунун вольттон башка кандай бирдиктери бар?
6. Чыңалуу кандай куралдын жардамы менен өлчөнөт?
7. Чынжырдын бөлүгүндөгү чыңалууну өлчөө үчүн вольтметрди кандайча туташтырат?
8. Ток булагынын чыңалуусун өлчөө үчүн вольтметрди кандай туташтырат?

▲ 1. Лампочканын чыңалуусу 3,5 В. Ал аркылуу канча электр заряды өткөндө 84 Дж жумуш аткарылат? (24 Кл).
2. Вольтко айландыргыла: 1000 мВ; 15 кВ; 160 мВ; 3,5 кВ.
3. 91-сүрөттөгү вольтметрдин шкаласынын баасын жана ошол вольтметр көрсөткөн чыңалуунун маанисин аныктагыла.
4. Ток булагы, ажыраткыч, лампочка, амперметр жана вольтметр берилген. Ток булагындагы чыңалууну өлчөгөн учур үчүн чынжырдын схемасын чийгиле.
5. Вольтметрдин иштөөсү токтун кандай аракетине негизделген деп ойлойсуңар?

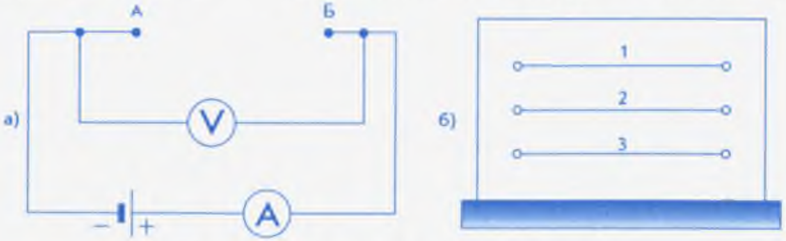
91-сүрөт. Вольтметрдин шкаласы.

§ 51. ӨТКӨРГҮЧТҮН ЭЛЕКТРДИК КАРШЫЛЫГЫ

Биз буга чейин электр тогун мүнөздөй турган эки чоңдук менен тааныштык. Алар ток күчү жана чыңалуу. Эми чынжырдагы ток күчү өткөргүчтүн тегинен, башкача айтканда өткөргүч кандай заттан жасалганынан көз каранды болобу деген суроого жооп издеп көрөлү. Ал үчүн 92а-сүрөттөгү схеманы чогулталы.

Схеманын АБ бөлүгүнө 92б-сүрөттө көрсөтүлгөн өткөргүчтөрдү катары менен бириктирип, амперметрдин көрсөтүүсүнө байкоо жүргүзөбүз.

92б-сүрөттө жыгач тактасынын бетине үч металл зым бекитилген. Биринчиси — темир зым, экинчиси — никелин зым,



92-сүрөт. Өткөргүчтүн электрдик каршылыгын аныктоого арналган тажрыйба.

Ом Георг
(1787–1854)

Немец физиги. Ток күчүнүн, чыңалуунун жана каршылыктын ортосундагы байланышты көрсөтүүчү законду теорияда ачкан жана тажрыйбада далилдеген.

үчүнчүсү — жез зым. Алардын узундугу жана кесилиш аянттары бирдей. Алгач темир зымды чынжырдын АБ бөлүгүнө бириктирип, амперметрдин көрсөтүүсүн жазып алабыз. Андан кийин чынжырга никелин зымын бириктирсек ток күчүнүн азайгандыгын байкайбыз. Эгер чынжырга жез зымды кошсок ток күчү бир нече эсе жогорулайт. Ал эми АБ бөлүгүнүн учтарындагы чыңалуу үч учурда тең бирдей болорун вольтметр көрсөтүп турат. Демек, чынжырдагы ток күчү өткөргүчтүн материалынан көз каранды деген жыйынтык келип чыгат. Ал, ар кандай өткөргүч токтун өтүшүнө ар башкача таасир этет дегенди билдирет. Заттардын мындай касиетин мүнөздөөчү чоңдукту **электр каршылыгы** деп аташат.

Электр каршылыгы — өткөргүчтүн электр өткөрүмдүүлүгүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Ал R тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 Ом алынат. Бул бирдик немец физиги Омдун ысымынан аталган.

Каршылыктын Омдон чоң жана кичине да бирдиктери колдонулат: миллиом (мОм); килоом (кОм); мегаом (МОм).

1 мОм=0,001 Ом; 1 кОм=1000 Ом; 1 МОм=1000000 Ом.

Электр каршылыгынын болушунун себеби эмнеде? Металлдардагы электр тогу андагы электрондордун багытталган кыймылы. Демек, электрондор өткөргүч боюнча кыймылга келгенде кристаллдык торчолордун иондору менен кагылышып, тосколдукка учурайт. Ошонун натыйжасында өткөргүчтүн кесилиш аянты боюнча 1 секундада өткөн электрондордун саны азаят. Бул токтун күчү азаят дегенди билдирет.

Өткөргүчтү түзгөн кристаллдык торчолордун түзүлүшүнө жараша, ар кандай өткөргүчтөр ар башка каршылыкка ээ. Электр каршылыгы анын материалынын тегинен башка, узундугунан жана кесилиш аянтынан да көз каранды. Бул көз карандылыкты кийинки параграфта карайбыз.

? 1. Ток күчүнүн өткөргүчтүн касиетинен көз каранды экендигин кандай тажрыйбада көрсөтсө болот?
2. Электр каршылыгы деген эмне?
3. Электр каршылыгынын бирдиги үчүн эмне алынат?
4. Өткөргүчтүн электр каршылыгы болушунун себеби эмнеде?

§ 52. ӨТКӨРГҮЧТҮН САЛЫШТЫРМА КАРШЫЛЫГЫ

Ток күчү өткөргүч жасалган материалдын касиетинен көз каранды экендигин 92-сүрөт боюнча жасалган тажрыйбадан көрдүк. Демек өткөргүчтүн каршылыгы да анын затынан көз каранды. Эми өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугунан жана кесилиш аянтынан кандайча көз каранды экендигине токтололу. Ал үчүн 93-сүрөттөгү схема боюнча электр чынжырын чогулталы.

Чынжырдын АБ бөлүгүнө ар кандай өткөргүчтөрдү туташтырабыз. Мында үч учурдун болушу мүмкүн:

93-сүрөт. Электр каршылыгынын өткөргүчтүн узундугунан жана кесилиш аянтынан көз карандылыгын көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

1) кесилиш аянты бирдей, узундугу ар башка болгон эки никелин зым;

2) узундугу бирдей, кесилиш аянттары ар башка болгон эки никелин зым;

3) узундугу жана кесилиш аянттары бирдей болгон никелин жана нихром зымдары.

Ар бир учур үчүн өткөргүчтөрдүн учтарындагы чыңалуу бирдей болот. Ал эми каршылыгы чоң болгон өткөргүчтө ток күчү аз, ал эми каршылыгы кичине болгон өткөргүчтө ток күчү көп болгону байкалат.

Тажрыйбанын натыйжасында төмөнкүдөй жыйынтыкка келебиз:

1. Кесилиш аянттары бирдей никелин өткөргүчтөрүнүн кайсынысы узун болсо, ошонусунун каршылыгы чоң болот. Демек, өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугуна түз пропорциялаш.

2. Узундуктары бирдей никелин өткөргүчтөрүнүн кайсынысы жоон болсо, ошонусунун каршылыгы кичине болот. Өткөргүчтүн каршылыгы анын кесилиш аянтына тескери пропорциялаш.

3. Өлчөмдөрү бирдей болгон никелин жана нихром зымдардын каршылыктары ар башка. Өткөргүчтүн каршылыгы, ал жасалган заттын тегине көз каранды. Биз аны бирдей өлчөмдөгү темир, никелин жана жез зымдары боюнча токтун өтүшүнөн да байкаганбыз.

Айтылгандарды жыйынтыктасак, электр каршылыгы өткөргүчтүн узундугуна түз, кесилиш аянтына тескери пропорциялаш жана өткөргүчтүн затынан көз каранды. Бул көз карандылыкты биринчи жолу немец физиги Г. Ом аныктаган жана аны төмөнкү формула менен туюнткан

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Мында R — өткөргүчтүн каршылыгы, l — өткөргүчтүн узундугу, S — кесилиш аянты, ρ — заттын салыштырма каршылыгы.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы деп узундугу 1 м жана кесилиш аянты 1 мм² болгон өткөргүчтүн каршылыгын айтабыз.

Каршылыктын формуласынан салыштырма каршылыкты тапсак:

$$\rho = \frac{RS}{l}.$$

Ушул формула боюнча заттын салыштырма каршылыгынын бирдигин аныктап алсак болот

$$\frac{1\,Ом \cdot 1\,мм^2}{1\,м} \quad же \quad \frac{1\,Ом \cdot 1\,м^2}{м} = 1\,Ом \cdot м.$$

Төмөнкү таблицада ар кандай заттардын 20°С кезиндеги салыштырма каршылыктарынын сан маанилери келтирилген. Температуранын мааниси көрсөтүлгөндүгүнүн себеби, температуранын өзгөрүшү менен өткөргүчтүн каршылыгы да өзгөрүүгө дуушар болот.

Ар кандай заттардын салыштырма каршылыгы,

$\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$ (t = 20°C)

Таблица

Зат	ρ	Зат	ρ
Күмүш	0,016	Никелин	0,40
Жез	0,017	Манганин	0,43
Алтын	0,024	Константан	0,50
Алюминий	0,028	Сымап	0,96
Вольфрам	0,055	Нихром	1,1
Темир	0,10	Фарфор	10
Коргошун	0,21	Эбонит	10

Бардык металлдардын ичинен эң кичине салыштырма каршылык күмүшкө жана жезге таандык. Демек, күмүш жана жез жакшы өткөргүчтөр болушат. Андан кийинки орунда алтын жана алюминий турат. Ошол себептен, кымбат баалуу алтын менен күмүштү пайдаланбай, өткөргүчтөрдүн көпчүлүгү жезден жана алюминийден жасалат.

Фарфор жана эбониттин салыштырма каршылыгы эң чоң. Алар электр тогун дээрлик өткөрбөйт. Ошондуктан буларды изолятор катары колдонушат.

? 1. Өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугунан жана кесилиш аянтынан кандайча көз каранды?
2. Электр каршылыгынын өткөргүчтүн узундугунан, кесилиш аянтынан жана заттын тегинен болгон өз карандылыгын аныктоочу тажрыйбаны айтып бергиле жана демонстрациялагыла.
3. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы деген эмне?
4. «Заттын салыштырма каршылыгы» жана «өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы» түшүнүктөрүнүн айырмасы барбы? Болсо кандай.
5. Салыштырма каршылыктын бирдиги кандай?

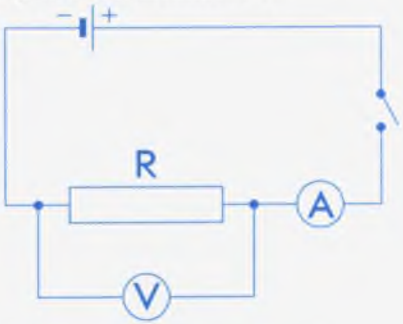
▲ 1. Кыска жез зымын чоюу аркылуу эки эсе узартышты. Анын каршылыгы кандай өзгөрөт?
2. Кесилиш аянты 2 мм^2 жез зымынын узундугу 1 км. Каршылыгын аныктагыла. (8,5 Ом)
3. Диаметри 1,5 мм, узундугу 14,2 м никелин зымынын каршылыгын аныктагыла. (3,22 Ом)
4. Узундугу 20 м, радиусу 0,8 мм өткөргүчтүн каршылыгы 0,16 Ом. Ал кандай материалдан жасалган?
(күмүш, $\rho = 0,016 \frac{Ом \cdot мм^2}{м}$)

§ 53. ЧЫНЖЫРДЫН БӨЛҮГҮ ҮЧҮН ОМДУН ЗАКОНУ

Өткөн параграфтарда электр тогун мүнөздөөчү негизги чоңдуктар: ток күчү, чыңалуу жана өткөргүчтүн каршылыгы менен тааныштык. Эми булардын өз ара байланышын карап көрөлү.

Бир чоңдуктун экинчисинен көз карандылыгын аныктоочу физикалык тажрыйбаларды жасоодо үчүнчү чоңдук ар дайым турактуу сакталат. VII класста Ньютондун экинчи законун аныктоодогу тажрыйбаны эске салалы. Анда, биринчи учурда масса турактуу кезинде ылдамдануунун күчтөн көз карандылыгы, экинчи учурда, күч турактуу кезинде ылдамдануунун массадан көз карандылыгы аныкталган. Бул учурда да биз ошол ыкманы колдонобуз. Алгач өткөргүчтүн каршылыгын турактуу калтырып, ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгын карайлы.

Ал үчүн 94-сүрөттөгү электр чынжырын чогултабыз. Мында R белгилүү каршылыкка ээ болгон резистор. Тажрыйбада каршылыгы турактуу болгон никелин зымынан жасалган спираль колдонулат. Ток булагы катары батарея пайдаланылат.



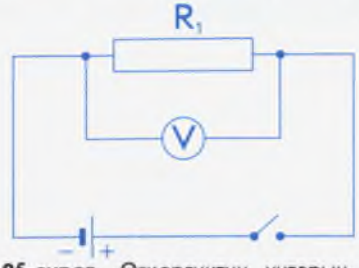
94-сүрөт. Өткөргүчтүн каршылыгы турактуу болгон учурда ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгын көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

Чынжырды туюктап, куралдардын көрсөтүүсүн жазып алабыз. Андан кийин биринчи батареяга ошондой эле экинчи батареяны туташтырып чынжырды туюктайбыз. Бул учурда спиралдагы чыңалуу эки эсе чоңойгонун вольтметр көргөзсө, амперметр ток күчүнүн да эки эсе чоңойгонун көрсөтөт. Эгер үч батарея кошсок чыңалуу да, ток күчү да үч эсе чоңоёт.

Ошентип бир эле өткөргүчкө берилген чыңалуу канча эсе чоңойсо, ток күчү да ошончо эсе чоңоёрун тажрыйба көрсөтөт. **Өткөргүчтөгү ток күчү анын учтарындагы чыңалууга түз пропорциялаш.** Математикалык түрдө аны төмөнкүчө жазууга болот:

$$I \sim U$$

Эми чыңалуу турактуу кезинде ток күчүнүн каршылыктан көз карандылыгын карайлы. Ал максатта 95-сүрөттөгү электр чынжырын чогултабыз.



95-сүрөт. Өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуу турактуу болгон учурда ток күчүнүн каршылыктан көз карандылыгын көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

Алгач каршылыгы 1 Ом болгон өткөргүчтү, андан кийин ырааты менен каршылыгы 2 Ом, 4 Ом болгон өткөргүчтөрдү чынжырга бириктиребиз. Ар бир учурда өткөргүчтүн учтарындагы чыңалууну жана чынжырдагы ток күчүн өлчөп, алынгандарды таблицага жазабыз.

Таблица

Тажрыйбанын №	Өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуу, В	Өткөргүчтүн каршылыгы, Ом	Ток күчү, А
1	2	1	2
2	2	2	1
3	2	4	0,5

Таблицадан көрүнгөндөй, биринчи өткөргүчтүн каршылыгы 1 Ом, анда чынжырдагы ток күчү 2 А. Экинчи өткөргүчтүн каршылыгы 2 Ом, б. а. эки эсе көп, анда ток күчү эки эсе кичине. Үчүнчү учурда каршылык төрт эсе көп, ал эми ток күчү төрт эсе кичине. Үч тажрыйбада тең өткөргүчтөрдүн учтарындагы чыңалуу 2 В.

Алынгандарды жыйынтыктап төмөнкүдөй корутундуга келебиз: **өткөргүчтөгү ток күчү анын каршылыгына тескери пропорциялаш.** Математикалык түрдө ал

$$I \sim \frac{1}{R}$$

деп жазылат.

Эми биз караган эки учурду бириктирип жалпылайлы. Ток күчүнүн чынжырдын бөлүгүнүн учтарындагы чыңалуудан жана ал бөлүктүн каршылыгынан болгон көз карандылыгы Омдун закону деп аталат. Анткени, бул законду 1827-жылы Г. Ом ачкан.

Омдун законунун эрежеси: чынжырдын бөлүгүндөгү ток күчү ал бөлүктүн учтарындагы чыңалууга түз, ал эми каршылыкка тескери пропорциялаш. Формуласы:

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

Омдун закону негизги физикалык закондордун бири болуп эсептелет. Бул формуладан: U=IR алынат, ал эгер ток күчү жана каршылык белгилүү болсо, чыңалуунун маанисин табуучу формула болуп эсептелет. Ал эми $R=\frac{U}{I}$ формуласы боюнча өткөргүчтүн каршылыгынын сан маанисин жана бирдигин $\left(1\,Ом=\frac{1\,B}{1\,A}\right)$ аныктаса болот.

Кээ бир учурда $R=\frac{U}{I}$ формуласын Омдун законунун формуласына окшоштуруп: өткөргүчтүн каршылыгы чыңалууга түз, ал эми ток күчүнө тескери пропорциялаш деп айтышат. Бул туура эмес. Анткени, өткөргүчтүн каршылыгы эч качан ток күчүнөн көз каранды болбойт. Ал өткөргүчтүн узундугунан, кесилиш аянтынан жана өткөргүч жасалган заттын касиетинен көз каранды экендигин $(R=\rho\frac{l}{S})$ билебиз.

?

1. Омдун закону кайсыл үч чоңдуктун ортосундагы байланышты көрсөтөт?
2. Омдун законунун эрежеси кандай айтылат жана формуласы кандай жазылат?
3. Омдун законунун тууралыгын далилдөөчү тажрыйбалар жөнүндө айтып бергиле жана жасап көргүлө.
4. Омдун закону боюнча чыңалууну жана каршылыкты аныктоочу формуланы жана бирдиктеринин ортосундагы байланышты жазгыла.
5. Тажрыйбадан алынган жыйынтыктар боюнча ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгынын графигин чийгиле.
6. Тажрыйбадан алынган сан маанилерди колдонуп ток күчүнүн каршылыктан көз карандылыгынын графигин чийгиле.

▲

1. Электр чынжырына 36 В чыңалуу берилет. Чынжырда каршылыгы 12 Ом спираль бар. Андагы ток күчүн аныктагыла. (3 А)
2. Электр лампасындагы ток күчү 0,8 А, лампанын каршылыгы 275 Ом. Лампа кандай чыңалууда нормалдуу күйөт? (220 В)
3. 150 вольтко эсептелген вольтметрдеги ток күчү 0,01 А ден ашпаса, анын каршылыгы эмнеге барабар? (15 000 Ом)
4. Узундугу 15 м, кесилиш аянты 0,55 $мм^2$ нихром зымына 12 В чыңалуу берилди. Өткөргүчтөгү ток күчүн тапкыла. (0,4 А)
5. Чынжырдын бөлүгүнүн учтарында чыңалуу 2 В болсо, ток күчү 0,4 А. Ошол эле өткөргүчтө ток күчү 0,8 А болсун үчүн, чыңалуу кандай болушу керек? (4 В)

§ 54. ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮ УДААЛАШ ЖАНА ЖАРЫШ ТУТАШТЫРУУ

Практикада электр чынжырлары бир гана электрди керектөөчүдөн турбастан, бир нече керектөөчүдөн турушу мүмкүн. Мисалы, үйдүн ар бир бөлмөсүндөгү лампочкаларды алып көрөлү. Алар бири-бири менен өз ара туташтырылган. Электрди көп пайдалануучу өнөр жай тармагында өтө көптөгөн керектөөчүлөр колдо-

нулат. Аларга берилүүчү электр энергиясын үнөмдүү пайдаланыш үчүн керектөөчүлөрдү бири-бирине ар кандай жол менен туташтырышат.

Адатта өткөргүчтөрдү туташтыруунун эки жолу колдонулат. Алар удаалаш жана жарыш туташтыруу деп аталат.

96-сүрөттөгү лампочкалар удаалаш, ал эми 97-сүрөттөгүлөр жарыш туташтырылган.

Ар бир туташтыруунун өзүнчө өзгөчөлүктөрү бар. Мисалы, удаалаш туташтырууну арыктагы суулардын кошулганына салыштырсак, жарыш туташтырууну бир арыктагы суу эки арыкка бөлүнгөндөй карайбыз.

Эми ар бир туташтырууда чынжырдагы жалпы каршылык, чыңалуу жана ток күчү кандай өзгөрөрүн карап көрөлү.

I. Эки өткөргүч (R_1=10 Ом, R_2=10 Ом) биринчи учурда удаалаш, ал эми экинчи учурда жарыш туташат дейли. **Жалпы каршылыкты** кантип табабыз?

а) удаалаш туташтырганда алардын жалпы каршылыгы эки каршылыктын суммасына барабар:

$$R=R_1+R_2$$

$$R=R_1+R_2=10\text{ Ом}+10\text{ Ом}=20\text{ Ом};$$

б) жарыш туташтырганда: эгер каршылыктары бирдей болсо $R=\frac{R_1}{2}=\frac{10\text{ Ом}}{2}=5\text{ Ом}$ болот.

Эки өткөргүч жарыш туташтырылса жалпы каршылыкты аныктоочу формула:

$$\boxed{\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$$

$$\frac{R_1R_2R}{R}=\frac{RR_1R_2}{R_1}+\frac{RR_1R_2}{R_2};$$

$$R_1R_2=RR_2+RR_1;$$

$$R_1R_2=R(R_2+R_1);$$

96-сүрөт. Лампочкаларды удаалаш туташтыруу.

97-сүрөт. Лампочкаларды жарыш туташтыруу.

$$R=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}.$$

Эгер биздин учур үчүн (R_1=10 Ом, R_2=10 Ом) каршылыктардын маанисин койсок:

$$R=\frac{10\cdot10}{10+10}=\frac{100}{20}=5\text{ Ом} \text{ болот.}$$

$$R=5\text{ Ом}.$$

II. Чыңалуунун мааниси

а) удаалаш туташтырууда чынжырдагы жалпы чыңалуу айрым бөлүктөгү чыңалуулардын суммасына барабар:

$$\boxed{U=U_1+U_2}$$

б) жарыш туташтырууда чынжырдын бардык бөлүгүндө чыңалуу бирдей:

$$\boxed{U=U_1=U_2}$$

III. Ток күчүнүн мааниси

а) удаалаш туташтырууда чынжырдын бардык бөлүгүндө ток күчү бирдей:

$$\boxed{I=I_1=I_2}$$

б) жарыш туташтырууда чынжырдагы жалпы ток күчү анын ар бир бөлүгүндөгү ток күчтөрүнүн суммасына барабар:

$$\boxed{I=I_1+I_2}$$

Жогоруда келтирилген закон ченемдүүлүктөр удаалаш же жарыш туташтырылган бардык өткөргүчтөргө таандык болот. Алар керектөөчүлөрдүн түрүнө же санына карабастан бардык учурда пайдаланылат. Көрсөтүлгөн закон ченемдүүлүктөрдүн маанисин X класста кененирээк окуйбуз.

?
1. Кандай туташтыруу удаалаш туташтыруу деп аталат? Схемасын чийгиле.
2. Кандай туташтыруу жарыш туташтыруу деп аталат? Схемасын чийгиле.
3. Удаалаш жана жарыш туташтыруу учурунда өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгы кандайча аныкталат?
4. Удаалаш жана жарыш туташтыруу учурунда чыңалууну жана ток күчүн кантип аныктайбыз?

1. Электр чынжырына каршылыктары 4 Ом жана 6 Ом болгон эки өткөргүч удаалаш кошулган. Ток күчү 0,2 А. Ар бир өткөргүчтөгү жана жалпы чыналууну тапкыла. (U_1 = 0,8 В, U_2 = 1,2 В, U= 2 В)
2. Электр чынжыры 6 В берүүчү ток булагынан, каршылыгы 13,5 Ом лампочкадан, каршылыктары 3 жана 2 Ом болгон спиралдан, ажыраткычтан жана туташтыруучу зымдардан турат. Саналгандардын баары удаалаш туташтырылган. Бул чынжырдын схемасын чийгиле. Ток күчүн жана ар бир керектөөчүдөгү чыналууну аныктагыла. (I = 0,32 А, U_1=4,38 В, U_2 = 0,9 В, U_3 = 0,6А)
3. Каршылыктары 20 Омго барабар болгон эки өткөргүч жарыш туташтырылган жана ал 6 В берүүчү батареяга бириктирилген. Ар бир өткөргүчтөгү жана жалпы чынжырдагы ток күчүн эсептегиле. (I_1=0,3 А, I_2=0,3 А, I=0,64 А)
4. 98-сүрөттөгү К кошкучун ажыратып койсок амперметрлердин көрсөтүүсү кандайча өзгөрөт.
5. Ар биринин каршылыгы R болгон үч резисторду туташтыруунун мүмкүн болгон бардык схемасын чийгиле. Ар бир учур үчүн жалпы каршылыкты аныктагыла.

98-сүрөт.

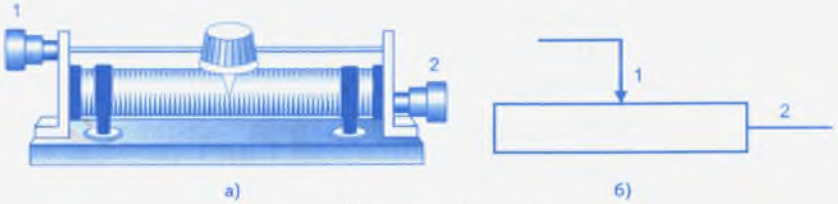
§ 55. РЕОСТАТТАР

Күндөлүк турмушубузда ток күчүн бирде азайтып, бирде көбөйтүп турууга туура келет. Мисалы, радиокабылдагычтын үнүн чоңойтуп же азайтууда, электр плиткасын катуу ысытууда же азайтууда биз атайын жасалган куралдын жардамында ток күчүн жөнгө салып турабыз.

Чынжырдагы ток күчүн каршылыкты өзгөртүү менен жөнгө салып туруучу курал реостат деп аталат.

Жөнөкөй реостат катары узундугун өзгөртүп турууга ыңгайлаштырылган зымды алса болот. Ал зымдын салыштырма каршылыгы чоң болууга тийиш. Бул максатта никелин же нихром зымдары пайдаланылат.

Колдонууга ыңгайлуу реостаттардын бири — жылдыргычтуу реостат. Анын тышкы көрүнүшү 99а-сүрөттө, ал эми схемадагы белгиси 99б-сүрөттө көрсөтүлгөн. Бул реостатта керамикадан жасалган цилиндрге никелин зымы тыгыз оролгон. Зым-



99-сүрөт. Реостат.

дар бири-бирине тийишип турганы менен токту өткөрбөйт. Анткени зымдар ток өткөрбөс материал (окалин) менен капталган. Оромдордун үстүндө металл өзөкчө бекитилген. Ал боюнча металл пластинка жылып жүрөт. Пластинкалар оромдун эки капталына кысылып тийип турат. Пластинка менен оромдордун зымдарынын тийишкен жеринде сүрүлүүнүн натыйжасында окалин изолятору сыйрылып түшөт. Чынжырдагы ток оромдордон жылып жүрүүчү пластинкага, пластинкадан өзөкчөгө, андан 1-клеммага берилет. 1 жана 2-клеммалар аркылуу реостат электр чынжырына бириктирилет.

Жылып жүрүүчү пластинканы өзөкчө аркылуу кыймылдатып зымдын узундугун узартып же кыскартса болот. Өткөргүч узарганда, анын каршылыгы да көбөйүп, ток күчү азаят. Ал эми өткөргүч кыскарганда, каршылыгы кичирейип, ток күчү чоңоёт. Демек, чынжырдагы ток күчү жөнгө салынат.

Ар бир реостат туруктуу каршылыкка ээ болуп, белгилүү бир ток күчүнө эсептелген. Реостаттын каршылыгы жана максимум ток күчү анын бетине жазылып коюлган. Демек, чынжырдагы ток күчүн андан ашырууга болбойт. Антпесе токтун жылуулук аракетинин таасиринде реостат күйүп кетиши мүмкүн.

?
1. Реостат деген эмне?
2. Реостат эмне үчүн колдонулат?
3. Жөнөкөй реостаттын түзүлүшү кандай? Ар кандай варианттарды сунуш кылгыла.
4. Жылдыргычтуу реостаттын түзүлүшүн айтып бергиле.
5. Ток күчүн жөнгө салуу эмнеге негизделген?

§ 56. ТОКТУН ЖУМУШУ ЖАНА КУБАТТУУЛУГУ

Электр тогу — өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы. Өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөр электр талаасынын таасиринде кыймылга келет. Демек, заряддуу бөлүкчөлөр кыймылга келгенде жумуш аткарылат.

Электр тогунун жумушу чынжырдын бөлүгүнүн учтарындагы чыңалууну заряддын чоңдугуна көбөйткөнгө барабар, б. а. $A=Uq$ экендиги белгилүү.

$I=\frac{q}{t}$ формуласынан $q=It$ алынат.

Ушул барабардыкты пайдаланып электр тогунун жумушунун формуласын алабыз:

$$A=UIt$$

Чынжырдын бөлүгүндөгү электр тогунун жумушу ошол бөлүктүн учтарындагы чыңалууну ток күчүнө жана убакытка көбөйткөнгө барабар.

Электр тогунун жумушунун бирдиги үчүн 1 джоуль (Дж) алынат.

1 Дж=1 В·А·с.

Электр тогунун жумушун эсептөө үчүн вольтметр, амперметр жана саат болсо эле жетиштүү. Бирок электр тогунун жумушун күндөлүк турмушта өлчөө үчүн атайын курал — **электр өлчөгүч** (эсептегич) колдонулат. Аны ар бир үйдөн кезиктирсе болот.

Кубаттуулук убакыт бирдиги ичинде аткарылган жумушка барабар экендиги VII класстын физика курсунан белгилүү. Ошондуктан электр тогунун кубаттуулугун табуу үчүн да электр тогунун жумушун убакытка бөлөбүз. Эгер электр тогунун кубаттуулугун P тамгасы менен белгилесек:

$$P=\frac{A}{t}$$

Электр тогунун жумушу $A=UIt$ экендигин эске алсак:

$$P=\frac{A}{t}=\frac{UIt}{t}=UI.$$

Демек, электр тогунун кубаттуулугу чыңалууну ток күчүнө көбөйткөнгө барабар.

Электр тогунун кубаттуулугунун бирдиги үчүн да 1 ватт (Вт) алынат.

1 Вт = 1 В·А.

Электр тогунун кубаттуулугу ваттан башка: гектоватт (гВт), киловатт (кВт), мегаватт (МВт) аттуу бирдиктер менен ченелет.

1 гВт = 100 Вт; 1 кВт = 1000 Вт; 1 МВт = 1000000 Вт.

Электр тогунун кубаттуулугун өлчөөгө арналган курал ваттметр деп аталат. Көпчүлүк учурда кубаттуулукту ток күчүн чыңалууга көбөйтүп эле эсептеп алса болот.

$P=\frac{A}{t}$ формуласынан $A=Pt$.

Ушул формуланы пайдаланып электр тогунун жумушунун жаңы чен бирдигин алса болот. 1 Дж=1 Вт·с. Демек, электр тогунун жумушу үчүн 1 Вт·с алынат. Бул өтө эле кичине бирдик болуп саналат. Ошондуктан, практикада андан чоң бирдик: 1 кВт·саат колдонулат. Жогоруда келтирилген электр өлчөгүчтөр токтун жумушун 1 кВт·саат менен ченейт. Ар бир өлкөдө 1 кВт·саат электр энергиясынын баасы ар башка болот.

Маселе иштөө жана башка керектөөлөр үчүн жумуштун эки бирдигинин ортосундагы байланышты билүү ашыкча болбойт.

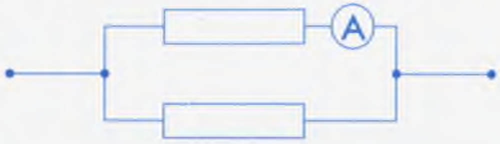
1 Вт·саат = 3600 Дж; 1 гВт·саат =100 Вт·саат = 360000 Дж;
1 кВт·саат =1000 Вт·саат = 3600000 Дж.

?

1. Электр тогунун жумушу кандайча аныкталат?
2. Жумуштун бирдиги менен башка чоңдуктардын ортосундагы байланыш кандай?
3. Электр тогунун жумушун өлчөөнүн кандай жолдорун билесиңер?
4. Кубаттуулук деген эмне?
5. Электр тогунун кубаттуулугу кандайча аныкталат?
6. Электр кубаттуулугун кандай жолдор менен өлчөсө болот?
7. Кубаттуулуктун бирдиги жана анын мааниси.
8. Электр тогунун жумушунун бирдиктеринин ортосундагы байланыштар кандай?

▲

1. Электр кыймылдаткычындагы ток 0,50 А, чыңалуу 12 В. 15 минутада электр тогу канча жумуш аткарат? (5400 Дж)
2. Каршылыгы 5 Ом болгон эки өткөргүч удаалаш туташтырылган жана ага 4,5 В чыңалуу берилген. Канча убакытта өткөргүчтө 729 Дж жумуш аткарылат? (360 с)
3. Чыңалуусу 220 В чынжырга электр лампасы бириктирилген. Ток күчү 0,60 А болсо, анын кубаттуулугун эсептегиле. (132 Вт)
4. Бирдей резисторлор чынжырга 100-сүрөттөгүдөй бириктирилген. Кайсыл резистор көп энергия сарптайт?
5. Эки электр плиткасы ток булагына жарыш туташтырылган. Биринчи плитканын каршылыгы 60 Ом, экинчисиники — 24 Ом. Кайсы плитканын кубаттуулугу чоң жана канча эсе?
6. Үйүңөрдөгү болгон электр куралдардын паспортунан кубаттуулугун таап, алардa 10 минутада аткарылуучу токтун жумушун эсептегиле.



100-сүрөт.

Ленц Эмилий Христианович
(1804–1865)

Орус физиги, электротехникага негиз салуучулардын бири. Электр тогунун жылуулук аракетинин законун ачкан.

Джоуль Джеймс Прескотт
(1818–1889)

Англиялык физик. Энергиянын сакталуу законун тажрыйбада далилдеген. Ленц менен байланышсыз эле электр тогунун жылуулук аракетинин законун ачкан.

§ 57. ДЖОУЛЬ–ЛЕНЦТИН ЗАКОНУ

Өткөргүч аркылуу ток өткөндө ал ысый тургандыгы барыбызга белгилүү. Аны төмөндөгүчө түшүндүрөбүз: металлдардагы эркин электрондор өткөргүч аркылуу кыймылга келгенде иондорго урунушуп, энергиясынын бир бөлүгүн аларга беришет. Натыйжада, өткөргүчтүн ички энергиясы жогорулайт.

Кыймылсыз металл өткөргүчү аркылуу ток өткөндө, токтун жумушу толугу менен өткөргүчтүн ички энергиясына өтөрүн көптөгөн тажрыйбалар далилдеди. Ысыган өткөргүч алган энергиясын жылуулук түрүндө курчап турган чөйрөгө берет. Демек, өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук саны, токтун жумушуна барабар. Жылуулук санын Q тамгасы менен белгилесек:

$$Q=A=U\cdot I\cdot t.$$

Омдун закону боюнча $I=\frac{U}{R}$. Мындан $U=I\,R$. Чыналуунун маанисин пайдаланып

$$Q=I^2R\,t$$

деп жаза алабыз.

Өткөргүчтө бөлүнүп чыккан жылуулук саны токтун күчүнүн квадратын каршылыкка жана убакытка көбөйткөнгө барабар.

Мындай жыйынтыкты бир эле учурда англиялык окумуштуу Дж. Джоуль жана орус окумуштуусу Э. Ленц тажрыйба жүзүндө алышкан. Ошондуктан жогорудагы корутунду Джоуль–Ленцтин закону деп аталат.

?
1. Электр тогунун өтүшү менен өткөргүчтүн ысышын кантип түшүндүрүүгө болот?
2. Электр тогунун жумушу менен өткөргүчтө бөлүнүп чыккан жылуулук санынын байланышы барбы?
3. Тогу бар өткөргүч бөлүп чыгарган жылуулук санын кантип аныктаса болот?
4. Джоуль–Ленцтин законунун эрежеси кандай?

▲
1. Каршылыгы 30 Ом спиралда ток күчү 5 А болсо, 20 минутада спираль канча жылуулук санын бөлүп чыгарат? ($9\cdot10^{-5}$ Дж)
2. Материалы жана узундуктары бирдей, кесилиш аянттары ар башка болгон эки өткөргүч электр чынжырына жарыш туташтырылган. Алардын кайсынысында көп жылуулук бөлүнүп чыгат?
3. Жез, болот жана никелинден жасалган үч зым чынжырга удаалаш туташтырылган. Кайсынысында көп жылуулук бөлүнүп чыгат?

§ 58. ЭЛЕКТР ЫСЫТКЫЧ КУРАЛДАРЫ

Электр тогунун жылуулук аракети ар кандай жылытуучу куралдарда жана түзүлүштөрдө колдонулат. Алар үй шартында колдонулуучу электр лампалары, электр плиткасы, үтүктөр, чайнектер, суу кайнаткычтар ж. б. Өндүрүштө болсо металлдарды эритүү, электрдик кандоо ж. б. колдонулат. Айыл чарбасында электр тогунун жардамы менен дан эгиндерин кургатат, теплицаларды (жылытылмаларды), инкубаторлорду ысытышат, силосторду даярдашат.

Биз бул темада кызыткыч электр лампасы жана айрым жылытуучу куралдарга токтолобуз.

Электр менен жарыктандыруучу кызытма электр лампасын биринчи жолу орус инженери А. Н. Лодыгин жана америкалык ойлоп табуучу Т. Эдисондор сунуш кылышкан. Ага чейин электр жаасы аркылуу жарык алууну В. В. Петров, Г. Дэви, Б. С. Якоби, П. Н. Яблочковдор сунуш кылышкан. Айрыкча «Яблочковдун шамы» деп аталган түзүлүш көпчүлүктүн колдонуусуна татыктуу болгон.

101-сүрөт. Кызыткыч электр лампасынын түзүлүшү.

Азыркы учурдагы кызытма электр лампасы ичке вольфрам зымынан жасалган спиралдан турат. Вольфрам тез эрибей турган металл. Анын эрүү температурасы 3387°С. Вольфрам зымын токко туташтырганда, ал 3000°С чейин ысып, ачык жарык бөлүп чыгарат. Колдонууга ыңгайлуу болсун үчүн спираль абасы сордурулуп алынган айнек идишке жайгаштырылган. Айнек идиши ичиндеги спиралды сырткы чынжырга бириктирүүгө ылайыкталган түзүлүш менен жабдылган.

Айнектин ичинде аба болсо же ал сордурулуп алынса деле вольфрам зымы ысыгандан тез бууланууга дуушар болот. Ошол үчүн айнек идишти азот, криптон же аргон газдары менен толтурушат. Ал газдардын молекулалары вольфрам зымынан бөлүкчөлөрдүн чыгышына тоскоолдук кылат, башкача айтканда ысыган зымдын тез «күйүп» кетишинен сактайт.

Газ толтурулган кызытма лампанын түзүлүшү 101-сүрөттө көрсөтүлгөн. Вольфрам спиралынын (1) эки учу эки өткөргүчкө кандалган. Алар айнек идиштен (2) чыгарылып, лампанын түбүндөгү (цоколь) металлга (3) бириктирилет. Эки өткөргүчтүн бири бурама түрүндөгү шакекчеге, ал эми экинчиси цоколдун түбүнө кандалган.

Лампаны ток булагына кошуу үчүн патронго бурап киргизишет. Патрондун ички түбүндө пружинага орнотулган тиймек (5) жана ички боорунда лампаны кармап турууч сайлуу бурама (4) бар. Тиймек жана сайлуу бурама өткөргүчтөр аркылуу сырткы чынжырга бириктирилген.

Өндүрүштө кызытма лампалардын ар кандай түрлөрү чыгарылат. Алар негизинен кандай чыңалууга ылайыкталганы менен айырмаланат. Мисалы, үйлөрдү жарыктандыруу үчүн 220 В жана 127 В, темир жол вагондору үчүн 50 В, автомобилдер үчүн 12 В жана 6 В, чөнтөк фонарлары үчүн 3,5 В жана 2,5 В чыңалууга арналган лампалар чыгарылат.

Кыргызстандын Майлуусуу шаарындагы электр лампалар заводу да ушундай лампаларды чыгарат.

Электр тогунун жылуулук аракеттери ар кандай ысытуучу куралдарда жана түзүлүштөрдө колдонулат. Алардын эң негизги бөлүгү — ысытуучу элемент. Ысытуучу элемент — салыштырма каршылыгы жана эрүү температурасы өтө жогору (1000—1200°С га чейин) болгон өткөргүчтөрдөн турат.

Бул максатта көбүнчө нихром зымы колдонулат. Ал никель, темир, хром жана марганецтин кошулмасы болуп эсептелет. Анын салыштырма каршылыгы жездикине караганда 70 эсе чоңдук кылат.

Ысытуучу элементтер көбүнчө спираль же тасма формасында жасалып, ысыкка чыдамдуу изоляторлорго коюлат. 102-сүрөттө электр үтүгү, суюктук ысыткыч жана электр плиткасы келтирилген. Бул куралдар менен силер күндөлүк турмуштан жакын таанышсыңар.

102-сүрөт. Электрдик ысыткыч куралдар.

?

1. Электр тогунун жылуулук аракети эмне менен мүнөздөлөт?
2. Кызытма лампаны кимдер ачкан?
3. Кызытма лампанын түзүлүшү кандай?
4. Лампанын спиралы кандай металлдан жасалат?
5. Өндүрүштө электр лампаларынын кандай түрлөрү чыгарылат? Мисал келтиргиле.
6. Электрдик ысытуучу куралдарга мисалдар келтиргиле.
7. Ысытуучу элемент деген эмне? Ал кандай материалдан жасалат жана кандай касиетке ээ?

Тапшырма

Электр тогунун жылуулук аракеттери, электр жарыгын түзүүнүн тарыхы, электрдин жылуулук аракетин пайдалануу ж.б. темалар боюнча доклад, реферат даярдоо, коллекцияларды жасоо.

§ 59. ЧУКУЛ ТУТАШУУ. ЭЛЕКТРДИК САКТАГЫЧ

Электр чынжыры жана электр энергиясын керектөөчү куралдар белгилүү бир ток күчүнө ылайыкталып жасалат. Эгерде чынжырдагы ток күчү кандайдыр бир себеп менен көбөйүп кетсе, өткөргүч тез ысып, анын сыртындагы изоляциялоочу желим эрип, күйүп кетиши мүмкүн. Мындай учурлар көбүнчө электр үтүгүндө, плиткалардын иштешинде кеңири байкалат. Көпчүлүк учурларда ремонт иштерин туура эмес жасоодо да ушундай эле кубулуш пайда болот. Алар көбүнчө өткөргүчтөр бири-бирине тийишип калганда же алар башка кыска өткөргүчтөр менен туташып калганда

103-сүрөт. Чукул туташуунун мисалдары.

байкалат (103-сүрөт). Мындай кубулуш чукул туташуу деп аталат. Бул учурда чынжырдын бөлүгүндөгү каршылык өтө кичине болуп, ага жараша ток күчү алда канча чоңоёт. Джоуль–Ленцтин законуна ылайык, чынжырдын бул бөлүгүндө өтө көп жылуулук саны бөлүнүп, электр чынжырынын бузулушуна алып келет. Көпчүлүк учурларда алар өрт кокустугун пайда кылат, электр куралдарын күйгүзөт жана бузат. Электр чынжырын ушундай кокустуктардан сактоо үчүн эрип кетүүчү электр сактагычтар колдонулат.

Электр сактагычы — ток күчү белгиленген чектен ашып кеткен учурда чынжырды дароо ажыратууга арналган түзүлүш. Үй шартында колдонулуучу электр сактагычынын түзүлүшүн карап көрөлү. 104а-сүрөттө көрсөтүлгөн электр сактагычынын негизги бөлүгү фарфор тыгыны П аркылуу өтүүчү тез эрий турган металлдан жасалган С өткөргүчү. Адатта ал коргошундан жасалат. Тыгындын боорунда Р бурамасы жана борбордук тиймеги К бар. Бурама борбордук тиймек менен коргошун зымы аркылуу туташтырылган. Тыгын фарфор кутусунун ичинде жайгашкан патронго бурап киргизилген.

104-сүрөт. Электр сактагычынын түзүлүшү.

105-сүрөт. Электр сактагычын туташтыруу.

106-сүрөт. Электр сактагычынын түрлөрү.

Ошентип коргошун зымы жалпы чынжырдын бир бөлүгү болуп эсептелет. Коргошун зымынын жоондугу 5,10 А ток күчүнө чыдагыдай өлчөмдө тандалып алынат. Эгер ток күчү бул чектен ашып кетсе, коргошун зымы эрип, чынжыр үзүлүп калат.

104б-сүрөттө эрип кеткен бөлүгүн алмаштырып коюуга арналган электр сактагычы көрсөтүлгөн.

Электр сактагычы ар бир үйгө электр өткөргүчтөрү киргизилген жерге, атайын калканчага орнотулат. Ар бир өткөргүчкө удаалаш өз-өзүнчө сактагыч туташтырылат (105-сүрөт).

106а-сүрөттө радиокабылдагычтарда колдонуучу сактагыч көрсөтүлгөн. Мындай сактагычтар эки учу металл менен бекитилген айнек түтүгүнөн турат. Түтүктүн эки учундагы металл коргошун зымы менен туташтырылган. Түтүк атайын карматкычка (106б-сүрөт) бекитилет. Ал эми 106в-сүрөттө иштөө принциби өткөргүчтүн эришин эмес, анын жылуулуктан кеңейишине негизделген сактагыч көрсөтүлгөн.

?
1. Эгер чынжырдагы ток күчү белгилүү чектен ашып кетсе эмне болушу мүмкүн?
2. Кайсы учурларда ток күчү көбөйүшү мүмкүн?
3. Чукул туташуу деген эмне?
4. Электр чынжырында болуучу кокустуктун алдын алуу үчүн кандай түзүлүш колдонулат?
5. Эрип кетүүчү электр сактагычы деген эмне? Анын түзүлүшү кандай?

VIII глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы

АР КАНДАЙ ЧӨЙРӨДӨГҮ ЭЛЕКТР ТОГУ

Биз эми ар кандай чөйрө аркылуу электр тогунун өтүшү менен таанышабыз. Металлдардай эле, суюк жана газ абалындагы нерселер да электр тогун өткөрүшү мүмкүн. Ошол нерселерде токту алып жүрүүчүлөр кайсы бөлүкчөлөр болорун карап чыгалы.

Электр тогун эң жакшы өткөргүчтөр болуп металлдар эсептелет. Андан сырткары электр тогун ар кандай заттардын эритмелери жана иондошкон газдар, ал эмес абасы сордурулуп алынган боштук (вакуум) да белгилүү шартта электр тогун өткөрүшөт. Жаратылышта бир катар заттар электр тогун өткөрүшпөйт. Мындай нерселер диэлектриктер деп аталат. Ошону менен катар электр тогун жарым жартылай өткөргөн заттар да кездешет. Алар жарым өткөргүчтөр деп аталат.

Бул главада ар кандай заттардын электр өткөрүмдүүлүгү жана алардын техникадагы, турмуштагы айрым колдонулуштары каралат.

§ 60. МЕТАЛЛДАРДАГЫ ЭЛЕКТР ТОГУ

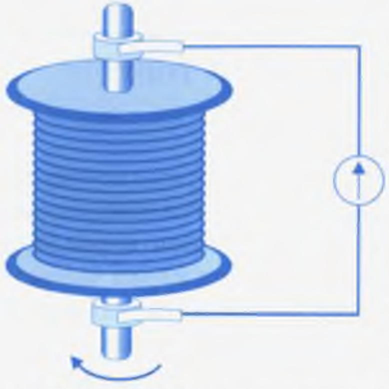
Металлдар электр тогун эң жакшы өткөрөт. Анын себеби эмнеде?

Металлдар катуу абалында кристаллдык түзүлүшкө ээ. Кристаллдагы бөлүкчөлөр белгилүү тартипте жайгашып, кристаллдык торчону түзүшөт. Металлдын кристаллдык торчолорунун түйүндөрүндө оң иондор жайгашкан. Алардын ортосундагы мейкиндикте бош электрондор баш аламан кыймылда болушат (107-сүрөт).

107-сүрөт. Металлдын кристаллдык торчосу.

Эгер металлда электр талаасын түзсөк, анын таасиринде электрондордун тобу багытталган кыймылга келет. Демек, металл өткөргүчүндө электр тогу пайда болот.

Металлдагы электр тогун алып жүрүүчүлөр бир багытта кыймылга келген электрондор болушат. Бул Л. И. Мандельштам жана Н. Д. Папалекси (1913-ж.), Б. Стюарт жана Р. Толмендин (1916-ж.) тажрыйбаларында эксперимент жүзүндө аныкталган. Ал тажрыйбанын схемасы 108-сүрөттө көрсөтүлгөн. Анда чыгырыкка (катушкага)



108-сүрөт. Металлдагы электр тогун алып жүрүүчүлөр электрондор экендигин көрсөтүүчү тажрыйба.

оролгон зымдардын эки учу чыгырыктын жогору жана төмөн жагына орнотулган эки дискага бириктирилген. Дискаларга жылмышып туруучу тиймектер коюлуп, алардын учтары өткөргүч аркылуу гальванометрге кошулган.

Чыгырыкты катуу айландырып, кайра тез токтотткондо чыгырыктын оромолорунда токтун пайда болгондугун гальванометр көрсөткөн. Бул эмнени билгизет? Чыгырыкты катуу айлантканда өткөргүчтүн ичиндеги бош электрондор да ошол багытта кыймылга келишет. Аны тез токтотткондо электрондор инерция (күү) боюнча өздөрүнүн багытталган кыймылын кандайдыр бир аз убакытка улантууга мажбур болушат. Мына ушул тажрыйба металлдардагы электр тогу эркин электрондордун багытталган кыймылы экендигин дагы бир жолу далилдейт.

Металлдагы бош электрондор адатта жылуулук кыймылында болушат. Алардын ылдамдыгы анча чоң эмес. Качан металлда электр талаасы пайда болгондо алар өтө чоң ылдамдык (≈ 300000 км/с) менен өткөргүчтүн бардык узундугу боюнча кыймылга келет. Ошондуктан, электр тогунун таралуу ылдамдыгы жөнүндө сөз болгондо, өткөргүч боюнча электр талаасынын таралуу ылдамдыгы эске алынат.

?
1. Нормалдуу шартта металлдар электрдик жактан бейтарап дегенди кантип түшүнөбүз?
2. Металлдарда электр талаасы пайда болгондо электрондор кыймыл багытын өзгөртөбү? Эгер өзгөрсө кандай?
3. Металлдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр кайсылар?
4. Металлдардагы электр тогунун жаратылышын кимдер далилдеген? Тажрыйбанын мазмуну менен тааныштыргыла.
5. Электр тогунун таралуу ылдамдыгын кандайча элестетебиз? Ал эмнеге барабар?

§ 61. ГАЗДАРДАГЫ ЭЛЕКТР ТОГУ

Адатта газдын молекулалары электрдик жактан бейтарап болушат. Демек, газдар электр тогун өткөзбөй, изолятор болушат. Газдын ток өткөзбөө касиети да техникада кеңири колдонулат.

Мисалы, электр энергиясын аралыкка берүүчү линияларда аба эки өткөргүчтүн ортосунда изолятордук кызмат аткарат, айрым конденсатордук обкладкалар аба менен бөлүнөт ж. б. Ал эми атайын түзүлгөн шарттарда газ электр өткөрүүчүлүк касиетине ээ болот. Аны түшүндүрүш үчүн төмөнкү тажрыйбага кайрылалы.

109-сүрөт. Газ аркылуу электр тогунун өтүшүн мүнөздөөчү тажрыйбанын схемасы.

109-сүрөттөгү схеманы чогулталы. Мында, К жана А металл пластинкалары. Адатта булар конденсатордун аба менен бөлүнгөн эки обкладкасын элестетет. Бул эки пластинканы электроддор деп аташат. К – катод, А – анод. К ток булагынын терс уюлуна, А – оң уюлуна туташтырылат. Ушундай шартта чынжырды туюктасак, гальванометр эч кандай токту көрсөтпөйт. Демек, аба электр тогун өткөрбөйт.

Эгер эки пластинканын ортосундагы абаны күйгөн ширеңкенин же спиртовканын жардамы менен ысытсак, бир аз убакыттан кийин гальванометрдин жебеси кыйшайып, чынжырда токтун пайда болгонун көрсөтөт. Ток кантип пайда болду? Газдарда токту алып жүрүүчүлөр кайсылар?

Эки пластинканын ортосундагы газды ысытканда иондошуу кубулушу жүрөт. Иондошуу — сырткы энергиянын таасиринде газдын молекулаларынын оң иондорго жана бош электрондорго ажырашы. Демек, жылуулук энергиясынын таасиринде газдын айрым молекулаларынан электрондор бөлүнүп чыгат. Электронун жоготкон молекула оң ионго айланат. Пластинкалардын ортосунда электр талаасы болгондуктан, анын таасиринде оң иондор К пластинкасын карай, ал эми электрондор А пластинкасын карай багытталган кыймылга келишет (110-сүрөт). Анткени К пластинкасы терс, ал эми А пластинкасы оң заряд менен заряддалган. Ошентип **газдагы электр тогун алып жүрүүчүлөр электрондор жана оң иондор болуп эсептелет.**

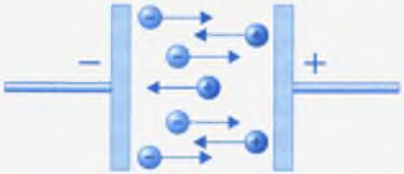
Газ аркылуу электр тогунуң өтүү кубулушу **электр разряды** деп аталат. Электр разряды деген сөздүн мааниси эмнеде? Нерселерди электрлегенде алар заряддалды деп айтабыз. Ал эми электр талаасынын таасиринде заряддалган нерселер зарядын жоготкондо, аларды разряддалды деп айтабыз. Демек «разряддалды» деген сөз нерсе зарядын жоготту дегенди билдирет. Мындан ары «электр разряды» жана «газдардагы электр тогу» деген сөздөр бир эле маанини түшүндүрөрүн эске туталы.

?
1. Нормалдуу шартта газдардын электрдик жактан бейтараптуулугу эмне менен түшүндүрүлөт?
2. Иондошуу деген эмне?
3. Иондошуу кубулушун кантип түзөбүз?
4. Электр разряды деген сөздүн мааниси эмнеде?

§ 62. ЭЛЕКТР РАЗРЯДДАРЫНЫН ТҮРЛӨРҮ

Газдагы электр разряддары эки түрдө болушу мүмкүн: өз алдынча разряд жана өз алдынча эмес разряд.

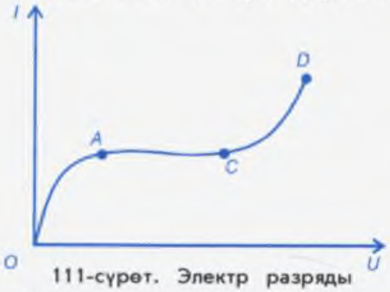
61-параграфта каралган газ аркылуу токтун өтүшү өз алдынча эмес разрядга мисал болот. Анткени эки пластинканын ортосундагы иондошуу кубулушу сырткы энергиянын таасиринде, б. а., ионизатордун жардамында жүрөт. Биз караган учурда ионизатордун милдетин спиртовканын жалыны аткарат.



110-сүрөт. Оң иондордун жана электрондордун кыймылы.

110-сүрөттөгү А жана К пластинкаларынын ортосундагы чыңалууну жогорулатсак, токтун күчүнүн чоңойгонун көрөбүз. Ал пластинкалардын ортосундагы электр талаасынын чыңалышы жогорулап, заряддалган бөлүкчөлөргө таасир этүүчү күчтүн чоңоюшу менен мүнөздөлөт. Заряддалган бөлүкчөлөргө аракет эткен күч канчалык чоң болсо, анын ылдамдыгы ошончо жогору болот. Демек, убакыт бирдиги ичинде белгилүү аянт аркылуу өткөн иондордун жана электрондордун саны көбөйөт. Бул ток күчүнүн чоңоюшуна алып келет. Эгер ушул көз карандылыкты графикте көрсөтсөк, ал 111-сүрөттөгү OA бөлүгүнө туура келет.

Газдагы электрондор жана иондор кыймылда болгон учурда, алар бири-бири менен биригип бейтарап молекулаларды түзүшү мүмкүн. Бул кубулуш **рекомбинация** деп аталат. Чыңалуунун кайсы бир маанисинде иондошуунун саны менен рекомбинациянын саны бирдей болуп, алардын ортосунда динамикалык тең салмактуулук пайда болот. Демек, К жана А пластинкаларына жеткен электрондордун жана иондордун саны



111-сүрөт. Электр разряды учурунда ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгынын графиги.

калыптанып, турактуу бойдон калат. Бул ток күчүнүн турактуу бойдон каларын көрсөтөт. Мындай учурга 111-сүрөттөгү графиктин AC бөлүгү туура келет. Ал каныккан ток деп аталат. Чыңалуу көбөйгөнү менен ток күчү турактуу бойдон калат. Чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун закону аткарылбайт. Бул болсо ар бир закондун колдонуу чеги болот дегенди түшүндүрөт.

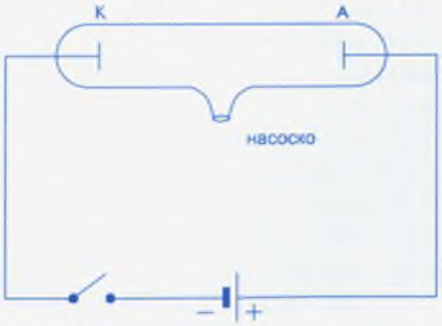
Чынжырдагы чыңалууну андан ары да жогорулатса ток күчүнүн ылдам чоңойгондугу байкалат (графиктин CD бөлүгү). Бул, ток өтүп жаткан аймакта заряддуу бөлүкчөлөрдү пайда кылуучу ички булактын пайда болгонун түшүндүрөт. Разряддын мындай түрү өз алдынча разряд деп аталат.

Турактуу аракет этүүчү сырткы ионизатор жок кезде пайда болгон разряд өз алдынча разряд деп аталат.

Өз алдынча разряддын пайда болуу себеби эмнеде?

Электр талаасынан тийиштүү энергия алган электрондор оң заряддалган пластинканы карай кыймылга келет. Ал өзүнүн жолундагы молекулаларга урунуп, аларды иондоштурат. Эми ток ионизатор жок болсо да, өз алдынча өтө берет.

К жана А электроддорун айнек түтүктүн ички эки учуна жайгаштырып, аны ток булагына бириктирсек, жогорку чыңалууда да түтүктүн ичинде разряд пайда болбойт (112-сүрөт). Эгер ошол түтүктүн ичиндеги абаны сордура баштасак ток күчүнүн тез чоңойгонун байкайбыз. Бул учурда разряддын себеби катары иондор кызмат кылат.



112-сүрөт. Суюлтулган газдагы өз алдынча разряддын пайда болушун байкоого арналган тажрыйба.

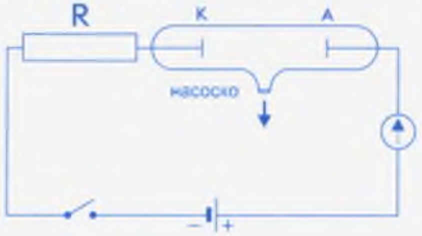
Электр талаасынан жетиштүү энергия алган оң иондор терс заряддалган пластинкага урунуп, андан электрондорду бөлүп чыгарат.

Жыйынтыктап айтканда, өз алдынча разрядды алуунун эки жолу болот. 1. Электроддордун ортосундагы чыңалууну жогорулатуу. 2. Газдын басымын азайтуу, башкача айтканда, молекулалардын ортосундагы аралыкты чоңойтуу.

?
1. Газдагы электр разряддарынын кандай түрлөрүн билесиңер?
2. Өз алдынча эмес разрядды алуунун жолу кандай?
3. Өз алдынча разряд кандайча пайда болот?
4. Суюлтулган газдагы разрядды алуунун жолун түшүндүргүлө.

§ 63. ПЛАЗМА ЖӨНҮНДӨ ТҮШҮНҮК

Өз алдынча разрядды байкоого арналган тажрыйбадагы газ разряд түтүгүнө удаалаш резистор туташтырылат (113-сүрөт). Анын мааниси эмнеде? Качан газ аркылуу токтун өтүшү өз алдынча эмес разряддан өз алдынча разрядга өткөндө, ал чөйрөнүн каршылыгы өтө аз болот.



113-сүрөт. Плазманы алууну түшүндүрүүчү тажрыйбанын схемасы.

Анткени бул учурда токту алып жүрүүчү электрондордун жана иондордун саны эбегейсиз көп болот. Ошондуктан, чынжырга кошумча каршылык кошпосо, ар кандай кокустуктардын болуп кетиши мүмкүн.

Молекулаларынын бардыгы же көпчүлүк бөлүгү иондошкон газ плазма деп аталат. Плазма бул оң иондордун, бош электрондордун жана бейтарап молекулалардын аралашмасы. Иондошуунун деңгээлине жараша плазманын үч түрү болот: начар, жетишерлик жана толук иондошкон плазмалар. Плазмадагы заряддалган бөлүкчөлөрдүн кыймылынын ылдамдыгына жараша, плазма эки түргө бөлүнөт: төмөнкү температурадагы плазма жана жогорку температурадагы плазма. Төмөнкү температурадагы плазманын температурасы 10^5К ден ашпайт. Ал муздак плазма деп аталат. Ал эми температурасы 10^5К ден жогору болгон плазма жогорку температуралуу плазма же ысык плазма деп аталат.

Газ разряддуу плазма негизинен төмөнкү температуралуу болот. Анда ар дайым оң заряддардын саны терс заряддардын санына барабар болуп, негизинен плазма электрдик жактан бейтарап болот.

Плазманын электр өткөрүмдүүлүгү иондошуунун деңгээлине көз каранды. Ысык плазманын электр өткөрүмдүүлүгү металлдардын электр өткөрүмдүүлүгүнө жакын, ал эми муздак плазманын электр өткөрүмдүүлүгү металлдардын электр өткөрүмдүүлүгүнөн ондогон эсе аз.

Плазма — заттын төртүнчү абалы катары жаратылышта өтө көп кездешет. Күн жана жылдыздар плазманын эң чоң өлчөмдөгү топтолушу болуп эсептелет. Жер атмосферасынын жогорку катмары да ар кандай сырткы аракеттердин натыйжасында начар иондошкон плазма болушат. Ошондуктан ал катмар ионосфера деп аталат. Атмосферанын жогорку катмарына таасир этүүчү сырткы күчтөр Күндүн жана жылдыздардын нурлары, космостук нурлар ж. б. болуп эсептелет.

Жээнбаев Жаныбек
(14.09.1931 – 26.04.2007)

Кыргызстандык физик. Төмөнкү температурадагы плазма жана атомдук спектроскопия физикасы боюнча көрүнүктүү илимпоз. Илимдин доктору, профессор, академик. 1997–2007-жылдары КР Улуттук илимдер академиясынын президенти болуп иштеген.

Плазманы биз күндөлүк турмушубуздан да кеңири кездештиребиз. Күйгөн оттун жалыны, жарыя жасоого арналган газ разряддык түтүктөрдүн ичиндеги жаркырак мамычалар, күндүзгүдөй жарык берүүчү лампалар, медицинадагы «кварц лампалары», мына ушулардын бардыгы плазманын мисалы болушат.

Плазма физикасы азыркы учурдагы физиканын негизги бөлүктөрүнүн бири. Плазма физикасын изилдөөдө, аларды эл чарбасында пайдалануунун жолдорун табууда кыргыз окумуштуулары да үзүрлүү эмгектенишүүдө. Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академиктери Ж. Жээнбаев, А. Жайнаков, профессор В. С. Энгельштин жетекчилиги менен бул багытта баалуу ачылыштар жасалып, алар өндүрүштүн көп тармактарында кеңири колдонулууда. Мисалы, кичине жана орто кубаттуулуктагы электр жаалуу плазмалык генераторлорду түзүү, жылуулук аркылуу декорация жасоо, буюмдардын бетин каптоо, кендерди жана өнөр жай товарларын плазмохимиялык жактан иштетүү, кесүүчү куралдарды лазердик жол менен курчутуу жана бекемдөө, жасалма алмаздарды синтездөө, алмаз инструменттерин жаратуу ж. б.

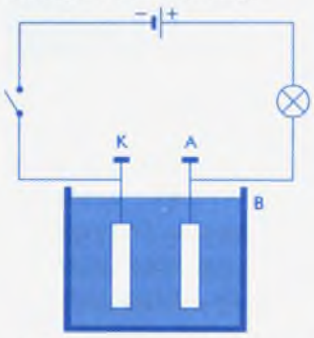
Академик Ж. Жээнбаев (оңдо) жана профессор Э. Мамбетакунов

?

1. Плазма деген эмне?
2. Плазманын кандай түрлөрү болот?
3. Плазманын электр өткөрүмдүүлүгү кандай?
4. Заттын төртүнчү абалы катары плазманын жаратылыштагы байкалышы.
5. Кыргызстандык окумуштуулардын плазма физикасын изилдөөдөгү эмгектери жөнүндө эмне билесиңер?

§ 64. СУЮКТУКТАГЫ ЭЛЕКТР ТОГУ

Тийиштүү шарттарда суюктуктар электр тогун өткөрүүчү да, өткөрбөөчү диэлектрик да болуп эсептелет. Дистирленген таза суу электр тогун өткөрбөйт. Ал эми сууда эритилген кислоталар же туздар, электр тогун жакшы өткөрүшөт. Эми ушул маселелерге токтололу.



114-сүрөт. Суюктук аркылуу электр тогунун өтүшүн көрсөтүүчү тажрыйба.

114-сүрөттөгү электр чынжырын чогултабыз. Мында B – айнек идиш, электролиттик ванна деп аталат; К, А – электроддор (К–катод, А–анод).

Алгач чынжырдагы айнек идишке дистирленген таза суу куюп, чынжырды туюктайбыз. Электр лампочкасы күйбөйт. Демек, дистирленген таза суу электр тогун өткөрбөйт.

Экинчи учурда ушул эле чынжырды чогултуп, айнек идиштеги дистирленген таза сууга бир кашыктай аш тузун салып аралаштырабыз. Чынжырды туюктаганда электр лампочкасы күйгөндүгүн көрөбүз. Бул болсо аш тузунун суудагы эритмеси аркылуу токтун өткөндүгүн далилдейт.

Суюктук аркылуу токтун өтүү кубулушу электролиз деп аталат. Электр тогу өтүп жаткан суюктук электролит деп аталат.

Эми суюктук аркылуу токтун өтүү механизмине жана суюктукта токту алып жүрүүчүлөр эмнелер болорун изилдейли. Ал үчүн төмөндөгүчө ой жүгүртөбүз.

Электр тогу деген эмне? Ал заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы. Заряддуу бөлүкчөлөр электр талаасынын таасиринде бир багытта кыймылдашат.

Ваннага таза суу куюп чынжырды туюктаганда электроддордун ортосунда электр талаасы пайда болот. Бирок бул учурда эмне үчүн ток жок? Мында эки учурдун болушу мүмкүн. Биринчиси, суюктукта заряддалган бөлүкчөлөр жок. Экинчиси, заряддалган бөлүкчөлөр болсо дагы, алар багытталган кыймылга келишпейт. Мында экинчи учурдун болушу мүмкүн эмес. Анткени электр талаасында заряддалган бөлүкчөлөр болсо, алар сөзсүз кыймылга келиши керек. Демек таза сууда токту алып жүрүүчү заряддалган бош бөлүкчөлөр жок.

Анда таза сууга аш тузун салып, аралаштырганда заряддалган бош бөлүкчөлөр кайдан пайда болушат? Адатта аш тузунун химиялык формуласы NaCl (натрий хлор) деп жазылат. Аны таза сууга салганда эрийт да, анын молекулалары оң жана терс иондорго бөлүнөт. Натрийдин иондору оң зарядга (Na^+), хлордун иондору терс зарядга (Cl^-) ээ болушат. Бул кубулуш химия курсунда электролиттик диссоциация деп аталат. Диссоциация латын сөзүнөн алынган. Бизче ажыроо дегенди билгизет.

Демек аш тузунун кристаллын таза сууга салганда анын молекулалары оң жана терс иондорго ажырайт. Электр талаасынын таасиринде оң иондор ток булагынын терс уюлуна бириктирилген электродго (катодго) карай, ал эми терс иондор ток булагынын оң уюлуна бириктирилген электродго (анодго) карай багытталган кыймылга келет. Бул болсо суюктук аркылуу токтун өтүшүн мүнөздөйт.

?
1. Дистирленген таза суунун электр тогун өткөрбөшүн кандай тажрыйбадан байкаса болот?
2. 114-сүрөттөгү электр чынжырынын бөлүктөрүн атагыла.
3. Таза сууга салынган аш тузу эмне үчүн электр тогун өткөзөт?
4. Электролиттик диссоциация деген эмне?
5. Диссоциациянын негизинде пайда болгон иондор электр талаасы жок учурда кандай кыймылда болушат? Электр талаасы болгондочу?

§ 65. ФАРАДЕЙДИН ЗАКОНУ

Практикада электр тогун аш тузунун суудагы эритмеси гана өткөрбөстөн башка эритмелер да өткөрөрү белгилүү. Мисалы, жез хлоридинин суудагы эритмеси жездин оң жана хлордун терс иондоруна ажырайт:

$$CuCl_2 \leftrightarrow Cu^{+}+2Cl^{-}.$$

Электроддорду ток булагына туташтырсак, электр талаасынын таасиринде жездин оң иондору катодду көздөй, ал эми хлордун терс иондору анодду көздөй багытталган кыймылга келет.

Жездин оң иондору катоддун бетине жетип, андагы ашыкча электрондор менен биригет да жездин бейтарап атомуна айланып, катоддун бетине жайланышат:

$$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu.$$

Ал эми хлордун иондору анодго жетип, өзүнүн ашыкча электрондорун берип, хлордун бейтарап атомдоруна айланат:

$$2Cl^- - 2e^- \to Cl_2.$$

Хлор аноддун бетинде абанын бүртүкчөлөрү катары бөлүнүп чыгат.

Эми туз кислотасынын суудагы эритмеси аркылуу электр тогунун өтүшүн карайлы. Туз кислотасынын (HCl) молекулалары сууда эригенде суутектин оң ионуна (H^+) жана хлордун терс ионуна (Cl^-) ажырайт.

$$HCl \leftrightarrow H^+ + Cl^-.$$

Электр талаасынын таасиринде туз кислотасынын эритмеси аркылуу ток өткөндө аноддо хлор, катоддо суутек бөлүнүп чыгат.

Дагы бир тажрыйбаны карап көрөлү. Көк таштын ($CuSO_4$) эритмесине эки жез пластинкасын салып, ал аркылуу электр тогун өткөрөбүз. Кандайдыр бир убакыттан кийин ал пластинкалардын массасын өлчөп көрсөк, кызыктуудай көрүнүш байкалат. Катод катары кызмат кылган электроддун массасы канчага көбөйсө, анод катары кызмат кылган электроддун массасы ошончого азаят. Анын себеби, электролит аркылуу ток өткөндө катоддун бетинде таза жез жыйналат, ал эми анод пластинкасынын бети эрүүгө дуушар болуп, жукарат.

Электролиттердин электр өткөрүү механизмин билүү менен электролиз учурунда бөлүнүп чыккан заттын массасын аныктап алууга болот.

Электролит аркылуу жалпы Q заряды өткөндө, электроддо m массадагы зат бөлүнүп чыгат деп эсептейли. Ал эми заряд жана бөлүнүп чыккан зат иондор аркылуу ташылып келгендиги белгилүү. Ошондуктан электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы, электродго келген иондордун жалпы массасына барабар: $m=m_1N$, мында m — электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы, m_1 — бир иондун массасы, N — электродго келген жалпы иондун саны.

Жалпы иондун санын төмөнкүчө табабыз: $N=\frac{Q}{q_1}$, мында Q — электролит аркылуу өткөн жалпы заряд, q_1 — бир иондун заряды. Анда

$$m = m_1\frac{Q}{q_1} = \frac{m_1}{q_1}Q.$$

Бул формулада $\frac{m_1}{q_1}$ катышы ар кандай зат үчүн туруктуу. Анткени m_1 — берилген заттын бир ионунун массасы, q_1 — берилген заттын бир ионунун заряды. Ошондуктан $\frac{m_1}{q_1}=K$ деп белгилеп алабыз. K — заттын электрохимиялык эквиваленти деп аталат.

$\frac{m_1}{q_1}=K$ формуласын пайдаланып, $m=KQ$ деп жазсак болот. $I=\frac{Q}{t}$ же $Q=It$ экендигин эске алып:

$$m=KIt$$

деп жазабыз.

Мындан төмөнкүдөй эреже келип чыгат. **Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы, электролит аркылуу өткөн жалпы зарядга түз пропорциялаш жана заттын электрохимиялык эквивалентине көз каранды.** Же болбосо ал эрежени башкача айтсак болот. **Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы электролиттеги ток күчүн, ток өткөн убакытка көбөйткөнгө барабар жана заттын электрохимиялык эквивалентине көз каранды.**

Бул көз карандылыкты 1832-жылы М. Фарадей эксперименттe далилдеген. Ошондуктан, ал Фарадейдин закону деп аталат.

?

1. Электролиттик диссоциация учурунда иондордун бөлүнүшүнө мисалдар келтиргиле.
2. Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасын кантип эсептөөгө болот?
3. Фарадейдин законунун эрежеси кандай айтылат?

▲

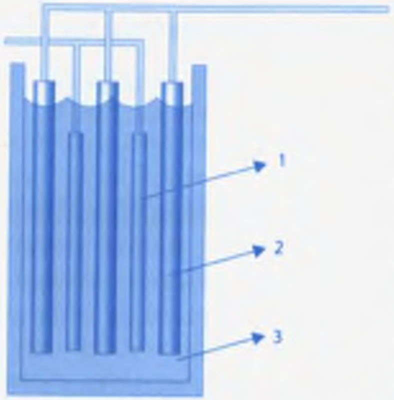
1. Буюмдун бетин күмүш менен каптоодо 30 минута ичинде катоодо 4,55 г күмүш бөлүнүп чыгат. Электролиз учурундагы ток күчүн аныктагыла. (2,25 А)
2. Цинк окисинин эритмесинен ток өткөндө $7{,}2 \cdot 10^6$ Дж жумуш аткарылат. Эгер чыңалуу 4 В болсо, бөлүнүп чыккан цинктин массасын аныктагыла. $K = 0{,}34 \cdot 10^{-6}\ \frac{кг}{Кл}$. (0,61 кг).

§ 66. ЭЛЕКТРОЛИЗДИ КОЛДОНУУ

Электролиз кубулушу, башкача айтканда, катоддо металлдардын бөлүнүшү жана аноддун эрип, желип кетиши техникада кеңири колдонулат.

Жезди тазалоо. Электротехникада кошулмасы жок, таза жез колдонулат. Анткени алар электр тогун эң жакшы өткөрөт. Ошондуктан жез рудасынын 90% и атайын тазалоодон өткөрүлөт.

Атайын заводдордо бетондон жасалган төрт бурчтук идиш электролит менен толтурулат (115-сүрөт). Электролит катары көк таштын эритмеси 3 колдонулат. Катод катары таза жезден жасалган ичке пластинка 1, ал эми анод катары тазаланбаган жезден жасалган калың пластинка 2 алынат. Электролит аркылуу

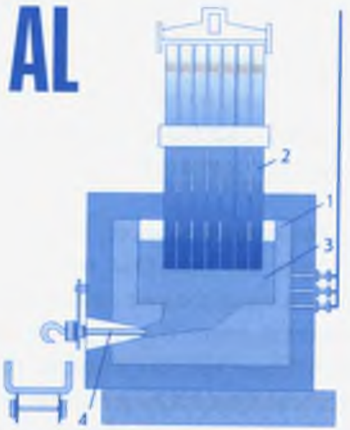


115-сүрөт. Жезди тазалоочу түзүлүш.

ток өткөндө таза жез катоддун бетине топтолот, анод пластинкасы эрип бир аз жукарат. Ал эми ар түрдүү аралашмалар эритиндиге өтөт же идиштин түбүнө чөгүп кетет. Адатта аралашмалар баалуу металлдардан: алтын, күмүш, платиналардан турат.

Алюминий өндүрүп алуу. Алюминий жер катмарында өтө көп кездешкендигине карабастан, XIX кылымдын 80-ж. чейин баалуу металл катары эсептелип келген. Качан гана алюминийди алуу үчүн электр энергиясы пайдалана баштагандан бери ал арзан жана өтө кеңири таралган металл болуп калды. 116-сүрөттө алюминийди алууга арналган электролиттик ванна көрсөтүлгөн. Тигель 1 – (ысыкка чыдамдуу материалдан жасалган идиш) катод катары кызмат кылат, анод 2 – көмүр өзөкчөсү, электролит 3 – алюминий кенинин эритиндиси. Суюк алюминийдин аралашмасы аркылуу ток өткөндө таза алюминий катоддун бетине чогулат да, ага жабышып калбастан, тигелдин түбүндөгү тешик 4 аркылуу сыртка агып чыгат. Таза алюминий алуунун жөнөкөй жолу мына ушундай.

Гальваностегия (стего — латын сөзү, бизче каптоо дегенди билгизет). Кандайдыр бир металл буюмдун бетин электролиз аркылуу башка металл менен жука кылып каптоо гальваностегия деп аталат. Гальваностегиянын максаты — металл буюмдарын дат басуудан сактоо, алардын бекем жана көрктүү болушун камсыз кылуу болуп саналат. Мындай жолдор менен биз колдонуп жүргөн кашык, чайнек, самоорлордун, автомашиналардын айрым тетиктеринин беттери никель менен капталган. Бетин каптоо керек болгон тетик катод катары кызмат кылат. Анод катары никель пластинкасы, ал эми электролит катары никелдин тузунун эритиндиси алынат.



116-сүрөт. Таза алюминий өндүрүүгө арналган түзүлүш.

Гальванопластика (пластика — латын сөзү, бизче үлгүсүн алуу дегенди билгизет). 1836-жылы орус окумуштуусу Б. С. Якоби электролиздин жардамы менен металл нерселердин рельефтик көчүрмөсүн алуунун жолун ачкан. Мындай жол гальванопластика деп аталат.

Нерсенин металл көчүрмөсүн алуу үчүн, мисалы, линолеумдун бетиндеги рельефтик сүрөттү алуу үчүн, анын бетин ток өткөрүүчү порошок (мисалы, графит) менен каптап электролиттик ваннага жайгаштырат. Ал катод катары кызмат аткарат. Катоддун бетине калыңдыгы бир нече миллиметр болгон металл катмары чогулат. Аны линолеумдун бетинен сыйрып алышат. Ал матрица деп аталат. Анда түп нусканын тескери сүрөттөлүшү түшөт. Түп нускасынын өзүнүн көчүрмөсүн алуу үчүн, матрицанын көчүрмөсүн алуу керек болот.

Ушундай жол менен граммофондук пластинкаларды, басмаканаларда тамга куюуну, тыйындарды, медалдарды, ар кандай төш белгилерди даярдашат.

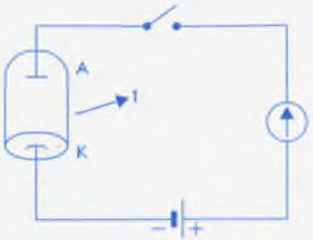
?
1. Электролизди техникада колдонууга мисалдар келтиргиле.
2. Жезди тазалоодо электролизди колдонуу.
3. Алюминий өндүрүүдө электролизди колдонуу.
4. Гальваностегия деген эмне? Аны пайдалануу боюнча оюңарды чиймеде көрсөткүлө.
5. Гальванопластиканы пайдаланууга мисалдар келтиргиле.

§ 67. ВАКУУМДАГЫ ЭЛЕКТР ТОГУ

Эгер кандайдыр бир идиштин ичинен газын сордура баштасак, газдын тыгыздыгы уламдан-улам кичирейип олтурат. Газды суюлтуу кайсы бир чекке жеткенде, идиштин бир капталынан чыккан молекула, анын экинчи капталына эч бир бөлүкчөгө урунбастан келип жетет. Идиштеги газдын мындай абалы вакуум деп аталат. Вакуум — жасалма жол менен түзүлгөн абасыз мейкиндик.

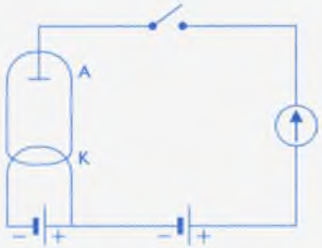
Эми абасыз мейкиндикте, башкача айтканда, вакуумда электр тогу өтөбү деген суроо туулат? Буга эң алгач эле «жок» деп жооп берсе болот. Анткени вакуумда молекулалар, аларды түзгөн бөлүкчөлөр да жок. Демек, вакуумда электр тогун алып жүрүүчү заряддуу бөлүкчөлөр жок. Бирок, кайсы бир шарттарда вакуум аркылуу электр тогу өтөт. Эми ошол кубулушту карап көрөлү.

117-сүрөттөгү электр чынжырын чогулталы. Мында 1 цифрасы менен ичинде эки электроду бар айнек идиши көрсөтүлгөн.



117-сүрөт. Вакуумдагы электр тогунун өтүшү жөнүндөгү тажрыйбанын схемасы.

118-сүрөт. Эки электроддуу лампа.



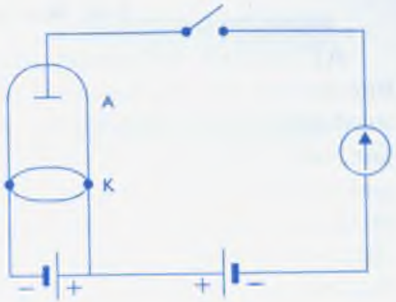
119-сүрөт. Термоэлектрондук эмиссиянын негизинде вакуум аркылуу токтун өтүшүн көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

А – анод, К – катод деп аталарын билебиз. Айнек идишинин ичинен абасы сордурулуп алынган. Демек, анын ичи абасыз мейкиндик, башкача айтканда вакуум. Анын сырткы көрүнүшү 118-сүрөттө берилген.

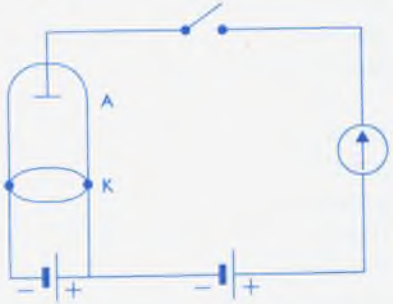
Эми 117-сүрөттөгү чынжырды туюктасак, андагы гальванометр эч кандай токту көрсөтпөйт. Биз башта белгилегендей, вакуум электр тогун өткөзбөйт. Анда электр тогун алып жүрүүчү заряддуу бөлүкчөлөр жок. Андан кийин 119-сүрөттөгү чынжырды чогултабыз. Бул чийменин 117-сүрөттөгү чиймеден айырмасы эмнеде? Мында, айнек идиштеги катод деп аталган электродго өзүнчө ток булагы бириктирилген. Ал өз учурунда туюк чынжырды түзөт. Ал чынжыр аркылуу ток өтүп, катод спиралы ысыйт. Ошонун натыйжасында катоддон электрондор бөлүнүп чыгат.

Жогорку температурага чейин ысыган металлдардын электрондорду бөлүп чыгаруу кубулушу термоэлектрондук эмиссия деп аталат.

Эгер чынжырдагы анод менен катоддун ортосунда электр талаасы жок болсо, башкача айтканда чынжыр ажыратылган учурда, катоддон бөлүнүп чыккан электрондор анын тегерегинде жайгашып, электрондук булутчаны пайда кылат. Качан 119-сүрөттөгү негизги чынжырды туюктаганда, гальванометр токтун пайда болгондугун көрсөтөт. Анткени, чынжырды туюктаганда, анод менен катоддун ортосунда электр талаасы пайда болот. Анод оң заряд, ал эми катод терс заряд менен заряддалат. Электр талаасынын таасиринде, катоддон бөлүнүп чыккан электрондор анодду көздөй багытталган кыймылга келет. Демек, бул вакуум аркылуу электр тогу өтөт дегенди билгизет. Ошентип вакуум аркылуу электр тогунун өтүшү үчүн төмөнкү шарттар аткарылууга тийиш: 1. Ичинде эки электроду бар абасы сордурулган идиштин сырткы ток булагына туюкталышы. 2. Катоддун өз алдынча чынжырында термоэлектрондук эмиссия кубулушунун пайда болушу.



а)



б)

120-сүрөт. Эки электроддуу лампанын токту бир гана багытка өткөрөрүн көрсөтүүчү тажрыйбанын схемасы.

Эми айнек идишинин электроддорун ток булагынын уюлдарына тескерисинен туташтырып көрөлү (120а-сүрөт). Бул учурда деле термоэлектрондук эмиссия кубулушу байкалат. Бирок негизги чынжыр аркылуу ток өтпөйт. Ал гальванометрдин токту көрсөтпөгөнү менен байкалат. Себеби эмнеде?

Катоддун жипчелеринен бөлүнүп чыккан электрондор кайрадан катоддун бетине тартылат. А электроду терс заряд менен заряддалгандыктан, катоддон чыккан электрондор андан түртүлүп, кайрадан катоддун бетине кулап түшөт. Ошентип бул учурда, вакуум аркылуу электрондордун багытталган кыймылы болбойт, б. а. электр тогу өтпөйт.

Жогоруда биз көргөн эки электроду бар айнек идиш физикада эки электроддуу лампа же диод деп аталат. Диод деген сөз эки электроддуу дегенди билгизет. Мындай лампалар токту бир гана багытта өткөзөт. Лампа аркылуу ток өтсүн үчүн сөзсүз түрдө анодду ток булагынын оң уюлуна, ал эми катодду ток булагынын терс уюлуна туташтыруу керек (120б-сүрөт).

Мындай лампалар жана алардын башка түрлөрү радиотехникада, автоматикада жана электротехникада кеңири колдонулат.

?

1. Вакуум деген эмне?
2. Вакуум электр тогун өткөрөбү?
3. Вакуум аркылуу электр тогу өтсүн үчүн кандай шарттардын болушу зарыл?
4. Термоэлектрондук эмиссия деген эмне?
5. Эки электроддуу лампанын токту бир тарапка гана өткөрүшүнүн себеби эмнеде?

§ 68. ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨР

Ар кандай чөйрөдөгү электр тогун караган учурда эң алгач биз электр тогун өткөрүүчүлөр жана өткөрбөөчүлөр жөнүндө айтканбыз. Алар өткөргүчтөр жана диэлектриктер (өткөрбөгүчтөр) деп экиге бөлүнөт. Демек бул, заттардын электрдик касиетине көз каранды. Заттардын электр тогун өткөрүшү же өткөрбөшү, андагы заряддуу бош бөлүкчөлөрдүн санына жараша болот. Диэлектриктерде мындай бош бөлүкчөлөр өткөргүчтөргө салыштырмалуу жокко эсе.

Жаратылышта заряддуу бош бөлүкчөлөрү өткөргүчтөрдүкүнөн аз, ал эми диэлектриктердикинен көбүрөөк болгон заттар да кездешет. Мындай заттар электр тогун жарым жартылай өткөрүшөт. Ошондуктан алар жарым өткөргүчтөр деп аталат.

Өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү температурадан көз каранды. Адатта температура чоңойгон сайын өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү азаят, башкача айтканда, өткөргүчтөрдүн каршылыгы көбөйөт. Ал эми айрым химиялык элементтердин (кремний, германий, селен ж.б.) каршылыктары температура чоңойгон сайын кичирейет. Бул жарым өткөргүчтөрдүн негизги касиети болуп эсептелет.

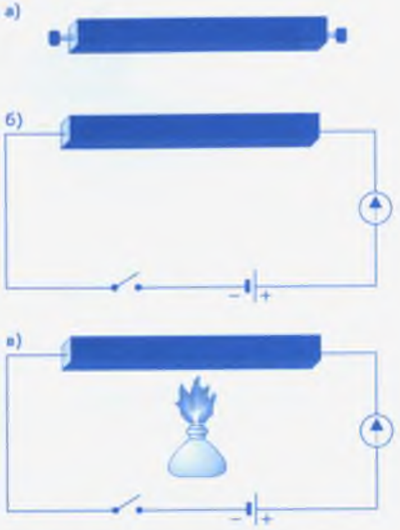
Жарым өткөргүчтүү кристаллдарды биринчи жолу орус радиофизиги О. В. Лосев изилдеген. Ал 1923-ж. дүйнөдө биринчи жарым өткөргүчтүү радиокабылдагычты түзгөн. Жарым өткөргүчтөр физикасын изилдөөгө академик А. Ф. Иоффе зор салым кошкон.

Жарым өткөргүчтөрдө токту алып жүрүүчүлөр кайсылар? Ал үчүн кремнийди мисалга келтирели. Кремний төрт валенттүү элемент. Бул атомдун эң сырткы катмарында ядро менен начар байланышкан төрт электрону бар элемент дегенди билгизет. Сырткы электрондор төмөнкү температурада атомдон ажырабайт. Качан температура жогорулаганда валенттүү электрондун кинетикалык энергиясы көбөйүп, ядродон ажырайт да, бош электрондор болуп калат. Ал чөйрөдө электр талаасы болсо, электрондор бир багытта кыймылга келип, электр тогун түзөт. Бул жарым өткөргүчтүн электрондук өткөрүмдүүлүгү деп аталат. Температураны 300 дөн 700 Келвинге жогорулатканда 1 $мм^3$ көлөмдө бош электрондордун саны 10^{17} даражасынан 10^{24} даражасына чейин өсөт. Бул жарым өткөргүчтүн каршылыгын кескин түрдө кичирейтет.

Жарым өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгүнүн экинчи түрү – көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк. Атомдогу байланыштар бузулганда электрону жетишпей калган бош орун пайда болот. Ал орунду башка байланыштан бошонгон электрон ээлеп, ал бошоп чыккан орун

кайрадан бош калат. Ошол бош орундарды көңдөйчөлөр деп атап коюшкан. Качан жарым өткөргүчкө электр талаасы берилгенде бош орундар талаанын багытына карама каршы жылгандай сезилет. Бул да өз учурунда заряддалган бөлүчөлөрдүн кыймылы катары, б.а. электр тогу катары саналат.

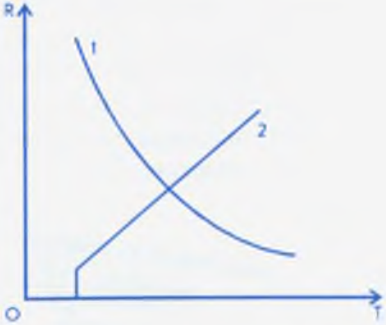
Демек жарым өткөргүчтөрдө электр тогун алып жүрүүчүлөр бош электрондор жана көңдөйчөлөр болушат. Электрондук өткөрүмдүүлүк негатив (negativ) — терс деген сөз боюнча n тамгасы, ал эми көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк (positiv) — оң деген сөз боюнча p тамгасы менен белгиленет.



121-сүрөт. Жарым өткөргүч аркылуу токтун өтүшүнүн температурадан көз каранды экендигин көрсөтүүчү тажрыйба.

Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүн жөнөкөй тажрыйбалардын негизинде үйрөнүүгө болот. Ал үчүн жылуулукка чыдамдуу пластмассадан жасалган узунураак кутуну алып, анын түбүнө жарым өткөргүч заттын катмарын жайгаштырабыз (121а-сүрөт). Кутуну тунук эмес капкак менен жаап ток булагына бириктирсек, гальванометр токтун жок экендигин билгизет (121б-сүрөт).

Эгер кутунун түбүнө күйүп турган спиртовканы алып келсек гальванометр температура жогорулаша азайып, температура төмөндөсө көбөйө тургандыгын көрсөтөт (121в-сүрөт). Спиртовканы алып кетсек, гальванометрдин жебеси артка жылып келип, нөл абалына токтойт. Бул тажрыйба жарым өткөргүчтүн каршылыгынын температурадан өтө көз каранды экендигин көрсөтөт.



122-сүрөт. Металлдын жана жарым өткөргүчтүн каршылыктарынын температурадан көз карандылыгынын графиги.

122-сүрөттө каршылыктын температурадан болгон көз карандылыгынын графиги келтирилген:

1 – жарым өткөргүчтүкү;

2 – металлдыкы.

123-сүрөт. Жарым өткөргүч аркылуу токтун өтүшүнүн жарыктан көз каранды экендигин көрсөтүүчү тажрыйба.

Мындан металлдардын каршылыгы температурага түз, ал эми жарым өткөргүчтүкү тескери пропорциялаш экендиги көрүнүп турат.

Эгер 121-сүрөттөгү кутунун капкагын ачып, жарым өткөргүчтү жарыктандырсак, гальванометр кайрадан токтун пайда болгонун көрсөтөт (123-сүрөт). Жарым өткөргүч канчалык жакшы жарыктандырылса, ток күчү ошончолук чоң болот. Бул болсо, жарым өткөргүчтүн электр өткөрүмдүүлүгүнүн жарыктан көз карандылыгын далилдейт.

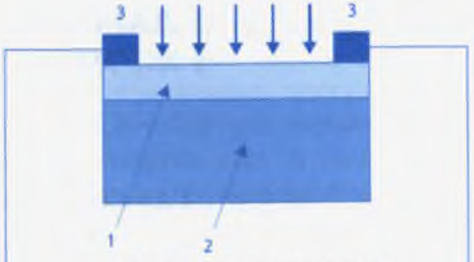
Мындан сырткары жарым өткөргүчтүн электр өткөрүмдүүлүгүнө сырткы электр жана магнит талаалары, рентген нурлары, радиоактивдүү нурдануу, механикалык таасирлер да себепкер болору аныкталган.

Жарым өткөргүчтөрдүн каршылыгынын температурадан көз карандылыгына негизделип жасалган курал терморезистор деп аталат. Ал электр чынжырына туташтыруучу тийметери бар жарым өткөргүч мамычадан турат. Мамыча металл тулкуга же нымдан сактоочу кутуга жайгаштырылган (124-сүрөт).

Терморезистордун температурасы канчалык жогору болсо, анын каршылыгы ошончолук кичине болот. Ал азыркы учурдагы электроникада, радиотехникада жана өлчөө техникасында кеңири колдонулат.

124-сүрөт. Терморезистор.

Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүнүн жарыктанышытан көз карандылыгына негизделип жасалган курал фоторезистор деп аталат. Жөнөкөй фоторезистор 125-сүрөттөгү пластмассанын (2) бетине жалатылган жарым өткөргүч катмардан (1) турат. Жарым өткөргүч катмардын учтарына бекитилген тиймек (3) аркылуу, ал электр чынжырына туташтырылат. Фоторезистордун каршылыгы жарым өткөргүч катмардын жарыктанышына жараша өзгөрөт.



125-сүрөт. Фоторезистор.

Фоторезисторлор жарыкты өлчөөчү жана ар кандай автоматтык түзүлүштөрдө колдонулат.

?

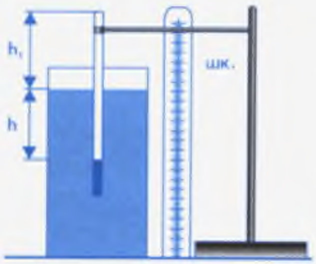
1. Жарым өткөргүчтөрдүн өткөргүчтөрдөн жана диэлектриктерден айырмасы эмнеде?
2. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүн кандай тажрыйбаларда көрсөтүүгө болот?
3. Жарым өткөргүчтүн каршылыгы эмнеден көз каранды?
4. Терморезистор деген эмне? Түзүлүшү кандай?
5. Фоторезистор деген эмне? Түзүлүшү кандай?

IX глава боюнча негизги маалыматтар жана алардын өз ара байланышы

№	Чөйрөнүн түрлөрү	Токту алып жүрүүчүлөр, кубулуштар	Колдонулушу
1.	Металл	Бош электрондор	Металл өткөргүчтөрү колдонулган бардык түзүлүштөр
2.	Газ	Оң иондор жана бош электрондор (иондошуу)	Өз алдынча жана өз алдынча эмес разряддар
3.	Суюктук	Оң жана терс иондор (диссоциация)	Жезди тазалоо Алюминий өндүрүү Гальваностегия Гальванопластика
4.	Вакуум	Электрондор (термоэлектрондук эмиссия)	Электрондук куралдар
5.	Жарым өткөргүчтөр	Бош электрондор, бош орундар (көңдөйчөлөр)	Терморезистор Фоторезистор

III бөлүм | ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ЖУМУШТАР

1 - ж у м у ш. Газ абалынын закондорун текшерүү



126-сүрөт. Бойль-Мариоттун законун жана газ абалынын теңдемесин текшерүү боюнча тажрыйба.

Жумуштун максаты: газ абалына тиешелүү болгон Бойль-Мариоттун законун жана газ абалынын теңдемесин текшерүү.

Куралдар жана материалдар: цилиндр түрүндөгү айнек идиш же мензурка (бийиктиги 35—40 см), бир жагы туюк айнек түтүкчө (узундугу 40—50 см), термометр, штатив, миллиметр шкаласы, бөлмөдөгү абанын басымын ченөөчү барометр (БР—52).

А. Бойль-Мариоттун закону берилген массадагы газ үчүн белгилүү температурада, анын басымынын көлөмүнө болгон көбөйтүндүсү PV=const дайыма туруктуу болорун ырастайт. Көлөм канчага кичирейсе, басым ошончо чоңоюп, алардын көбөйтүндүсү туруктуу бойдон кала берет. Бул жыйынтыкты жогоруда аталган куралдардын жардамы менен текшерүүгө болот.

- бөлмө температурасындагы сууну идишке куйгула;
- анын ичине ачык учу менен түтүкчөнү матыргыла (10 см ге). Аны штативге карматып койгула;
- түтүкчөдөгү суунун деңгээлине чейинки түтүкчөнүн бийиктигин (126-сүрөт), башкача айтканда узундугун (l) ченеп алгыла l=h+h;
- идиштеги суунун деңгээлинен түтүкчөдөгү суунун деңгээлине чейинки бийиктикти (h) ченегиле;
- алынган чоңдуктарды таблицага түшүргүлө. Таблицада P — барометр аркылуу ченелген бөлмөдөгү абанын басымы (мм сым. мам. менен).

№	P, мм сым. мам.	l, мм	h, мм	$P=P_0+\frac{h}{13,6}$	$(P_0+\frac{h}{13,6})\cdot l$
1 2 3					

Түтүкчөдөгү кысылган абанын басымы ал түтүкчөдөгү абанын көлөмүнүн азайышына жараша болот. Адепки басым P болсо, түтүкчөдөгү абанын басымы h — бийиктигиндеги суунун мамычасынын кирбей калышы менен h/13,6 чоңдугуна чоноёт. Мында 13,6 сымаптын тыгыздыгынан алынган сан. h бийиктиги 13,6 болуу менен аны сымап мамычасына келтирген болобуз.

$$P=P_0+\frac{h}{13,6}$$

түтүкчөдөгү суунун деңгээли боюнча кысылган абанын көлөмү $l\cdot S$ болору белгилүү. Демек, түтүкчөнүн ар кандай матырылган абалы үчүн

$$(P_0+\frac{h}{13,6})\cdot lS=\text{const}$$

болууга тийиш. Түтүкчөнүн туурасынан кесилиш аянты (демек, аба мамычасынын да) өзгөрбөгөндүктөн, көлөмдүн өзгөрүшүн түтүкчөдөгү аба мамычасынын узундугу аркылуу баалоого болот:

$$(P_0+\frac{h}{13,6})\cdot l=\text{const}\ .$$

Эскертүү:

1. Ченөөлөрдүн абсолюттук жана салыштырма каталарын аныктоо окуучулардын ыктыярына сунуш кылынат.
2. Кайсы ченөөлөрдө көбүрөөк каталардын кетирилишин баалап көргүлө.

?
1. Таблицанын акыркы мамычасындагы сандар түтүкчөнүн матырылган абалына жараша өзгөрөбү?
2. Тажрыйбанын жүрүшүндө эмне үчүн айнек түтүкчөсүн колубуз менен эле кармап турган жокпуз?
3. Идиштин жана түтүкчөнүн туурасынан кесилиштери мааниге ээ болобу?

Б. Газ абалынын теңдемесинен, газдын ар кандай абалы үчүн

$$\frac{PV}{T}=\text{const}$$

болору келип чыгат. Массасы 1 моль газ үчүн ал $\frac{PV}{T}=R$. Бул катышта $T=273+t$ экендиги белгилүү. t — бөлмөдөгү температура. Жогорку тажрыйбада алынган жыйынтыктарды (акыркы мамыча) T нын маанисине бөлүп, $\frac{PV}{T}$ катышынын чоңдугун табабыз.

Газдын кандайдыр эки абалы үчүн $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$ болорун ырастоодо, тажрыйбаны башка шартта, атап айтканда, бөлмө көбүрөөк жылыган же муздаган кезде кайталоо керек.

Жумуштун бул бөлүгүн айрым окуучуларга өз алдынча тапшырма катарында берүү ылайыктуу.

2 - ж у м у ш. Жылуулук санын эсептөө формуласынын колдонулуштары

127-сүрөт. Жылуулук санын эсептөөгө арналган тажрыйба.

Жумуштун максаты: жылуулук санын эсептөө формуласынын колдонулушуна көнүгүү.

Куралдар жана материалдар: калориметр, термометр, тараза жана анын таштары, белгилүү заттын (алюминий, темир, жез, латун ж. у. с) кесеги.

Калориметр арасы аба менен ажыратылып коюлган эки кабат идиш. Ички идиштин түбүнө жылуулукту начар өткөрүүчү таяныч коюлат (127-сүрөт). Натыйжада аба катмары менен ажыратылган ички идиш тажрыйба учурунда өзүнөн жылуулукту сыртка дээрлик бербейт деп эсептелет.

А. Бир нерседен экинчи нерсеге берилген жылуулуктун, экинчи нерсе алган жылуулукка барабардык шартын текшерүү.

Калориметрге жарымдай муздак суу куюп, анын массасын (m_1) жана температурасын (t_1) ченеп алабыз. Анын үстүнө массасы (m_2) жана температурасы (t_2) белгилүү болгон ысык сууну куябыз. Термометр менен кылдаттыкта аралаштырып, аралашманын температурасын (θ) ченеп алабыз. Алынган маалыматтарды таблицага түшүргүлө.

m_1 (кг)	t_1 (C)	m_2 (кг)	t_2 (C)	θ (C)	Q_1 (Дж)	Q_2 (Дж)

Ысык суу берген жылуулук саны:

$$Q_2=cm_2(t_2-\theta). \quad (1)$$

Ал эми муздак суу алган жылуулук саны

$$Q_1=cm_1(\theta-t_1) \quad (2)$$

болору белгилүү.

Берилген жылуулук саны коромжуга учурабайт деп эсептесек, алар өз ара барабар $Q_1=Q_2$ же $m_2c(t_2-\theta)=m_1c(\theta-t_1)$ болот.

Мында, c — суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу. Тажрыйбада ал өзгөрбөйт. Ошондуктан

$$m_2(t_2-Q)=m_1(Q-t_1). \quad (3)$$

Эсептөөлөр бул барабардыктын эки жагы өз ара барабар сандарды берерин ырастайт.

Суроо: ысык суунун массасын жана температурасын чоңойтсок, аралашманын температурасы кандай болорун алдын ала айта алабызбы?

Б. Катуу нерсенин жылуулук сыйымдуулугун аныктоо.

Жогоруда аталган куралдарды пайдаланып, калориметрге куюлган муздак суунун массасын (m_1) жана температурасын (t_1) ченеп алабыз. Изилденүүчү катуу нерсенин массасын (m_2) ченеп алабыз. Аны жипке байлап, ысык сууга салып бир аз кармап турабыз. Ысыган суунун температурасын (t_2) ченейбиз. Ысык суудан чыгарылган катуу нерсени калориметрдеги сууга салып, температура калыптанганда, аны ченеп θ аралашманын температурасын табабыз. Бул учурда нерсе берген жылуулук саны менен суу алган жылуулук саны барабар.

$$Q_1=c_1m_1(\theta-t_1).$$

Катуу нерсе берген жылуулук саны:

$$Q_2=c_2m_2(t_2-\theta).$$

Алардын барабардыгынан

$$c_1m_1(\theta-t_1)=c_2m_2(t_2-\theta)$$

же

$$c_2=\frac{m_1c_1(\theta-t_1)}{m_2(t_2-\theta)} \quad (4)$$

формуласын алабыз. Акыркы формулада c_1 — суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу ($c_1=4{,}18\cdot10^3\frac{Дж}{кгК}$).

(4) формула изилденүүчү катуу нерсенин салыштырма жылуулук сыйымдуулугун табууга мүмкүндүк берет. Алынган маалыматтар боюнча төмөнкү таблицаны толтургула.

m_1 (кг)	t_1 (C)	m_2 (кг)	t_2 (C)	θ (C)	C_1 (Дж/кг Град)	C_2 (Дж/кг Град)

? 1. Суунун жана катуу нерсенин салыштырма жылуулук сыйымдуулуктарын салыштырып кандай жыйынтыкка келебиз?
2. Жогорудагы тажрыйбаларда калориметр өзү жана термометр алган жылуулукту эсепке алган жокпуз. Аны кандай деп ойлойсуңар?

3 - ж у м у ш. Суюктуктун тамчысы аркылуу анын беттик тартылуу коэффициентин аныктоо

Жумуштун максаты: тамчынын пайда болушун тажрыйбада беттик тартылуу коэффициентин аныктоо үчүн колдонуу.

Куралдар жана материалдар: төмөнкү учу чорго менен жабдылган айнек түтүкчөсү (20—25 см), миллиметрдик шкала, изилденүүчү суюктуктар (айнек түтүкчөсүн тамчылаткыч менен бириктирип да тамчынын пайда болушуна жетишүүгө болот).

Тажрыйбада эң башкысы: тамчылап жаткан суюктуктун көлөмүн (демек массасын) жана тамчы пайда болуп жаткан моюндун диаметрин билүү.

Ошондуктан миллиметрдик шкаланы пайдаланып, түтүкчө куюлган суунун (белгилүү массадагы) 1 $см^3$ көлөмүн аныктап алуу керек. Ал эми түтүкчөнүн тамчы пайда болгон жериндеги диаметрин ийнени же шибеге киргизип, алардын кирген жерине чейинки диаметри аркылуу аныктап алууга болот.

А. Суунун беттик тартылуу коэффициентин аныктоо.

1 $см^3$ көлөмдөгү суунун массасы 1 г болору белгилүү. Бул көлөмдөгү суу агып түшкөнгө чейин n тамчысы пайда болсун дейли. Анда бир тамчынын салмагы

$$P=\frac{1г}{n}g$$

болору белгилүү.

Тамчы качан түтүкчөнүн кыркасына аракет кылган беттик тартылуу күчү менен тамчы чоңоюп, салмагы ага барабар болгондо үзүлөт.

$$P=f.$$

$f=\alpha l=\alpha 2\pi r$ болгондуктан,

$$P=\frac{1г}{n}g=\alpha 2\pi r$$

деп жаза алабыз. Мындан

$$\alpha=\frac{1Г}{n}\cdot\frac{g}{2\pi r}=\frac{10^{-3}кг}{n}\cdot\frac{g}{2\pi r},$$

g — эркин түшүү ылдамдануусу. g=9,8 $м/с^2$; r — моюн пайда болгон жердеги түтүкчөнүн радиусу (М менен алабыз). Тажрыйбада $\alpha\frac{Н}{м}$ бирдиги менен чыгат, таза суу үчүн $\alpha=0{,}072\frac{Н}{м}$ болууга тийиш.

Алынган маалыматтарды таблицага түшүргүлө.

№	n	r(м)	α	t
1 2 3 4 5				

Түтүккө куюлган суунун температурасын 10°С дан жогорулатып, тажрыйбаны кайталап, беттик тартылуу коэффициентинин температурадан кандай көз каранды болорун да аныктоого болот.

Б. Беттик тартылуу коэффициенти белгилүү суюктукту пайдаланып, каалаган суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин аныктоо.

Беттик тартылуу коэффициенти белгилүү болгон суюктукту пайдаланып, ар кандай суюктуктардын беттик тартылуу коэффициентин аныктоого болот. Бул учурда түтүкчөнүн радиусун билүүнүн зарылдыгы болбой калат. Көбүнчө суунун беттик тартылуу коэффициенти белгилүү деп алынып, ага салыштырмалуу башка суюктуктардын (спирт, глицерин, эритмелер ж. у. с) беттик тартылуу коэффициенттери аныкталат.

1 см³ көлөмдөгү суунун тамчысынын санын n_1 жана салмагын P_1 деп белгилейли. Анда бир тамчынын салмагы

$$P_1=\frac{P_1}{n_1}=\frac{\rho_1 V_1 g}{n_1}$$

болот. Мында ρ_1 суунун тыгыздыгы, V=1 см³ — көлөм.

Изилденүүчү суюктук үчүн да ушундай эле формуланы алабыз:

$$P_2=\frac{P_2}{n_2}=\frac{\rho_2 Vg}{n_2}.$$

Тамчынын пайда болуу шартын эске алып,

$$P_{01}=\frac{\rho_1 Vg}{n_1}=\alpha_1 2\pi r, \qquad P_{02}=\frac{\rho_{21} Vg}{n_1 2}=\alpha_2 2\pi r$$

деп жазууга болот. Биринчи жана экинчи барабардыктардан

$$V=\frac{\alpha_1 2\pi r n_1}{\rho_1 g}, \quad V=\frac{\alpha_2 2\pi r n_2}{\rho_2 g}$$

келип чыгат. Көлөмдөр барабар болгондуктан

$$\frac{\alpha_1 2\pi r n_1}{\rho_1 g}=\frac{\alpha_2 2\pi r n_2}{\rho_2 g} \quad \text{же мындан} \quad \alpha_2=\frac{\rho_2 n_1}{\rho_1 n_2}\cdot\alpha_1$$

алынат. Акыркы формула боюнча изилденүүчү суюктуктун тыгыздыгын, тамчылардын санын билүү талап кылынат.

Ченөөнүн маанилерин таблицага киргизиле

Таблица

катары	α_1	n_1	n_2	ρ_1	ρ_2	α_2
1						
2						
3						
4						
5						

Алынган маалыматтарды төмөнкү таблицага түшүргүлө.

N	n_1	ρ_1	α_1	n_2	ρ_2	α_2

?
1. Суюктуктардын беттик тартылуусу температурадан кандайча көз каранды.
2. Эгерде суу менен спирт аралаштырылса, спирт көбөйгөн сайын аралашманын беттик тартылуу коэффициенти кандайча өзгөрөт.
3. Эгерде тамчы пайда болуп жаткан моюндун диаметри өзгөрсө, андан суюктуктун беттик тартылуу коэффициенти өзгөрөбү?

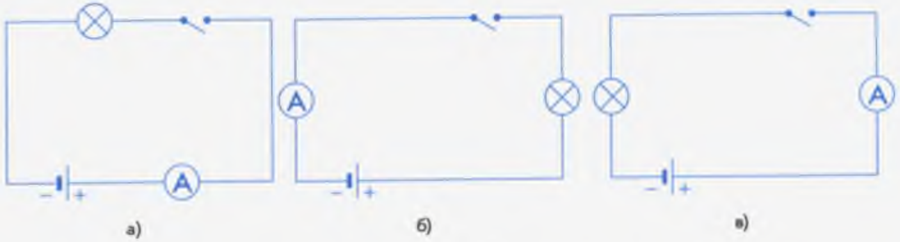
4 - ж у м у ш. Электр чынжырын чогултуу жана анын ар кандай бөлүктөрүндө ток күчү менен чыңалууну өлчөө

Жумуштун максаты: электр чынжырын түзүүгө, анын ар кандай бөлүктөрүндөгү ток күчү менен чыңалууну өлчөөгө көнүгүү.

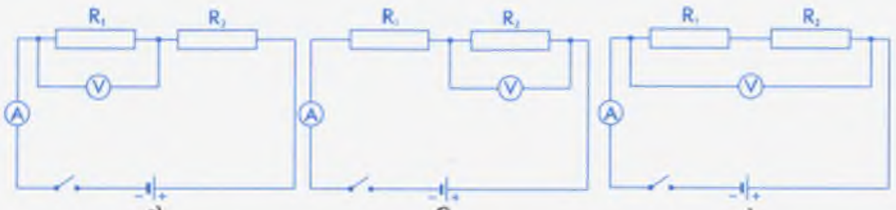
Куралдар жана материалдар: электр батареясы, койгучка бекитилген чөнтөк фонарынын кичине вольттуу лампочкасы, амперметр, вольтметр, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар, каршылыгы белгилүү эки өткөргүч.

Ишке көрсөтмө.

1. 128 а, б, в – сүрөттөр боюнча электр чынжырын чогултуп, анын ар бириндеги ток күчүн өлчөгүлө. Амперметрдин көрсөтүүсүн салыштырып, жыйынтык чыгаргыла.



128-сүрөт. Чынжырдын ар кандай бөлүгүндө ток күчүн өлчөө.



129-сүрөт. Чынжырдын ар кандай бөлүгүндө чыңалууну өлчөө.

2. 129 а, б, в – сүрөттөр боюнча электр чынжырын чогултуп, ар бир учур үчүн чыңалууну өлчөгүлө. Вольтметрдин көрсөтүүсү боюнча жыйынтык чыгаргыла.

5 - ж у м у ш. Амперметр жана вольтметрдин жардамы менен өткөргүчтүн каршылыгын аныктоо

Иштин максаты: амперметрдин жана вольтметрдин жардамы менен өткөргүчтүн каршылыгын аныктоого үйрөнүү; өткөргүчтүн каршылыгы андагы ток күчүнөн жана анын учтарындагы чыңалуудан көз каранды эместигин тажрыйбада текшерүү.

Куралдар жана материалдар: электр батареясы, изилдөөчү өткөргүч (чоң эмес никелин спиралы), амперметр, вольтметр, реостат, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар.

Ишке көрсөтмө

1. Батарея, амперметр, спираль, реостат, ажыраткычтан турган электр чынжырын чогулткула.
2. Чынжырдагы ток күчүн аныктагыла.
3. Спиралдын эки учуна вольтметрди туташтырып, өткөргүчтөгү чыңалууну аныктагыла.
4. Реостаттын жардамы менен чынжырдын каршылыгын өзгөртүп, ток күчүн жана чыңалууну дагы бир жолу өлчөгүлө.
5. Өлчөөнүн жыйынтыгын төмөнкү таблицага түшүргүлө.

Тажрыйбанын №	Ток күчү, А	Чыңалуу, В	Каршылык, Ом
1 2			

6. Омдун законун пайдаланып, спиралдын каршылыгын аныктагыла.
7. Эсептөөнүн жыйынтыгын таблицага түшүргүлө.
8. Алынган жыйынтык боюнча корутунду жасагыла.

6 - ж у м у ш. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын аныктоо

Иштин максаты: өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын аныктоого көнүгүү.

Куралдар жана материалдар: анча узун эмес никелин (нихром, константан) зымы, сызгыч, штангенциркуль, батарея, амперметр, вольтметр, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар.

Ишке көрсөтмө

1. Өткөргүчтүн узундугун өлчөгүлө.
2. Өткөргүчтүн кесилиш аянтын өлчөгүлө.
3. Берилген куралдарды жана материалдарды пайдаланып электр чынжырын чогулткула.
4. Чынжырдагы ток күчүн өлчөгүлө.
5. Өткөргүчтүн учтарындагы чыңалууну өлчөгүлө.
6. Омдун закону боюнча өткөргүчтүн каршылыгын аныктагыла.
7. Өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгын аныктагыла.
8. Алынгандарды төмөнкү таблицага түшүргүлө.

Өткөргүч	l, м	S, мм^2	I, А	U, В	R, Ом	ρ, Ом мм^2/м

9. Корутунду жасагыла.

7 - ж у м у ш. Электр лампасындагы токтун жумушун жана кубаттуулугун өлчөө

Иштин максаты: токтун жумушун жана кубаттуулугун аныктоого көнүгүү.

Куралдар жана материалдар: электр батареясы, койгучка бекитилген кичине вольттуу лампочка, амперметр, секундомер, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар, вольтметр.

Ишке көрсөтмө

1. Керек болуучу электр чынжырынын схемасын чийгиле.
2. Электр чынжырын чогулткула.
3. Ток күчүн жана лампадагы чыңалууну өлчөгүлө.
4. Лампадагы токтун кубаттуулугун аныктагыла.
5. Ток өткөн убакытты өлчөп алып, лампадагы токтун жумушун аныктагыла.
6. Алынган сан маанилерди төмөнкү таблицага түшүргүлө.

№	I, А	U, В	P, Вт	t, с	A, Дж

7. Корутунду жасагыла.

8 - ж у м у ш. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтыруу

Иштин максаты: өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтырган учурда жалпы каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн аныктоого көнүгүү.

Куралдар жана материалдар: каршылыгы белгилүү болгон эки өткөргүч, амперметр, вольтметр, электр батареясы, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар.

Ишке көрсөтмө

1. Каршылыгы белгилүү болгон эки өткөргүчтү удаалаш жана жарыш туташтыруунун схемасын чийгиле.
2. Ар бир учур үчүн өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгын аныктагыла.
3. Удаалаш туташтыруу учурунда ар бир өткөргүчтөгү чыңалууну жана чынжырдагы ток күчүн өлчөгүлө.
4. Вольтметрдин жана амперметрдин көрсөтүүлөрү боюнча: $U=U_1+U_2$; $I_1=I_2=I$ экендигин текшергиле.

5. Өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгын вольтметрдин жана амперметрдин көрсөтүүсү боюнча аныктап, биринчи алынган жыйынтык менен салыштыргыла.
6. Өткөргүчтөрдү жарыш туташтырган учурда $U=U_1=U_2$; $I=I_1+I_2$ болорун тажрыйбада текшергиле.

9 - ж у м у ш. Электр ысыткычынын пайдалуу аракет коэффициентин аныктоо

Иштин максаты: өткөргүч аркылуу ток өткөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санын жана берилген суюктукту жылытууга берилген жылуулук санын аныктоонун жолдору менен таанышуу.

Куралдар жана материалдар: суусу бар идиш, калориметрдин ички идиши, кармагычы бар атайын спираль, мензурка, тараза, термометр, саат, ток булагы, амперметр, вольтметр.

Ишке көрсөтмө

1. Калориметрдин ички идишине 100—150 г суу куюп, анын температурасын өлчөгүлө.
2. Спиралды сууга салып, ал аркылуу ток жибергиле да, сууну 30—35°С чейин жылыткыла.
3. Суу жылыганга кеткен убакытты ченеп алгыла.
4. Спиралга туташтырылган амперметрдин жана вольтметрдин көрсөтүүсүн жазып алгыла.
5. Бардык өлчөөлөрдүн жыйынтыгын төмөнкү таблицага түшүргүлө.

m, кг	t, °С	t, °С	t, °С	I, А	U, В	P, Вт	A, Дж	Q, Дж	ПАК, %

6. Таблицадагы сан маанилерди пайдаланып төмөнкү чоңдуктарды аныктагыла:

- спиралдагы токтун кубаттуулугу;
- токтун жумушу;
- сууну жылытууга кеткен жылуулук саны;
- ысыткычтын ПАКы.

Ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти суу алган жылуулук санынын токтун жумушуна болгон катышы аркылуу аныкталат:

$$ПАК = Q/A.$$

МАЗМУНУ

Киришүү ... 3

I БӨЛҮМ. ЗАТТАРДЫН ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

I глава. Заттардын түзүлүшү

§ 1. Физиканын бул бөлүмүндө эмнелерди окуйбуз ... 7
§ 2. Заттар ... 8
§ 3. Атом жана молекула ... 9
§ 4. Атом жана молекулалардын массалары ... 13
§ 5. Моль массасы. Авагадро саны ... 14

II глава. Молекулалардын жылуулук кыймылы. Температура

§ 6. Диффузия кубулушу ... 17
§ 7. Жылуулук жана температура ... 19
§ 8. Температуралык шкалалар. Термометрлер ... 20

III глава. Заттардын түзүлүшү жана абалдары

§ 9. Молекулалардын өз ара аракеттешүү күчү ... 24
§ 10. Заттын газ, суюк жана катуу абалдары ... 24
§ 11. Заттын абалдарынын өзгөрүшү ... 26
§ 12. Газ ... 27
§ 13. Идеалдык газ абалынын теңдемеси ... 30
§ 14. Газ закондору ... 32
§ 15. Газдардын техникада колдонулуштары ... 37

IV глава. Жылуулук кубулуштары

§ 16. Жылуулук алмашуу ... 39
§ 17. Заттардын жылуулук сыйымдуулугу ... 41
§ 18. Жылуулук санын эсептөө формуласы ... 42
§ 19. Ички энергия ... 43
§ 20. Ички энергиянын өзгөрүшү. Газдардын кысылышында же кеңейишинде аткарылган жумуш ... 44
§ 21. Жылуулук менен жумуштун жалпылыгы жана айырмачылыгы ... 45
§ 22. Отун. Отундун күйүү жылуулугу ... 47
§ 23. Жылуулуктун жумушка өтүшү ... 48
§ 24. Жылуулук кыймылдаткычтарынын түрлөрү ... 49
§ 25. Жылуулук жана айлана-чөйрө ... 50

V глава. Суюктуктар

§ 26. Беттик тартылуу ... 53
§ 27. Беттик тартылуу күчү ... 55
§ 28. Нымдоо. Капиллярдуулук ... 57
§ 29. Бууланууу ... 59
§ 30. Кайноо ... 60
§ 31. Абанын нымдуулугу ... 61

VI глава. Катуу заттар

§ 32. Катуу заттардын түзүлүшү ... 64
§ 33. Катуу нерселер биздин турмушубузда ... 67
§ 34. Деформация ... 68
§ 35. Деформациянын түрлөрү ... 69
§ 36. Серпилгичтүү жана калдыктуу деформациялар ... 72
§ 37. Катуу нерселердин жылуулук касиеттери ... 73

II БӨЛҮМ. ЭЛЕКТР КУБУЛУШТАРЫ

VII глава. Электр заряды. Электр талаасы

§ 38. Нерселердин электрлениши жөнүндөгү тарыхый маалыматтар ... 76
§ 39. Электр заряды ... 78
§ 40. Электр талаасы. Электр күчү. Электр талаасынын чыңалышы ... 82
§ 41. Кулондун закону ... 84
§ 42. Электр талаасындагы жумуш ... 86
§ 43. Электр талаасынын потенциалы. Чыңалуу ... 87
§ 44. Заттардын электр сыйымдуулугу ... 89
§ 45. Конденсаторлор. Конденсаторлордун сыйымдуулугу ... 91

VIII глава. Турактуу электр тогу

§ 46. Электр тогу. Электр тогунун булагы ... 95
§ 47. Электр чынжыры жана анын бөлүктөрү ... 97
§ 48. Электр тогунун аракеттери ... 98
§ 49. Токтун багыты. Ток күчү. Амперметр ... 100
§ 50. Электр чыңалуусу. Вольтметр ... 103
§ 51. Өткөргүчтүн электрдик каршылыгы ... 106
§ 52. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы ... 108
§ 53. Чынжырдын бөлүгү үчүн Омдун закону ... 110
§ 54. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтыруу ... 113
§ 55. Реостаттар ... 116
§ 56. Токтун жумушу жана кубаттуулугу ... 117
§ 57. Джоуль–Ленцтин закону ... 120
§ 58. Электр ысыткыч куралдары ... 121
§ 59. Чукул туташуу. Электрдик сактагыч ... 123

IX глава. Ар кандай чөйрөдөгү электр тогу

§ 60. Металлдардагы электр тогу ... 127
§ 61. Газдардагы электр тогу ... 128
§ 62. Электр разряддарынын түрлөрү ... 130
§ 63. Плазма жөнүндө түшүнүк ... 132
§ 64. Суюктуктагы электр тогу ... 134
§ 65. Фарадейдин закону ... 135
§ 66. Электролизди колдонуу ... 137
§ 67. Вакуумдагы электр тогу ... 139
§ 68. Жарым өткөргүчтөр ... 142

III БӨЛҮМ. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ЖУМУШТАР ... 146

Учебное издание

Карашев Ташмат,
Мамбетакунов Эсенбек,
Мамбетакунов Уланбек

Физика

Учебник для 8 класса средней школы

Окуу басылмасы

Карашев Ташмат,
Мамбетакунов Эсенбек,
Мамбетакунов Уланбек

Физика

Орто мектептин 8-классы үчүн окуу китеби

Редактору *Ы. Кадыров*
Көркөм редактору *С. Иманкулов*
Корректору *Н. Эсенаманова*
Компьютердик калыпка салган *Д. Орускулов*
Техникалык редактору *В. Крутякова*

Терүүгө 15.06.2007 берилди. Басууга 10.12.2007 кол коюлду.
Форматы $60x90^1/_{16}$. Офсет кагазы №1. Офсет ыкма менен басылды.
10,0 физ. басма табак. 2-завод. Нускасы 2 449. Заказ № КА14.

«Билим-компьютер» басмасы, 2010