

Э. Мамбетакунов, Б.Б. Мурзаibraимова,
У.Э. Мамбетакунов



ФИЗИКА

8-класс

Жалпы билим берүү уюмдары
үчүн окуу китеби

*Кыргыз Республикасынын
Билим берүү жана илим министрлиги
тарабынан сунушталган*

Бишкек – 2023

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3 Я 721
М 22

Рецензенттер:

Артыкова С.И. – И. Арабаев атн. КМУнун доценти, физика-математика илимдеринин кандидаты;

Боромбаева Ж.М. – Т.Сатылганов атн. №69 окуу-тарбия комплекс гимназиясынын физика мугалими

М 22 Мамбетакунов Э., Мурзаibraимова Б.Б., Мамбетакунов У.Э.

Физика. 8-кл.: жалпы билим берүү уюмдары үчүн окуу китеби/ – Б.: Учкун, 2023. – 240 б.

ISBN 978-9967-17-159-6

Окуу китеби Кыргыз Республикасында жалпы мектеп-тик билим берүүнүн мамлекеттик стандартынын, ага негизделген физика боюнча предметтик стандарттын жана окуу программасынын талаптарына ылайык иштелип чыкты. Окуу материалдары 8-класстын окуучуларынын жаш өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен жазылды.

ШАРТТУУ БЕЛГИЛЕР



— параграфта каралуучу суроолор



— аныктамалар



— закондор жана эрежелер



— негизги формулалар



— алган билимин текшерүү, бышыктоо үчүн суроолор жана тапшырмалар



— көнүгүүлөр жана маселелер



— практикалык иштер жана демонстрациялар



— кошумча окуу үчүн маалыматтар

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3 Я 721

ISBN 978-9967-17-159-6

© Мамбетакунов Э., Мурзаibraимова Б.Б.,
Мамбетакунов У.Э., 2023
© КР Билим берүү жана илим
министрлиги, 2023

КИРИШҮҮ

Кымбаттуу окуучулар!

7-класста физика сабагынан механикалык кубулуштар менен таанышканбыз. Анда эң жөнөкөй физикалык кубулуш – механикалык кыймыл экенин, кыймылдын ылдамдык жана ылдамдануу деп аталган мүнөздөмөлөрүн, нерсеге аракет эткен күчтөр, жумуш, кубаттуулук, энергия, энергиянын сакталуу законун ж.б. өздөштүргөнбүз. Каралган объектилер материялык чекит же бүтүндөй эле бир нерсе деп аталып, алардын ички түзүлүшү жөнүндө сөз болгон эмес.

8-класста зат, анын курамы, түзүлүшү, касиети, ошондой эле жылуулук кубулуштарын, электрдик жана магниттик кубулуштарды окуп-үйрөнөбүз. Бул кубулуштар нерселердин ички түзүлүшүнө жана касиеттерине көз каранды.

Бизди курчап турган чөйрөдөгү нерселер тынымсыз өзгөрүүдө болот. Шартка жараша айрым нерселер тез өзгөрүүгө дуушар болсо, айрымдары айлап, жылдап, ал турсун, кылымдап барып гана байкаларлык өзгөрөт. Заттар катуу, суюк газ жана плазма абалында болуп, бир абалдан экинчи абалга өтүп турат. Мисалы, суу кышкы суукта муз болуп тоңуп, катуу абалга өтсө, жайкы ысыкта бууланып, газ абалына өтөт; металлдар да убакыт өткөн сайын дат басып, чирип, урандыга айланат.

Мындай өзгөрүүлөрдүн сыры эмнеде? Аларды кантип түшүндүрүүгө болот? Бул суроолор заттын курамындагы атом жана молекулалардын кыймылдары, өз ара аракеттенишүүлөрү менен түшүндүрүлөт.

Электрдик кубулуштар (нерселердин электрлениши, электр өткөрүшү же өткөрбөшү ж.б.) да нерселердин ички түзүлүшү менен байланышта окутулат.

Окуу китеби 5 главадан, 62 параграфтан турат. Алардын мазмунуна аныктамалар, эрежелер, сүрөттөр, формулалар, окуучулардын билимин текшерүү үчүн суроолор жана тапшырмалар, көнүгүүлөр жана маселелер, кошумча окуу үчүн маалыматтар ж.б. кирет.

Физика термини байыркы гректин «φύσις (фюзис)» деген сөзүнөн алынган. Кыргызча «табият» же «жаратылыш» деген маанини билдирет. Физика – жаратылыш жөнүндөгү илим болуп эсептелет. Анда мектепте окулуучу жаратылыш жөнүндөгү предметтердин баары физика менен тектеш болуп эсептелет. Табият таануу, физикалык география, биология, химия предметтери физика менен тектеш предметтер экенин, алардын бири-бири менен байланышын 8-класста көбүрөөк баамдайбыз. Физика боюнча айрым темаларды түшүнүүдө табият таануу, география, биология ж.б. предметтерден алган билимдериңердин пайдасы тийсе, ошол эле учурда аталган предметтерди да жакшы өздөштүрүүгө физикадан алган билимиңердин жардамы тиет.

Физикалык билимиңерди башка билимдер менен бирге күндөлүк турмушта пайдаланууга, башкалар менен бөлүшүүгө үйрөнгүлө. Ошондо гана силер иш билги (компетенттүү) инсан боло аласыңар. Ал үчүн окуу китебиндеги практикалык иштерди, тажрыйбаларды жүргүзүү, тапшырмаларды аткаруу, «Физика боюнча көнүгүүлөр жана маселелер жыйнагы» жана окуучунун өз алдынча иштөөсүнө арналган «Практикалык жана лабораториялык иштер» окуу колдонмолорун пайдалануу сунушталат.

Жалпы планга ылайык, билимдин элементтерин өздөштүрүүдө төмөнкүлөргө көңүл буруу керек.

I. Физикалык кубулуштар

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 байкалышына жана колдонулушуна мисалдар.

II. Физикалык чоңдуктар

1. Берилген чоңдук кандай кубулушту же материянын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Чоңдуктун аныктамасы жана белгилениши.
3. Берилген чоңдукту башка чоңдуктар менен байланыштыруучу формула.
4. Чоңдуктун бирдиктери.
5. Чоңдукту ченөө же аныктоо жолдору.

III. Физикалык закондор

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

IV. Физикалык куралдар

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

V. Тажрыйба

1. Тажрыйбанын максатын аныктоо.
2. Тажрыйбага керектелүүчү куралдарды жана материалдарды табуу.
3. Тажрыйбаны пландаштыруу.
4. Тажрыйба жүргүзүү.
5. Тийиштүү өлчөөлөрдү аткаруу.
6. Өлчөөнүн жыйынтыгын иштетүү.
7. Тажрыйбадан корутунду чыгаруу.

VI. Байкоо жүргүзүү

1. Байкоо жүргүзүүнүн максатын аныктоо.
2. Байкоо жүргүзүлүүчү объектини тандоо.
3. Байкоо жүргүзүү үчүн шарттарды түзүү.
4. Байкоо жүргүзүүнү пландаштыруу.
5. Байкоо жүргүзүү жана керектүү маалыматтарды алуу.
6. Алынган маалыматтарды иштетүү.
7. Байкоо жүргүзүүдөн жыйынтык чыгаруу.

Силерге ийгилик, кең келечек каалайбыз.

Авторлор

ЗАТТАР ЖАНА ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

§ 1. Заттын курамы жана түзүлүшү. Заттын агрегаттык абалдары. Алардын өзгөчөлүктөрү



1. *Зат деген эмне?*
2. *Заттын курамы жана түзүлүшү*
3. *Заттын агрегаттык абалдарынын өзгөчөлүктөрү*

Аалам – чексиз дүйнө. Ал жандуу жана жансыз жаратылышты, андагы кубулуштар менен окуяларды камтыйт. Жаратылыш кубулуштары бири-бири менен тыгыз байланышта. Ошондуктан дүйнө *бирдиктүү* жана *материалдуу* болуп эсептелет. «Дүйнө материалдуу» дегенди дүйнөдөгү бардык нерселердин **курамы** – негизи, алгачкы түзүүчүсү бар же дүйнөдөгү нерселер «майда» бөлүкчөлөрдөн куралган деп түшүнсө болот.

Ааламдагы бардык нерселердин негизи, алгачкы түзүүчүсү материя болуп эсептелет.

Материя – биздин сезүү органдарыбызга таасир этип, бирок аң-сезимибизден көз карандысыз жашоочу объективдүү чындык. Ал зат жана талаа деген эки формада жашайт.

Физикалык нерселер эмнелерден турса, аларды **зат** деп айтабыз. **Талаа** ар дайым заттын же анын бөлүкчөсүнүн айланасында жашайт жана нерсени, затты түзүүгө катышат.

Ааламда миңдеген галактикалар, жылдыздар системасы бар. Биздин галактика «Саманчынын жолу» деп аталат. Биздин галактикада миллиарддаган планеталарды топтоштурган 500дөн ашык жылдыздар системасы ачылган. Алардын бири – Күн системасы. Күн системасынын курамына кирген Жер планетасы эле тогуз катмарга ээ. Алар: *атмосфера, гидросфера, биосфера, литосфера, пиросфера* жана *центрo-*

сфера. Атмосфера өзү *тропосфера, стратосфера, ионосфера* деген үч катмардан турат (Табият таануу, 5-класс, География, 6-класс). Жердин бул катмарлары, Күн системасы, планеталар, галактикалар – Ааламдагы бардык нерселер **катуу, суюк, газ** жана **плазма** абалындагы **заттардан** турат. Булар **заттын агрегаттык абалдары** деп аталат. Заттардын миңден ашык түрү бар. Жаратылышта кадимки шартта таш, темир, алюминий, алтын, күмүш, чопо, туз ж.б.у.с. заттар **катуу абалда**: суу, өсүмдүк майы, нефть ж.б.у.с. заттар **суюк абалда** кездешет. Ал эми аба, түтүн, буу, гелий, азот ж.б.у.с. заттар газ абалында болот. Газ өтө ысыса, плазмага айланат.

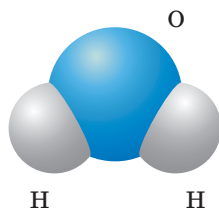
Заттын бардык касиетин камтыган бөлүкчөсү молекула деп аталат. Молекула – латынча «*кичине масса*» дегенди түшүндүрөт.

Молекулалар эки же андан көп атомдон турат. Мисалы, суунун молекуласы суутектин эки атомунан, кычкылтектин бир атомунан түзүлгөн (1-сүрөт).

Миллиондогон атомдорду бириктирген да молекулалар бар. Алар – пластмасса, капрон ж.б.у.с. жасалма татаал заттардын молекулалары. Мындай молекулалар **макромолекулалар** же **көп атомдуу молекулалар** деп аталат. Аларды электрондук микроскоп аркылуу байкоого болот (2-сүрөт).

Байыркы грек окумуштуусу Демокрит заттын эң майда, андан ары бөлүнбөс бөлүкчөсү бар деп эсептеген.

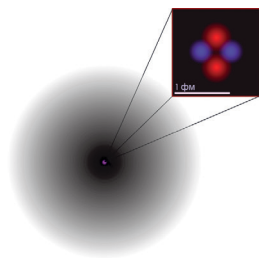
Ага «атом» (гр. *ἄτομος* – бөлүнбөс) деп ат койгон. XIX–XX кылымдарда Джеймс Максвелл, Людвиг Больцман, Рудольф Клаузиус, Роберт Броун, Отто Штерн сыяктуу улуу окумуштуулар заттардын атомдук түзүлүшүн ырасташып, атомдор өз ара аракеттенишүү менен тынымсыз кыймылда болорун жана атомдун өлчөмүн (10^{-8} см), массасын (10^{-25} – 10^{-27} кг) аныкташкан.



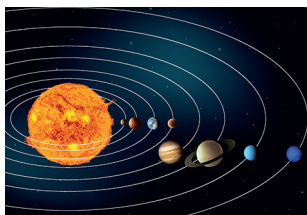
1-сүрөт.
Суунун молекуласы



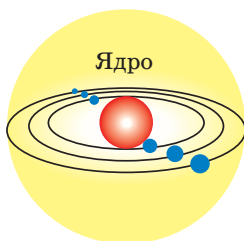
2-сүрөт. Көп атомдуу молекула



3-сүрөт



4-сүрөт



5-сүрөт

3-сүрөттө гелийдин атому 10^{15} эсе чоңойтулуп көрсөтүлгөн.

«Атом бөлүнбөс» деген сөз өз учурунда гана айтылып калганы болбосо, атом татаал ички түзүлүшкө ээ. Атомдун борборунда ядро жайгашкан. Атомдун бүткүл массасы ядрого топтолгон. Ядронун айланасында электрондор айланып жүрөт. Бул Күн системасынын түзүлүшүн (4-сүрөт) элестетет.

Ошондуктан Э. Резерфорд *атомдун планетардык моделин* сунуштаган (5-сүрөт). Кийинчерээк ядронун протон жана нейтрон деп аталган элементардык бөлүкчөлөрдөн турары аныкталып, атомдун модели такталган (бул тууралуу II главада кененирээк окуйбуз). Ядрону түзгөн протондор менен нейтрондор жалпысынан **нуклондор** деп аталат.

Атомдор менен молекулалардын тынымсыз башаламан кыймылда болорун да микроскоп аркылуу байкоолор жана тажрыйбалар көрсөттү.

Атомдор, молекулалар, алардан түзүлгөн заттар жана нерселердин баары **материянын заттык түрүнө** кирет.

Алардын айланасында ар дайым материянын экинчи бир түрү болгон талаа жашайт. Ошол талаалар аркылуу *атомдук* жана *планетардык* системалар түзүлөт. Анткени талаалар бөлүкчөлөрдүн, нерселердин арасында тартылууну, ошондой эле түртүлүүнү камсыздап турат.

XIX кылымда орус окумуштуусу М. В. Ломоносов зат жөнүндө окумуштуулардын ырастоолорун жалпылап, төмөнкүдөй жоболорду иштеп чыккан:

1. Бардык заттар майда бөлүкчөлөрдөн (атомдордон, молекулалардан) турат.

2. Бөлүкчөлөр башаламан кыймылда болот жана бири-бирине кагылышат.

3. Алар бири-бири менен өз ара аракеттенишет (тартылышат жана түртүлүшөт).

Буллар молекулалык-кинетикалык теориянын негизги жоболору деп аталат. Бул жоболор илимий тажрыйбалардын, эксперименттердин негизинде далилденген. Алар жаратылыштагы дээрлик бардык кубулуштарды түшүндүрүүдө колдонулат.

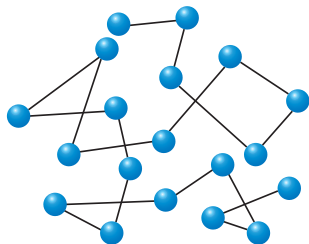
Молекулалык-кинетикалык теориянын жоболорун далилдөөчү тажрыйбаларга жана кубулуштарга мисал катары Броун тажрыйбасын жана диффузия кубулушун алсак болот.

 **Броун тажрыйбасы.** 1827-жылы англиялык окумуштуу Р. Броун сууга түстүү күкүмдөрдү салып, бир күкүмдүн кыймыл траекториясына байкоо жүргүзгөн. Микроскоптон байкаганга ыңгайлуу болсун үчүн күкүмдөрдүн өлчөмүн 10^{-4} – 10^{-5} см болгондой кылып алган. Ар бир он секунда сайын күкүмдүн которулган ордун кагазга чекит менен белгилеген. Бул чекиттерди туташтырганда чаташкан сынык сызыктарды берген (6-сүрөт).

Ошентип, Броун тажрыйбасында сууга салынган күкүмдөр суунун молекулалары менен өз ара кагылышуунун натыйжасында гана кыймылга келгенин, демек, суунун (заттардын) молекулалары тынымсыз башаламан кыймылда болорун ырас-таган.

Анын урматына улуу окумуштуу А. Эйнштейн (1879–1955) түстүү күкүмдөрдү *броун бөлүкчөлөрү*, ал эми алардын суюктукка салгандагы кыймылын *броун кыймылы* деп атаган.

Диффузия кубулушу. Үйдүн морунан чыккан түтүн бат эле тарап, жок болот (7-сүрөт). Баштыкчадагы кургак чайды кайнак сууга салса, ал ичүүчү чайга айланат (8-сүрөт). Жылмакай сүрүлгөн алтын жана кор-



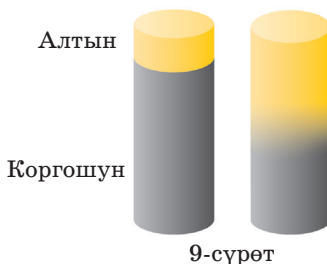
6-сүрөт. Броун бөлүкчөлөрүнүн траекториясы



7-сүрөт



8-сүрөт



9-сүрөт

гошун пластиналарын бири-бирине беттештирип коюп, 4–5 жылдан кийин караса, алардын бөлүкчөлөрү биринен экинчисине өтө баштаганын байкоого болот (9-сүрөт).

Чектешкен же тийишип турган заттардын молекулаларынын бири-бири менен аралашып кетиши **диффузия** деп аталат (лат. *diffusio* – таралуу же жайылуу).

Диффузия кубулушунун газдарда бат, суюктуктарда бир аз жай, катуу заттарда өтө жай жүрөрү алардын молекулаларынын кыймыл ылдамдыгы түрдүүчө экенин билдирет. Т. а. газдардын молекулаларынын ылдамдыгы чоң, суюктуктарда – бир аз кичине, катуу заттарда бөлүкчөлөрдүн кыймыл ылдамдыгы – өтө кичине. Заттардын агрегаттык абалдарда болушу да жогорудагы жоболорду далилдейт.

Эгерде бөлүкчөлөрдүн ортосунда өз ара тартылуу күчү болбосо, анда бардык заттардын молекулалары мейкиндикте жайылып, заттар газ абалында гана болмок. Ал эми түртүлүү күчү болбосо, анда суюктуктар менен газдар аябай кичине көлөмгө чейин жеңил кысылмак.

Кыймылдуу, демек, кинетикалык энергиялуу бөлүкчөлөр арасында кагылышуулар болбосо, жогорку температурадагы газ плазмага айланмак эмес. Плазма жаратылышта кеңири кездешпегендиктен, 8-класста негизинен заттын *катуу*, *суюк* жана *газ* абалдарын, ошондой эле алардын өзгөчөлүктөрүн окуп-үйрөнөбүз.

Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенишүү мүнөзүнө жараша заттар жаратылышта үч агрегаттык абалдын бирин гана ээлейт. Бирок, сырткы жана ички шарттарды өзгөртүү менен заттарды бардык абалдарга өткөрүүгө болот. Суу гана табиятта үч агрегаттык абалда кездешет: суукта –

катуу (муз), кадимки шартта – суюк (суу), ысыкта – газ (буу) абалында болот.

Катуу, суюк жана газ абалдарындагы заттардын өзгөчөлүктөрү жана касиеттери өзүнчө параграфтарда каралат.



1. Физика боюнча 7-класста эмнени окуп-үйрөндүк, 8-класста эмнени окуп-үйрөнөбүз?
2. Материя, зат, талаа деген эмне?
3. Заттын түзүлүшү кандай? Молекула, атом деген эмне?
4. Молекулалык-кинетикалык теориянын негизги жоболору кандай жана алар кандайча далилденет?
5. Бөлүкчөлөрдүн арасында кандай күчтөр аракет этет?
6. Заттын агрегаттык абалдарынын өзгөчөлүктөрү эмнеде?

1-көнүгүү



1. Атомдун өлчөмү менен броун бөлүкчөсүнүн өлчөмүн салыштыргыла.
2. Эгерде молекулалардын арасында талаа жок болсо, эмне болорун кеңири сүрөттөгүлө.

§ 2. Атом. Атомдук масса



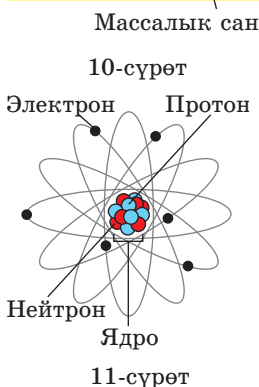
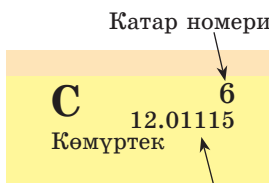
1. *Салыштырма атомдук масса. Атомдун массасы*
2. *Молекуланын массасын атомдордун массасы аркылуу аныктоо*
3. *Моль. Молдук масса. Заттын саны*

Атом – ядро менен электрондордон, ал эми **ядро** – протондор менен нейтрондордон турат. Атомдун ядросундагы бул бөлүкчөлөрдү бир сөз менен **нуклондор** деп коюшат. Протон менен нейтрондун өлчөмү жана массасы дээрлик бирдей. Атомдун массасын протондор менен нейтрондордун жалпы массасы түзөт. Ядронун айланасындагы электрондордун атомдук массага салымы жокко эсе. Демек, атомдун массасын билүү үчүн атомдогу протондор менен нейтрондордун санын билүү керек. Кантип?

Ал үчүн орус окумуштуусу Д.И. Менделеев түзгөн химиялык элементтердин таблицасын пайдаланабыз (7-таблица, 235-бет).

Ядросундагы протондорунун жана нейтрондорунун саны такталган атом **химиялык элемент** болуп эсептелет.

Химиялык элементтин катар номери – анын атомундагы *протондордун санын*, ал эми анын алдындагы сан (бүтүн санга тегеректелгенде) – атомдогу *нуклондордун санын* билдирет.



Атомдогу нуклондордун саны **массалык сан** деп да аталат. Анткени, алар аркылуу берилген атомдун массасын, салыштырма массасын жана молдук массасын табууга болот. Мисалы, Менделеевдин таблицасынан көмүртек элементин (10-сүрөт) бөлүп карайлы.

Көмүртектин катар номери 6, демек, анда 6 протон, 6 электрон бар. Алдындагы 12 саны бүтүн – көмүртектин атомундагы нуклондорунун саны.

Ошондуктан көмүртектин формуласы ${}_6\text{C}^{12}$ түрүндө жазылат. Нуклондордун санынан протондордун санын кемитип, көмүртек атомундагы нейтрондордун саны да 6 экенин билебиз (11-сүрөт).

Электрондун массасы ($9,1 \cdot 10^{-28} \text{ г}$) протондун массасынан ($1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$) 1840 эсе кичине. Демек, атомдун массасы ядронун массасы боюнча аныкталат.

Мындай өтө кичине сандар менен эсептөө жүргүзүү ыңгайсыз болгондуктан, атомдордун массасы **массанын атомдук бирдигине (бирдик массага)** салыштырылып каралат.

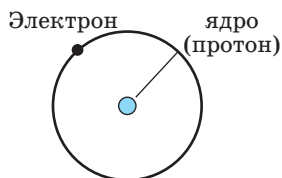
Массанын атомдук бирдиги (м. а. б.) катары көмүртек атомунун массасынын $\frac{1}{12}$ бөлүгү алынат: $1 \text{ м. а. б.} = \frac{1}{12} m_c$. Көмүртек атомунун массасы $m_c = 19,93 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ экени белгилүү. Аны 12ге бөлүп, бирдик массаны табабыз:

$$1 \text{ м. а. б.} = \frac{1}{12} m_c = \frac{19,93 \cdot 10^{-24} \text{ г}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}.$$

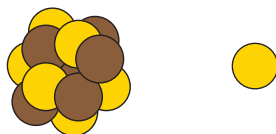
Тажрыйбада массанын атомдук бирдиги жаратылыштагы эң жеңил, ядросу бир гана протондон турган суутектин атомунун массасына барабар экени аныкталган (12–13-сүрөттөр).

Мындан массанын атомдук бирдиги (м.а.б.) протондун массасына барабар деген жыйынтыкка келебиз. Протон (p) менен нейтрондун (n) массасы бири-бирине дээрлик барабар, б.а.: $m_p = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$, $m_n = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ г}$.

Анда атомдун массасын анын массалык саны жана массанын атомдук бирдиги боюнча аныктайбыз.



12-сурет



$$1 \text{ м. а. б. } = \frac{1}{12} m_c \quad \frac{1}{12} m_c = m_H$$

Көмүртек
атомунун
ядросу

Суутек
атомунун
ядросу

13-сурет

Массанын атомдук бирдигине салыштырылып аныкталган атомдун (молекуланын) массасы **салыштырма атомдук (молекулалык) масса** деп аталат. Ал « A_r » (« M_r ») тамгасы менен белгиленет. r – «relative» (англис тилинен которгондо, «салыштырма») деген сөздүн биринчи тамгасы.

Салыштырма атомдук масса берилген заттын атому канча бирдик массадан (м.а.б.) турарын билдирет.

Атомдун массалык саны канча болсо, анын салыштырма атомдук массасы да ошончо м.а.б-га барабар. Мисалы, суутектин массалык саны 1, салыштырма атомдук массасы: $A_r(\text{H}) = 1 \text{ м. а. б.}$; азоттун массалык саны 14, салыштырма атомдук массасы: $A_r(\text{N}) = 14 \text{ м. а. б.}$; фтордун массалык саны 18, салыштырма атомдук массасы: $A_r(\text{F}) = 18 \text{ м. а. б.}$

Салыштырма атомдук массаны $A_r(\text{H})$ массанын атомдук бирдигине ($1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$) көбөйтүп, атомдун *массасын* табабыз.

Мисалы, азоттун атомунун массасы:

$$m(\text{N}) = 14 \cdot 1 \text{ м. а. б. } = 14 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 23,24 \cdot 10^{-24} \text{ г}.$$

Фтордун атомунун массасы:

$$m(\text{F}) = 18 \cdot 1 \text{ м. а. б. } = 18 \cdot 1,6 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 29,88 \cdot 10^{-24} \text{ г}.$$

Молекулалар атомдордон тургандыктан, салыштырма атомдук массалар аркылуу салыштырма молекулалык массаны табууга болот. Суунун молекуласынын массасын таап көрөлү. Суунун молекуласы суутектин (${}_1\text{H}^1$) эки атомунан жана кычкылтектин (${}_8\text{O}^{16}$) бир атомунан турат. Демек, суунун салыштырма молекулалык массасы:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$$

Мындан суунун бир молекуласынын массасын тапсак:

$$m(\text{H}) = 18 \cdot 1 \text{ м. а. б.} = 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 29,88 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Атомдор менен молекулалардын массасы өтө кичине болгондуктан, аларды массанын кадимки бирдиктери менен өлчөө кыйын. Ошондуктан алардын массасын өлчөө үчүн **моль**, **молдук масса** түшүнүктөрү колдонулат.

Салыштырма атомдук массаны грамм менен туюнтсак, ал берилген заттын 1 молун түзөт жана ошол заттын **молдук массасы** деп аталат. Молдук масса μ («мю») тамгасы менен белгиленет.

Мисалы, суунун молекуласынын 18 граммы суунун 1 молун түзөт. Демек, суунун молдук массасы: $\mu(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$; ал эми көмүртектин атомунун 12 граммы көмүртектин 1 моль болот. Анда көмүртектин молдук массасы: $\mu(\text{C}) = 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ ж. б.

Заттын молдук массасын анын бир атомунун (же молекуласынын) массасына бөлүп, заттын 1 молунда канча атом (же молекула) бар экенин биринчи жолу италиялык окумуштуу А. Авогадро аныктаган. Анын урматына заттын 1 молундагы бөлүкчөлөрдүн саны **Авогадро саны** деп аталат жана N_A тамгасы менен белгиленет.

Ар кандай заттын 1 молунда бирдей санда бөлүкчөлөр болот жана ал $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ го барабар.

$$N_A = \frac{\overset{\text{суу}}{18 \text{ г/моль}}}{29,88 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = \frac{\overset{\text{көмүртек}}{12 \text{ г/моль}}}{19,93 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = \frac{\overset{\text{азот}}{14 \text{ г/моль}}}{23,24 \cdot 10^{-24} \text{ г}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Бизге каалагандай m массадагы зат берилсин дейли. Ал заттын массасын анын молдук массасына (μ) бөлүп $\left(\frac{m}{\mu}\right)$, берилген заттагы молдун санын табабыз.

Берилген заттагы молдун саны **заттын саны** деп аталат. Заттын саны ν («ню») тамгасы менен белгиленет.

Эгер берилген заттагы бөлүкчөлөрдүн санын (N) Авогадро санына (N_A) бөлсөк, заттын саны келип чыгат.

Демек, заттын санынын (ν) формуласы төмөнкүдөй жазылат:

$$\nu = \frac{m}{\mu}; \nu = \frac{N}{N_A} \quad \text{Мындан:} \quad N = \nu \cdot N_A = \frac{m}{\mu} N_A$$

Бул формула боюнча эгерде заттын саны белгилүү болсо, аны Авогадро санына көбөйтүп, берилген заттагы жалпы бөлүкчөлөрдүн санын табабыз.

Молдук масса аркылуу заттын бир бөлүкчөсүнүн (атомунун же молекуласынын) массасын (m_0) табууга болот. Ал үчүн каалаган заттын молдук массасын Авогадро санына бөлөбүз:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Мисалы, ушундай жол менен көмүртектин атомунун массасын табабыз:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A} = \frac{12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} = 1,993 \frac{\text{г} \cdot \text{моль}}{10^{23} \text{моль}} = 1,993 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 19,93 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$



1. Массанын атомдук бирдиги деген эмне?
2. Салыштырма атомдук жана молекулалык масса деген эмне?
3. Молдук масса деп эмнени айтабыз?
4. Авогадро саны менен заттын санынын айырмасы кандай?
5. Атомдун же молекуланын массасын кандай жолдор менен табууга болот?

2-көнүгүү



1. Канча атом 1 молду түзөт?
2. Эгер берилген заттын молекулаларынын саны белгилүү болсо, ал заттын саны канча болот?

3. Менделеевдин таблицасын пайдаланып, алтындын, күмүштүн, темирдин, гелийдин бир атомунун массасын тапкыла.
4. Таблицаны толтургула.

1-таблица

Атомдун массалык саны \ Атом	Алюминий ${}_{13}\text{Al}^{26}$	Кычкылтек ${}_8\text{O}^{16}$	Күкүрт ${}_{16}\text{S}^{32}$	Хлор ${}_{17}\text{Cl}^{35}$
Салыштырма атомдук массасы, $A_{(r)}$				
Атомдун массасы, m				
Молдук массасы, μ				

§3. Затты түзгөн майда бөлүкчөлөрдүн жылуулук кыймылы. Температура. Температураны өлчөө

-  1. Жылуулук кыймылы. Аны далилдөөчү кубулуштар
2. Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы
3. Температура. Температураны өлчөө

Мурунку параграфтан заттын катуу, суюк же газ абалында болушу анын курамындагы бөлүкчөлөрдүн кыймылына байланыштуу экенин окуп-үйрөндүк. Кийинки орчундуу суроо – бөлүкчөлөрдүн кыймылы эмнеден көз каранды?

 **Тажрыйбага кайрылалы.** Бирдей үч стаканды алып, анын бирине *ысык*, экинчисине *муздак* суу куябыз. Үчүнчүсүнө *муздун кесектерин* салабыз. Алардын ар бирине тамчылаткыч менен бирден тамчы боёк тамызабыз. Убакытты белгилеп, боёктун стаканда таралышын күтөбүз. Ысык суусу бар стаканда боёк бат эле аралашып, бардык жерде бирдей түскө келип калат. Ал эми муздак суусу бар стаканда аралашуу жай жүрөт. Муз салынган стаканда боёк такыр аралашпайт. Себебин талдап көрөлү.

Ысык суунун молекулалары чоң ылдамдык менен кыймылдайт. Ылдамдыгы чоң молекулалар кагылышуудан боёктун молекулаларынын ылдамдыгын чоңойтуп, өз ара кагылышууларын тездетет. Натыйжада аралашуу тезирээк жүрөт. Кайнап жаткан сууда боёктун аралашуусу андан да тез жүрөт. Бул жыйынтыкты газдар жана катуу заттар үчүн да жалпылоого болот. Муздак же тоңгон суудагы көрүнүш

андагы молекулалардын кыймыл ылдамдыгынын кичине болушу менен түшүндүрүлөт.

Демек, бөлүкчөлөрдүн башаламан кыймылынын ылдамдыгы жылуулуктан көз каранды.

Заттын бөлүкчөлөрүнүн башаламан кыймылы **жылуулук кыймылы** деп аталат. Бөлүкчөлөрдүн жылуулук кыймылы менен байланышкан кубулуштар **жылуулук кубулуштары** болуп эсептелет.

Нерселерди муздак же жылуу деп айтуу – салыштырмалуу түшүнүк. Биздин жылуулукту сезүүчү негизги органыбыз – тери. Бирок адамдын терисинин бардык жери жылуулукту бирдей сезбейт. Жылуу сууну колубуз жана денебиз ар башка сезиши мүмкүн. Денебиз үчүн ысык болгон ваннадагы сууга колу-бутубуз оңой эле чыдайт. Муздуу сууга түшүп, отту кечкен кишилер да жок эмес.

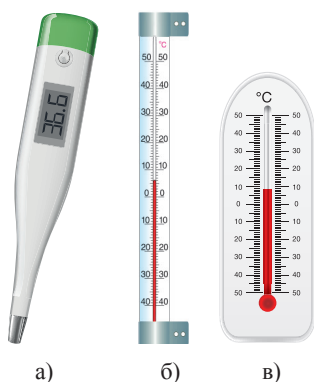
Жылуулуктун өзүн кандай түшүнөбүз, анын бөлүкчөлөрдүн башаламан кыймылдары менен байланышы барбы деген суроо туулат.

Кыймылдагы бардык нерселер кинетикалык энергияга ээ. Кинетикалык энергиянын чоңдугу нерсенин массасы менен ылдамдыгынын квадратына көз каранды (Физика, 7-класс, § 50). Башкача айтканда: $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Заттарды түзгөн бөлүкчөлөр эбегейсиз көп жана алардын бардыгы бирдей ылдамдыкка же бирдей кинетикалык энергияга ээ эмес. Ошондуктан молекулалардын *орточо кинетикалык энергиясы* жөнүндө гана сөз кыла алабыз.

Ар кандай абалдагы нерселердин бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиялары да ар башка чоңдукта болгондуктан, бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясын мүнөздөө үчүн **температура** чоңдугу колдонулат.

Температура – нерсенин бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиясынын ченин же жылуулугунун даражасын аныктоочу физикалык чоңдук. Температура t же T тамгасы менен белгиленет. Бирдиги Цельсий (°C) же Кельвин (K).

Мындан температура (жылуулук) нерсени түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы менен түз байланышта экени көрүнүп турат: бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиялары чоң болсо, ал нерселердин температурасы жогору болот, ал эми орточо кинетикалык энергиялары кичине болгон нерселердин температурасы төмөн болот. Демек, заттын абалынын өзгөрүшү температурага байланыштуу. Температураны жогорулатуу менен көпчүлүк катуу нерселерди эритүүгө мүмкүн болсо, тескерисинче, температураны төмөндөтүп, дээрлик бардык суюктуктарды тоңдурууга да болот. Ошентип заттын абалынын өзгөрүшүнүн башкы себеби температура болуп эсептелет.



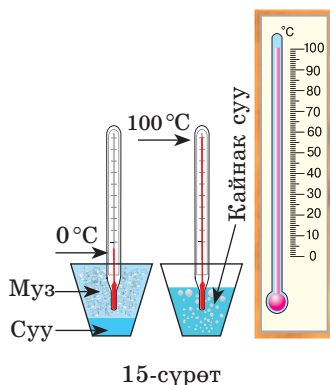
14-сүрөт. а) медициналык; б) аба; в) бөлмө термометрлери

Температураны өлчөө үчүн ар кандай термометрлер пайдаланылат. Азыркы кезде термометрдин көп түрү бар (14-сүрөт). Алар ар кандай максаттарда колдонулат. Бизге көбүрөөк таанышы – дененин табын (а) жана абанын температурасын ченөө үчүн (б, в) пайдалануучу термометр.

Температураны өлчөөнүн Цельсий шкаласы. Цельсий шкаласында бир жак учу кичинекей шарча менен аяктаган ичке айнек түтүкчөсүн алып, анын ичине шарчадан бир аз көтөрүлүп тургандай кылып сымап куюлат (15-сүрөт).

Түтүкчөнүн ичиндеги аба чыгарылып, анын экинчи (жогорку) учу туюкталат. Түтүкчөнүн төмөнкү учун эрип бараткан музга салабыз. Сымаптын көтөрүлгөн деңгээлин белгилеп, аны 0°C деп алабыз.

Ошол эле түтүкчөнү кайнап жаткан сууга салганда, сымаптын деңгээли кандайдыр бийиктикке чейин жогорулайт. Сымаптын бул деңгээли 100°C деп белгиленет.



15-сүрөт

0°C менен 100°C аралыгын барабар жүз бөлүккө бөлүп, анын ар бир бөлүгүн **бир градус Цельсий** деп атайбыз.

Мындай шкала аркылуу температуранын 0°Cден 100°Cге чейинки маанилерин аныктоого болот. Шкаланы 0°Cден төмөн жана 100°Cден жогору улап да 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°C муздун эрүү температурасына туура келерин белгилеп кеттик. Бирок, жердин бетинде андан да төмөнкү температуралар кездешет.

Кышында республикабыздын аймагында температура -30°Cден -40°Cге чейин төмөндөгөн учурлар болот. Ал эми Жердин уюлдарында температура -60°Cден -80°Cге чейин төмөндөөрү аныкталган. Эң төмөнкү температура канчага чейин жетет?

Кельвин шкаласы. Орустун улуу окумуштуусу М. В. Ломоносов сууктун эң төмөнкү чеги болорун алдын ала айткан. Сууктун эң төмөнкү чеги 0°Cден -273°Cге төмөн болору аныкталып, бул эң төмөнкү чек *абсолюттук нөл* деп аталган. Температуранын бул эң төмөнкү чекити «нөл Кельвин» же кыскача «0 К» деп белгиленет. Абсолюттук 0 Кден башталган температуралык шкала **Кельвин шкаласы** же **абсолюттук температуралык шкала** деп да айтылат. Анын ар бир градусу «Кельвин» (К) менен белгиленет.

Абсолюттук шкала боюнча ченелүүчү температураларды « T » 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 $T = 273\text{ К}$, бөлмө температурасы $T = 273 + 17 = 290\text{ К}$, ал эми суунун кайноо температурасы $T = 273 + 100 = 373\text{ К}$.



1. Жылуулук кыймылы жана жылуулук кубулуштары деп эмнени түшүнөбүз?
2. Бөлүкчөлөрдүн кыймылы жылуулуктун кайсы мүнөздөмөлөрүнө байланыштуу?
3. Температура деген эмне? Анын өлчөө бирдиктери кандай?

4. Нерсенин бир абалдан экинчи абалга өтүшүнүн башкы себеби эмнеде жана аны кантип түшүндүрүүгө болот?
5. Цельсий жана Кельвин шкалаларынын айырмасы кандай?
6. Эмне үчүн стаканга тамчылаган боёк ысык сууда тез, муздак сууда жай аралашып, тоңгон сууда аралашкан жок? Температура түшүнүгү аркылуу түшүндүргүлө.

3-көнүгүү



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

§ 4. Ички энергия.

Ички энергияны өзгөртүү жолдору



1. Ички энергия деген эмне?
2. Ички энергияны өзгөртүү

Энергия – нерсенин жумуш аткаруу жөндөмдүүлүгүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук (Физика, 7-класс, § 50). Нерсе канчалык чоң жумуш аткарууга жөндөмдүү болсо, анын энергиясы ошончолук чоң болот жана тескерисинче.

Механикалык энергиянын *кинетикалык* жана *потенциалдык энергия* деген эки түрү бар. *Кинетикалык энергияга* нерсе кыймылда болгон кезде ээ болот. Ал ошол нерсенин массасына жана ылдамдыгына көз каранды: $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Нерсенин массасы менен ылдамдыгы канчалык чоң болсо, ал нерсенин кинетикалык энергиясы да ошончолук чоң болот.

Потенциалдык энергияга нерсе экинчи бир нерсе менен (пружина, жер ж.б.) өз ара аракеттенишүүнүн натыйжасында ээ болот. Ал нерселердин өз ара аракеттенишүү күчүнөн жана алардын арасындагы аралыктан көз каранды.

Өз ара аракеттенишүүгө катышкан нерселердин арасындагы сүрүлүү күчтөрүнүн таасиринде нерселердин көзгө байкалган механикалык кыймылы токтойт.

Мисалы, металл шарчасы же топ бийиктиктен түшүп, кыймылы токтосун дейли. Бул учурда алардын толук механикалык энергиясы жоголуп кетеби?

Механикалык энергиянын сакталуу законуна ылайык (Физика, 7-класс, §51), нерсенин толук механикалык энергиясы жоголбойт жана жоктон пайда болбойт, ал бир түрдөн экинчи түргө гана өтүп турат. Анда биздин мисалыбызда механикалык энергия кайсы түргө өттү?

Өз ара аракеттенишүүгө катышкан нерселердин тийишкен беттерин кармап көрсөк, мурдагыдан бир аз ысып калганын байкайбыз. Ысып калса, демек, ал нерсени түзгөн бөлүкчөлөрдүн жылуулук кыймылы күчөгөн болот. Жылуулук кыймылы күчөсө, анда затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн кинетикалык жана потенциалдык энергиялары да өсөт. Демек, нерсенин механикалык энергиясы анын ички энергиясына өтөт.

Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн потенциалдык жана кинетикалык энергияларынын суммасы нерсенин же заттын **ички энергиясы** деп аталат.

Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн жылуулук кыймылы температурага көз каранды (§3). Демек, нерсенин ички энергиясын өзгөртүүнүн эки жолу бар.

1. Жумуш аткаруу (сүрүү, согуу, деформациялоо ж.б.). Эгер жумуш нерсеге карата аткарылса (аны сүрсө, соксо, деформацияласа), анда нерсенин ички энергиясы жогорулайт. Мисалы, жогору ыргытылган металл шарчасы жердеги тактайга түшүп, кыймылын токтотсо, анын механикалык энергиясы тактай менен шарчанын ички энергиясын жогорулатат. Аны алардын тийишкен беттеринин ысып калганынан байкоого болот.

Эгер нерсе өзү жумуш аткарса, анда анын температурасы төмөндөшү мүмкүн. Бул көбүнчө газдарга жана суюктуктарга тиешелүү. Мисалы, абдан ысыган газ же кайнаган суунун буусу кеңейгенде өзү турган идиштеги поршенди же тыгынды түртүп чыгаруу же жылдыруу аркылуу жумуш аткарат да, өзүнүн температурасы төмөндөйт. Буларды газдар жөнүндөгү параграфтардан кеңирирээк окуйбуз.

2. Жылуулук берүү – жумуш аткаруусуз эле ички энергияны өзгөртүү. Мында температурасы бир кыйла жогору болгон нерседен температурасы төмөн нерсеге жылуулук энергиясы өз алдынча берилет. Башкача айтканда, нерсе кээ-

де башка нерседен жылуулук алса, кээде башка нерсеге жылуулугун бериши мүмкүн. Муну *жылуулук алмашуу* деп да аташат.

Жылуулук берүү (жылуулук алмашуу) үч жол менен ишке ашат: *жылуулук өткөрүмдүүлүк, нурдануу жана конвекция*. Алардын өзгөчөлүктөрүн кийинки параграфтардан окуйбуз.

- Т?**
1. Ички энергия деген эмне?
 2. Механикалык энергия менен ички энергиянын байланышын жана айырмачылыгын айтып бергиле.
 3. Ички энергияны кантип өзгөртүүгө болот?
 4. Ички энергия качан жогорулайт жана кайсы учурда төмөндөйт?

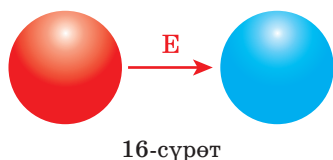
§ 5. Жылуулук өткөрүмдүүлүк

- ?**
1. *Жылуулук алмашуунун жолдору*
 2. *Жылуулук өткөрүмдүүлүк*
 3. *Жылуулук өткөрүмдүүлүк аркылуу нерселердин жылуулук алмашуусу (алуусу жана берүүсү)*
 4. *Нерселердин жылуулук өткөрүмдүүлүгү боюнча мисалдар*

Жылуулук нерсенин бир бөлүгүнөн экинчи бөлүгүнө же бир нерседен экинчи нерсеге берилет. Бир учу 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 жылытат ж.б.

Отко салынган зымдын экинчи учунун ысып чыгышы аны түзгөн бөлүкчөлөрдүн кыймылы менен байланыштуу. Зымдын отко салынган бөлүгү сырттан алган жылуулуктан улам ысыйт. Зымдын бул бөлүгүндөгү бөлүкчөлөрдүн кыймылы тездейт.

Кыймылы тездеп, чоң кинетикалык энергияга ээ болгон бөлүкчөлөр жанаша жаткан кийинки бөлүкчөлөр менен кагылышып, энергияларынын бир бөлүгүн берет (16-сүрөт).



16-сүрөт

Бул процесс андан ары уланып, жылуулук зымдын экинчи учуна чейин берилет.

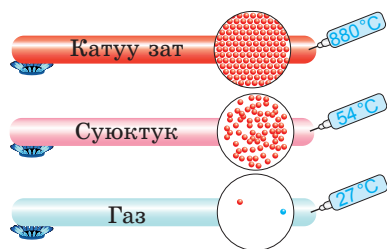
Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн (атом, молекула, электрон ж.б.) башаламан кыймылы аркылуу нерсенин бир кыйла жылуу бөлүгүнөн муздагыраак бөлүгүнө (нерсеге) жылуулуктун өтүү процесси **жылуулук өткөрүмдүүлүк** деп аталат.

Жылуулук өткөрүмдүүлүк кубулушу – нерселердин жылуулук тең салмактуулугуна өз алдынча умтулуусунун натыйжасы. Ошондуктан жылуулук алмашуу температуралары бирдей эмес болгон нерселер арасында жүрөт. Демек, жылуулук өткөрүмдүүлүк заттын бардык агрегаттык (катуу, суюк, газ) абалдарына мүнөздүү.

Жылуулук өткөрүмдүүлүк нерселердин ички түзүлүшүнө: молекулаларынын жайгашуусуна, кыймылына жана өз ара аракеттенишүүсүнө көз каранды. Ошондуктан заттын ар кандай агрегаттык абалдарында жылуулук алмашуу ар түрдүүчө жүрөт. Мисалы, бөлүкчөлөрүнүн арасындагы аралык тыгыз болгондуктан, металлдардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү жогору. Ал эми суюктуктардын молекулаларынын арасындагы аралыктар чоңураак болгондуктан, суюктуктардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү металлдарга караганда төмөнүрөөк (17-сүрөт) болот. Газдар – эң төмөнкү жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ. Себеби газдардын молекулалары бири-биринен алыс аралыктарда жайгашат. Алар бири-бирине кагылышуу аркылуу гана энергия беришет. Ошондуктан энергия алмашуу процесси газдарда абдан жай жүрөт.

Демек, эгер бөлүкчөлөр жок болсо, жылуулук өткөрүмдүүлүк да жок деген жыйынтыкка келебиз. Мисалы, вакуум (абасы сордурулган бош мейкиндик) жылуулук өткөрбөйт.

Жылуулук өткөрүмдүүлүктү турмушта кездештирип эле жүрөбүз: абанын жылуулук өткөрүмдүүлүгү начар болгондуктан, кышкысын үйлөр жылуу болушу үчүн ортосуна аба кармалган эки кабат терезелер орнотулат; ысык мештин



17-сүрөт

үстүндө турган мискейдин туткасын кургак чүпүрөк менен кармайбыз; бышырылган жарманы муздатуу үчүн темир идишке куюп, сууга салабыз; денеге коюлган термометрдин көрсөткүчү жогорулап отуруп, дене табы менен жылуулук тең салмактуу абалга жеткенде токтойт. Демек, жылуулук өткөрүмдүүлүк маанилүү кубулуштардын бири болуп саналат.



1. Отту көзөөчү темир көсөөнүн сабы жыгачтан жасалат. Эмне үчүн? Себебин түшүндүргүлө.
2. Жылуулукту бардык эле нерселер бирдей өткөрүшөбү?
3. Боз үйлөр көбүнчө жүндөн жасалган кийиздер менен жабылат. Эмне үчүн? Себебин түшүндүргүлө.
4. Жылуулук өткөрүмдүүлүк заттын агрегаттык абалы менен кандай байланышта болот?
5. Кандай нерселер эң жакшы жана эң начар жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ?
6. Кандай нерселер жылуулук өткөрбөйт? Эмне үчүн?

§ 6. Нурдануу. Конвекция



1. *Нурдануу деген эмне?*
2. *Конвекция деген эмне?*
3. *Ички энергияны өзгөртүүнүн жолдору*

Нурдануу. Ачуу тийген күндүн нурунан жердин бети жана анда жаткан ар кандай нерселер ысып чыгат. Оттун же мештин табына кандайдыр аралыкта туруп эле жылынууга болот. Бул учурда жылуулук бир нерседен экинчи нерсеге *нурдануу аркылуу* берилет деп айтабыз. Нур өзү менен кошо жылуулук энергиясын алып жүрөт.

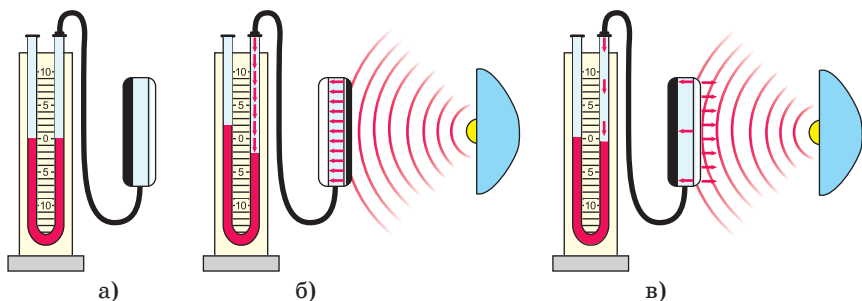
Ысытылган бардык нерселер биздин көзүбүзгө көрүнгөн же көрүнбөгөн нурларды чыгарат. Ысытылган зым а дегенде биздин көзүбүзгө көрүнбөгөн нурларды чыгарып, табы аркылуу гана сезилет. Зым кызара баштаганда көзгө көрүнүүчү нурду чыгара баштайт. Өтө ысыган зым агарып, кадимки жарык нурларына окшош нурларды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

Күзгүдөн жарык нуру чагылат. Ошондой эле ак түстөгү жалтырак беттер аркылуу да нурлар чагылат. Тескерисинче, күзгүнүн кара түстөгү бети нурду өзүнө жутуп алат.

Андан дээрлик чагылууну байкабайбыз. Аны төмөнкү тажрыйба аркылуу түшүндүрүүгө болот.

 Бир тарабы ак жалтырак, экинчи тарабы кара түстөгү жылуулук кабылдагыч пластинаны манометрге туташтырып, манометрдин эки тарабындагы суюктуктун деңгээлин теңдейли (18-а сүрөт). Андан кийин жылуулук кабылдагычтын кара түстөгү тарабына жарык лампасын күйгүзүп жакындатсак, андан келип түшкөн жарык нурларынын таасиринен манометрдеги суюктуктун деңгээли бат эле өзгөргөнү байкалат (18-б сүрөт). Бул жарык кабылдагычтын температурасы (ички энергиясы) жогорулап, манометрдин оң тарабына камалган абанын басымын жогорулатканын билдирет.

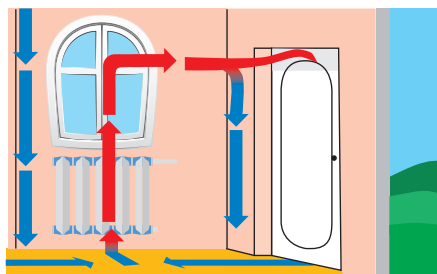
Эми жылуулук кабылдагычтын ак жалтырак бетин лампаны көздөй бурсак (18-в сүрөт), манометрдеги суюктуктун деңгээли дээрлик өзгөрбөйт. Же өзгөрүү биринчи учурдагыга



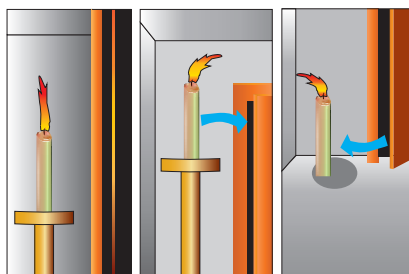
18-сүрөт. Нурдануу

караганда абдан жай жүрөт. Кара түстөгү нерселер нурду жакшы кабыл аларын, ал эми ак жалтырак нерселерге келип түшкөн жарык нуру дээрлик толугу менен кайра чагылып кетерин түшүндүрөт.

Конвекция (лат. *convectio* – «алып келүү», «жеткирүү»). Жылуулуктун конвекция жолу менен берилишин, газдардын же суюктуктардын катмарларынын орун алмашышы деп түшүнөбүз. Терезеге жакын жайгаштырылган жылытуучу радиаторлор муздак абаны жылытуу аркылуу тыгыздыгын азайтып, жылуу абанын жогору көтөрүлүшүнө шарт түзөт (19-сүрөт).



19-сүрөт



20-сүрөт

Муздак (тыгыздыгы чоңураак) аба оор келип, ысыган жеңил абаны жогору көтөрүлүүгө аргасыз кылат. Натыйжада жылуу аба бөлмөгө таралып, жылуулук чыгат.

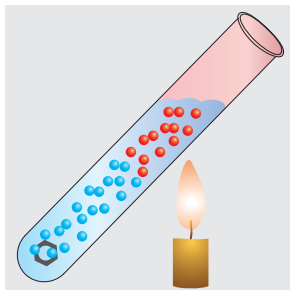
Жылуу бөлмөнүн каалгасын ачып коюп, каалганын жогорку жана төмөнкү бөлүктөрүнө күйгөн шамды жакындатып, бөлмөлөр ортосундагы абанын конвекциялык кыймылын байкоого болот (20-сүрөт).

Сүрөттө жалындын кыйшаюусунан байкалгандай, муздак аба каалганын төмөн жагынан кирсе, ысык аба каалганын жогорку жагынан чыгат.

Конвекция кубулушунун жылуулук өткөрүмдүүлүк кубулушунан айырмасын так түшүнүү үчүн төмөнкү жөнөкөй тажрыйбага кайрылалы.



Пробиркага суу куюп, түбүнө муздун кесегин салабыз. Аны күйүп жаткан шамга жакындатып, суунун үстүнкү бөлүгүн ысыта баштайбыз. Суу ысып, кайнаганга чейин жетсе да, пробирканын түбүндөгү муз бир топ убакытка чейин эрибей турганын байкайбыз (21-сүрөт). Муз акырындык менен эрий баштаса да, пробирканын ылдыйкы бөлүгү муздагыраак бойдон калат. Бул учурда жылуулук суунун жогорку бөлүгүнөн төмөнкү бөлүгүнө молекулалардын жылуулук кыймылы – жылуулук өткөрүмдүүлүк аркылуу берилип жатканын далилдейт.



21-сүрөт

Эгер жалынды пробирканын төмөнкү учуна жайгаштырып, тажрыйбаны кайра кайталап көрсөк, анда муз бат эле эрип, суу бир калыпта ысып, кайнаганга чейин жетиши мүмкүн.

Бул учурда жылуулук суунун төмөнкү бөлүгүнөн жогорку бөлүгүнө – жылуулук өткөрүмдүүлүк аркылуу эмес *конвекция* аркылуу берилет, т. а. жалындын таасиринде температурасы жогорулап, тыгыздыгы азайган суу жогору көтөрүлөт.

Заттын агымы аркылуу жылуулук берүү **конвекция** деп аталат.

Конвекция суюктуктарда жана газдарда жүрөт. Чоң масштабдагы конвекциялардын жүрүшү шамалды пайда кылат. Күндүн нурунан өзгөчө бак-дараксыз жалаң беттүү адырлар тез ысып, аба жогору көтөрүлүп, анын ордун ээлөөгө умтулган абанын муздак катмары шамалды пайда кылат.

Ысык-Көлдүн жээгине жакын жайгашкан Балыкчы шаарында шамалдын тез-тез болушунун бирден-бир себеби да аба катмарынын конвекциясына байланыштуу. Океандагы Гольфстрим агымы да жылуулуктун конвекция аркылуу берилишине, аны менен бирге шамалдын, жаан-чачындын пайда болушуна себеп болот.

Ошентип, биз жылуулук берүүнүн *жылуулук өткөрүмдүүлүк, нурдануу, конвекция* деп аталган үч жолу бар экенин билдик.

Адатта жылуулук берүүнүн үч ыкмасы бир эле учурда иштейт. Алардын бирөөсү аркылуу гана ишке ашкан жылуулук берүү турмушта сейрек кездешет. Үч ыкманы бирдей колдонуп, жылуулук алмашууну азайтуу термостун иштешинин негизин түзөт.

Термос (гр. *therme* – ысык) – ичине куюлган суюктук менен сырткы чөйрөнүн жылуулук алмашуусу дээрлик жоюлган түзүлүш.

Термостун корпусу менен анын ичиндеги колбанын ортосундагы вакуум *конвекция* жана *жылуулук өткөрүмдүүлүк* жолу менен жылуулук алмашууга бөгөт коёт.

Ал эми колбанын ички бетиндеги жалтырак, чагылдыруучу катмар да нурдануу аркылуу жылуулук алмашууну болтурбайт (22-сүрөт).



22-сүрөт. Термостун түзүлүшү

- T?**
1. Эмне үчүн ысык алкакта жашаган элдер ак кийим кийишет?
 2. Эмне үчүн жаздын жылуу күндөрү айрым канаттуулар көпкө чейин канаттарын сермебей эле кайкып учуп, жогору көтөрүлө алышат?
 3. Эмне үчүн турак үйлөрдүн терезелери эки кабат болуп жасалат? Анын кандай мааниси бар?
 4. Морлордон түтүндүн көтөрүлүп чыгышы кайсы кубулушка негизделген?
 5. Эмне үчүн термостун ички бети ак жалтырак болуп жасалат?
 6. Нурдануу менен конвекциянын айырмасын түшүндүргүлө.
 7. Булар ички энергияны өзгөртүүнүн кандай жолуна кирет?

§ 7. Жылуулук саны. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу

Мурунку параграфтарда нерсенин ички энергиясы, жылуулук берүү жана жумуш аткаруу менен ички энергияны өзгөртүүнүн жолдорун окуп-үйрөндүк.

Жылуулук берүү же жумуш аткаруу учурунда нерсе алган же жоготкон энергия **жылуулук саны** деп аталат. Жылуулук саны Q (кю) тамгасы менен белгиленет.

Бирдиктердин эл аралык системасында жылуулук санынын бирдиги катары жумуштун, энергиянын бирдиги сыяктуу эле джоуль кабыл алынган: $[Q] = [A] = [E] = 1 \text{ Дж}$.

Практикада жылуулук санынын бирдиги үчүн калория (кал) деген системадан тышкаркы бирдик да колдонулат: $1 \text{ кал} = 4,2 \text{ Дж}$.

Бир нерседен экинчи бир нерсеге берилген жылуулук саны ал нерсени жылытууга, кайнатууга, эритүүгө жана буулантууга сарпталат. Же тескерисинче, нерсенин башка нерселерге жылуулук берүүсү нерсенин өзүн муздатууга алып келет.

Нерсенин жылуулук санын өзүндө кармап туруу касиети анын **жылуулук сыйымдуулугу** деп аталат. Ал ар кандай затта ар башкача болот.

Нерсенин температурасын өзгөртүү үчүн зарыл болгон Q жылуулук саны менен нерсенин m массасынын жана температуранын өзгөрүшүнүн (Δt) ортосунда түз пропорциялуу көз карандылык орун алат. Ал көз карандылыкты төмөнкүдөй жазабыз:

$$Q \sim m\Delta t$$

Көз карандылыкты барабардыкка айлантип, жылуулук санынын формуласын алабыз:

$$Q = cm\Delta t$$

Нерсени жылытуу үчүн зарыл болгон же муздатууда бөлүнүп чыккан жылуулук саны нерсенин массасына жана температурасынын өзгөрүшүнө түз пропорциялуу.

Мында пропорциялаштык коэффициенти катары жазылган c – заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу болуп эсептелет. Формуладан c ны табабыз: $c = \frac{Q}{m\Delta t}$.

Бирдигин чыгарабыз:

$$[c] = \frac{[Q]}{[m] \cdot [\Delta t]} = \frac{\text{Дж}}{1 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C}}$$

Бир килограмм заттын температурасын 1°C ге өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук саны – ошол заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу деп аталат.

Эгер нерсенин баштапкы температурасын t_1 , ал эми акыркы температурасын t_2 деп белгилесек, алардын айырмасы Δt , б.а. $t_2 - t_1$ канчалык чоң болсо, ысытуу үчүн сарпталган жылуулук саны да ошончолук чоң болот.

Күн тийген жерде жаткан алюминий, темир, айнек, кирпич, жыгач ж.б.у.с. нерселердин ичинен темир көбүрөөк ысыгандай сезилет. Ал эми көлөкөдө да алардын ичинен көбүрөөк муздак болуп сезилгени темир экендигин байкоого болот.

Ушул сыяктуу эле ар кандай суюктуктар менен газдар да жылуулукту ар башкача кабыл алышат.

Ар кандай заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу ар башка мааниге ээ жана ал заттын курамынан, баштапкы температурасынан жана жылуулук берүүнүн жолунан көз каранды.

Нерселердин бирдик массаларынын температурасын 1°C ге өзгөртүүгө жылуулук сандары аркылуу бардык заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктары аныкталган. 2-таблицада бир катар заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктары берилген.

2-таблица

Айрым заттардын
салыштырма жылуулук сыйымдуулугу

Заттар	Салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$
Аба (нымдуу)	1030
Аба (куркак)	1007
Азот	1040
Айнек	840
Алюминий	897
Алтын	129
Асфальт	920
Болот	470
Гипс	1090
Жез	385
Жыгач	1700
Коргошун	130
Керамика кышы	840–880
Кычкылтек	918
Силикат кышы	750–840
Муз	2110
Суу	4200
Суу буусу	2200
Темир	449

Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу көпчүлүк заттардыкынан бир кыйла чоң. Мисалы, темирге салыштырмалуу 10 эсе, ал эми кыш (кирпич) менен айнекке салыштырмалуу 20 эсе чоң салыштырма жылуулук сыйымдуулугуна ээ.

Суунун жылуулук сыйымдуулугу 0°C ден 37°C ге чейинки температураларда улам төмөндөйт да, андан кийинки ысытууда кайра жогорулайт. Ушуга байланыштуу океан менен деңиздерде жайында суу ысып, айлана-чөйрөдөн чоң сандагы жылуулук санын сиңирип алат. Ал эми кышкысын муздап, айлана-чөйрөгө жылуулук бөлүп чыгарат. Ошондуктан көлгө жана суу сактагычтарга жакын жайгашкан аймактарда жайкысын өтө ысык болбойт, кышкысын катуу суук болбойт (23-сүрөт).

Салыштырма жылуулук сыйымдуулугу жогору болгондуктан, суу техникада жана турмуш-тиричиликте да кеңири колдонулат. Мисалы, үйлөрдү жылытуучу системаларда, кызыган станоктордо иштелип чыккан тетиктерди муздатууда, медицинада, өрт өчүрүүдө ж.б. көп колдонулат (24-сүрөт).



23-сүрөт. Ысык-Көл



24-сүрөт

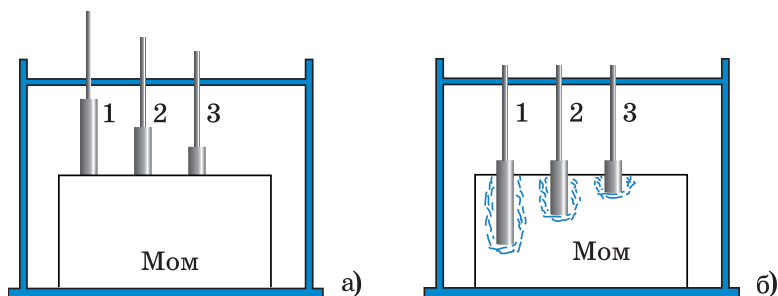


1. Жайында көлдөгү суунун температурасы абага салыштырмалуу төмөн болот. Эмне үчүн? Себебин түшүндүргүлө.
2. Үйлөрдү жылытуучу радиаторлор көбүнчө алюминийден жасалат, ал эми от жагылуучу мештер темирден жасалат. Эмне үчүн? Себебин түшүндүргүлө.
3. Жогоруда келтирилген ар бир заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанисин түшүндүргүлө.
4. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу деп кандай чоңдукту айтабыз?
5. Жылуулук саны кандай формула менен эсептелет? Формулага кирген чоңдуктарды атагыла.

4-көнүгүү



1. 25-а сүрөттө алюминийден, темирден жана коргошундан жасалган цилиндрлер берилген. Алардын массалары жана негиздеринин аянттары бирдей. Аларды сууга салып кайнатуу менен 100°C ге чейин ысытып, момдун (парафин) үстүнө койсок, 25-б сүрөттөгүдөй көрүнүш байкалат. Бул көрүнүштү түшүндүргүлө.



25-сүрөт

§ 8. Жылуулук санын эсептөөнүн жолдору



1. Нерсеге берилген жылуулук санынын сарпталышы
2. Жылуулук санын эсептөө
3. Жылуулукту сактоонун ыкмалары
4. Жылуулук энергиясын үнөмдөө

Жылуулук алмашуу процессинде нерсе алган же жоготкон жылуулук санын эсептөөнү билүүнүн практикалык мааниси чоң. Аны билүү менен турак жайларды жылытууда сууга канча өлчөмдөгү жылуулук санын берүү зарылдыгын, Күндөн Жерге канча жылуулук саны келип түшүп жатканын аныктоого болот.

Нерсеге берилген жылуулук саны толугу менен нерсенин ички энергиясын өзгөртүүгө сарпталбашы да мүмкүн. Себеби кадимки шартта нерсеге берилген жылуулук саны кандайдыр бир өлчөмдө анын айланасындагы башка нерселерге, айлана-чөйрөгө да берилиши ыктымал. Жылуулуктун пайдасыз сарпталышынан сактануу үчүн нерселердин жылуулук изоляциясын камсыз кылуу керек.

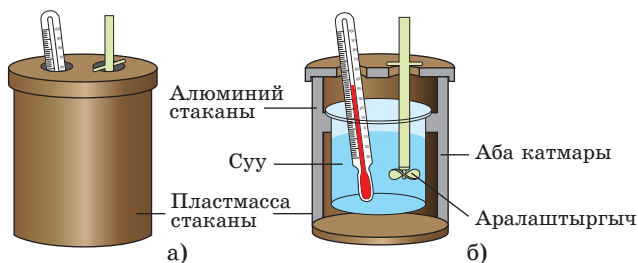
Жылуулулук изоляциясы деп жылуулулук алмашууну токтотуу же азайтуу үчүн нерселерди (имараттар, жылуулулук берүүчү түзүлүштөр, жылуулулук өткөрүүчү түтүктөр, муздаткыч камераларын) жылуулулукту өткөрбөөчү материалдар менен жабдууну түшүнөбүз.

Жылуулулук изоляциясын жылуулулук өткөрбөөчү материалдан жасалган атайын тосмолор камсыздайт. Жылуулулук изоляциясында төмөнкүдөй материалдар колдонулат:

- *жылуулулук өткөрүмдүүлүк* аркылуу жылуулулук алмашуу учурунда көңдөй түзүлүштөгү материалдар жана арасында аба же вакуумдук катмары бар көп катмардуу түзүлүштөр (ортосунда аба катмары бар үч кабат бетон панелдери, кыштар, үйлөрдүн дубалын сыртынан жана ичинен базальт, пенопласт, пенополиуретан ж.б. изоляциялоочу материалдар);
- *конвекциялык* жылуулулук алмашууда *аба же суу* өткөрбөөчү материалдан жасалган тосмолор (полиэтилен плёнкалары, тыгындар ж.б.у.с.);
- *нурдануу* менен жылуулулук алмашууда жылуулулук нурун чагылтуучу материалдар (фольга, металл, лавсан плёнкалары ж.б.).

Бүгүнкү күндө турак жайларды жылытуу үчүн очок-мештердин ордуна көбүнчө борбордук жылытуу системасынын жаңы үлгүдөгү заманбап радиаторлору колдонулууда. Бирок от жагуунун айлана-чөйрөгө зыяны көптүгүнө, отундун запасы чексиз эместигине жана кымбаттыгына байланыштуу азыркы мезгилде жылуулулук энергиясын үнөмдөө негизги көйгөйгө айланды. Ошондуктан жылуулулук изоляциялоочу натыйжалуу ыкмаларды жана материалдарды ар дайым изилдөө жана колдонуу зарыл.

Жылуулулук изоляциясы менен камсыздалып, жылуулулук санын өлчөөгө арналган курал **калориметр** деп аталат. Жөнөкөй калориметр бири-бирине каттап кийгизилген эки стакандан турат. Ички стаканы – алюминийден, сырткы стаканы – жылуулулук өткөрүмдүүлүгү төмөн болгон заттан (пластмасса, чопо ж.б.) жасалат. Ички жана сырткы стакандардын ортосу аба менен бөлүнгөн, ал эми сырткы стакан атайын капкак менен жабылган болот (26-сүрөт).



26-сүрөт. Калориметр: а) сырткы көрүнүшү; б) ички түзүлүшү

Капкагында эки көзөнөкчө болот, алардын бирине термометр, экинчисине аралаштыргыч салынып коюлат.

Нерселердин алган же бөлүп чыгарган жылуулук санын эсептөө үчүн $Q = cm(t_2 - t_1)$ формуласына (§7) ылайык, төмөнкү үч нерсени билүү керек:

1) *нерсенин массасын* (аны таразалардын жардамы менен эсептеп алууга болот);

2) *салыштырма жылуулук сыйымдуулугун* (аны таблицадан алууга болот);

3) *температуралардын айырмасын, б.а. нерсенин канча градуска ысытылганын же муздатылганын* (аны термометрдин жардамы менен өлчөөгө болот).

Калориметр температуралардын айырмасын ($t_2 - t_1$) эсептөө үчүн колдонулат.

Бир мисалды карап көрөлү. Калориметрдин ички стаканына 100 г суу куюлы. Термометр анын температурасын көрсөтөт: 20 °C. Сууга ысытылган металл цилиндрин салабыз. Калориметрдин ичинде жылуулук алмашуу жүрөт да, цилиндрдин бир нече жылуулук саны сууга өтүп, суунун температурасы 60 °Cге жетет. Суунун температурасынын өзгөрүшүн эсептеп алабыз:

$$\Delta t_{\text{суу}} = 60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$$

$$Q = cm(t_2 - t_1) = 4\,200 \text{ Дж}/(\text{кг}^\circ\text{C}) \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C} = 16\,800 \text{ Дж} = 16,8 \text{ кДж}.$$

Ошентип жогоруда заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун таблицасын жана калориметрди пайдаланып, ысытылган металл цилиндринен суу 16,8 кДж жылуулук санын алганын эсептеп алдык.

Бирдей массадагы жана бирдей температурадагы эки башка заттан турган нерселерди бирдей температурага чейин ысытуу

үчүн эки башка чоңдуктагы жылуулук саны талап кылынат. Мисалы, 1 кг сууну 1°C ге жылытуу үчүн 4200 Дж жылуулук саны талап кылынат. Ал эми 1 кг цинкти 1°C ге жылытуу үчүн 400 Дж гана жылуулук керектелет. Ушул эле заттарды кайра 1°C ге муздатууда ошол эле чоңдуктагы жылуулук сандары бөлүнүп чыгат.

- Т?**
1. Нерсеге берилген жылуулук саны толугу менен анын ички энергиясын өзгөртүүгө сарп талабы?
 2. Жылуулук санын эсептөөнүн кандай зарылдыгы бар жана аны кантип эсептейбиз?
 3. Жылуулукту сактоонун кандай ыкмаларын билесиңер?
 4. Жылуулук энергиясын үнөмдөө эмне үчүн негизги көйгөйгө айланды?

§ 9. Катуу нерселер.

Кристаллдар жана аморфтук заттар

- ?**
1. Заттын абалы
 2. Катуу нерселердин түрлөрү жана алардын өзгөчөлүктөрү
 3. Кристаллдар

Жогорку параграфтарда жылуулук кубулуштары заттардын агрегаттык абалына жараша ар кандай болору жөнүндө сөз болду. Ошондуктан заттын ар кандай абалынын өзгөчөлүктөрүн билүү бизди кызыктырат. Алгач **катуу заттардын** өзгөчөлүгүн жана аларда жүрүүчү жылуулук кубулуштарын карайлы.

Көңүл коюп баамдасак, айлана-чөйрөдөгү бизди курчап турган нерселер (аба менен суудан башкасы) катуу нерселерге кирет. Катуу нерселер аркылуу гана алыс менен жакында, нерселердин ортосундагы аралыктарды, геометриялык фигураларды, тагыраак айтканда, мейкиндикти элестете алабыз. Алардын дээрлик бардыгы убакыттын өтүшү менен байкаларлык өзгөрбөйт. Өзүбүз жашаган үйдүн жана окуган клас-сыбыздын ичинде эле канчалаган ар кандай катуу нерселер бар.

Катуу нерселер ар түрдүү касиеттери, атап айтканда, серпилгичтүүлүгү, оор-жеңилдиги, катуу-жумшактыгы, өңү-түсү, ысык-суукка чыдамдуулугу ж.б.у.с. мүнөздөмөлөрү боюнча айырмаланат. Алардын касиеттерин керектөөгө ылайыктап,

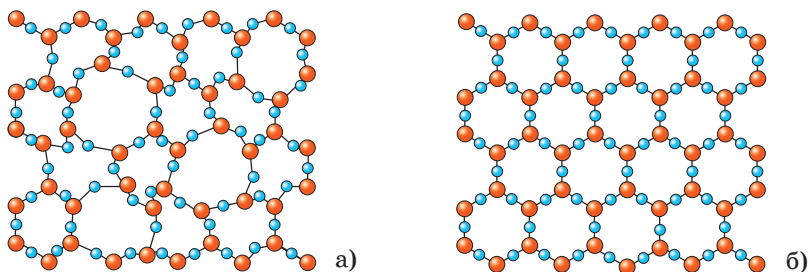
өзгөртүп алууга же жаңы материалдарды жасоого болот. Пластмассанын, керамиканын, капрондун ар кандай түрлөрү жана кийинки кезде фуллерен сыяктуу материалдар алынууда.

Катуу нерселерди ар кандай температурада ысытуу, музатуу жана деформациялоо менен бир катар касиеттерин (серпилгичтүүлүгүн, бышыктыгын, морттугун ж.б.) аныктай алабыз.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, катуу заттардын бөлүкчөлөрүнүн өз ара аракеттенишүүлөрүнүн потенциалдык энергиялары алардын кинетикалык энергияларына салыштырмалуу бир кыйла чоң. Алардын атомдору же молекулалары өз ара тартылуу жана түртүлүү күчтөрү бири-бирине барабар болгон орундарда жайланышат. Бул орундарды бөлүкчөлөрдүн тең салмактуу абалдары деп айтабыз. Кадимки шартта бөлүкчөлөр тең салмактуу абалдарынын айланасында термелүү кыймылында болот. Бөлүкчөлөрдүн бир орундан экинчи орунга которулушу же сыртка чыгып кетиши өтө сейрек кездешет. Ал үчүн бөлүкчө чоң кинетикалык энергияга ээ болууга тийиш.

Катуу заттар ички молекулалык түзүлүшү боюнча *аморфтук* жана *кристаллдык* заттар болуп экиге бөлүнөт (27-сүрөт).

Ички түзүлүшү иретсиз, бөлүкчөлөрү чаржайыт жайгашкан катуу заттар **аморфтук заттар** деп аталат.

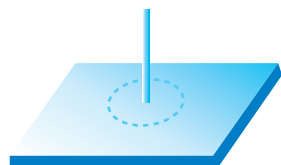


27-сүрөт. Аморфтук (а) жана кристаллдык (б) заттардын ички түзүлүшүндөгү айырмачылыктары

Аморфтук заттардын мүнөздүү өзгөчөлүгү болуп алардын изотроптуулугу эсептелет. **Изотроптуулук** – заттын физикалык (жылуулук өткөрүмдүүлүк, бышыктык, серпилгичтик ж.б.) касиеттеринин бардык багыттар боюнча бирдейлиги.

 Аморфтук заттардын изотроптук касиетин төмөнкүдөй тажрыйба менен ырастоого болот (28-сүрөт).

Айнек пластинкасын алып, анын бетине момдун жука катмарын шыбайбыз. Андан кийин айнек пластинканын орто ченине ысытылган зымдын учун тийгизип кармап турсак, мом эрий баштайт. Момдун эрүүсү бардык тарап боюнча бирдей болуп, тегеректи пайда кылат. Ал айнектин жылуулукту бардык багыт боюнча бирдей өткөрө тургандыгын ырастайт.



28-сүрөт

Айрым учурларда аморфтук заттарды «катып калган» суюктуктар деп да элестетишет. Аморфтук заттарга: *айнек, фарфор, катыган смола, резина, пластилин, чайыр, каучук* ж.б.у.с. нерселер кирет. Эгер аморфтук нерселерди ысытса, алар акырындык менен жумшарып отуруп, температуранын белгилүү бир интервалында суюк абалга өтөт.

Кристаллдык заттар – аморфтук заттардан айырмаланып, иреттүү ички түзүлүшкө ээ.

Бөлүкчөлөрү белгилүү бир тартипте иреттүү жайгашкан заттар **кристаллдар** деп аталат.

Кристалл деген сөз байыркы гректин $\kappa\rho\upsilon\sigma\tau\alpha\lambda\lambda\omicron\varsigma$ (krystallos) деген сөзүнөн келип чыккан, кыргызча «муз» же «муз сыяктуу» деген маанини туюндурат. Кристаллдарды чыныгы катуу нерселер деп да коюшат. Кристаллдарга: *туздар, металлдар, минералдар* ж.б.у.с. кирет.

Кристаллдар *монокристаллдар* жана *поликристаллдар* болуп экиге бөлүнөт. «Моно» – жеке, «поли» – көп деген маанини билдирет. Монокристаллдар – үзгүлтүксүз кайталанган жалпак грандарды элестетет. Поликристаллдар – бир нече монокристаллдардан турат.

Кристаллды түзгөн атомдордун же молекулалардын жайланышкан орундарын түз сызыктар аркылуу туташтырсак, туура геометриялык формага ээ болгон мейкиндикте **кристаллдык торчолорду** байкайбыз.

Кристаллдык торчодо бөлүкчөлөр жайгашкан чекиттер, б.а. түз сызыктардын кесилишкен жерлери **кристаллдык торчонун түйүндөрү** деп аталат.

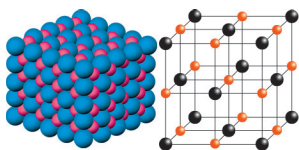
Бөлүкчөлөр ушул түйүндөрдө термелүү кыймылында болот. Термелүү багыттарынын ар түрдүүлүгү – бөлүкчөлөрдүн кыймылынын башаламандыгын аныктайт.

29-сүрөттө күндөлүк турмушта колдонулуучу NaCl кайнатма туздун (аш тузу) кристаллдык торчосу берилген.

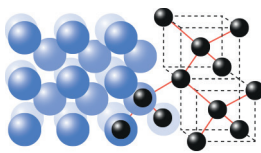
30-сүрөттө бир эле түрдүү көмүртектин атомдорунан турган монокристаллдар *алмаз* менен *графиттин* кристалл торчолору көрсөтүлгөн. Кадимки кара калемдин өзөгү графиттен жасалат.



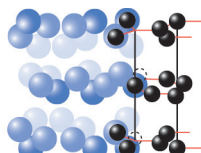
Моно жана поликристаллдардын айырмачылыгы



29-сүрөт. Кайнатма туздун кристаллдык торчосу



а)



б)

30-сүрөт. Алмаздын (а) жана графиттин (б) кристаллдык торчолору

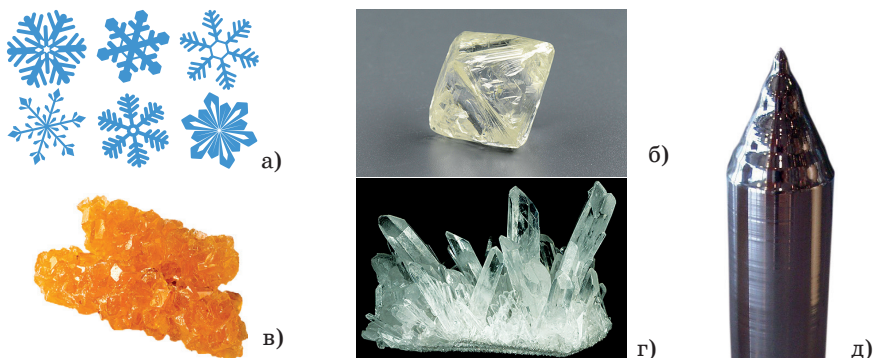
31-сүрөттө *кар, алмаз, набат, тоо хрусталы* жана *кремний монокристаллдарынын* сырткы көрүнүшү берилген.

Монокристаллдар жаратылышта сейрек кездешет. Аларды атайылап өстүрүп алууга болот. Туздун суудагы эритмесинен атайын куралдын жардамы менен чоң өлчөмдөгү монокристаллдар өстүрүлүп алынат.

Монокристаллдар сырткы көрүнүшү боюнча да туура форманы элестетет. Ал монокристаллдагы бөлүкчөлөрдүн туура тартипте жайланышын чагылдырып турат.

Металлдар – поликристаллдар болот, алар көзгө көрүнбөгөн майда кристаллдардан турат. Бул майда кристаллдар

кристаллиттер же кристалл данчалары деп аталат. Кристалл данчалары кристаллдык торчолордон турат.



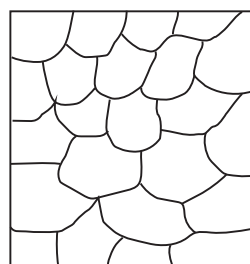
31-сүрөт. Монокристаллдар: а) кардын кристаллчалары; б) 2017-жылы Якутияда табылган алмаз монокристаллы; салмагы 83,5 карат, өлчөмү $24 \times 15 \times 17$ мм; в) набаттын; г) тоо хрусталынын монокристаллдары; д) Орловка заводунда өстүрүлгөн кремний кристаллы

Кристаллиттерди атайын микроскоптор менен гана байкоого болот. 32-а сүрөттө 400 эсе чоңойтуучу микроскоп менен тартылып алынган поликристаллдын (темирдин) түзүлүшү жана темирдин кристаллдык торчосу (32-б сүрөт) берилген.

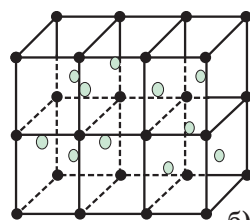
Металлдардын кристаллдык түйүндөрүндө атомдор жайгашат, алардын арасында көп сандаган электрондор башаламан кыймылда болот. Ошондуктан металлдар жылуулукту жана электр тогун жакшы өткөрөт.

Поликристаллдык заттар да аморфтук заттар сыяктуу изотроптук касиетке ээ, б.а. алардын физикалык касиеттери бардык багыттар боюнча бирдей болот.

Металлдардын негизги касиеттери – ийилчээктиги, согуп-сомдолуучулугу, жалтырактыгы, жылуулукту жана электр тогун жакшы өткөрүүчүлүгү. Ал эми монокристаллдар анизотроптук касиетке ээ. Ал кристаллдын физикалык касиеттери



а)



б)

32-сүрөт



**Алыбаков
Аскарбек
(1933–1993)**

КР УИАнын корр.-
мүчөсү, физика-
математика илимд.
доктору, профессор,
кристаллдар физи-
касы боюнча адис.

ар кандай багыт боюнча ар башка болот дегенди билдирет. Чоң монокристаллдан кесилип алынган пластинка менен 28-сүрөттөгү тажрыйбаны кайталасак, анда момдун эриген изи тегерек болбойт.

Демек, ал монокристаллдын жылуулук өткөргүчтүүлүгү ар кандай багыт боюнча ар башка болорун ырастайт.

Монокристаллдарды жасалма түрдө өстүрүү менен алардын практикалык колдонулуштарын изилдөөдө ата мекендик физик-окумуштуу, КР Илим жана техника тармагы боюнча мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты А.Алыбаковдун салымы чоң. Анын лабораториясында өстүрүлгөн монокристаллдар лазердик нурларды чыгаруучу баалуу куралдарда пайдаланылат.



1. Аморфтук жана кристаллдык катуу нерселер бири-биринен кандайча айырмаланат? Салыштырып түшүндүргүлө.
2. Монокристалл жана поликристалл бири-биринен кандайча айырмаланат? Мисал келтиргиле.
3. Кадимки металлдар кандай кристаллдарга кирет?
4. Кристаллдык торчо деген эмне?
5. Кристаллдык торчонун түйүндөрү деп эмнени түшүнөбүз?
6. Кристаллдардын изотроптук жана анизотроптук касиеттерин түшүндүрүп бергиле.

§ 10. Катуу нерселердин жылуулуктан кеңейиши



1. Катуу нерселердин жылуулуктан кеңейиши
2. Жылуулуктан кеңейүүнү далилдөөчү тажрыйбалар

Жылуулуктан дээрлик бардык катуу нерселер (муздан башкасы) кеңейет. Жылуулуктун берилиши менен бөлүкчөлөрдүн тең салмактуу абалындагы термелүүсү күчөйт.

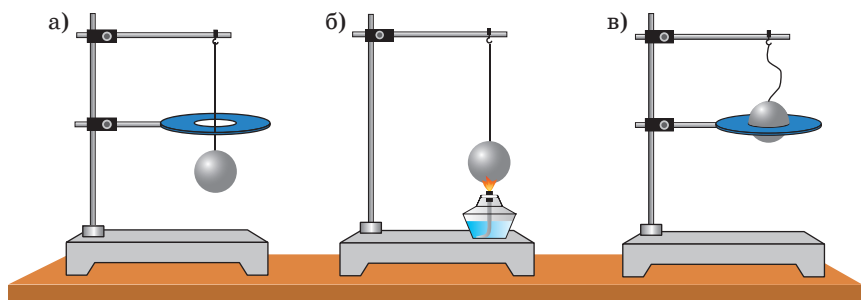
Бөлүкчөлөрдүн ортосунда түртүлүү күчтөрү чоңоюп, алар мурдагы тең салмактуу абалдарынан жылышып, аралыктарын чоңойтот. Натыйжада нерсе кеңейет.

Жайдын ысыгында телефон же электр зымдары мамылардын ортосундагы аралыктарда ийилип, сезилерлик салаңдап калат. Көпүрөлөрдүн астына коюлуучу темир же темир-бетон устундарынын учтары атайылап бекем бекитилбейт. Ошондой эле темир жол рельстеринин бириккен жерлеринде да боштук калтырылат. Жайында ал аралыктар кичирейип, кышында алыстап өзгөрөт. Нерселердин жылуулуктан кеңейиши эсепке алынбаса, ал күн ысыган мезгилдерде күтүлбөгөн кокустуктарга алып келиши ыктымал. Өтө ысык күндөрү трамвайлар жүрүүчү рельстердин өзүнөн өзү бузулган учурлары байкалган.

Бирдей эле шартта ар кандай нерселердин кеңейүүсү ар башка болот. Ошондуктан нерселердин кеңейүүсүн сызыктуу коэффициент менен баалайбыз. Нерсенин 1°C ге ысышында узарган узундугун анын баштапкы узундугуна бөлүп, сызыктуу кеңейүү коэффициентин алабыз. Атайын таблицаларда бул чоңдуктардын маанилери берилет. Металлдардын ичинен кыйла тез узаруучу нерселерге алюминий кирет.

 Ысытуудан нерселердин кеңейүүсүн ачык ырастаган тажрыйбалардын бири: муздак кезинде оңой эле шакекчеден өтүп кетүүчү металл шарчаны (33-а сүрөт) шамды алдына коюп (33-б сүрөт), ысыткандан кийин ал шакекчеден өтпөй калат (33-в сүрөт).

Суу муздап тоңо баштаганда көлөмү чоңоёт. Аязда калган суусу бар айнек бөтөлкөнүн, ал турсун металлдан жасалган суу түтүктөрүнүн жарылышы суу тоңгондо анын көлөмүнүн чоңоюшун ырастайт.



33-сүрөт

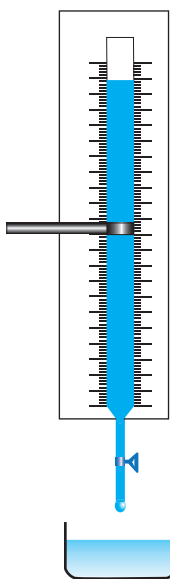


1. Катуу нерселердин жылуулуктан кеңейишин кантип түшүндүрөбүз?
2. Жылуулуктан кеңейүүгө мисал келтиргиле.
3. Нерселердин сызыктуу же көлөмдүү кеңейүүсү кандай чоңдуктар менен бааланат?

§ 11. Жылуулук санын эсептөө формуласынын колдонулуштары. 1–2-лабораториялык иштер

Жумуштун максаты: жылуулук санын эсептөө формуласын колдонууга көнүгүү.

Куралдар жана материалдар: калориметр, термометр, таара жана анын таштары, белгилүү заттын (алюминий, темир, жез, латун ж. б.) кесеги.



34-сүрөт

Калориметр – ортосу аба менен ажыратылып коюлган эки кабат идиш. Ички идиштин түбүнө жылуулукту начар өткөрүүчү таяныч коюлат (34-сүрөт). Натыйжада аба катмары менен ажыратылган ички идиш тажрыйба учурунда өзүнөн жылуулукту сыртка дээрлик чыгарбайт деп эсептейбиз.

1-лабораториялык иш. Бир нерседен экинчи нерсеге берилген жылуулуктун экинчи нерсе алган жылуулукка барабар болуу шартын текшерүү.

Калориметрге жарымынан 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 куюбыз. Термометр менен кылдаттыкта аралаштырып, аралашманын температурасын (θ) ченеп алабыз. Алынган маалыматтарды таблицага жазабыз.

$m_1(\text{кг})$	$t_1(^{\circ}\text{C})$	$m_2(\text{кг})$	$t_2(^{\circ}\text{C})$	$\theta (^{\circ}\text{C})$	$c_1(\text{Дж})$	$c_2(\text{Дж})$

Ысык суудан берилген жылуулуктун саны:

$$Q_2 = cm_2(t_2 - \theta),$$

Муздак суу алган жылуулук саны:

$$Q_1 = cm_1(\theta - t_1),$$

Берилген жылуулук саны коромжуга учурабайт деп эсептесек, алар өз ара барабар болот:

$$Q_1 = Q_2 \text{ же } m_2 c (t_2 - \theta) = m_1 c (\theta - t_1)$$

Мында c – суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу. Тажрыйбада ал өзгөрбөйт:

$$m_2(t_2 - Q) = m_1 (Q - t_1)$$

Эсептөөлөр бул барабардыктын эки жагы өз ара барабар экенин ырастайт.

Суроого жооп бергиле: ысык суунун массасын жана температурасын чоңойтсок, аралашманын температурасы кандай болорун алдын ала айта алабызбы?

2-лабораториялык иш. 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) өлчөп, аны жипке байлап, ысык сууга салып, бир аз кармап турабыз. Ысык суунун температурасын (t_2) ченейбиз. Ысык суудан чыгарылган катуу нерсени калориметрдеги муздак сууга салып, температура калыптанганда, аны (θ) ченеп алабыз. Бул учурда нерсе берген жылуулук саны менен суу алган жылуулук саны бири-бирине барабар болот:

$$Q_1 = c_1 m_1(\theta - t_1).$$

Катуу нерсе берген жылуулуктун саны:

$$Q_2 = c_2 m_2(t_2 - \theta).$$

Алардын барабардыгынан $c_1 m_1(\theta - t_1) = c_2 m_2(t_2 - \theta)$ келип чыгат. Мындан изилденүүчү катуу нерсенин салыштырма жылуулук сыйымдуулугун табуунун формуласын табабыз:

$$c_2 = \frac{m_1 c_1 (\theta - t_1)}{m_2 (t_2 - \theta)}$$

Мында $c_1 = 4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ – суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу.

Алынган маалыматтар боюнча төмөнкү таблицаны толтургула.

$m_1(\text{кг})$	$t_1(^{\circ}\text{C})$	$m_2(\text{кг})$	$t_2(^{\circ}\text{C})$	$\theta(^{\circ}\text{C})$	$c_1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}}$	$c_2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}}$

- ?** 1. Суунун жана катуу нерсенин салыштырма жылуулук сыйымдуулуктарын салыштырып, кандай жыйынтыкка келебиз?
2. Тажрыйбада калориметр жана термометр алган жылуулукту эсепке алган жокпуз. Аны кандай ойлойсуңар?

§ 12. Катуу нерселердин эрүүсү жана кристаллдашуусу

- ?** 1. Нерсеге берилген жылуулук санынын сарпталышы
2. Нерселердин эриши
3. Эрүү учурунда температуранын туруктуу сакталышы

Катуу нерселерге энергия берүүнү улантууда температуралары жогорулап, белгилүү бир чоңдукка жеткенде эрий баштайт. Мисалы, музга жылуулук санын берсек, ал эрийт.

Нерсе эрий баштагандагы температура – **эрүү температурасы**, ал эми заттын катуу абалдан суюк абалга өтүшү – **эрүү** деп аталат.

Аморфтук жана кристаллдык катуу заттардын эрүүсү бири-биринен айырмаланып турат. Аморфтук катуу заттар ысытуудан жумшарып, андан кийин суюктукка өтөт. Алардын кайсы температурада суюктукка өткөндүгүн так айта албайбыз, температуранын кайсы интервалында суюктукка өткөндүгүн гана билүүгө болот.

Кристаллдык заттар белгилүү бир эрүү температурасына ээ. Кээ бир кристаллдык заттар төмөнкү температурада эресе, дагы башкалары жогорку температурада эрийт. Мисалы, муз 0°C де эресе, нафталин 80°C де эрийт.

Ичине нафталин салынган пробирканы кайнак сууга салып, суюк нафталинди алабыз. Калайдын же коргошундун кичинекей кесегин болот кашыгына салып, спиртовканын жалынына эритсе болот. Чоюн же болот абдан жогорку 1500°C ге жакын температурада гана эрийт.

Кристаллдык катуу нерселердин эрүүсүн анын ички түзүлүшү боюнча төмөнкүчө түшүндүрөбүз. Ысытуудан кристалл кеңее тургандыгын билебиз. Анткени термелип жаткан бөлүкчөлөрдүн кинетикалык энергиясы жетишерлик чоң болгондо, алар орундарынан жылып, башка орундарга которула баштайт. Берилген жылуулук кристалл торчонун бузулушуна жумшалып жаткан кезде кристалл толук эригенге чейин нерсенин температурасы жогорулабайт. Торчонун бузулушу, б.а. нерсенин суюктукка өтүшү кандайдыр бир убакытка созулат. Ошентип, кристаллдык нерселердин эрүүсү торчонун бузулушу менен коштолот.

Кандайдыр бир кристаллдык нерсенин эрип жатканына байкоо жүргүзсөк, анын температурасы эрүү башталган кезге чейин гана жогорулаганын, андан кийин нерсе толук эрип бүткөнгө чейин температура өзгөрбөгөндүгүн байкоого болот. Бул температурада нерсенин бир бөлүгү – суюк, экинчи бир бөлүгү катуу абалда болот.

3-таблица

Айрым катуу заттардын эрүү температурасы
(нормалдуу атмосфералык басым кезинде)

Заттар	Эрүү температурасы ($^{\circ}\text{C}$)	Заттар	Эрүү температурасы ($^{\circ}\text{C}$)
Суу музу	0	Алтын	+1063
Бензол	+5,53	Жез	+1083,4
Цезий	+28,64	Кремний	+1415
Галлий	+29,8	Темир	+1539
Натрий	+98	Чоюн	+1100
Сахароза	+185	Болот	+1300
Калай	+231,93	Титан	+1668
Коргошун	+327,5	Платина	+1772
Алюминий	+660,1	Цирконий	+1855
Күмүш	+960,8	Вольфрам	+3422

Кристаллдашуу. Эриген катуу заттарды, б. а. суюктуктарды муздак жерге коюп, температурасын төмөндөтсөк, ал кайра катуу абалга өтө баштайт. Заттын суюк абалдан катуу абалга өтүшү – **катуулануу** же **кристаллдашуу** деп аталат.

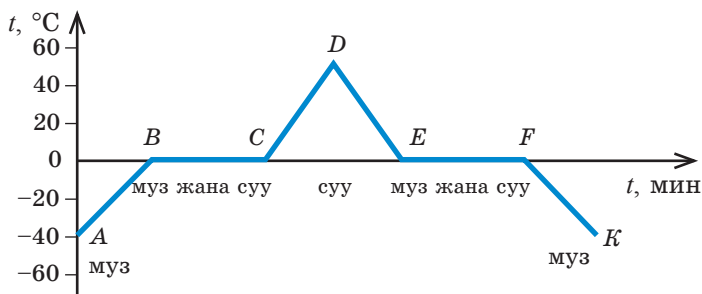
Эриген нерсенин кристаллдашуусу башталышы үчүн аны белгилүү бир температурага чейин муздатуу керек. Нерсе катуулана (кристаллдаша) баштаган температура – **катуулануу** же **кристаллдашуу температурасы** деп аталат.

Тажрыйба көрсөткөндөй, эритилген нерсе кайра сууп, эрүү башталган температурасына жеткенде катуулана баштайт. Мисалы, 0°C де суу кристаллдашса, муз эрий баштайт. Таза, аралашмасы жок темир 1539°C де эрип баштайт. Эриген суюк темир ошол эле температурада кристаллдаша баштайт. Башкача айтканда, катуулануу же кристаллдашуу процесси нерсенин эрүү, суюк абалга өтүү процессин тескери багытта кайталайт. Катууланууда да температуранын туруктуу абалы кандайдыр бир убакытка созулат.

Кристаллдык нерселердин температурасынын ысытуу жана муздатуу убактысынан көз карандылыгын муздун мисалында төмөнкү графиктен көрүүгө болот.

Графиктен көрүнүп тургандай, -40°C деги музду (графикте А чекити) ысыта баштаганда, анын температурасы жогорулайт (графикте АВ аймагы) (35-сүрөт).

Температуранын өсүшү 0°C ге (муздун эрүү температурасына) жеткенде муз эрий баштайт да, температуранын өсүшү токтойт. От күйүп, жылуулук берүү улантылып жатса да, муз толугу менен эрип бүткөнгө чейин анын температурасы өзгөрбөйт (графикте ВС аймагы).



35-сүрөт. Кристаллдык нерсенин (муздун) температурасынын аны ысытуу жана муздатуу убактысынан көз карандылык графиги

Качан гана муз толук эрип, сууга айланганда, температура кайрадан жогорулай баштайт (*CD* аймагы). Суунун температурасы 40°C ге жеткенде отту өчүрүп, сууну муздата баштайбыз (ал үчүн идиштеги сууну музу бар чоң идишке куюу керек).

Суунун температурасы төмөндөп отуруп, 0°C ге (суунун кристаллдашуу температурасына) жетет (*DE* аймагы). Андан кийин муздатуу мурдагыдай эле улантылып жатса да суунун температурасы төмөндөөсүн токтотот.

Мында кристаллдашуу, т.а. муз пайда болуу процесси жүрөт (*EF* аймагы). Суу толугу менен музга айланганга чейин анын температурасы өзгөрбөйт. Качан суу толук тоңуп, музга айланганда гана температура кайра төмөндөй баштайт (*FK* аймагы).

Катуу заттын эриген суюк абалын *эритинди* же *балкыма эритинди* деп аташат. Катуу заттын эритиндиси жогорку температурага чыдамдуу формага (калыпка) куюп, *куйма* жасаса болот (36-сүрөт).



36-сүрөт. Алтындын, күмүштүн куймалары

Техникада жана турмушта эки же андан көп заттын кошунду эритиндилери колдонулат. Мисалы, алтын менен күмүш абдан жумшак, ийилчээк болгондуктан, аларды таза түрүндө колдонуу мүмкүн эмес. Ошондуктан зергердик буюмдарды жасоодо алардын башка металлдар кошулган эритиндилери колдонулат.

Таза металлдын эритиндисине башка металлдарды (же металл эместерди) эритип кошууда анын ички түзүлүшү өзгөрүп, кристаллдык торчосунун түйүндөрү жакындашат же жылышат.

Мында металлдын атомдорунун арасында кошумча өз ара аракеттенишүү күчтөрү пайда болуп, алынган металлдын бекемдиги күчөйт.

Мисалы, темирге башка кошулмалар менен бирге 2,14–4 % ке чейин көмүртекти кошуу аркылуу чоюн алынса, 0,02–2,14 % тен ашпаган көмүртекти кошуу аркылуу болот алынат. Чоюн темирден бекем, болоттон морт болот.

Ошентип, катуу заттардын курамын өзгөртүү менен эритип, коррозияга чыдамдуу, кооз, жеңил ж.б. касиеттерге ээ болгон буюмдарды алууга болот (37-сүрөт).



а)



б)



в)

37-сүрөт. а) алтын-күмүш (бекем, кооз); б) темир-никель (бекем, коррозияга чыдамдуу); в) алюминий-литий (өтө жеңил) эритиндилеринен жасалган буюмдар

Заттардын курамын жана түзүлүшүн өзгөртүү аркылуу каалагандай касиетке ээ болгон заттарды алуунун жолдорун химия илими окутуп-үйрөтөт.



1. Катуу нерселерге берилген жылуулук саны кайда сарпталат?
2. Эрүү деген эмне? Ал качан башталат?
3. Аморфтук жана кристаллдык катуу нерселердин эрүү өзгөчөлүктөрүн айтып бергиле.
4. Кристаллдык катуу нерселердин эрүүсүн алардын ички түзүлүшү боюнча кандайча түшүндүрөбүз?
5. Катуу нерселердин температурасынын ысытуу жана муздатуу убактысына көз карандылыгынын графигин түшүндүрүп бергиле.
6. Эмне үчүн нерсе эрий баштаганда жылуулук саны үзгүлтүксүз берилип жатса да температура көтөрүлбөйт?

§ 13. Суюктуктар. Суюктуктардагы беттик тартылуу



1. Заттын түзүлүшү жөнүндөгү үч жобо суюктуктарда кандайча орун алат?
2. Суюктуктардын негизги касиеттери кайсылар?
3. Беттик тартылуу деген эмне?

Суюктуктар – катуу абал менен газ абалынын арасындагы суюк агрегаттык абалды ээлеген заттар. Алардын мисалдары: суу, деңиз суулары, кан, май, керосин, спирт, сымап, эритиндилер, ар кандай заттардын суудагы эритмелери, эриткичтер ж.б.

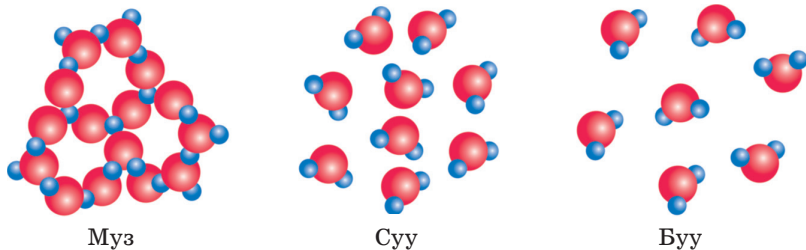
Суюктуктардын молекулаларынын кинетикалык энергиялары алардын өз ара тартылуусунан келип чыккан потенциалдык энергияларына дээрлик барабар болот. Тартылуу күчтөрү молекулалардын бири-бирин таштап кетүүгө мүмкүндүк бербейт.

Натыйжада суюктук көлөмүн сактайт. Суюктуктун молекулалары бир кагылышуудан экинчи кагылышууга чейин убактылуу жайгашкан абалдарында термелүү кыймылын жасашат. Ошондуктан заттын суюк абалы өзүнүн көлөмүн сактап, формасын сактай албайт.

Куюлган идиш кандай болсо, ошол форманы алат. Суюктуктардын негизги өзгөчөлүгү агуучулугу болуп эсептелет. Болор-болбос кыйшайтуудан суюктук кыйшайтылган багытты көздөй агууга дуушар болот.

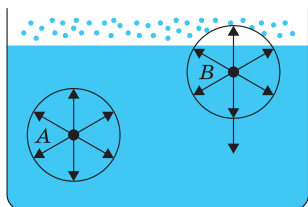
Өз ара кагылышуулардан чоң кинетикалык энергия алган суюктуктун молекулалары суюктукту таштап кетип турушат. Аны **буулануу** деп айтабыз.

Жер шартында суу гана үч абалда (катуу – муз; суюк – суу; газ – буу) тең кездешүүчү зат болуп эсептелет. Жайында суу көбүрөөк бууланып, газ абалына өтсө, кышында муз болуп тоңот. Суюктуктун молекулалары катуу заттарга салыштырмалуу сейрек, ал эми газдарга салыштырмалуу бир кыйла тыгыз жайланышкан (38-сүрөт).



38-сүрөт. Суунун үч абалы

Суюктуктарга тиешелүү дагы бир мүнөздүү өзгөчөлүк – *беттик тартылуу*. Суюктуктарда беттик тартылуунун пайда болушун жана аны менен байланышкан айрым кубулуштарды карап көрөлү. Суюктуктун ар бир молекуласы өзүнүн диаметринен бир нече чоң аралыктагы молекулалар менен өз ара тартылышат. Бул аралыкты R_0 менен белгилеп, молекулалардын өз ара аракеттенишүү радиусу деп атайбыз. Ал болжол менен 10^{-7} см ге барабар.



39-сүрөт

Суюктуктун ичинде жаткан A молекуласын борбор деп эсептеп, анын айланасында өз ара аракеттенишүү радиусу R_0 менен сфера жүргүзөлү (39-сүрөт). A молекуласын бул сферанын ичинде туш тарабынан болжол менен бирдей сандагы молекулалар курчап турат. Алардын A молекуласы менен өз ара тартылуу күчтөрү бардык тарапта барабар болгондуктан, компенсацияланып, натыйжада A молекуласы эркин кыймылда болот. Мындай абал суюктуктун ичиндеги бардык молекулаларга тиешелүү.

Суюктуктун бетине жакын жайланышкан B молекуласынын абалын карап көрөлү. B молекуласын борбор деп алып, R_0 радиустагы сфера жүргүзөлү. Сферанын бир бөлүгү суюктуктун бетинен сыртка чыгып калат. Суюктуктун сырткы бөлүгүндө буунун молекулаларынын тыгыздыгы бир кыйла кичине болгондуктан, B молекуласын курчаган сферадагы молекулалардын саны бардык багыт боюнча бирдей болбойт. Анткени, сферанын суюктуктун ичине туура келген бөлүгүндө молекулалар көбүрөөк тыгыз жайланышат. Натыйжада өз ара тартылуу күчтөрү компенсацияланбай, B молекуласын суюктуктун ичин көздөй тартуу күчүнүн аракети үстөмдүк кылат. 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.

Суюктуктун беттик катмарындагы молекулаларга суюктуктун ичин көздөй аракет кылган күчтүн 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 ички басым суюктукту туш тарабынан кысып, шар формасына келтирүүгө умтулат. Суунун тамчысынын шар формасында болушу мына ушуну менен түшүндүрүлөт.

Ички басымдын аракетинен улам суюктуктун бетиндеги молекулалардын анын ичин көздөй кирүүгө умтулушу суюктуктун бети серпилгичтүү кабыкча менен капталган сыяктуу элести пайда кылат. Суюктук бардык жагынан керилген серпилгичтүү кабыкча (плёнка) менен капталган сыяктуу болуп турат. Ушул себептен, суюктуктун жука бетки катмарын **беттик тартылуу катмары** деп атайбыз.

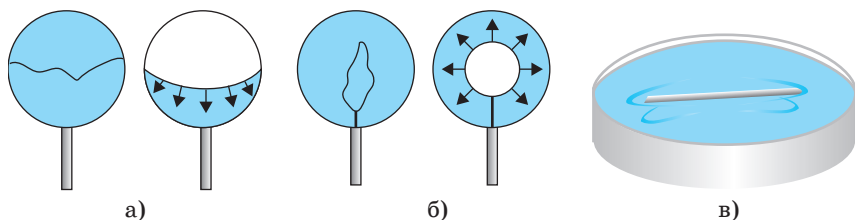
Беттик тартылуу катмарынын болушун бир катар тажрыйбалардан байкоого болот.

 Ортосунда бошоңураак байланган жиби бар зым тегерекчесин самындын эритмесине салабыз (40-а сүрөт). Аны эритмеден кайра алып чыкканда, жука плёнка менен капталып калгандыгын көрөбүз. Тегерекченин абалын өзгөртүп, жиптин дээрлик бош жаткандыгын байкайбыз. Эгерде жиптин бир жагындагы плёнканы акырындык менен жарып өчүрсөк, жип заматта керилип жарым айлана формасына келет. Ал плёнканын жыйрылышы менен байланыштуу.

Ушундай эле тажрыйбаны ортосунда илмек жиби бар тегерек зым менен жасап көрөлү. Эгерде илмек жиптин ортосундагы плёнканы жарып өчүрсөк, анда мурда эркин жаткан илмек заматта айлана формасына келет (40-б сүрөт).

Майланган ийнени стаканга куюлган суунун бетине акырындык менен туурасынан коёлу. Ийне сууга чөкпөй, жаткан жерин төмөн көздөй бир аз ийилтет (40-в сүрөт). Биз бул тажрыйбалардан беттик катмардын бар экендигин даана байкайбыз.

Беттик тартылуу күчү. 40-сүрөттөрдөгү тажрыйбалар самын плёнкасынын жана суунун беттик катмарынын туш тараптан аракет кылган тартылуу күчү менен түшүндүрүлөт.

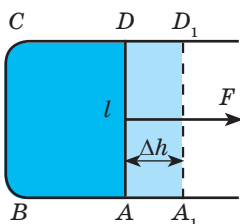


40-сүрөт. Самындын эритмелери менен болгон тажрыйбалар

Суюктуктун бети боюнча таасир этип, беттин аянтын азайтууга алып келүүчү күч **беттик тартылуу күчү** деп аталат.

Демек, суюктуктун молекулаларынын өз ара тартылуулары менен шартталып, жиптин бирдик узундугуна аракет кылган күч да беттик тартылуу күчү болуп эсептелет. Бул күчтүн чоңдугун тажрыйба боюнча аныктайбыз.

Тик бурчтуу кылып ийилген зымдын үстүнө эркин кыймылдай турган AD өзөкчөсүн коёбуз (41-сүрөт). Аны самындын эритмесине малып алгандан кийин $ABCD$ беттик плёнкасы пайда болот. AD өзөкчөсүн Δh аралыгына жылдыруу үчүн кандайдыр бир F күчүн жумшоого туура келет. Бул күчтүн чоңдугу AD зымынын l узундугуна жана плёнканын, б.а. суюктуктун затына (тегине) жараша болот:



41-сүрөт

$$F = \sigma l$$

Алынган плёнка канчалык жука болуп көрүнсө да, ал арасында суюктуктун жука катмары жайгашкан эки беттен турат. Ошондуктан бул формуладагы F күчүн 2 эсе чоң кылып алабыз: $F = 2\sigma l$

AD өзөкчөсүн Δh аралыгына жылдырууда F күчү төмөнкүдөй жумуш аткарат:

$$A = F \cdot \Delta h = 2\sigma l \cdot \Delta h = 2\sigma \Delta S \text{ же } A = 2\sigma \Delta S$$

Мында $\Delta S = l \cdot \Delta h$ менен ADD_1A_1 төрт бурчтугунун аянты белгиленди. Демек, беттик кабыкчанын аянтын чоңойтуу кандайдыр бир жумуш аткарууну талап кылат.

Формулалардагы σ (сигма) – *беттик тартылуу коэффициенти* болуп эсептелет. Ал суюктуктун тегине жараша беттик тартылуусун мүнөздөйт.

Беттик тартылуу коэффициенти σ ар кандай суюктуктардын бетинин бирдик узундугуна аракет кылган күчтүн чоңдугун мүнөздөйт:

$$\sigma = \frac{F}{l}.$$

Бирдиги: $\frac{H}{m}$. Таза суу үчүн: $\sigma = 0,072 \frac{H}{m}$; самындын суудагы эритмеси үчүн: $\sigma = 0,043 \frac{H}{m}$. Сымап үчүн: $\sigma = 0,4650 \frac{H}{m}$.

Мисалы, суунун бетинин $1m$ узундугуна $0,072H$ күчү аракет кылат. Ал эми спирт үчүн бул күч бир кыйла кичине ($0,02H$) ж.б.

Беттик тартылуу коэффициентини – суюктуктун же ага аралашкан заттардын тегине жана температурага көз каранды. Суунун температурасы жогорулаган сайын беттик тартылуу коэффициенти азаят. Муздак сууга караганда жылуу сууда чүпүрөктүн бат нымдалышы ушуну менен түшүндүрүлөт.

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

Суунун беттик тартылуу күчү салыштырмалуу чоң, б.а. сымаптан кийинки орунда турат. Ошондуктан суунун тамчылары, шүүдүрүмдөр сфералык формага ээ.

Балдар ойноочу көбүктүү аралашманы атайын алкакча аркылуу үйлөгөндө абада көбүк шарчаларынын пайда болгонун көрүп эле жүрөбүз (42-сүрөт). Бул да беттин аянтын азайтууга умтулган беттик тартылуу күчүнүн таасири менен түшүндүрүлөт. Оордук күчү таасир этпеген шартта суюктуктар шар формасын ээлөөгө умтулгандыгын космос кораблинин ичинен тартылып алынган сүрөттөр далилдейт (43-сүрөт).



42-сүрөт. Көбүк шарчалары



43-сүрөт. Суу шарчалары космосто



1. Суюктуктун ичиндеги жана бетки катмарындагы молекулалардын абалын түшүндүргүлө.
2. Суюктуктарда ички басым кандайча пайда болот?
3. Беттик тартылуунун аракетин эмне менен салыштырууга болот?
4. Беттик тартылууну ырастоочу тажрыйбаларды айтып бергиле.
5. Балдар ойноочу самындуу суюктуктан шар формасындагы көбүкчөлөр чыкканын түшүндүргүлө.
6. Беттик тартылуу күчү кандай формула менен аныкталат?
7. Беттик тартылуу коэффициенти эмнени мүнөздөйт?
8. Беттик тартылуу касиетинин колдонулушуна мисал келтиргиле.



Беттик тартылуу менен байланышкан айрым кубулуштар

Убакытты ченөө үчүн медицинада кум сааттар пайдаланылат (44-а сүрөт). Кумдун көзөнөкчөдөн чубуруп түшүшү анын бөлүкчөлөрүнүн ортосунда, демек, бетки катмарында өз ара тартылуу күчтөрү жок экендигин көрсөтөт. Эгерде ошондой эле көзөнөкчө аркылуу сууну коё берсек, ал тамчы болуп агып түшөт.

Көзөнөкчөнүн кырына баштыкча каптап койгон сыяктуу суу толгон сайын «баштыкча» чоңоюп отурат (44-б сүрөт). Качан тамчынын салмагы аны көзөнөкчөнүн кырында кармап турган беттик тартылуу күчүнө барабар болгондо, ал үзүлүп түшөт.

Муну бир нече күн үйдө болбой калган кездерде бөлмө гүлдөрүн сугаруу үчүн колдонууга болот (45-сүрөт). Тамчылаткыч менен дары тамчылатканда да беттик тартылуу кубулушу ыңгайлуулукту жаратат (46-сүрөт).



а) б)

44-сүрөт

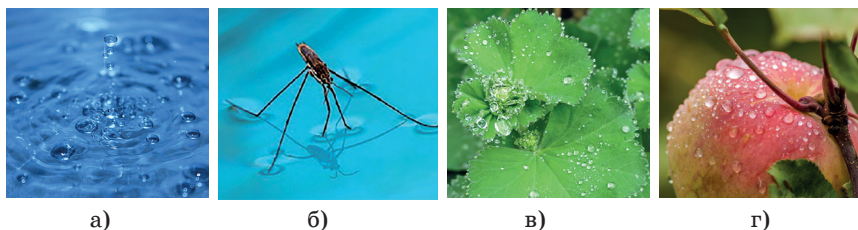


45-сүрөт



46-сүрөт

Үйдүн чатырынан түшкөн тамчылардан жердеги көлчүктүн бетинде бүртүкчөнүн пайда болушу да беттик тартылууну ырастайт. Бийиктиктен түшкөн тамчы суунун ичине кирүү аркылуу өзүнүн артынан абаны да кошо ала 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 (47-а сүрөт).



47-сүрөт. Жаратылышта беттик тартылуу

Суунун бетинде эң эле жеңил жана шамдагай жүгүргөн суу жөргөмүшүнүн кыймылы да беттик тартылуу менен байланыштуу. Алардын буттары тийген жерлер бир аз ийилип гана тим болот (47-б сүрөт). Жалбырактардын жана мөмө-жемиштердин бетинде пайда болгон шүүдүрүм тамчылар да беттик тартылуунун натыйжасында пайда болот (47-в, г сүрөт).

Беттик тартылуу бардык суюктуктарга мүнөздүү касиет. Мисалы, 48-а сүрөттө эритилген айнектин тамчысынын пайда болушу көрсөтүлгөн. Суюктуктун тамчылоо, идиштин көлөмүн ээлөө касиеттерине эритилген айнек да ээ болгондуктан, андан түрдүү идиш-аяктар (48-б сүрөт), зер буюмдар (48-в сүрөт), полго суу өткөрбөөчү материалдар (48-г сүрөт) ж.б. көп нерселер жасалат.



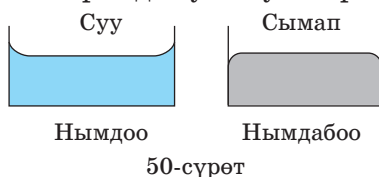
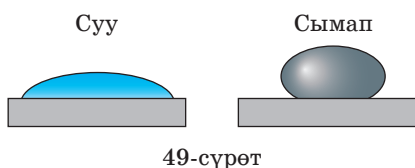
48-сүрөт. Күндөлүк турмуштагы беттик тартылуу

§ 14. Капиллярдык кубулуштар, алардын жаратылыштагы мааниси



1. Нымдоо жана нымдабоо
2. Капиллярдык түтүкчөлөр. Капиллярдуулук
3. Капиллярдык кубулуштардын жаратылыштагы мааниси

Таза айнектин бетине суунун жана сымаптын тамчыларын тамчылатсак, суунун тамчысы жайылып, сымаптын тамчысы дээрлик шар формасын сактап калат (49-сүрөт). Мындан суу айнекти нымдайт, сымап айнекти нымдабайт деген тыянакка келебиз. Эгерде суюктук нымдоочу болсо, анда идиштин капталы менен чектешкен жеринде суюктук бир аз

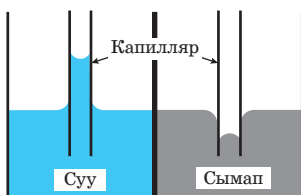


көтөрүлөт (50-сүрөт). Эгерде суюктук нымдабоочу болсо, анда идиштин капталы менен чектешкен жеринде суюктуктун деңгээли бир аз төмөн жатат.

Суюктуктун берилген нерсени нымдоосу же нымдабоосу суюктук менен катуу нерсенин молекулаларынын ортосундагы өз ара тартылуу күчүнө көз каранды.

Эгерде суюктуктун молекулаларынын өз ара тартылуу күчү суюктук менен катуу нерсенин молекулаларынын ортосундагы өз ара тартылуу күчүнөн кичине болсо, суюктук катуу нерсени нымдайт. Тескерисинче болгондо, нымдабайт.

Ички диаметри өтө кичине болгон түтүкчөлөр **капиллярдык түтүкчөлөр** (лат. *capillaris* – «чачтай») деп аталат. Нымдоочу суюктуктарга салынган капиллярдык түтүкчө-



лөрдө суюктуктун деңгээли сыртындагы суюктукка салыштырмалуу бир кыйла жогору көтөрүлөт. Нымдабоочу суюктуктарда капиллярдык түтүкчөдөгү суюктуктун деңгээли сырткы суюктукка салыштырмалуу төмөн жатат (51-сүрөт).

Капиллярдык түтүкчөлөр боюнча суюктуктун деңгээлинин көтөрүлүшү же төмөндөшү **капиллярдуулук** деп аталат.

Демек, капиллярдуулук кубулуштар суюктуктардын беттик тартылуусу менен байланыштуу. Беттик тартылуу коэффициенттери кичине болгон суюктуктар (суу, спирт ж.б.) нымдоочу, беттик тартылуусу чоң болгон суюктуктар (сымап, май ж.б.) нымдабоочу болот. Беттик тартылуу нымдоочу суюктуктун капиллярдык түтүкчө боюнча көтөрүлүшүнө алып келет.

Чайга тийгизилген чакмак канттын же нандын учунан суунун жогору көтөрүлүшү, керосин чырагында майдын биликти бойлото көтөрүлүп, чырактын күйүшү капиллярдуулук кубулушу менен байланыштуу. Бак-дарактардын ж.б. өсүмдүктөрдүн тамырлары аркылуу жерден нымды өзүнө тартып алышы, суунун тамыр, сабак, өзөк аркылуу жалбырактарга ж.б. органдарына жылышы да капиллярдык кубулушка мисал болот.

- Т?** 1. Кандай учурларда суюктук катуу нерсени нымдайт же нымдабайт?
2. Капиллярдык түзүлүштөрдөгү суунун деңгээли эмнеден көз каранды?
3. Капиллярдык кубулуштардын маанисин айтып бергиле.
4. Капиллярдык кубулуштар эмнеге негизделген?

§ 15. Буулануу жана конденсация

- ?** 1. Буулануу деген эмне?
2. Буулануунун температурадан көз карандылыгы
3. Конденсация деген эмне?

Суюктуктун ачык бетинен аздыр-көптүр молекулалар дайыма учуп чыгып турарын, ал буулануу деп аталарын 13-параграфта белгилегенбиз. Суюктуктун молекулалары тынымсыз башаламан кыймылда болуп, өз ара кагылышып турат. Мындай кагылышуулардан айрым молекулалар өтө чоң кинетикалык энергияга ээ. Ал молекулалар айланасында

курчап турган молекулалардын өз ара тартылуу күчтөрүн жеңип, суюктуктун бетинен сыртка чыгып кетүүгө жөн-дөмдүү болушат. Буулануу мына ушундайча жүрөт.

Суунун буулануусу ар кандай температурада жүрөт. Температура жогорулаган сайын, буулануу тезирээк жүрөт. Анткени суу ысыганда кыймыл күчөп, кагылышуулардын саны көбөйүп, чоң энергияга ээ болгон молекулалардын саны да көбөйөт. Күз мезгилине караганда жайында жаандан кийинки көлчүктөрдүн же жуулган кийимдердин бат кургашы ж. б. у. с. көрүнүштөр мына ушуну менен түшүндүрүлөт. Шамалсыз учурга караганда, аба ырайы шамалдуу болгон учурда суу батыраак бууланат.

Суу – көлмөлөрдөн, нымдалган буюмдардан, жаныбарлардын терисинен, өсүмдүк жалбырактарынан ж. б. бууланат. Мисалы, бир эле күнкарама өсүмдүгү өзүнүн жашоосунда 100 литрге жакын сууну буулантат.

Суу буусу – түссүз, көзгө көрүнбөгөн газ. Себеби ал суунун сейрек жайгашкан молекулаларынан турат. Молекулалардын өз ара тартышуу күчү канчалык чоң болсо, берилген убакытта суюктукту таштап, сыртка учуп кеткен молекулалардын саны аз болуп, буулануунун ылдамдыгы ошончолук кичине болот. Эгер молекулалардын өз ара тартышуу күчү кичине болсо, буулануунун ылдамдыгы чоң болот.

Демек, ар кандай суюктуктар ар башка ылдамдыкта бууланат. Эфир, ацетон, спирт сыяктуу суюктуктар тез бууланат. Ошондуктан аларды «учуп кетүүчү» суюктуктар деп аташат. Ал эми суу аларга салыштырмалуу жай бууланат. Суудан да жайыраак бууланган суюктуктар бар, алар – май жана сымал.

Бууланууда энергиясы чоң молекулалар учуп кеткендиктен, суюктуктун ички энергиясы азаят. Аны менен бирге суюктуктун температурасы төмөндөйт. Буулануу дайыма суюктуктун муздашы менен коштолот.

Ысык сууну жайпак идишке куюп, же анын бетин атайын желдетүү, үйлөө аркылуу бууланууну тездетебиз. Буулануунун тездеши суюктуктун температурасынын тезирээк төмөндөшүнө алып келет.

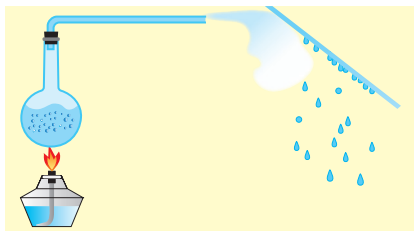
Конденсация. Суудан чыккан буу муздаганда көзгө көрүнгөн суу тамчыларына жана муздун кристаллчаларына айланат. Алар жер бетинен бир нече километр бийиктиктерде булуттарды пайда кылат. Ал эми жерге жакынкы катмарларда суу буусу туманды, жер бетиндеги муздак беттерде (жалбырактарда, өсүмдүктөрдүн, таштардын, топурактын беттеринде) шүүдүрүмдөрдү, тамчыларды пайда кылат. Шүүдүрүмдөр суукта кыроого айланат.

Буунун кайрадан суюктукка айланышы **конденсация** (лат. *condensatio* – «коюулануу», «тыгыздалуу») деп аталат.

Буулануу процесси менен ага карама-каршы конденсация процесси жүрөт. Үй шартында суу буусунун конденсациясы терезелердин ички бетинин тердегенинен (52-сүрөт), кайнап жаткан казандын же чайнектин айланасында буу тамчылары пайда болгонунан улам көп байкалат.



52-сүрөт



53-сүрөт

Суу буусун атайын конденсациялоо жолу менен дары-дармек жасоодо, заттардын таза аралашмасын алууда, лабораториялык тажрыйбаларды жүргүзүүдө ж.б. пайдалануучу таза суу алынат (53-сүрөт). Сууну – бууга, бууну – сууга айлантуу жолу менен сууну тазалоо *сууну* дистирлөө (лат. *distillation* – «тамчылап агуу») деп айтылат.

Дистирлөө жолу менен алынган суу **дистирленген суу** деп аталат. Мындай сууну көбүрөөк алыш үчүн атайын түзүлүштөр колдонулат. Дистирленген суу абсолюттук таза боло албайт, ага атмосфералык аба, абадагы чаң бат эле аралашат. Жамгырдын, кардын чыпкаланган суусу курамы боюнча дистирленген сууга жакын.

Жаратылышта жаан-чачындардын пайда болушу атмосферадагы суу буусунун конденсациясына мисал боло алат.



1. Суюктуктун бууланышын түшүндүргүлө.
2. Буулануу кандай процесс менен коштолот?
3. Конденсация процессин кандай түшүнөбүз?
4. Эмне үчүн ысык чайды үйлөп ичебиз?
5. Конденсацияга күнүмдүк турмуштан, өндүрүштөн жана жаратылыштан мисал келтиргиле.

§ 16. Кайноо. Кайноо температурасы. Каныккан буу



1. Кайноо
2. Кайноо дайым эле жогорку температурада ишке ашабы?
3. Каныккан буу

Жылуулуктун берилиши менен идиштеги суюктуктун температурасы жогорулап, түпкүрүндө майда көбүкчөлөр пайда боло баштайт. Температура жогорулаган сайын 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, бүт көлөмү боюнча жүрө баштайт.

Суюктуктун ичинде буулануунун жүрүшү – **кайноо**, ал эми суюктук кайнаган температура **кайноо температурасы** деп аталат.

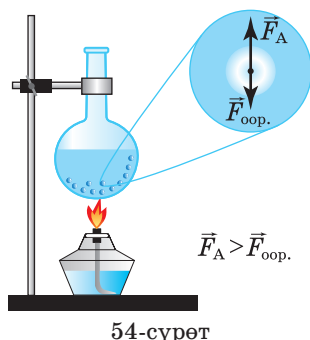
Суюктуктун кайноо температурасы басымга көз каранды. Суюктуктун бетин дайыма аба басып турат. Суюктуктун ичинде пайда болгон көбүкчөнүн көтөрүлүп чыгып жарылышына суюктуктун өзүнүн жана атмосферанын басымы тоскоол болот.

Суюктук кайноо үчүн анын температурасы жетишерлик жогорулап, көбүкчөлөрдөгү басым чоңоюп, сырткы басымдарга теңелүүгө тийиш (54-сүрөт, көбүкчө чоңойтулуп көрсөтүлдү). Башкача айтканда, көбүкчөлөргө таасир эткен Архимед күчү оордук күчүнөн чоң ($F_A > F_{\text{оор.}}$) болууга тийиш (Физика. 7-класс, §45. Нерселердин сууда сүзүү шарттары).

Эгерде атмосфералык басым аз болсо, анда көбүкчөлөр көтөрүлүп чыгып жарылып, суюктуктун кайноосу эрте башталат. Кайноо температурасы төмөн болот.

Деңиз деңгээлинде суу 100°C де кайнайт. Жер бетинен бийиктеген сайын, аба сейректелип, басымы төмөн болгондуктан, айрым бийик тоолуу аймактарда суу $80\text{--}85^{\circ}\text{C}$ де эле кайнай баштайт. Мындай шартта тамак бышыруу

узакка созулат. Суунун бетине болгон басымды чоңойтуу, аны менен бирге кайноо температурасын жогорулатуу үчүн казанды капкак менен бекем жаап коюуга туура келет.



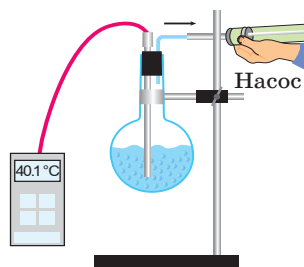
54-сүрөт

55-сүрөттөгү колбада кайнап жаткан сууну оттон алып, бир аз муздатылы. Андан кийин насостун жардамы менен анын бетиндеги буу аралашкан абаны сордура баштайбыз. Колбадагы сууп калган (40°C) суу кайра кайнай баштайт.

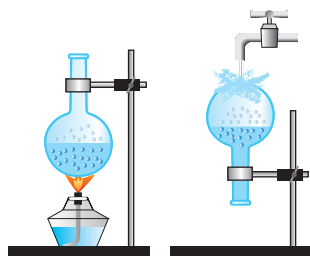
Ушул эле тажрыйбаны дагы башкача жасоого болот. Бир аз сууп, кайноо процесси токтоп калган суусу бар колбанын оозун бекем бекитип, штативге көмкөрөсүнөн жайгаштыралы. Анын үстүнө муздак сууну жаба куйганыбызда, суу кайра кайнай баштайт (56-сүрөт).

Себеби муздак суудан колбанын ичиндеги суунун үстүнкү мейкиндигинде буусу аралашкан аба муздап, басымы төмөндөйт. Демек, кайноо – температурадан эле эмес, басымдан да көз каранды.

Суу куюлган идиштин бети ачык бойдон калса, анда кандайдыр бир убакыттан кийин андагы суу толугу менен бууланып, идиштин кургап калганын көрөбүз. Эгер суунун температурасын жогорулатсак, идиштин кургоосу тезирээк



55-сүрөт



56-сүрөт

байкалат. Эгерде идиш жылчыксыз (герметикалуу) жабылган болсо эмне болот?

Суу куюлган идишти бекем жаап койсок, анда буу сыртка чыкпай, суюктуктун көлөмү туруктуу бойдон калат. Бирок, суюктуктун үстүндөгү буунун тыгыздыгы улам жогорулай берет. Ошол эле учурда кайра суюктукка кайткан молекулалардын саны да өсө баштайт.

Буунун тыгыздыгы канчалык жогорулаган сайын, тамчылап суюктукка кайткан молекулалардын саны да ошончолук көбөйө берет. Суюктуктун температурасын өзгөртпөй, бир калыпта кармасак, жабык идиште, туруктуу температура кезинде тамчылаган суюктук менен буунун ортосунда тең салмактуулук орун алат.

Башкача айтканда, кандайдыр бир убакыт аралыгында суюктуктун бетин таштап чыккан молекулалардын саны ошол эле убакыт ичинде суюктук тамчыларына айланган молекулалардын санына барабар болот.

Өзүнүн суюктугу менен динамикалык тең салмакта болгон буу **каныккан буу** деп аталат.

Бул аныктама берилген көлөмдө, берилген температурада тамчыдан көбүрөөк буу жайгаша албай тургандыгын белгилеп турат.

Каныккан буунун пайда болушун капкагы жабык идиште кайнап жаткан суудан оңой эле байкоого болот. Анткени суюктук кайнагандан кийин анын температурасы туруктуу бойдон сакталат. Ал эми кайнабаган суудагы каныккан бууну көп убакыт бою жабык идиште турган суунун капкагын ачкан кезде түшкөн тамчылардан улам байкоого болот.



1. Суюктук кайсыл учурда, кандай шартта кайнайт?
2. Кайноо процесси кандай жүрөрүн түшүндүргүлө.
3. Кайноо, кайноо температурасы деп эмнени айтабыз?
4. Каныккан буу деген эмне?
5. Каныккан буунун жаратылышта жана турмушта кезде-пишине мисалдарды келтиргиле.

§ 17. Абанын нымдуулугу. Аны өлчөөнүн жолдору



1. Абанын нымдуулугу
2. Абанын кургактыгынын жана нымдуулугунун мааниси
3. Абанын нымдуулугун өлчөө

Биз дем алып жаткан абада ар дайым кандайдыр бир өлчөмдө суу буусу болот. Анткени океан менен деңиздердеги, көлдөрдөгү, өсүмдүктөрдөгү, ал турсун, жан-жаныбарлардын организмдеги суулар дайыма бууланып турат. Абанын курамындагы суу буусунун санына жараша аба кургак же нымдуу болот. Нымдуулук – денеде жана чөйрөдө суунун кармалышынын көрсөткүчү болуп эсептелет.

Абанын нымдуулугу – Жердин атмосферасында суу буусунун кармалышын мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Ал аба ырайынын маанилүү өзгөчөлүктөрүнүн бири.

Атмосферада кармалган суу буусунун саны ар кандай температурада ар түрдүү болот.

Абанын бирдик (1 м^3) көлөмүндөгү суу буусунун массасын, б.а. абадагы суу буусунун тыгыздыгын мүнөздөөчү чоңдук (ρ) **абанын абсолюттук нымдуулугу** деп аталат.

Абанын нымдуулугунун даражасы жөнүндө сөз болгондо, абадагы суу буусу каныккан бууга канчалык деңгээлде жакын же андан алыс экенин билүү маанилүү. Ал үчүн *абанын салыштырма нымдуулугу* түшүнүгү киргизилген.

Абанын абсолюттук нымдуулугунун (ρ) ошол эле температурадагы каныккан буунун тыгыздыгына (ρ_0) болгон катышынын процент менен туюнтулушу **абанын салыштырма нымдуулугу** деп аталат. Ал φ тамгасы менен белгиленет.

Абанын салыштырма нымдуулугу төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$\varphi = \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right) \cdot 100 \%$$

Абанын нымдуулугу абадагы суу буусунун санынан гана эмес, анын температурасынан да көз каранды. Бирдей эле суу буусунун санында температуранын төмөндөшү менен нымдуулук жогорулайт. Демек, абадагы суу буусу эки учурда каныккан бууга айланышы мүмкүн: 1) температуранын жого-

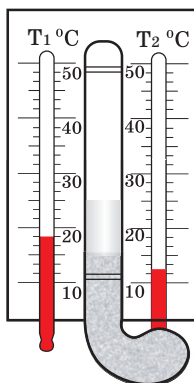
рулашы менен абада суу буусу көбөйгөн учурда; 2) абадагы суу буусу өзгөрбөстөн, температура төмөндөгөн учурда. Абада суу буусу муздай баштаганда шүүдүрүм болуп, туман түрүндө конденсациялана баштайт.

Абадагы суу буусу каныккан бууга айланган температура **шүүдүрүм чекити** деп аталат.

Абанын салыштырма нымдуулугун аныктоо үчүн атайын *психрометр* деген курал колдонулат (57-сүрөт). Психрометр эки термометрден жана атайын таблицадан турат. Биринчи термометр берилген шарттагы абанын температурасын t_1 көрсөтөт. Экинчи термометрдин учу резервуардагы сууга малынып коюлган чүпүрөккө оролгон. Нымдуу чүпүрөктөгү суу бууланганда термометр төмөнүрөөк температураны (t_2) көрсөтөт. Термометрлердин көрсөтүүлөрү менен алардын айырмасынын кесилишин таблицадан табуу аркылуу абанын салыштырма нымдуулугу аныкталат.

Мисалы: $t_1 = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 $\Delta t = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Анда көрүнгөндөй, таблицадан бул учурдагы абанын салыштырма нымдуулугу: $\phi = 49\%$.



Кургак термометрдин көрсөтүүсү, °C	Кургак жана нымдуу термометрлердин көрсөтүүлөрүнүн айырмасы, Δt , °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Салыштырма нымдуулук, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37

57-сүрөт. Психрометр

Салыштырма нымдуулукту табуу таблицасы $\varphi = \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right) \cdot 100 \%$ формуласын жана тыгыздыктын температурадан көз карандылыгын эске алып, тажрыйбада такталган.

Адам баласынын организмнин 60% ин суу түзөт. Ошондуктан атмосферадагы суу буусунун санын билүү адамдардын жана бардык жан-жаныбарлардын жашоосу үчүн маанилүү. Ага байланыштуу үйлөрдө, ишканаларда жана мекемелерде белгилүү нымдуулукту кармап туруу талап кылынат.

Турак жайлардагы микроклиматтын стандарттык параметрлеринде белгиленгендей, бөлмөлөрдөгү оптималдуу салыштырма нымдуулук болуп суук мезгилде 30–45%, жылуу мезгилде 30–60% эсептелет. Кышында 60% тен, жайында 65% тен ашпоосу зарыл, балдар бөлмөлөрүндө салыштырма нымдуулуктун нормасы 50–60% болушу шарт. Ошондуктан кышында да, жайында да балдар бөлмөсүнүн температурасын 24 °C ден ашырбоо керек.

Нымдуулуктун нормасын билүү менен аны жөнгө салып турууга болот. Мисалы, жайкысын абаны кургатпаш үчүн гүл өстүрүү, нымдалган чүпүрөк менен эмеректерди сүрүп, үйдүн ичин тазалап туруу керек.

Кышкысын нымдуулук көбөйүп, бөлмөнүн бурчтары көгөрүп кетпес үчүн суу түтүктөрүн бекем жаап, бөлмөнү бат-бат желдетүү, кондиционерлерди, аба кургаткычтарды, ашканада буу соргучтарды иштетүү пайдалуу.

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

Ысык алкактардан, атап айтканда, Орто Чыгыштан жана Жер Ортолук деңизинен келген абанын агымында суу буусу көп. Көбүнчө Түндүк уюл тараптан келген муздак аба аны менен жолугушканда нымдуулук кескин жогорулап, жаан-чачындын пайда болушуна шарт түзүлөт.



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. Абанын нымдуулугу температурага кандай көз каранды?
5. Абанын нымдуулугун кантип өлчөйбүз?

5-көнүгүү



1. Суюктуктун ичиндеги жана бетине жакын жаткан катмардагы молекулалардын абалдарынын айырмачылыктары кандайча түшүндүрүлөт?
2. Капиллярдык түтүкчөнүн диаметри 10 м.м. . Суунун тамчысынын салмагы кандай болгондо ал үзүлөт? ($1,35 \cdot 10^{-3}\text{ Н}$)
3. Самын көбүкчөсүн үйлөгөндө анын бетинин аянты 15 см^2 ка чоңойгон. Мында кандай жумуш аткарылат? ($6,75 \cdot 10^{-5}\text{ Дж}$)
4. 41-сүрөттө өзөкчө A_1D_1 абалына келгенде самын кабыкчасынын бетинин аянты 6 см^2 ка чоңойгон болсо, кандай жумуш аткарылган? ($2,7 \cdot 10^{-5}\text{ Дж}$)
5. Самындын эритмесине салынган оюнчук алкакчаны үйлөгөндө шарча түрүндөгү көбүкчөлөр пайда болот. Алардын шарча түрүндө болорун кантип түшүндүрүүгө болот?

§ 18. Газдар. Газ абалын мүнөздөөчү чоңдуктар. Алардын өз ара байланыштары



1. Газ абалын мүнөздөөчү чоңдуктар
2. Чоңдуктардын өз ара байланышы

Бөлүкчөлөрү өтө сейрек жайгашкан, түссүз, көлөмүн да, формасын да сактай албаган, мейкиндикте кеңейип, тарап кетүүгө жөндөмдүү болгон зат **газ** деп аталат.

Заттын газ абалынын негизги өзгөчөлүгү – анын курамындагы бөлүкчөлөрдүн (молекулалардын, атомдордун) арасындагы байланыштын өтө начардыгы.

Себеби газдын бөлүкчөлөрүнүн орточо кинетикалык энергиясы алардын потенциалдык энергиясына салыштырмалуу бир кыйла чоң. Бөлүкчөлөрдүн чоң кинетикалык энергияларга ээ болушу алардын бири-биринин жанында кармалбай, туш тарапка тарап кетүүсүнө мүмкүндүк түзөт.

Ошондуктан газ өзүнүн көлөмүн да, формасын да сактай албайт, өзү турган идиштин формасын жана көлөмүн толук ээлейт.

Газ мүмкүн болушунча кеңейип кетүүгө умтулгандыктан, анын молекулалары өзүнө жолтоо болгон нерселерге, мисалы, өзү турган идиштин ички беттерине аракет жасап, басымды пайда кылат.

Газдарды түздөн-түз сезүү органдарыбыз менен байкоо өтө татаал. Ошондуктан газдардын касиети анын *массасы (m)*, *басымы (p)*, *көлөмү (V)* жана *температурасы (t)* аркылуу окуп-үйрөнүлөт. Газ абалын мүнөздөөчү бул чоңдуктар *газдын параметрлери* деп аталат.

Жаратылышта газ абалында гана кездешкен заттарды *реалдык газдар* дейбиз. Ал эми жаратылышта суюк же катуу абалда туруктуу кездешкен заттардын газ түрүнө өткөн абалдарын *буу* (суунун буусу, алтындын буусу, сымаптын буусу ж.б.) деп айырмалайбыз.

Заттын суюктук менен газдын ортосундагы абалын *каныккан буу* дейбиз. Реалдык газды абдан ысытылган буу сыяктуу элестетүүгө болот. Реалдык газдын касиети – молекулалардын өлчөмдөрүнө жана өз ара аракеттенишүүлөрүнө көз каранды.

Газдардын мүнөздөмөлөрүн изилдөөдө молекулалык-кинетикалык теория боюнча эсептөөлөрдү жеңилдетүү үчүн *идеалдык газ* түшүнүгү киргизилген.

Идеалдык газ – кадимки газдын ойдо элестетип жаралган модели. Мында газдын молекулаларынын өлчөмү жана арасындагы өз ара аракеттери эсепке алынбайт.

Кадимки шартта молекулалардын өз ара аракеттенишинин орточо потенциалдык энергиясы алардын орточо кинетикалык энергиясынан аз болгондо, реалдык газдын касиети идеалдык газдын касиетинен бир аз гана айырмаланат.

Ал эми жетишерлик даражада сейректелген реалдык газды идеалдык газ деп кароого болот. Андай учурда реалдык газ үчүн идеалдык газдын закондорун түздөн-түз колдонууга болот.

Газдын басымы. «Басым» түшүнүгү менен 7-класстын физика курсунан таанышканбыз. Басым – нерсеге таасир эткен күчтүн бирдик аянтка жасаган аракетин мүнөздөөчү чоңдук экени, ал $p = \frac{F}{s}$ формуласы менен аныкталары белгилүү.

Бул формула аркылуу нерсенин бетке жасаган басымын, мисалы, өзүбүздүн салмак күчүбүз менен, таманыбыз менен жердин бетине жасаган басымыбызды эсептесек болот. Ал эми газдын молекулалары өзү камалган идиштин ички беттерине кагылышып, газдын **басымын** пайда кылат.

Газдын басымын аныктоо үчүн басымдын жогорудагы формуласын түздөн-түз колдоно албайбыз. Анткени көзгө көрүнбөгөн ар бир молекуланын бетке таасир эткен *күчүн* жана күч аракет эткен *аянттарын* таап, алардын негизинде жалпы басымын табуу мүмкүн эмес.

Ошондуктан газдын басымын анын *көлөмү, молекулаларынын саны жана температурасы* менен байланыштырып аныктоого туура келет.

Газдын басымы булардан кандайча көз каранды болушу мүмкүн? Байкап көрөлү.

Газдын молекулаларынын саны эбегейсиз көп жана тынымсыз башаламан кыймылда болгондуктан, алардын идиштин ички бети менен кагылышуулары да бардык жерде дээрлик бирдей жана үзгүлтүксүз болуп турат.

Газдын басымы молекулалардын санынан көз каранды экенин байкоо кыйын эмес. Мисалы, футбол тобун канчалык көп үйлөтсөк, ал ошончолук чыңалып, ички басымы чоңойгону байкалат. Топту улам үйлөтүүдө ага көбүрөөк аба кирип, анын ичиндеги газдын (абанын) молекулаларынын саны көбөйөт.

Топтун ичине канчалык көп молекула кирсе, анын ички беттерине жасаган газдын басымы да ошончолук чоң болот. Ошондуктан берилген газдын молекулаларынын идиштин каптал беттерине жасаган жалпы басымын эсептөө үчүн анын бирдик көлөмүндөгү (1 см^3) басымды билүү жетиштүү.

Газдын *бирдик көлөмүндөгү молекулалардын саны* (n) молекулалардын жалпы санын (N) газдын (газ ээлеген идиш-

тин) толук көлөмүнө (V) бөлүү аркылуу аныкталат, б.а.:

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

Газдын басымынын температура менен байланышын да байкоо кыйын эмес. Температуранын жогорулашы менен бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы жогоруласа, анда газдын басымы да жогорулаары бышык.

Мисалы, анча-мынча жели чыгып, бир аз жумшарып калган топту күн тийген жерге коюп койсок, топ ысыгандан кийин кадимки үйлөткөндөй болуп, чыңалып калганын байкап жүрөбүз.

Узак жол жүргөн автомобилдердин дөңгөлөктөрү жер менен сүрүлүүдөн ысып, камерасындагы басымы чоңоюп, жарылган учурларын дөңгөлөккө мык кирип кетти деп чаташтыргандар да кездешет. Бул учурларда топтогу же дөңгөлөктүн камерасындагы газдын молекулаларынын саны өзгөргөн жок. Андагы басым температуранын чоңоюшуна байланыштуу болду.

Демек, газдын басымы анын молекулаларынын санына жана газдын температурасына түз пропорциялуу:

$$p \sim n \text{ жана } p \sim t$$

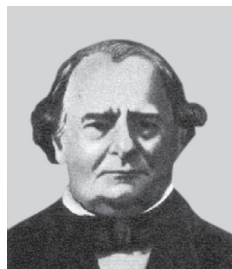
Бул пропорциялаштыкка турактуу коэффициентти кошуп, барабардыкка айландырабыз:

$$p = nKT$$

Бул газдардын басымын аныктоочу негизги теңдеме болуп саналат. Мында « K » турактуу саны **Больцман турактуулугу** деген аталышка ээ. Мааниси $K = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ экени тажрыйбада энергия менен температуранын байланышы аркылуу аныкталган.

Бул формулага жогорудагы n дин маанисин койсок:

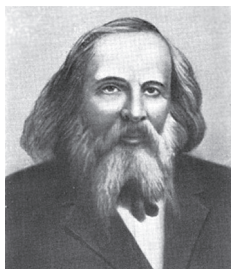
$$p = \frac{N}{V} KT, \text{ мындан } pV = NKT \text{ келип чыгат.}$$



**Бенуа Поль Эмиль
Клапейрон**

(1799–1864)

Француз окумуштуусу, физик, инженер. Алгачкы темир жолдорду, көпүрөлөрдү куруунун долбоорун иштеп чыккан.



**Менделеев
Дмитрий
Иванович**

(1834–1907)

Орус энциклопедист-окумуштуусу, химик, физик, фундаменталдык изилдөөлөрдүн автору.

2-параграфтан белгилүү болгондой, молекулалардын жалпы санын табуу үчүн заттын санын Авогадро санына көбөйтөбүз:

$$N = \nu \cdot N_A = \frac{m}{\mu} N_A.$$

Бул маанилерди ордуна койсок, газдардын басымын аныктоочу негизги теңдеме төмөнкүдөй түргө келет:

$$pV = \frac{m}{\mu} N_A K T$$

$R = N_A K$ – универсалдык газ турактуулугу. Сан мааниси: $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ордуна койсок, төмөнкү формула келип чыгат:

$$pV = \frac{m}{\mu} R T$$

Бул – идеалдык газ абалынын теңдемеси.

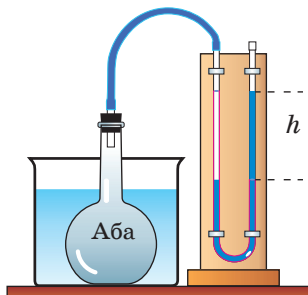
Бул формуланы Клапейрон-Менделеевдин формуласы деп да аташат. Аны Б. Клапейрон 1834-жылы У. Бойлдун, Э. Мариоттун, Ж. Шарлдын, Ж. Гей-Люссактын, А. Авогадронун эмгектерин пайдаланып келтирип чыгарса, Д. И. Менделеев 1874-жылы жалпылап чыгарган.

Идеалдык газ абалынын теңдемесин $\nu = \frac{m}{\mu} = 1$, б.а. 1 моль газ үчүн жазсак, төмөнкү формула келип чыгат:

$$pV = RT$$

Газдын абалын мүнөздөөчү параметрлердин байланышы тажрыйбаларда да тастыкталат. Айнек колбасын алып, ага резина түтүкчөсүн кийгизибиз. Резина түтүкчөсүнүн экинчи учун манометрдин бир ийинине кийгизибиз (58-сүрөт).

Колбаны стакандагы ысык сууга салганда, манометрдеги суюктуктун сол ийини төмөн түшүп, оң ийини жогору көтөрүлөт.



58-сүрөт

Бул ийиндердеги суюктуктардын деңгээлдеринин айырмасын көрсөтүүчү h мамычасы колбадагы абаны ысытууда басымы канчалык чоңойгондугун көрсөтөт. Сол ийиндеги суюктуктун деңгээлин жана газдын көлөмүн мурдагы абалына келтирүү үчүн оң ийинге акырындык менен суюктук куябыз. Бирок, сол ийиндеги суюктуктун деңгээли мурдагы абалына келгенче оң ийиндеги деңгээл мурдагыдан жогору көтөрүлүп калган болот. h мамычасы сакталат.

Басымдын бирдиктери. Басымдын бирдиги франциялык атактуу окумуштуу Блез Паскалдын (1623–1662) урматына «Па» (Паскаль) деп аталат. $p = \frac{F}{S}$ формуласына ылайык, анын СИдеги бирдиги: $1 \text{ Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$.

Атмосфералык басым жөнүндө сөз болгондо, анын чоңдугун көбүнчө сымап мамычасына байланыштырып айтабыз. Деңиз деңгээлиндеги атмосфералык басым 760 мм (же 76 см) сымап мамычасына барабар. Муну нормалдык шарттагы абанын басымы дейбиз.

СИ системасындагы басымдын бирдиги сымап мамычасы боюнча ченелген басымдын бирдиги менен төмөнкү формула аркылуу байланышат (Физика, 7-класс. § 36):

$$p = \rho gh.$$

Сымаптын тыгыздыгы $13,6 \text{ г/см}^3$. Чоңдуктардын сан маанилерин ордуна коюп эсептеп алабыз:

$$p = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 980 \frac{\text{см}}{\text{с}^2} \cdot 76 \text{ см} = 1,01 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$



1. Газ же реалдуу газ деп заттын кандай абалын түшүнөбүз?
2. Идеалдуу газ деген эмне?
3. Газдын идиштин каптал бетине жасаган басымын кандайча түшүндүрүүгө болот?
4. Газдын басымы кайсы чоңдуктардан көз каранды?
5. Газдын кинетикалык теориясынын негизги теңдемесин жазып көрсөткүлө.
6. Газ абалын мүнөздөөчү чоңдуктар кандайча байланышат же идеалдык газ абалынын теңдемесин жазгыла.
7. Газдын басымынын температурага көз карандылыгын ырас-тоочу кандай мисалдарды келтире аласыңар?
8. Газдын басымы кандай бирдик менен өлчөнөт?

§ 19. Газ закондору жөнүндө маалыматтар



1. Бойль-Мариотт закону жана анын мааниси
2. Шарль закону жана анын мааниси
3. Гей-Люссак закону жана анын мааниси

Газдын абалы газдын параметрлеринин өзгөрүшүнө жараша ар кандай боло тургандыгын Роберт Бойль, Эдм Мариотт, Жак Шарль, Гей-Люссак сыяктуу окумуштуулар изилдеген. Аларды окуп-үйрөнүү үчүн 1 моль газ үчүн идеалдык газ абалынын $pV = RT$ теңдемесиндеги параметрлердин бири турактуу болгон кезде, калган эки параметрдин ортосундагы байланышты карап көрөлү.

Бойль жана Мариотт газдын параметрлеринин ичинен температура турактуу, б.а. $T = \text{const}$ болгон учурду караган (const – англ. *constant* – турактуу, өзгөрүлбөс дегенди түшүндүрөт). T нын ордуна const ты койгондо, жогорудагы формула $PV = R \cdot \text{const}$ түрүнө келет. R да турактуу болгондуктан, барабардыктын оң жагы турактуу санды берет:

$$pV = \text{const}$$

Турактуу температура кезинде газдын басымынын көлөмүнө болгон көбөйтүндүсү турактуу чоңдук болот.

Бул **Бойль-Мариотт закону** деп аталат. Муну 1662-жылы англиялык окумуштуу Р. Бойль жана француз окумуштуусу Э. Мариотт өз алдынча экспериментте аныкташкан. Ал экспериментти өзүбүз да жасап көрсөк болот.

Ичинде газы бар поршендүү цилиндр манометрге алдын ала туташтырылган болсун. Цилиндрде камалган газдын температурасын өзгөртпөй туруп, поршенди кысалы. Анда цилиндрдеги газдын көлөмү кичирейип, манометр газдын басымынын чоңойгонун көрсөтөт. Поршенди жогору көтөрүп, газдын көлөмүн кеңейтсек, басым кичиреет (59-сүрөт). Бардык учурда тең биринчиси канча эсе чоңойсо, экинчиси ошончо эсе азайып, алардын көбөйтүндүсү турактуу бойдон калат:

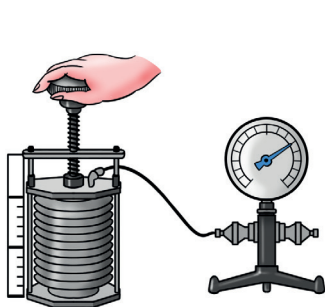
$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = \dots = \text{const}$$

Турактуу температура учурунда $pV = const$ формуласынан басымды (p) тапсак: $p = \frac{const}{V}$

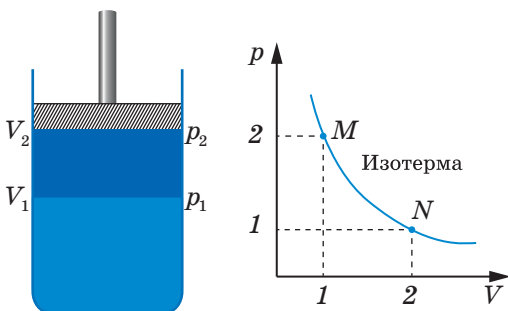
Бул формула басымдын көлөмгө тескери пропорциялаш экенин, б. а. көлөм кичирейсе, басым чоңоёрун жана көлөм чоңойсо, басым кичиреерин туюндурат.

Аны графиктен көрсөтөлү (60-сүрөт). Абсцисса огуна көлөмдүн (V), ордината огуна басымдын (p) маанилерин жайгаштырабыз. Ал үчүн акыркы формуладагы « $const$ » турактуулугунун маанисин аныктап алалы. $pV = \nu RT$ формуласын эске алсак, $const = RT$ болот. Биз карап жаткан 1 моль кычкыл-тектин температурасы $t = 27^\circ\text{C}$ (же $T = (27 + 273) = 300\text{ K}$) болгон кезде, аны R турактуусуна көбөйтүп, төмөнкүнү алабыз:

$$const = 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} = 24,93 \text{ Дж}$$



59-сүрөт



60-сүрөт

Муну жогорудагы $p = \frac{const}{V}$ формуласына коёбуз.

Бөлүмүндөгү көлөмгө 1 м^3 ден тартып ар кандай маанилерди (м^3 менен) коюп, графикте изотерма деп аталган ийри сызыкты алабыз. Бул ийри сызыктын каалаган эки чекити (мисалы, M жана N) үчүн басым менен көлөмдүн көбөйтүндүсү бирдей болот: $p_1 V_1 = p_2 V_2$. Демек, Бойль-Мариотт закону орундалат.

Турактуу температурада газдын абалынын өзгөрүшү (кеңейиши же кысылышы) **изотермалык процесс** болот.

Ж. Шарль болсо газдын көлөмүн турактуу сактоо менен эксперимент жүргүзгөн. $V = const$ болсо, анда газ абалынын теңдемеси төмөнкүдөй жазылат:

$$p \cdot const = RT$$

Мындан турактууларды бир тарапка топтойбуз:

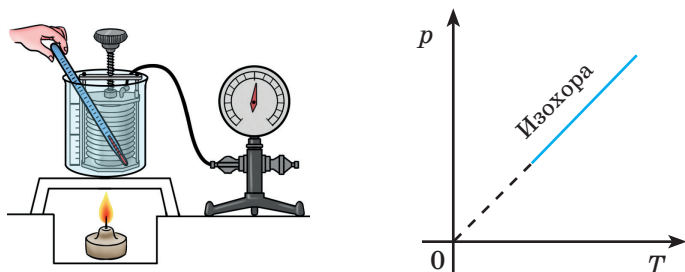
$$p = \frac{R}{const} T \text{ болот.}$$

Турактууну турактууга бөлсөк, турактуу чыгат, б.а.,

$$\frac{R}{const} = const. \text{ Анда: } p = const \cdot T$$

Демек, көлөм турактуу кезинде газдын басымы температурага жараша өзгөрөт.

Бул закон ченемдүүлүктү 1787-жылы француз окумуштуусу Ж. Шарль эксперимент жүзүндө ачкан. Ал экспериментти карап көрөлү. Эгер көлөм өзгөрбөгөндөй кылып поршенди бекитип, цилиндрди отко койсок, газга берилген жылуулук толугу менен басымды жогорулатууга жумшалат (61-сүрөт).



61-сүрөт

Эгер анын графигин түзсөк, акыркы формула боюнча p , T координатасында тургузулган көз карандылык **изохора** деп аталган түз сызыкты берет.

Жогорудагы формуланы төмөнкүдөй жазууга болот:

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

Газдын көлөмү өзгөрбөсө, берилген массадагы газ үчүн басымдын температурага болгон катышы турактуу чоңдук болот.

Бул **Шарль закону** деп аталат. Турактуу көлөм кезинде газдын абалынын өзгөрүшү **изохоралык процесс** болот.

Ал эми **Гей-Люссак** басым турактуу болгон учурду караган. $p = \text{const}$ шарты үчүн абалдын теңдемесин жазсак:

$\text{const} \cdot V = RT$. Турактууларды бир тарапка топтосок:

$$V = \frac{R}{\text{const}} T, \text{ же } V = \text{const} \cdot T$$

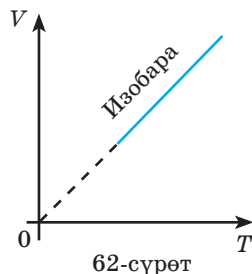
Турактуу басым кезинде газдын көлөмү температурага жараша өзгөрөт.

Бул закон ченемдүүлүктү 1802-жылы эксперимент жүзүндө француз окумуштуусу Гей-Люссак ачкан. Жогорудагы формуланы төмөнкүдөй түрдө жазып, **Гей-Люссактын законун** алабыз:

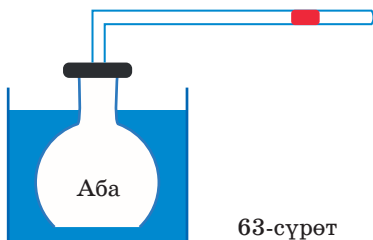
$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

Басым турактуу кезинде газдын берилген массасы үчүн көлөмдүн абсолюттук температурага болгон катышы турактуу чоңдук болот.

VT графигинде көлөмдүн температурадан көз карандылыгы **изобара** деп аталган түз сызык боюнча мүнөздөлөт (62-сүрөт). Турактуу басым кезинде газдын абалынын өзгөрүшүн **изобаралык процесс** деп айтабыз.



63-сүрөттө көрсөтүлгөн тажрыйба Гей-Люссактын законун ырастайт. Боёлгон суюктуктун тамчысы жайгаштырылган чыканактуу түтүкчөнүн бир учу пробка аркылуу колбадагы аба менен байланышат.



Колбаны ысык сууга салганда тамчынын оң жакты көздөй жыла баштаганын байкайбыз. Ысытуу менен газдын (абанын) көлөмү чоңоюп, боёлгон тамчыны жылдырат. Бул учурда басым дээрлик өзгөрүүсүз калат. Мындан турактуу басым кезинде газ бир градуска ысыганда көлөмү канчага кеңейерин аныктоого болот.



1. Бойль-Мариотт законуна аныктама бергиле.
2. Изотерма деп аталган ийри сызык кайсы чоңдуктардын ортосундагы көз карандылыкты туюндурат?
3. Изотермалык процесс деп эмнени түшүнөбүз?
4. Шарль законунун маңызын түшүндүрүп бергиле.
5. Шарль законуна аныктама бергиле.
6. Изохоралык процесс деп эмнени айтабыз?
7. 62-сүрөттөгү тажрыйба менен Шарль законунун байланышы барбы? Кандайча?
8. Гей-Люссактын законуна аныктама бергиле.
9. Изобаралык процесс деп кандай процессти түшүнөбүз?
10. Шарль менен Гей-Люссактын законунун ортосунда кандай окшоштуктар бар?



Газдардын турмуш-тиричиликте жана техникада колдонулушу

Менделеев-Клапейрон чыгарган газ абалынын теңдемеси жана андан келип чыккан закондор практикада эске алынуучу тыянактарды берет.

Газдын башка заттардан негизги айырмачылыгы – анын серпилгичтүүлүгү өтө чоң. Себеби газдын бөлүкчөлөрүнүн арасындагы аралык башка заттардыкына караганда бир кыйла чоң болгондуктан, аны бир нече аралыктарга чейин кысууга мүмкүндүк түзөт.

Ал эми кысылган газдын бөлүкчөлөрүнүн өз ара түртүлүү күчү менен орточо кинетикалык энергиясынын биргелешкен таасиринен пайда болгон *басым* аны мурдагы абалына бат эле алып келет. Муну ичине аба толтурулган топтун, шардын, батуттун ж.б. мисалында көргөнбүз.

Абанын кысылуудан кийин кайра баштапкы абалына умтулушу, б.а. серпилгичтүүлүк касиети көптөгөн түзүлүштөрдө, машиналардын дөңгөлөктөрүндө байкалат.

Өзгөчө жеңил машиналардын жумшак, жагымдуу кыймылы дөңгөлөктөрдөгү абанын серпилгичтүүлүгүнө байланыштуу болот.

Газ **отун** катары да кеңири пайдаланылат. Турмуш-тиричиликте отун катары пайдаланылуучу газ – **жаратылыш газы**. Анын курамынын 70–98% ин метан газы, калган бөлүгүн суутек, азот, гелий ж.б. газдар түзөт. Таза жаратылыш газы түссүз жана жытсыз болгондуктан, коопсуздукту камсыздоо же газ чыгып жаткан жылчыктарды жеңил аныктоо максатында ага азыраак өлчөмдө жагымсыз жыттанган нерселер – капустанын же чөптүн чириндиси, сасыткы жумуртка ж.б. атайын кошулат.

Газдын техникада отун катары пайдаланылышы – буу турбиналарынан тартып азыркы машиналардын, кемелердин, ракеталардын ж.б. кубаттуу техникалардын пайда болушуна алып келди. Алардын иштеши температуранын жогорулашы менен газдын басымы кескин өсүп, өзү турган идиштин поршенин түртүүсүнө, б.а. кысылган газдын күчүн кыймылдатуучу күч катары пайдаланууга негизделген.

Заттын газ абалынын колдонулушундагы башкы өзгөчөлүгү – анын салмагынын жеңилдиги, температурага же көлөмгө жараша кысылып-кеңейүүгө ыңгайлуулугу.



1. Газдын кандай касиеттери алардын кеңири колдонулушуна шарт түзөт?
2. Газдын кайсы бир касиеттерин пайдаланып, иштетилүүчү түзүлүштөрдү атап бергиле.
3. Газдын башкы өзгөчөлүгү кайсы?

6-көнүгүү



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

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

§ 20. Отун күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны



1. *Отун, от, күйүү түшүнүктөрүнүн мааниси*
2. *Оттун өздөштүрүлүшү*
3. *Отту башкаруу менен адамзат эмнелерге жетишти?*

Күйүү – интенсивдүү жылуулук бөлүп чыгаруу менен коштолгон химиялык реакция. Анын жүрүшүндө зат күйгөн калдыкка айланат. Күйүү процессинде заттын курамында кармалган химиялык энергия жылуулук жана жарык катары бөлүнүп чыгат.

Күндөлүк турмушта күйүү процессин от деп коюшат. Оттогу жаркыраган зонаны **жалын** дейбиз. Затты күйгүзүү аркылуу жылуулук алуу заттардын ички энергиясын «бошотуу» болуп эсептелет.

Оттун өздөштүрүлүшү адамзат цивилизациясынын өнүгүшүндө негизги ролду ойноду. От адамдарга тамак даярдоого, жылынууга мүмкүнчүлүк түздү. Кийин металлургиянын, энергетиканын өнүгүшүнө да өбөлгө болду.

Улам жакшыртылган жаңы заманбап жабдуулар менен технологиялардын түзүлүшүн шарттады. Күйүү процессин башкарууну үйрөнүү – автомобилдердин, кемелердин жана космос ракеталарынын кыймылдаткычтарын түзүүгө негиз болду.

Күйүүдө курамындагы энергияны бөлүп чыгарууга жөндөмдүү болгон заттар **отун** деп аталат. Анын ядролук отун, химиялык отун деген ж.б. түрлөрү болот.

Бир кыйла кеңири тараган күйүүчү материалдар болуп курамында көмүр кычкыл газы жана суутек кармалган органикалык отундар эсептелет.

Заттын агрегаттык абалы боюнча отундар *катуу, суюк* жана *газ* түрүндөгү, өндүрүп алуу ыкмасы боюнча *көмүр, нефть* жана *газ* казып алынуучу отундар болуп бөлүнөт.

Табигый кендерден казылып алынуучу отундар азыркы мезгилге чейин дүйнөдө негизги энергия булагы катары колдонулууда. Ушул тапта жалпы адамзат пайдаланган энергиянын 90%ке жакыны казып алынуучу отундардан алынууда. Бул көрсөткүч 2040-жылдарга чейин 80%ке да түшпөйт деген божомолдор бар. Мындай абал өзүнө байланыштуу үч глобалдык проблеманы жаратты. Алар: казылып алынуучу энергия ресурстарынын азайып баратышы, айлана-чөйрөнүн булганышы, глобалдык ысып кетүү. Бул көйгөйлөр ар бирибизден отунду үнөмдөөнү, туура жана сарамжалдуу пайдаланууну талап кылат.

Үй-тиричилигинде куурайга караганда жыгачты, жыгачка караганда таш көмүрдү жагуу көбүрөөк жылуулукту берерин жакшы билебиз. Жагылган отундун табын салыштырып, таш көмүр күчтүү күйөт деп баа беребиз. Мындай айырмачылыктар жагылган отундун күйгөндө бөлүп чыгарган жылуулугуна байланыштуу болот. Ар кандай отундардын бирдик массасы күйгөндө ар башка са ндагы жылуулукту бөлүп чыгарат. 4-таблицада отундардын тажрыйба жолу менен алынган салыштырма күйүү жылуулуктары берилди.

4-таблица

Отундун салыштырма күйүү жылуулугу

Отундун түрлөрү	$\frac{\text{МДж}}{\text{кг}} = 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Кургак жыгач	15–18
Суу жыгач	5–6
Кургак көң (тезек)	16
Чым көң (торф)	16,3
Кагаз (макулатура)	17
Жыгач көмүрү	30–34
Таш көмүр	28
Жаратылыш газы	44
Нефть	44
Бензин	46
Керосин	46

1 кг отун күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны **отундун салыштырма күйүү жылуулугу** деп аталат.

Отундун салыштырма күйүү жылуулугун q тамгасы менен белгилеп, ар кандай массадагы отундун күйүшүндө бөлүнүп чыккан жылуулукту эсептеп чыгарууга болот:

$$Q = q \cdot m$$

Массасы 1 тонна болгон бензин күйгөндө:

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

жылуулук саны бөлүнүп чыгат. Мындай сандагы жылуулук менен бөлмө температурасындагы 20 тоннага жакын сууну кайнатып алууга болот.

-  1. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп эмнени айтабыз?
2. Кайсы отундун табы күчтүү болот?

7-көнүгүү



- 15 кг жыгач көмүрү, 200 г спирт толук күйгөндө кандай жылуулук саны бөлүнүп чыгат?
- 2,5 тонна нефть, көлөмү 12 л, тыгыздыгы 800 кг/м^3 керосин толук күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулукту эсептегиле.
- Кургак жыгач толук күйгөндө 50 000 кДж энергия бөлүнүп чыгат. Жыгачтын массасын тапкыла.

§ 21. Газдын кеңейүүсүндө аткарылган жумуш



1. Жумуш. Адамдардын эмгеги
2. Жумуш аткарууда куралдарды пайдалануу
3. Газдын кысылуусунда жана кеңейүүсүндө аткарылган жумуш
4. Энергиянын сакталуу закону

Жашоо – тынымсыз эмгек. Адам баласы байыркы замандардан тартып эле өзүнүн жумушун жеңилдетүү үчүн ар түрдүү куралдарды (соко, айры, рычаг, блок, кудуктан суу чыгаруучу түзүлүштөрдү, суу жана жел тегирмендерин) пайдаланып келишкен.

Андай куралдарды улам өнүктүрүп, жаңысын ойлоп таап олтуруп, кол менен токуу, тигүү иштери завод-фабрикаларга, унаалар автоунааларга алмаштырылды ж.б. Мындай ийгиликке жетишүүдө жумуш аткаруучу күч катары отту жана газды пайдалануу өзгөчө мааниге ээ болду.

4-параграфта жумуш аткаруу – нерсенин ички энергиясын өзгөртүүнүн бир жолу экенин, нерсеге карата жумуш аткарылса (сүрсө, соксо, деформацияласа ж.б.), анда нерсенин ички энергиясы жогорулай турганын билебиз.

Эгер нерсе өзү жумуш аткарса, анда анын температурасы төмөндөйт. Бул көбүнчө газдарга жана суюктуктарга тиешелүү. Мисалы, абдан ысыган газ же кайнаган суунун буусу кеңейгенде өзү турган идиштеги поршенди, же тыгынды түртүп чыгаруу менен жумуш аткарат да, температурасы төмөндөйт.

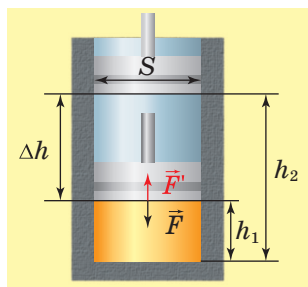
Цилиндрге камалган газды поршендин жардамы менен кысуу аркылуу жумуш аткарып, газдын температурасын жана ички энергиясын чоңойтобуз. Кысылган газ өзү кеңейип, поршенди кайра артка жылдырып жумуш аткарса, анда газдын ички энергиясы азаят. Жылуулук берүү менен жумуш аткаруу газдардын ички энергиясын өзгөртүүнүн жолдору болуп эсептелет.

Кысылган газдын кеңейүүсүндө аткарылган жумушту табуу үчүн поршень менен камалган цилиндрдеги газды элестетели (64-сүрөт).

Газдын баштапкы деңгээлинин бийиктигин h_1 , поршендин бетинин аянттын S менен белгилейли. Газ кеңейип, бийиктиги h_2 ге чейин чоңойгондо, поршень $h_2 - h_1 = \Delta h$ аралыгына жылат.

Механикада аткарылган жумуш нерсеге аракет эткен күчтүн нерсе жылган аралыкка болгон көбөйтүндүсүнө барабар экени белгилүү. Поршенди жылдыруу үчүн аракет эткен күчтү F менен белгилеп, анын аткарган жумушун табабыз:

$$A = F \cdot \Delta h$$



64-сүрөт

Күчтүн чоңдугун басымдын формуласынан тапсак: $F = p \cdot S$ болот. Поршенди жылдырууда аткарылган жумуштун формуласы: Анда $A = p \cdot S \cdot \Delta h$. Мында $S \cdot \Delta h = V$ болгондуктан, бул формула төмөнкүдөй түргө келет:

$$A = p \cdot \Delta V$$

Энергиянын сакталуу закону. Эгерде газдын баштапкы U_1 ички энергиясын өзгөртүү үчүн сырттан A' жумушун да аткарып, Q жылуулук санын берсек, анда газдын ички энергиясы чоңоюп, U_2 болору шексиз. Анда ички энергиянын өзгөрүшү $U_2 - U_1$ чоңдугу боюнча сырттан берилген жылуулук саны менен сырттан аткарылган жумуштун суммасына барабар болот:

$$U_2 - U_1 = Q + A' \text{ же } \Delta U = Q + A'$$

Эгерде басымы чоңойгон газ поршенди түртүп, жумуш аткарсa, ал терс жумуш деп аталат ($A' = -A$). Бул учурда газдын ички энергиясы азаят. Демек, формула төмөнкүдөй түргө келет:

$$\Delta U = Q - A \text{ же } Q = \Delta U + A$$

Газга берилген жылуулук саны газдын ички энергиясын өзгөртүүгө жана жумуш аткарууга сарпталат.

Жылуулук кыймылдаткычтарында жылуулук менен аткарылган жумушту өз ара байланыштыруучу бул формула **энергиянын сакталуу закону** деп аталат.

Энергиянын сакталуу законуна ылайык, жаратылышта энергия жоктон пайда болбойт жана жоголбойт, ал барабар санда бир түрдөн экинчи түргө гана өтүшү мүмкүн. Мында жылуулук саны (жылуулук энергиясы) ички энергияга жана жумушка өтөт.

Оттон алган жылуулуктун эсебинен газдардын басымынын кескин жогорулоо касиети алгач буу машиналарында колдонулган. Атайын буу казандары жасалып, ага таш көмүр, сланец, нефть сыяктуу отундар жагылып, чоң басымдагы буунун күчү механизмдерди кыймылга келтирген.

Алар транспорттордо (паровоз, пароход ж.б.у.с.), текстишканаларында, завод-мастерскойлордо пайдаланылган. XIX кылымдын II жарымынан нефть продуктуларын пайдаланып иштөөчү ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар түзүлө баштаган. Алардын буу машиналарына караганда бир кыйла натыйжалуу жана жылуулукка үнөмдүү болгону ж.б. өзгөчөлүктөрү тууралуу кийинки параграфта маалымат алабыз.

- Т?**
1. Кандай жылуулук энергияларын билесиңер?
 2. Отундардын күйүшүнөн алынган жылуулук энергиясын пайдалануу ыңгайлуу. Эмне үчүн?
 3. Берилген жылуулук санынан ашык жумушту алууга болбойт. Эмне үчүн?
 4. Газга берилген жылуулук саны эмнеге сарпталат?
 5. Энергиянын сакталуу законун айтып бергиле.

§ 22. Жылуулук кыймылдаткычтары. Алардын түрлөрү

- ?**
1. Жылуулук кыймылдаткычтары
 2. Жылуулук кыймылдаткычтарынын иштеши эмнеге негизделген?
 3. Жылуулук кыймылдаткычтары кайда колдонулат?

Отундун ички энергиясын механикалык энергияга айландыруучу түзүлүштөр **жылуулук кыймылдаткычтары** деп аталат. Жылуулук кыймылдаткычтарына *ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар, буу жана газ турбиналары, реактивдик кыймылдаткычтар* кирет.

Ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар көптөгөн машиналардын дөңгөлөктөрүн кыймылга келтирүүчү күчтү пайда кылат. Ансыз бир да машина «авто» болуп, өзүнөн өзү кыймылга келе албайт.

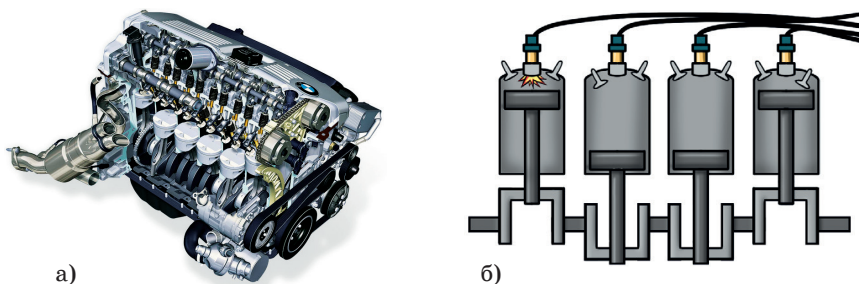
Ошондуктан ичинен күйүүчү жылуулук кыймылдаткычтарды бардык автомобилдердин «жүрөгү» же **мотору** (лат. *mōtor* – кыймылга келтирүүчү) деп аташат. Мотордун негизги бөлүгү болуп *поршендүү цилиндр* эсептелет.

Ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар түзүлүшү, формасы, цилиндринин саны, цилиндрде жүргөн процесстердин тактылары, колдонгон отундун түрү ж.б. боюнча айырмаланышат. Бирок бардыгы бир гана принципте иштейт.

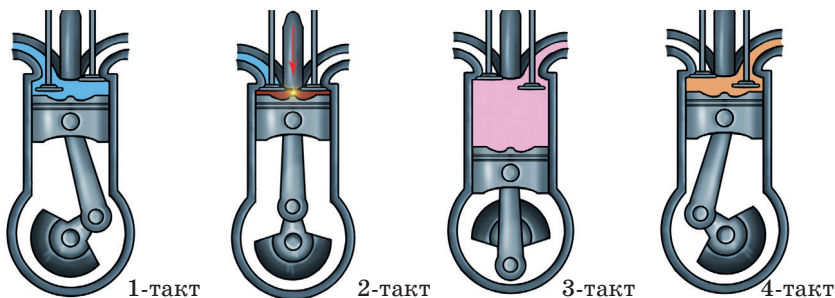
Мотордун ичинде жайгашкан поршендүү цилиндрлерде бензин, солярка, газ сыяктуу күйүүчү отундар күйүүдө машиналарды кыймылга келтирүүчү күчтү пайда кылат.

65-сүрөттө көрсөтүлгөн мотор 4 цилиндрлүү жана 4 такттуу. 66-сүрөттө көрүнүп тургандай цилиндрлердин ар бири төмөнкүдөй удаалаштыктагы төрт баскычты (тактыны) өтүү менен иштейт: 1-тактта цилиндрге аба менен аралашкан отун (бензин, же керосин, же газ ж.б.) сол тараптагы түтүкчөдөн бүркүлүп киргизилет; 2-тактта учкун аркылуу газ от алып күйөт; 3-тактта күйүүдөн басымы кескин өскөн газ кысылып, поршенди түртүп, аны менен бириккен механизмдерди кыймылга келтирет («жумушчу жүрүш» болот); 4-тактта күйүп бүткөн газ оң жактагы түтүкчөдөн сыртка чыгарылат да, бир толук цикл аяктайт. Андан кийин цикл кайра кайталанат.

Космостук кораблдерди Аалам мейкиндигине алып чыгуучу кубаттуу реактивдүү кыймылдаткычта (ракета) күйүүчү отундан пайда болгон Q_1 жылуулугу, газ менен кошо сыртка



65-сүрөт. Ичинен күйүүчү кыймылдаткыч (мотор):
а) мотордун жалпы көрүнүшү; б) поршендүү цилиндрлер



66-сүрөт. Мотордун ар бир цилиндринин 4 такт менен иштеши.

чыккан Q_2 жылуулугу жана ракетаны кыймылга келтирүүдө аткарылган A жумуштун суммасына барабар:

$$Q_1 = Q_2 + A$$

- Т?**
1. Кандай кыймылдаткычтар жылуулук кыймылдаткычтары деп аталат?
 2. Жылуулук кыймылдаткычтарынын түрлөрүн атагыла.
 3. Жылуулук кыймылдаткычтарында энергиянын булагы болуп эмнелер эсептелет?

§ 23. Жылуулук жана айлана-чөйрө

- ?**
1. Күн нуру жана анын жашоо-тиричиликтеги мааниси
 2. Жылуулук кыймылдаткычтарын колдонуунун терс натыйжалары
 3. Айлана-чөйрөнү глобалдык жылып кетүүдөн сактоонун жолдору

Жер бети үчүн жылуулуктун булагы – Күн. Күндүн жылуулугу жерге сиңип жок болуп кетпейт, ал таш көмүр, сланец, нефть сыяктуу отундарда кылымдар бою сакталып, алар энергиянын булагы катары кызмат кылууда.

Жер бетинде жашаган жан-жаныбарлар, бак-дарак жана өсүмдүктөр, алар менен бирге биз да Күндүн энергиясынын эсебинен жашайбыз. Күндүн нурусуз көлөкөдө өскөн өсүмдүк түшүм бербейт, отун да болуп күйбөйт. Күндүн энергиясы айрым микробдорду өлтүрөт, айлана-чөйрөнү булгабайт. Ошондуктан мүмкүн болушунча Күндүн энергиясын пайдалануу маанилүү.

Дээрлик бардык кыймылдаткычтарда отундан алынган жылуулуктун теңинен аз бөлүгү гана *пайдалуу жумушка* сарпталып, калган бөлүгү айлана-чөйрөгө тарайт. Үй-тиричилигинде электр, газ плиталарын, очокторду, мештерди ж.б. буюмдарды колдонууда да алардан чыккан жылуулуктун басымдуу бөлүгү айлана-чөйрөгө куру бекер тарайт.

Демек, зыяндуу жана максатсыз жагылган от, ар кандай өрттөр, жанар тоолор айлана-чөйрө үчүн зыяндуу. Адам баласы кээде түшүнбөстүктөн айлана-чөйрөгө кошумча жылуулук таратат. Энергиянын сакталуу законуна ылайык айлана-чөйрөгө тараган жылуулук жөн эле жок болуп кетпейт.

Жер шарын жылытууга алып келе берет. Бул – глобалдык маселе.

Окумуштуулар акыркы 100 жылдын ичинде Жер бетиндеги орточо температура байкаларлык өзгөргөндүгүн аныкташты. Жер бетиндеги орточо температуранын жогорулашы уюлдардагы муздардын жана тоолордогу мөңгүлөрдүн эришине алып келет. Океандардын деңгээли көтөрүлөт. Муз ташкын доорунун кайталанышына, жанар тоолордун (өчкөн вулкандардын) жанданышына да себепкер болушу мүмкүн.

Жылуулукту сарамжалдуу, мүмкүн болушунча коромжусуз жана калдыксыз пайдалануу – азыркы доордо жашаган адам баласынын башкы милдеттеринин бири.

Күйүүчү отундардан алынган жылуулуктун коромжуланышы менен бирге күйүү учурунда түтүн менен кошо бөлүнүп чыккан зыяндуу заттар да адам баласынын жашоосуна коркунуч туудурат.

Абанын тазалыгын сактоо – учурдагы эң башкы маселелердин бири. Бак-дарактар жана өсүмдүктөр бул багытта күрөшүүдө бизге чоң жардам берет. Ошондуктан айлана-чөйрөнү жашылдандыруу иштерин жүргүзүүнү ар тараптан колдоо зарыл.

Жылуулуктун коромжуланышын болтурбай коюу эч мүмкүн эмес. Ошентсе да биздин негизги милдет – коромжуну мүмкүн болушунча азайтуу. Анын негизги жолу – энергияны үнөмдөө, сарамжал мамиле кылуу, ошондой эле айлана-чөйрөнү булгабаган энергия булактарын – Күндүн, суунун, шамалдын энергияларын пайдалануу.

Азыркы кезде шамалдын, суунун энергиясынан электр энергиясын өндүрүү, күн батареяларында, панелдеринде Күндүн энергиясын түздөн-түз электр энергиясына айландыруу келечектүү иштерден болуп калды (булар жөнүндө IV–V главалардан кененирээк окуйбуз). Андай панелдер азыр космостук кораблдерге жана күнөстүү алкактардагы өлкөлөрдө үйдүн чатырына жайгаштырылып, электр энергиясына болгон муктаждыкты айлана-чөйрөгө зыян келтирбей канааттандырууда.

Күн панелдерин куруу кремний сыяктуу монокристаллдарды (§9. 31-сүрөт) өндүрүү менен тыгыз байланышта.

Кыргызстанда кремнийдин дүйнөлүк запастарынын дээрлик жарымына жакыны бар. Демек, биздин республикада кремний монокристаллын өндүрүүнүн келечеги чоң. Ошондуктан кремний монокристаллын өндүрүүнү күчөтүү үчүн Таш-Көмүр, Орловка ж.б. химиялык-металлургиялык заводдорунун ишин жандандыруу жагы каралууда.



1. Жылуулук кыймылдаткычтарын пайдалануу айлана-чөйрөгө кандай зыяндуу таасирлерин тийгизет?
2. Максатсыз жагылган оттун жана өрттүн зыяны эмнеде?
3. Жылуулукту коромжусуз пайдалануунун мүмкүн болгон жолдорун ойлонуп айтып бергиле.
4. Силерге тааныш машиналардын кыймылдаткычтарынын (моторунун) иштешинде кандай зыяндуу жагдайларды байкоого болот?

8-көнүгүү



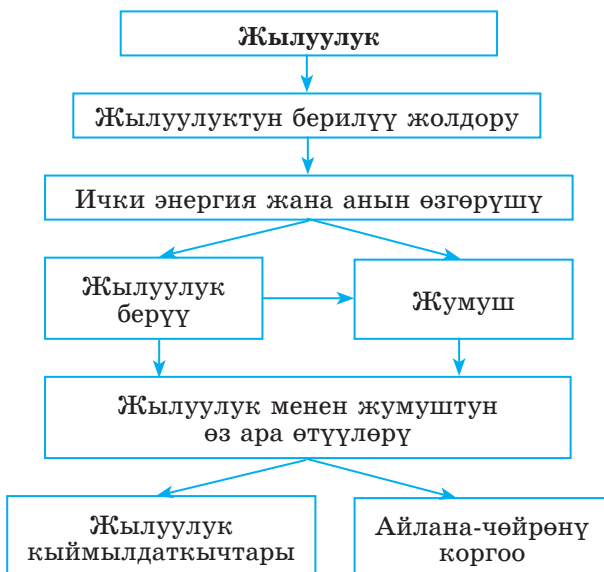
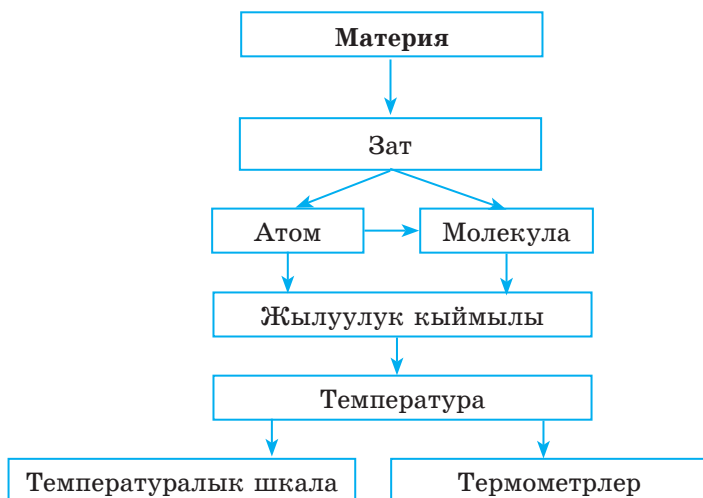
1. Температурасы 300°K болгон 1 моль газдын ички энергиясын эсептегиле.

Баштапкы температурасы $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ жана акыркы температурасы $t_2 = 40^{\circ}\text{C}$ болгон нерсенин массасы $m = 0,5 \text{ кг}$. Бул зат үчүн салыштырма жылуулук сыйымдуулук $c = 0,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$.

Нерсе ысытуудан кандай жылуулук санын алат? (7,5 Дж)

2. Басымы $P = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ болгон газдын көлөмү $\Delta V = 1,5 \text{ м}^3$ ге чейин кеңейген. Бул кеңейүүдө газ кандай жумуш аткарат? ($3 \cdot 10^5 \text{ Дж}$)
3. Газга берилген жылуулук саны $2 \cdot 10^3 \text{ Дж}$. Ал аткарган жумуштун чоңдугу $1,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$. Газдын ички энергиясын өзгөртүүгө сарпталган жылуулук санын аныктагыла. ($0,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$)
4. Газ сырттан $1,9 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ жылуулук санын алып, $1,6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ жумуш аткарат. Газдын ички энергиясынын өзгөрүшү эмнеге барабар? ($0,3 \cdot 10^4 \text{ Дж}$)
5. Газга $3 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ жылуулук саны берилген. Эгерде газдын көлөмү өзгөргөсө, жумуш жана ички энергиянын өзгөрүшү эмнеге барабар? Себебин түшүндүргүлө.

I глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы



I глава боюнча
тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

- 1. Заттар молекулалардан турат. Анда эмне үчүн алардан жасалган нерселер үзгүлтүксүз бүтүн сыяктанып көрүнөт?**
 - А. Молекулалар бири-бирине тыгыз жайланышкан.
 - Б. Алар ички көлөмдү толук ээлеп турат.
 - В. Молекулалардын арасындагы аралык өтө кичине, көз менен көрө албайбыз.
 - Д. Себеби молекулалар кичине.
- 2. Молекула деген ...**
 - А. заттын бөлүкчөсү.
 - Б. заттын бөлүгү.
 - В. кичинекей бөлүкчө.
 - Д. бардык заттардын эң кичине бөлүкчөсү.
- 3. ... материя деп аталат.**
 - А. Заттын бөлүкчөсү
 - Б. Атом жана молекула
 - В. Бүткүл аалам
 - Д. Зат менен талаа
- 4. Температура деген эмне?**
 - А. Заттын бөлүкчөсү.
 - Б. Атом жана молекула.
 - В. Жылуулуктун ченин же даражасын аныктоочу физикалык чоңдук.
 - Д. Газдын басымы жана температурасы менен аныкталуучу физикалык чоңдук.
- 5. Ички энергия деген эмне?**
 - А. Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн потенциалдык жана кинетикалык энергияларынын суммасы.
 - Б. Атомдун жана молекуланын энергиясы.
 - В. Газдын кинетикалык энергиясы.
 - Д. Бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенишүү энергиясы.

6. Нерсени жылытуу үчүн зарыл болгон же муздатууда бөлүнүп чыккан жылуулук саны ... түз пропорциялуу.
- А. заттын санына жана молдук массасына
 - Б. агрегаттык абалына жана курамына
 - В. нерсенин массасына жана температурасынын өзгөрүшүнө
 - Д. нерсенин көлөмүнө жана атмосфералык басымга
7. Катуу заттардын кандай түрлөрү бар?
- А. Аморфтук жана кристаллдык.
 - Б. Өткөргүч жана өткөргөбөгүч.
 - В. Поликристалл жана монокристалл.
 - Д. Ысык жана муздак.
8. Заттардын түзүлүшү жөнүндөгү жоболор кайсылар?
- А. Зат майда бөлүкчөлөрдөн турат.
 - Б. Бөлүкчөлөр бири-бири менен өз ара аракеттенишет.
 - В. Алар кинетикалык энергияга ээ.
 - Д. Бөлүкчөлөр башаламан кыймылда болот.
9. Суюктуктун бети боюнча таасир этип, беттин аянтын азайтууга алып келүүчү күч ... деп аталат.
- А. беттик тартылуу күчү
 - Б. басым күчү
 - В. оордук күчү
 - Д. серпилгич күчү
10. Идеалдык газ абалынын теңдемесин тапкыла.
- А. $pV = \frac{m}{\mu} N_A K T$
 - Б. $pV = \frac{m}{\mu} R T$
 - В. $pV = R T$
 - Д. Үчөө тең

2-вариант

1. Атом деген эмне?

- А. Бөлүнбөс бөлүкчө.
- Б. Затты түзгөн майда бөлүкчө.

- В. Нерсе.
Д. Ядронун курамындагы бөлүкчө.
- 2. Заттын агрегаттык абалдары деген эмне?**
А. Заттын бөлүкчөсү.
Б. Жаратылышта кездешкен абалы.
В. Молекулалардын абалы.
Д. Бөлүкчөлөрдүн кыймылы.
- 3. Материянын кандай формалары бар?**
А. Катуу, суюк жана газ.
Б. Атом жана молекула.
В. Зат менен талаа.
Д. Кыймыл.
- 4. Температура кандай чоңдук менен аныкталат?**
А. Газдын басымы жана көлөмү менен.
Б. Нерсени түзгөн бөлүкчөлөрдүн орточо кинетикалык энергиясы менен.
В. Термометр менен.
Д. Атмосфералык басым менен.
- 5. Ички энергияны өзгөртүүнүн кандай жолдору бар?**
А. От жагуу.
Б. Жумуш аткаруу жана жылуулук берүү.
В. Жылуулук өткөрүмдүүлүк, конвекция жана нурдануу.
Д. Нерсени күнгө коюу.
- 6. Бир килограмм заттын температурасын 1°C ге өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук саны ... деп аталат.**
А. салыштырма нымдуулук
Б. салыштырма жылуулук сыйымдуулук
В. температура
Д. жылуулук саны
- 7. Катуу нерселер эрий баштаганда температурасы ...**
А. кескин жогорулайт.
Б. төмөндөйт.
В. өзгөрбөйт.
Д. өзгөрөт.

8. Заттардын түзүлүшү жөнүндөгү жобого ылайык, ...
- А. бөлүкчөлөр башаламан кыймылда болот.
 - Б. бөлүкчөлөр бири-бири менен өз ара аракеттенишет.
 - В. бөлүкчөлөр бир орунда термелишет.
 - Д. зат майда бөлүкчөлөрдөн турат.
9. Беттик тартылуу күчү суюктуктун молекулаларынын ... менен шартталат.
- А. кинетикалык энергиясы
 - Б. потенциалдык энергиясы
 - В. өз ара тартылуулары
 - Д. башаламан кыймылы
10. Идеалдык газ абалынын теңдемеси $pV = \frac{m}{\mu}RT$ кайсы окумуштуулардын атын алып жүрөт?
- А. Бойль-Мариотт.
 - Б. Джоуль-Ленц.
 - В. Менделеев-Клапейрон.
 - Г. Ж. Шарль.
 - Д. Гей-Люссак.

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

§ 24. Нерселердин электрлениши



1. *Электр жөнүндө түшүнүк*
2. *Нерселердин электрлениши жөнүндөгү тарыхый маалыматтар*
3. *Янтарь деген сөздүн мааниси*
4. *Нерселердин электрленишин көрсөтүүчү тажрыйбалар*
5. *Нерсенин электрленүү касиети*

«Электр», «электр тогу», «электр энергиясы», «электр куралдары» деген сөздөрдү баарыбыз жакшы билебиз. Себеби электр тогун жашоо-тиричиликте пайдаланбаган бир да үй-бүлө, ишкана же чарба жок. Алар биздин күндөлүк турмушубузга ушунчалык сиңип, аба менен сууну кандай пайдалансак, электрдин зарылдыгы да аба менен суудай эле болуп калды.

Жан-жаныбарлардын жашоосунда зор мааниси бар аба менен суу – жаратылыштын байлыгы болсо, электр тогу адамдын акыл эмгегинин, илимий жана практикалык иштеринин жемиши болуп эсептелет. Электр тогу деген эмне? Аны кайдан жана кантип алууга болот?

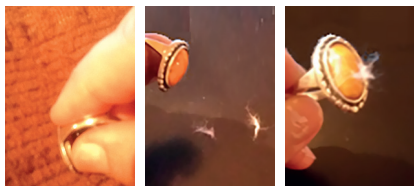
«Электр» деген сөздүн келип чыгыш тарыхы: электрдик кубулуштар боюнча алгачкы байкоолорду грек философу Фалес Милетский (б.з.ч. 625–547-жылдары) жүргүзгөн.

Анын кызы янтардан жасалган жип ийрүүчү ийигине (67-сүрөт) жабышкан кылкыпчындарды жүндөн токулган көйнөгүнүн этеги менен сүрүп тазалаган сайын жүндүн кыпчындары мурдагыдан да көбүрөөк жабышканын байкап,



67-сүрөт

аны атасына айткан. Фалес бул факт боюнча байкоо жүргүзүү үчүн янтарды жүнгө сүргүлөгөндө, чынында эле ал майда нерселерди өзүнө тартканын көргөн. Аны силер да байкап көрсөңөр болот.



а) б) в)

68-сүрөт

Янтардан жасалган нерсени, мисалы шакекти жүндөн токулган кездемеге сүргүлөп (68-а сүрөт), тыбытка же башка майда нерселерге жакындатсаңар (68-б сүрөт), аларды өзүнө тартып алганын байкайсыңар (68-в сүрөт).

Муну өз кезегинде Фалес Милетский янтарга гана тиешелүү касиет деп эсептеген. Янтарь грек тилинде «электрон» (ἤλεκτρον) деп айтылгандыктан, «электр», «электрдик касиет» деген түшүнүк ушундан келип чыккан. Магнит темирден жасалган буюмдарды өзүнө тарткан сыяктуу эле, Милетский янтарь да майда кыпындарды өзүнө тартат деп жыйынтык чыгарган. Бирок алардын себебин түшүндүрө алган эмес.

Янтарь – ийне жалбырактуу дарактардын, көбүнчө карагайдын катып калган чайырларынан пайда болгон таштай катуу зат. (69-сүрөт). Андан кооз зер буюмдар, идиштер ж.б. жасалат. Янтарды колдонуу ден соолукка абдан пайдалуу.



69-сүрөт. Янтарь жана андан жасалган буюмдар

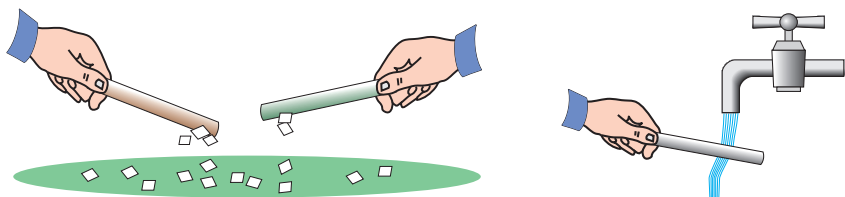
Янтардын жашы жүз миллиондогон жылдарга чейин болушу мүмкүн. Курамында 79% ке чукул көмүртек, 19% суутек менен кычкылтек жана өтө аз өлчөмдө кремний, алюминий, темир, жез сыяктуу металлдар бар. Кадимки абалында янтарь нерселерди өзүнө тартпайт.

1600-жылы англиялык физик, врач Уильям Гильберт кандайдыр бир таасирден (сүргүлөө ж.б.) кийин электрдик касиетке жалгыз эле янтарь эмес, башка нерселер, мисалы

айнек, резина, эбонит¹, пластмасса, капрон да ээ болорун жазып чыккан. Гильберттин бул эмгеги дүйнөдө биринчи жолу «**электр**» термини колдонулган эмгек же электр кубулуштары жөнүндөгү илимдин башталышы болуп калды.

 У. Гильберттин тажрыйбаларын кайталап жасап көрөлү.

Айнек таякчасын бир барак кагазга сүрүп, колубузга жакындатсак, андан акырын тырсылдаган үн угулат. Ал эми караңгыда үн менен бирге болор-болбос учкундарды да көрө алабыз. Андан кийин кагазга, жүнгө сүргүлөнгөн ошол эле айнек таякчаны кагаздын майда айрындыларына, чымчыктын тыбытына, чоргодон сызылып аккан сууга, шамдын жалынына ж.б. нерселерге жакындатсак, аларды өзүнө тартарын



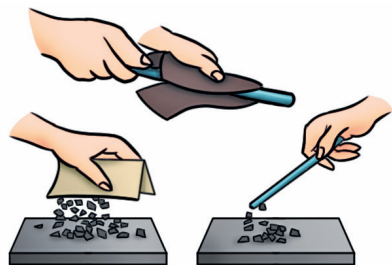
70-сүрөт. Нерселердин электрленишинин мисалдары

байкоого болот (70-сүрөт). Ушундай эле кубулуш тарак менен кургак чачты тараган учурда да байкалат.

Электрлөө үчүн эки нерсени бири-бирине сүргүлөшөт.

Сүргүлөө учурунда экөө тең электрленет.

Айнек таякчасын бир кесим резинага сүргүлөсөк, айнек да, резина да кагаздын майда айрындыларын, куштун тыбытын өзүнө тартат (71-сүрөт).



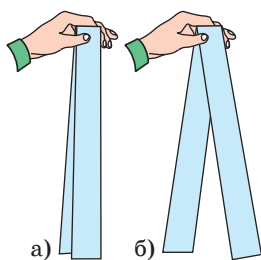
71-сүрөт

¹ Эбонит – каучук менен күкүрттүн аралашмасынан турган кара-көк түстөгү айнек сымал катуу зат. Температурага туруктуу, ток өткөрбөйт. Андан коргоочу материалдар; аккумуляторлордун ж.б. буюмдардын корпустары жасалат.

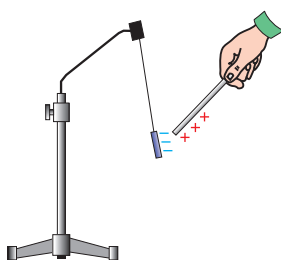
Электрленген нерселер бири-бирине тартылуу менен бирге өз ара түртүлүшөт. Мисалы, дептердин барагынан эни бирдей болгон эки кагаз тилкесин кыркып алып, экөөнү бирге кармайлы (72-а сүрөт). Аларды аябай жакын жабыштыруу үчүн кургак колубуз менен бат-бат сүрөлү. Бирок алар сүрүлгөн сайын бири-бирине жабышпастан, тескерисинче алыстаганы байкалат (72-б сүрөт).

 **Тажрыйбага кайрылалы.** Эки штативди катар коюп, бирине *жүнгө сүрүлгөн эбонит* цилиндрин, экинчи штативге *жибекке сүрүлгөн айнек* цилиндрин илели. Андан кийин айнек таякчасын жибекке сүргүлөп, жүнгө сүрүлгөн эбонит цилиндрине жакындатсак, алар бири-бирине тартылышат (73-сүрөт).

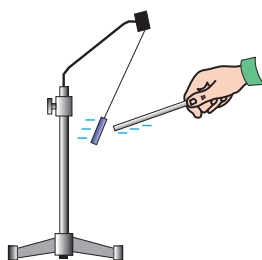
Ошол эле жибекке сүрүлгөн айнек таякчаны 2-штативдеги жибекке сүрүлгөн айнек цилиндрине жакындатсак, илинген цилиндридин таякчадан түртүлүп «качкандыгын» көрөбүз (74-сүрөт).



72-сүрөт



73-сүрөт.



74-сүрөт.

Демек, *түрдүүчө электрленген нерселер тартылышат, бирдей электрленген нерселер түртүлүшөт.*

Эмне үчүн нерселер сүрүлүүдөн электрленип жатат? Электрленүүнүн табигый сыры эмнеде? Эмнеге электрленген нерселер өз ара аракеттенишет? Эмне үчүн бири тартылышса, экинчиси түртүлүшөт? Бул заттын же нерсенин ички түзүлүшү менен байланыштуу эмеспи? Бул суроолорго жоопту кийинки темадан алабыз.



1. «Электр» термини качан пайда болгон жана ким тарабынан илимге киргизилген?
2. Электр кубулуштарынын турмуштагы мааниси кандай?
3. Нерсенин электрленгенин кантип байкоого болот?
4. Электрленген нерселер кайсы учурда өз ара тартылышат жана түртүлүшөт?

§ 25. Электр заряды



1. *Электр заряды*
2. *Электр зарядынын түрлөрү*
3. *Электр заряддарын өткөргүчтөр жана өткөрбөгүчтөр*

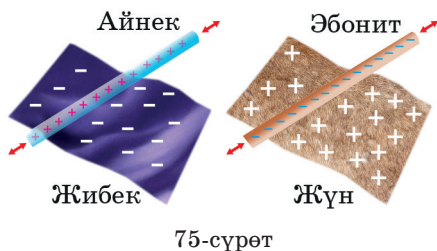
Мурунку параграфтагы тажрыйбаларды жасоо учурунда нерселерди бири-бирине көбүрөөк сүргөндө алардын өз ара аракеттенишүүлөрү күчтүүрөөк болорун байкадык. Андай нерселердин чоңураак аралыкка түртүлүүлөрү же жакын аралыкка чейин тартылуулары байкалды. Бул айтылгандар нерселердин электрдик өз ара аракеттенишүү касиети аз же көп экендигин, кандайдыр бир чоңдук менен мүнөздөлө турганын билдирет. Нерселердин электрдик өз ара аракеттенишүү касиетин мүнөздөө үчүн **электр заряды** түшүнүгү колдонулат.

Электрленген нерселердин өз ара аракеттенишүү касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук **электр заряды** деп аталат.

«Электр», «электр заряды», же кыскача «заряд» түшүнүктөрү бир эле маанини билдирет. Анда нерсе «заряддалды» дегенди, ал электрдик өз ара аракеттенишүү касиетине ээ болду же электрленди деп түшүнөбүз.

Америкалык окумуштуу Бенджамин Франклин илимге «**оң заряд**» жана «**терс заряд**» деген түшүнүктөрдү киргизген. Ал оң зарядды (+), ал эми терс зарядды (–) деп шарттуу түрдө белгилеген.

Ал **оң (+) заряд** деп жүнгө сүрүлгөн эбонит таякчасынын зарядын жана аны менен бирдей заряддарды атаган. Ал эми **терс (–) заряд** деп, жибекке сүрүлгөн айнек таякчасынын зарядын жана аны менен бирдей заряддарды атаган (75-сүрөт).



75-сүрөт

Нерселердин электрленгендигин аныктоо үчүн **электроскоп** деген атайын курал колдонулат.

Электроскоп – оозу каучук тыгын менен жабылган айнек идиштен жана тыгын аркылуу өткөрүлгөн ме-

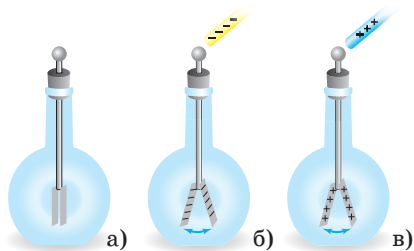
талл зымынан турат (76-сүрөт). Зымдын учуна жука алюминий фольгасынын эки тилкеси бекитилген. Эгер каалагандай заряддалган нерсени зымдын үстүнкү учуна тийгизсек, эки тилке бири-биринен түртүлүшөт. Себеби алюминий фольгалар бир эле зым аркылуу бир түрдөгү зарядды алышат.

Электроскоптогу жука фольгадан жасалган эки тилкенин бири-биринен түртүлүү аралыгы чоң же кичине болгону аларга берилген заряддын көп же аз экенин билдирет (77-а сүрөт). Заряддалууну тагыраак билүү үчүн электроскопко шкала жайгаштырылат. Аны **электромтр** деп аташат.

Электромтр – бул нерсенин электр зарядынын чоңдугун аныктоочу курал (77-б сүрөт).

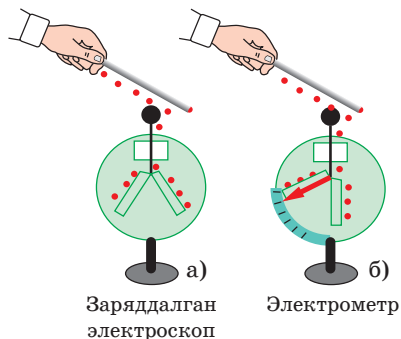
Нерсенин зарядынын чоң же кичине болушу нерседеги заряддардын бөлүнүүчүлүгү жана нерседе электр зарядын алып жүрүүчү бөлүкчөлөр бар экени жөнүндө ойго алынып келген.

XIX кылымдын аягы XX кылымдын башында Томсон, Вильсон, Иоффе, Милликен, Резерфорд ж.б. физик-окумуштуулардын изилдөөлөрү «атом бөлүнбөс» деген пикирди четке



76-сүрөт. Электроскоп:

а) зарядсыз абалы; б) зымга терс заряд бергендеги көрүнүшү; в) зымга оң заряд бергендеги көрүнүшү



77-сүрөт. Электроскоп менен электромтрдин иштөө принциби

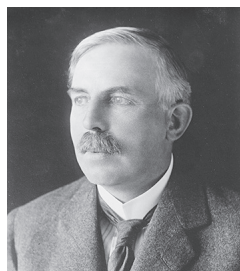
кагыш, анын татаал түзүлүшкө ээ экенин далилдешкен. «Электрдик заряд» түшүнүгү илимге биринчи жолу 1785-жылы француз окумуштуусу Шарль Кулон тарабынан киргизилгендиктен, аталган чоңдук «*q*» (ку же кью) тамгасы менен белгиленген. Бирдиги үчүн 1 кулон (Кл) алынат. Ал француз физиги, аскер инженери Шарль Огюстен Кулондун наамынан берилген.

1911-жылы тажрыйба жүзүндө россиялык физик Абрам Иоффе жана америкалык физик Роберт Милликен жаратылышта *эң кичине терс зарядды алып жүрүүчү бөлүкчөнү* ачышкан. Аны «**электрон**» деп атап, *e* тамгасы менен белгилешкен. Электрондун зарядынын чоңдугун да аныкташкан: $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл.

1911-жылы Э. Резерфорд тажрыйба жүзүндө атомдун Күн системасына окшош түзүлүшкө ээ экенин аныктап, *атомдун планетардык моделин* түзгөн (§1, 5-сүрөт). Андан кийин ал оң зарядды алып жүрүүчү *эң кичине бөлүкчө* – **протонду** ачкан. Ошондо эле Резерфорд массасы протондун массасына барабар зарядсыз бөлүкчө болушу керек деп божомолдогон. Ал бөлүкчө **нейтрон** экенин 1932-жылы англиялык окумуштуу Джеймс Чедвиг (1891–1974) ачкан.

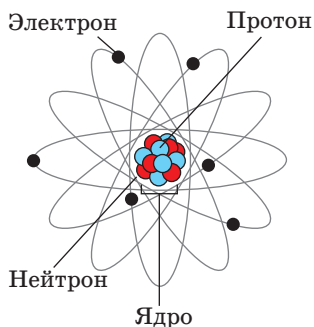
Ошентип атомдун ядросу протондордон жана нейтрондордон турат. Протон оң зарядга ээ, анын заряды модулу боюнча электрондун зарядына барабар, массасы электрондун массасынан 1840 эсе чоң. Нейтрон – зарядсыз, нейтралдуу бөлүкчө. Нейтрондун массасы протондун массасынан бир аз чоң. Мына ушундай изилдөөлөрдүн негизинде өнүккөн атомдун моделин көмүртектин атомунун мисалында карап (78-сүрөт), нерселердин электрленүүсүнүн себебин дагы тагыраак түшүнөбүз.

Көмүртек (${}_{6}^{12}\text{C}$) Менделеевдин мезгилдик системасындагы (тиркемени кара 232-б.) катар номери 6, атомдук массасы 12 болгон элемент. 78-сүрөттөн көрүнүп тургандай, көмүртектин атомунун ядросу 6 протондон, 6 нейтрондон, б.а. 12 нуклондон турат.



Эрнест Резерфорд
(1871–1937)

Британ физиги.
Атом ядросунун түзүлүшүн, бөлүнүшүн, радиоактивдүүлүк кубулушун изилдеген.
Нобель сыйлыгынын лауреаты.



78-сүрөт. Көмүртек атомунун модели

Анда анын ядросунун айланасында 6 электрон айланып жүрөт.

Демек, химиялык элементтин катар номери – атомдогу протондордун жана электрондордун санын, ал эми атомдук масса – нуклондордун санын көрсөтөт.

Кадимки шартта бардык нерселер нейтралдуу. Демек, алардын атомдору да нейтралдуу же электрдик жактан тең салмактуу болот, б.а. атомдогу протондордун саны андагы электрондордун санына барабар. Атомдорунун электрдик тең салмактуулугу бузулса, нерсе заряддалды дейбиз.

Электрондору азайып, протондорунун саны басымдуулук кылган атом оң заряддалат. Оң заряддалган атомду **оң ион** дейбиз. Ал эми атом башка атомдун электрондорун өзүнө кошуп алса, ал терс заряддалат.

Терс заряддалган атомду **терс ион** дейбиз. Анда, 71–72-сүрөттөр боюнча **бир аттуу заряддар түртүлүшөт, түрдүү аттуу заряддар тартылышат** деген жыйынтыкка келебиз.

Заряддын бөлүнүүчүлүгү, б.а. экинчи бир нерсеге өтүүсү нерселердин электр өткөрүүчүлүгүн да тастыктайт. Мисалы, электроскоптун темир өзөкчөсүнө заряддалган таякчаны тийгизсек, электроскоптун эки жука фольгасына заряд бирдей бөлүнөт. Нерселердин баары эле электр өткөрөбү деген суроо туулушу мүмкүн.

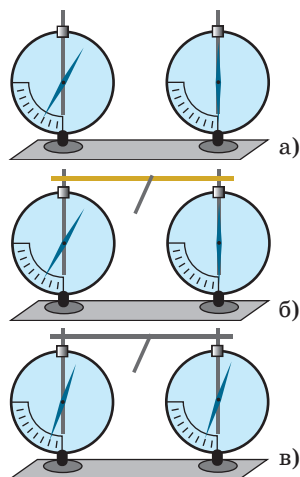


Тажрыйбада текшерип көрөлү. Заряддалган жана заряддалбаган электроскопторду жанаша коёлу (79-а сүрөт). Андан кийин ал эки электроскоптун зымдарын пластмасса таякчасы менен туташтырсак, электроскоптун көрсөтүүсү өзгөрбөйт. Демек, пластмасса зарядды экинчи электроскопко өткөргөн жок (79-б сүрөт).

Электроскопторду металл стержени менен туташтыралы. Анда эки өткөргүч тең бирдей заряддалганын жана 1-электроскоптун көрсөтүүсү дээрлик эки эсе азайганын байкоого болот. Демек, металл стержени зарядды 2-электроскопко өткөрдү.

Ушуга байланыштуу нерселер электр **өткөргүчтөр** жана **өткөрбөгүчтөр** болуп экиге бөлүнөт.

Өткөргүчтөргө: металлдар, ар кандай эритмелери бар суюктуктар, жер кыртышы, адамдын денеси ж.б.у.с.; өткөрбөгүчтөргө: фарфор, айнек, резина, пластмасса ж.б.у.с. кирет.



79-сүрөт



1. Электр заряды деген эмне?
2. Нерсенин же заттын түзүлүшү жөнүндө эмне билесиңер?
3. Атом жана ядро кандай бөлүкчөлөрдөн турат?
4. Атомдо нейтрондордун санын кантип аныктайбыз?
5. Нерсе кайсы учурда оң, кайсы учурда терс заряддалат?
6. Заряддын белгилениши жана чен бирдиги жөнүндө эмне билесиңер?
7. Эң кичине электр заряды эмнеге барабар?
8. Бенджамин Франклин физика илиминде кандай ачылыштарды жасаган?

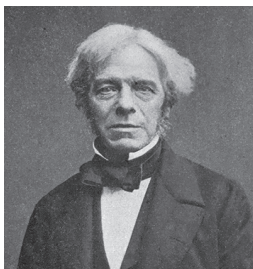
§ 26. Электр талаасы. Электр талаасынын күчү жана чыңалышы



1. Электр талаасы
2. Электр талаасынын күчү
3. Электр талаасынын чыңалышы

Электрленген нерселер бири-бирине тийишпестен эле аралыктан таасир этип тартылышат же түртүлүшөт. Электрленген нерселердин аралыктан аракет этүүлөрүнүн сыры көптөгөн жылдар бою окумуштууларга түшүнүксүз болуп келген.

Электрдик аракеттенүү аба аркылуу берилиши мүмкүн деген да божомол айтылган.



Майкл Фарадей
(1791–1867)

Англиялык физик, химик. Электр тогун өндүрүүнүн негизи электромагниттик индукцияны, электр кыймылдаткычынын эң биринчи моделин түзгөн.

Бирок, электроскоптун абасын сордуруп салгандан кийин деле мурдагыдай иштеши ал божомолду четке какты. Демек, электрдик өз ара аракеттенишүү аба аркылуу берилбейт.

Бул корутунду заряддалган нерселердин ортосунда кандайдыр бир материалдуу чөйрөнүн бар экендиги жөнүндөгү жыйынтыкка алып келди.

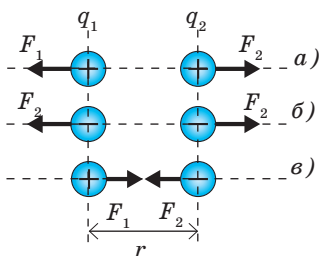
Мындай материалдуу чөйрө **электр талаасы** деп аталат. Электр талаасы жөнүндөгү түшүнүктү биринчи жолу англиялык физик Майкл Фарадей киргизген. Ал ар бир заряддалган нерсенин тегерегинде электр талаасы пайда болорун, заряддалган нерселер ошол талаа аркылуу өз ара аракеттенишерин негиздеген.

Ар бир электрдик заряддын айланасында пайда болуп, башка заряддарга тартуу же түртүү күчү менен таасир этүүчү материянын өзгөчө түрү **электр талаасы** деп аталат.

Заряддалган кыймылсыз нерселердин электр талаасын **электростатикалык талаа** деп айырмалашат.

Электр талаасына заряддалган бөлүкчөнү жайгаштырсак, ага талаа тарабынан күч аракет этет (тартат же түртөт). Ал **электрдик күч** деп аталып, F тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 ньютон (1 Н) алынат.

Заряддалган нерселер бири-бирине электрдик күч менен кандай аракет этишет? 80-сүрөт боюнча ой жүгүртөлү. Бизге



q_1 жана q_2 заряддары берилсин. Алар a , b учурларында бирдей аттуу заряддалган болсо, анда a , b учурунда q_1 , q_2 заряддары түртүлүшөт.

Ал эми c учурунда түрдүүчө (бири оң, экинчиси терс) заряддалган болсо, анда c учурунда q_1 , q_2 заряддары тартылышат.

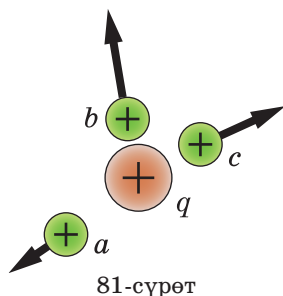
80-сүрөт

Өз ара аракеттенишүүгө катышкан эки нерсе үчүн Ньютондун 3-законун колдонуп, төмөнкүдөй жыйынтык чыгарабыз:

Заряддалган эки нерсе (q_1 жана q_2 заряддары) бири-бирине өздөрүн туташтырган түз сызыкты бойлото модулдары боюнча барабар (чоңдуктары бирдей, багыттары карама-каршы) электрдик күчтөр менен аракет этишет: $|F_1| = |F_2| = |F|$.

Бирок, ал күч талаанын ар кайсы чекитинде ар башкача болот. Ошондуктан нерсенин электр талаасынын заряддалган бөлүкчөгө аракет этүүчү күчү талаанын электрдик чыңалышы (E) аркылуу мүнөздөлөт.

Мисалы, көбүрөөк оң заряддалган (q) нерсенин талаасынын *ар кандай* аралыктардагы a , b , c чекиттерине эң кичине заряддарды жайгаштыралы (81-сүрөт). Заряддардын ар бирине ар башка чоңдуктагы күчтөр аракет этет. Демек, q зарядынын электр талаасынын чыңалышы да ар кайсы чекитте ар түрдүү болот:



$$E_a = \frac{F_a}{q}, E_b = \frac{F_b}{q}, E_c = \frac{F_c}{q}.$$

Мындан төмөнкүдөй аныктама келип чыгат.

Электр талаасынын зарядга аракет эткен күчүнүн ошол заряддын чоңдугуна болгон катышы **электр талаасынын чыңалышы** деп аталат.

Формуласы:

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

Электр талаасынын чыңалышынын бирдиги – ньютон бөлүнгөн кулон: $1 \frac{\text{Н}}{\text{К}}$.



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

§ 27. Заряддалган бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенишүүсү. Кулондун закону



1. Заряддалган бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенишүүсү
2. Электрдик күч. Аны өлчөөнүн жолу
3. Кулондун закону



Кулон
Шарль Огюстен
(1736–1806)

Француз физиги.
Электрдик жана магниттик өз ара аракеттенишүүлөрдүн закон ченемдерин аныктаган.

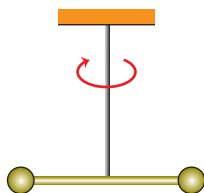
Заряддалган нерселердин бири-бирине аракет эткен күчтөрү аракеттенишүүгө катышкан заряддардын чоңдугуна жана алардын арасындагы аралыкка кандайча көз каранды болорун 1780-жылы француз физиги жана аскер инженери Ш. Кулон тажрыйбада тактаган.

Ал чептин суу курулуштары менен алектенип жүрүп, ичке жиптердин жана зымдардын толгонуу деформациясын үйрөнүп, 1770-жылы айланма таразаны ойлоп тапкан (82-сүрөт).

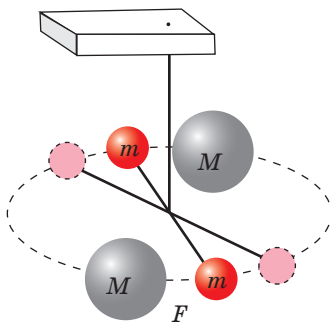
Андагы ичке жиптин толгонуу деформациясы, таякчанын айлануу бурчу аркылуу жипти толгонууга мажбурлаган, өтө кичинекей **күчтү** өлчөөгө мүмкүндүк түзгөн.

Кулондун айланма таразасын 1797-жылы англиялык физик жана химик Генри Кавендиш гравитациялык күчтөрдү изилдегенде колдонгон (83-сүрөт).

Электрдик күчтү өлчөөдө Кулон айланма таразасында ичке күмүш жибин колдонгон. Аны узун айнек түтүк аркылуу чоң айнек идишке өткөрүп, ага заряд өткөргөнгөн айнек таякчасын илген (84-сүрөт). Таякчанын бир учуна заряддалган металл шарчасын (1), экинчи учуна аны тең



82-сүрөт



83-сүрөт

салмактоочу кагаз шарчасын (3) бекиткен. Чоң айнек идиштин капкагындагы көзөнөктөн пластмасса таякчага кыймылсыз бекитилген заряддалган шарчаны (2) кийирет. 1 жана 2 шарчаларынын өлчөмдөрү бирдей жана алар бир эле заттан жасалган.

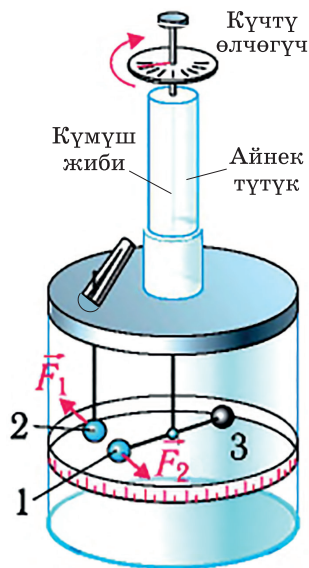
Капкакты тегеретип, (1) шарчага (2) шарчаны тийгизгенде, эки шарча тең бирдей чоңдукта бир аттуу заряддалат да, (1) шарчасы кыймылсыз (2) шарчасынан түртүлөт. Анын канча аралыкка түртүлгөндүгү идиштин капталындагы шкала аркылуу белгиленет.

Кулон заряддалган шарчалардын түртүлүү күчүн узун айнек цилиндринин үстүнө орнотулуп, күмүш жибине туташтырылган шкала аркылуу байкаган.

Гук законуна ылайык (Физика, 7-класс), шкала жиптин толгонуу деформациясы аркылуу жипти толгонууга алып келген электрдик күчтү көрсөтүп турат.

(2) шарчасынын зарядын 2, 3, ... эсе чоңойткондо (же азайганда), заряддардын аракеттенишкен күчү да 2, 3, ... эсе чоңойгондугу (же азайгандыгы), б. а. $F_1 \sim q_1$; $F_2 \sim q_2$ көз карандылыгы орун алары байкалган.

Андан кийин алардын арасындагы аралыкты өзгөрткөн.



84-сүрөт. Кулондун айланма таразасы

Капкакты тегеретип, заряддардын арасындагы аралыкты эки эсе алыстатса, алардын өз ара аракеттенишүү күчү 4 (2^2) эсе азайган. Аралыкты 5 эсе алыстатса, заряддардын өз ара аракеттенишүү күчү 25 (5^2) эсе азайган, б.а. $F \sim \frac{1}{r^2}$ көз карандылыгы орун алары такталган.

Бул көз карандылыктарды жалпылап, ага k коэффициентин кошуп, Кулон төмөнкүдөй барабардыкты алган:

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

Бул Кулондун закону деп аталат.

Заряддалган нерсенин башка заряддалган нерсеге аракет эткен күчү алардын заряддарынын көбөйтүндүсүнө түз, ал эми алардын ортосундагы аралыктын квадратына тескери пропорциялаш.

Мында $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ – пропорциялуулук коэффициенти; q_1 жана q_2 – эки нерсенин заряддары; r – заряддалган эки нерсенин ортосундагы аралык.



1. Айланма таразанын түзүлүшү жана иштеши жөнүндө өз оюңарды айткыла.
2. Айланма таразаны дагы кандай максатта колдонууга болот?
3. Кулондун законун айтып бергиле.

9-көнүгүү



1. Чондуктары $10 \cdot 10^9 \text{ Кл}$ болгон эки заряд, бири-биринен 3 см аралыкта турат. Өз ара аракеттенишкен күч эмнеге барабар? (10^{33} Н)
2. Талаанын кайсы бир чекитинде жайланышкан $10 \cdot 10^9 \text{ Кл}$ зарядга 7 Н күч таасир этет. Ушул чекиттеги талаанын чыңалышын тапкыла. ($0,7 \cdot 10^{-9} \text{ Н/Кл}$)
3. Заряддары 10 нКл болгон жана бири-биринен 3 см аралыкта жайгашкан эки заряддуу бөлүкчөнүн өз ара аракеттенишүү күчүн аныктагыла. Бул заряддарды чекиттик заряддар катары жана вакуумдук чөйрөдө жайгашкан деп кароого болот. (10^{-3} Н)

4. Заряддалган шар өзүндөй, бирок заряддалбаган шарга тийет. Эгерде бул нерселердин ортосундагы аралык $r = 15$ см болсо, анда алар бири-бирин $F = 1$ мН күч менен түртүшөт. Заряддалган шардын баштапкы зарядын аныктагыла. (100 Кл)
5. Заряды $1,6 \cdot 10^{-8}$ Кл болгон чекиттик заряддан 6 см аралыкта жайгашкан чекиттеги электр талаасынын чыңалышы кандай? Бул талаа заряды $1,8 \cdot 10^{-9}$ Кл болгон нерсеге кандай күч менен таасир этет? ($4 \cdot 10^4 \frac{В}{м}$; $7,2 \cdot 10^{-5} Н$).

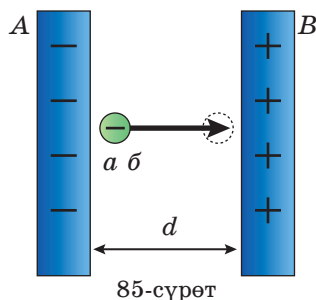
§ 28. Электр талаасындагы аткарылган жумуш



1. Электр талаасынын жумуш аткарууга жөндөмдүүлүгү
2. Электр талаасынын аткарган жумушун аныктоонун жолу
3. Механикалык күчтүн жумушу менен электрдик күчтүн жумушунун айырмасы

Заряддалган кыймылсыз шардын электр талаасына заряддалган башка шарчаны алып келсек, ага электр талаасы F күчү менен аракет этет. Эки шардын зарядынын белгисине жараша заряддалган шарча кыймылсыз заряддан түртүлүп алыстайт же ага тартылат. Демек, заряддалган шарча бир чекиттен экинчи чекитке которулуш жасайт. Бул учурда электрдик күч жумуш аткарат. Аткарылган жумушту аныктоо үчүн төмөнкү мисалга кайрылалы.

А жана В пластинкаларын бири-бирине сүргүлөөдөн алар чоңдугу боюнча бирдей, белгилери боюнча карама-каршы заряддалсын дейли. А пластинкасына электрондор ашыкча жармашып терс заряддалса, В пластинкасы электрондоруна ажырап, оң заряддалат да, алардын ортосунда электр талаасы пайда болот (85-сүрөт).



Пластинкалардын өлчөмү алардын ортосундагы аралыкка караганда бир нече эсе чоң болсун. Терс заряддалган пластинканын бетинде терс заряддалган бир бөлүкчө a чекитинде жайгашсын дейли. Ага талаанын электрдик күчү аракет этип, аны В пластинкасын көздөй жылдырып, b чекитине которот.

Бул учурда электрдик күч, т.а. электр талаасынын күчү заряддалган бөлүкчөнү которуп, жумуш аткарат.

Жумуштун чоңдугу $A = F \cdot S$ формуласы менен аныкталарын билебиз. Бул учурда $S = d$ – пластинкалардын ортосундагы аралык, F – электрдик күч экенин эске алып, $E = \frac{F}{q}$ формуласынан электрдик күчтү табабыз:

$$F_{\text{э}} = q \cdot E.$$

Ордуна койсок, электрдик күч аткарган жумуштун формуласы келип чыгат:

$$A = q \cdot E \cdot d$$

Мында A – электр талаасынын аткарган жумушу, E – электр талаасынын чыңалышы, q – которулуш жасаган кичине шарчанын заряды, d – пластинкалардын ортосундагы аралык.

Электр талаасынын жумушунун бирдиги үчүн 1 джоуль алынат.

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

Электростатикалык талаа төмөнкүдөй маанилүү касиетке ээ.

Талаанын бир чекитинен экинчи чекитине зарядды которууда электр талаасынын аткарган жумушу заряддын траекториясынын формасынан көз каранды эмес, ал заряддын чоңдугу менен баштапкы жана акыркы чекиттердеги абалынан көз каранды. Бул Жердин тартуу талаасында турган нерсени которуудагы гравитациялык талаанын аткарган жумушуна окшош (Физика, 7-класс, §49). Себеби гравитациялык күчтөрдү аныктоочу Бүткүл дүйнөлүк тартылуу закону менен кулондук күчтөрдү аныктоочу Кулон закону формасы боюнча окшош.

- T?**
1. Электр талаасынын күчү эмнеге аракет жасайт?
 2. Механикалык жумуш менен электр талаасындагы жумуштун окшош жактары барбы?
 3. Электр талаасындагы жумуштун формуласын жазгыла.
 4. Жумуштун бирдиги үчүн эмне алынат? Ал эмнеге барабар?

10-көнүтүү



1. Бир тектүү электр талаасынын чыңалышы $5 \cdot 10^6 \text{ Н/Кл}$. Ал $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ зарядын 20 см аралыкка которууда кандай жумуш аткарат? ($0,02 \text{ Дж}$)
2. Чыңалышы 1 кВ/м болгон бир тектүү электр талаасында чоңдугу 25 нКл барабар электр заряды талаанын күч сызыктарын бойлото 2 см ге жылдырылды. Электр талаасынын жумушун тапкыла. ($A = -0,5 \text{ мкДж}$)

§ 29. Электр талаасынын потенциалы.

Чыңалуу



1. Электр талаасынын потенциалы
2. Чыңалуу
3. Чыңалуу менен чыңалыштын өз ара байланышы

Өз ара аракеттенишүүгө катышкан эки нерсе тең бирдей потенциалдык энергияга ээ болот. Б.а., алар өз ара аракеттенишүүнүн натыйжасында бири которуп (тартып же түртүп), экинчиси которулуп (тартылып же түртүлүп), экөө бирдей жумушту аткаруу жөндөмдүүлүгүнө ээ болот.

Нерсенин потенциалдык энергиясы ($E_n = mgh$) өз ара аракеттенишүүчү нерселердин арасындагы аралыкка жараша болот (Физика, 7-класс). Электр кубулуштарында электр талаасы гана жумуш аткарат, анын энергиясы потенциалдык энергия болору түшүнүктүү.

Электр талаасынын каалаган чекиттеги энергиясын мүнөздөөчү чоңдук **электр талаасынын потенциалы** (кыскача «потенциал») деп аталат, ал ϕ тамгасы менен белгиленет.

«Потенциал» (лат. *potentia*) латын тилинен которгондо күч, кубат дегенди билдирет.

Ал төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$\phi = \frac{E_n}{q}$$

Заряддалган нерсенин электр талаасынын ар кандай чекитинде потенциалдары ар түрдүү болот.



A a b



q q



86-сүрөт.

Оң заряддалган A нерсенин электростатикалык талаасынын a чекитинде q заряды жайгашсын дейли (86-сүрөт). Анда анын потенциалдык энергиясы төмөнкүдөй болот:

$$\varphi_a = \frac{E_{na}}{q}$$

q заряды ошол эле талаанын b чекитине которулса, анда анын потенциалдык энергиясы төмөнкүдөй болот:

$$\varphi_b = \frac{E_{nb}}{q}$$

Анда, электр талаасы зарядды a чекитинен b чекитине которуп, жумуш аткарган болот. Аткарылган жумуш A жана b чекиттериндеги потенциалдык энергиялардын айырмасына, т.а., электр талаасынын бул жумушту аткарууга сарптаган энергиясына барабар:

$$\varphi_a - \varphi_b = \frac{E_{na}}{q} - \frac{E_{nb}}{q} = \frac{E_{na} - E_{nb}}{q} = \frac{A}{q}$$

Электр талаасынын потенциалдарынын айырмасы электрдик чыңалуу деп аталат. Чыңалуу U тамгасы менен белгиленет.

Анда электрдик чыңалуунун формуласы төмөнкүдөй болот:

$$U = \varphi_a - \varphi_b = \frac{A}{q}$$

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

Чыңалуунун бирдиги үчүн 1 вольт (В) алынат. Ал италиялык физик Алессандро Вольтанын урматына коюлган:

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

86-сүрөттөгү A оң зарядынын талаасында жаткан a жана b чекиттеринин 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.

$A = qEd$ формуласын пайдаланып,

$$U = Ed \quad \text{же} \quad E = \frac{U}{d} \quad \text{формуласын алабыз.}$$

Акыркы формула электр талаасынын чыңалышы менен чыңалуусунун ортосундагы байланышты көрсөтөт:

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

Мындан чыңалуунун физикалык маанисин түшүнүүгө болот. Мисалы, электр талаасында 1 Кл зарядды которууда 1 Дж жумуш аткарылса, ал талаанын чыңалуусу 1 вольтко барабар.

Маселе чыгарууда физикалык чоңдуктардын байланыштарын аныктай билүү чоң мааниге ээ. Мисалы, биз электрдик чыңалыштын эки формуласы менен тааныштык:

$$1) \ E = \frac{F}{q}. \text{ Бирдиги: } [E] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}};$$

$$2) \ E = \frac{U}{d}. \text{ Бирдиги: } [E] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}};$$

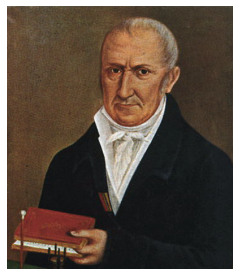
$$1 \text{ В} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \cdot 1 \text{ м} \text{ экендигин эске алсак,}$$

$$[E] = \left[\frac{U}{d} \right] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 1 \frac{\text{Н} \cdot 1 \text{ м}}{\text{Кл} \cdot 1 \text{ м}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} \text{ келип чыгат.}$$

Бул 1 Кл зарядды бирдик аралыкка жылдыруудагы аткарылган жумуш электр талаасынын чыңалышына барабар. Ошентип, чыңалыш электр талаасынын зарядга таасир эткен күчүн мүнөздөсө, чыңалуу – энергиясын мүнөздөйт.



1. Электрдик потенциал электр талаасынын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Электр талаасынын потенциалынын формуласы кандай?



**Алессандро
Вольта**

(1745–1827)

Физик, химик жана физиолог, электр кубулуштары жөнүндө окууга негиз салгандардын бири.

3. Чыңалуу деген эмне? Анын бирдиги.
4. Чыңалуу менен чыңалыштын ортосунда кандай байланыш бар?

11-көнүгүү



1. Электр талаасында $q = 1,3 \cdot 10^{-7}$ Кл зарядды которууда $A = 6,5 \cdot 10^{-5}$ Дж жумуш аткарылат. Электр талаасынын ошол чекиттеги чыңалуусун аныктагыла. ($U_2 = 5 \cdot 10^2$ В)
2. Электр талаасындагы эки чекиттин ортосундагы чыңалуу $U = 2$ кВ. Чекиттердин ортосундагы аралык 10 см. Талаанын чыңалышы эмнеге барабар? ($20 = \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$)

§ 30. Электр сыйымдуулугу



1. Заттын электр сыйымдуулугу
2. Заттын электр сыйымдуулугу менен электрдик потенциалынын байланышы
3. Заттын электр сыйымдуулугунун бирдиги

Нерселер жылуулукту бир топ убакытка чейин өзүндө сактап тура алат. Мисалы, ысык чай куйганда ысыган чыны, ысык сууга салганда ысыган кашык. Бул заттардын жылуулук сыйымдуулугуна мисал болуп эсептелет (§7). Ушул сыяктуу эле заттар өзүнө электр заряддарын топтоп алуу касиетине да ээ. Затты заряддаган учурда ал өзүнө кандайдыр бир чоңдуктагы заряддарды топтоп алат да, анын электрдик потенциалы өзгөрөт.

Нерселердин заряддарды топтоп алуу жана сактап туруу касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук нерсенин (заттын) **электр сыйымдуулугу** деп аталат. Ал C тамгасы менен белгиленет.

Электр сыйымдуулугу төмөнкү формула боюнча аныкталат:

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

Демек, электр сыйымдуулугу нерсенин электрдик потенциалын 1 бирдикке өзгөртүү үчүн зарыл болгон заряддын

чоңдугун түшүндүрөт. Электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн **1 фарад (Ф)** алынат. Ал англиялык физик Майкл Фарадейдин урматына коюлган.

$$1 \text{ Ф} = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}}$$

1 фарад – эгер заттын зарядын 1 кулонго өзгөртсөк, анын потенциалы 1 вольтко өзгөрөт дегенди билдирет.

Практикада электр сыйымдуулугунун фараддан чоң же кичине бирдиктери да колдонулат:

1 декафарад (дФ) = 10 Ф

1 гектофарад (гФ) = 100 Ф

1 килофарад (кФ) = 1 000 Ф

1 миллифарад (мФ) = 0,001 Ф

1 микрофарад (мкФ) = 10^{-6} Ф

1 пикофарад (пФ) = 10^{-12} Ф

Нерсенин электр сыйымдуулугу анын формасынан, өлчөмүнөн, аны курчап турган чөйрөнүн электрдик касиетинен көз каранды. Ал эми нерсенин туюктугунан же ичинин боштугунан көз каранды эмес. Эгерде бирдей эки шардын бири туюк, экинчисинин ичи бош болсо, анда алардын электр сыйымдуулугу бирдей болот.

Нерсенин электр сыйымдуулугунун $C = \frac{q}{\varphi_2 - \varphi_1}$ формуласынан төмөнкү формула келип чыгат:

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

Мындан сыйымдуулуктун башка чоңдуктар менен болгон байланышын көрсөтүүчү формулаларды чыгарууга болот.

Мисалы, $U = E \cdot d$ формуласынан $C = \frac{q}{E \cdot d}$; $U = \frac{A}{q}$ формуласынан $C = \frac{q^2}{A}$ формулалары келип чыгат. Булар ар кандай мазмундагы маселелерди чыгарууда колдонулат.



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

12-көнүгүү



1. Затка $q = 1,0 \cdot 10^{-6}$ Кл зарядын бергенде, анын потенциалы $\Delta\varphi = 100$ Вко көбөйдү. Заттын электр сыйымдуулугун тапкыла. ($1 \cdot 10^{-10}$ Ф = $1 \cdot 10^{-4}$ мкФ = $1 \cdot 10^2$ пФ)
2. Фарадга айландыргыла: 0,5 мкФ; 0,3 пФ; 0,04 кФ; 2 мФ; 5 гФ.

§ 31. Конденсатор. Конденсатордун электр сыйымдуулугу



1. Конденсатор
2. Конденсатордун сыйымдуулугу



Питер ван
Мушенбрук
(1692–1761)

Голландиялык физик. «Лейден банкасын» түзгөн.

Нерселерди бири-бирине сүргүлөө, тийиштирүү ж.б. жолдор аркылуу заряддаганда алар чөйрөдөгү башка заттарга зарядын берүү менен бат эле зарядын жоготушат.

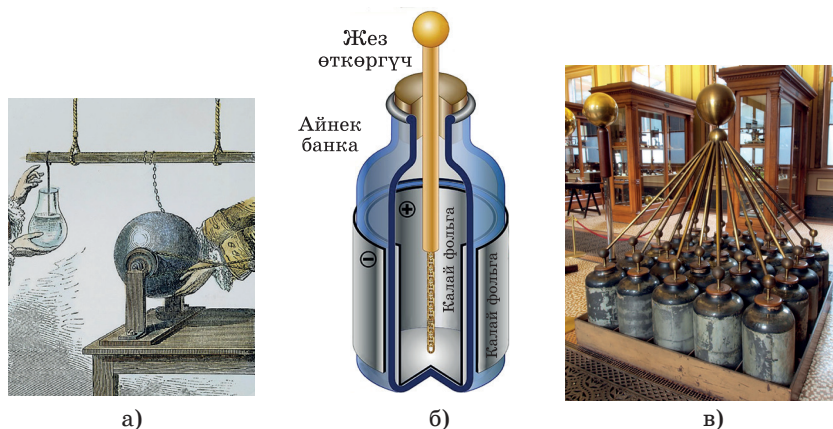
Нерсенин зарядын каалаган убакытка чейин кантип сактап турууга болот? Электр заряддарын топтоп жана сактап алууга арналган атайын куралдар – конденсаторлор.

Эң биринчи заряд топтоочу түзүлүштү 1745-жылы голландиялык физик Питер ван Мушенбрук ойлоп тапкан. Ал суу толтурулган кадимки эле айнек банкага темир өзөкчөсүн салып, аны металл зымдары аркылуу айлантуучу сфералуу машинага туташтырган (87-а сүрөт). Сфераны айландырганда, банкадагы темир өзөкчөгө жана сууга заряд топтолгон. Заряд сууга гана топтолду деген ойдо өзөкчөнү алып койгусу келген окуучусу Кюнейс биринчи жолу электрдик катуу сокку алган. Бул тажрыйба Голландиянын Лейден шаарында жасалгандыктан, анын урматына заряд топтогучту «лейден банкасы» деп атап коюшкан. Мындай эксперименттер көп жүргүзүлүп, электр зарядын топтогуч айнек эмес экени, зарядды алып жүрүүчүлөр металл пластиналары, суу ж.б. өткөргүчтөр болору, айнек беттерин өткөрбөгүч катары колдонсо болору такталган. Кийин «лейден банкасы» жакшыр-

тылып, айнек банканын ичине жана сыртына калай фольгасы (обкладка) чапталган (87-б сүрөт). Үстүнө жабылган жыгач капкакты көзөп, банкага салынган жез өзөкчө аркылуу калай фольгага көбүрөөк заряд топтоого жана сактоого мүмкүн болгон. Ошондой эле бир нече «лейден банкаларын» бириктирип, андан 20–25 эсе көбүрөөк заряддарды топтой турган алгачкы «батареялар» алынды (87-в сүрөт).

Кийин сфералуу электрдик машинанын ордуна электрофор машинасы пайда болду.

Электрофор машинасы (гр. $\eta\lambda\epsilon\tau\rho\phi\omicron\rho\omicron\varsigma$ – электр алып жүрүүчү) – сүрүлүү аркылуу электр заряддарын пайда кылуучу жана топтоочу түзүлүш.



87-сүрөт

Электрофор машинасы аба боштугу менен бөлүнгөн эки параллель пластикалык дисктен турат (88-сүрөт). Дисктер тутканын жардамы менен карама-каршы багытта айланышат. Жогорку ылдамдыкта айланган дисктер алардын ортосундагы аба катмарына сүрүлүү аркылуу ар кандай белгидеги заряддар менен электрленишет.

Дисктерге тийген металл щёткалардын жардамы менен эки (кызыл, көк) лейден банкасына ар кандай белгидеги электр заряддары топтолот да, ал заряддар сфералык металл өткөргүчтөргө (кондуктор) берилет. Электрофордук машинаны разряддоо үчүн өткөргүчтөрдү туткаларынан кармап, тийиштирүү керек.



88-сүрөт

Эки лейден банкасынан турган электрофор машинасы азыркы күндө да электр кубулуштарын демонстрациялоодо, тажрыйбаларды жасоодо кеңири колдонулат.

Зарядды топтоочу түзүлүштөрдү «конденсатор» деп атоону биринчи жолу 1782-жылы италиялык физик Алессандро Вольта сунуштаган. Лейден банкасы алгачкы конденсатор катары тарыхта калган. «Конденсатор» деген сөз латындын *condensare* – «тыгыздоо», «коюлантуу» жана *condensatio* – «чогултуу» деген сөздөрүнөн алынган.

Азыркы мезгилде конденсаторлордун – заряд топтогучтардын түрлөрү абдан көп, бирок бардыгы лейден банкасы сыяктуу эле ортосу диэлектрик менен бөлүнгөн эки обкладкадан турат.

Модулу боюнча бирдей (чоңдугу бирдей, белгиси карама-каршы) электр заряддарын топтоп алуучу эки өткөргүчтөн (обкладкадан) турган, обкладкаларынын ортосу өткөрбөгүч заттар (диэлектриктер) менен бөлүнгөн система **конденсатор** деп аталат.



89-сүрөт

Конденсаторлордун обкладкаларынын формасына, диэлектригине ж.б. жараша өтө көп түрлөрү бар (89-сүрөт):

1) геометриялык түзүлүшү боюнча: жалпак, цилиндрдик, сфералык конденсаторлор;

2) обкладкаларынын ортосундагы диэлектриктин түрү боюнча: аба, кагаз, керамика, электролиттик, тефлондук ж.б. конденсаторлор;

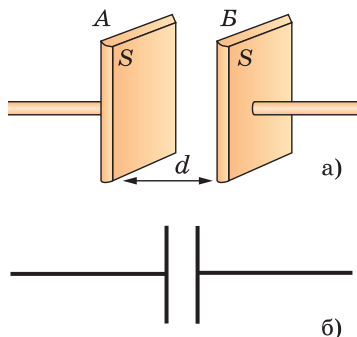
3) конденсатордун корпусунун материалына жараша: керамикалык, пластмасса, металл ж.б. конденсаторлор;

4) конструкциясы боюнча туруктуу жана өзгөрмө сыйымдуулуктагы конденсаторлор.

90-сүрөттө эң жөнөкөй жалпак конденсатор (а) жана анын электр схемаларында сүрөттөлүшү (б) көрсөтүлгөн.

Мында А жана В конденсатордун обкладкалары (өткөргүчтөрдөн, негизинен металлдан жасалат); S – ар бир обкладканын аянты, d – обкладкалардын ортосундагы аралык. Обкладкалардын арасы өткөргөчү аба менен бөлүнгөн.

Жалпак конденсатордун обкладкаларынын сырткы бетине алмак-салмак q зарядын берели. Мында заряд канча эсе чоңойсо, обкладкаларынын арасындагы чыңалуу да ошончо эсе чоңоёт. Бирок, конденсаторго берилген заряддын чыңалууга болгон катышы ар дайым турактуу чоңдук болот ($\frac{q}{U} = \text{const}$). Ал конденсатордун электр сыйымдуулугу деп аталат.



90-сүрөт. Конденсатор жана анын схемада шарттуу белгилениши

Конденсатордун электр сыйымдуулугу – анын электр заряддарын топтоо жана сактап туруу касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Ал конденсатордун зарядынын обкладкаларынын ортосундагы чыңалууга болгон катышы боюнча аныкталат:

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

$U = Ed$ болгондуктан, $C = \frac{q}{Ed}$ деп жазсак да болот.

Конденсатордун электр сыйымдуулугу обкладкалардын беттешкен аянтынын чоңдугуна көз каранды. Чоң сыйымдуулуктагы конденсаторлорду алыш үчүн бир нече конденсаторлорду бири-бирине жарыш туташтырып коюшат. Аны конденсаторлордун батареясы деп аташат.

Конденсаторлор электр тогу менен иштөөчү ар кандай түзүлүштөрдө зарядды топтоп алып, пайдалануу максатында кеңири колдонулат. Мисалы, фотовспышка, микрофон, чөнтөк телефону, фотоаппараттар, электрдик чач алгыч машина ж.б. буюмдардын конденсаторлору атайын заряддоочу

түзүлүштөр аркылуу электр энергиясын топтоп алып, бир топ убакыт бою иштей берет. Энергиясы түгөнгөндө кайрадан заряддап алышат.



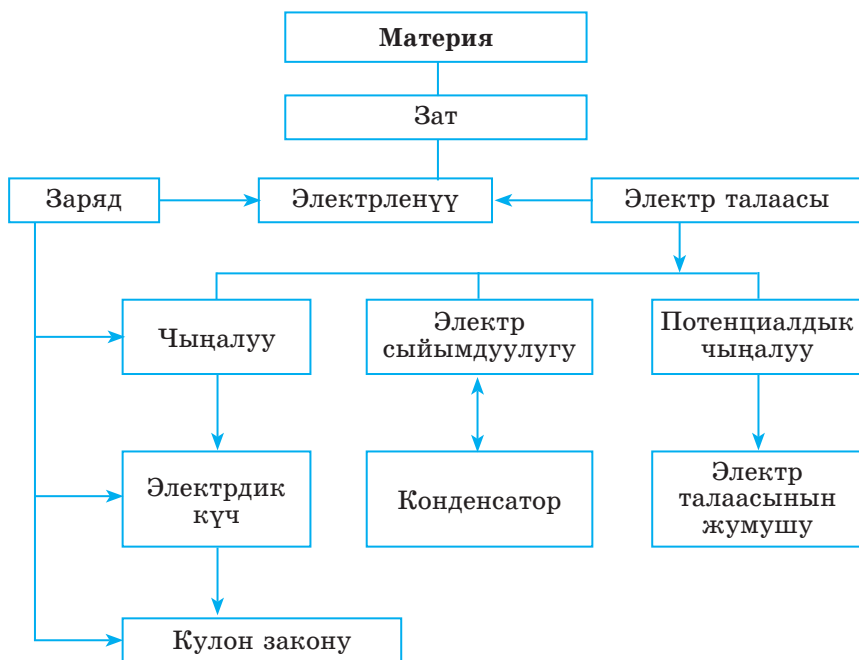
1. Конденсатор деген эмне?
2. Конденсатордун түзүлүшүн айтып бергиле.
3. Конденсатордун сыйымдуулугу эмнеге барабар?
4. Конденсатордун кандай түрлөрү бар?

13-көнүгүү



1. Конденсаторго $2 \cdot 10^{-2}$ Кл заряд бергенде, чыңалуусу 40 вольтко барабар болду. Конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла. (500 мкФ)
2. 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 аныктагыла.
 $(0,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}})$
3. Электр сыйымдуулугу 0,1 мкФ болгон конденсатордун обкладкаларынын ортосундагы потенциалдардын айырмасы 175 В го өзгөрдү. Конденсатордун зарядынын өзгөрүүсүн аныктагыла. ($17,5 \cdot 10^{-6}$ Кл)

II глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы



II глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

1. Электр зарядынын бирдиги:

- А. Кл Б. Ом В. А

2. Атомдун курамы:

- А. ядро, нейтрон
Б. ядро, электрон
В. ядро, протон

3. Ядронун курамы:

- А. протон, нейтрон
Б. протон, электрон
В. нейтрон, электрон

4. Элементтеги протондордун, нейтрондордун, электрондордун санын кантип аныктоого болот?
- А. Заряддын саны аркылуу
 - Б. Менделеевдин таблицасындагы элементтердин катар номери аркылуу
 - В. Микроскоп аркылуу
5. Протондун заряды:
- А. –
 - Б. 0
 - В. +
6. Электрондун заряды:
- А. –
 - Б. 0
 - В. +
7. Нейтрондун заряды:
- А. –
 - Б. 0
 - В. +
8. Жаратылышта заряддардын канча түрү жашайт?
- А. Үч
 - Б. Бир
 - В. Эки
9. Мейкиндиктеги заряддалган нерселердин тегерегинде ... болот.
- А. электрондор
 - Б. электр талаасы
 - В. магнит талаасы
10. Электр талаасынын зарядга аракет жасаган күчүнүн ошол заряддын чоңдугуна болгон катышы ... деп аталат.
- А. электр заряды
 - Б. аткарылган жумуш
 - В. электр талаасынын чыңалышы
11. Кулон закону эмнени аныктайт?
- А. Электр зарядын.
 - Б. Электр талаасынын чыңалышын.
 - В. Заряддардын өз ара аракеттенишүү күчүн.

2-вариант

1. Электрленген нерселердин өз ара аракеттенишүү касиетин мүнөздөөчү чоңдук ... деп аталат.

- А. ток күчү
- Б. электр заряды
- В. электр талаасы

2. Электр талаасынын айланасында пайда болуп, башка заряддарга күч таасир этүүчү материянын түрү – ...

- А. электр тогу.
- Б. электр заряды.
- В. электр талаасы.

3. Атомдо ... саны бирдей?

- А. протондор менен нейтрондордун
- Б. протондор менен электрондордун
- В. нейтрондор менен электрондордун

4. Электроскоп менен электрометрдин айырмачылыгы эмнеде?

- А. Экөөнүн айырмасы жок.
- Б. Электроскоп нерсенин заряддалганын аныктайт.
- В. Электрометр заряддын чоңдугун өлчөйт.

5. Бирдей аттуу заряддар ...

- А. аракеттенишпейт.
- Б. тартылышат.
- В. түртүлүшөт.

6. Түрдүү аттуу заряддар ...

- А. аракеттенишпейт.
- Б. тартылышат.
- В. түртүлүшөт.

7. Кулондун закону төмөнкүдөй жазылат:

А. $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

Б. $I = \frac{U}{R}$.

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

8. Электрдик чыңалыш менен чыңалууну байланыштырган формула: ...

А. $A = q \cdot E \cdot d.$

Б. $I = \frac{U}{R}.$

В. $E = \frac{U}{d}.$

9. Электр талаасынын бирдик зарядды которууда аткарган жумушу ... барабар?

А. электр талаасынын чыңалуусуна

Б. ток күчүнө

В. электрдик каршылыкка

10. Нерсенин электрдик потенциалын бир бирдикке өзгөртүү үчүн зарыл болгон заряддын чоңдугу ... билдирет?

А. электрдик чыңалууну

Б. электр сыйымдуулугун

В. электрдик чыңалышты

11. Лейден банкасынын негизги кызматы – ...

А. ичине суу куюлат.

Б. электр зарядын топтойт.

В. электрофор машинасына туташтырылат.

ТУРАКТУУ ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 32. Электр тогу. Электр тогунун булактары. Өткөргүчтөр

-  1. Электр тогу
2. Ток булактары
3. Электр тогун өткөрүүчүлөр
4. Токту керектөөчүлөр

Электр тогунун адамдын күнүмдүк жашоосундагы ролу өтө чоң экенин билебиз. Электр лампочкасы, электр жылыткычы (плита), кир жуугуч машина, кондиционер, телевизор, микротолкундуу меш, уюлдук телефондор, компьютер ж.б. техникалар электр тогунун жардамында иштейт.

«Ток» деген термин орус тилинде *багыттуу кыймыл* же *агым* дегенди түшүндүрөт. Мисалы, абанын кыймылы, суунун агымы болот. Ошондой эле адамдардын көпчүлүк тобу да бир тараптуу кыймылдаса адамдардын агымы дешет.

Эгер «электр», «заряд» деген терминдер бир эле маанини – заряддалган нерсе же бөлүкчө дегенди билдирерин эске алсак, анда «электр тогу» деген сөз «заряддардын агымы» же «заряддалган бөлүкчөлөрдүн кандайдыр бир багыттагы кыймылы» дегенди түшүндүрөт.

Эми электр тогун алууну же заряддалган бөлүкчөлөрдү кантип багыттуу кыймылга келтирүүнү карап көрөлү.

Ал үчүн электрдин (заряддын) пайда болушун талдайлы. Кайра эле айнек жана эбонит таякчаларын алалы. Кадимки шартта алар нейтралдуу – электрдик жактан тең салмактуу абалда болот (91-а сүрөт). Мурдагыдай эле айнекти жибекке сүргүлөп терс заряддайлы, эбонитти жүнгө сүргүлөп оң заряддайлы. Айнекти жибекке сүргөндө жибек электрондорун жоготуп, айнек таякча ашыкча электрондорду топтоп, терс заряддалат.

Ал эми эбонит таякчасын жүнгө сүргөндө жүн эбониттин электрондорун көбүрөөк бөлүп кетет да, эбонитте электрон азайып, ал оң заряддалат. Ошентип аларда электрдик тең салмактуулук бузулуп, таякчалар заряддалган нерсеге айланып, айланасында электр талаалары пайда болот (91-б сүрөт).

Жаратылышта бардык нерселер тең салмактуу абалга умтулат (Физика, 7-класс). Ошол сыяктуу заряддалган таякчаларды металл өткөргүчү менен туташтырсак, электрондору ашыкча болуп жаткан тараптан жетишсиз болуп жат-



91-сүрөт

кан тарапка бат эле өтүп кетет. Б.а. айнектен эбонитти көздөй электрондордун агымы келип чыгат (91-в сүрөт). Демек, электр тогу пайда болот.

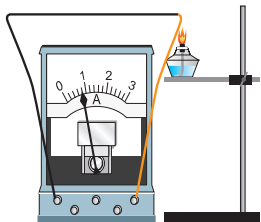
Өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы **электр тогу** деп аталат. Металл өткөргүчтөрүндө заряддуу бөлүкчөлөр **электрондор** болот.

Албетте, бул тажрыйбада пайда болгон ток өтө эле кыска убакытта болот. Туруктуу токтун алыш үчүн эмне кылуу керек? Өткөргүчтө токтун үзгүлтүксүз болуп турушу үчүн, анда ар дайым электр талаасында болушу керек.

Өткөргүчтө электр талаасын пайда кылып туруучу түзүлүштөр **электр тогунун булагы** деп аталат.



92-сүрөт



93-сүрөт



94-сүрөт



95-сүрөт

Электр тогунун ар кандай булактарында кандайдыр бир энергия сөзсүз электр энергиясына айланат. Мисалы, биз жогоруда таякчаларды сүргүлөп, механикалык энергияны электр энергиясына айландыргандай эле:

- электрофор машинасы механикалык энергияны электр энергиясына айландырат (92-сүрөт);
- термоэлемент жылуулук энергиясын электр энергиясына айландырат (93-сүрөт);
- фотоэлемент жарык энергиясын электр энергиясына айландырат (94-сүрөт);
- гальваникалык элемент химиялык реакциянын натыйжасында пайда болуучу ички энергияны электр энергиясына айландырат (95-сүрөт).

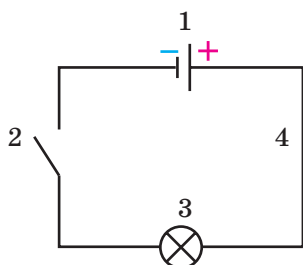
Берилген электр тогунун булактарынын бардыгында оң жана терс заряддалган бөлүкчөлөрдүн бөлүнүүсү ишке ашат. Ал заряддар ток булагынын уюлдарына: бир уюлуна – оң заряддар; экинчи уюлуна – терс заряддар топтолот. Эгер ток булагынын оң жана терс уюлун металл өткөргүч аркылуу туташтырсак, өткөргүчтө электр тогу пайда болот. Уюлдардагы электр талаасынын күчүнө жараша кыскараак же узун өткөргүчтөр тандалат. Эгер уюлдарда электр талаасы күчтүү болсо, аны кыска өткөргүч менен, б.а. чукул туташтырып алсак, күйүп кетүү коркунучу туулат.

Токту керектөөчү куралдардын иштеши үчүн алар ток булагына өткөргүчтөр аркылуу бириктирилет. Куралдардын нормалдуу иштешин камсыз кылуу үчүн атайын жөнгө салуучу түзүлүштөр колдонулат. Мисалы, электр лампочкасын мезгил-мезгили менен өчүрүп, күйгүзүп туруу үчүн атайын ажыраткыч-кошкучтар колдонулат.

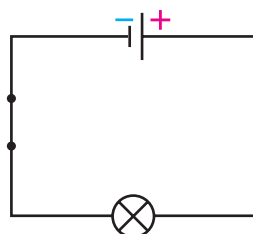
Ал эми ар кандай түзүлүштөрдү электр тогуна кошуп же ажыратып туруу үчүн кнопкалар, рубильниктер, ачкычтар пайдаланылат. Ошентип, электр энергиясын турмушта пайдалануу үчүн электр чынжырлары түзүлөт.

Ток булагын, керектөөчүлөрдү жана жөнгө салуучу түзүлүштөрдү бириктирип (электрдик буюмдарды куралдарды ж.б.) турган тизмек **электр чынжыры** деп аталат.

96-сүрөттө жөнөкөй чынжыр – чөнтөк фонарынын схемасы көрсөтүлгөн. Мында: 1-ток булагы; 2-ажыраткыч; 3-электр лампочкасы (керектөөчү); 4-туташтыруучу зымдар. Чынжырда ар дайым ток болуп турушунун бирден-бир шарты – чынжыр туюк болушу керек (97-сүрөт).



96-сүрөт. Туюк эмес электр чынжыры (электр тогу өтпөйт)

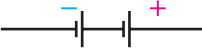
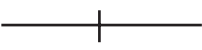
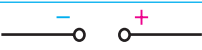
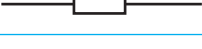
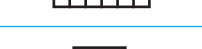


97-сүрөт. Туюк электр чынжыры (электр тогу өтөт)

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 (5-таблица).

**Электр чынжырындагы куралдардын жана
түзүлүштөрдүн схемадагы шарттуу белгилениши**

	— турактуу токтун булагы – гальваникалык элемент
	— гальваникалык элементтердин батареясы
	— өткөргүчтөрдүн бириктирилиши
	— өткөргүчтөрдүн бириктирилбей эле кесилиши
	— өткөргүчтөрдү бириктирүүчү клеммалар
	— туташтыргыч, же ажыраткыч
	— электр лампасы
	— электр коңгуроосу
	— электр каршылыгы (резистор)
	— электр менен жылый турган курал
	— электр сактагыч (предохранитель)
	— турактуу сыйымдуулуктагы конденсатор
	— гальванометр – кичине маанилердеги турактуу электр тогунун күчүн өлчөөчү сезгич курал

Жогоруда мисал келтирилген электрофор машинасы, термоэлемент, фотоэлемент ж.б. турактуу токтун булактары болушат. Ал эми турмушта өтө кеңири колдонулуп жаткан ГЭСтерден алынган ток **өзгөрмө ток** деп аталат. Өзгөрмө токто заряддуу бөлүкчөлөр бир багытта эмес, өзгөрмөлүү кыймылдашат.

Мисалы, кол кармашып алышып, балатыны бир гана багытта тегеренип басып же чуркап жүргөн балдардын кыймылы турактуу токтун (балдар – электрондорду) элестетет. Ал эми эки кадам оңго, бир кадам солго, дагы эки кадам

оңго, бир кадам солго кыймылдашса, мындай кыймылды өзгөрмө токко окшоштурууга болот.

Турактуу ток менен өзгөрмө ток жаратылышы жана күчү боюнча гана айырмаланышпаса, алардын касиеттери дээрлик бирдей.



1. Электр тогу деген эмне жана аны алыш үчүн кандай шарттар керек?
2. Ток булагынын ар кандай түрлөрү жөнүндө өз оюңарды айтып бергиле.
3. Электр чынжырында ток булагынын орду жана мааниси кандай?

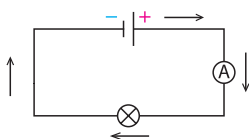
§33. Токтун багыты. Ток күчү. Амперметр



1. Токтун багыты
2. Ток күчү
3. Ток күчүн өлчөөчү курал

Электр талаасы терс заряддуу электрондорду эле эмес, оң заряддуу бөлүкчөлөрдү – оң иондорду да которот. Мисалы, гальваникалык элементтерде оң жана терс иондор электр талаасында багыттуу кыймылга келет.

Ошондуктан токтун багыты катары шарттуу түрдө оң заряддардын кыймылынын багыты кабыл алынган. Демек, электр чынжырларында токтун багыты (+)тан (-)ту көздөй жебе (→) коюлуп белгиленет.



98-сүрөт

Чынжырдагы токтун багыты ток булагынын оң уюлунан терс уюлуна карай багытталышын билүү өзгөчө мааниге ээ. Мисалы, 98-сүрөттө чынжырдагы токтун багыты жебе аркылуу көрсөтүлгөн.

Токтун аракетинин даражасын мүнөздөө үчүн «ток күчү» деген атайын чоңдук киргизилген.

Өткөргүчтүн кесилиш аянты аркылуу убакыт бирдиги ичинде өткөн заряддардын санын көрсөтүүчү физикалык чоңдук **ток күчү** деп аталат. Ал I тамгасы менен белгиленет.

Ток күчүнүн формуласы:

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

мында q – заряд, t – убакыт.

Ток күчүнүн бирдиги үчүн 1 ампер (А) алынат. Ал токтун закон ченемдерин ачууга зор салым кошкон, француз окумуштуусу Андре Мари Ампердин урматына коюлган:

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

Турмушта ток күчүнүн төмөнкүдөй бирдиктери колдонулат:

1 мА (миллиампер) = 0,001 А

1 мкА (микроампер) = 0,00000 А

1 кА (килоампер) = 1000 А

Чынжырдагы ток күчүн өлчөөчү курал **амперметр** деп аталат.

Төмөндө демонстрациялык (99-сүрөт), лабораториялык (100-сүрөт) амперметрлердин сырткы көрүнүшү жана электр схемасындагы белгилениши (101-сүрөт) көрсөтүлгөн. Азыркы учурда шкалалуу амперметрлерден сырткары санарип-

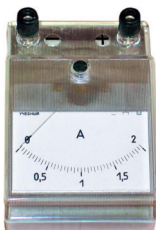


**Ампер Андре
Мари**
(1775–1836)

Француз физиги
жана математиги.
Электрдик
жана магниттик
кубулуштардын
теориясын ачкан.



99-сүрөт.



100-сүрөт.

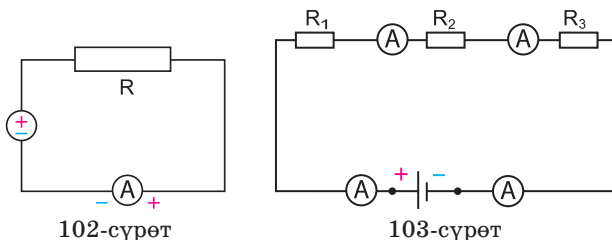


101-сүрөт.

тик амперметрлер да колдонулат. Аларда ток күчү шкала аркылуу эмес, сандык көрсөткүч аркылуу берилет.

Амперметр электр чынжырына удаалаш туташтырылат (102-сүрөт). Амперметрдин клеммаларында + жана – белгилери коюлат. Ар дайым ток булагынын оң уюлунан келген өткөргүчтү амперметрдин + менен белгиленген оң

уюлуна бириктирүү керек. Эгер чынжырдын ар кандай бөлүгүнө бир нече амперметрди туташтырсак (103-сүрөт), алардын бардыгы бирдей ток күчүн көрсөтөт.



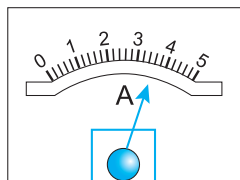
Өткөргүч аркылуу 1 секундада өткөн заряддардын саны бирдей. Амперметрдин шкаласы, шкаланын баасы, ток күчүнүн мааниси башка өлчөөчү куралдардагыдай эле аныкталат.

- T?**
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 билдирет?
 8. Амперметр деген эмне?
 9. Амперметр электр чынжырына кандайча туташтырылат?
 10. Амперметрдин кандай түрлөрүн билесиңер?

14-көнүгүү



1. Электр плитасынын чынжырында ток күчү 1,4А. Анын спиралынын кесилиш аянты аркылуу 10 минутада кандай электр заряды өтөт? (840 Кл)
2. 1000мА; 120мА; 30000мкА; 5кА амперге айландыргыла.
3. Электр лампочкасынын зымы боюнча 1 минутада 24Кл электр заряды өтөт. Ток күчүн аныктагыла. (0,4 А)
4. 103-сүрөттөгү амперметрдин шкаласынын баасы кандай?
5. 104-сүрөттөгү амперметр көрсөткөн ток күчүнүн мааниси эмнеге барабар?



104-сүрөт

§ 34. Электрдик чыңалуу. Вольтметр

- ? 1. Электрдик чыңалуу
2. Электрдик чыңалууну өлчөө

Электр тогу – заряддалган бөлүкчөлөрдүн багыттуу кыймылы. Ал эми заряддалган бөлүкчөлөр ток булагында түзүлгөн электр талаасынын таасиринде кыймылга келет. Алардын кыймылынын багыттуу болушу жана токтун күчүнүн чоң же кичине болушу электр талаасынын энергиясына байланыштуу. Электр талаасынын энергиясы электр талаасындагы потенциалдардын айырмасына, б.а. чыңалууга жараша болот.

Электрдик чыңалуу ар дайым электр талаасы аткарган жумуш боюнча аныкталат. Себеби заряддалган бөлүкчөлөр өткөргүч аркылуу кыймылга келип, которулганда электр талаасы жумуш аткарган болот. Электр талаасынын аткарган жумушу заряддалган бөлүкчөлөрдүн которулууга чейинки жана которулуп жеткен чекиттериндеги электр талаасынын потенциалдарынын айырмасына барабар (§ 29).

Бирдик зарядды өткөргүчтүн бир чекитинен экинчисине которууда электр талаасынын аткарган жумушун мүнөздөөчү физикалык чоңдук **электрдик чыңалуу** деп аталат.

Ал төмөнкү формула боюнча аныкталат:

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

Чыңалуунун бирдиги үчүн 1 вольт (В) алынган.

Өткөргүч боюнча 1 Кл зарядды которууда электр талаасы 1 Дж жумуш аткарсa, ал талаанын чыңалуусу 1 вольт (1 В) болот.

Практикада чыңалуунун вольттон башка да эселик жана үлүштүк бирдиктери колдонулат. Алардын өз ара байланыштары төмөнкүчө мүнөздөлөт.

Эселик бирдиктер	Үлүштүк бирдиктер
1 декавольт (1деВ) = 10В	1 децивольт (1дВ) = 0,1В
1 гектавольт (1гВ) = 100В	1 сантивольт (1сВ) = 0,01В
1 киловольт (1кВ) = 1000В	1 милливольт (1мВ) = 0,001 В

Күндөлүк турмушубузда колдонулуп жүргөн электр батареяларындагы чыңалуу 1,5–3В болсо, жарык берүүчү тармактагы чыңалуу 220В болот. Ал эми электр энергиясын алыс аралыкка берүүчү жогорку вольттуу линияларда чыңалуу болжол менен 500 000 Вго барабар.

Жогорку чыңалуу адамдын өмүрү үчүн өтө коркунучтуу. Мисалы, жогорку вольттуу линиянын бир зымы менен жердин ортосундагы чыңалуу 100 000 В болсун дейли. Эгер кандайдыр бир өткөргүч менен ал зымды жерге туташтырсак, 1 Кл заряд өткөндө 100 000 Дж жумуш аткарылат. Бул массасы 1 000 кг нерсе 10 м бийиктиктен кулап түшкөндөгү аткарылган жумушка барабар. Албетте, бул өтө коркунучтуу. Ошондуктан ток менен иштегенде өтө сактык талап кылынат. Нымдуу бөлмөдө 12 В, ал эми кургак бөлмөдө 36 В адамдын өмүрүнө анча зыян алып келбейт.

Ток булагынын уюлдарындагы же чынжырдын ар кандай бөлүктөрүндөгү чыңалуу **вольтметр** менен өлчөнөт. Вольтметрдин бетинде «V» тамгасы жазылган. 105-сүрөттө демонстрациялык, 106-сүрөттө лабораториялык вольтметрдин сырткы көрүнүшү берилген. Ал эми схемада белгилениши 107-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Вольтметр электр чынжырына жарыш туташтырылат. Ток булагынын уюлдарындагы чыңалууну өлчөө үчүн вольтметр



105-сүрөт

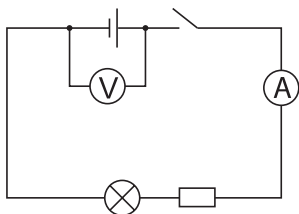


106-сүрөт

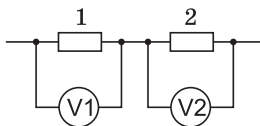


107-сүрөт

түздөн-түз ток булагына туташтырылат (108-сүрөт). Чынжырдын ар кандай бөлүгүндөгү чыңалууну өлчөө үчүн, вольтметрди ошол бөлүктүн учтарына туташтыруу керек (109-сүрөт).



108-сүрөт



109-сүрөт



1. Электр чыңалуусу электр талаасынын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Электр чыңалуусу деген эмне?
3. Чыңалуунун бирдиги үчүн эмне алынат?
4. 1 В эмнени билдирет?
5. Чыңалуунун вольттон башка дагы кандай бирдиктери бар?
6. Чыңалуу кандай куралдын жардамы менен өлчөнөт?
7. Чынжырдын бөлүгүндөгү чыңалууну өлчөө үчүн вольтметрди кандай туташтыруу керек?
8. Ток булагынын чыңалуусун өлчөө үчүн вольтметрди кандай туташтыруу керек?

15-көнүгүү



1. Лампочканын чыңалуусу 3,5 В. Ал аркылуу канча электр заряды өткөндө 84 Дж жумуш аткарылат? (24 Кл)
2. 1000 мВ; 15 кВ; 160 мВ; 3,5 кВ вольтко айландыргыла.
3. Ток булагы, ажыраткыч, лампочка, амперметр жана вольтметр берилген. Ток булагындагы чыңалууну өлчөгөн учурдагы чынжырдын схемасын чийгиле.
4. Вольтметрдин иштөөсү токтун кандай аракетине негизделген деп ойлойсуңар?

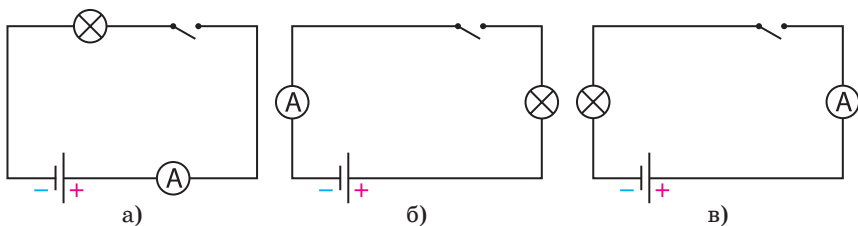
§ 35. Электр чынжырынын ар кандай бөлүгүндөгү ток күчүн жана чыңалууну өлчөө. 3-лабораториялык иш

Иштин максаты: электр чынжырын түзүүгө жана 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.

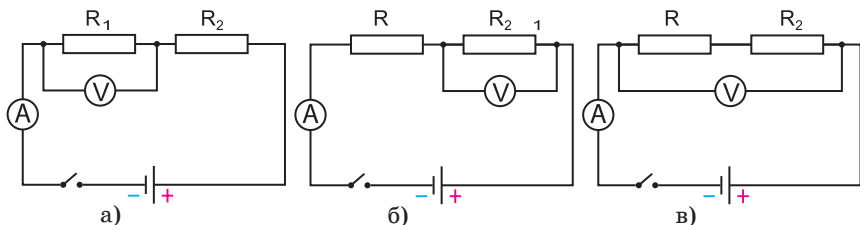
Ишке көрсөтмө:

1. 110-а, б, в сүрөттөрү боюнча электр чынжырын чогултуп, анын ар бириндеги ток күчүн өлчөгүлө. Амперметрдин көрсөтүүсүн салыштырып, жыйынтык чыгаргыла.



110-сүрөт. Чынжырдын ар кандай бөлүгүндө ток күчүн өлчөө

2. 111-а, б, в сүрөттөр боюнча электр чынжырын чогултуп, ар бир учур үчүн чыңалууну өлчөгүлө. Вольтметрдин көрсөтүүсү боюнча жыйынтык чыгаргыла.



111-сүрөт. Чынжырдын ар кандай бөлүгүндө чыңалууну өлчөө



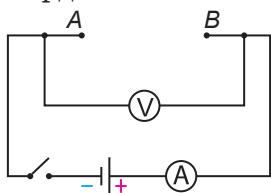
1. Чынжырдын ар кандай бөлүгүнө амперметрди туташтырып, эмнени байкадыңар?
2. Чынжырдын ар кандай бөлүгүндөгү чыңалууну өлчөп, кандай жыйынтыкка келдиңер?
3. Электр чынжырына амперметр удаалаш, вольтметр жарыш туташтырылат. Эмне үчүн?

§ 36. Өткөргүчтүн электрдик каршылыгы. Салыштырма каршылык

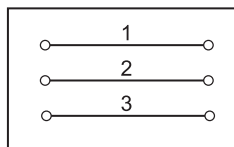
1. Өткөргүчтүн каршылыгы
2. Салыштырма каршылык
3. Өткөргүчтүн каршылыгынын оң жана терс жактары

Электр тогун мүнөздөй турган чоңдуктар: ток күчү (I) жана чыңалуу (U). Токтун күчү ток булагынын уюлдарындагы чыңалуудан жана өткөргүчтүн ар кандай чекитиндеги потенциалдардын айырмасынан көз каранды. Практикада чынжырдагы токтун күчү өткөргүчтүн касиетинен да көз каранды экендиги байкалган. Чынжырдагы ток күчү өткөргүч кандай заттан жасалганынан көз каранды экенин аныкташ үчүн 112-сүрөттөгү схеманы чогулталы. Схеманын AB бөлүгүнө 113-сүрөттө көрсөтүлгөн өткөргүчтөрдү катары менен бириктирип, амперметрдин көрсөтүүсүнө байкоо жүргүзөбүз.

113-сүрөттөгү жыгач тактасынын бетине үч түрлүү металл зым бекитилген. Биринчиси – темир зым, экинчиси – никелин зым, үчүнчүсү – жез зым. Алардын узундугу жана кесилиш аянттары бирдей.



112-сүрөт



113-сүрөт

Алгач темир зымды чынжырдын AB бөлүгүнө бириктирип, амперметрдин көрсөтүүсүн жазып алабыз. Андан кийин чынжырга никелин зымын бириктирсек, амперметр ток күчүнүн мурдагыдан азайгандыгын көрсөтөт. Эгер чынжырга жез зымды кошсок, ток күчү эки учурдагыдан бир нече эсе жогорулайт. Ал эми AB бөлүгүнүн учтарындагы чыңалуу үч учурда тең бирдей болорун вольтметр көрсөтүп турат. Мындан чынжырдагы ток күчү өткөргүчтүн материалынан көз каранды деген жыйынтык келип чыгат. Ал ар кандай өткөргүч токтун өтүшүнө ар башкача таасир этет дегенди билдирет.

Өткөргүчтүн электр тогунун өтүшүнө тоскоолдук келтирүү касиетин мүнөздөөчү физикалык чоңдук **электрдик каршылык** деп аталат.

Ал R тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 Ом алынат (ал немец физиги Георг Омдун урматына коюлган).

Дээрлик бардык электр куралдарында жана электр чынжырларында токту өтүшүнө каршылык көрсөтүү үчүн каршылыгы аныкталган өткөргүчтөр – резисторлор кеңири колдонулат.

Белгилүү маанидеги электрдик каршылыкка ээ болгон курал **резистор** деп аталат. Ал латындын «*resisto* – каршылык көрсөтүү» деген сөзүнөн алынган.

Электрдик каршылыгын өзгөртүүгө (чоңойтуп же кичирейтүүгө) ыңгайлаштырылган курал **реостат** деп аталат.

Каршылыктын Омдон чоң жана кичине да бирдиктери колдонулат:

1 мОм (миллиом) = 0,001 Ом

1 кОм (килоом) = 1 000 Ом

1 МОм (мегаом) = 1 000 000 Ом.

Электр каршылыгынын болушунун себеби эмнеде? Электрондор өткөргүч боюнча кыймылга келгенде кристаллдык торчолордун иондору менен кагылышып, тоскоолдукка учурайт. Анын натыйжасында өткөргүчтүн кесилиш аянты боюнча 1 секундада өткөн электрондордун саны азаят. Бул токту күчү азаят дегенди билдирет.

 Өткөргүчтү түзгөн кристаллдык торчолордун түзүлүшүнө жараша, ар кандай өткөргүчтөр ар башка каршылыкка ээ. Электр каршылыгы анын материалынын тегинен сырткары, өткөргүчтүн узундугунан жана кесилиш аянтынан да көз каранды. Муну далилдеш үчүн, 112-сүрөттөгү схема боюнча электр чынжырын чогулталы. Чынжырдын AB бөлүгүнө ар

кандай өткөргүчтөрдү туташтырганда төмөнкү үч учурдун болушу мүмкүн:

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

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

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

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

Тажрыйбанын жыйынтыгы:

1. Кесилиш аянттары бирдей никелин өткөргүчтөрүнүн кайсынысы узун болсо, ошонун каршылыгы чоң болот. Өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугуна түз пропорциялаш: $R \sim l$.

2. Узундуктары бирдей никелин өткөргүчтөрүнүн кайсынысы жоон болсо, ошонусунун каршылыгы кичине болот. Өткөргүчтүн каршылыгы анын кесилиш аянтына тескери пропорциялаш: $R \sim \frac{1}{S}$.

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.

Жыйынтыктаганда: электр каршылыгы өткөргүчтүн узундугуна **түз**, кесилиш аянтына **тескери** пропорциялаш экени жана өткөргүчтүн затынан көз карандылыгы такталган:

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

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

Узундугу 1 м жана кесилиш аянты 1 мм^2 болгон өткөргүчтүн каршылыгы берилген **өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы** деп аталат. Ал ρ (ρ_0) тамгасы менен белгиленет.

Салыштырма каршылык төмөнкү формула боюнча аныкталат:

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

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

6-таблица

Өткөргүчтөрдүн салыштырма каршылыгы

Заттар	$\rho \cdot (10^{-6}\text{ Ом} \cdot \text{м})$	Заттар	$\rho \cdot (10^{-6}\text{ Ом} \cdot \text{м})$
Алюминий	0,028	Темир	0,10
Вольфрам	0,055	Коргошун	0,21
Константан	0,480	Никелин	0,40
Жез	0,017	Нихром	1,1
Күмүш	0,016	Манганин	0,43
Алтын	0,024	Фарфор	10



1. Өткөргүчтүн каршылыгы деген эмне?
2. Өткөргүчтүн каршылыгы анын узундугунан жана кесилиш аянтынан кандайча көз каранды?
3. Электр каршылыгынын өткөргүчтүн узундугунан, кесилиш аянтынан жана заттын тегинен болгон көз карандылыгын аныктоочу тажрыйбаны айтып бергиле. Аны демонстрациялагыла.

16-көнүгүү



1. Кыска жез зымын чоюп, эки эсе узартсак, анын каршылыгы кандай өзгөрөт?
2. Кесилиш аянты 2 мм^2 жез зымынын узундугу 1 км . Каршылыгын аныктагыла. ($8,5\text{ Ом}$)

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?

§ 37. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын аныктоо. 4-лабораториялык иш

Иштин максаты: өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын аныктоону үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: анча узун эмес никелин (нихром, константан) зымы, сызгыч, штангенциркуль, батарея, амперметр, вольтметр, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар.

Ишке көрсөтмө

1. Өткөргүчтүн узундугун өлчөө.
2. Өткөргүчтүн кесилиш аянтын өлчөө.
3. Берилген куралдарды жана материалдарды пайдаланып, электр чынжырын чогултуу.
4. Чынжырдагы ток күчүн өлчөө.
5. Өткөргүчтүн учтарындагы чыңалууну өлчөө.
6. Ом закону боюнча өткөргүчтүн каршылыгын аныктоо.
7. Өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгын аныктоо.
8. Өлчөөдөн алынган маалыматтарды таблицага түшүрүү.

Өткөргүч	$l,$ м	$S,$ мм ²	$I,$ А	$U,$ В	$R,$ Ом	ρ Ом · мм ² /м

9. Жыйынтык чыгаруу.

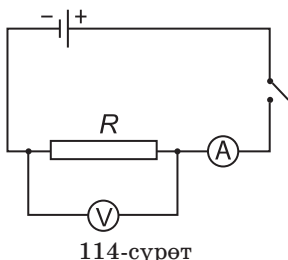


1. Лабораториялык иштен эмнелерди байкадыңар?
2. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы эмнеден көз каранды?
3. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы анын узундугуна түз, туурасынан кесилиш аянтына тескери пропорциялуу көз карандылыкта болушунун себебин түшүндүрүп бергиле?

§ 38. Электр чынжырынын бөлүгү үчүн Ом закону



1. Электр тогун мүнөздөөчү чоңдуктар
2. Алардын байланышы
3. Ом закону жана анын мааниси

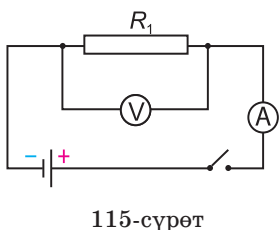


Ток булагы катары батарея пайдаланылат.

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

Мындан, өткөргүчтөгү ток күчү анын учтарындагы чыңалууга түз пропорциялаш деген тыянак келип чыгат: $I \sim U$.



Эми чыңалуу турактуу кезинде ток күчүнүн каршылыктан көз карандылыгын карап көрөлү. 115-сүрөттөгү электр чынжырын чогулталы.

Алгач каршылыгы 1 Ом болгон өткөргүчтү, андан кийин ирети менен каршылыгы 2 Ом, 4 Ом болгон өткөргүчтөрдү чынжырга туташтырабыз. Ар бир учурда чынжырдын каршылык туташкан бөлүгүндөгү чыңалууну жана чынжырдагы ток күчүн өлчөп, жыйынтыгын таблицага жазабыз.

Таблицада берилгендей, чыңалуу 2 В болсо, 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 4 Ом болсо, ток күчү (1А) 0,5А болот. Үч тажрыйбада тең өткөргүчтөрдүн учтарындагы чыңалуу бирдей (2В) болду.

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

Демек, өткөргүчтөгү ток күчү анын каршылыгына тескери пропорциялаш: $I \sim \frac{1}{R}$.

Эки тажрыйбанын жыйынтыгын жалпылап, төмөндөгүдөй корутундуга келебиз:

Чынжырдын бөлүгүндөгү ток күчү ал бөлүктүн учтарындагы чыңалууга түз, ал эми өткөргүчтүн электрдик каршылыгына тескери пропорциялаш, б.а.:

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

Бул законду жогорудагы тажрыйбалардын негизинде 1827-жылы немец физиги Георг Ом ачкандыктан **Ом закону** деп аталат.

Ом закону негизги физикалык закондордун бири болуп эсептелет. Жогорудагы формуладан: $U = IR$ алынат. Демек, ток күчү жана каршылык белгилүү болсо, чыңалуунун маанисин табууга болот. Ал эми $R = \frac{U}{I}$ формуласы менен өткөргүчтүн каршылыгынын сан маанисин жана бирдигин $\left(1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}}\right)$ аныктайбыз.



Ом Георг
(1787–1854)

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



1. Ом закону кайсы үч чоңдуктун ортосундагы байланышты көрсөтөт?
2. Ом законунун физикалык маанисин түшүндүргүлө.

17-көнүгүү



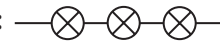
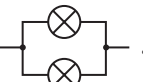
1. Электр чынжырына 36 В чыңалуу берилет. Чынжырда каршылыгы 12 Ом спираль бар. Андагы ток күчүн аныктагыла. (3 А)
2. Электр лампасындагы ток күчү 0,8 А. Ал эми лампанын каршылыгы 275 Ом. Лампа кандай чыңалууда нормалдуу күйөт? (220 В)
3. 150 вольтко эсептелген вольтметрдеги ток күчү 0,01 А ден ашпаса, анын каршылыгы эмнеге барабар? (15 000 Ом)
4. Узундугу 15 м, кесилиш аянты $0,55 \text{ мм}^2$ 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 болот. Ошол эле өткөргүчтө ток күчү 0,8 А болуш үчүн, чыңалуу кандай болуш керек? (4 В)

§ 39. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтыруу



1. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу
2. Өткөргүчтөрдү жарыш туташтыруу
3. Эки түрдө туташтырууда жалпы каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн аныктоонун жолдору

Үйдүн ар бир бөлмөсүндөгү лампочкалар ток булагына жана бири-бирине өз ара туташтырылган. Электрди көп керектөөчү куралдарды да бири-бирине ар кандай жол менен туташтырышат. Туташтыруунун эки жолу бар:

- удаалаш туташтыруу:  ;
- жарыш туташтыруу:  .

Ар бир туташтыруудан чынжырдагы жалпы каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн аныктоонун жолдорун карап көрөлү.

I. Каршылыктын мааниси

Эки өткөргүч ($R_1 = 5\text{ Ом}$, $R_2 = 5\text{ Ом}$) биринчи учурда удаалаш, ал эми экинчи учурда жарыш туташтырылсын дейли. Анда жалпы **каршылыкты** табалы.

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

$$R = R_1 + R_2$$

$$R = R_1 + R_2 = 5\text{ Ом} + 5\text{ Ом} = 10\text{ Ом}$$

б) Эки өткөргүч жарыш туташтырылса, жалпы каршылык төмөнкү формула боюнча аныкталат:

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

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

$$R_1 R_2 = R R_2 + R R_1;$$

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

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

Эгер каршылыктардын маанисин $R_1 = 5\text{ Ом}$, $R_2 = 5\text{ Ом}$ деп алсак, анда жалпы каршылык төмөнкүдөй болот:

$$R = \frac{5\text{ Ом} \cdot 5\text{ Ом}}{5\text{ Ом} + 5\text{ Ом}} = \frac{25\text{ Ом}^2}{10\text{ Ом}} = 2,5\text{ Ом}$$

Демек, жарыш туташтырганда каршылыктары бирдей эки өткөргүчтүн жалпы каршылыгы эки эсе азаят.

II. Чыңалуунун мааниси

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

$$U = U_1 + U_2.$$

б) Жарыш туташтырууда чынжырдын бардык бөлүгүндө чыңалуу бирдей:

$$U = U_1 = U_2.$$

III. Ток күчүнүн мааниси

а) Удаалаш туташтырууда чынжырдын бардык бөлүгүндө ток күчү бирдей:

$$I = I_1 = I_2.$$

б) Жарыш туташтырууда чынжырдагы жалпы ток күчү анын ар бир бөлүгүндөгү ток күчүнүн суммасына барабар:

$$I = I_1 + I_2.$$

Берилген закон ченемдүүлүктөр удаалаш же жарыш туташтырылган бардык өткөргүчтөргө таандык. Алар туташтырылуучу куралдардын түрүнө же санына карабастан, бардык учурда пайдаланылат.



1. Кандай туташтырууну удаалаш туташтыруу дейбиз? Схемасын чийип көрсөткүлө.
2. Кандай туташтырууну жарыш туташтыруу дейбиз? Схемасын чийип көрсөткүлө.
3. Удаалаш жана жарыш туташтыруу учурунда өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгын кантип аныктайбыз?
4. Удаалаш жана жарыш туташтыруу учурунда чыңалууну жана ток күчүн кантип аныктайбыз?

18-көнүгүү



1. Электр чынжырына каршылыктары 4 Ом жана 6 Ом болгон эки өткөргүч удаалаш кошулган. Ток күчү 0,2 А. Ар бир өткөргүчтөгү чыңалууну жана жалпы чыңалууну тапкыла. ($U_1 = 0,8 \text{ В}$; $U_2 = 1,2 \text{ В}$; $U = 2 \text{ В}$)
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. Булардын баары удаалаш туташтырылган. Бул чынжырдын схемасын чийгиле. Ток күчүн жана ар бир керектөөчүдөгү чыңалууну аныктагыла. ($I = 0,32 \text{ А}$; $U_1 = 4,38 \text{ В}$; $U_2 = 0,9 \text{ В}$; $U_3 = 0,6 \text{ В}$)
3. Каршылыктары 20 Ом го барабар болгон эки өткөргүч жарыш туташтырылган жана ал 6 В берүүчү батареяга бириктирилген. Ар бир өткөргүчтөгү жана жалпы чынжырдагы ток күчүн эсептегиле. ($I_1 = 0,3 \text{ А}$; $I_2 = 0,3 \text{ А}$; $I = 0,64 \text{ А}$)

§ 40. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтырууда токтун күчүн жана чыңалууну салыштыруу. 5-лабораториялык иш

Иштин максаты: өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтырган учурда жалпы каршылыкты, чыңалууну жана ток күчүн аныктоого үйрөнүү.

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 чийүү.

2. Ар бир учур үчүн өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгын аныктоо.

3. Удаалаш туташтыруу учурунда ар бир өткөргүчтөгү чыңалууну жана чынжырдагы ток күчүн өлчөө.

4. Вольтметрдин жана амперметрдин көрсөтүүлөрү боюнча: $U = U_1 + U_2$; $I_1 = I_2 = I$ экендигин текшерүү.

5. Өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгын вольтметрдин жана амперметрдин көрсөтүүсү боюнча аныктап, биринчи алынган жыйынтык менен салыштыруу.

6. Өткөргүчтөрдү жарыш туташтырган учурда $U = U_1 = U_2$; $I = I_2 + I_1$ болорун тажрыйбада текшерүү.

7. Алынган маалыматтарды жазуу.

8. Жыйынтыгын чыгаруу.

- Т?**
1. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтыруунун айырмасы кандай?
 2. Кандай туташтыруу кайсыл учурда пайдалуу болуп эсептелет? Мисал келтиргиле.
 3. Кандай туташтырууда өткөргүчтөрдүн каршылыгы аз болот? Эмне үчүн?

§ 41. Реостат аркылуу ток күчүн жөнгө салуу

- ?**
1. Ток күчүн өзгөртүүчү курал
 2. Реостатты электр чынжырына туташтыруу

Үй тиричилигинде жана өндүрүштө ар түрдүү электр куралдары пайдаланылат. Аларды иштетүүдө токтун күчүн бирде азайтып, бирде көбөйтүп турууга туура келет.

Мисалы, музыкалык плеердин үнүн чоңойтуу, же акырындатуу үчүн, же электр плитасын өтө ысытуу, же азайтуу үчүн атайын жасалган электр куралдардын жардамында ток күчүн көбөйтүп же азайтып турабыз. Андай куралдардын эң жөнөкөй түрү – реостат. Реостат (реос (ῥέος) «агым», стат (στατός) «кыймылсыз» – грек сөзү, кыргызча агымды жөнгө салуучу деген маанини түшүндүрөт.

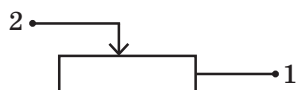
Чынжырдагы каршылыкты өзгөртүү менен ток күчүн жөнгө салып туруучу курал **реостат** деп аталат.

Жөнөкөй реостат катары узундугун өзгөртүп турууга ыңгайлаштырылган зымды алса болот. Ал зымдын (никелин же нихром зымы) салыштырма каршылыгы чоң болууга тийиш.

Колдонууга ыңгайлуу реостаттардын бири – жылдыргычтуу реостат (116-сүрөт). Анын схемада белгилениши 117-сүрөттө көрсөтүлгөн.



116-сүрөт. Реостат



117-сүрөт.
Реостаттын схемада
белгилениши

Көрсөтүлгөн реостатта керамикадан жасалган цилиндрге никелин зымы тыгыз оролгон. 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. 1–2-клеммалар аркылуу реостат электр чынжырына бириктирилет.

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

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



1. Реостат деген эмне?
2. Реостат эмне үчүн колдонулат?
3. Жөнөкөй реостаттын түзүлүшү кандай болот? Аны жасоонун ар кандай түрлөрүн сунуштагыла.
4. Жылдыргычтуу реостатты кандай максатта колдонууга болорун ойлонуп, мисал келтиргиле.

§ 42. Электр тогунун жумушу жана кубаттуулугу



1. Электр тогунун жумушу
2. Электр тогунун кубаттуулугу

Электр талаасынын заряддалган бөлүкчөнү которууда аткарган жумушу менен биз II главада тааныштык. Эми электр тогунун аткарган жумушун жана кубаттуулугун окуп-үйрөнөбүз.

Электр тогу – өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы. Өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөр ток булагы пайда кылган электр талаасынын таасиринде кыймылга келет. Демек, заряддуу бөлүкчөлөр кыймылга келгенде электрдик күч жумуш аткарат.

Электр тогунун жумушу чынжырдын бөлүгүнүн учтарындагы чыңалууга жана кыймылга келүүчү заряддын чоңдугуна көз каранды, б. а. $A = U \cdot q$.

$$I = \frac{q}{t} \text{ формуласынан } q = It \text{ келип чыгат.}$$

Ушул барабардыктарды пайдаланып, электр тогунун жумушунун формуласын алабыз:

$$A = UIt$$

Электр тогунун жумушу – чынжырдагы чыңалуунун, ток күчүнүн жана убакыттын көбөйтүндүсүнө барабар.

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

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{с}.$$

Маселе иштөөдө жумуштун эки бирдигинин ортосундагы байланышты билүү керек.

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 барабардыгын эске алып, электр тогунун кубаттуулугун табуу үчүн да электр тогунун жумушун убакытка бөлөбүз. Эгер электр тогунун кубаттуулугун P тамгасы менен белгилесек, анда төмөнкү формула келип чыгат:

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

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:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Электр тогунун кубаттуулугунун ваттан башка бирдиктери колдонулат:

$$1 \text{ гВт (гектоватт)} = 100 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кВт (киловатт)} = 1000 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ МВт (мегаватт)} = 1000000 \text{ Вт}.$$

Электр тогунун кубаттуулугун өлчөөгө арналган курал **ваттметр** деп аталат. Көпчүлүк учурда кубаттуулукту ток күчүн чыңалууга көбөйтүп эсептесек:

$$P = \frac{A}{t} \text{ формуласынан } A = Pt \text{ келип чыгат.}$$

Ушул формуланы пайдаланып, электр тогунун жумушунун жаңы чен бирдигин алса болот: $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$. $1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$ –

өтө эле кичине бирдик. Ошондуктан практикада андан чоң бирдик $1 \text{ кВт} \cdot \text{саат}$ колдонулат. Берилген электр өлчөгүчтөр токтун жумушун $1 \text{ кВт} \cdot \text{саат}$ менен ченейт.

$$1 \text{ Вт} \times \text{саат} = 3600 \text{ Дж}; 1 \text{ гВт} \times \text{саат} = 100 \text{ Вт} \times \text{саат} = 360000 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кВт} \times \text{саат} = 1000 \text{ Вт} \times \text{саат} = 3600000 \text{ Дж}.$$

Электр талаасынын аткарган жумушу электр талаасы тарабынан ал жумушту аткарууга сарпталган энергияга, б.а. электр энергиясына барабар (§29, 110-б.). Демек, жогорудагы формула менен күндөлүк турмушта сарпталган электр энергиясын эсептеп алууга болот: $E = A = Pt$. Ар бир өлкөдө $1 \text{ кВт} \cdot \text{саат}$ электр энергиясынын баасы ар кандай болот.



1. Электр тогунун жумушу кандайча аныкталат?
2. Жумуштун бирдиги менен башка чоңдуктардын ортосундагы байланыш кандай?
3. Электр тогунун жумушун өлчөөнүн жолдорун аныктагыла.
4. Кубаттуулуктун негизги мааниси эмнеде?
5. Электр тогунун кубаттуулугу кандайча аныкталат?
6. Кубаттуулуктун бирдиги жана анын мааниси.
7. Электр тогунун жумушунун бирдиктеринин ортосундагы байланыштар кандай?

19-көнүгүү

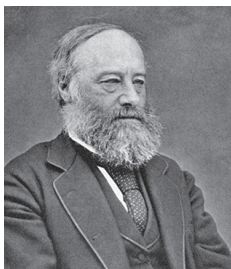


1. Электр кыймылдаткычындагы ток $0,50 \text{ А}$. Ал эми чыңалуу 12 В . 15 минутада электр тогу канча жумуш аткарат? (5400 Дж)
2. Каршылыгы 5 Ом болгон эки өткөргүч удаалаш туташтырылган жана ага $4,5 \text{ В}$ чыңалуу берилген. Канча убакытта өткөргүчтө 729 Дж жумуш аткарылат? (360 с)
3. Чыңалуусу 220 В чынжырга электр лампасы туташтырылган. Ток күчү $0,60 \text{ А}$ болсо, анын кубаттуулугун эсептегиле. (132 Вт)
4. Эки электр плитасы ток булагына жарыш туташтырылган. Биринчи плитанын каршылыгы 60 Ом , экинчисиники 24 Ом . Кайсы плитанын кубаттуулугу чоң жана канча эсе?
5. Кубаттуулугу 70 Вт электр лампасы күнүнө 6 саат күйүп турат. 1 кВт электр энергиясынын баасы $0,77 \text{ сом}$ болсо, 30 күндөгү токтун жумушун жана баасын аныктагыла.

§ 43. Тогу бар өткөргүчтүн жылуулук бөлүп чыгаруусу. Джоуль-Ленц закону



1. Тогу бар өткөргүчтүн жылуулук бөлүп чыгаруусу
2. Джоуль-Ленц закону



Джоуль Джеймс
(1818–1889)

Англиялык физик. Энергиянын сакталуу законун тажрыйбада далилдеген. Электр тогунун жылуулук аракетинин законун ачкан.

Электр тогунун адам баласынын турмушундагы негизги мааниси – бул анын жылуулук бөлүп чыгаруусу. Буга чейин биз нерселер бири-бирине урунганда, сүрүлгөндө же күйгөндө жылуулук бөлүп чыгарарын окуганбыз. Нерседен ток өткөн учурда жылуулук бөлүнүп чыгуусу төмөнкүдөй түшүндүрүлөт.

Электр тогу заряддалган бөлүкчөлөрдүн багыттуу кыймылы болорун билебиз. Өткөргүч аркылуу ток өткөндө ал ысый турганын төмөндөгүчө түшүндүрөбүз. Металл өткөргүчтөгү электр тогу бош электрондордун бир багыттагы кыймылы боюнча мүнөздөлөт. Эркин электрондор өткөргүч аркылуу кыймылга келгенде иондорго кагылышып, энергиясынын бир бөлүгүн аларга беришет. Натыйжада өткөргүчтүн ички энергиясы жогорулайт.

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 чыгарат. Демек, өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук саны – түздөн-түз токтун жумушуна барабар. Жылуулук санын Q тамгасы менен белгилейбиз:

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

Ом закону боюнча чыңалууну таап ($U = IR$), ордуна койсок, төмөнкү формула келип чыгат:

$$Q = I^2 R t$$

Өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук саны – ток күчүнүн квадратынын каршылык менен убакытка болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

Ушул жыйынтыкка окумуштуулар Дж.Джоуль жана Э. Ленц тажрыйба жүзүндө бир эле учурда келишкен. Ошондуктан аныкталган корутунду **Джоуль-Ленц закону** деп аталат.

Электр тогу бөлүп чыгарган жылуулук менен нерсени ысытууга кеткен жылуулук санынын байланышын билүү практикада чоң мааниге ээ. Эгер ысытуучу куралда электр тогу бөлүп чыгарган жылуулук толугу менен ал нерсени ысытууга кетет деп эсептесек, $Q = I^2 R t$ формуласы боюнча аныкталган жылуулук саны $Q = mc(t_2 - t_1)$ формуласы боюнча аныкталуучу жылуулук санына барабар:

$$I^2 R t = mc(t_2 - t_1)$$

Мындан каалаган чоңдукту таап алууга болот:

$$I = \sqrt{\frac{mc(t_2 - t_1)}{Rt}}; R = \frac{mc(t_2 - t_1)}{I^2 t}; m = \frac{I^2 R t}{c(t_2 - t_1)}; c = \frac{I^2 R t}{m(t_2 - t_1)} \text{ ж.б.}$$



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-Ленц законунун эрежесин айтып бергиле.

20-көнүгүү



1. Каршылыгы 30 Ом спиралда ток күчү 5 А болсо, 20 минутада спираль канча жылуулук санын бөлүп чыгарат? ($9 \cdot 10^{-5}$ Дж)
2. Материалы жана узундуктары бирдей, кесилиш аянттары ар башка болгон эки өткөргүч электр чынжырына жарыш туташтырылган.
Алардын кайсынысынан көп жылуулук бөлүнүп чыгат?

3. Жез, болот жана никелинден жасалган үч зым чынжырга удаалаш туташтырылган. Кайсынысы көп жылуулук бөлүп чыгарат?

§ 44. Электрдик жылыткыч куралдар.

Электрдик лампалар

-  1. *Электр тогунун жылуулук аракетинин колдонулушу*
2. *Электр лампасы жана анын түзүлүшү*

Жылуулук энергиясы адамзаттын жашоо тиричилигинде кеңири колдонулат. Адам баласы отундан, буудан, Күндөн ж.б. алынган жылуулук энергияларын кеңири колдонушат. Алардын ичинен колдонууга эң ыңгайлуусу – электр энергиясы.

Электр тогунан алынган жылуулук ар кандай жылытуучу куралдарда жана түзүлүштөрдө колдонулат. Мисалы: күндөлүк турмушта колдонулган электр лампалары, электр плитасы, үтүктөр, электр чайнектеринде; өндүрүштө металлдарды эритүүдө, электрдик кандоодо ж.б.; айыл чарбасында эгинди кургатууда, күнөсканаларды (теплица), инкубаторлорду ысытууда ж.б. колдонулат. Булардын ичинен электр энергиясынын жарык энергиясына өтүшү өзгөчө мааниге ээ.

Электр жаасы аркылуу жарык алууну В.В.Петров, Г.Дэви, Б.С.Якоби, П.Н.Яблочковдор сунуш кылган. Айрыкча «Яблочковдун шамы» деп аталган түзүлүш көпчүлүктүн колдоосуна татыктуу болгон.

Андан кийин электр менен жарыктандыруучу кызытма лампаны орус инженери А.Н.Лодыгин, британиялык окумуштуу Дж.Суон жана америкалык ойлоп табуучу Т.Эдисондор бир учурда өз-өзүнчө сунуш кылышкан. Аны улам өнүктүрүп, айнек колбасынан абаны чыгарып салуу жана жогорку температурага чыдамдуу вольфрам зымын колдонуу идеясын А.Н.Лодыгин сунуштаган. Т.Эдисон электр лампаларын токко туташтыруучу винттүү патрон менен киймени (цоколь) ойлоп тапкан жана айнек баллонунан аба сордурууну колдонгон.

Ал Дж.Суон менен бирге электр лампаларын чыгаруучу биринчи өндүрүш компаниясын уюштурган.

Азыркы учурда колдонулуп жүргөн кызытма электр лампы ичке вольфрам зымынан жасалган спиралдан турат. Вольфрам тез эрибей турган металл, эрүү температурасы 3387°C . Вольфрам зымын токто туташтырганда ал 3000°C чейин ысып, ачык жарык бөлүп чыгарат. Колдонууга ыңгайлуу болсун үчүн спираль абасы сордурулуп алынган айнек баллонунга жайгаштырылат.

Айнектин ичинде аба болсо, же ал сордурулуп алынса деле вольфрам зымы ысыгандан тез бууланууга дуушар болот. Ошол үчүн айнек идиш азот, криптон же аргон газдары менен толтурулат. Ал газдардын молекулалары вольфрам зымынан бөлүкчөлөрдүн чыгышына тоскоолдук кылат, б.а. ысыган зымдын тез күйүп кетишинен сактайт.

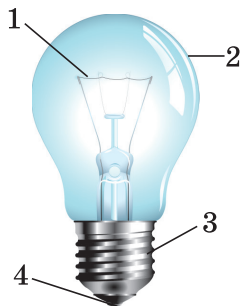
Кызытма лампынын түзүлүшү 118-сүрөттө көрсөтүлгөн. Вольфрам спиралынын (1) эки учу эки өткөргүчкө кандалган. Алар айнек идиштен (2) чыгарылып, лампынын түбүндөгү (цоколь) металлга (3) бириктирилет. Эки өткөргүчтүн бири бурама түрүндөгү шакекчеге, ал эми экинчиси цоколдун түбүнө (4) кандалган.

Лампаны ток булагына кошуу үчүн патронго бурап киргизишет. Патрондун ички капталында лампыны кармап туруучу атайын сайлуу бурамасы болот.

Өндүрүштө жана үй шартында электр лампаларынын ар кандай түрлөрү колдонулат. Алар негизинен кандай чыңалууга ылайыкталганы жана кандай кубаттуулукка ээ болору менен айырмаланат.

Мисалы, үйлөрдө колдонулуучу лампылар 220 В чыңалууга ылайыкташкан (кубаттуулугу: 60, 70, 100 Вт), темир жол вагондорунда 50 В, автомобилдерде 12 жана 6 В, чөнтөк фонарларында 3,5 жана 2,5 В чыңалууга арналган лампылар колдонулат.

Мындай лампылардын айрым түрлөрү Кыргызстандын Майлуу-Суу шаарындагы электр лампылар заводунда чыгарылат.



118-сүрөт

Кызытма лампалардын диоддук лампалардан артыкчылыгы – узакка колдонсо да көздүн көрүүсү үчүн коопсуз. Биринчиден, алар күндүзгү жарыкка эң жакын болгон ысык ак жарык чыгарышат; экинчиден, андан чыккан жарыктын жыштыгы 50 Гц болгондуктан, аларда пульсация дээрлик болбойт.

Электр тогунун жылуулук берүүчү касиети ар кандай ысытуучу куралдарда (119-сүрөт) жана түзүлүштөрдө колдонулат. Алардын эң негизги бөлүгү ысытуучу элементи болуп эсептелет. Ал салыштырма каршылыгы жана эрүү температурасы өтө жогору ($1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ ге чейин) болгон өт-



119-сүрөт. Ысытуучу куралдар

көргүчтөрдөн жасалат. Ысытуучу элемент катары 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 формасында жасалып, ысыкка чыдамдуу изоляторлорго коюлат.

- T**
1. Электр тогунун жылуулук аракетин эмне менен мүнөздөлөт?
 2. Кызытма лампаны кимдер ачкан?
 3. Кызытма лампанын түзүлүшү кандай?
 4. Үйлөрдө колдонулуп жаткан лампанын спиралы кандай металлдан жасалат?
 5. Үйүңөрдөгү каалаган электрдик куралдын кубаттуулугун паспортунан карап аныктап алып, анын 2 саат иштегенде сарптаган электр энергиясын тапкыла жана тариф боюнча баасын эсептегиле.

§ 45. Электр лампасындагы токтун жумушун жана кубаттуулугун өлчөө. 6-лабораториялык иш

Иштин максаты: токтун жумушун жана кубаттуулугун аныктоону үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: электр батареясы, койгучка бекитилген кичине вольттуу лампочка, амперметр, секундомер, ажыраткыч, туташтыруучу зымдар, вольтметр.

Ишке көрсөтмө

1. Керек болуучу электр чынжырынын схемасын чийүү.
2. Электр чынжырын чогултуу.
3. Ток күчүн жана лампадагы чыңалууну өлчөө.
4. Лампадагы токтун кубаттуулугун аныктоо.
5. Ток өткөн убакытты өлчөп алып, лампадагы токтун жумушун аныктоо.
6. Алынган сан маанилерди таблицкага түшүрүү.

№	I, A	U, B	P, Bm	t, c	$A, Дж$

7. Жыйынтык чыгаруу.

- Т?**
1. Электр тогунун жумушу жана кубаттуулугу эмнелерден көз каранды?
 2. Электр тогунун жумушу жана кубаттуулугунун айырмачылыгы эмнеде?
 3. Токтун жумушу жана кубаттуулугу эмне үчүн убакыттан көз каранды? Джоуль-Ленц законун колдонуп түшүндүргүлө.
 4. Кубаттуулугу 50 Вт болгон 5 лампочка 4 саат күйүп турса, кандай жылуулук бөлүп чыгарат?

§ 46. Чукул туташуу. Эрүүчү сактагычтар

- ?**
1. Чукул туташуу
 2. Эрүүчү сактагычтар
 3. Коопсуздук эрежелери

Электр куралдары белгилүү бир чыңалууга жана ток күчүнө ылайыкталып жасалат. Эгерде чынжырдагы ток күчү кандайдыр бир себеп менен көбөйүп кетсе, өткөргүч



тез ысып, анын сыртындагы изоляциялоочу желим эрип, күйүп кетиши ыктымал. Мындай учурлар көбүнчө электр үтүгүндө, электр плиталардын иштешинде көп байкалат. Көпчүлүк учурларда оңдоо иштерин туура эмес жасоодо да ушундай эле кубулуш пайда болот. Алар көбүнчө өткөргүчтөр бири-бирине тийишип калганда, же башка кыска өткөргүчтөр менен туташып калганда байкалат (120-сүрөт).



120-сүрөт

Электр чынжырынын туура эмес туташуусунун же ток күчүнүн кескин чоңоюусунун натыйжасында өткөргүчтүн каршылыгы өтө аз болуп, күйүп (эрип) кетүүсү **чукул туташуу** деп аталат.

Джоуль-Ленцтин законуна ылайык, бул учурда өтө көп жылуулук саны бөлүнүп, электр куралдарынын бузулушуна алып келет. Көпчүлүк учурда алар өрт кокустугун пайда кылат. Электр чынжырын ушундай кокустуктардан сактоо үчүн эрип кетүүчү электр сактагычтар колдонулат.

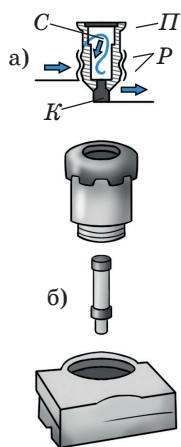
Ток күчү белгиленген чектен ашып кеткен учурда чынжырды дароо ажыратууга арналган түзүлүш **электр сактагычы** деп аталат.

Жөнөкөй электр сактагычынын түзүлүшү 121-а сүрөттө берилген. Электр сактагычынын негизги бөлүгү фарфор тыгыны (*П*) аркылуу өтүүчү тез эрий турган металлдан жасалган (*С*) өткөргүч.

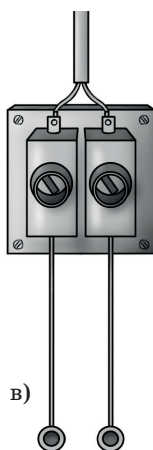
Адатта ал коргошундан жасалат. Тыгындын боорунда (*Р*) сайы жана борбордук тиймеги (*К*) болот. Бурама борбордук контактка (тиймекке) коргошун зымы аркылуу туташтырылган. Тыгын фарфор кутусунун ичинде жайгашкан патрондун сайларына бурап киргизилген.

Демек, коргошун зымы жалпы чынжырдын бир бөлүгү болуп эсептелет. Коргошун зымы 5–10 А ток күчүнө чыдагыдай өлчөмдө тандалып алынат. Эгер ток күчү бул чектен ашып кетсе, коргошун зымы эрип, чынжыр үзүлүп кетиши ыктымал.

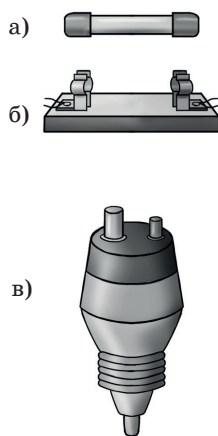
121-б сүрөттө эрип кеткен бөлүгүн алмаштырып коюуга арналган электр сактагычы көрсөтүлгөн. Электр сактагычы ар бир үйгө электр өткөргүчтөрү киргизилген жерге, атайын калканчага орнотулат. Ар бир өткөргүчкө удаалаш өз-өзүнчө сактагыч туташтырылат (121-сүрөт). Азыркы учурда автоматтык заманбап электр сактагычтары көп колдонулат.



121-сүрөт



122-сүрөт

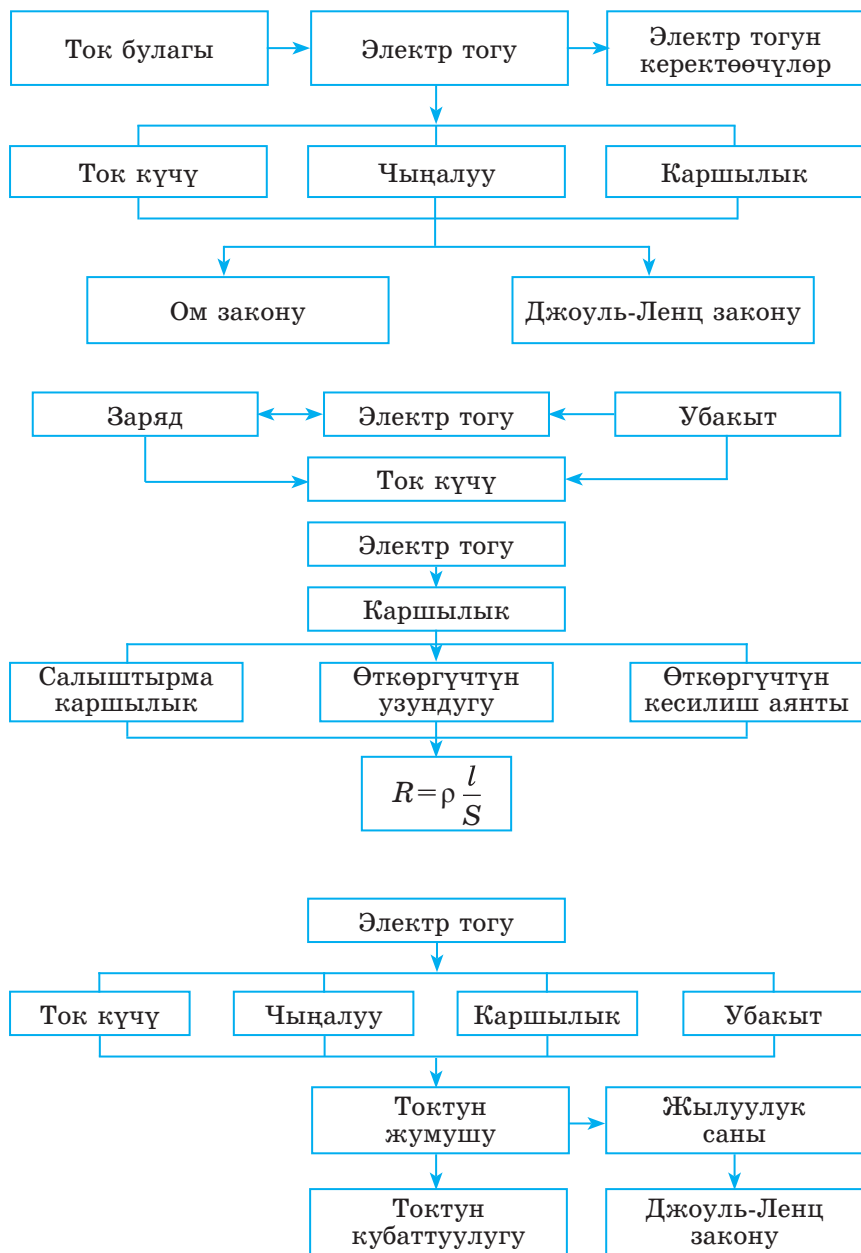


121-в сүрөттө радиокабылдагычтын сактагычы берилген. Ал эки учу металл менен бекитилген айнек түтүгүнөн турат. Анын металл учтары коргошун зымы менен туташтырылат. Түтүк атайын карматкычка (122-а сүрөт) бекитилген. Ал эми 122-б сүрөттө иштөө принциби өткөргүчтүн эришине эмес, жылуулуктун кеңейишине негизделген сактагыч көрсөтүлгөн.



1. Кайсыл учурда чукул туташуу болушу мүмкүн?
2. Электрдик сактагыч кантип иштейт?
3. Эмне үчүн жана кантип чукул туташуунун алдын алууга болот?

III глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы



III глава боюнча

тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

1. Электр тогу деген эмне?

- А. Электр талаасынын күчү.
- Б. Өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы.
- В. Электр талаасынын энергиясы.

2. Электр тогунун багыты кандайча аныкталат?

- А. Электрондордун багыты боюнча.
- Б. Протондордун багыты боюнча.
- В. Оң заряддуу бөлүкчөлөрдүн багыты боюнча.

3. Ток булагы деген эмне?

- А. Розетка.
- Б. Электр талаасы.
- В. Электр талаасын пайда кылуучу түзүлүш.

4. Электр чынжыры эмнелерден турат?

- А. Ток булагынан, токту керектөөчүлөрдөн жана жөнгө салуучу түзүлүштөрдөн.
- Б. Өткөргүчтөн, амперметрден, реостаттан.
- В. Лампочкадан, розеткадан, ачкычтан.

5. Токтун күчүн эмне менен өлчөйбүз?

- А. Амперметр.
- Б. Вольтметр.
- В. Электроскоп.

6. Өткөргүчтүн электр өткөрүмдүүлүгүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук ... деп аталат.

- А. ток күчү
- Б. чыңалуу
- В. каршылык

7. Узундугу 1 м жана кесилиш аянты 1 мм^2 болгон өткөргүчтүн каршылыгы ... деп аталат.

- А. реостаттын каршылыгы
- Б. ички каршылык
- В. салыштырма каршылык

8. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ формуласы менен эмнени аныктайбыз?
- А. Салыштырма каршылык.
 - Б. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруудагы каршылык.
 - В. Өткөргүчтөрдү жарыш туташтыруудагы каршылык.
9. Тогу бар өткөргүчтүн жылуулук бөлүп чыгаруусун биринчи жолу ким аныктаган?
- А. Ампер жана Вольта.
 - Б. Джоуль жана Ленц.
 - В. Ом жана Кулон.
10. Ар кандай ысытуучу куралдар эмнеге негизделген?
- А. Жумушту жеңилдетүүгө.
 - Б. Электр тогунун кубаттуулугуна.
 - В. Электр тогунун жылуулук аракеттерине.

2-вариант

1. Өткөргүчтөгү заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы ... деп аталат.
 - А. электр заряды
 - Б. электр тогу
 - В. электр агымы
2. Өткөргүчтө электр талаасын ... пайда кылып турат.
 - А. электрондор
 - Б. ток булагы
 - В. электр заряды
3. Ток булактарында ар кандай энергиялар ... айланат.
 - А. механикалык энергияга
 - Б. электр энергиясына
 - В. электр тогуна
4. Электр чынжырында ажыратып-туташтыргыч (ачкыч) төмөнкүдөй белгиленет:

- А. 
- Б. 
- В. 

5. Амперметр электр чынжырына ... туташтырылат.

- А. удаалаш
Б. жарыш
В. каалагандай

6. Вольтметр электр чынжырына ... туташтырылат.

- А. удаалаш
Б. жарыш
В. каалагандай

7. Белгилүү бир маанидеги электрдик каршылыкка ээ болгон курал – ...

- А. реостат
Б. резистор
В. конденсатор

8. Өткөргүчтөрдү жарыш туташтырууда чынжырдагы жалпы каршылык ...

- А. көбөйөт
Б. өзгөрбөйт
В. азаят

9. Джоуль жана Ленц закону аркылуу ... аныктайбыз.

- А. токтун күчүн
Б. ток өтүп жаткан өткөргүчтөн бөлүнгөн жылуулук санын
В. ток өтүп жаткан өткөргүч сарптаган электр энергиясын

10. Электрдик сактагычтын негизги жумушу – ...

- А. ток өткөрүү.
Б. электр чынжырын туюктоо.
В. электр чынжырын ажыратуу.

АР КАНДАЙ ЧӨЙРӨДӨГҮ ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 25 тен белгилүү болгондой, бири – заряддалган, экинчиси – заряддалбаган эки электроскопту жанаша коюп, аларды пластмасса таякчасы менен туташтырганда электроскоптордун заряды өзгөрбөйт (79-сүрөт).

Эгер аларды металл зымы менен туташтырсак, заряддалган электроскоптун көрсөтүүсү эки эсе азайып, эки электроскоп тең бирдей заряддалганы байкалат. Демек, пластмасса таякчасы электр зарядын өткөргөн жок. Ал эми металл зымы өткөрдү. Ушундай тажрыйбаларга таянып, нерселерди электр **өткөргүчтөр** жана **өткөрбөгүчтөр** деп эки топко бөлүшкөн.

Күндөлүк турмушта темир, алюминий, жез сыяктуу металлдардан жасалган зымдар өткөргүч катары кеңири колдонулат. Чынында металлдар электр тогун эң жакшы өткөрүшөт. Металлдардан башка дагы катуу, суюк, газ, плазма абалындагы чөйрөлөр, ал тургай абасыз боштук вакуум да белгилүү шартта электр тогун өткөрөт.

Ал эми **өткөрбөгүчтөргө**: аба, айнек, резина, фарфор, пластмасса ж.б. заттар кирет. Аларды **диэлектриктер** дейбиз. Ошону менен катар электр тогун жарым-жартылай өткөргөн **жарым өткөргүч** заттар да болот.

Ар кандай чөйрөнүн электр тогун өткөрүмдүүлүгү, алардын өзгөчөлүктөрү жана турмуштагы, техникадагы колдонулушу жөнүндө маалыматтарды ушул главадан окуп үйрөнөбүз.

§47. Металлдардагы электр тогу



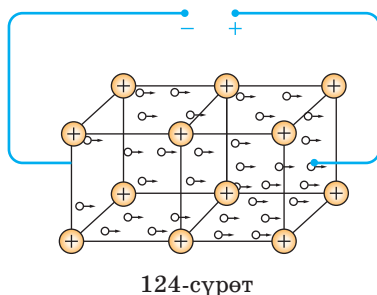
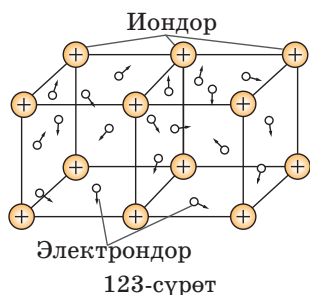
1. Металлдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр
2. Металлдардын электр тогун өткөрүмдүүлүгү

Металлдар катуу нерселердин кристаллдык түрүнө кирет. Кристаллдык нерселердин ички түзүлүшү иреттүү, б. а. алардын атомдору **кристаллдык** торчонун түйүндөрүндө жайга-

шып, өз орундарында термелүү кыймылында болушат (123-сүрөт). Металлдардын атомундагы электрондордун бардыгы эле ядро менен бекем байланышып турбайт. Ядро менен начар байланышкан электрондор андан ажырап, эркин электронго, ал эми электронунан ажыраган атом оң ионго айланат. Эркин электрондор иондордун айланасында башаламан кыймылда болот. Бирок, металл кадимки шартта электрдик жактан нейтралдуу бойдон калат. Анткени бардык иондордун оң заряды бардык эркин электрондордун терс зарядынын суммасына барабар.

Металлдарда эркин электрондор абдан көп болот. Электр талаасынын таасири астында эркин электрондор кыймылга келип, металлдардагы электр тогун түзөт (124-сүрөт).

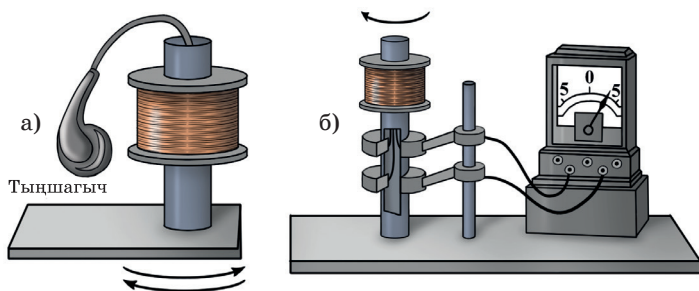
Чынында эле ошондой экенин 1913-жылы алгач орус окумуштуулары Л. И. Мандельштам менен Н. Д. Папалексинерция законун колдонуп далилдеген. Алар мындайча ой жүгүртүшкөн: автобуста толтура адамдар бараткан. Алардын улуулары орундуктарга олтуруп, кичүүлөр туруп бараткан болсун. Кокустан автобус кескин токтоого муктаж болду дейли. Анда инерция закону боюнча жүргүнчүлөрдүн баары алдыны көздөй жылып, автобустун орундуктарына, терезесине жана бири-бирине урунуп, ызы-чуу түшмөк. Ошол сыяктуу эле, эгер электрондор массага ээ болсо, анда металл өткөргүчүн катуу кыймылга келтирип, кайра кескин токтоткондо, эркин электрондордун алга багытталган агымы – электр тогу пайда болушу керек. Бул учурда электрондордун кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайгашкан иондорго жана бири-бирине кагылышууларынан үн да угулушу мүмкүн.



Бул илимий божомол экспериментте текшерилген. Ал үчүн жез зымы оролуп жасалган катушканын учтарына телефондун тыңшагычын туташтырышат (125-а сүрөт). Катушканы катуу айландырып, кайра кескин токтоткондо тыңшагычтан шытыраган үндөр угулат. Катушканы тетири багытта кайра айлантаканда да ошондой эле кубулушту байкашкан. Телефондон үн угулганы – андан ток өткөнү, демек, божомолдун аныктыгынын далили.

Үч жылдан кийин, 1916-жылы шотландиялык окумуштуу Б. Стюарт жана америкалык окумуштуу Р. Толмен катушканын учтарына телефонду эмес, гальванометрди жайгаштырып, жогорудагы тажрыйбаны кайталаган (125-б сүрөт). Катушканы катуу айлантап, кайра кескин токтоткондо, гальванометр токтун пайда болгонун көрсөткөн.

Демек, эксперимент жүзүндө далилденгендей, металлдарда электр тогун электрондор алып жүрөт.



125-сүрөт

Электр тогу өтүп жаткан кезде металлдардын температурасы жогоруласа, андагы бөлүкчөлөрдүн башаламан кыймылы күчөп, электрондордун өтүүсүнө тоскоолдук көбөйөт. Демек, жогорку температурада металлдардын электрдик каршылыгы көбөйүп, электр өткөрүмдүүлүгү азаят.

Жогорудагы тажрыйбалардын жана тийиштүү эсептөөлөрдүн жардамында металлдардагы электр тогунун ылдамдыгы $300\,000\text{ км/с}$ экендиги аныкталган.

Электрондордун жылуулук кыймылынын ылдамдыгы ар кандай багытта жана анча чоң эмес болгондуктан, алардын багытталган кыймылы негизинен электр талаасынын таасиринде пайда болот.

Ошондуктан электр тогунун ылдамдыгы электр талаасынын таралуу ылдамдыгына, т. а. жарык ылдамдыгына барабар деген жыйынтык чыгарылган.



1. Металлдардын ички түзүлүшү кандай болот?
2. Эмне үчүн металлдар оң иондордон жана эркин электрондордон турса да, кадимки шартта металл өткөргүчү электрдик жактан нейтралдуу?
3. Металлдарды электр талаасына жайгаштырганда андагы электрондор эмне болот?
4. Металлдарда электр тогун электрондор алып жүрөрүн кимдер кантип далилдешкен?
5. Электр тогунун ылдамдыгы эмнеге барабар? Эмне үчүн?

§ 48. Суюктуктардагы электр тогу



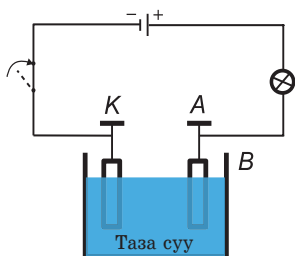
1. Суюктуктарда электр тогун алып жүрүүчүлөр
2. Суюктуктардын электр өткөрүмдүүлүгү

Суюктуктардагы электр тогунун табиятын билүү үчүн 126-сүрөттөгү электр чынжырын чогулталы. Металлдан жасалган эки пластинканын бирин ток булагынын терс уюлуна туташтырып, **катод** (K) деп атайбыз, экинчисин оң уюлга туташтырып, **анод** (A) деп атайбыз. Грек тилинде катод ($\kappa\acute{\alpha}\theta\omicron\delta\omicron\varsigma$) – төмөн көздөй жүрүш, ал эми анод ($\acute{\alpha}\nu\omicron\delta\omicron\varsigma$) – жогору көздөй жүрүш деген маанини билдирет.

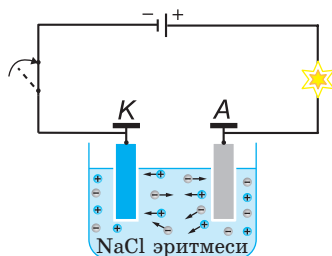
Биз муну токтун жүрүшүн баштоочулар же заряддалган бөлүкчөлөр топтолуучу түзүлүш катары (ортосу аба менен бөлүнгөн конденсатордун эки обкладкасы сыяктуу) түшүнсөк болот. Буларды бир сөз менен электроддор деп аташат. Алгач ачкычты туюктаганда лампочка күйбөйт. Анткени **электроддор** арасындагы аба кадимки шартта ток өткөрбөйт.

Андан кийин, электроддордун алдына (B) айнек идишин (ваннага) жайгаштырып, ага дистирленген таза суу куюп көрөбүз. Чынжырды туюктаганда лампочка дагы да күйбөйт (126-сүрөт). Бул дистирленген таза суу да электр тогун өткөрбөгөнүн көрсөтөт. Демек, дистирленген сууда да заряддалган бөлүкчөлөр – эркин электрондор да, иондор да жок. Бул дистирленген таза суунун электрондору атомго бекем байланышкандыгын билдирет.

Эми ваннадагы таза сууга бир кашыктай туз салып, аралаштырып туруп, чынжырды туюктаганда лампочканын жангандыгын көрөбүз (127-сүрөт). Демек, аш тузунун сууда-



126-сүрөт



127-сүрөт

гы эритмеси электр тогун өткөрдү. Аш тузунан башка да туздардын, айрым кристаллдардын, кислоталардын, негиздердин суудагы эритмелери жана балкыган эритиндилери да электр тогун өткөрө турганы аныкталган.

Электр тогун өткөрүүчү суюктуктар – **электролиттер** деп аталат.

Электролиттерде заряддалган бөлүкчөлөр кайдан пайда болгонун карап көрөлү.

Аш тузу – натрий (Na) менен хлордун (Cl) бирикмеси, т. а. натрий хлориди (NaCl). Сууга салганда туз эрип, натрийдин оң иондоруна (Na^+) жана хлордун терс иондоруна (Cl^-) ажырайт.

Эрүү мезгилинде электролиттин оң жана терс иондорго ажыроо процесси **электролиттик диссоциация** деп аталат. Диссоциация латындын *dissociation* – ажыроо деген сөзүнөн алынган.

Чынжырды туюктаганда электр талаасынын таасиринде оң иондор катодду көздөй, терс иондор анодду көздөй багытталган кыймылга келет. Ошентип суюктуктарда заряддалган бөлүкчөлөрдүн агымы – *электр тогу* келип чыгат.

Суюктуктарда электр тогун оң жана терс иондор алып жүрөт.

Суюктуктар аркылуу электр тогу өткөндө оң жана терс иондордун эки электродго бөлүнүп ташылышы – аралашмадагы заттардын бөлүнүшүн шарттайт. Мисалы, ошол эле натрий-хлор электролитти аркылуу электр тогу өткөндө натрийдин оң иондору катодго жетет да, андан электронду кошуп алуу менен, кадимки натрийдин атомуна айланып, катоддун бетине жайланышат.

Ал эми хлордун терс иондору анодго жетип, электрондорун анодго берүү менен хлордун атомуна айланат. Кадимки эки атомдуу хлордун молекулалары (Cl_2) пайда болуп, газ түрүндө бөлүнүп чыгат. Ушундай жол менен электролиттик ваннадагы аралашмадан (аш тузунун суудагы эритмесинен) электроддордо таза заттарды (натрий жана хлор) бөлүп алууга болот.

Туз кислотасы (HCl) сууда эригенде анын молекулалары суутектин оң ионуна (H^+) жана хлордун терс ионуна (Cl^-) ажырайт:



Электр талаасынын таасиринде аноддо хлор, ал эми катоддо суутек бөлүнүп чыгат.

Көк таштын (CuSO_4) эритмесине эки жез пластинкасын салып, ал аркылуу электр тогу өтүп жатканда кандайдыр бир убакыттан кийин пластинкалардын массасын өлчөшкөн. Анда катод катары кызмат кылган электроддун массасы канчага көбөйсө, анод катары кызмат кылган электроддун массасы ошончого азайганын даана байкашкан. Себеби электролит аркылуу ток өткөндө катоддун бетинде таза жез жыйналып, ал эми анод пластинкасынын бети жукарууга дуушар болгон.

Электролит аркылуу ток өткөн кезде электроддордогу заттын катмарынын көбөйүшүн жана азайышын мүнөздөөчү физика-химиялык кубулуш **электролиз** деп аталат.

Жогорудагыдай тажрыйбалардын негизинде 1832-жылы англиялык физик М. Фарадей электролиз учурунда электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасын аныктоонун төмөнкүдөй жолун тапкан.

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:

$$m = m_1 N$$

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 турактуу. Анткени m_1 – берилген заттын бир ионунун атомунун массасы; q_1 – берилген заттын бир ионунун заряды. Ошондуктан $k = \frac{m_1}{q_1}$ деп белгилеп алабыз. k – заттын электрохимиялык эквиваленти деп аталат.

Электрохимиялык эквиваленттин СИ системасындагы бирдиги: $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

k нын маанисин пайдалансак, андан төмөнкүдөй формула жана эреже келип чыгат:

$$m = kQ$$

Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы – электролит аркылуу өткөн жалпы зарядга жана заттын электрохимиялык эквивалентине түз пропорциялуу.

Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы кадимки эле $\kappa\mathcal{Z}$ же $\mathcal{Z}$ менен өлчөнөт: $[m] = [k] \cdot [Q] = \frac{\kappa\mathcal{Z}}{\mathcal{K}\mathcal{L}} \cdot \mathcal{K}\mathcal{L} = \kappa\mathcal{Z}$.

$I = \frac{Q}{t}$ же $Q = I \cdot t$ экенин эске алсак, формула төмөнкү түргө келет:

$$m = k \cdot I \cdot t$$

Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы – заттын электрохимиялык эквивалентин электролиттеги ток күчүнө жана ток өткөн убакытка көбөйткөнгө барабар.

Бул **Фарадейдин закону** деп аталат.

Электролиз кубулушунун турмушта жана техникада мааниси чоң. Электролиз аркылуу жаратылышта кездешүүчү ар кандай аралашмалардан таза заттарды бөлүп алууга болот. Жезди тазалоо, медицинада кеңири колдонулуучу таза кычкылтекти алуу, техникада чоң мааниге ээ болгон суутекти алуу, алюминийди, хлорду өндүрүү, дагы башка таза заттарды бөлүп алуу, металл буюмдун бетин башка металл менен жука кылып каптоо (гальваностегия), көңдөй фигураларды алуу (гальванопластика) ж.б. электролиз кубулушуна негизделген. Булар жөнүндө химия предметинен да окуп-үйрөнөсүңөр.

Температуранын жогорулашы менен электролиттик диссоциация процесси тездейт. Демек, металлдардан айырмаланып, суюктуктарда температура жогорулаган сайын токтун жүрүшү жакшырат.

- Т?**
1. Бардык эле суюктуктар электр тогун өткөрөбү?
 2. Кандай суюктуктар ток өткөрбөйт? Эмне үчүн?
 3. Аш тузунун суудагы эритмеси кандайча электр тогун өткөрөт?
 4. Электролит, электрод деген эмне?
 5. Электролиттик диссоциацияга аныктама бергиле.
 6. Суюктуктардагы электр тогу кандайча пайда болот?
 7. Суюктуктардан электр тогу өткөндө электроддорго зат бөлүнүп чыгат. Эмне үчүн?
 8. Электролиз деген эмне? Электролиз законун ким ачкан? Анын эрежесин айтып бергиле.
 9. Электрохимиялык эквивалент деген эмне? Анын бирдиги кандай аталат?

10. Электролиздин техникада колдонулушуна мисал келтиргиле.
11. Жаратылыштагы суулар ток өткөрөбү? Эмне үчүн?

21-көнүгүү



1. Буюмдун бетин күмүш менен каптоодо 30 минута ичинде катоддо 4,55 г күмүш бөлүнүп чыгат. Электролиз учурундагы ток күчүн аныктагыла. (2,26 А)
2. Металл буюмунун бирин цинк менен каптоо үчүн электролиттик ваннага массасы 0,01 кг болгон цинк электроду жайгаштырылган. Электродду толук бойдон сарптоо үчүн ванна аркылуу канчалык заряд өтүүгө тийиш? Цинк-тин электрохимиялык эквиваленти $k = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$. ($2,94 \cdot 10^4 \text{ Кл}$)
3. Ток күчү 1,6 А кезинде электролиттик ваннанын катодуна 10 минута ичинде 0,316 г жез бөлүнүп чыккан. Жездин электрохимиялык эквивалентин аныктагыла. ($k = 3,33 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$)

§ 49. Газдардагы электр тогу. Разряддардын түрлөрү



1. Газ разряды. Газдардын электр өткөрүмдүүлүгү
2. Иондошуу. Рекомбинация
3. Өз алдынча эмес разряд. Каныккан ток жана чыңалуу
4. Өз алдынча разряд

Аба диэлектрик болгондуктан, заряддалган электроскоп колду же башка өткөргүчтү тийгизмейин зарядын жоготпойт. Ушул касиети үчүн конденсаторлордо ж.б. түзүлүштөрдө аба диэлектрик катары кеңири колдонулат.

Нормалдуу шартта аба эле эмес, бардык газдар диэлектрик болуп эсептелет. Себеби алар нейтралдуу атомдордон жана молекулалардан турат. Бирок атайын түзүлгөн шарттарда газ электр өткөрүүчүлүк касиетке ээ. Аны түшүндүрүш үчүн 128-а сүрөткө көңүл буралы. Анда ортосу аба менен бөлүнгөн эки обкладкалуу конденсатор заряддалып, электрометрде туташтырылган. Электрометрдин көрсөтүүсү кадимки шартта дээрлик өзгөрбөйт. Демек, аба электр тогун өткөрбөгөндүктөн, конденсатордо заряд сакталат.

Андан кийин обкладкалардын ортосуна спиртовканы күйгүзүп жакындатсак, электрометрдин жебеси бат эле нөлдү

көрсөтөт (128-б сүрөт). Демек, жалындын таасиринде конденсатор зарядын жоготту, б. а. **разряддалды**.

Заряддалган нерсенин зарядынын жоголушу **разряддалуу** же **разряд** деп аталат.

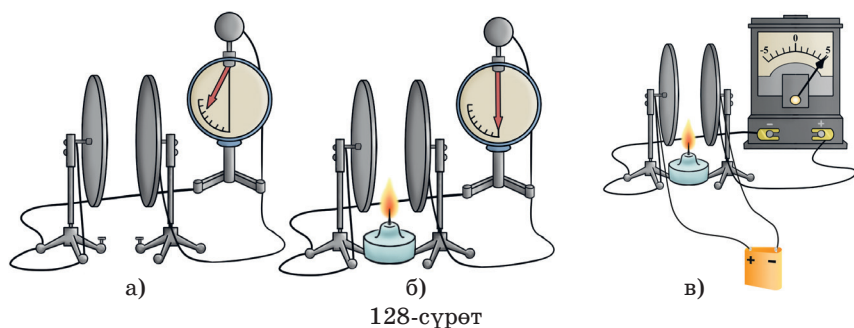
Муну кандайча түшүнөбүз? Газды ысытканда анын молекулаларынын кинетикалык энергиясы чоңоёт. Энергиясы чоң молекулалардын кагылышуусунда электрондор атомдордон ажырап, иондор жана электрондор пайда болот, б. а. газдын иондошуусу жүрөт.

Газдын молекулаларынын иондорго жана электрондорго ажырашы **иондошуу** деп аталат.

Газды иондоштуруучу курал **ионизатор** деп аталат. Ионизатор катары көбүнчө жогорку температурадагы жылуулукту, ультрафиолет нурларын, рентген нурларын берүүчү куралдар колдонулат.

128-в сүрөттөгү электр чынжырын чогултуп, конденсаторду заряддайлы. Спиртовканы күйгүзгөндө жалындын таасиринде аба иондошот. Иондошкон абанын оң иондору электр талаасынын таасиринде терс заряддуу обкладканы көздөй, терс иондору жана электрондор оң заряддалган обкладканы көздөй багыттуу кыймылга келип, *электр тогу* жүрөт. Аны гальванометрдин көрсөтүүсүнөн байкоого болот.

Ошентип, жогорку температурада газ өткөргүчкө айланат. Заряддалган бөлүкчөлөр обкладкаларга жеткенде обкладкалар разряддала баштайт. Демек, газдарда электр тогунун жүрүшү разряддалуу менен коштолот.



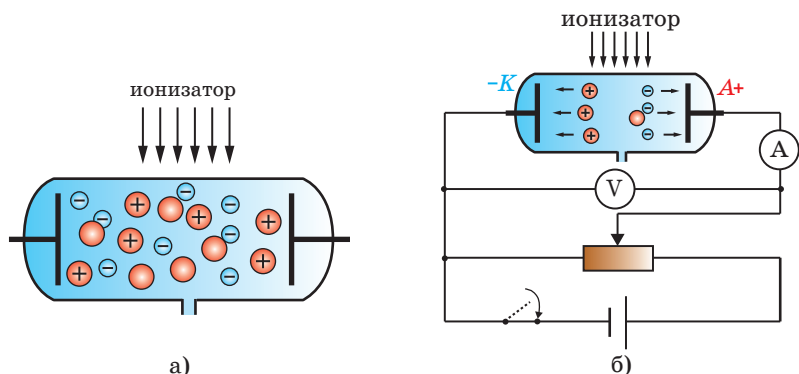
128-сүрөт

Газдарда электр тогун электрондор жана иондор алып жүрөт, демек, газдар – электрондук-иондук өткөрүмдүүлүккө ээ.

Газдардагы электр тогу, б.а. газ разряды эмнеден көз каранды экенин төмөнкүдөй тажрыйба аркылуу изилдеп үйрөнүүгө болот. Ал үчүн 129-а сүрөттөгүдөй кичинекей түтүкчөсү бар айнек баллону берилсин. Түтүкчө аркылуу баллондогу абаны каалагандай башка газ менен алмаштырууга же анын басымын өзгөртүүгө болот. Баллондун ичине эки металл пластинкасы жайгаштырылат. Пластинкалардын бирин ток булагынын терс уюлуна катод (К) катары, экинчиси ток булагынын оң уюлуна анод (А) катары туташтырып, 129-б сүрөттөгү чынжырды топтойлу. Электр талаасынын чыңалуусун жөнгө салуу үчүн чынжырга резистор, чыңалуу менен ток күчүн көзөмөлдөө үчүн вольтметр менен амперметр туташтырылат.

Чынжырды туюктаганга чейин 129-а-сүрөттөгү ионизатордун таасиринде газ иондошот. Ушул учурда электр чынжырын ток булагына туташтырсак, электр талаасынын таасиринде оң иондор катодду, терс иондор менен электрондор анодду көздөй кыймылга келип (130-сүрөт), газ разряды жүрөт.

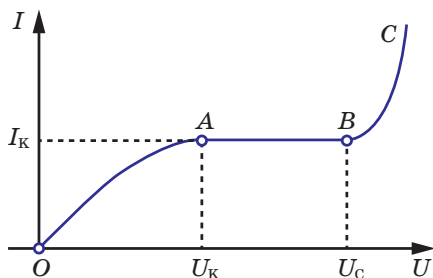
Каршылыкты азайтып, чыңалууну улам жогорулатсак, амперметр ток күчүнүн улам чоңойгонун көрсөтөт. Ал пластинкалардын ортосундагы электрдик чыңалыш – электр талаасынын заряддалган бөлүкчөлөргө таасир этүүчү күчү жогорулаганы менен түшүндүрүлөт.



129-сүрөт

Заряддалган бөлүкчөлөргө аракет эткен күч канчалык чоң болсо, алардын ылдамдыгы да ошончолук чоң болуп, рекомбинацияланууга жетишпей, электроддорго жеткен бөлүкчөлөрдүн саны көбөйөт.

Бул көз карандылык 130-сүрөттөгү графиктин OA бөлүгүнө туура келет.



130-сүрөт

Чыңалууну улам жогорулата берсек, анын кайсы бир маанисине жеткенде ток күчү андан ары өспөй, чыңалуу чоңойсо да турактуу абалда болуп калат (графиктин AB бөлүгү).

Бул ионизатордун кубаттуулугунун чегине жеткендигин, б.а. ионизатордун таасиринде канча атом иондошсо, ошончо ион жана электрон электроддорго жетип турганын билдирет. Бул учурдагы токтун **каныккан ток** (I_K), ал эми чыңалууну **каныккан чыңалуу** (U_K) дейбиз.

Эгер дагы кубаттуураак ионизатор алсак, каныккан чыңалуу менен каныккан токтун мааниси чоңоёт, начарыраак ионизатор болсо бат эле каныккан ток пайда болот. Ионизаторду алып салсак, заряддалган бөлүкчөлөр түгөнүп, газ разряды токтойт.

Ионизатордун таасиринде гана жүргөн разряд өз алдынча эмес разряд деп аталат.

Чыңалууну жогорулатууну уланта берсек, чыңалуунун кайсы бир маанисине жеткенде ток күчүнүн кескин чоңойгондугу байкалат (графиктин BC бөлүгү). Мындай учурда сырткы ионизаторду алып салсак да разряд токтобой, ого бетер күчөйт.

Ионизатордун таасирсиз жүргөн разряд өз алдынча разряд деп аталат.

Мында чыңалуунун жогорулашы менен заряддалган бөлүкчөлөрдүн ылдамдыгы улам жогорулап, алар жолун-

дагы атомдорду согуу менен иондоштуруп кете берет. Бул учурда ионизатордун зарылдыгы жок болуп, тескерисинче, кошумча каршылык колдонуп, чыңалууну азайтууга туура келет. Себеби газдын толук иондошуусунан ток күчүнүн да кескин чоңоюу коркунучу туулат.

Газ разряды турмушта жана техникада кеңири колдонулат. Ракеталарды, самолётторду, автомашиналарды от алдыруу, электр тогунун стабилизатору, электрдик жана газдык эсептегичтер, металлдарды ширетүүчү аппараттар ж.б. газ разрядынын колдонулушуна негизделген. Газ разрядынын *бүлбүлдөө, электр жаасы, учкун, жогорку жыштыктагы разряддар* деген түрлөрү бар. Булардын ар бири ар түрдүү касиеттерге ээ. Аларды жогорку класстарда окуп-үйрөнөбүз.

- Т?**
1. Кадимки нормалдуу шартта газ диэлектрик болуп эсептелет. Эмне үчүн?
 2. Иондошуу жана рекомбинация деген эмне?
 3. Газ разряды деп эмнени айтабыз?
 4. Газдардагы электр тогу деп эмнени айтабыз?
 5. Ионизатор деп эмнени түшүнөбүз?
 6. Өз алдынча эмес разрядды алуунун жолу кандай?
 7. Өз алдынча разряд кандайча пайда болот?
 8. Каныккан ток, каныккан чыңалуу дегенде эмнени түшүнөбүз?

§ 50. Плазма жөнүндө түшүнүк. Кыргызстанда плазманын изилдениши жана колдонулушу

- ?**
1. *Плазма деген эмне?*
 2. *Плазманын түрлөрү жана колдонулушу*
 3. *Плазма боюнча Кыргызстандагы изилдөөлөр*

Электр талаасынын таасири астында заряддалган бөлүкчөлөр чоң ылдамдыкка ээ болуп, чыңалуусун өтө чоңойткон кезде өз алдынча газ разряды пайда болот. Мында чоң ылдамдыктагы иондор жана электрондор улам өз жолундагы атомдорду согуп, иондоштуруп отуруп, газ толугу менен иондошо турган абал пайда болот (§ 49).

Атомдорунун бардыгы же көпчүлүк бөлүгү иондошкон газ **плазма** деп аталат.

Буга чейин биз заттын катуу, суюк жана газ деген үч абалы жөнүндө сөз кылып келген болсок, плазма – заттын төртүнчү агрегаттык абалы болуп эсептелет. Заттар кадимки абалда электрдик жактан нейтралдуу болгон сыяктуу эле, плазма да электрдик жактан нейтралдуу. Анткени плазмада оң заряддуу бөлүкчөлөрдүн жалпы саны терс заряддуу бөлүкчөлөрдүн жалпы санына барабар.

Иондошуунун деңгээлине жараша плазманын үч түрү болот: **начар плазма** – иондордун, электрондордун жана молекулалардын аралашмасы; **жетишерлик плазма** – көпчүлүк молекулалары иондошкон газ жана **толук иондошкон плазма**. Толук иондошкон плазма – оң иондордон, электрондордон турат.

Иондоштуруучу энергиянын түрүнө жараша плазма экиге бөлүнөт: **ысык плазма** жана **муздак плазма**. **Ысык плазма** жогорку температурада чоң кинетикалык энергияга ээ болгон молекулалардын кагылышууларынын натыйжасында иондошуудан келип чыгат. Ысык плазманын температурасы $100\,000^{\circ}\text{C}$ ден жогору болот. Андан төмөнкү температурадагы плазма муздак плазма болуп эсептелет. **Муздак плазма** электр талаасынын таасиринде (газ-разряддык баллонундагыдай) же иондоштуруучу нурлардын (рентген, гамма ж.б.) эсебинен пайда болот. Нурдун энергиясын жутуп алган электрон атомду таштап кетүүгө жеткидей энергияга ээ болушу мүмкүн.

Заттын үч абалына караганда плазма абалы ааламда эң көп кездешет. Ааламдагы бардык заттын 99% ке жакыны плазма абалында болот. Күн жана жылдыздар ысык плазманын эң чоң өлчөмдөгү топтолушу болуп эсептелет. Алардын температурасы $10\,000^{\circ}\text{C}$ ге жетет. Курамында суутектин атомдору бар деп айтылганы менен аларда суутектин протону жана электрону өз-өзүнчө жашайт. Жердин атмосферасынын **ионосфера** деп аталган эң жогорку катмары да нурлардын, сүрүлүүнүн таасиринде иондошкон газдардан (начар плазмадан) турат.

Плазманын электр өткөрүмдүүлүгү – иондошуунун деңгээлине көз каранды. Ысык плазманын электр өткөрүмдүүлүгү металлдардын электр өткөрүмдүүлүгүнө жакын. Муздак плазманын электр өткөрүмдүүлүгү металлдардын электр өткөрүмдүүлүгүнөн он эсе аз.

Плазманы биз күндөлүк турмушубузда көп кездештиребиз. Күйгөн оттун жалыны, жарнама жасоого арналган газ разряддык түтүктөрдүн ичиндеги жаркырак мамычалар, күндүзгү жарык берүүчү лампалар, медицинадагы «кварц лампалары» мына ушулардын баары плазмага мисал болот.

Плазма физикасы – азыркы учурдагы физика илиминин негизги бөлүктөрүнүн бири. Плазма физикасын изилдөөдө, аларды эл чарбасында пайдалануунун жолдорун табууда ата мекендик окумуштуулардын салымы чоң.



Жээнбаев Жаныбек
(1931–2007)

Ата мекендик физик-окумуштуу, академик, төмөнкү температурадагы плазма жана атомдук спектроскопия боюнча адис. КР Илим жана техника боюнча мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты.



Энгельшт Владимир Семёнович
(1931–2015)

Ата мекендик физик-окумуштуу, ардактуу академик, профессор, төмөнкү температурадагы плазма жана атомдук спектроскопия боюнча адис. КР Илим жана техника боюнча мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты.



Жайнаков Аманбек
(1941–2022)

Ата мекендик физик-окумуштуу, академик, төмөнкү температурадагы плазма, атомдук спектроскопия жана агымдуу плазматронду иштеп чыгуу боюнча адис. КР Илим жана техника боюнча мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты, III даражадагы «Манас» орденин ээси, КР «Эл мугалими».

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академиктери Ж. Жээнбаев, А. Жайнаков, профессор В.С. Энгельшттин жетекчилигинде бул багытта илимий баалуу ачылыштар жасалган. Учурда алардын иши улантылып, өндүрүштүн көп тармактарында кеңири жайылтылууда. 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 чыңдоо, жасалма плазмаларды синтездөө, алмаз инструменттерин өндүрүү ж.б.



1. Плазма деген эмне?
2. Плазманын кандай түрлөрү болот?
3. Плазманын электр өткөрүмдүүлүгү кандай?
4. Плазманын жаратылыштагы байкалышына мисал келтиргиле.
5. Кыргызстандык окумуштуулардын плазма физикасын изилдөөдөгү эмгектери жөнүндө эмнелерди билесиңер?

§ 51. Вакуумдагы электр тогу. Электрон – нур түтүгү



1. Вакуум
2. Вакуумда электр тогун пайда кылуу жана колдонуу

Вакуум (лат. *vacuus* – боштук) – бул абасыз боштук. Биздин планетада боштук табигый түрдө кездешпейт, ал жасалма жол менен туюк идиштин абасын сордуруу аркылуу алынат.

Вакуум турмушта өтө кеңири колдонулат. Мисалы, вакуумдук таңгактардагы азыктар (131-сүрөт) тышкы чөйрө (кычкылтек, азот, көмүр кычкыл газы ж.б.) менен аракеттенишпегендиктен, сапатын жоготпой, 2–3 эсе узак убакытка сакталат; вакуумга негизделген чаң соргучтарда желдеткичи контейнеринен абаны чыгарып, жарым-жартылай боштукту пайда кылат да, сырткы атмосфералык басым аба менен кошо чаңды контейнер-



131-сүрөт

ге кийирет; термосто эки кабатталган колбанын ортосундагы аба сордурулуп, вакуум түзүлгөндүктөн, алардын ортосунан жылуулук дээрлик өтпөйт да, термостун ичине куюлган ысык же муздак суюктук ошол бойдон сакталат ж.б.

Кадимки кызытма электр лампалары абасы сордурулган герметикалык айнек баллонунун ичине жайгаштырылган вольфрам зымынан турат (§ 40). Аны электр тогуна туташтырганда зым кызара ысып, курчап турган мейкиндикти жарыктандырат.

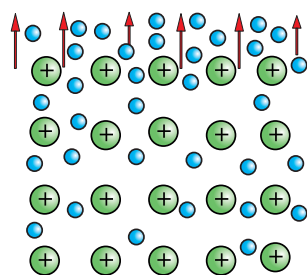
Кызытма лампаны ойлоп тапкан окумуштуулардын бири Т.Эдисон лампанын кызыган вольфрам зымынын айланасында булутча пайда болгонун, ал акырындык менен айнектин ички бетинин караңгылашына алып келерин байкаган. Бул кубулуштун себебин түшүнүү үчүн Эдисон айнек баллонуна кошумча металл пластинкасын (электрод) ширеткен. Аны анод катары пайдаланган. Катод зымы кызарып ысыган кезде электроддорду ток булагына түрдүүчө туташтырып көрүп, төмөнкүдөй эки учурду байкаган:

1) батареянын оң уюлун анодго, терс уюлун катодго туташтырган шартта гальванометр токтун пайда болгонун, б. а. вакуумдан электр тогу өткөнүн көрсөткөн;

2) батареянын оң уюлун катодго, терс уюлун анодго туташтырганда гальванометрдин жебеси 0дү, б. а. вакуум токту өткөрбөгөнүн көрсөткөн.

Вакуумда электр тогу кандайча келип чыкканын Дж. Томпсон, Дж. А. Флеминг, Л. Форест ж. б. окумуштуулар изилдешкен.

Металлдан жасалган электроддорду кадимки (муздак) абалында вакуумга жайгаштырып, ток булагына туташтырсак ток өтпөйт. Себеби чынжыр туюк эмес.



132-сүрөт

Катоддон заряддуу бөлүкчөлөр өз алдынча бөлүнүп чыкпайт. Катод зымы кызыткыч чынжыр аркылуу өтө ысыган кезде, андан электрондор бөлүнүп чыгып, катоддун үстүндө электрондук булутчаларды пайда кылат (132-сүрөт).

Жогорку температурага чейин ысытылган металлдын (катод) бетинен электрондордун учуп чыгуу кубулушу термоэлектрондук эмиссия деп аталат.

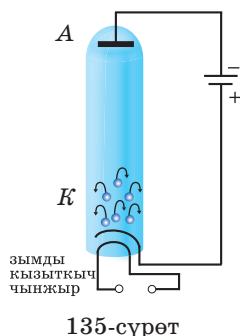
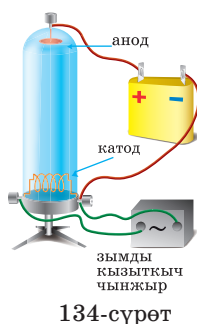
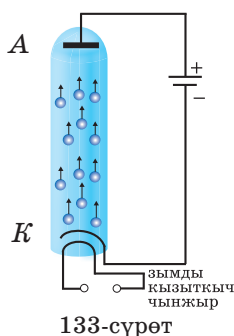
Термоэлектрондук эмиссиянын натыйжасында кызыган металлдын бетинде «электрондук булутча» пайда болгон кезде сырткы чынжырды ток булагына туташтырсак, электрондор анодду көздөй кыймылга келип, вакуумда электр тогу пайда болот (133-сүрөт).

Демек, вакуумда электр тогунун болушунун эки шарты бар:

- 1) кошумча чынжырдын таасиринде ысыган катоддун бетинде термоэлектрондук эмиссия кубулушунун жүрүшү;
- 2) абасы сордурулган эки электроддуу лампанын сырткы ток булагына туташтырылышы.

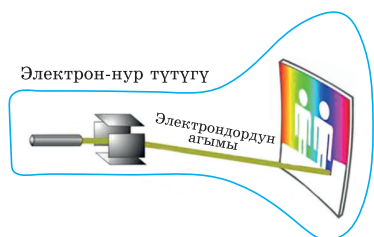
Мындай вакуумдук лампалар эки электроддуу лампа же диод деп аталат (134-сүрөт). Диод деген сөз эки электроддуу дегенди билдирет. Вакуумдагы электр тогун алуучу куралдарды электровакуумдук куралдар дейбиз.

Батареянын уюлдарын алмаштырып туташтырганда, вакуумда электр тогу пайда болбойт (гальванометрдин жебеси нөлдү көрсөтөт). Себеби ысыган металлдын бетинен бөлүнүп чыккан электрондор батарея аркылуу оң заряддалган K электроддун көздөй артка тартылат. A электроду терс заряддалып калат да, электрондорду артты көздөй түртөт (135-сүрөт). Ошентип, бул учурда вакуумда заряддуу бөлүкчөлөрдүн багыттуу кыймылы жүрбөйт, б.а. электр тогу өтпөйт.



Демек, эки электроддуу вакуумдук лампалар (диоддор) токту бир багытта гана өткөрөт. Диоддун мындай касиети өзгөрмө токту турактуу токко айландыруучу түзөткүчтөрдө колдонулат. Мындай түзүлүштөр радиотехникада, автоматикада жана электротехникада кеңири колдонулат.

Вакуумдагы электр тогу электрондордун гана агымы болгондуктан, ал агымды электр талаасынын таасиринде башкарууга болот. Т.а. электрондордун агымын каалагандай багытка буруу жана алдына экран коюу менен каалагандай сүрөттөлүштөрдү алууга болот.



136-сүрөт

«Электрон-нур түтүгү» деп аталган курал мына ушуга негизделген. «Электрон-нур түтүгү» телевизордун кинескобу, компьютердин дисплеи жана башкаларда колдонулат (136-сүрөт).

- Т?**
1. Вакуум деген эмне?
 2. Кандай шартта вакуумда электр тогу пайда болот?
 3. Термоэлектрондук эмиссия деген эмне?
 4. Вакуумда электр тогун эмнелер алып жүрөт?
 5. Диоддун токту бир багытта өткөрүшүнүн себеби эмнеде?
 6. «Электрон-нур түтүгүнүн» түзүлүшү жана иштеши кандай?

§ 52. Жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу. Жарым өткөргүчтүү куралдар

- ?**
1. Жарым өткөргүчтөр
 2. Жарым өткөргүчтөрдө электр тогун алып жүрүүчүлөр, жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү
 3. Терморезистор, фоторезистор

Бул главаны окуп-үйрөнүүдө белгилүү болгондой, электр тогунун пайда болушунун негизги шарттары:

- нерседе эркин кыймылга келүүчү заряддуу бөлүкчөлөрдүн болушу;
- электр талаасынын болушу жана анын таасиринде заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылга келиши;

- заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы үзгүлтүксүз болуп турушу үчүн, чөйрөнүн электр тогун өткөрүүчүлүгү.

Чөйрөлөрдү (заттарды) электр тогун өткөрүүчүлүгү боюнча өткөргүчтөр жана өткөрбөгүчтөр (диэлектриктер) деп айырмалап келдик. Бирок, жаратылышта электр тогун өткөргүчтөргө караганда начар, бирок, диэлектриктерге караганда жакшы өткөргөн заттар да кездешет.

Электр тогун өткөрүүчүлүгү боюнча өткөргүчтөр менен диэлектриктердин ортосундагы орунду ээлеген кристаллдык заттар **жарым өткөргүчтөр** деп аталат.

Заттардын ичинен германий, кремний, селен, теллур, мышьяк, ошондой эле галлийдин жана индийдин мышьяк менен кошулмалары (арсениддери) ж.б.у.с. кристаллдар жарым өткөргүчтөр болуп эсептелет. Жарым өткөргүчтөр жаратылышта өтө кеңири таралган. Мисалы, жер кыртышынын 80% ке жакыны жарым өткөргүч заттардан турат. Алардын ичинен кремний (Si) жана германий (Ge) эң көп колдонулат.

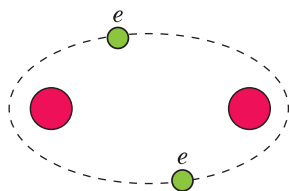
Жарым өткөргүчтүү кристаллдарды биринчи жолу орус радиофизиги О. В. Лосев изилдеген.

Ал 1923-жылы дүйнөдө биринчи жарым өткөргүчтүү радиокабылдагычты түзгөн. Жарым өткөргүчтөрдү изилдөөгө академик А. Ф. Иоффе чоң салым кошкон. Жарым өткөргүчтөр электроника илиминин негизин түзөт.

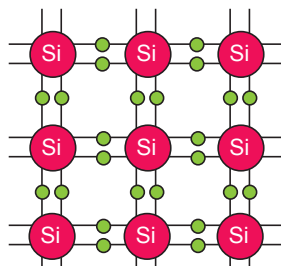
Металлдардын кристаллдык торчолорунун түйүндөрүндө оң иондордун бекем кармалып турушун – эркин электрондорунун өтө көп болушу жана алардын *металлдык байланышы* камсыздайт. Жарым өткөргүчтөрдө эркин электрондор жокко эсе болгондуктан, алардын кристаллдык түзүлүшүн – атомдорунун *коваленттик* байланышы шарттайт.

Атомдун эң сырткы орбитасында жайгашып, башка атомдор менен байланыш түзүүгө катышуучу электрондор *валенттик электрондор* болот. Валенттик электрондор атомдун *валенттүүлүгүн*, б.а. башка канча атом менен химиялык байланыш түзө алуу жөндөмдүүлүгүн билдирет (Химия, 8-кл.).

Жарым өткөргүчтөрдө жанаша жаткан эки атомдун бирден валенттүү электрондору эки атомго тең таандык болуп, *жалпы*



137-сүрөт



138-сүрөт

электрондук жупту түзөт. Атомдордун мындай байланышын физика илиминде *коваленттик байланыш* деп айтабыз (137-сүрөт).

Кремнийди мисалга келтирели. Кремний төрт валенттүү элемент, б.а. анын атомунун сырткы электрондук катмарында *валенттик* электрондордун саны төртөө (138-сүрөт).

Бул төрт электрондун ар бири жана-ша жаткан башка атомдун валенттүү электрону менен жалпы электрондук жупту түзөт. Натыйжада, ар бир атомдун эң сыртында сегизден электрон айланып калат (төртөө өздүк жана төртөө келгин).

Кристаллдын температурасы канчалык жогору болсо, валенттүү электрондор ошончолук көп энергияга ээ болуп, алардын коңшу атомдор арасында кыймылы ошончолук жеңил болот.

Температуранын жогорулашы менен кээ бир валенттүү электрондордун энергиясы дагы чоңоюп, натыйжада электрондор валенттик зонадан чыгып, эркин электронго айланышат. Мындай электрондордун саны температурага жараша көбөйүп, кристалл электр тогун абдан жакшы өткөрө баштайт.

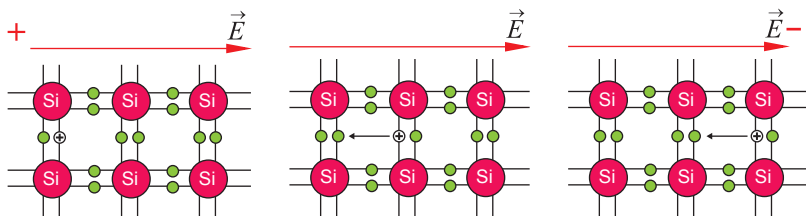
Жарым өткөргүчтөрдө эркин электрондор аркылуу электр тогунун өтүүсү электрондук өткөрүмдүүлүк деп аталат.

Кинетикалык энергиясы жогорулаган электрон өзүнүн атомун таштап, эркин электронго айланган учурда атом оң ионго айланарын билебиз. Атомдон бөлүнүп кеткен электрондун орду оң заряддалган көңдөйчөгө айланат.

Эгер электр талаасынын таасиринде ал көңдөйчөгө катарлаш турган атомдун электрону келип түшсө, анда ошол катарлаш атомдо көңдөйчө жаралат да, ал оң ионго айланат. Демек, электрондор талаанын багытына карама-каршы багытта жылып, көңдөйчөлөрдү толуктаган сайын, көңдөйчө электрондун багытына каршы багытта жыла берет (139-сүрөт).

Оң заряддуу көндөйчөлөрдүн багыттуу кыймылы да өз кезегинде электр тогун түзөт.

Жарым өткөргүчтөрдөгү көндөйчөлөрдүн кыймылынан электр тогунун келип чыгышы **көндөйчөлүү өткөрүмдүүлүк** деп аталат.



139-сүрөт

Электр талаасынын таасири астында электрондордун жана көндөйчөлөрдүн иреттүү кыймылы **жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу** деп аталат.

Демек, жарым өткөргүчтөр электрондук-көндөйчөлүү өткөрүмдүүлүккө ээ. Терс деген сөз англисче *negativ* (n), ал эми оң деген сөз *positive* (p) деп айтылгандыктан, терс заряддар же электрондор аркылуу өткөрүмдүүлүктү n өтүүсү, көндөйчөлөр аркылуу өткөрүмдүүлүктү p өтүүсү деп коюшкан.

Анда, электрондук-көндөйчөлүү өткөрүмдүүлүк $n - p$ өтүүсү деп айтылат. Электрондор менен көндөйчөлөрдү көбөйтүү максатында жарым өткөргүчтөргө дагы башка заттар (кошулмалар) кошулуп, *кошулмалуу жарым өткөргүчтөр* алынат.

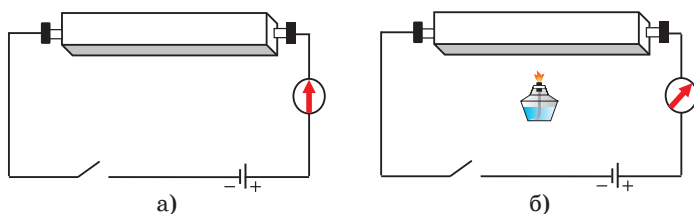
Жарым өткөргүчтөрдүн негизги касиети – температуранын жогорулашы менен электрдик каршылыгынын азаюусу.

Температураны 300 Кден 700 Кге чейин жогорулатканда 1 мм³ көлөмдө бош электрондордун саны 10¹⁷ даражасынан 10²⁴ даражасына чейин өсөт. Бул учурда жарым өткөргүчтүн каршылыгы кескин азаят.

Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүн жөнөкөй тажрыйбалардын негизинде үйрөнүүгө болот. Ал үчүн жылуулук өткөрбөй турган тунук эмес пластмассадан жасалган узунураак кутуча алып, анын ичине жарым өткөргүч затты

жайгаштырабыз (140-сүрөт). Кутучанын капкагын жаап, жарым өткөргүчкө бекитилген клеммаларын ток булагына туташтырсак, гальванометр токтун өтпөгөнүн, нөлдү көрсөтөт (140-а сүрөт).

Эгер кутунун түбүнө күйүп турган спиртовканы жакындатсак, гальванометр токтун пайда болгонун жана температура жогоруласа ток күчү да көбөйүп, температура төмөндөсө, ток күчү азая турганын көрсөтөт (140-б сүрөт). Спиртовканы алып койсок, гальванометрдин жебеси артка жылып,



140-сүрөт

кайра нөл абалына келип калат. Бул тажрыйба жарым өткөргүчтөрдүн каршылыгынын температурадан көз каранды экендигин далилдейт.

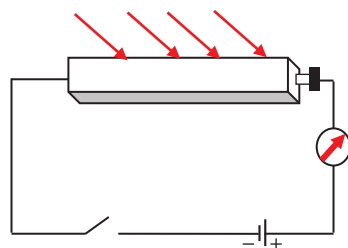
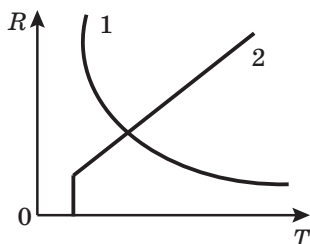
Жарым өткөргүчтөрдүн каршылыгынын температурадан тескери пропорциялуу көз карандылыгына негизделип жасалган курал **терморезистор** (термокаршылык) деп аталат.

Терморезистор электр чынжырына туташтыруучу клеммалары бар жарым өткөргүч мамычадан турат. Мамыча металл тулкуга же нымдан сактоочу кутуга жайгаштырылат (141-сүрөт).

Терморезистордун температурасы канчалык жогору болсо, анын каршылыгы ошончолук кичине болот. Ал азыркы учурдагы электроникада, радиотехникада жана өлчөө техникасында кеңири колдонулат.

142-сүрөттө каршылыктын температурадан болгон көз карандылыгы берилген. Мында 1-жарым өткөргүчкө; 2-металлга таандык чийме. Мындан металлдардын каршылыгы температурага түз, ал эми жарым өткөргүчтүкү тескери пропорциялаш экендигин түшүнүүгө болот.

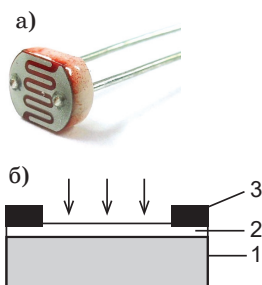
Эгер 140-а сүрөттөгү кутунун капкагын ачып, жарым өткөргүчтү жарыктандырсак да гальванометр токтун пайда болгондугун көрсөтөт (143-сүрөт). Жарым өткөргүч канчалык жакшы жарыктандырылса, ток күчү ошончолук чоң болот.



Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрдүүдүүлүгүнүн жарыктан көз карандылыгына негизделип жасалган курал **фоторезистор** (144-а сүрөт) деп аталат.

Жөнөкөй фоторезистор 144-б сүрөттөгү пластмассанын (1) бетине жалатылган жарым өткөргүч катмардан (2) турат. Жарым өткөргүч катмардын учтарына бекитилген клеммалар (3) аркылуу электр чынжырына туташтырылат. Фоторезистордун каршылыгы жарым өткөргүч катмардын жарыктанышына жараша өзгөрөт.

144-сүрөт



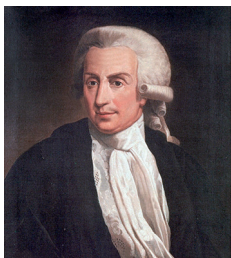
Фоторезисторлор жарыкты өлчөөчү жана ар кандай автоматтык түзүлүштөрдө колдонулат.

- Т? 1. Жарым өткөргүч деп эмнени айтабыз?
2. Жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу деп эмнени айтабыз?
3. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүн кандай тажрыйбалардан көрсөтүүгө болот?
4. Жарым өткөргүчтүн каршылыгы эмнеден көз каранды?
5. Терморезистор деген эмне? Түзүлүшү кандай?
6. Фоторезистор деген эмне? Түзүлүшү кандай?

§ 53. Тирүү организмдердеги электр тогу. Техникалык коопсуздук



1. Тирүү организмдеги электр тогу
2. Электр тогунун адамга таасири жана андан сактануу эрежелери



Луиджи Гальвани
(1737–1798)

Италиялык врач, анатом, физиолог жана физик, электр жөнүндөгү окууга негиз салгандардын бири.

Тирүү организмдер электр тогун өткөрө тургандыгын биринчи жолу 1786-жылы 26-сентябрда италиялык окумуштуу Луиджи Гальвани ачкан. Ал столдун үстүндөгү союп даярдалган бакага электрленген скальпелди тийгизгенде, союлган баканын буту-колу жыйрылып, кыймылга келгенин, т.а. организмден электр тогу өткөнүн байкаган.

Ошондон тартып бул күн илимде тирүү организмдеги электр кубулуштарын изилдөөчү илим – электробиологиянын негизделген күнү катары белгиленет.

Тирүү организмдерде ар кандай электрдик процесстердин болушу таң калычтуу эмес. Биопротездер, булчуңдардын биотоктор менен башкарылуусу, мээде биоток болорун билебиз. Дээрлик ар бир эле адам өз өмүрүндө жок дегенде бир жолу электрографиядан өтөт.

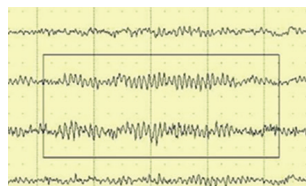
Биопротездер – адамдын денесинде пайда болгон биотокторду сезе турган кичинекей электр булактары (блок-питания) аркылуу кыймылга келүүчү буту-колдун кийме протездери. Биопротездердин пайда болушу менен айрым функциясын жоготкон органдардын (кол-бут, ички орган ж.б.) иштөөсүн калыбына келтирип, жабыркаган адамды дээрлик толук кандуу жашоого кайтаруу мүмкүн болду.

Биопотенциал (биоэлектрдик потенциал, биоток) – изилденүүчү тирүү организмдин ткандарында, мисалы, мээнин ар кандай бөлүктөрүндө, клеткаларда жана башка түзүлүштөрдө жайгашкан заряддардын өз ара аракетинин энергетикалык мүнөздөмөсү.

Дененин бетиндеги электр талаасынын потенциалын убакыт боюнча каттоо аркылуу органдардын жана ткандардын иштешин изилдөөнүн жолу **электрография** деп аталат. Дененин бетиндеги эки башка чекитке тиркелген эки электрод убакыт боюнча өзгөрүүчү потенциалдар айырмасын каттайт. Бул потенциалдар айырмасынын өзгөрүшүнүн убакыттан көз карандылык графигин $\Delta\phi(t)$ **электрограмма** дешет.

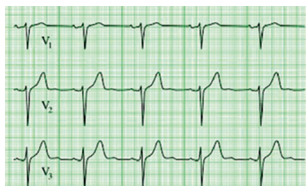
Иш-аракети текшерилип жаткан органга байланыштуу электрограмма түрдүүчө аталат: жүрөк текшерилип жатса – ЭКГ (электрокардиограмма): көрүү торчосу болсо – ЭРТ (электроретинограмма), баш мээ болсо – ЭЭГ (электроэнцефалограмма), тери текшерилсе – КГР (кожногальваникалык реакция) ж.б.

Себепсиз баш оору, начар уйку, чарчоо, кыжырдануу – мунун баары мээдеги кан айлануунун начарлашынан же нерв системасынын бузулушунан болушу мүмкүн. Нерв системасын диагноздоо үчүн мээнин электроэнцефалограммасын (145-а сүрөт) тарттырышат.



а)

Бул адамга зыян келтирбеген жана жаш балдарга да коопсуз колдонула турган жеткиликтүү текшерүү ыкмасы (145-сүрөт). Электроэнцефалография аркылуу тартылып алынган мээнин электроэнцефалограммасын текшерип, диагноз коюлат.



б)

145-сүрөт

Электрокардиография (145-б сүрөт) аркылуу тартылып алынган жүрөктүн электрокардиограммасы менен жүрөк текшерилет. Жүрөктүн согуусун электр тогу аркылуу жөнгө салуу **электрокардиостимуляция** деп аталат.

Жүрөк ритмин жасалма пайда кылууга же өзгөртүүгө арналган медициналык курал – **электростимулятор**. Ал жүрөгү жеткиликсиз жыштыкта согуп же согуусу убактылуу токтоп калган бейтаптын жүрөгүнүн жыйрылуу жыштыгын жөнгө салуу үчүн колдонулат.

Диагностикалык сыноолорду жүргүзүүчү кардиостимуляторлор да бар.

Адамдын жана жаныбарлардын бардык органдарынын (ашказандын, жүрөктүн, бөйрөктөрдүн, бездердин ж.б.) иштешинде электрдик кубулуштардын мааниси чоң. Жаныбарлардын (эң кичинекей бактериядан эң чоң көк китке чейин) тиричилик активдүүлүгү – ар кандай электрдик кубулуштарга байланыштуу.

Жаратылышта электр тогун чыгара турган балыктар кездешет. Азыркы мезгилде мындай электрдик балыктардын (угорь, скат, сом ж.б.) 100гө жакын түрү бар. Бул балыктар чыңалуусу 300 В–500 Вко чейинки электр тогун чыгара алышат.

Адамдын денеси электр тогун жакшы өткөргөндүктөн, электр буюмдарынын туткасын, койгучтарын, сырткы корпусун жасоодо ар дайым диэлектриктер (пластмасса, кургак жыгач, резина ж.б.) колдонулат. Адам электр буюмдары менен иштөөдө да изолятор кол каптарын кийүүсү зарыл. Адам үчүн 0,001 Аге чейинки ток күчү коопсуз болуп эсептелет. Эгер адамдын денеси ток күчү 0,1 А, чыңалуусу 24 В же андан көп болгон өткөргүчкө тийсе, ал оор жаракат алышы же өлүмгө учурашы мүмкүн.

Электр тогунун адамга коркунуч туудурган чектери ар кандай адамдар үчүн ар башка болот. Кургак жана катуу тери – жогорку каршылыкка, ал эми жука, жумшак, нымдуу тери – төмөнкү каршылыкка ээ. Териси кургак жана жаракат албаган адамдын денесинин бир колунун учунан экинчи колунун учуна чейинки каршылыгы 100 000 Ом жана андан жогору болот. Эгер адам терчил болсо, эки колдун учтарынын ортосундагы каршылык 1 500 Ом жана андан төмөн болот.

Электр буюмдарын коопсуз колдонуунун эрежелери:

1. Бир эле учурда розеткага бирден ашык электр буюмун саюуга, буюмду розеткадан ажыратаарда шнурунан кармап тартууга болбойт.

2. Бузулган электр буюмун колдонууга болбойт.

3. Электр жылыткычтарын түнү бою иштетип коюуга, аларга кийимдерди кургатууга болбойт.

4. Көлгө жасалган электр буюмун колдонууга тыюу салынат.

5. Тармакка кошулган электр шаймандары (үтүк, плойка,

чач кургаткыч ж.б.) «өчүрүү» режиминде болсо да, сөзсүз тармактан ажыратып коюу керек.

6. Жаңы жылыткычтарды иштетүүдөн мурун күйбөгөн материалдардын үстүнө коюп, текшерип алуу керек.

7. Электр лампаларынын үстүн кагаз, кездеме ж.б. күйүүчү материалдар менен жабууга болбойт.

8. Электр куралдарын иштетүүдө аны «колдонуу боюнча нускамасын (инструкциясын)» аткарыңыз. Нускамада белгиленбеген башка максаттарда колдонууга тыюу салынат!

Электр тогунан жабыркаган адамга кандай алгачкы жардам көрсөтүү керек? Эгер ушундай учур туш болсо, ар бир секунда тагдыр чечерин эстен чыгарбоо керек. Адам токтун таасиринде канчалык көп убакыт болсо, анын өмүрүнө ошончо чоң зыян келиши мүмкүн.

Адамдын денеси тогу бар өткөргүчкө тийгенде ага жабышып калат. Андан адам өз алдынча бошонуп кетүүсү өтө кыйын. Себеби бул учурда адам аң-сезиминен ажырап, булчуң эттери тырышып, дененин айрым бөлүгү кыймылга келбей калат.

Токко урунган адамды сактап калуу үчүн, эң алгач аны ток өтүп жаткан өткөргүчтөн ажыратуу зарыл. Эгер мындай кокустук бөлмөнүн ичинде болсо, дароо үйдөгү электр тогун өчүрүп, розеткадан куралды ажыратып салуу керек. Эгер электрдик ажыраткыч же кошкуч жок болсо, электр эсептегичиндеги сактагыч пробканы бурап чыгарып алуу сунуш кылынат.

Эгер электр эсептегичи же кошкучу алыс жерде жайгашкан болсо, резина өтүк, кол кап кийип, кургак жыгач таяк менен электр тармагын ажыратуу зарыл. Өткөргүчтү бычак же балта менен кесүүгө да болот. Бул учурда алардын сабы изоляцияланган болушу керек.

Токко урунган адам өзү да ток өткөргүч экендигин эстен чыгарбоо керек. Ошондуктан адамды ачык денесинен кармабастан, кийиминин учунан этияттык менен кармап, токтон ажыратуу зарыл.

Токтон ажыратылган адамды чалкасынан жаткырып, дем алууга тоскоол болгон бүчүлүктөрүн чечип салуу, тез жардам чакыруу, же ооруканага жеткирүү зарыл.



1. Эмне үчүн адам электр менен иштегенде сак болушу керек?
2. Электр кокустугунун пайда болуу шарттары кайсылар?
3. Электр менен иштегенде биринчи иретте сакталуучу эрежелер кайсылар?
4. Эмне үчүн бузук электр куралдары менен иштөөгө болбойт?
5. Электр чайнегине суу куйбай туруп токко кошууга болобу?
6. Эмне үчүн электр монтерү колуна желим кол кап, бутуна желим өтүк киет?
7. Токко урунган адамды электр тармагынан ажыратуу үчүн алгач эмне кылуу керек?
8. Токко урунган адамга алгачкы жардам берүү кандайча жүргүзүлөт?
9. Бул маселе боюнча кыскача аңгеме же реферат жазгыла.

IV глава боюнча негизги маалыматтар жана алардын өз ара байланышы

№	Чөйрөлөр	Токту алып жүрүүчүлөр, кубулуштар	Колдонулушу
1	Металл	Эркин электрондор	Металл өткөргүчтөрү колдонулган бардык өткөргүчтөр
2	Газ	Оң жана терс ион- дор жана эркин электрондор (иондо- шуу)	Өз алдынча жана өз алдынча эмес разряддар
3	Суюктук	Оң жана терс иондор (диссоциация)	Жезди тазалоо, алю- миний өндүрүү, галь- ваностегия, гальвано- пластика
4	Вакуум	Электрондор (термо- электрондук эмиссия)	Электрондук куралдар
5	Жарым өткөргүч	Эркин электрондор, бош орундар (көңдөй- чөлөр)	Терморезистор Фоторезистор

IV глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

- Металлдардагы электр тогу кайсы бөлүкчөлөрдүн кыймылынан пайда болот?
 - Оң иондордун.
 - Терс иондордун.
 - Электрондордун.
- Металлдар аркылуу ток өткөндө токтун кайсы аракеттери байкалат?
 - Химиялык жана магниттик.
 - Жылуулук жана химиялык.
 - Жылуулук жана магниттик.

3. Кайсы чөйрө аркылуу электр тогу өткөндө заттын (бөлүкчөлөрүнүн) ташылуусу жүрөт?
- А. Металлдар.
Б. Газдар.
В. Электролиттердин эритмелери.
4. Газдарда токту алып жүрүүчү бөлүкчөлөр болуп ... эсептелишет.
- А. оң иондор, электрондор
Б. терс иондор
В. оң иондор, терс иондор, электрондор
5. Электролиз учурунда 200 с ичинде 0,6 г никель бөлүнүп чыкты. Никель үчүн $K = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$. Электролит аркылуу кандай ток өткөн?
- А. 10 А Б. 8 А В. 1 А
6. Вакуумдагы электр тогу ... кубулушунун жардамы менен алынат.
- А. электромагниттик индукция
Б. термоэлектрондук эмиссия
В. инерция
7. Кошулмасы жок таза жарым өткөргүчтөр кандай типтеги өткөрүмдүүлүккө ээ?
- А. Негизинен электрондук.
Б. Негизинен көңдөйчөлүү.
В. Электрондук жана көңдөйчөлүү.
8. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүнүн жарыктануудан көз карандылыгына негизделип жасалган курал ... деп аталат.
- А. фоторезистор
Б. терморезистор
В. термометр
9. Адам үчүн кооптуу болгон ток күчүнүн мааниси ...
- А. 0,1 А
Б. 0,001 А
В. 0,0001 А

2-вариант

1. **Металлдардын электр өткөрүмдүүлүгү ... болуп эсептелет.**
А. иондук
Б. электрондук
В. электрондук жана иондук
2. **Суюктуктарда токту алып жүрүүчү бөлүкчөлөр болуп ... эсептелет.**
А. оң иондор, электрондор
Б. терс иондор
В. оң иондор, терс иондор
3. **Электролит аралашмасы аркылуу турактуу ток өтөт. Бул чынжырда ток күчү 4 А ге барабар. Оң иондор катодго 2 с ичинде кандай зарядды алып өтөт?**
А. 1 Кл
Б. 2 Кл
В. 8 Кл
4. **Электролиттердин эритмеси аркылуу ток өткөндө токтун кайсы аракеттери байкалат?**
А. Химиялык жана магниттик.
Б. Жылуулук жана химиялык.
В. Жылуулук жана магниттик.
5. **Термоэлектрондук эмиссия деген эмне?**
А. Жарыктын таасиринде катоддон электрондордун бөлүнүп чыгышы.
Б. Жогорку температурага чейин ысытуудан катоддон электрондордун бөлүнүп чыгышы.
В. Вакуум пайда кылганда катоддон электрондордун бөлүнүп чыгышы.
6. **Температурасы ... болгон плазма ысык плазма деп аталат.**
А. 1 000 К ге барабар
Б. 1 000 К ден кичине
В. 1 000 К ден жогору

7. Ааламдагы заттын болжолдуу түрдө канча бөлүгү плазма абалында болот?
- А. Бардыгы.
 - Б. 99% ке жакыны.
 - В. 50% .
8. Донордук кошулмасы бар жарым өткөргүчтөр кандай типтеги өткөрүмдүүлүккө ээ?
- А. Негизинен электрондук.
 - Б. Негизинен көңдөйчөлүү.
 - В. Электрондук жана көңдөйчөлүү.
9. Жарым өткөргүчтөрдүн каршылыгынын температурадан көз карандылыгына негизделип жасалган курал ... деп аталат.
- А. фоторезистор
 - Б. терморезистор
 - В. термометр
10. Адам үчүн кооптуу болгон чыңалуунун мааниси...
- А. 24 В
 - Б. 2,4 В
 - В. 42 В

ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК КУБУЛУШТАР

§ 54. Магнит. Магнит талаасы. Жердин магнит талаасы



1. Магнит, магнит талаасы
2. Табигый жана жасалма магниттер
3. Магниттик жебе жана турактуу магниттер
4. Магнит талаасынын күч сызыктары
5. Жердин магнит талаасы

Байыркы уламышта Магнус аттуу койчу жөнүндө айтылат (Лев Толстойдун балдарга арналган «Магнит» аңгемесинде бул койчунун аты Магнис). Магнус таштуу тоолордо жүрүп, бир жолу таягынын темир капталган учу менен өтүгүнүн мык кагылган такасы ташка жабышканын байкайт.

Ошондон бери бул таш сыяктанган кристалл «магнус ташы» же «магнит» деп аталып, магниттүү темир кени казылып алынган аймак Магнесия болуп калган. Магнитогорск шаарында да магниттүү темир кенинин бай запасы бар.

Биздин эрага чейин көптөгөн кылым мурда да темир бөлүкчөлөрүн өзүнө тартуу касиетине ээ болгон заттар белгилүү болгон. Бул тууралуу биздин заманга чейинки VI кылымда грек философу Фалес Милетский айткан.

Магниттин касиеттери боюнча биринчи илимий изилдөөлөрдү XIII кылымда француз окумуштуусу Пьер Пелерен жүргүзгөн. 1269-жылы анын «Магнит китеби» деген очерки жарык көрүп, анда ал магнетизмдин көптөгөн фактылары жөнүндө жазган: магниттин эки уюлу бар, алар **түндүк** жана **түштүк уюл** деп аталат; магнитти сындырып, уюлдарды бири-биринен ажыратууга болбойт; уюлдар өз ара аракеттенишет – **тартылышат** жана **түртүлүшөт**.

Магнит – айрым нерселерди өзүнө тартуу же түртүү касиетине ээ болгон зат.



145-сүрөт

Табиятта магниттер көбүнчө темир кенинин курамында болот. Алар темир, болот, никель, кобальттан жасалган предметтерди өзүнө тартуу касиетине ээ (145-сүрөт).

Нерселердин өз ара аракеттенишүүсү (бири-бирин тартуусу же түртүүсү) ар дайым нерсенин айланасындагы талаа аркылуу ишке ашат.

Магниттин айланасында пайда болгон талаа **магнит талаасы** деп аталат.

Магнитти экиге бөлсө, ар бир бөлүгү бир тарабынан гана жабышып, экинчи тарабынан түртүлүп, бурулуп кетет. Аны канча бөлүккө бөлсө да бардыгы бир тарабынан түртүлүп, экинчи тарабынан тартыла берет. Магниттин тартуусу ортосуна караганда учтарында күчтүүрөөк болорун байкоого болот.

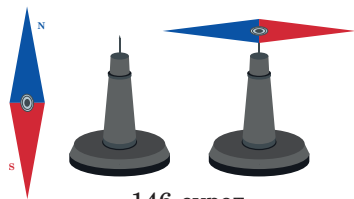
Магниттин тартуу аракети күчтүү болгон жерлери **«уюлдар»** деп аталат.

Магнитти улам бөлүктөргө бөлүп, кичирейтип отуруп, абдан жука, жеңил болуп калганда ортосунан көзөп, эркин айлангандай кылып, учунда ийнеси бар коймого бекитишет. Аны каалагандай тарапка буруп коё берсе, анын бир учу ар дайым бир багытты – Жер шарынын Түндүк уюлун көрсөтүп жайгаша берет.

Вертикалдуу октун айланасында эркин айлануучу узун, жука ромб түрүндөгү кичинекей магниттин бөлүгү – **магнит жебеси** деп аталат.

Магнит жебесинин Жердин Түндүк уюлун көрсөткөн учу анын «түндүк уюлу» деп аталып, N тамгасы менен белгиленет

(N – north – түндүк деген сөздүн баш тамгасы) жана көк түс менен боёлот. Ал эми Жердин Түштүк уюлун көрсөткөн учу магнит жебесинин «түштүк уюлу» деп аталып, S тамгасы менен белгиленет (S – south – түштүк деген сөздүн баш тамгасы) жана кызыл түскө боёлот (146-сүрөт).



146-сүрөт



147-сүрөт

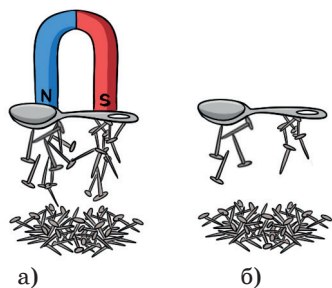
Эки магнит жебесин жанаша коюп, ар кандай абалдарга бурсак, алар окшош уюлдары менен түртүлүшүп, ар башка уюлдары менен тартылышканын байкоого болот (147-сүрөт). Мындан төмөнкүдөй жыйынтыкка келебиз.

Магниттердин «түндүк уюл» жана «түштүк уюл» деп аталган эки уюлу болот, магниттер бирдей уюлдары аркылуу түртүлүшөт, түрдүү уюлдары аркылуу тартылышат.

Бул эреже электр талаасындагы «бир аттуу заряддар — түртүлүшөт, түрдүү аттуу заряддар — тартылышат» деген ырастоого окшош болгондуктан, мында жебелер заряддалган жокпу? – деген күмөн ой келип чыгышы мүмкүн. Электроскоптун ж.б. жардамында магнит жебелеринин заряддалбагандыгына ынанууга болот. Анда талаа жөнүндө төмөнкүдөй тыянак келип чыгат.

Ар кандай талаа дал өзүндөй талаа менен гана түздөнтүз өз ара аракеттенишет.

Эгер магнитке темирдин кесегин же башка темирден, болоттон жасалган буюмдарды жабыштырсак, алар да магниттелип, башка нерселерди тарта баштайт (148-а сүрөт). Болоттон жасалган буюмдарды магнитке көбүрөөк кармап туруп, кайра ажыратсак, ага жабышкан айрым нерселер түшүп, айрымдары кадимки магнитке тартылгансып, бир топко чейин кармалып калат (148-б сүрөт). Демек, магнит талаасынын таасиринде нерселерди атайын магниттөөгө болот. Атайын магниттелген нерселер жасалма магниттер болушат. Алар



148-сүрөт

Табигый магниттер	Жасалма магниттер

149-сүрөт

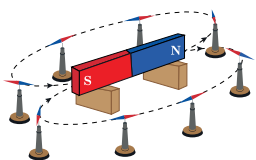
така, тилке ж.б. түрдө жасалат. Магниттик касиетин узак убакытка сактай ала турган заттар турактуу магнит болот. Турактуу магниттер табигый жана жасалма болуп бөлүнөт (149-сүрөт).

Магнит талаасынын башка нерселерге аракет этүү багытын көрсөтүүчү сызыктар **магнит талаасынын күч сызыктары** деп аталат.

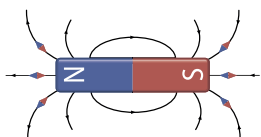
Магнит жебесин жакындатып көрүү менен бардык магниттердин уюлдарын жана магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын аныктап алууга болот. Магнит жебесинин түндүк уюлун өзүнө тарткан жерин берилген магниттин S түштүк уюлу деп, ал эми жебенин түштүк уюлун өзүнө тарткан жерин – ал магниттин N түндүк уюлу деп эсептейбиз.

Тилке түрүндөгү магниттин магнит талаасынын күч сызыктарын аныкташ үчүн, аны тактайчанын үстүнө коюп, айланасына магнит жебелерин жайгаштырабыз (150-сүрөт). Жебелердин уюлдарынын жайгашуусун ой жүзүндө туташтырсак, туюк сызыктарды алабыз.

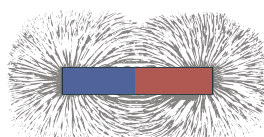
Жебелердин саны канчалык көп, өлчөмү кичине болсо, туюк сызыктар ошончолук даана байкалат (151-сүрөт). Магнитти ак кагаздын үстүнө коюп, анын тегерегине темирдин күкүмдөрүн себелесек, 152-сүрөттөгүдөй көрүнүштү алабыз.



150-сүрөт

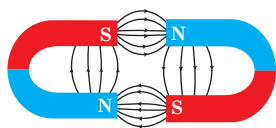


151-сүрөт

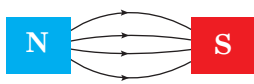


152-сүрөт

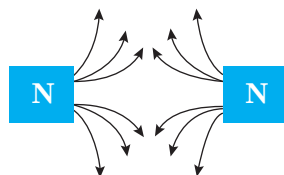
Ушундай эле жол менен така жана тилке түрүндөгү магниттердин да талаасынын күч сызыктарын аныктоого болот (153–155-сүрөттөр). Мында магниттин ортосуна караганда уюлдарында талаанын күчтүү экендиги жана магнит талаасы туюк сызыкты элестетери байкалып турат.



153-сүрөт



154-сүрөт



155-сүрөт

Ошондуктан магнит талаасын шарттуу түрдө түндүк уюлунан чыгып, түштүк уюлунан бүткөн күч сызыктар аркылуу көрсөтүү кабыл алынган.

Магнит жебесинин (N) түндүк уюлунун ар дайым Жердин географиялык Түндүк уюлу тарапка багытталышы – Жердин магнит талаасы бар экендигин билдирет. Демек, Жердин географиялык Түндүк уюлунда анын магнит талаасынын түштүк (S) уюлу жайгашкан болот. Себеби бирдей магниттик уюлдар түртүлүшөт, түрдүүчө магниттик уюлдар тартылышат. Жердин магниттик уюлдары жана анын күч сызыктары 156-сүрөттө көрсөтүлгөн. Жердин магнит талаасынын күч сызыктары Жердин огунда тилкелүү магнит жаткандай элес калтырат. Кийинки параграфта Жердин магниттик касиеттеринин себебин окуп-үйрөнөбүз.



156-сүрөт

а)



б)



157-сүрөт

Жердин географиялык негизги 4 чекитин (тарабын) аныктоо, аларга карата багытты көрсөтүү үчүн **компас** колдонулат. Компастын (157-а сүрөт) негизги элементи болуп магнит жебеси эсептелет. Кийинки учурларда смартфондорго орнотулуп, багытты убактысы менен бирге көрсөтүүчү *глобалдык багыттоо системалары* (англ. *Global Positioning System – GPS*) кеңири колдонулууда (157-б сүрөт). Бирок коопсуздук, ишенимдүүлүк үчүн кадимки компастар, карталар ар дайым керек.

- Т?**
1. Магнит, магнит талаасы деген сөз эмнени түшүндүрөт?
 2. Табигый, жасалма, турактуу магнит дегендер эмне?
 3. Магниттин уюлдары деп эмнени айтабыз жана кандай уюлдары бар?
 4. Магниттердин өз ара аракетин алардын уюлдарынын жайланышынан кандайча көз каранды?
 5. Магнит талаасынын күч сызыктары кандай?
 6. Тилке түрүндөгү магнитти экиге бөлсө, уюлдары кандай болот?
 7. Бир уюлдуу магнит болушу мүмкүнбү?

§55. Токтун магнит талаасы. Эрстеддин тажрыйбасы

- ?**
1. Эрстед тажрыйбасы
 2. Магнит талаасынын электр тогунун айланасында гана пайда болушу. Ампердин гипотезасы
 3. Турактуу токтун жана жердин магнит талааларынын Ампер гипотезасы аркылуу түшүндүрүлүшү

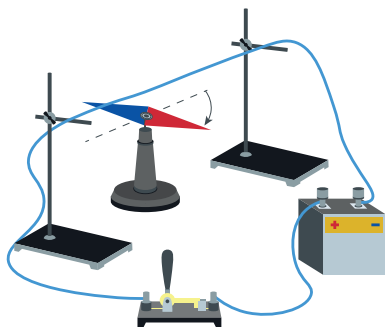
Даниялык окумуштуу Х.К.Эрстед 1820-жылы тажрыйба жүзүндө электрдик жана магниттик кубулуштардын байланышын ачкан. Натыйжада бардык магниттик кубулуштардын себебин түшүндүрүп, электромагниттик кубулуштардын адам баласынын күндөлүк турмушунда колдонулушуна зор таасирин тийгизген.

Эрстеддин тажрыйбасын азыркы шартта кайталап көрсөтүү үчүн төмөнкү түзүлүштү чогултабыз (158-сүрөт).

Бул түзүлүштө колдонулуучу ток булагы, ажыраткыч, реостат, магнит жебеси сыяктуу куралдар ар бир мектептин физика кабинеттеринде бар. Алардын жардамында сүрөттөгүдөй чынжырды чогултуп алабыз да, магнит жебесин өткөргүч

зымды бойлото жайгаштырабыз (пунктир сызык боюнча).

Ачкычты жаап, чынжырды туюктаган кезде магнит жебеси кыймылга келип, сүрөттөгүдөй абалга келет. Ал эми чынжырды ажыратканда магнит жебеси өзүнүн мурдагы абалына келет (компас сыяктуу). Себеби эмнеде?



158-сүрөт

Ар кандай талаа өзүндөй талаага таасир этип, өзүндөй талааны сезери бизге мурунку параграфтан белгилүү. Демек, бул жерде магнит жебесине магнит талаасы таасир этерин Эрстед далилдеди.

Өткөргүчтөн электр тогу өткөн кезде — анын айланасында магнит талаасы пайда болот.

Эрстед тажрыйбасынан кийин француз окумуштуусу А. Ампер төмөнкүдөй илимий божомолун (гипотезасын) айткан: магнит талаасы электр тогунун айланасында пайда болот, аны молекулалык деңгээлдеги микротоктор пайда кылат. Электр тогун магнит талаасынын булагы катары кароого болот.

Бул гипотеза далилденип, ал аркылуу Ампер биринчи болуп электр жана магнит кубулуштарынын байланыш теориясын түзгөн. Анын негизинде бардык эле магниттердин булагы электр тогу болобу? — деген суроо пайда болгон.

Нерселердин магниттелиши заттын атомунун ичинде айлануучу микротоктордун — электрондордун атомдун айланасында жана өткөргүчтү бойлото кыймылынын эсебинен келип чыгат. Ар бир электрон атомдун айланасында айланганда, кайсы бир багытта магнит талааларын пайда кылат (159-сүрөт). Электрон e — ылдамдыгы менен кыймылдаган болсо, анда микротогунун багыты I багытына дал келсин дейли. Анда

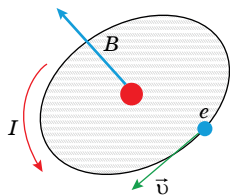


Эрстед Ханс Христиан
(1777–1851)

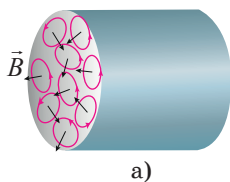
Даниялык физик, химик, философ. Электр тогунун магниттик аракетин аныктап, дүйнөдө ири ачылыш жасаган, магнетизм боюнча кийинки ачылыштарга шарт түзгөн.

ал токтун магнит талаасынын багыты B багыты боюнча болот (кийинки темада бурама эрежесин окуп, дагы жакшы түшүнөсүңөр).

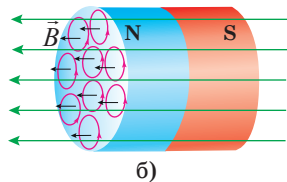
Бөлүкчөлөр өтө көп жана айлануу багыттары түрдүүчө болгондуктан, магнит талааларынын B күч сызыктары да түрдүүчө болуп, кадимки абалда заттардын магнит талааларынын суммасы нөлгө барабар болушу мүмкүн (160-а сүрөт). Ал эми затты магнит талаасына койсок, сырткы магнит талаасынын күчүнө жана заттын касиетине жараша, заттагы бөлүкчөлөрдүн ички магниттик талааларынын B күч сызыктары кандайдыр бир деңгээлде бирдей багытка келип иреттелет да, магнит талаасы нөлдөн айырмаланат. Бул учурда зат магниттелет, б.а. эки уюлдуу кадимки магнитке айланат (160-б сүрөт).



159-сүрөт



а)



б)

160-сүрөт

Жаратылыштагы заттар магниттик касиеттери боюнча **парамагнит**, **диамагнит** жана **ферромагнит** болуп үч топко бөлүнөт. Аны биринчи жолу англиялык окумуштуу Майкл Фарадей киргизген. Ал магнитке тартылган нерсенин магнит сызыктарынын узатасынан же туурасынан жайланышы боюнча аныкталат. Пара – узатасынан, диа – туурасынан дегенди билдирет. Парамагниттерге: платина, марганец, хром ж.б. кирет.

Диамагниттерге: жез, алюминий, күмүш, сурьма ж.б. мисал болот. **Ферромагнетиктер** темир сыяктуу (феррум – темир) төмөнкү температурада, тышкы магнит талаасы жок болгон учурда да магниттелүүгө жөндөмдүү заттар. Химиялык элементтердин ичинен темир, кобальт, никель жана сейрек кездешүүчү металлдардан кадмий, тербий, гольмий ж.б. ферромагниттик касиетке ээ.

Эми Жердин магнит талаасынын булагы да электр тогу болобу? – деген суроону карап көрөлү.

Жердин магнит талаасынын пайда болушунун Жердин өз огунда айлануусу менен байланышкан эки жолун карайбыз:

Жердин ядросу темирдин, никелдин ж.б. элементтердин эритиндисинен турган, Жер планетасынын эң тыгыз, оор жана эң ысык бөлүгү болуп эсептелет.

Анын температурасы $4000-5000^{\circ}\text{C}$ болуп, Күндүн бетинин температурасына (6000°C) жакындайт. Жогорку температурада металлдардан электрондор бөлүнүп чыгары белгилүү. Жердин өз огунда айлануусунун негизинде анын суюк ядросу менен кошо заряддуу бөлүкчөлөрү калкып аккандай кыймылда болот. Эриген металлдардын мындай кыймылы электр тогун жана Жердин айланасындагы магнит талаасын пайда кылат.

Жердин ионосферасы – бул иондошкон газдар, б.а. заряддуу бөлүкчөлөрдүн топтому. Жердин өз огунда айлануусунун негизинде ионосфера Жерге салыштырмалуу кыймылга келет да, электр тогун түзөт. Бул электр тогу пайда кылган магнит талаасынын күч сызыктары Жердин огунан өтүп, анын магниттик уюлдарын пайда кылат.

Айрым учурларда Жердин магнит талаасы кыска мөөнөттүү өзгөрүүгө дуушар болот. Муну адатта магниттик бороон деп аташат. Магниттик бороондун пайда болушу Күндүн активдүүлүгү менен байланышта экендиги тажрыйбада далилденген.

Күндүн активдүүлүгү күчөгөн мезгилде анын бетинен көп сандаган заряддуу бөлүкчөлөр дүйнөлүк мейкиндикке бүркүлүп чыгып турат. Алар да Жерге салыштырмалуу бир багытта кыймылда болгондуктан, айланасында күчтүү магнит талаасын пайда кылып, Жердин магнит талаасын өзгөртөт. Бул кубулуш магниттик бороон деп аталат.

Ал адамдардын, жаныбарлардын ден соолугуна же болбосо бардык эле жандуу жаратылышка таасирин тийгизет. Магниттик бороондун болушу айрым учурда маалымат каражаттары аркылуу алдын ала эскертилет. Ага көңүл буруп, ден соолугубузга кам көрүүбүз зарыл.

Магниттик бороон болбогон учурда деле Жер шарынын айрым аймактарында магнит жебесинин багыты Жердин магниттик талаасынын сызыктарына дал келбеген учурлар байкалат. Мындай аймакты магниттик аномалиялуу аймак деп аташат. Аномалия (грек тилинде $\alpha\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$: А – жокко чыгаруу, карама-каршы; $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$ – закон, норма) – нормадан

четтөө, айырмалануу, адаттагыдай эмес дегенди билдирет. Мындай аномалиянын болушу ошол жердеги темир кенинин көптүгү менен түшүндүрүлөт.

Жердин магниттик талаасы жер бетин космостук нурдануулардан сактап турат. Космостук нурдануулардын курамына электрон жана иондордон башка дагы көптөгөн бөлүкчөлөр кирет.

Алар мейкиндикте өтө чоң ылдамдык менен кыймылдагандыктан, Жердеги тирүү организмдер жана башка объектилер үчүн кооптуу. Бирок, алардын мындай зыяндуу таасири Жердин магнит талаасы аркылуу жөнгө салынат жана анчалык коркунуч туудурбайт.

Эрстеддин тажрыйбасынын жана Ампердин гипотезасынын негизинде Жердин магнит талаасынын ток менен байланыштуу болору далилденди.

- Т?**
1. Эрстеддин тажрыйбасы жана анын маанисин айтып бергиле.
 2. Эрстеддин тажрыйбасынан кандай корутунду чыгарууга болот?
 3. Тажрыйбаны жасоого керек болуучу түзүлүштөрдү атагыла.
 4. Тогу бар өткөргүчтө магнит талаасынын пайда болуу себебин түшүндүргүлө.
 5. Эрстеддин корутундусунун негизинде Жердин магнит талаасынын пайда болуу себебин түшүндүргүлө.
 6. Эрстеддин корутундусунун негизинде заттардын магниттелишин түшүндүргүлө.
 7. Ампер киргизген тегерек ток катары эмнени түшүнөбүз?
 8. Магниттелген нерсе менен магниттелбеген нерсенин ички түзүлүшүндө кандай айырма бар?
 9. Магниттик касиеттери боюнча заттар кандайча айырмаланат?

§ 56. Түз өткөргүчтөгү токтун магнит талаасы

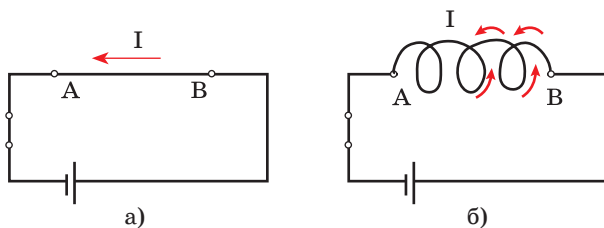
- ?**
1. Тогу бар түз өткөргүчтүн магнит талаасы
 2. Бурама эрежеси

Электр тогунун айланасында магнит талаасы пайда болорун Эрстед ачкандан кийин, А.Ампер ж.б. окумуштуулар электр кубулуштары менен магниттик кубулуштардын байланышын активдүү изилдей башташты.

Токтун айланасында пайда болгон магнит талаасынын кадимки турактуу магниттердин талаасынан айырмасы бар же жок экенин билүү кызыгууну пайда кылды. Ал үчүн магнит жебесин жана турактуу магниттерди тогу бар өткөргүчтөргө жакындатуу аркылуу бир нече изилдөөлөр жүргүзүлдү.

Турактуу магниттердин талаасынын аракети алардын тилке, така ж.б. формасына жараша түрдүүчө. Токтун магнит талаасынын аракети өткөргүчтүн формасынан көз каранды болобу же болбойбу – карап көрөлү.

Түз өткөргүчтөн өтүүчү электр тогу – **түз ток**, ал эми айлана түрүндөгү өткөргүчтөгү токтун – **тегерек ток** деп кыскача атап жүрүшөт. Практикада колдонулуучу өткөргүчтөр негизинен эки формада болот: түз жана айлана түрүндө. 161-а сүрөттөгү чынжырдын *AB* бөлүгүндөгү токтун багыты түз. Ал эми 161-б сүрөттөгү чынжырдын *AB* бөлүгүндө токтун

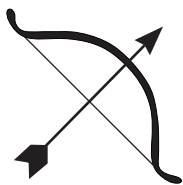


161-сүрөт

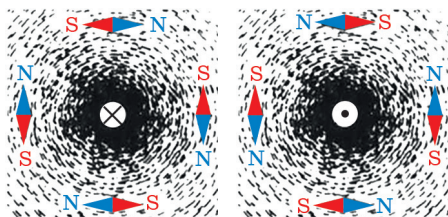
багыты айлана боюнча болот. Токтун магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын аныктоо үчүн, электр чынжырынын башка куралдарын толук чийбей, тиешелүү бөлүгүн гана карайбыз.

Түз токтун багыты өткөргүчтүн мейкиндикте жайланышы боюнча ар түрдүү болот. Биз эки гана учурду карап, жалпылайлы. Биринчиси, түз токтун багыты кандайдыр бир беттен (китептин, картондун, досканын ж.б. бетинен) ары көздөй багытталсын.

Ал чиймеде $\otimes$ белгиси менен белгиленет жана бизден ары көздөй учуп бараткан жаанын жебесинин артын элестетет. Экинчиси, түз токтун багыты кандайдыр бир беттен бери карай багытталсын. Ал чиймеде $\bullet$ белгиси менен белгиленет жана бери көздөй учуп келаткан жебенин учун элестетет (162-сүрөт).



162-сүрөт



а)

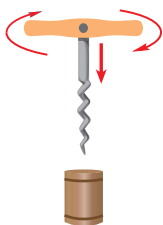
б)

163-сүрөт



Төмөнкү тажрыйбаны карайлы. 163-а сүрөттө көрсөтүлгөн горизонталь жайгашкан картондун бетинен өткөргүчтү ары көздөй өткөрүп, айланасына темирдин таарындыларын себели. Чынжырды туюктаган кезде таарындылар тогу бар өткөргүчтү тегерете айлана боюнча жайгашып калат. Тогу бар өткөргүчтү айланта магнит жебелерин жайгаштырып, магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын аныктоого болот. Мында темирдин таарындыларынын бөлүгүн да магнит жебеси катары пайдаланса болот. Алар бири-бирине карама-каршы уюлдары менен тартылышып, туюк айлананы түзөт.

Эгер токтун багытын алмаштырсак, б.а. токту картондун бетинен бери көздөй багыттасак, магнит жебелери 180° ка бурулат (163-б сүрөт). Демек, магнит талаасынын күч сызыктарынын багыты токтун багытына жараша өзгөрүп турат.

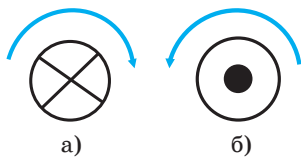


164-сүрөт

Мындай тажрыйбаларды бир нече ирет жүргүзүүнүн натыйжасында, токтун магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын аныктоонун эрежесин табышты. Ал кадимки бургулоочу бураманы (164-сүрөт) элестеткендиктен, **бурама эрежеси** деп аталат.

Бураманын алдыга умтулуу багыты өткөргүчтөгү ток-тун багыты менен дал келген кезде бураманын сабынын айлануу багыты – ток түзгөн магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын көрсөтөт.

Бурама эрежесин пайдаланып, белгилүү багыттагы түз токтун айланасында пайда болгон магнит талаасынын күч сызыктарын аныктоого болот. Ал үчүн токтун багытына бураманын алга умтулуу багытын дал келтирүү керек. Мисалы, беттен ары, же бери көздөй багытталган токтордун айланасындагы магнит талааларынын күч сызыктары тиешелүү түрдө төмөнкүчө сүрөттөлөт (165-а, б сүрөт).



165-сүрөт

- Т?**
1. Түз жана тегерек ток дегенди кандай түшүнөсүңөр?
 2. Алардын магнит талаасынын күч сызыктары эмнеден көз каранды?
 3. Түз токтун магнит талаасын түшүндүрүүчү кандай тажрыйбаны билесиңер?
 4. Түз токтун багыты кандай белгилер менен белгиленет?
 5. Бурама эрежесин айтып бергиле?
 6. 263-а, б сүрөттөрдөн өткөргүчтөрдү жана алардан өтүүчү токтун багытын көрсөткүлө.

§ 57. Айлана түрүндөгү өткөргүчтөгү токтун магнит талаасы. Электромагнит

- ?**
1. Айлана түрүндөгү өткөргүчтүн магнит талаасы
 2. Электромагнит жана анын колдонулушу

Күндөлүк турмушта жана техникада атайын тегерек же спираль (161-б сүрөт) формасында оролгон өткөргүчтөр кеңири колдонулат: электр плитасынын, электр лампасынын спиралдары, катушкалар ж.б.

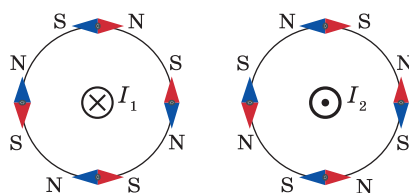
Айлана түрүндө ийилген өткөргүчтү картон кагазынын эки жеринен көзөп өткөрүп, картонго темирдин таарындыларын сээп коёлу (166-сүрөт). Чынжырды туюктаган кезде картон кагазын көзөп өткөн эки жердеги өткөргүчтүн айланасында темир таарындылары борборлошкон (концентрдик) айлана түрүндө жайгашып калат.



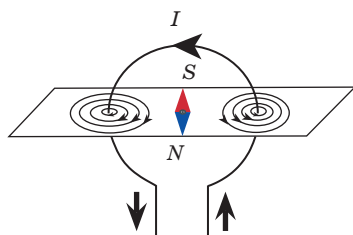
166-сүрөт

Эгер таарындылардын ордуна бир нече кичинекей магнит жебелерин жайгаштырсак, картондон ары көздөй жана картондон бери көздөй өткөн өткөргүчтөрдүн айланасындагы жебелер бири-бирине карама-каршы багытта жайгашат. Ошол учурда так ортодогу жебелердин багыты бири-бирине дал келип калганы байкалат (167-сүрөт). Эгер эки чекиттен өткөн өткөргүчтүн так ортосуна магнит жебесин койсок, ал да өткөргүчкө перпендикуляр жайгашат (168-сүрөт). Бул көрүнүштүн себебин тактайлы.

Өткөргүчтүн ар бир чекитин картон менен кесилишкен чекити сыяктуу эле түз деп эсептесек болот. Анда ар бир



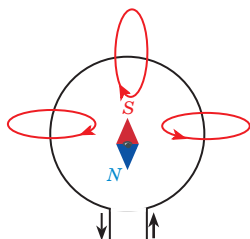
167-сүрөт



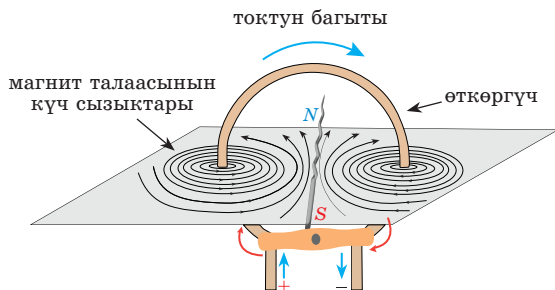
168-сүрөт

чекиттеги түз токтун магнит талааларын аныктасак, жыйынтыктоочу магнит талаасынын күч сызыктары өткөргүч жайгашкан тегиздикке перпендикуляр экени далилденет (169-сүрөт).

Ошентип, **бурама эрежеси** аркылуу айлана түрүндөгү өткөргүчтөрдүн магнит талаасынын күч сызыктарын аныктоого болорун тажрыйбалар далилдеди.



169-сүрөт



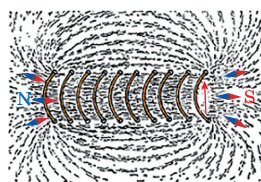
170-сүрөт

Бураманын сабынын айлануу багыты айлана түрүндөгү өткөргүчтө өтүп жаткан токтун багыты менен дал келсе, анда бураманын алдыга умтулуу кыймылы – ал ток түзгөн магнит талаасынын күч сызыктарынын багытын көрсөтөт (170-сүрөт).

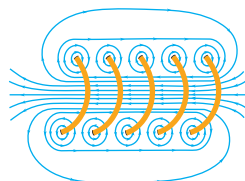
Жогоруда айлана формасында ийилген бир эле оромдун магнит талаасын карадык. Эми, оромдордун саны көп болгон учурду көрөлү. Оромдордун санын көбөйтүү менен тажрыйбаны кайталаганда өткөргүчтүн магниттик касиети да күчөгөнү байкалган.

Темир таарындылардын ордуна магнит жебелерин койгондо, алардын бардыгы бир багыттуу тизилип, магнит талаасынын түндүк уюлу менен түштүк уюлун көрсөткөн. Ал уюлдар кадимки тилкелүү магниттин уюлдары сыяктуу катушканын эки четинде жайгашкан (171-сүрөт). Анын аныктыгы бурама эрежеси аркылуу далилденет (172-сүрөт).

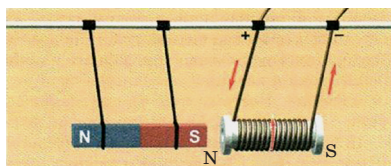
Тогу бар катушканын магнит талаасы турактуу магниттердин талаасынан айырмаланбай турганын аларды турактуу магнитке (173-сүрөт), андан кийин бири-бирине (174-сүрөт) жакындатып көрүп ынанууга болот.



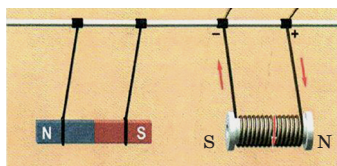
171-сүрөт



172-сүрөт

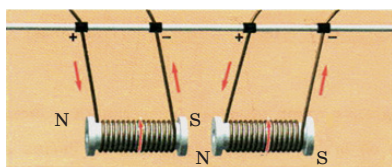


а)

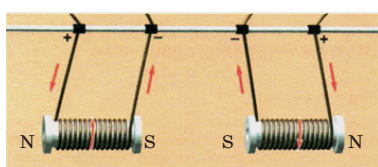


б)

173-сүрөт



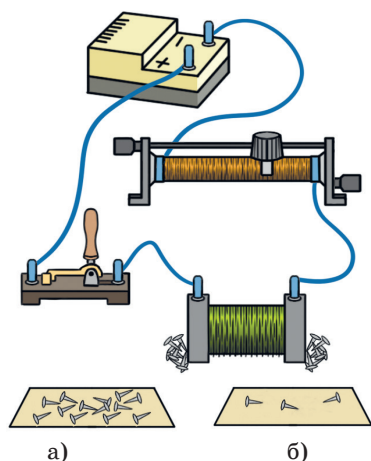
а)



б)

174-сүрөт

Катушкадан ток өтүп жаткан кезде ал эки уюлдуу магнитке айланат жана токтун магнит талаасынын аракети катушканын оромдорунун санына түз пропорциялуу.



175-сүрөт

175-сүрөттө К катушкасы бириккен электр чынжыры берилди. Ачкычты кошконго чейин катушка кагаздын бетинде 175-а сүрөттөгүдөй чачылган мыктарга таасир этпейт. Ачкычты кошуп, чынжырды туюктаган кезде мыктар катушканын эки тарабына жабышып калат (175-б сүрөт).

Эгер, резистор аркылуу каршылыкты азайтсак, токтун күчү көбөйүп, мыктар мурдагыдан бат жана көп тартылат. Ал эми каршылыкты көбөйтсөк, катушкада ток күчү азайып, ага азыраак мык тартылат, чынжырды ажыратсак – кайра баары кагазга түшөт.

Демек, ток өтүп жаткан катушка эки уюлдуу магнитке айланат, токтун магнит талаасынын аракети катушканын оромдорунун санына жана токтун күчүнө түз пропорциялуу көз каранды.

Тогу бар катушканын магнит талаасынын күчү – токтун күчүнө түз пропорциялаш.

Оромдорунун саны жана тогунун күчү бирдей эки катушка алып, анын биринин ортоңку көңдөйүнө темир өзөкчө салсак, анда темир өзөкчөсү бар магниттин аракети алда канча көп болору тажрыйбада далилденген.

Мындан катушканын магниттик аракети анын ичинде темир өзөкчөнүн болушунан да көз каранды деген жыйынтыкка келебиз.

Ичинде темир өзөкчөсү бар катушка **электромагнит** деп аталат.

176-сүрөттө така түрүндөгү электромагниттин жөнөкөйлөтүлгөн сүрөтү көрсөтүлгөн: Θ така түрүндөгү темир өзөкчө, K – тогу бар катушкалар, T – жүк илинген темир тилке, $Ж$ – жүк.

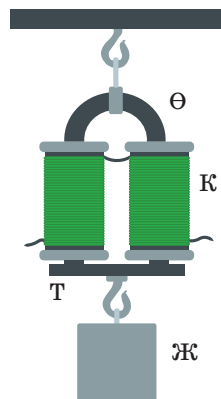
Демек, катушканын магниттик касиетин күчөтүүнүн үч жолу бар:

1. Катушканын оромдорунун санын көбөйтүү.
2. Катушкадагы токту күчүн көбөйтүү.
3. Катушканын көңдөйүнө темир өзөкчөсүн салуу.

Электромагниттин өзгөчөлүктөрү: аны ар кандай өлчөмдө жасоого болот; катушкаларды токтон ажыратаар замат ал өзүнүн магниттик касиетин жоготот; электромагнит иштеп жаткан учурда эле андагы ток күчүн өзгөртүп, магниттик аракетин чоңойтууга же кичирейтүүгө болот.

Биринчи электромагнитти 1825-жылы англиялык окумуштуу-инженер Вильям Стерджен жасаган. Ал узундугу 30 см, диаметри 1,3 см, салмагы 2Н болгон така түрүндөгү темир стерженге жез зымын ороп, зымдын учтарын гальваникалык батареяга туташтырып, анын өзүнөн салмактуу 3Н жүктү кармап турганын демонстрациялаган. Бул өз учурунда теңдешсиз жетишкендик болгон. Ал кийин окуучулары менен көтөрүү күчүн 200 Н, 5500 Н болгон электромагниттерди түзүшкөн.

Электромагниттер техникада чоң салмактагы жүктү көтөрүүдө, тоо-кен рудаларын башка кошулмалардан тазалоодо, телеграф, телефон аппараттарында, жөнгө салуучу электромагниттик релелерде ж.б. кеңири колдонулат. Айыл чарбасында эгинди кара көсөөлөрдөн, таш, мыктардан тазалоодо (магниттүү сепаратор) пайдаланылат.



176-сүрөт

- Т?**
1. Айлана түрүндөгү өткөргүчтөргө мисал келтиргиле.
 2. Катушканын магнит талаасынын уюлдарын жана магниттик касиетин өзгөртүүнүн кандай жолдору бар?
 3. Электромагнит деген эмне?
 4. Жөнөкөй электромагниттин түзүлүшү кандай?
 5. Электромагнитти колдонууга мисал келтиргиле.

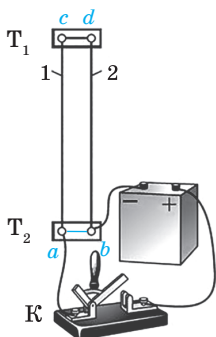
§58. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө жана заряддалган бөлүкчөгө жасаган аракети

1. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракети. Ампер күчү
2. Магнит талаасынын заряддалган бөлүкчөгө аракети. Лоренц күчү. Алардын практикалык мааниси

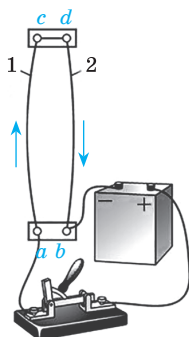
Турактуу магниттер уюлдары аркылуу өз ара аракеттенишкен сыяктуу тогу бар өткөргүчтөр да магнит талаасынын уюлдары аркылуу өз ара аракеттенишери белгилүү болду. Андан кийин алардын аракеттенишүүсүнүн мүнөзүн изилдеп, Ампер дагы чоң ачылыштарды жасады. Төмөнкү тажрыйбаны карап көрөлү.

176-сүрөттө ток булагына ачкыч аркылуу бириктирилген өткөргүчтүн 1 жана 2 бөлүгү бири-бирине параллель жайгашкандай болуп, кыймылсыз T_1 , T_2 тактайчаларындагы клеммаларга бекитилген. Алгач клеммалар бири-бирине удаалаш, б.а. биринин артынан экинчиси туташтырылат. Ачкычты кошуп, чынжырды туюктаганда, 1 жана 2 өткөргүчтүн карама-каршы багытта ток өтөт. Бул учурда өткөргүчтөрдүн бири экинчисинен түртүлгөнү байкалат (177-сүрөт).

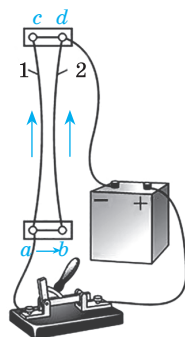
Андан кийин чынжыр ажыратылып, a клеммасы менен b клеммасы туташтырылат. Мында a , c жана b , d клеммалары бири-бирине жарыш туташат. Чынжырды кайра туюктаган кезде 1 жана 2 өткөргүчтөн бирдей багытта ток өтөт да, алар бири-бирине тартылышат (178-сүрөт).



176-сүрөт

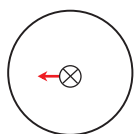


177-сүрөт

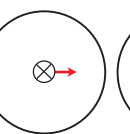
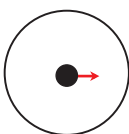


178-сүрөт

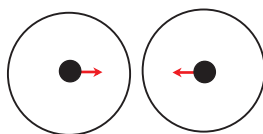
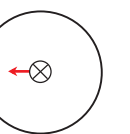
Мындай аракеттенишүүнүн себебин түз токтун магнит талаасынын күч сызыктарын аныктоонун бурама эрежесин пайдаланып түшүндүрүүгө болот (§57). Эки өткөргүчтөгү токтун багыты карама-каршы болгондо, алардын тегерегинде пайда болгон магнит талаасынын күч сызыктарынын багыты бири-бирине дал келет (бирдей уюл сыяктуу болуп). Натыйжада, өткөргүчтөр магнит талаалары аркылуу түртүлүшөт (179-сүрөт). Ал эми бир багытта ток өткөн кезде өткөргүчтөрдүн тегерегиндеги магнит талаасынын күч сызыктарынын багыты бири-бирине карама-каршы жайгашып (эки башка уюл сыяктуу), алар өз ара тартылышат (180–181-сүрөт).



179-сүрөт



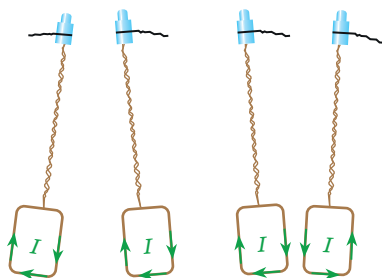
180-сүрөт



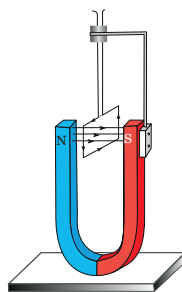
181-сүрөт

Эми айлана же төрт бурчтук формасындагы өткөргүчтөрдүн аракеттенишүүсүн карап көрөлү.

Эки окшош рамканы катар илип, экөөнө эки башка багытта ток жибергенде – рамкалардын түртүлүшкөнү, бирдей багытта ток жибергенде – тартылышканы байкалат (182-сүрөт). Ал эми ошол эле рамканы кадимки така түрүндөгү турактуу магниттин талаасына жайгаштырып, рамкага ток жибергенде, така түрүндөгү магниттин талаасына перпендикуляр абалга бурулуп жайгашат (183-сүрөт).



182-сүрөт



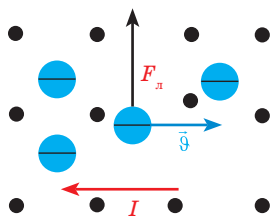
183-сүрөт

А. Ампер мына ушундай тажрыйбаларга таянып, өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенишүү күчүн эсептеп чыккан. Ал күчтү Ампердин урматына Ампер күчү (F_A) деп атап коюшкан. Аны жогорку класста окуп-үйрөнөбүз.

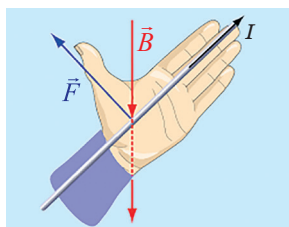
Электр тогу – заряддуу бөлүкчөлөрдүн багытталган кыймылы экенин, өткөргүч зымсыз эле, мисалы, вакуумда багыттуу кыймылга келген заряддалган бөлүкчөлөрдүн кыймылы да электр тогун пайда кыларын билебиз. Анда алардын айланасында да магнит талаасы түзүлүп, ал башка магниттик талаа менен аракеттенише алуусу керек. Чынында эле ошондой экени тажрыйбада далилденди. Карап көрөлү.

Вакуумдагы токту жалаң электрондордун агымы түзөрү белгилүү (§ 46). Электрондор солдон оңду көздөй ($\vec{q}$) ылдамдыгы менен кыймылга келип, вакуумда I тогу жүрүп жаткан болсун (токтун багыты үчүн электрондун багытына карама-каршы, б. а. оң заряддын кыймылынын багыты алынган) белгилүү). Электрондордун агымына магнит талаасынын күч сызыктары беттен бизди көздөй багытталгандай кылып турактуу магнитти жайгаштыралы (184-сүрөт). Анда, магнит талаасы тарабынан электронго жогору көздөй күч таасир этет. Бул күчтү голландиялык окумуштуу Х. Лоренц (1853–1928) ачкандыктан, анын урматына **Лоренц күчү** деп аталат, F_L деп белгиленет.

Мындай тажрыйбаларды бир нече жолу кайталоодон Лоренц күчүнүн багытын жеңил аныктоонун жолу – «сол кол эрежеси» (185-сүрөт) белгилүү болду.



184-сүрөт



185-сүрөт

Эгер сол колду алаканга магнит талаасынын күч сызыктары батып, манжалар токтун багытын көрсөтүп тургандай жайгаштырсак, анда баш бармак магнит талаасы тарабынан электронго (терс заряддалган бөлүкчөгө) таасир эткен Лоренц күчүнүн багытын көрсөтөт.

Жогорудагы сол кол эрежесин билүү менен магнит талаасы аркылуу заряддуу бөлүкчөлөрдүн агымын башкарууга болот.

Ошентип, тогу бар өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенишип, бири-бирине Ампер күчү менен таасир этүүсүнүн жана электрондордун ядрого бекем тартылып туруусунун себеби Лоренц күчүнүн натыйжасы экени белгилүү болду.

- T?**
1. Тогу бар ийилчээк өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенишинин мүнөзү кандай?
 2. Эмне үчүн өткөргүчтөр аркылуу ток бир багытта өтсө алар тартылышат жана карама-каршы багытта болсо түртүлүшөт?
 3. Тегерек формадагы тогу бар өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенишүүсү жөнүндө эмне айта аласыңар?
 4. Ампер күчү эмнени мүнөздөйт?
 5. Лоренц күчү эмнени мүнөздөйт?
 6. Сол кол эрежеси кандай жана эмнени аныктайт?

§ 59. Электромагниттик индукция кубулушу. Фарадейдин тажрыйбалары. Өзгөрмө ток

- ?**
1. *Электромагниттик индукция кубулушу. Индукциялык ток*
 2. *М. Фарадейдин тажрыйбалары, ачылышы, анын бүгүнкү күндөгү мааниси*
 3. *Өзгөрмө токтун алуу мүмкүндүгү*

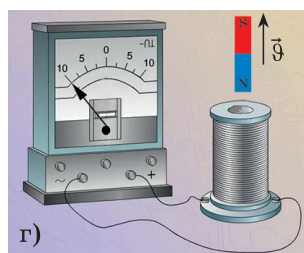
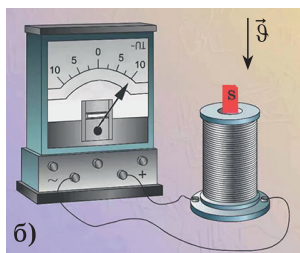
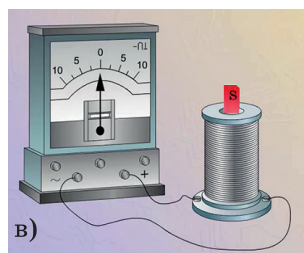
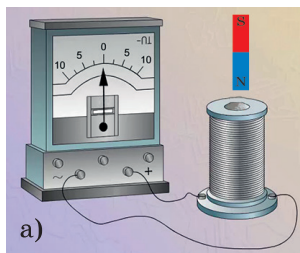
Токтун айланасында магнит талаасынын пайда болору жана магнит талаасы заряддуу бөлүкчөгө таасир эте алары белгилүү болгондон кийин чоң ачылышка негиз түзүлдү. Магнит талаасынын жардамында электр тогун алууга окумуштуулар аракет кыла башташты.

Англиялык физик Майкл Фарадей 1821-жылдан 1831-жылга чейин көптөгөн тажрыйбаларды жүргүзүп, жыйынтыгында электр тогун алуунун жолун тапты. Бул адамзат-

тын цивилизациясында жана күндөлүк турмушунда олуттуу мааниге ээ болгон улуу ачылыш болду. Магнит талаасынын таасиринде келип чыккан токту Фарадей индукциялык ток деп атаган. Индукция (лат. *inductio* – келип чыгуу, жалпылоо) – жеке, жөнөкөй позициядан жалпыга өтүү, бир нерседен экинчисинин келип чыгышы дегенди түшүндүрөт.

Фарадейдин тажрыйбасы. Гальванометрге туташтырылган катушканын жанында магнит кыймылсыз абалда кармалып турса, эч нерсе өзгөрбөйт (186-а сүрөт). Магнитти катушканын көңдөйүн көздөй $\vec{g}$ ылдамдыгы менен кыймылга келтирсек, гальванометр жебеси оң тарапты көздөй кыйшайып (186-б сүрөт), чынжырда электр тогу пайда болгонун көрсөтөт. Магниттин кыймылы токтоп, катушканын ичинде тынч турган кезде гальванометр кайра нөлдү көрсөтүп, токтун жоголгонун билдирет (186-в сүрөт). Магнитти кайра ($\vec{g}$) ылдамдыгы менен катушкадан чыгарсак, гальванометрдин жебеси сол тарапка кыйшайып, дагы токтун пайда болгонун көрсөтөт (186-г сүрөт). Магниттин кыймылы токтогондо электр тогу дагы жоголот (186-а сүрөт).

Ушундай тажрыйбаны башкача мүнөздө аткарууга да болот. Магнитти штативге кыймылсыз бекитип, катушканы



186-сүрөт

кыймылга келтирсек да ушундай эле кубулуштарды байкоого болот. Мындан **өткөргүчтө индукциялык ток ар дайым бар болуп турушу үчүн магнит менен катушка бири-бирине салыштырмалуу дайыма кыймылда болушу зарыл** деген жыйынтык чыгат.

Бардык учурда тең жогорудагыдай эле гальванометрдин жебесинин бирде оңго, бирде солго термелгенин байкоого болот. Ошондой эле токтун күчү да бирде жогорулап, кайра азайып, нөлгө түшкөнү байкалат. Магнит чоң ылдамдык менен кыймылдаганда ток күчү да жогорку мааниге жетет.

Багыты жана чоңдугу боюнча мезгилдүү өзгөрүп турган ток **өзгөрмө ток** деп аталат.

Индукциялык токтун пайда болуу себеби эмнеде? Турактуу магнит кыймылга келгенде анын магнит талаасы да кыймылга келип, өзгөрүүгө дуушар болот. Өзгөрмөлүү магнит талаасынын күч сызыктары катушканын оромолорун кесип өтүп, өткөргүчтүн ичиндеги эркин электрондорго Лоренц күчү таасир этет. Өткөн параграфта багыттуу кыймылдагы электрондорго кыймылсыз магнит талаасы тарабынан Лоренц күчү таасир эткенин карасак, мында магнит талаасы өзү багыттуу кыймылга келип, электрондорго Лоренц күчү таасир этет. Магнит талаасынын аракети астында эркин электрондор иреттүү багытталган кыймылга келип, электр тогун пайда кылат.

Өзгөрмөлүү магнит талаасынын жардамында өзгөрмө электр тогун алуу **электромагниттик индукция кубулушу** деп аталат, бул учурда алынган ток **индукциялык ток** болуп эсептелет.

Демек, электромагниттик индукция кубулушу байкалышы үчүн төмөнкү үч шарттын аткарылышы зарыл:

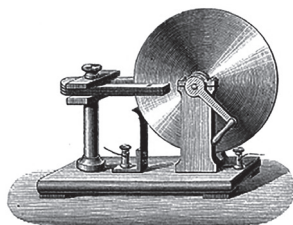
- 1) гальванометр менен катушкадан турган чынжырдын туюк болушу;
- 2) магнит талаасынын өзгөрүшү;
- 3) өзгөрмөлүү магнит талаасынын күч сызыктары катушканын оромолорун сөзсүз түрдө кесип өтүшү.

- Т?** 1. Эрстеддин тажрыйбасы менен Лоренц күчүнүн ачылышы окумуштуулардын алдына кандай суроолорду койгон?
2. Фарадейдин божомолунун мааниси эмнеде?
3. Электромагниттик индукция кубулушун байкоо үчүн Фарадей кандай тажрыйбаларды жасаган?
4. Индукциялык ток деп эмнени айтабыз?
5. Индукциялык токтун пайда болушунун үч шарты кайсылар? Тажрыйбада далилденишин айтып бергиле.
6. Өзгөрмө ток деген эмне?
7. Индукциялык ток турактуу ток болобу же өзгөрмө токпу?
8. Электромагниттик индукция кубулушун байкоо боюнча башка да тажрыйбалардан мисал келтиргиле.

§ 60. Өзгөрмө токтун өндүрүү. Генератор

- ?** 1. Өзгөрмө ток жөнүндө түшүнүк
2. Биринчи электр кыймылдаткычы, М. Фарадейдин модели
3. Өзгөрмө токтун өндүрүү

Магнит талаасынын таасиринде өзгөрмө электр тогун алуунун жолу табылгандан кийин өзгөрмө токтун өндүрүү жана аны адамзаттын пайдасы үчүн колдонуу окумуштуулардын негизги максаты болду. Бул үчүн катушканын оромдорун кесип өтүүчү магнит талаасын тынымсыз өзгөртүүнүн же магнит менен катушканы бири-бирине салыштырмалуу



187-сүрөт

тынымсыз кыймылга келтирүүнүн жолун табуу керек эле.

Магнит менен катушканы бири-бирине салыштырмалуу тынымсыз кыймылга келтирүү үчүн адамдын колунун күчүнөн (187-сүрөт) башка күч – механикалык энергия талап кылынды.

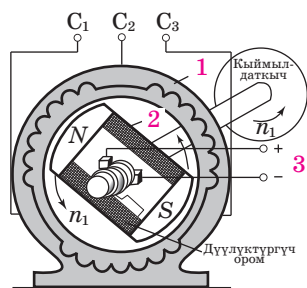
Механикалык энергияны электр энергиясына айландыруучу түзүлүш **генератор** же **электр генератору** деп аталат.

Генератор деген сөз латындын generatio (генерация) — иштеп чыгуу, өндүрүү деген сөзүнөн келип чыккан.

Эң биринчи электр генераторун 1821-жылы М.Фарадей өзү ойлоп тапкан. Ал үчүн Фарадей турактуу магниттин уюлдарынын ортосуна жезден жасалган дискти орноткон (187-сүрөт). Магнит талаасында дискти айландыганда анда электр тогу пайда болгон. Эгер дисктин бир четине жана борборундагы чекитине сыйгаланып туруучу контактты орноткондо, алардын арасында потенциалдардын айырмасы түзүлгөн. Аларды гальванометрге туташтырганда гальванометр токтун пайда болгонун көрсөткөн. Муну менен М.Фарадей өзү ачкан электромагниттик индукция кубулушун колдонуп, өзгөрмө токтун алуунун жолун ийгиликтүү демонстрациялаган.

Азыркы колдонулуп жүргөн генератордун моделин 1870-жылы бельгиялык ойлоп табуучу Зиновий Грамм түзгөн.

Өзгөрмө токтун генераторунун схемасы 188-сүрөттө көрсөтүлгөн. Генератордун кыймылсыз бөлүгү статор (1) деп аталып, электротехникалык болоттон жасалган. Статордо жоон жез өткөргүчтөр оролгон катушкалар болот. Генератордун айлануучу бөлүгү ротор (2) деп аталат. Ал электромагниттен турат. Анын оромдору турактуу токтун өзүнчө генераторунан (3) азыктанып, магнит талаасын пайда кылат (дүүлүктүрөт). Кубаттуулугу аз генераторлордо ротордун милдетин турактуу магнит аткарат.



188-сүрөт

Ротор айланганда статордун оромдорун кесип өтүүчү магнит талаасы өзгөрүп, индукциялык өзгөрмө ток пайда болот. Демек, роторду айлануу кыймылына келтирген кыймылдаткычтын механикалык энергиясы өзгөрмөлүү токтун электр энергиясына айланат.

Ар кандай түрдөгү энергияны өзгөрмөлүү токтун электр энергиясына айлантуучу түзүлүштөр **электр станциясы (ЭС)** деп аталат.

Практикада роторду айландыруу үчүн жылуулук энергиясы, суунун энергиясы же атомдук энергия колдонулат.

Алардын түрлөрүнө жараша электр станциялары жылуулук электр станциясы (ЖЭС), гидроэлектр станциясы (ГЭС), атомдук электр станциясы (АЭС) болуп бөлүнөт.

Кайсы гана станцияны албайлы, алардын ротору 1 секундада 50 жолу айланат. Ротордун бир айлануусунда генератордун оромундагы токтун багыты бир жолу өзгөрөт. Ал эми 50 жолу айланганда 50 жолу өзгөрөт. Бул болсо секунда ичинде ток өзүнүн багытын жана чоңдугун 50 жолу өзгөртөт дегенди билгизет. Ошентип өзгөрмө ток 1 секундада 50 термелүү жасайт.

СИ системасында электрдик термелүүнүн жыштыгынын бирдиги үчүн герц (Гц) алынат. Өзгөрмө токтун термелүүсүнүн жыштыгы көпчүлүк мамлекеттерде 50 Гц болсо, АКШда 60 Гц жыштыгы кабыл алынган. Мындай бирдиктүүлүк бардык электр куралдарын бирдей стандартта жасоого жана өлкөнүн бардык аймагында чектелүүсүз колдонууга ыңгайлуу шарт түзөт.



1. Өзгөрмө токтун өндүрүү үчүн биринчи кезекте эмне зарыл болгон?
2. Электромагниттик индукция кубулушун колдонуунун мааниси эмнеде?
3. Электр генераторун түзүүнүн тарыхы, Фарадейдин алгачкы генератору жөнүндө айтып бергиле.
4. Электр генераторунун түзүлүшү жана иштеши кандай? Статор, ротор деген эмне?
5. Электр станциясы деген эмне?
6. Эмне үчүн электр станциялар 50 Гц жыштыктагы токтун иштеп чыгууга арналган?
7. 50 Гц деген эмнени түшүндүрөт?

§61. Өзгөрмө токтун аралыкка берүү. Трансформатор



1. Өзгөрмө токтун аралыкка берүү
2. Трансформатор, түзүлүшү жана колдонулушу

Электр энергиясы башка энергияларга караганда көптөгөн артыкчылыктарга ээ. 1. Аны башка энергиянын түрлөрүнө – механикалык энергияга, жарык энергиясына, жылуулук энергиясына айландыруу жеңил. 2. Электр энергиясы экологиялык жактан эң таза энергия. Аны энергиянын башка түрлө-

рүнө айландырганда айлана-чөйрө булганбайт. 3. Электр энергиясын ар кандай аралыкка оңой эле берүүгө болот. Мына ушундай артыкчылыктары үчүн электр энергиясы ар кандай аралыктарга жеткирилип, кеңири колдонулушка ээ болду.

Электр энергиясын жакын аралыкка берүүнүн жөнөкөй мисалдарын биз күндөлүк турмушта кездештирип жүрөбүз. Үй ичинде эки кат болгон узарткыч өткөргүч аркылуу электр энергиясын розеткадан каалаган электр куралына жеткирүүгө болот. Электр энергиясын алыс аралыктарга кантип берүүгө болот?

ГЭСтерден турак жайларга, башка керектөөчүлөргө электр энергиясы кандай жолдор менен жеткирилди? Бул параграфта мына ошону окуп-үйрөнөбүз.

Өндүрүлгөн электр энергиясы керектөөчүлөргө электр берүүчү тармак (ЭБТ) аркылуу жеткирилет (189-сүрөт). Ал негизинен төмөнкү бөлүктөрдөн турат (190-сүрөт): ток алып жүрүүчү зымдар (1), табак формасындагы электр өткөрбөгүч гирляндар (2), жердештирилген чагылгандан сактагыч (3), зым бекитиле турган таянычтар (4, 5), зымды жерден кандайдыр бир бийиктикте кармап туруучу таяныч (6), таянычты кармап туруучу фундамент (7).

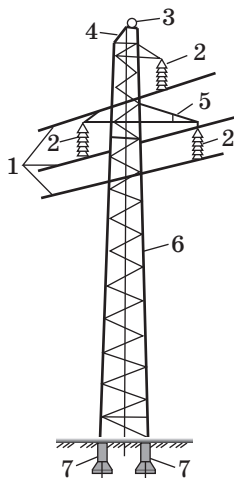


189-сүрөт

Токту керектөөчүлөр электр станциясынан канчалык алыс жайгашса, өткөргүчтөрдүн ысышынан ошончолук көп жылуулук энергиясы коромжуга учурайт.

Анда керектөөчүгө ошончолук аз электр энергиясы барат. Өндүрүлгөн электр энергиясын көп коромжуга учуратпай туруп, кантип керектөөчүгө жеткирсе болот?

Джоуль-Ленцтин закону боюнча ($Q = I^2Rt$) өткөргүчтүн каршылыгын жана ток күчүн кичирейтүү менен өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук санын азайтууга болот.

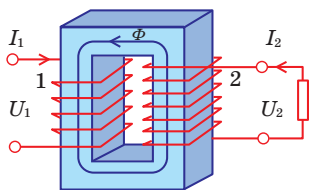


190-сүрөт

Электр тогун алыс аралыкка берүүчү зымдын каршылыгын азайтуу үчүн салыштырма каршылыгы аз металлдарды (жез же алюминий) пайдалануу жана алардын туурасынан кесилиш аянтын чоңойтуу керек ($R = \rho \frac{l}{S}$ формуласы боюнча). Адатта алыска тартылуучу зымдар алюминийден жасалат. Эгер алар жоон зымдар болсо, көп салмактагы металл талап кылынат.

Алар биринчиден өтө оор болушса, экинчиден экономикалык жактан үнөмдүү эмес. Ошондуктан практикада бул жол анча колдонулбайт. Анда ток күчүн кичирейтүү менен гана өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук санын азайтууга болот. Бирок бул учурда электр тогунун кубаттуулугун өз деңгээлинде калтырып, ток күчүн азайтуу үчүн алыска берилүүчү токтун чыңалуусун көбөйтүү керек. Себеби $P = IU$ экендигин билебиз. Мындай маанилүү техникалык маселени чечүү трансформатор (латын сөзү *transform* – «өзгөртүп түзүү») деген түзүлүш ойлонуп табылгандан кийин гана мүмкүн болду.

Өзгөрмө токтун чыңалуусун өзгөртүүгө арналган курал **трансформатор** деп аталат.



191-сүрөт

Трансформатор 1876-жылы орус окумуштуусу П.Н. Яблочков тарабынан ойлонуп табылган. Жөнөкөй трансформатор эки жагына эки катушка кийгизилген туюк болот өзөкчөдөн турат (191-сүрөт).

Биринчи катушка өзгөрмө ток булагына туташтырылат. Ал ток биринчи катушкадан өтүү менен анын айланасында өзгөрмө магнит талаасын пайда кылат. Ал талаа туюк өзөкчө аркылуу экинчи катушканы кесип өтөт да, анда индукциялык токтун пайда кылат.

Биринчи катушканын оромунун санын N_1 , ал аркылуу өткөн өзгөрмө токтун чыңалуусун U_1 деп белгилейли. Экинчи катушканын оромунун санын N_2 деп белгилесек, андагы пайда болгон индукциялык токтун чыңалуусу U_2 болот.

Көп тажрыйбанын негизинде экинчи катушканын оромунун саны биринчисиникине караганда канча эсе чоң (же

кичине) болсо, экинчи катушкадагы чыңалуу биринчисиникине караганда ошончо эсе чоң (же кичине) болору далилденген. Ал математикалык түрдө төмөнкүчө жазылат:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Катыштардын эки жагы өз ара барабар болгондуктан $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$ деп жазабыз.

Мында k – трансформациялоо коэффициенти.

Эгер $N_1 < N_2$ болсо, $k < 1$ болот. Анда $U_2 > U_1$ болот да, трансформатор чыңалууну чоңойтот. Демек, ал **чоңойтуучу трансформатор** деп аталат.

Эгер $N_1 > N_2$ болсо, $k > 1$ болот. Анда $U_2 < U_1$ болот да, трансформатор чыңалууну азайтат.

Демек, ал **азайтуучу трансформатор** деп аталат.

Эми кайрадан өндүрүлгөн электр энергиясын керектөөчүлөргө берүү маселесине кайрылалы. Генератор иштеп чыккан токтун чыңалуусу 25 кВ тон ашпайт. Аны алыс аралыкка берүү үчүн чыңалууну 500 кВко чейин чоңойтууга туура келет. Бул максатта электр станциясынын жанына чыңалууну чоңойтуучу трансформатор орнотулат. Ошентип ЭБТ боюнча алыс аралыкка жогорку чыңалуудагы энергия берилет. Ал энергияны керектөөчүгө ошол эле боюнча берүүгө болбойт. Ошондуктан электрди колдонуучу жерде чыңалууну азайтуучу трансформатор орнотулат. Адатта алар «подстанция» деп аталат. «Подстанциянын» жардамы менен чыңалуу 220 В–380 Вко чейин азайтылат. Анткени электр энергиясын керектөөчү куралдардын көпчүлүгү ушул чектеги чыңалууга ылайыкталып жасалат. Ал эми ар кандай электр куралдарда электр чыңалуусун азайтуучу жана көбөйтүүчү трансформаторлор болот.

Ошентип трансформаторлор техниканын бардык тармагында жана үй турмушундагы электр куралдарында колдонулат. Алсак, телевизордун кинескобу 700 дөн 25 000 Вко, радиолампанын аноду 300 дөн 600 Вко, лампанын кызытуучу бөлүгү 6,3 Вко, транзисторлор 1,5–2 Вко чейинки чыңалууну талап кылат. Мына ушулардын бардыгы трансформаторлордун жардамы менен жөнгө салынат.



1. Электр берүү тармагы (ЭБТ) кандай бөлүктөрдөн турат? Ар бир бөлүк кандай милдет аткарат?
2. Электр энергиясын алыс аралыкка берүүдө кандай кыйынчылыктарды жеңүүгө туура келет?
3. Трансформатор деген эмне?
4. Трансформатордун түзүлүшү кандай?
5. Трансформатордун экинчи катушкасында эмне үчүн ток пайда болот?
6. Кайсы учурда трансформатор чоңойтуучу деп аталат?
7. Кайсы учурда трансформатор азайтуучу деп аталат?
8. «Подстанция» дегенди кандай түшүнөсүңөр?
9. Эмне үчүн электр станциясынын жанына чоңойтуучу, ал эми керектелүүчү жерге азайтуучу трансформатор орнотулат?
10. Трансформаторлордун колдонулушуна мисал келтиргиле.
11. Электр энергиясын өндүрүү, аралыкка берүү жана пайдалануунун болжолдуу схемасын чийгиле.

§ 62. Өзгөрмө токтун пайдалануу. Электр кыймылдаткычы



1. Өзгөрмө токтун пайдалануу
2. Электр кыймылдаткычтары

Күндөлүк турмушта электр тогу менен иштөөчү куралдарды кеңири колдонуубуз. Аларда электр тогунун энергиясы механикалык, жылуулук, жарык энергияларына айланат.

Электр энергиясын механикалык энергияга айландыруучу курал **электр кыймылдаткыч** деп аталат.

Электр кыймылдаткычы жок жашоону азыр элестетүүгө мүмкүн эмес. Анткени биз пайдаланып жүргөн машиналарда, ар кандай түзүлүштөрдө электр кыймылдаткычтары кеңири колдонулат. Алар: автомашина, самолёт, трактор, троллейбус, трамвай, эскалатор, лифт, желдеткич, чаң соргуч, чач алуучу машинка, ар кандай станоктор, электр тегирмени ж.б.

Электрди пайдалануунун тарыхында электр кыймылдаткычын түзүүнүн ар кандай жолдору сунуш кылынган. Турактуу токтун электр кыймылдаткычы 1834-жылы орус электр техниги Б. С. Якоби (1801–1874) тарабынан сунуш кылынган.

1838-жылы Якоби өзү жасаган электр моторун адам сыйуучу кайыкка орнотуп, Нева дарыясында $4,5 \text{ км/саат}$ ылдамдык менен сүзүүгө жетишкен.

Өзгөрмө ток менен азыктануучу электр кыймылдаткычты биринчи жолу 1841-жылы Чарльз Уитсон сунуш кылган. Ал өзгөрмө токтун синхрондуу кыймылдаткычы деп аталган. Бул кыймылдаткычтын жетишпеген жагы көп болгондуктан, 1879-жылы Бейли тарабынан синхрондуу кыймылдаткычтын модели сунуш кылынган.

1888-жылы италиялык физик Г.Феррарис жана югославиялык ойлоп табуучу Тесла индукциялык электр кыймылдаткычтын түзүүгө негиз салышкан. Тесланын индукциялык кыймылдаткычы кийинчерээк Доливо-Добровольский тарабынан өркүндөтүлгөн.

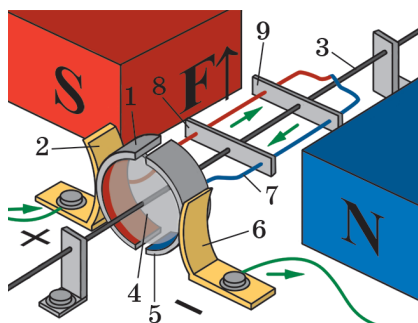
Учурда коллекторлуу электр кыймылдаткычтары өтө кеңири колдонулат. Жөнөкөй коллектор оромолуу рамканын огуна туташтырылган эки жарым шакекчеден турат (192-сүрөт). Оромонун эки учу (7) эки жарым шакекчеге (1) жана (5) туташтырылган.

Шакекчелер бири-бирине тийишип калбашы үчүн ортосуна пластмассадан жасалган (4) диск коюлат. Эки жарым шакекчеге, ага кысылып турган (2) жана (6) көмүр щётка контактары аркылуу электр тогу берилет. Рамка тигинен кеткен окко (3) пластмасса планкалары (8) жана (9) аркылуу кармалып турат.

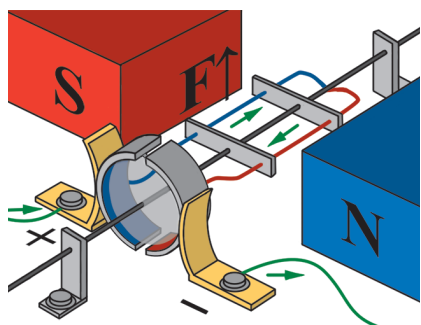
Рамка магнит талаасында жайгашкан. Ага электр тогу берилген учурда, ал бурула баштайт да, анан тынымсыз айлана берет. Ушул процессти түшүндүрөлү.

А дегенде рамканын кызыл жагы магниттин түштүк (S) уюлу тарапта жайгашып турат.

Бул учурда кызыл жарым шакекче «+» контактысы менен тийишип турат. Ага ылайык рамкада электр тогу кызыл жарым шакекчеден көк жарым шакекчени көздөй багытталат.



192-сүрөт



193-сүрөт

Рамка 180° ка бурулган учурда анын кызыл жагы магниттин түндүк (N) уюлу тарапта жайгашып калат.

Рамка магнит талаасында бурулган учурда коллектордун жарым шакекчелерин кошо айлантат. Алар рамкага бекем бекитилгендиктен кызыл жарым шакекче оң тарапта, белгиси «—» болгон контакттын

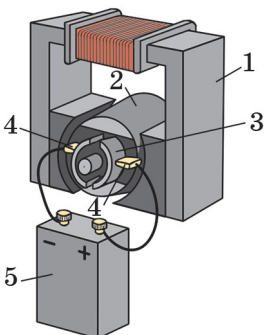
жанында жайгашып калат (193-сүрөт).

Бул учурда электр тогу көк жарым шакекчеден кызыл жарым шакекчеге багытталган болот. Анын негизинде рамка 180° ка бурулат да, баштапкы абалына келет. Ошентип ток берүүнү токтотмоюн рамка магнит талаасында айлана берет.

Коллектордуу электр кыймылдаткыч негизинен төрт бөлүктөн турат (194-сүрөт).

1. Статор – турактуу магнит же электромагнит. Ал электр кыймылдаткычынын кыймылсыз тулкусуна кошо жайгашкан. *Stator* латын сөзүнөн кыргызча «кыймылсыз турат» дегенди билгизет. Коллектордуу кыймылдаткычтын статору көп учурда индуктор деп аталат. Себеби ал магнит талаасын түзүүгө арналган.

2. Ротор – көп учурда коллектордуу кыймылдаткычтын якору деп аталат. Ал атайын болот тилкелеринен туруп, ар кандай формадагы өзөкчө катары жасалат. Өзөкчөгө зымдар оролот. *Roto* латын сөзү, кыргызча «айлануучу» дегенди билгизет.



194-сүрөт

3. Оромдун учтары туташтырылган коллектордук пластиналар. Ал ротордун огуна бекитилген.

4. Коллектордун пластиналарына пружина аркылуу кысылып туруучу эки көмүр щёткасы.

5. Электр кыймылдаткычын азыктандыруучу ток булагы.

Щёткаларга керектүү чыңалуу берилгенде, ал статордун талаасы менен өз ара

аракетке келип, роторду айланууга дуушар кылат. Ротордун огуна кыймылды башка механизмдерге берүүчү каражаттар орнотулат. Анын натыйжасында башка механизмдер иштей баштайт. Ошентип, электр энергиясы механикалык энергияга айланат.

Электр кыймылдаткычтары башка жылуулук, шамал жана суу кыймылдаткычтарына салыштырганда көп баалуу касиеттерге ээ.

1. Киловаттын миллиондон бир үлүшүнөн ондогон миң киловаттка чейинки кубаттуулукту (электр сааттары – 0,0000003кВт, кемелердин электр кыймылдаткычтары – 42000кВт) өндүрө алат.

2. Айлануу жыштыгын 1 айл/сааттан 100 000 айл/мүнөткө чейин өзгөртө алат.

3. Ишке киргизүүнүн, токтотуунун, айлануу багыттарын өзгөртүүнүн жөнөкөйлүгү, башкарууну автоматташтыруунун чексиздиги.

4. Машиналардын конструкцияларын өзгөртүүгө, иштөө талабын канааттандырууга өтө ыңгайлуулугу.

5. Пайдалуу аракет коэффициентинин (ПАК) эң жогору болуусу. Кубаттуу электр кыймылдаткычынын ПАКы 98%.

6. Тазалоого, майлоого, ремонттоого ыңгайлуулугу.

Бул негизги сапаттар электр кыймылдаткычтарды жалаң эле өнөр жайларда, транспортто гана эмес, айыл чарбасында да кеңири колдонууга шарт түзөт. Электр кыймылдаткычтарды колдонуу эмгекти жеңилдетет, жумушчу күчүн үнөмдөйт жана эмгек өндүрүмдүүлүгүн жогорулатат.

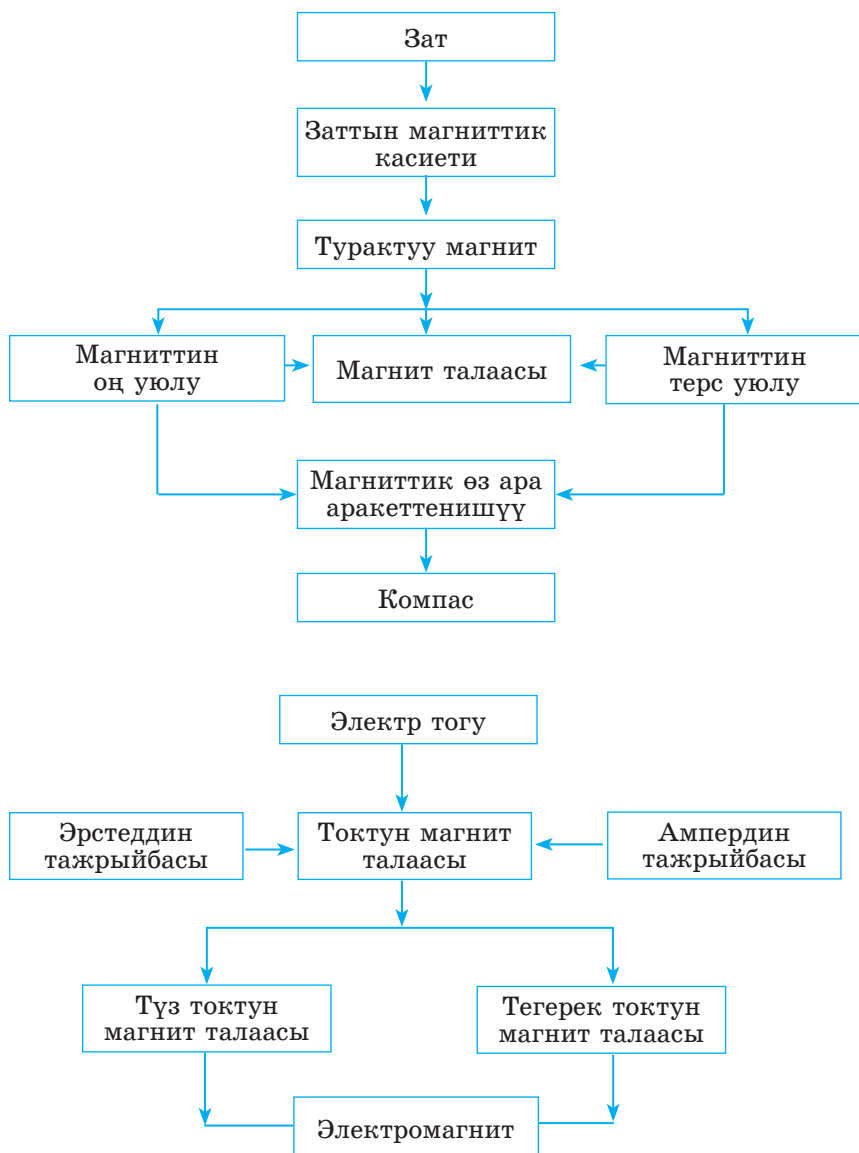
Айыл чарбасында электрлештирилген мал короолордо: силос даярдоо үчүн саман туурап, күнжара, дан, минералдык тоюттарды майдалап, жемиш өсүмдүктөрдү жууп, ар кандай иштерди аткарып жаткан машиналар бар. Булардын бардыгы электр кыймылдаткычынын жардамында иштейт.

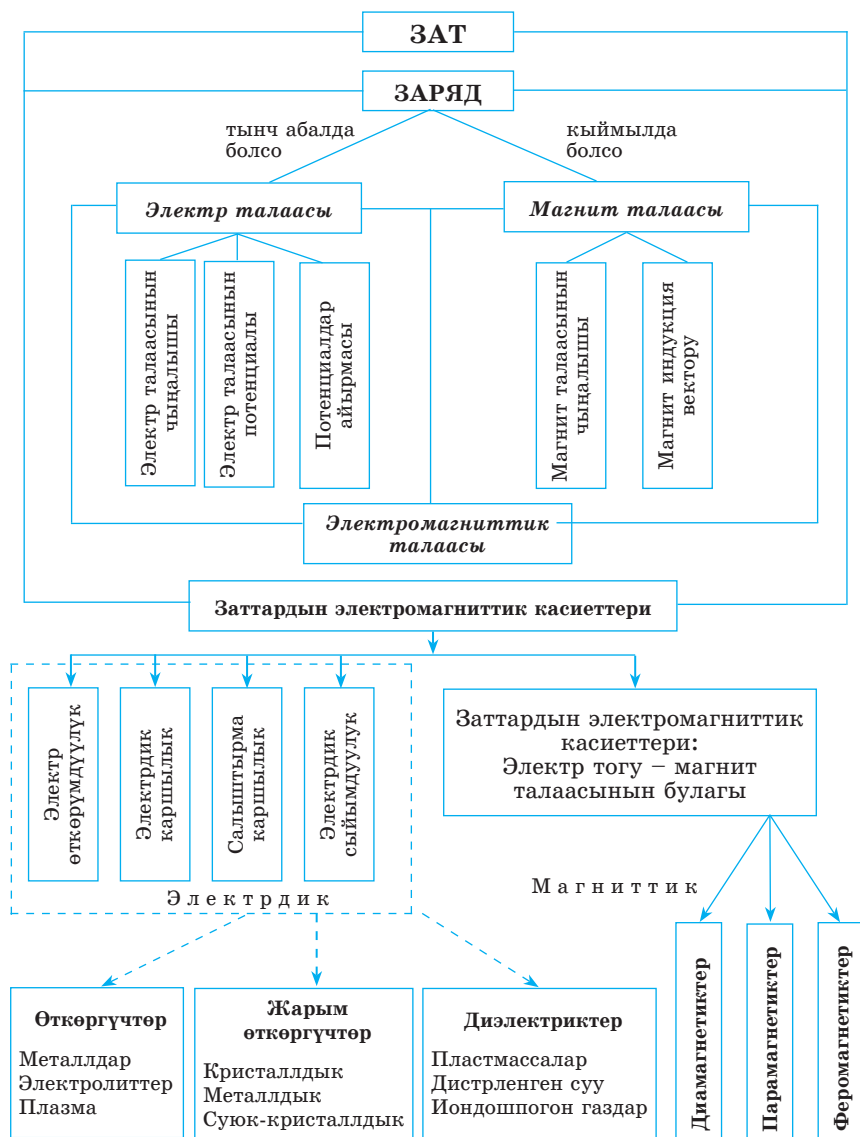
Мындан тышкары электр кыймылдаткычтар: май, быштак даярдоочу, сүт тартуучу ж.б.у.с. машиналарды кыймылга келтирет. Кырмандарда сорттогучтарды, татаал бастыргычтарды (пресс), желдеткичтерди, эгин жүктөгүчтөрдү, транспортёрлорду ж.б. кыймылга келтирет.



1. Электр кыймылдаткыч деген эмне?
2. Электр кыймылдаткычтарын жасоонун тарыхынан эмне билесиңер?
3. Коллектор деген эмне? Ал эмне максатта колдонулат?
4. Коллектордуу электр кыймылдаткычынын түзүлүшүн жана иштөө принцибин айтып бергиле.
5. Статор жана ротор деген терминдер эмнени түшүндүрөт?
6. Электр кыймылдаткычтары башка кыймылдаткычтарга салыштырмалуу кандай артыкчылыктарга ээ?
7. Электр кыймылдаткычтарын пайдаланууга мисал келтиргиле.
8. Электр кыймылдаткычтарын ар кандай тармактарда пайдалануу боюнча реферат даярдагыла.

V глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы





V глава боюнча
тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

1. Кыймылдагы заряддын тегерегинде пайда болгон талаа ... деп аталат.
А. магниттик талаа
Б. электр талаасы
В. гравитациялык талаа
2. Катушканын магниттик касиети андагы оромдордун саны канчалык ... болсо, ошончолук ... болот.
А. аз, күчтүү
Б. көп, начар
В. көп, күчтүү
3. Түндүк магниттик уюл географиялык ... уюлга жакын, ал эми түштүк магниттик уюл, географиялык ... уюлга жакын жайгашкан.
А. түштүк, түндүк
Б. түндүк, түштүк
В. түштүк, түштүк
4. Бурама эрежесинин жардамы менен эмнени аныктайбыз?
А. Магниттик күч сызыктардын багытын.
Б. Токтун багытын.
В. Бураманын айлануу багытын.
5. Магнит талаасы тарабынан кыймылдагы зарядга аракет эткен күч ... күчү деп аталат
А. лоренц
Б. ампер
В. кулон
6. Эгер эки өткөргүч аркылуу карама-каршы багытта ток өтсө анда алар бири-бирине ...
А. түртүлүшөт.
Б. аракеттенишпейт.
В. тартылышат.

7. Өзгөрмө магнит талаасынын жардамы менен алынган ток ... деп аталат.
- А. индукциялык ток
 - Б. электрдик ток
 - В. магниттик ток
8. Генератордун жардамы менен энергиянын кандай айланышы болуп өтөт?
- А. Электр энергиясы механикалык энергияга айланат.
 - Б. Механикалык энергия электр энергиясына айланат.
 - В. Механикалык энергия ички энергияга айланат.
9. Электр станциялары иштеп чыгарган токтун стандарттык жыштыгы ...
- А. 70 Гц
 - Б. 60 Гц
 - В. 50 Гц
10. Өзгөрмө токтун чыңалуусун өзгөртүүгө арналган курал ... деп аталат.
- А. трансформатор
 - Б. катушка
 - В. генератор

2-вариант

1. Түз токтун магнит талаасынын күч сызыктары ... формасында болушат.
- А. түз
 - Б. ийри
 - В. айлана
2. Катушканын ичине киргизилген темир өзөкчө катушканын магниттик касиетин ...
- А. начарлатат.
 - Б. күчөтөт.
 - В. өзгөртпөйт.

3. Магнитке ... жасалган буюмдар тарылышат. Муну кандай түшүндүрүүгө болот?
- А. жезден
 - Б. темирден
 - В. жыгачтан
4. Магниттер окшош уюлдары менен ..., ал эми ар кандай уюлдары менен ...
- А. тартылышат, түртүлүшөт
 - Б. түртүлүшөт, тартылышат
 - В. тартылышат, тартылышат
5. Магнит талаасы тарабынан тогу бар өткөргүчкө аракет эткен күч ... күчү деп аталат.
- А. лоренц
 - Б. ампер
 - В. кулон
6. Эгер эки өткөргүч аркылуу бир багыттагы ток өтсө анда алар бири-бирине ...
- А. түртүлүшөт.
 - Б. аракеттенишпейт.
 - В. тартылышат.
7. Өзгөрмө магнит талаасынын жардамы менен электр тогун алуу ... кубулушу деп аталат.
- А. электростатикалык
 - Б. электромагниттик индукция
 - В. инерция
8. Электромагниттик индукция кубулушу ким тарабынан ачылган?
- А. Ампер.
 - Б. Ленц.
 - В. Фарадей.

9. Багыты боюнча дагы, чоңдугу боюнча дагы мезгилдүү өзгөрүп турган ток ... деп аталат.

- А. турактуу ток
- Б. өзгөрмө ток
- В. электрдик ток

10. Эгер ... болсо, мындай трансформатор чыңалууну чоңойтот.

- А. $n_1 > n_2, k < 1$
- Б. $n_1 < n_2, k > 1$
- В. $n_1 < n_2, k = 1$

Менделеевдин мезгилдик системасы

Мезгил	катар	элементтердин группасы										VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	1	(H)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

58 136,12	Ce Церий	60 140,907	Pr Прозаксий	61 144,24	Nd Неоим	62 150,35	Sm Самарий	63 151,96	Eu Европий	64 157,25	Gd Гадолий	65 158,924	Tb Тербий	66 162,50	Dy Диспразий	67 164,930	Ho Гольмий	68 167,26	Er Эрбий	69 168,934	Tm Тулий	70 173,04	Yb Иттербий	71 174,97	Lu Лютеций
90 232,038	Th Рентгений	92 238,03	Pa Протактиний	93 [237]	U Уран	94 [244]	Pu Плутоний	95 [243]	Am Америций	96 [247]	Cm Кюрий	97 [247]	Bk Берклий	98 [251]	Cf Калифорний	99 [254]	Es Эйнштейний	100 [259]	Fm Фермий	101 [262]	Md Менделеевий	102 [265]	No Нобелий	103 [269]	Lr Лоуренсий
АКТИНОИД																									

М А З М У Н У

Киришүү	3
-------------------	---

I глава. ЗАТТАР ЖАНА ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

§ 1. Заттын курамы жана түзүлүшү. Заттын агрегаттык абалдары. Алардын өзгөчөлүктөрү	6
§ 2. Атом. Атомдук масса	11
§ 3. Затты түзгөн майда бөлүкчөлөрдүн жылуулук кыймылы. Температура. Температураны өлчөө	16
§ 4. Ички энергия. Ички энергияны өзгөртүү жолдору . . .	20
§ 5. Жылуулук өткөрүмдүүлүк	22
§ 6. Нурдануу. Конвекция	24
§ 7. Жылуулук саны. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу	28
§ 8. Жылуулук санын эсептөөнүн жолдору	32
§ 9. Катуу нерселер. Кристаллдар жана аморфтук заттар .	35
§ 10. Катуу нерселердин жылуулуктан кеңейиши	40
§ 11. Жылуулук санын эсептөө формуласынын колдонулуштары. 1–2-лабораториялык иштер	42
§ 12. Катуу нерселердин эрүүсү жана кристаллдашуусу	44
§ 13. Суюктуктар. Суюктуктардагы беттик тартылуу	48
§ 14. Капиллярдык кубулуштар, алардын жаратылыштагы мааниси	56
§ 15. Буулануу жана конденсация	57
§ 16. Кайноо. Кайноо температурасы. Каныккан буу	60
§ 17. Абанын нымдуулугу. Аны өлчөөнүн жолдору	63
§ 18. Газдар. Газ абалын мүнөздөөчү чоңдуктар. Алардын өз ара байланыштары	66
§ 19. Газ закондору жөнүндө маалыматтар	72
§ 20. Отун күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны	78
§ 21. Газдын кеңейүүсүндө аткарылган жумуш	80
§ 22. Жылуулук кыймылдаткычтары. Алардын түрлөрү . . .	83
§ 23. Жылуулук жана айлана-чөйрө.	85
I глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы	88
I глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү . .	89

II глава. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

§ 24. Нерселердин электрлениши	93
§ 25. Электр заряды	97
§ 26. Электр талаасы. Электр талаасынын күчү жана чыңалышы	101
§ 27. Заряддалган бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенишүүсү. Кулондун закону	104
§ 28. Электр талаасындагы аткарылган жумуш	107
§ 29. Электр талаасынын потенциалы. Чыңалуу	109
§ 30. Электр сыйымдуулугу	112
§ 31. Конденсатор. Конденсатордун электр сыйымдуулугу .	114
II глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы	119
II глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү .	119

III глава. ТУРАКТУУ ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 32. Электр тогу. Электр тогунун булактары. Өткөргүчтөр	123
§ 33. Токтун багыты. Ток күчү. Амперметр.	128
§ 34. Электрдик чыңалуу. Вольтметр	131
§ 35. Электр чынжырынын ар кандай бөлүгүндөгү ток күчүн жана чыңалууну өлчөө. 3-лабораториялык иш	134
§ 36. Өткөргүчтүн электрдик каршылыгы. Салыштырма каршылык.	135
§ 37. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын аныктоо. 4-лабораториялык иш	139
§ 38. Электр чынжырынын бөлүгү үчүн Ом закону	140
§ 39. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтыруу. . .	142
§ 40. Өткөргүчтөрдү удаалаш жана жарыш туташтырууда токтун күчүн жана чыңалууну салыштыруу. 5-лабораториялык иш	145
§ 41. Реостат аркылуу ток күчүн жөнгө салуу	145
§ 42. Электр тогунун жумушу жана кубаттуулугу	147
§ 43. Тогу бар өткөргүчтүн жылуулук бөлүп чыгаруусу. Джоуль-Ленц закону.	150
§ 44. Электрдик жылыткыч куралдар. Электрдик лампалар	152
§ 45. Электр лампасындагы токтун жумушун жана кубаттуу- лугун өлчөө. 6-лабораториялык иш	155
§ 46. Чукул туташуу. Эрүүчү сактагычтар	155
III глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы	158
III глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү .	159

IV глава. АР КАНДАЙ ЧӨЙРӨДӨГҮ ЭЛЕКТР ТОГУ

§ 47. Металлдардагы электр тогу	162
§ 48. Суюктуктардагы электр тогу	165
§ 49. Газдардагы электр тогу. Разряддардын түрлөрү.	170
§ 50. Плазма жөнүндө түшүнүк. Кыргызстанда плазманын изилдениши жана колдонулушу.	174
§ 51. Вакуумдагы электр тогу. Электрон-нур түтүгү	177
§ 52. Жарым өткөргүчтөрдөгү электр тогу. Жарым өткөргүчтүү куралдар.	180
§ 53. Тирүү организмдердеги электр тогу. Техникалык коопсуздук.	186
IV глава боюнча негизги маалыматтар жана алардын өз ара байланышы.	191
IV глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү .	192

V глава. ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК КУБУЛУШТАР

§ 54. Магнит. Магнит талаасы. Жердин магнит талаасы. . .	195
§ 55. Токтун магнит талаасы. Эрстеддин тажрыйбасы	200
§ 56. Түз өткөргүчтөгү токтун магнит талаасы	204
§ 57. Айлана түрүндөгү өткөргүчтөгү токтун магнит талаасы. Электромагнит	207
§ 58. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө жана заряддалган бөлүкчөгө жасаган аракетин	212
§ 59. Электромагниттик индукция кубулушу. Фарадейдин тажрыйбалары. Өзгөрмө ток	215
§ 60. Өзгөрмө токтун өндүрүү. Генератор	218
§ 61. Өзгөрмө токтун аралыкка берүү. Трансформатор	220
§ 62. Өзгөрмө токтун пайдалануу. Электр кыймылдаткычы .	224
V глава боюнча негизги түшүнүктөр жана алардын өз ара байланышы	229
V глава боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү. .	231
7-таблица. Менделеевдин мезгилдик системасы	235

Кымбаттуу окуучу!

Бул китеп келерки окуу жылында да колдонуларын эсиңе түйүп, китебинди таза урун.

Бул баракчага класс жетекчиң китепти кандай урунга-ныңды жана кандай абалда өткөрүп бергениңди белгилейт.

Андыктан, китепке аяр мамиле жасап, башкаларга үлгү болууга аракеттен.

№	Окуучунун аты-жөнү	Окуу жылы	Окуу китебинин абалы	
			жыл башында	жыл аягында
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

**Мамбетакунов Эсенбек Мамбетакунович
Мурзаibraимова Бибисара Бекмаматовна
Мамбетакунов Уланбек Эсенбекович**

ФИЗИКА

8-класс

**Жалпы билим берүү уюмдары үчүн
окуу китеби**

Редакторлору: Ж. Медералиева, Ш. Керимова
Техникалык редактору Н. Женалиева
Корректору Д. Эстебесова
Мукабасын жасалгалаган К. Эшенкулов
Компьютердик калыпка салган Г. Мураталиева

Басууга 2023-жылдын 9-ноябрында кол коюлду.
Форматы 60×90^{1/16}. Офсеттик кагаз. SchoolBookСТТ гарнитурасы.
Көлөмү 15,0 басма табак. Нускасы 79 430. Буюртма № 630.

«Аркус» басмасында даярдалган материалдардын негизинде,
«Учкун» ААКнын басмага даярдоо бөлүмү
тарабынан басууга даярдалды.

«Учкун» ААКнын басмаканасында басылды.
720031. Бишкек шаары, С. Ибраимов көчөсү, 24.