

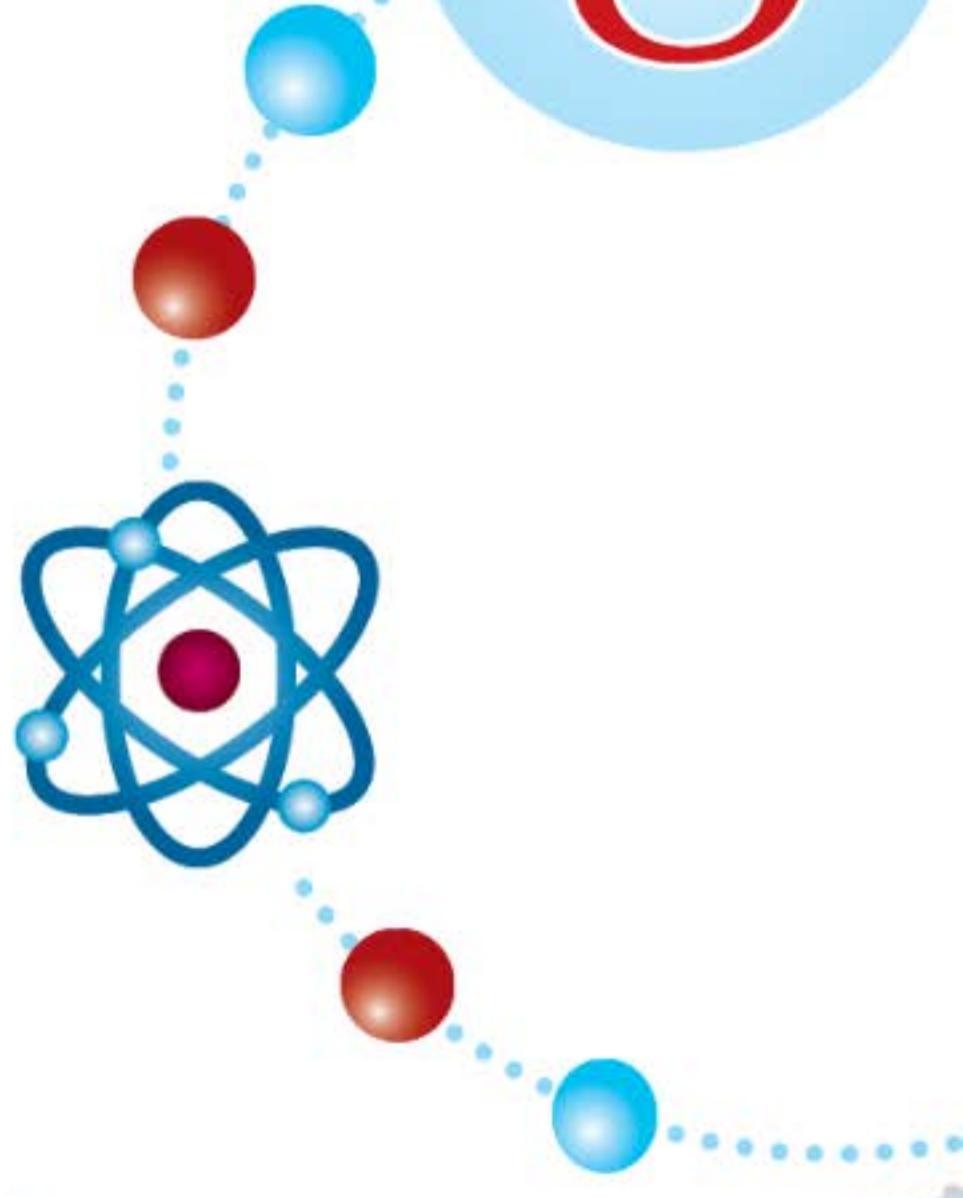
Б.А.Кронгарт
Ш.Б.Насохова

ФИЗИКА

Умумтаълим мактабларининг
8-синфи учун дарслик

Қозогистон Республикаси Таълим
ва фан вазирлиги тасдиқлаган

8



Алмати "Мектеп" 2018

*Книга представлена исключительно в образовательных целях

согласно Приказа Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 мая 2019 года № 217

УДК 373.167.1

ББК 22.3я72

К76

Таржимон: В. Мусаева

Кронгарт Б. А., Насохова Ш. Б.

**К76 Физика. Умумтаълим мактабларининг 8-синфи учун дарслик. — Алмати:
Мектеп, 2018. — 232 б., расм.**

ISBN 978—601—07—1067—2

К **4306021200—093**
404(05)—18 61—18

УДК 373.167.1
ББК 22.3я72

ISBN 978—601—07—1067—2

© Кронгарт Б.А., Насохова Ш.Б., 2018
© Таржимон Мусаева В. К., 2018
© “Мектеп” нашриёти, 2018
Барча хукуклар ҳимояланган
Нашрнинг мулкий хукуклари
“Мектеп” нашриётига тегишли

1-бөб

Иссиқлик ҳодисалари

2-бөб

Модданинг агрегат ҳолатлари

3-бөб

Термодинамика асослари

4-бөб

Электростатика асослари

5-бөб

Үзгармас электр токи

6-бөб

Электромагнит ҳодисалар

7-бөб

Ёруғлик ҳодисалари



Шартлы белгилар:



Танқидий тафаккурни оширишга мүлжалланган топшириклар



Тажрибага мүлжалланган топшириклар



Машқлар



Амалий топшириклар



Үзини-үзи текшириш учун топшириклар

■ Мураккаблиги ўртача топшириклар

* Мураккаб топшириклар

Кўшимча ўкув материаллари

Кириш

Еш дүстлар! Еттинчи синфда Сиз физика фанига доир дастлабки тушунчалар билан биринчи марта таниша бошлидингиз. Сиз атрофимиздаги олам ниҳоятда гүзәл ва бетакор, физика фани эса жуда қизық фан эканлигига ишонч ҳосил қылдингиз, деган фикрдамиз. Жорий йилда ушбу фанни ўқишиңи янада давом эттирасиз ҳамда дунёдаги күргина мүъжизали ҳодисалар билан танишасиз. Ушбу ҳодисаларни яқындан ўрганган ҳолда, улар бўйсунадиган қонуниятларни аниқлайсиз. Қонуниятларни билган ҳолда Сиз фақат ҳодисаларни тавсифлаш билан чекланиб қолмасдан, уларнинг келгуси тафсилотларини ҳам башорат қилиб айта оласиз.

Табиий ҳодисаларни тадқиқ қилишингизда, ўқиб ўрганишингизда Сизга 8-синфнинг Физика дарслиги ёрдамлашади. Ўқиши жараёнида Сиз ҳар бир параграфда берилган материалларга танқидий кўз билан қараб, ўқиган мавзуларингизнинг асл маъно-моҳиятини тушунишга ҳаракат қиласиз. Эгаллаган билимларингиздан амалиётда, масала ечиш пайтида фойдаланиб, ўқиганларингизга ўхшаш бошқа ҳодисаларни излаб топишни ўрганасиз.

Ҳар бир параграф охирида берилган саволларга жавоб берган ҳолда, ўқиган материалларингизни нечоғли чуқур ўзлаштирганингизни текшира оласиз. Савол ва топширикларнинг мураккаблик даражалари ҳар хил, улар ўқиётган манбаларга танқидий кўз билан қаравшга ўргатади.

Параграф бошида “Таянч сўзлар” ва “Бугунги дарсда” руқнлари берилган бўлиб, улар ёрдамида таклиф қилинаётган материаллар тўғрисида қисқача илк маълумотлар ва ўзлаштирилиши шарт бўлган ўкув мақсадлари билан танишасиз. Мавзуларда “Ёдда тулинг!”, “Бу қизиқ!”, “Сиз буни биласиз” руқнлари остида жуда муҳим концепциялар, тарихий ёки бошқа қизиқарли маълумотлар, илгари ўқилган керакли тушунчалар, изоҳлар берилган. Ўқув жараёнида “Масала ечиш намуналари”га алоҳида эътибор қаратганингиз мақсадга мувофиқ, чунки унда масалани қандай қилиб тўғри ифодалаш кераклиги ва уни ечиш йўллари кўрсатилади. Натижада Сиз назарий билимларингизни ҳар хил даражадаги масалаларни ечишда ва амалий топширикларни бажаришда қўллашни ўрганасиз. Масалаларни ҳар бир ўкувчи мустақил равишда ечиши керак, бироқ алоҳида ишлаш қийинчиликларни вужудга келтирса, яна бир ўкувчи билан биргаликда ёки гурӯҳ бўлиб бирлашган ҳолда ҳам масала ечиш мумкин. Бу пайтда Сиз ўз ишларингизни яхши англаб, йўл қўйган ҳатоларингизни топишни ўрганасиз.

Физика — экспериментал фан. Кузатиш ва тажрибалар назария асосида мужассам ҳамда улар назариянинг амалиётда исботланиши ҳисобланади. Шунинг учун дарсликда амалий ва тажрибага асосланган топшириклар билан бирга, Сиз учун қулай нарсалардан ўзингизга физик қуроллар тайёрлашга доир топшириклар ҳам берилган.

Билимингизни тизимлаш мақсадида ҳар бир боб охирида “Бобнинг асосий мазмуни” қисқача яқунланган. Дарслик охирида “Лаборатория иши” тавсифлари берилган. Уларни бажарган ҳолда Сиз тажрибалар ўтказишни ва ўзлаштирилган натижаларни ҳолосалашни ўрганасиз.

Ёдда тулинг: билим — катта куч! Мехнаткашлик ва изчиллик Сизга ўқишида катта муваффақиятларга эришишингизга имкон беради.

Муаллифлар

*Книга представлена исключительно в образовательных целях

Иссиқлиқ ҳодисалари

1 -БОБ

“Иссиқ”, “совуқ” сүзлари қандай мағнени англатишини сиз яхши биласиз, буни сезги органларингиз орқали ҳис қиласиз. Совуқ бўлганда ҳаво ҳарорати паст, иссиқ бўлганда юқори бўлишини биз биламиз.

Хўш, ҳарорат нима? У қандай ўлчанади? Термометр қандай тузилган? Иссиқлик қандай узатилади?

Ер курраси табиати, ўсимликлар ва ҳайвонотлар олами ранг-баранг. Арктиканинг шафқатсиз иқлимида яшайдиган ҳайвонотлар олами саҳродағи ҳайвонлардан кескин фарқ қиласиди.

Улар маҳаллий ҳудудлар мұхитига қандай мослашади? Тирик организмларнинг яаш усулларининг шаклланишида ва табиатда иссиқлик ҳодисалари қандай ажамиятга эга?

Қадим замонлардан буён инсонлар турли хил ёқилгилардан фойдаланганлар.

Хозирги пайтда қандай ёқилги турларидан фойдаланилади? Ёқилги ёнганда ажрабиб чиқадиган иссиқлик энергиясини қандай ҳисоблаш мумкин?



1

1-§. Иссиклик ҳаракати. Броун ҳаракати. Диффузия



Таянч сүзлар:

- ✓ броун зарралари
- ✓ диффузия
- ✓ хаотик ҳаракат

Бугунги дарсда:

- молекулаларнинг иссиқлик ҳаракатини исботловчи ҳодисалар билан танишасиз.



Сиз буни биласиз

Барча жисмлар молекулалардан, улар эса ўз навбатида, атомлардан ташкил топған. Молекулаларнинг ўзаро жойлашиши ва ҳаракатига боғлиқ ҳолда модда қаттиқ, суюқ ёки газсимон ҳолатда бўлиши мумкин.

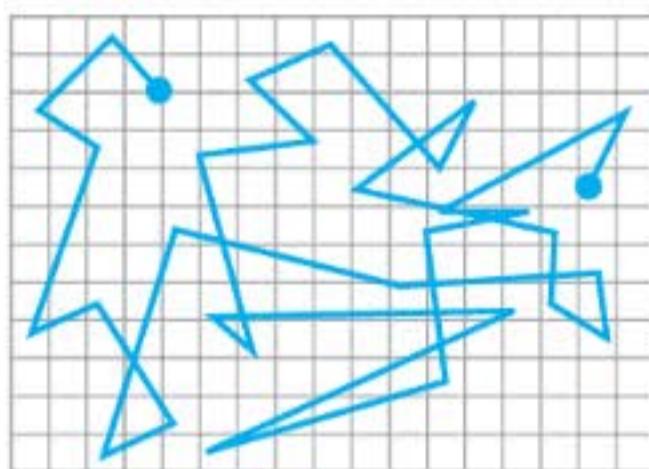
Бугун модданинг молекулалари қандай ҳаракат қилишини, уни қандай тажрибалар ёрдамида исботлаш мумкинлигини қараб чиқамиз. Молекулаларнинг ўлчами шу қадар кичики, уларни ҳатто микроскоп остида ҳам кўра олмайсиз. Аммо молекулалар таъсирида ҳаракат қиласиган нисбатан каттароқ зарралар ҳаракатини тажрибада кузатиш орқали молекулалар ҳаракатини ўрганиш мумкин.

Броун ҳаракати. 1827 йилда инглиз ботаниги Р. Броун сувда муаллақ ҳолда юрган гул чангларининг майдага зарраларини микроскоп остида кузатди. У чанг зарралари узлуксиз, тартибсиз ҳаракат қилишини ва бу ҳаракат ҳеч қачон тўхтамаслигини аниқлади.

Мазкур тажрибани майдаланган писта кўмир зарраларидан фойдаланиб, осонгина такрорлаш мумкин. Бу зарралар сувда эримайди. Микроскоп остида кўмир зарраларининг узлуксиз ва сакраш тарзида ҳаракат қилишини кўриш мумкин. Улардан энг майдалари (ўлчами ~1 мкм атрофида) бир жойдан иккинчи жойга тартибсиз кўчади, нисбатан йирикроқ зарралар эса бир жойда тартибсиз тебранади. Бундай зарра броун зарраси деб аталади.

Газда ёки суюқлика муаллақ ҳолда юрган қаттиқ жисмнинг микроскопик кўринувчан зарраларининг тартибсиз ҳаракати броун ҳаракати деб аталади.

Броун зарраларининг ҳаракатини сув молекулалари ёрдамида тартибсиз ва узлуксиз ҳаракатланади деб тасаввур қилиб тушунтириш мумкин (1.1-расм). Броун заррасини сув молекулалари ҳамма томонидан куршаб туради (1.2-расм). Молекулалар тартибсиз ҳаракати натижасида бир-бири ва броун зарраси билан тўқнашади. Бу тўқнашишлар ҳам узлуксиз ва тартибсиз бўлади. Агар броун зарраларининг ўлчами кичик (~ 1 мкм) бўлса, у ҳолда бир вақтдаги тўқнашишлар сони ҳам кам бўлади ва зарралар ўша молекулаларнинг teng таъсир этувчи кучи



1.1-расем



1.2-расем

қайси томонга йўналган бўлса, шу томонга ҳаракатланади. Агар зарра катта бўлса, молекулалар томонидан таъсир этувчи куч уни ўрнидан кўчира олмайди. Шу тариқа, броун зарраларининг ҳаракатини кузатиб, гарчи уларни бевосита қуролланмаган кўз билан кўра олмасакда, молекулалар ҳаракати табиати ҳақида холоса чиқариш мумкин. Тажрибалар шуни кўрсатадики, ҳарорат ортганда броун зарраларининг ҳаракат интенсивлиги ҳам ортади.



- Ўйланг ва ушбу мулоҳазалардан қайси бири тўғри, қайси бири нотўғри эканини аникланг:
 - 1) “Броун ҳаракати” тажрибасида микроскоп орқали модда молекулаларининг хаотик ҳаракатини кузатамиз.
 - 2) Броун зарраларининг ўлчамлари молекулалар ўлчамларига деярли тенг.
 - 3) Броун зарраларининг ўлчамлари молекулалар ўлчамларидан кўп марта катта.
 - 4) Жуда паст ҳароратда броун ҳаракати тўхтайди.

Диффузия. Молекулаларнинг тартибсиз ҳаракатланишини исботлайдиган яна бир ҳодиса — диффузия. Ушбу ҳодиса билан танишиш учун олдиндан бир неча тажрибалар ўтказамиз.



1-тажриба. Баланд шиша идишга тўлдириб сув қўйинг. Унга калий перманганат (марганцовка) зарраларини ташлаб, кузатинг. Бунда нимани кўриш мумкин? Зарра атрофидаги сув аста-секин бинафша рангга бўялади. Ушбу жараённинг вақт ўтиши билан кечиши 1.3-а, б, в расмларда



а)

б)

в)

1.3-расем. Суюқликдаги диффузия:

а) тажриба бошида; б) 5 минут ўткандан кейин; в) 2 соат ўткандан кейин



тасвириланган. Агар идишдаги сув етарлича узоқ вақт қолдирилса, сув тамомила қызғыш бинафша рангга бўялади. Уйингизда ўша тажрибани тақрорлаб кўринг. Сувнинг қандай қилиб бошқа рангга айланишини ва унинг қанча вақтдан кейин тамомила бошқа рангга айланишини кузатинг.

2-тажриба. Атири идиши қопқогини боссангиз, унинг ҳидини дарҳол сезасиз. Атири молекулалари ҳавога тарқалиб, ҳаво молекулалари билан аralашади. Газ плитасини ёққанда ҳам газ ҳидини дарҳол ҳис қиласиз.

3-тажриба. Иккита бир хил шиша идиш олинг. Улардан бирига совук сув, иккинчисига иссиқ сув қуйинг. Ҳар иккаласига марганцовка зарраларини ташлаб кузатинг. Совук сув қуйилган идишга қараганда иссиқ сув қуйилган идишдаги сувнинг тезроқ бўялишини кўрасиз. Демак, ҳарорат қанча юқори бўлса, диффузия шунча тез содир бўлар экан.

1-тажрибадан сиз сув ва марганец зарралари тартибсиз ҳаракатланиб, аралашиб кетади деган холосага келишингиз мумкин. *Моддаларнинг мустақил равишда бундай аралашиб кетиши диффузия* деб аталади.

Диффузия ҳодисаси суюқликларда, газларда ва қаттиқ жисмларда ҳам кузатилади. Диффузиянинг интенсивлиги модданинг зичлигига ва ҳароратга боғлиқ бўлади (3-тажриба). Суюқликларга қараганда газларда диффузия тезроқ бўлади (2-тажриба), қаттиқ жисмларда эса у жуда секин бўлади. Тажрибалардан бирида жуда текис жилвирланган мис ва бронза пластиналар бир-бирининг устига қўйилди, беш йилдан сўнг олиб қаралганда, улар бир-бирининг ичига 1 мм қалинликда кириб кетган экан. Агар ўша пластиналар (80—100)°С ҳароратда печга қўйилса, улар бир-бирининг ичига 1 мм қалинликда кириши учун фақат 10—15 кун кифоя бўлади.

Ушбу тажрибалардан қўйидагидек холосаларга келиш мумкин:

1. Газларда диффузия жуда тез рўй беради, сиз атири ҳидини дастлабки секундлардаёқ сезасиз, суюқликларда диффузия ҳодисаси секинроқ рўй беради. Суюқликда зарраларнинг мустақил равишда батамом аралашиб кетиши учун бир неча кун, ҳатточи бир неча ҳафта керак бўлиши мумкин. Буни совук сув қуйилган стаканга бўёқ солиб, кузатиб кўришингиз мумкин. Қаттиқ жисмларда ҳам диффузия ҳодисаси рўй беради, аммо бунинг учун бир неча йиллар керак.

2. Диффузиянинг интенсивлиги ҳароратга боғлиқ. Ҳарорат ортган сари диффузия тезроқ бўлади. Бу ҳарорат ортгани сари модданинг молекулалари шунча тезроқ ҳаракат қилишини кўрсатади.

Табиат ҳодисаларида диффузия муҳим аҳамиятга эга. Масалан, атмосфера таркибига кирувчи турли газларнинг муттасил бир-бирига аралашиши оқибатида. Ер сирти яқинида биз нафас оладиган ҳаво таркиби бир жинсли бўлади. Сиз биласизки, дарахтлар карбонат ангидрид газини ютиб, кислород ажратади. Ушбу жараён ҳам диффузия

орқали амалга ошади. Инсон организмидаги нафас олиш, организм хужайраларининг кислород ва озуқа моддалар билан таъминлаш каби барча физиологик жараёнлар ҳам диффузия ҳодисаси туфайли содир бўлади.

Кундалик ҳаётда сабзавотларни тузлашда, шарбат ёки мураббо қайнатиш ҳам диффузия ҳодисаси асосида амалга оширилади.

Диффузия ҳодисаси инсоният фаолияти натижасида атроф-мухитнинг ифлосланиши жараёнида заарли роль ўйнайди. Автомобиллардан чиқадиган заарли газлар, саноат корхоналарининг заарли қолдиқлари диффузия асосида олис масофаларга тарқалиб, ёйилади ҳамда сув ва турли озуқа маҳсулотларига аралашади. Бунинг натижасида инсон соғлиги ва Ер экологиясига жуда катта зарар етказилади.

Диффузия ҳодисаси, шунингдек, модда молекулаларининг узлуксиз ва тартибсиз ҳаракатини исботлайди. У хаотик ҳаракат деб ҳам айтилади. “Хаос” сўзи қадимги юон тилидан таржима қилинганда ҳаос — очиламан, мазкур ҳолда бетартиблиқ, чалкашлиқ, аралашиш маъносини англатади.

Броун ҳаракати ва диффузия ҳодисаси модда молекулаларининг узлуксиз хаотик ҳаракатда бўлишини исботлайди.

Молекулаларнинг узлуксиз хаотик ҳаракати иссиқлик ҳаракати дейилади.

Молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати ҳеч қачон тўхтамайди, унинг хусусияти модданинг агрегат ҳолати билан аниқланади.

Газларда молекулалар орасидаги масофа молекулаларнинг ўз ўлчамларига қараганда анча катта, шунинг учун молекулалар тўқнашувлар орасида юқори тезликда (юзлаб м/с) етарлича катта масофани босиб ўтади.

Суюқлик молекулалари бир-бирига жуда яқин, зич жойлашган. Суюқлик молекулаларининг иссиқлик ҳаракати мувозанат вазияти атрофида тебранишга олиб келади. Вакт ўтган сайин молекула бир мувозанат вазиятидан иккинчи вазиятига ўтиб туради.

Қаттиқ жисмларнинг молекулалари факат муайян вазият атрофида тебранади.

Барча ҳолларда иссиқлик ҳаракати тезлиги ҳароратга боғлиқ бўлади.



1. Броун тажрибасини тавсифланг.
2. Броун зарралари деб қандай зарраларга айтилади?
3. 1.1-расмга асосланиб, броун зарраларининг ҳаракатини тавсифланг.
4. Нима учун броун зарраларининг ҳаракатини кузатиши орқали молекула ҳаракатини тавсифлаш мумкин? Ўз фикрингизни баён қилинг.
5. Диффузия ҳодисасига таъриф беринг.



- 6.** Газларда ва суюқликларда диффузия ҳодисасыга мисоллар көлтириңг.
- 7.** Диффузияның жадаллиги ҳароратга қандай боғланган?
- *8.** Броун ҳаракатини тұхтатиши мүмкінми? Нима учун?



1. Куёшли кунда пардани ёпиб, кичкина тиркиш қолдириңг. Тиркишдан хонага тушаётган ёруғлик йүлини дикқат билан қараб чиқинг. Нимани күрдингиз? Кузатилаётган ҳодисаны тушунтириңг.
2. Учта бир хил стакан олинг. Улардан бирига совук сув, иккінчисига илиқ сув, учинчисига иссиқ сув қуйинг. Уларга бир чимдим курук чой солинг. 15 минут вакт давомида стаканни кузатинг. Кузатилған ҳодисаны тавсифланг, холоса чиқаринг.

Ушбу мавзуда нимани үзлаштириңгиз?

Яңғы үзлаштирилған ахборот нечөғли фойдалы ва қызықарлы бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

2-§. Ҳарорат, уни ўлчаш усуллари. Ҳарорат шкаалари



Таянч сўзлар:

- ✓ иссиқлик мувозанати
- ✓ ҳарорат
- ✓ термометр
- ✓ ҳарорат шкаласи

Бугунги дарсда:

- ҳароратни ўлчаш усуллари ва ҳарорат шкаалари билан танишасиз.



Ҳарорат. Кундалик ҳаётда ҳар доим сувнинг исиши ёки музнинг қотиши, қорнинг эриши каби иссиқлик ҳодисаларини кузатамиз. Сиз ҳар қандай жисм ҳароратини қўл билан ушлаш орқали совук ёки иссиқ эканини аниқлай оласиз. Биз иссиқ жисмнинг ҳарорати совук жисм ҳароратидан юқорироқ бўлишини яхши биламиз. Яъни, биз ҳароратни иссиқлик даражаси сифатида қабул қиласиз. Ваҳоланки, ҳароратга содда ва аниқ таъриф бериш у қадар осон эмас.

Келинг, “Ҳарорат нима?” деган саволга жавоб беришга ҳаракат қиласиз. Агар иссиқ плита устига совук сув қуйилған идишни қўйсак, сув исий бошлайди ва муайян вакт ўтгандан кейин сув қуйилған қозон ҳарорати плитанинг ҳароратига тенглашади. Агар совук сув иссиқ сув билан аралаштирилса, у ҳолда илиқ сув оламиз. Бундай ҳолларда иссиқ сув совийди, совук сув эса исийди. Бир оз вакт ўтгандан кейин исиш ва

совиши жараёнлари тұхтайди, натижада илиқ сув оламиз. Энди сувнинг ҳарорати унинг ҳажмининг ҳамма қисмларида бир хил бўлади. Бундай пайтларда иссиқлик мувозанати қарор топди деб айтилади.



Столга ҳарорати 50°C атрофидаги иссиқ сув қуилган стаканни қўйиб, ичига термометрни тушириңг. Бир оз вақт ўтгандан кейин ҳар 5 минутда термометр кўрсатишини ёзиб боринг. Термометр кўрсатиши пасая боради, лекин вақт ўтиши билан ҳароратнинг пасайиши камая боради ва ниҳоят, термометр кўрсаткичи энди ўзгармай қолади. Ўша пайтда стакандаги сув билан ташқи муҳит ҳарорати тенглашади, улар иссиқлик мувозанати ҳолатида бўлади.

Мувозанат ҳолатдаги барча жисмларнинг ҳароратлари ҳар доим бир хил бўлади ва у исталганча ўзгармай қолаверади. *Ҳарорат — жисмнинг иссиқлик ҳолатини тавсифловчи физик катталиқ*.

Биз ўтган мавзуда ҳарорат ортган сари иссиқлик ҳаракатининг тезлиги ҳам ортишига ишонч ҳосил қилдик. Бошқача айтганда, ҳарорат ортганда жисм молекулаларининг иссиқлик ҳаракатининг ўртacha кинетик энергияси ҳам ортади. Албатта, алоҳида молекуланинг тезлиги муттасил ва тартибсиз хаотик ўзгариб туради, аммо берилган иссиқлик мувозанати ҳолатида барча молекулаларнинг ўртacha кинетик энергияси ўзгармайди ва у ҳароратга боғлиқ. Шу боис ҳароратга қўйидаги иккинчи таърифни бериш мумкин:

Молекулалар иссиқлик ҳаракатининг ўртacha кинетик энергияси миқдори бўлган физик катталиқ ҳарорат деб аталади.

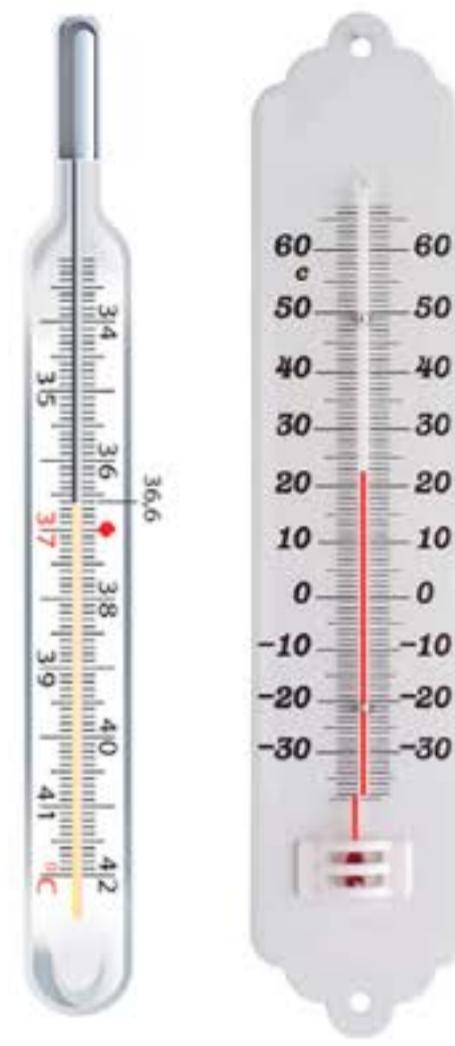
Ҳароратни ўлчаш усуслари. Қўл билан ушлаб жисмнинг нечоғли иссиқ ёки совук эканини биз фактат тахминан тусмоллаб ажрата оламиз. Ҳароратни аниқ ўлчаш учун маҳсус асбоблар қўлланилади. Сиз улар билан танишсиз ва фойдаланиб келмоқдасиз.

Сиз буни биласиз

Ҳароратни ўлчайдиган асбоб *термометр* деб аталади.

Ҳарорат ўзгарганда жисмларнинг баъзи хоссалари ҳам ўзгаради. Масалан, тажрибалардан маълумки, ҳарорат ортганда жисмларнинг ҳажми ҳам ортади. Шу каби ҳароратнинг ўзгариши жисмнинг электр қаршилиги ўзгаришига олиб келади. Шуъланувчи жисмларнинг рангги ҳароратга боғлиқ ҳолда ўзгаради. Термометрларнинг ишлиши асосида жисмлар хоссаларининг ана шундай ўзгаришлари ётади.

2.1-расмда майший ва тиббий термометрлар тасвирланган. Уларнинг тузилишини қараб чиқамиз. Бундай асбобларни *контактли термометрлар* деб аташ мумкин, чунки тана ҳароратини ўлчаш учун уларни иссиқлик мувозанати қарор топгунига қадар танага зич теккизуб ушлаб



2.1-расм

туриш керак. Одатда, термометр суюқлиги сифатида (термометрик жисм) симоб ёки спирт олинади. Бундай термометрларнинг ишлаши иссиқликдан кенгайиш ҳодисасига асосланган. 2.1-расмдан күриниб турибдики, узун шиша найча муайян сатҳгача термометрик жисм билан тўлдирилади. Найнинг бир учи (пастки) кенгайтирилган бўлиб, иккинчи учи кавшарланади холос. Ҳарорат ўзгарганда суюқликнинг ҳажми ҳам ўзгаради, шунга мувофиқ тегишлича ҳароратга пропорционал равища суюқлик устуенинг баландлиги ўзгаради. Энди термометрни даражалаш лозим, яъни ҳароратни миқдорий жиҳатдан аниқлаш учун ҳароратни кўрсатадиган шкала танлаб олиш керак.

Бундай шкалани швед олими А. Цельсий ихтиро қилган ва ҳозирги кунда у *Цельсий шкаласи* деб номланади. У сувнинг қотиш ҳароратини 0 деб, қайнаш ҳароратини эса 100 деб олишни таклиф қилди. Бу нуқталар таянч нуқталар деб атала-

ди. Таянч нуқталар орасидаги шкала тенг 100 бўлакка бўлинади. Бу бўлимларнинг ҳар бири бир градусга мос келади ва 1°C деб белгиланади (2.1-расм). 0°C дан юқори ҳароратнинг қиймати мусбат, 0°C дан паст ҳароратнинг қиймати манфий деб ҳисобланади. Мамлакатимизда Цельсий шкаласи кенг тарқалган, ушбу шкала бўйича ҳарорат $[t]$ ҳарфи билан белгиланади. Бундан бошқа ҳарорат шкалалари ҳам мавжуд..

Кельвин шкаласи. Уни Уильям Томсон (lord Кельвин) жорий қилган. У ноль нуқта “совуқнинг энг катта ёки охирги”, яъни абсолют нолга мос келадиган, бўлим қиймати эса градус Цельсий бўлган шкалани таклиф қилди. Кельвин шкаласида ҳарорат $[T]$ ҳарфи билан белгиланади. Халқаро бирликлар системасида (ХБС), ҳароратнинг ўлчов бирлиги *Кельвин* $[K]$ билан белгиланади. Масалан,

$$[T] = [K].$$

Ушбу иккита шкаланинг битта бўлими қиймати бир хил бўлади. Кельвин шкаласи бўйича 0 К Цельсий шкаласидаги $-273,15^{\circ}\text{C}$ ҳароратга мос келади. Кельвин шкаласининг иккинчи таянч нуқтаси сифатида сув бир вақтда қаттиқ, суюқ ва газсимон ҳолатда бўладиган ҳарорат (учланган нуқта) олинади. Унга $T = 273,15$ К ҳарорат тўғри келади.

Андерс Цельсий
(1701—1744)

Ёдда туинг!

$T = 0$ К ҳарорат энг паст ҳарорат бўлиб, у абсолют ноль деб атади. Аслида ҳароратни абсолют нолгача пасайтириш мумкин эмас.

Ҳароратнинг Цельсий ва Кельвин шкалалари орасидаги боғланиш қуидаги формула орқали ифодаланади:

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

АҚШ ва Англияда *Фаренгейт ҳарорат шкаласи* (белгиланиши — °F) қўлланилади. Мазкур шкалага кўра сувнинг қотиш ҳарорати 32 °F, қайнаш ҳарорати 212 °F. Цельсий ва Фаренгейт шкалалари орасидаги боғланиш қуидагича ифодаланади ${}^{\circ}\text{C} = ({}^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 0,556$ яъни,

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

(2.1) ва (2.2) муносабатлари ҳарорат қийматларини бир шкаладан иккинчисига ўтказишида қўлланилади.

Ёдда туинг!

Термометр ҳар доим ўзининг хусусий ҳароратини кўрсатади. Шунинг учун ҳарорат ўлчанганде термометр танага зич теккизилиб, иссиқлик мувозанати қарор топгунига қадар ушлаш лозим.

Сиз термометрик жисмларнинг иссиқлиқдан кенгайишига асосланган контактли термометр билан танишдингиз. Улар содда ва қўлланишда қулай, лекин жуда паст ва жуда юқори ҳароратларни ўлчашга яроқсиз. Шунингдек, суюқликли термометрлар (шишаси) тез синиб кетиши мумкин. Баъзи ҳолларда бевосита контакт ўрнатиш мумкин бўлмаган жойларда ҳароратни ўлчашга тўғри келади. Улар осмон жисмлари ёки бирор бир қурилманинг мураккаб қисмлари бўлиши мумкин. Бунинг учун термометрларнинг бошқа турлари қўлланилади (2.2-расм).



2.2-расм. Термометрларнинг турлари:

- а) механик; б) тўсиқнинг электр термометри; в) электрон; г) термоэлектрли (термојуфтли);
 д) биометалл; е) инфрақизил (пирометр)



1. "Иссиклик мувозанаты" сүзининг маъносини тушунтириңг?
2. Ҳароратга таъриф беринг.
3. Термометр нима?
- *4. Суюқлики термометрларнинг ишлашини тушунтириңг. Нима учун улар контактлы термометрлар дейилади?
5. Қандай ҳарорат шкалаларини биласиз? Сиз қайси шкаладан фойдаланасиз?
6. Ҳарорат қийматларини бир шкаладан иккинчисига алмаштириш учун құлланиладиган боғланишины тавсифланғ.



1-машқ.

Жадвалнинг бўш жойларидаи сон қийматларини топинг ва тўлдириңг.

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



Галилей термоскопининг тузилиши ва ишлаш принципи билан мустақил танишиб, эссе ёзинг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

3-§. Ички энергия. Ички энергияни ўзгартириш усуллари



Бугунги дарсда:

- жисмнинг ички энергияси түшунчаси ва уни ўзгартириш усуллари билан танишасиз.



Таянч сұзлар:

- ✓ молекулаларнинг ўзаро таъсири
- ✓ молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати
- ✓ ички энергия

Ички энергия. Аввалги иккита мавзуда күриб чиқилған тажрибалар қуидагидек холосага келишга имкон беради:

1. Барча жисмлар (моддалар) зарралардан таркиб топған.
2. Молекулалар бир-бири билан ўзаро таъсирлашади.
3. Молекулалар ҳеч қачон түхтамайдыган узлуксиз хаотик ҳаракатда бўлади.

Сиз буни биласиз

Макроскопик жисмлар кинетик ва потенциал энергияга эга. Кинетик энергия — ҳаракат энергияси. Потенциал энергия — ўзаро таъсир энергияси.

Демак, молекулалар кинетик ва потенциал энергияга эга. Жисмни ташкил этадиган барча зарраларнинг кинетик ва потенциал энергиялари йигиндиси ички энергиялари йигиндиси ички энергия деб аталади.

Жисмнинг ҳарорати ўзгарганда молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати тезлиги ҳам ўзгаради, демак, уларнинг кинетик энергияси ўзгаради. Сиз, шунингдек, ҳароратнинг ўзгариши жисм ўлчамларининг ўзгаришига олиб келишини яхши биласиз. Бу молекулалар орасидаги масофанинг ўзгаришини, бу эса ўз навбатида молекулалар потенциал энергиясининг ўзгаришига олиб келишини кўрсатади. Бундан ички энергия ҳароратга боғлиқ эканлиги аён бўлади. Ҳарорат ортганда ички энергия ортади ва, аксинча, ҳарорат пасайганда ички энергия камаяди.

Молекулаларнинг массаси жуда кичик бўлгани туфайли битта молекуланинг энергияси ниҳоятда кам, аммо уларнинг моддадаги концентрацияси ғоят кўп бўлади. Масалан, 1 м³ кислород таркибида қарийб $2,7 \cdot 10^{25}$ молекула бор, шунинг учун ҳамма молекулаларнинг умумий энергияси, яъни жисмнинг ички энергияси катта.

Масалан, хона ҳароратидаги уч литрли идишдаги сувнинг ички энергияси тахминан 1 т массали жисмни 75 метр баландликка кўтаришда бажариладиган ишга teng деб ҳисоблаш мумкин. Бу атиги 3 литр

сувнинг ички энергияси. Энди дунёдаги океанларнинг нақадар катта энергияга эга эканини тасаввур қилиб күринг. *Моддамики, модда молекулаларининг иссиқлик ҳаракати ҳеч қачон тұхтамас экан, жисмнинг ички энергияси ҳам нолға тенг бўла олмайди.*

Ички энергия модданинг агрегат ҳолатига ҳам боғлиқ. Масалан, муз 0°C ҳароратда эрий бошлайди. Эриётган муз солинган идишдаги муз билан сув бир хил 0°C ҳароратга эга, бироқ музнинг ички энергияси сувнидан кичик бўлади. Гап шундаки, кристалл муз молекулалари тартибли жойлашган бўлади. Муз эриганда кристалл панжара бузилади ва бу ўз навбатида, ички энергиянинг ортишига олиб келади. Умуман олганда, бир модданинг турли агрегат ҳолатларида молекулаларнинг ўзаро жойлашиши, улар орасидаги масофа турлича бўлади, шунинг учун молекулалар ўзаро таъсириининг потенциал энергияси ҳам турлича бўлади.

Ички энергия таърифидан равшанки, у молекулаларнинг кинетик ва потенциал энергияларидан ташкил топади. Шунингдек, сиз механика курсидан жисмнинг кинетик ва потенциал энергиялари йиғиндиси тўлиқ механик энергия деб аталишини ҳам биласиз.

Бироқ, шундай ўхшашликларга қарамасдан, ушбу тушунчалардаги фарқ анча катта. Биз механикада бир ёки бир неча макроскопик жисмлар билан иш олиб борамиз. Механик энергия жисмнинг бир бутун олгандаги ҳаракатига (кинетик энергия) ва унинг бошқа макроскопик жисмлар ёки бир жисм қисмларининг ўзаро таъсирига (потенциал энергия) боғлиқ.

Ички энергия эса жисмни ташкил қилган молекулаларнинг кинетик ва потенциал энергиялари йиғиндиси билан аниқланади. Биринчидан, молекулалар сони жуда кўп. Иккинчидан, алоҳида олинган битта молекуланинг кинетик энергияси узлуксиз ва тартибсиз ўзгариб туради ва унинг қийматини олдиндан ҳисоблаб билиш мумкин эмас. Лекин шу қадар кўп зарралардан таркиб топган системаларда янги, статистик деб аталувчи қонуниятлар намоён бўлади, улар билан сиз юқори синфларда танишасиз. Бу қонуниятлар модданинг хоссаларини, уни ташкил қилган зарралар тавсифларининг ўртacha қийматлари орқали ифодалашга имкон беради. Масалан, “молекулаларнинг ўртacha кинетик энергияси” тушунчаси қўлланилади.

Берилган жисмнинг механик энергияси унинг вазияти ва ҳаракатига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Масалан, ерда ётган тошни олиб, уни улоқтирсак, унинг механик энергияси ўзгаради. Масалан, ерда ётган тошни олиб, уни улоқтирсак, унинг механик энергияси ўзгаради. Лекин шу пайтда унинг ички энергияси ўзгаришсиз, олдинги ҳолатдагидек қолади.

Шундай қилиб, модданинг ички энергияси унинг иссиқлик ҳолатини тавсифлайди, у фақат ушбу моддани ташкил қилган молекулаларнинг ҳаракати ва ўзаро таъсирига боғлиқ бўлади.

Едда тулинг!

Модданинг ички энергияси факат унинг ҳарорати ва агрегат ҳолатига боғлиқ.

Модомиқи, молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати ҳеч қачон түхтамас экан, модданинг ички энергияси ҳам ҳеч қачон нолга тенг бўлмайди. Механик энергия эса саноқ системасининг танлаб олинишига боғлиқ ҳолда нолга тенг бўлиши эҳтимолдан ҳоли эмас.

Ички энергияни ўзгартириш үсуллари. Жисмнинг ички энергиясини ўзгартириш мумкинми ва қандай ўзгартириш мумкин? Сизга маълум бир усул: ҳароратни ўзгартириш керак. Агар иссиқ плитага совуқ сув қуйилган идиш қўйилса, у исийди, унинг ички энергияси ортади. Агар иссиқ сув қуйилган стаканга муз парчаси солинса, у эрийди, стакандаги сув эса совийди, унинг ички энергияси камаяди. Кундалик ҳаётда кузатилаган шу каби кўплаб мисолларни келтириш мумкин. Бундай ҳолларда иссиқлик иссиқ жисмдан совуқ жисмга берилади, яъни иссиқлик узатилади.

1-тажриба. Стол сиртида 100 тенгелик чақани куч билан ишқаланг. Бир минутдан камроқ вақтда унинг қизиганини сезасиз. Бунда унинг ички энергияси ортди.

2-тажриба. Агар велосипедингиз бўлса, унга дам берган пайтда насоснинг қизиб кетишига эътибор беринг.

3-тажриба. Йўғон алюминий ёки миссим олиб, унинг бир жойидан чаққон ҳаракат билан букинг. Бир оз вақтдан кейин симнинг букилган жойи қизииди.

4-тажриба. "Ҳаво чақмоқтоши" тажрибаси (3.1-расм). Қалин деворли шиша цилиндр тубига эфир шимдирилган пахта солиб, поршени чаққонлик билан пастга туширинг. Шу пайтда цилиндр ичидағи ҳавонинг қаттиқ қизиб, пахтанинг алангалишини кўриш мумкин.

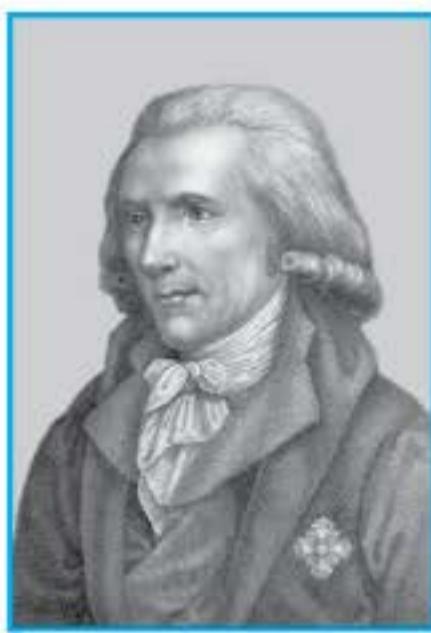


3.1-расм

Бу тажрибалардан ички энергияни иссиқлик узатмасдан, иш бажарид, ўзгартириш мумкин деган холосага келамиз.

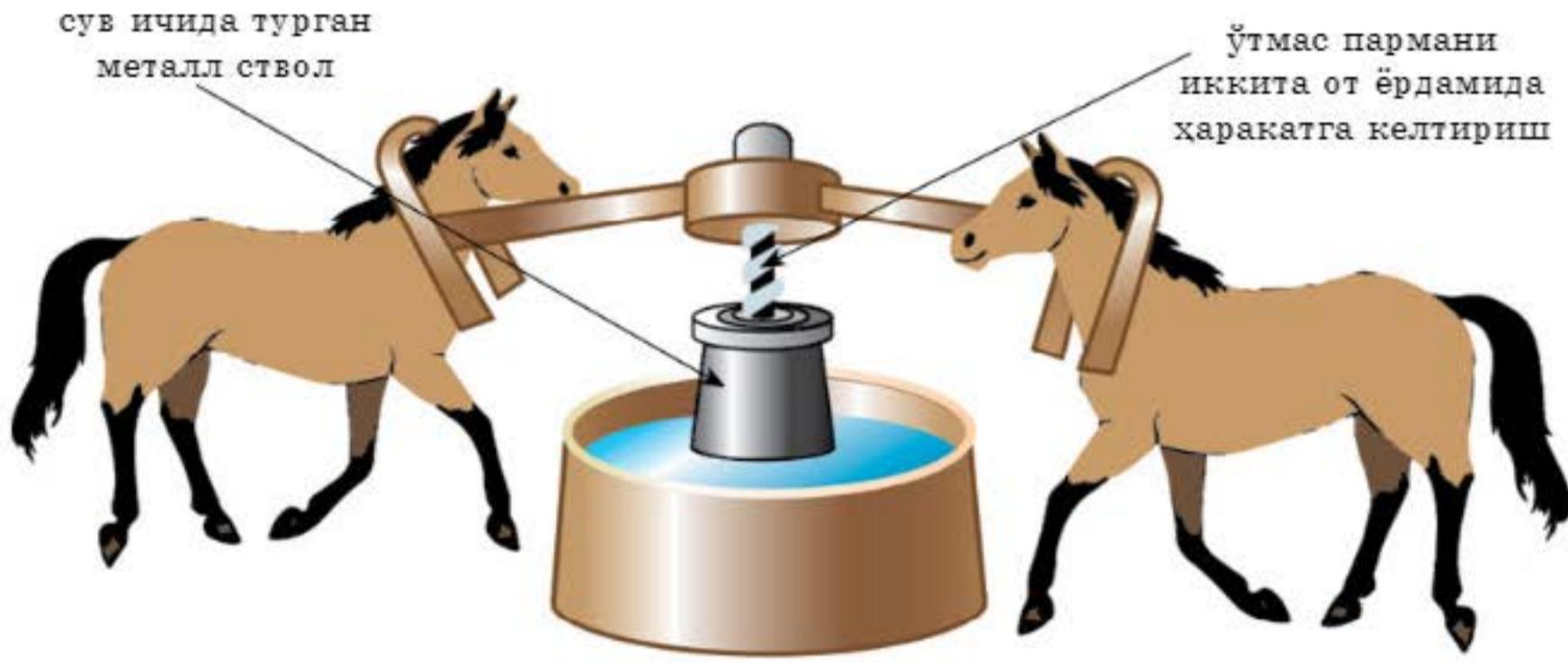
Иш бажараётганда жисм ички энергиясининг ўзгариши мумкинлигини тажрибада дастлаб инглиз физиги Б. Томпсон (граф Румфорд) 1798 йилда исботлаган.

Гумфорд Мюнхендаги ҳарбий устахонада замбарак қуишиш ишларини кузатиб, муҳим холосага келди. Ўша пайтларда замбарак стволини



Бенжамин
Томпсон,
граф Румфорд
(1753—1814)

дастлаб яхлит қуйиб олиб, сүнгра унинг ядроси (замбаракнинг ўқи) ҳаракатланувчи каналини оттар ёрдамида ҳаракатга келтирадиган жуда катта бурғилаш дастгохидар пармалаб тешган (3.2-расм). Румфорд бурғилаш пайтида ствол ҳам, парма ҳам қаттиқ қизиб кетишини пайқаган. У бунинг сабаби парманинг стволга ишқаланиши натижасида деб тахмин қилди. Ўша таъсирни кучайтириш учун Румфорд сув қуийилган бочкага стволни жойлаштириб, уни ствол канали деворларига зич тегиб турган ўтмас парма ёрдамида тешишга интилди. Бурғилаш пайтида сув қаттиқ исиб, ҳатто 2,5 соатлардан кейин қайнаб кетди. Шу тариқа, ишнинг бажарилиши жуда катта миқдорда иссиқлик ажралишига олиб келиши мумкинлиги исботланди.



3.2-расм

Агар жисм устида иш бажарилса, у ҳолда унинг ички энергияси ортади. Агар жисмнинг ўзи иш бажарса, ички энергия камаяди.

Шундай қилиб, ички энергияни ўзгартиришнинг икки усули бор: *иссиқлик узатиш ва механик иш бажарыш*.



- Ушбу фикрлардан қайси бири түғри, қайсалари нотұғри эканини аникланг?
- 1) Ҳарорат ортганды ички энергия ҳам ортади.
 - 2) Ички энергия ҳароратта боғлиқ әмас.
 - 3) Агар иккита жисмнинг ҳарорати бир хил бўлса, у ҳолда ички энергиялари ҳам бир хил бўлади.
 - 4) Берилган аниқ бир жисмнинг ички энергияси ўзгармайди.
 - 5) Берилган бир модданинг ички энергияси турли агрегат ҳолатларда турлича бўлади.

БУ ҚИЗИҚ!

Агар Ерда ўртача ҳарорат атиги 1 градусга пасаядиган бўлса, у ҳолда дунёдаги барча электр станцияларида йил мобайнида ишлаб чиқарадиган энергиядан миллиард мартагача кўп энергия ажралади.



1. Жисмнинг ички энергияси нима?
2. Жисм қиздирилганда ички энергия қандай ўзгаради? Советилганда-чи?
3. Жисмнинг ички энергияси ўзгарганини қандай аниқлаш мумкин?
- *4. Стол устида хона ҳароратида бундай моддалар жойлашган: бир хил бир литрли банкаларда сув ва ўсимлик ёғи, ҳажмлари бир хил 1 дм^3 бўлган пўлат ва ёғоч бўлаклари. Уларнинг ички энергиялари бир хилми ёки йўқми? Жавобингизни асосланг.
5. Ички энергияни ўзгартиришининг қандай усулларини биласиз? Мисоллар келтиринг.
- *6. Сув қўйилган челяк 20 м баландликка кўтарилди. Шу пайдада сувнинг механик ва ички энергияси қандай ўзгарди? Жавобингизни асосланг.
- *7. Совуқ кунда кўчада юрган боланинг қўли музлади. Уйга кириши билан у қўлини тезроқ иситмоқчи бўлди. Бола буни қандай усулларда бажара олади? Шу усуллар бир-биридан нима билан фарқ қилишини тушунтиринг.
8. Кундалик ҳаётда иш бажариш орқали ички энергияни ўзгартиришга мисоллар келтиринг.



Буралиб ёпиладиган қопқоқли 1 литр ҳажмли пластик идишга деярли ярмигача сув қўйиб, ҳароратини ўлчанг. Идиш қопқоғини зич беркитиб, сочиқ билан ўраб қўйинг. Идишни 15 минут давомида ғайрат билан чайқанг. Сўнгра идиш қопқоғини очиб, тез сувнинг ҳароратини ўлчанг. Ҳарорат қандай ўзгарди? Хулоса чиқариб, натижани тушунтиринг

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишини хоҳлайсиз?

4-§. Иссиклик үтказувчанлик, конвекция, нурланиш



Таянч сұзлар:

- ✓ иссиқлик узатиши
- ✓ иссиқлик
- ✓ үтказувчанлик
- ✓ конвекция
- ✓ нурланиш
- ✓ иссиқлик миқдори

Бугунги дарсда:

- иссиқлик узатишининг асосий турлари билан танишасиз.



Сиз буни биласиз

Турли ҳароратга зәға жисмлар бир-бираига теккизилганды иссиқлик алмашиниш (иссиқлик узатилиши) рүй беради, натижада жисмлар орасыда иссиқлик мувозанати қарор топади. Иссиқлик узатиши ички энергияни үзгартыриш усулларидан бири бўлиб ҳисобланади, бунда ҳарорати юқорироқ жисмнинг ички энергияси механик иш ба-жармасдан кам қиздирилган жисмнинг ички энергиясига алмашади.

Иссиқлик узатиши жараёнида жисм ички энергиясининг үзгаришига тенг катталик иссиқлик миқдори деб аталади. Иссиқлик миқдори [Q] ҳарфи билан белгиланади, унинг ўлчов бирлиги — жоуль.

$$[Q] = [\text{Ж}].$$

Иссиқлик узатишининг учта тури мавжуд: иссиқлик үтказувчанлик, конвекция ва нурланиш.

Иссиқлик үтказувчанлик деб жисмнинг кўпроқ қиздирилган қисмидан камроқ қиздирилган қисмiga иссиқлик энергиясининг узатилишига айтилади. Иссиқлик узатилиши турли жисмлар орасыда ёки бир жисмнинг турли қисмлари орасыда содир бўлиши мумкин. Молекуляр даражада иссиқлик узатилишини қўйидагича тушунтириш мумкин: юқори кинетик энергияга зәға молекулалар ўз энергияларининг бир қисмини секин ҳаракатланувчан молекулаларга узатади.

Ёдда тулинг!

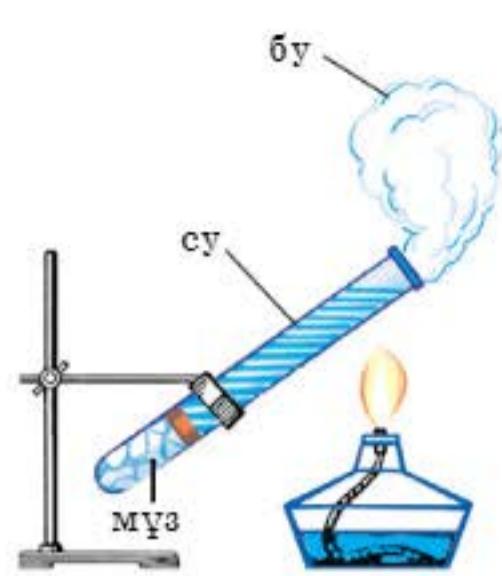
Иссиқлик үтказувчанлика энегия узатилади, лекин модда кўчирилмайди.



1-тажриба. Штативга горизонтал равишда металл таёқча (стержень) ни маҳкамлаб, унинг пастки томонига бир-биридан бир хил масофада тутмача михларни пластилин билан бириктиринг. Таёқчанинг иккинчи учини 4.1-расмда кўрсатилгандек шамнинг алангаси билан қиздира бошланг.



4.1-расем



4.2-расем

Бироз вақтдан кейин михлар туша бошлайды. Дастраб таёқчанинг қизиган учидаги михлар тушады. Сұнгра навбат билан қолғанлари тушады. Бу тажриба шуни күрсатады, таёқча бўйлаб кўпроқ қиздирилган учидан камрок қиздирилган иссиқлик узатилади.

2-тажриба. Бармоғингизга қуруқ шиша найчани кийдиринг. Найчани 4.2-расмда каби шамнинг алангасига тутиб туринг. Бунда бармоғингиз узоқ вақт иссиқликни сезмайди. Бу ҳавонинг иссиқликни ночор ўтказишини күрсатади.

3-тажриба. Битта бармоққа қуруқ шиша пробирка кийиб, уни 4.3-расмдаги каби шамнинг алангасида ушлаймиз. Шу пайтда бармоқ узоқ вақтгача иссиқликни ҳис қилмайди. Бу ҳавонинг иссиқликни суст ўтказишидан далолат беради.



4.3-расем

Турли моддаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги турлича бўлади. Энг яхши иссиқлик ўтказгичлар — металлар. Сув, шиша, ёғоч, пластик иссиқлик ўтказувчанлиги катта эмас.

Барча газларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги янада кичик. Шу сабабли барча ғовак материаллар (тери, жун, пахта) иссиқликни яхши ўтказмайди. Шунинг учун улар совуқдан сақлайди. Масалан, ҳайвонлар бир йилда икки марта туллайди: баҳор ва кузда. Уларнинг баҳорги жуни сийрак ва қисқа бўлади, кузда эса жунлари қалинроқ ва узунроқ бўлади. Бу ҳайвонларнинг қаттиқ совуқдан сақланишларига имкон беради.

Одамлар қишида музлаб қолмаслик учун пўстин ва астарлари пахта ва синтетик материалли кийимлар кийишади.

Конвекция — суюқлик ва газ оқими орқали иссиқлик энергиясининг кўчирилиш ҳодисаси.

Қаттиқ жисмларда конвекция бўлмайди, чунки қаттиқ жисмларда модда қатламлари эркин ҳаракат қила олмайди.



1-тажриба. 4.4-расмда күрсатылғандек колбага сув қуиб, тубига қисқич ёрдамида рангли бүёкнинг кичкина бұлагини таштаймиз. Сүнгра сувни исита боштаймиз. Бир оз вакт үтгандан кейин колбанинг марказий қисмиде сувнинг бүялган оқими юқорига күтарилиб, унинг деворлари бүйлаб пастга туша бошлайди. Колбанинг ён деворлари яқинида сув нисбатан совукроқ бўлади. Биз иситилган ва иситилмаган қатламлардаги сувнинг табиий аралашувини кузатамиз.

2-тажриба. Қоғоздан паррак кесиб оламиз. Унинг ўртасини нина билан тешиб, ип ўтказамиз ва юқорига күтарамиз. 4.5-расмда тасвирланғанидек, пирпираннинг остки томонидан шамни ёқамиз. Пирпирак айлана бошлайди. Сабаби, ҳавонинг исиган қатламлари юқорига күтарилиб, парракни айлантиради.



4.4-расм



4.5-расм

Конвекция вақтида модда күчирилади. Конвекция табиий (эркин) ва мажбурий конвекция деб аталувчи турларга бўлинади. 1-тажрибада сув қатламлари аралашиши табиий конвекцияга мисол бўла олади. Агар сиз қўлингизга пуфлаш орқали илиқ ҳаво билан қўлингизни иситсангиз, бу ҳолда мажбурий конвекция ҳосил бўлади.

Нурланиш. Электромагнит тўлқинларнинг тарқалиши жараёнида иссиқлик энергиясининг узатилиши жараёни нурланиш деб аталади. Қуёш нурлари тупроқ ва ер атмосферасини иситади. Ёнаётган печка ёнида ўтириб, иссиқликни сезамиз. Қизиб турган дазмол ёки плитага қўлимизни яқинлаштиrsак, улардан тарқалаётган иссиқни сезамиз. Булар нурланиш орқали энергия узатилишига мисол бўла олади. Нурланиш вакуумда амалга ошадиган иссиқлик узатишнинг ягона тури бўлиб ҳисобланади. Нурланиш орқали иссиқлик узатиш механизми мураккабдир. Сиз 9—10-синфларда нурланишнинг барча қонуниятлари билан батафсил танишасиз.



1. Иссиқлик узатишнинг қандай турларини биласиз?
2. Иссиқлик ўтказувчанлик нима?
3. Нима учун қозон, това ва бошқа иссиққа қўйиладиган идишлар металдан, уларнинг тутқичи пластмассадан ясалади? Жавобингизни асосланг.

- 4.** Нима учун қишики камзулларнинг астарлари момик ёки синтетик ғовак материал билан түлдирилади?
- 5.** Яхши ва суст иссиқлик ўтказувчанликка эга моддаларга мисоллар келтириңг.
- 6.** Конвекция нима?
- *7.** Конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик орасида қандай фарқ бор?
- 8.** Нурланиш орқали иссиқлик узатилиши мисоллар келтириңг.
- 9.** Қандай муҳитларда иссиқлик ўтказувчанлик амалга ошади? Конвекция-чи? Нурланиш-чи?



- Иккита бир хил пластик идиш олиб, уларга ~40°C ҳароратли илик сув қўйинг. Идишлардан бирини қалин сочиқ билан ўраб қўйинг. Иккинчисини шу ҳолатда қолдириңг. Уч-тўрт соатлардан кейин сочиқни очиб, идишларни ушлаб кўринг. Қайси идиш иликроқ? Нима учун?
- Нима учун термосдаги чой узоқ вақтгача совиб қолмайди?
- *3. Нима учун иситкич элементи электр чойнакнинг тагига жойлаширилади?
- Қўлингизни қизиб турган чўғланма лампага яқинлаштирганда нимани сезасиз.
- *5. 4.6-расм асосида, иссиқлик узатилиши турлари ҳақида гапириб беринг.



4.6-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишини хоҳлайсиз?

§ 5. Табиатда ва техникада иссиқлиқ узатиш



Таянч сүзлар:

- ✓ **шамол**
- ✓ **муссон**
- ✓ **пассат**
- ✓ **бриз**
- ✓ **гольфстрим**



Бугунги дарсда:

- иссиқлиқ узатиш жараёнларига асосланған табиат ҳодисалари билан танишасиз.



Биз ўзимизга одат бўлиб қолган муҳитда яшамоқдамиз ва кўпинча атрофимизда содир бўлаётган ҳодисаларга деярли эътибор қаратмаймиз. Масалан, нима учун шамол эсади? Ўйлаб кўринг. Қуёш нури тупроқ ва Ер атмосферасини иситади. Ҳарорат ортиши билан ер яқинидаги ҳавонинг ҳажми ортади. Атмосферанинг устки қатламларидан салқин ҳаво массаси пастга кўчиб, илиқ ҳавони юқорига кўтаради. Натижада ҳаво қатламларининг кўчиши юз бериб, шамол пайдо бўлади. Шутариқа, шамолнинг пайдо бўлиш сабаби — **конвекция**. Шамоллар Ер иқлимига сезиларли таъсир кўрсатади.

Муссон — ёз фаслида океандан материкларга қараб, қишида эса материклардан океанга қараб эсадиган барқарор шамол. Ёз фаслида муссон Жанубий ва Жануби-Шарқий Осиё, Африка ва Австралия мамлакатларида жуда кўп ёмғир, қишида эса аксинча, қурғоқчилик олиб келади.

Пассат — шимолий ва жанубий ярим шарлар тропикларидан экваторга томон эсадиган барқарор шамол. Пассатлар Жанубий Америка, Африка ва Австралиянинг шарқий қирғоқлари иқлимини шакллантиради. Шимолий Африкада жойлашган дунёдаги энг катта Сахрои Кабир чўли Марказий Осиё шимолий ярим шарининг 30° ли кенглигига қуруқ ва иссиқ пассатлар таъсирида шаклланган.

Денгиз қирғоқларидаги кундузги ва тунги бризнинг, шамолнинг пайдо бўлиши ҳам конвекция ҳодисаси билан изоҳланади (5.1-расм). Кундуз куни денгиз соҳили сувга қараганда тезроқ исийди. Ер сиртидаги ҳавонинг ҳарорати сув сиртидаги ҳароратга қараганда юқорироқ бўлади. Агар ҳароратлар фарқи уч градусдан юқори бўлса, у ҳолда

Ер сиртидаги илиқ ҳаво юқорига кўтарилиб, унинг ўрнига денгиздан салқин ҳаво келади. Натижада кундузги бриз шаклланади.

Тунда денгиз сиртига қараганда қуруқлик тезроқ совий бошлайди, шунинг учун денгиз сиртидаги ҳаво соҳилдаги ҳавога қараганда илиқроқ бўлади. Шунинг учун ҳаво оқимлари ўз йўналишини қарама-қарши йўналишга ўзгартириб, энди шамол аксинча,



5.1-расм

соҳилдан қирғоққа қараб әсади ва патижада түнги бриз пайдо бўлади. *Бриз — енгил шамол, шабада, унинг тезлиги атиги 1—5 м/с.*

Денгиз ва океан сувининг бир текис исимаслиги боис, доимий денгиз оқимлари шаклланади, улар Ер иқлимини шакллантиришда муҳим ўрин эгаллайди. *Гольфстрим — Ернинг суткалик харакати ва пассат шамоллари таъсирида пайдо бўладиган Атлантика океанидаги илиқ дengiz оқими.* Гольфстримдаги илиқ сув дengiz сиртидаги ҳаво массаси ҳароратини орттиради, бу атмосфера босимининг тақсимланишига, шу тариқа атмосфера циркуляциясига ва иқлимининг шаклланишига таъсир кўрсатади.

Гольфстрим тропик илиқ ҳаво оқимини Европага олиб келади. Шу сабабли Европанинг иқлими илиқ ва юмшоқ.

Жанубий ярим шарда Антарктида соҳилида ғарбдан муттасил кучли шамоллар эсиб туради. Улар океан сувларини шарқий йўналишда кўчириб, *Ғарбий шамоллар оқими* деб аталувчи қудратли океан оқимларини вужудга келтиради. Бу оқим учта океаннинг: Тинч океани, Атлантика океани ва Ҳинд океани сувларини аралаштириб, ҳар секундда қарийб 200 млн. тоннага яқин сув оққизади.

Денгиз оқимлари ер сиртида ёғин-сочиннинг тақсимланишига кучли таъсир кўрсатади. Бундан ташқари, дengiz оқимлари ўзлари билан бирга тирик организмларни, биринчи навбатда планктонларни олиб юради. Илиқ оқимлар ва совуқ оқимлар учрашганда юқорига харакатланадиган сув оқимлари пайдо бўлади. Натижада озуқа тузлар қатламларига бой теран сувлар юқорига кўтарилиб, планктон, балиқлар ва дengiz жониворларининг ривожланиши учун қулай шароит яратади.

БУ ҚИЗИҚ!

Марказий Осиёдаги энг шамолли маконлардан бири — Жунғор дарвозаси. Бу Жунғор Олатови билан Барлик тизмалари орасидаги тоғли йўлак долон, ўша жойдан қозоқ-хитой чегараси ўтади. Шамолларнинг аксарият йўналишлари: жануби-шарқий, шимоли-шарқий, шимоли-ғарбий. Улар Жунғор дарвозасининг икки томонидаги атмосфера босимидағи катта фарқ натижасида вужудга келади. Эби-Нур пасттекислигидан бошланадиган, “евгей” деб аталувчи жануби-шарқий шамол Жунғор дарвозасидан ўтганда қаттиқ кучайиб, тезлашади (60—80 м/сек). Бу довул уйларнинг томларини учирив, йўлдаги машиналарни тўнтириб, электр тармоқларини ишдан чиқаради. Олакўл кўлида “евгей” баландлиги 4—5 метрли тўлқин ҳосил қилиб, довул вужудга келтиради, кўлдаги қайиқларни тўнкаради. “Евгей” шамоли, айниқса, қиши кунлари йўлга чиқсан йўловчилар ҳаёти учун жуда ҳавфли.

Инсонлар илгаридан кундалик ҳаётда иссиқлик узатишнинг ҳар хил турларидан фойдаланганлар. Ҳатто, қадимда одамлар олов ёқишини ўрганиб, гулхан атрофида исиниб, ўз овқатларини тайёрлаганлар, совуқдан ҳимояланиш учун ҳайвонлар терисидан фойдаланганлар.

Үйингизни кўздан кечирсангиз, кўплаб иссиқлик узатиш ҳодисаларидан фойдаланишларингизга амин бўласиз. Иссиқлик ўтка-



5.2-расм



5.3-расм

зувчанлиги юқори эканлигини билган ҳолда таом тайёрланадиган идишлар металлардан, уларнинг тутқичлари эса ёғоч ёки пластмассадан, яъни иссиқлик үтказувчанлиги суст материалдан тайёрланади. Фишт, бетон, шиша каби материаллар иссиқликни ёмон үтказиши эътиборга олинган ҳолда уйлар қурилади, деразалар иккиталии ромлардан ясалади. Чунки улар орасидаги ҳаво ҳам иссиқликни ёмон үтказади.

Сиз осмонда солланиб учаётган ажойиб ҳаво шарларини қизиқиб кузатганимисиз (5.2-расм)? Ҳаво шари ичида махсус мосламаларда ёнадиган газ шар ичидаги ҳавони қиздиради. Шар ичи тўлдирилган илиқ ҳаво унинг атрофидаги совук ҳаводан енгил бўлади. Шу туфайли шар иситилган ҳаво таъсирида кўтарилади. Ҳозирги пайтда дунёнинг кўпгина шаҳарларида сайёҳларга ҳаво шарларида сайр таклиф қилинади, ҳаво шарлари фестиваллари үтказилади, улардан илмий тадқиқот ишларida фойдаланилади (5.2-расм).

Замонавий конвекцион печларнинг ишлаш тизими мажбурий конвекция ҳодисасига асосланган. Бундай печлардан ҳозирги пайтда уйларда, турли қаҳвахона, ресторонларда кенг қўлланилади (5.3-расм). Уларнинг орқа деворига иситкич элемент (ИЭ) ва вентилятор

ўрнатилади. Печь ёқилганда иссиқ ҳавонинг мажбурий конвекцияси вужудга келиб, печнинг бутун ҳажмида ҳаво бир текис исиб, бир хил шароит шаклланади. Бундай печлардан турли унли таомлар ва озиқ-овқат масаллиқлари тайёрлашда фойдаланилмоқда. Конвекцион печларнинг яна бир афзаллиги — улар жуда тежамли ва экологик жиҳатдан тоза. Улар тармоқча уланганда иссиқ ҳаво оқими хона бўйлаб кўчади. Мажбурий конвекция таъсирида таом текис ва тез иситилади. Бундай печларда таом тайёрлаш ҳар қачон осон бўлади.

Конвекция туфайли хонани иситкич батареялар билан иситиш мумкин. Улар деразаларнинг остига ўрнатилади, ҳавонинг илиқ оқимлари хона бўйлаб кўчиб, хонани иситади.



1. Шамол қандай пайдо бўлади?
- 2. Муссон ва пассат нима? Улар Ер иқлимига қандай таъсир кўрсатади?
- 3. Кундузги ва тунги бризларнинг пайдо бўлишини тушунтириңг.



- 4.** Нима учун таом тайёрланадиган идишлар металлардан ясалади?
- 5.** Нима учун бизнинг мамлакатимизда деразалар құшқават ромли қилиб ясалади?
- 6.** Нима учун уйлар ғишидан ёки ёғочлардан қурилади?
- *7.** Хонани иситкіч радиаторлари билан иситиш қандай амалга оширилади? Иситкіч радиаторлари таъсирида хонадаги ҳаво оқимларининг хона ичидаги күчишига доир өзінгілдік жаңынан.



1. Термос қандай тузилганинги айтиб беринг. У нима учун керак?
2. Кигиз үйнинг тузилиши ва унга ишлатиладиган материаллар ҳақида қисқача ахборот тайёрланг. Кигиз үй тузилишида иссиқлик узатыш ҳодисаси қандай ҳисобға олинган.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечөли фойдалы ва қизиқарлы бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?
---	---	---

6-§. Иссиклик ҳодисаларининг тирик организмлар ҳаётидаги ўрни



Бугунги дарсда:

- тирик организмлардаги иссиқлик алмашиниш жараёнлари ва ҳайвонларнинг ўzlари яшайдиган маҳаллий ҳудуд иклим шароитларига мослашиши ҳақида ўқиб ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ терморегуляция
- ✓ шинамлик соҳаси
- ✓ иқлим шароитлари

Сиз буни биласиз

Иссиклик контактидаги жисмлар орасида, масалан, бир хонадаги жисмлар орасида эртами, кечми иссиқлик мувозанати қарор топади ва уларнинг барчаси бир хил ҳароратга эга бўлади.

Бироқ инсоннинг танасидаги ҳарорат мухит ҳароратига мос келмайди, соғлом кишининг ҳарорати ўзгармас бўлиб қолаверади. Чунки, нафақат инсонларда, балки барча иссиқлон ҳайвонларда *терморегуляция механизми* яхши ривожланган. Терморегуляциянинг моҳияти шундаки, атроф-муҳит ҳароратининг сезиларли ўзгаришида организмнинг ўз танаси ҳароратини энг мақбул даражада ушлаб турға олишга қодирлигидан иборат. Терморегуляция организмда ҳосил бўладиган иссиқликнинг ортиши ёки камайиши ва организмдан ташқи мухитга

иссиқлик беришнинг кучайиши ёки камайиши орқали амалга ошади. Иссиклик алмашиниш жараёни инсон ҳаётида ва барча тирик организмлар ҳаётида ҳал қилувчи роль ўйнайди. Атроф-муҳит ҳароратининг пастлиги жисмоний фаолият, овқат ҳазм қилиш организмда иссиқлик ҳосил бўлишини орттиради, муҳитнинг юқори ҳарорати ва иссиқлик алмашинишининг пасайиши (тери ости ёғ қатлами, ҳайвонларнинг қалин жуни), аксинча, организмда иссиқлик пайдо бўлишини заифлаштиради.

Тирик организмларнинг ҳаммаси муайян ҳарорат диапазони мавжуд. Нормал тана ҳароратини сақлаб туриш учун организм керакли энергияни энг кам микдорда сарфлайди. Бу ҳарорат тинч ҳолатда ва енгил кийинган одам учун тахминан $18-20^{\circ}\text{C}$ оралиғидан иборат.

Юқорида кўриб чиқилган иссиқлик узатиш турларининг ҳаммаси терморегуляцияда муҳим аҳамиятга эга.

Иссиқлик ўтказувчаник. Иссиқлик узатиш жараёни танага тегиб турган моддалар, ҳаво қатлами ва жисмлар орасида амалга ошади. Иссиклик узатишнинг ушбу тури камайишига тери ости ёғ қатлами, иссиқ кийим, ҳайвонларнинг қалин жуни таъсир қиласи.

Нурланиш. Агар атроф-муҳит ҳарорати паст бўлса, тирик организм терисидан чиқараётган нур жисмларга ва ҳавога сингиб кетади, агар ҳарорат юқори бўлса, ҳаво ва атрофдаги жисмлар сиртларидан нурнинг ютилиши рўй беради. Организм ва муҳит ҳарорати бир хил бўлганда нурланиш орқали энергия алмашиниш тўхтатилади.

Конвекция. Иссиклик алмашиниш инсон териси (ҳайвонлар териси) ва унинг атрофидаги ҳаво қатлами орасида амалга оширилади. Равшанки, шамолли кунда тана ҳарорати билан ҳаво ҳароратининг фарқи катта бўлганда конвекция орқали иссиқлик узатилиши кучаяди, ҳаво ҳарорати билан тана ҳарорати teng бўлганда конвекция тўхтатилади.

Умуман олганда, Ер иқлими унда яшовчилар учун қулай ҳисобланади. Аммо турли иқлим минтақаларида ҳароратлар орасидаги фарқ

жуда катта ва уларнинг ўзгариш диапазони тахминан 150°C . Иссиклон организмларнинг фаол ҳаёт кечириш учун ҳароратнинг юқори чегараси тахминан 50°C ҳисобланади, қуйи чегараси аниқ белгиланмаган. Лекин замонавий технологиялар туфайли инсоният бу каби чекловларни сезиларли даражада кенгайтиришга муваффақ бўлди.

Қандай ҳайвонлар бўлишидан қатъий назар, улар ўзлари яшайдиган жойнинг иқлим шароитига мослашган. Император пингвинлар Антарктиданинг кескин иқлим шароитларига мослашган (6.1-расм). Бунда уларнинг илиқ



6.1-расм

жунлари мұхим роль үйнайды. Таналаридаги қисқа ва қаттық патларининг тәгидаги жунлари момиқ, бир-бирига зич жойлашиб, яхши изоляцияланған ҳаво қатламини ҳосил қиласы.

Пингвин танасининг шакли иссиқликни яхши сақлашга имкон беради, чунки тана сиртининг юзи бүйиге нисбатан кичикроқ. Шунингдек, бурун, күз ёш йўлида нафас олиш пайтида кам микдорда иссиқликни йўқотадиган маҳсус иссиқлик алмашиниш системаси ривожланган.

БУ ҚИЗИҚ!

Қаҳратон совуқ пайларда пингвинлар зич тўпланишиб, иссиқликни мумкин қадар сақлаб қолишига имкон берадиган “тошбака” деб номланувчи гурухлар ҳосил қилишади.

Арктиканинг оқ айиқлари у ернинг иқлимига жуда яхши мослашган. Уларнинг қисқа, жунли қулоқлари, тери ости қалин ёғ қатлами ва танасидаги зич, узун жунлари совуқ иқлим шароитида совуқдан яхши сақлайди (6.2-расм) ва узоқ вақт сувда бўлишга имкон беради. Унинг оёғи панжаси қалин, қаттық соchlар билан зич қопланган, бу ҳам ўз навбатида иссиқликни кам йўқотишга ёрдамлашади.

Энди ҳайвонларнинг иссиқка қандай мослашишини кўриб чиқамиз.

Туя — чўлда яшайдиган энг қизиқарли ҳайвонлардан бири (6.3-расм). Туя узоқ кунлар мобайнида сув ичмай, ҳатто 60 градусли жазирамада қумлоқларда узоқ юра олади. Қизиқ, у бунга қандай қилиб эришади экан? Сиз биласизки, икки ўркачли ва бир ўркачли туялар бор. Туя ўркачидаги ёғнинг катта заҳираси ҳарорат ортганда сувга айланади. Шу туфайли туя 30 кун мобайнида сувсиз яшай олади, лекин сувга етганда 10 минут ичидаги 90 литргача сув ичиб қўйиши мумкин. Оёғининг ялпок, қадоқли кафти қумтепалардан қулаб кетмасликка имкон беради, шу билан бирга, иссиқ қумдан сақлайди, узун оёқлари эса унинг танасини қизиб турган тупроқдан баландга кўтариб туради, шу сабабли туяга жазирама иссиқ унча таъсир қилмайди.



6.2-расм



6.3-расм



6.4-расм

Чүлдаги чаён ҳам иссиққа яхши мослашган (6.4-расм). Чаён тунги йиртқич, кундуз кунлари эса күпинча қизиган құмга күмилиб ётади. Жониворнинг қаттиқ зирхи аъзодаги озиқланиш орқали олинадиган сувнинг буғланиб кетишига йўл бермайди. Озиқ бўлмаган пайтда у бир йил ёки ундан ҳам кўп йил мобайнида озиқланмай, очликда яшай олади.

Бир нечта мисоллар орқали сиз тирик организмларнинг яшаш шароитига мослашиш йўллари турлича эканини ва бунда иссиқлик ҳодисаларининг аҳамиятини билиб олдингиз.

БУ ҚИЗИҚ!

Сариқ юмронқозик Қозогистонда Бетпокдала даштининг ғарбий ҳудудларида ва Чу дарё водийсида яшайди (6.5-расм). У дашт ва яримдашт эфемерлар, илдизпоя ва туганаклар, ёвшан уруғи ва новдалар, бошоқли ўсимликлар билан озиқланади. Унинг рационида 30 га якин ўсимлик тури бор. Ёғ тўплаш пайтида сутка давомида озиқ излаб, суткасига 200 г озуқа истеъмол қиласи. Тўпланган ёғ ёзги уйқу пайтида омон қолишга ёрдамлашади. Агар айиқлар қиши фаслида уйқуга кетса, сариқ юмронқозиклар энг иссиқ ойларда ухлайди. Улар сувни ҳатто қандай ичиш кераклигини ҳам билмайди, озиқдаги суюқлик билан қаноатланади.



6.5-расм



1. Тирик организм терморегуляциясининг аҳамияти нимада?
2. Иссиққон ҳайвонлар организмидаги терморегуляция пайтида иссиқлик узатишнинг қандай турлари қандай иштирок этади?
3. Совук ҳудудларда яшовчи ҳайвонлар организми тузилишидаги хусусиятлар ҳақида гапириб беринг.
4. Ҳайвонлар иссиқ иқлим шароитларига қандай мослашади? Мисоллар келтиринг.



Сиз яшайдиган минтақада қандай ҳайвонлар яшайди? Уларнинг маҳаллий иқлим шароитига қандай мослашганлигига оид эссе ёзинг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизикарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

7-§. Иссиклик міқдори. Модданинг солиши



Бугунги дарсда:

- солиши солиши иссиклик сиғими түшүнчеси билан танишиб, иссиклик міқдорини анықлашга доир масалаларни ечишни ўрганасиз.



Таянч сүзлар:

- ✓ иссиклик міқдори
- ✓ солиши
- иссиқлик
- ✓ сиғим

Сиз буни биласиз

Ички энергияни ўзгартиришнинг иккита асосий усули мавжуд. Улар — иш бажа-риш ва иссиклик узатиш. Иссиклик узатышда жисмнинг ички энергияси ўзгаришига тенг бўлган катталик иссиклик міқдори $[Q]$ дейилади.

Иссиклик алмашиниш жараёнида жисмга берилган иссиклик міқдорини қандай анықлаш мумкинлигини қараб чиқамиз.

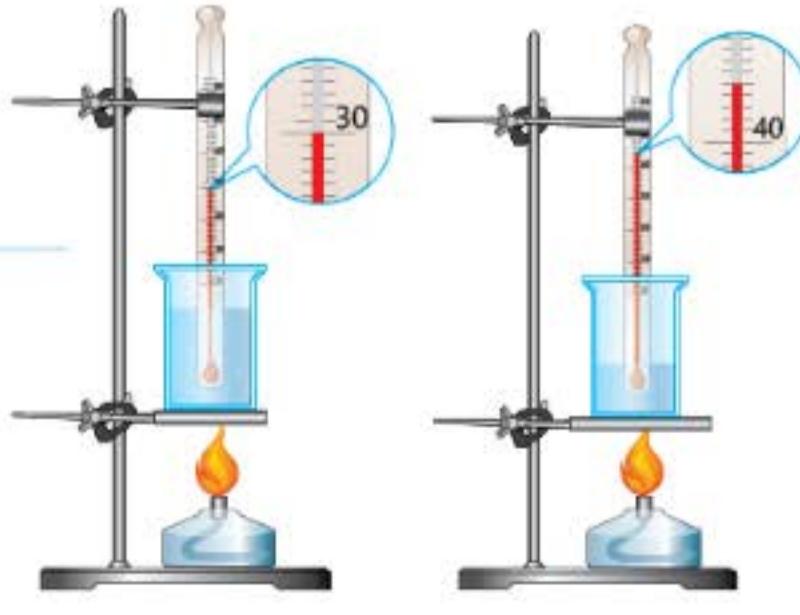


1-тажриба. Сувнинг исиш жараёнини қараб чиқамиз. Тажриба давомида ҳароратни одатдаги термометр билан ўлчаймиз. Сув ҳароратини орттириш учун қанча кўп вақт сарфланса, шунга мувофиқ берилган иссиклик міқдори ҳам шунча кўп бўлади. Равшанки, сувни иситиш учун зарур бўлган иссиклик міқдори ҳароратнинг ўзгаришига пропорционал:

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

Бу ерда t_1 — бошланғич ҳарорат, t_2 — охирги ҳарорат. $\Delta t = (t_2 - t_1)$ — ҳароратнинг ўзгариши, Δ (дельта) — ўзгариш.

2-тажриба. Иккита бир хил идиш олинг. Улардан бирига 1 кг, иккинчи-сига 2 кг сув қўйинг (7.1-расм). Уларни бир хил шароитда бир ҳароратгача иситинг. Икки кг сувни иситиш учун икки марта кўп вақт зарур, яъни иссиклик міқдори массага тўғри пропорционал: $Q \sim m$.



7.1-расм

3-тажриба. Иккита бир хил идишга массалари ва ҳароратлари бир хил икки хил (сув ва глицерин) қўйинг. Уларни бир хил ҳароратгача иситиш учун турлича вақт талаб қилинади.

Ушбу тажрибалардан жисмни иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори охирги ва бошланғич ҳароратларнинг айрмасига, жисмнинг массасига тўғри пропорционал ва жисмнинг қандай моддадан ясалганига боғлиқ деган холосага келиш мумкин.

Сарфланган иссиқлик миқдорининг модда турига бөглиқлигини ҳисобга олиш учун модданинг солишишима иссиқлик сифими катталиги киритилиб, у [c] ҳарфи билан белгиланади.

Учта тажриба натижаларини бирлаштириб, қуидагича ёзиш мумкин:

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

Ушбу формула бўйича m массали моддани $\Delta t = (t_2 - t_1)$ градусгача иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини аниқлаш мумкин.

(7.1) ифодадан солишишима иссиқлик сифимини аниқлаймиз:

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

Охирги ифодадан солишишима иссиқлик сифими 1 кг моддани 1°C га иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг физик катталик экани келиб чиқади. ХБ системасида солишишима иссиқлик сифимининг ўлчов бирлиги:

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

Маълумки, моддани механик иш бажармасдан иситишда моддага берилган иссиқлик миқдори ана шу модданинг ички энергияси ўзгаришига тенг. Бинобарин, солишишима иссиқлик сифимига қуидагича таъриф бериш мумкин: агар модданинг ҳажми ўзгармас бўлса, массаси 1 кг бўлганда ҳарорати 1°C га ўзгаришига мос ички энергиянинг ўзгаришига тенг катталик солишишима иссиқлик сифими деб аталади.

Солишишима иссиқлик сифими модданинг иссиқлик хоссаларини тавсифлайди, унинг қийматлари қуидаги жадвалда келтирилган (7.1-жадвал).

7.1-жадвал

Баъзи моддаларнинг солишишима иссиқлик сифими

Газлар		Суюқликлар		Қаттиқ жисмлар	
модда	$c, \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$	модда	$c, \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$	модда	$c, \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}$
водород	14300	сув	4200	алюминий	920
азот	1000	глицерин	2400	жез	380
аммиак	2100	керосин	2140	қўрғошин	130
сув буғи	2200	кунгабоқар ёғи	1700	муз	2100
ҳаво	1000	симоб	135	кумуш	230
карбонат ангидрид гази	830	этил спирти	2400	шиша	840

Агар иссиқлик алмашиниш жараёнида жисм исиётган бўлса, унга (7.1) формула бўйича аниқланадиган иссиқлик миқдори берилади. Агар жисм совиётган бўлса, у ҳолда шундай миқдорда иссиқлик ажралади.



1. Иссиқлик миқдори деб қандай катталикка айтилади?
2. Иссиқлик миқдорининг ўлчов бирлиги қандай?
3. Жисм иситилганда унга бериладиган иссиқлик миқдори қандай катталикларга боғлиқ?
4. Иссиқлик миқдорини ҳисоблаш формуласини ёзинг.
5. Солиширма иссиқлик сифимининг таърифи қандай?
- *6. Нима учун кундузги қуёшли кунларда кўлдаги сув ҳарорати шу кўл қирғоғидаги тупроқ ҳароратидан паст бўлади?

Масала ечиш намуналари

1. 5 л сувни 80°C ҳароратгача иситиш учун унга қанча иссиқлик миқдори бериш керак? Сувнинг бошланғич ҳарорати 16°C га тенг.

Берилган:

$$V = 5 \text{ л}$$

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

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

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

$$\rho_c = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = ?$$

ХБС

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ечилиши. Иссиклик миқдорини топиш учун (7.1) формуладан фойдаланамиз.

$Q = cm(t_2 - t_1)$, сув массасини унинг зичлиги орқали топамиз $m = \rho_c \cdot V$.

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

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

2. Массаси 200 г бўлган жисмни 20°C дан 40°C гача иситиш учун 1,52 кЖ иссиқлик зарур. Жисм қандай моддадан ясалган?

Берилган:

$$m = 200 \text{ г}$$

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

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

$$Q = 1,52 \text{ кЖ}$$

$$c = ?$$

ХБС

$$0,2 \text{ кг}$$

$$1520 \text{ Ж}$$

Ечилиши. Жисм қандай моддадан ясалганини аниқлаш учун (7.2) формуладан солиширма иссиқлик сифимини аниқлаб, мос қийматни 7.1-жадвалдан топамиз.

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

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

Жадвал бўйича жисм мис элементидан ясалганлигини аниқладик.

Жавоб: мис.



2-машқ

1. 600 г глицеринни 20°C дан 60°C гача иситиш учун қанча иссиқлик миқдори бериш керак?

(Жавоб: 57,6 кДж)

2. Агар кумушдан ясалган буюмни 30°C қиздириш учун 50 Ж иссиқлик миқдори бериш керак бўлса, ана шу буюмнинг массаси қандай?

(Жавоб: 7 г)

3. 110 г массали темир парчасини 110 г дан $t_1 = 20^\circ\text{C}$ дан $t_2 = 920^\circ\text{C}$ гача қиздириш учун қанча иссиқлик миқдори керак?

(Жавоб: 45 кЖ)

4. 7.1-жадвалдан фойдаланиб, бир хил массали алюминий ва жездан ясалган жисмларни $\Delta t^\circ\text{C}$ га қиздирган пайтда зарур бўладиган иссиқлик миқдорларининг нисбатини топинг.

(Жавоб: 2,4)

■5. Жисмни 40°C га иситиш учун 500 Ж иссиқлик зарур. Ўша жисмни 60°C га иситиш учун қанча иссиқлик миқдори керак бўлади? Жисмнинг массаси икки марта ортган деб ҳисобланг.

(Жавоб: 1500 Ж)

■6. 2 кг глицерин $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ совитилганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори 500 г кунгабоқар ёғи 20°C совитилганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдоридан қанча кам? Керакли маълумотларни 7.1-жадвалдан олинг.

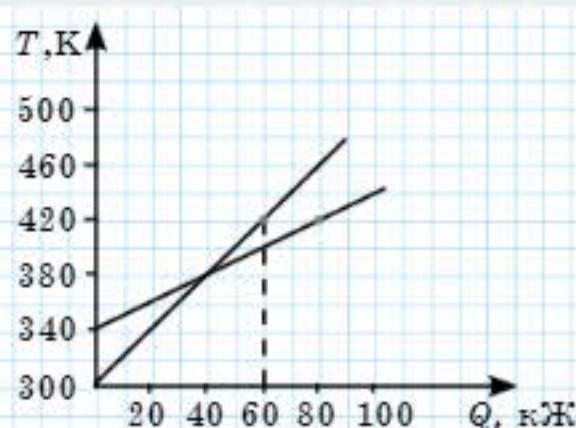
(Жавоб: 127 кЖ)

***7.** Эни 12 м, бўйи 25 м ҳовуздаги сувни $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ га иситиш учун $5,67 \cdot 10^7$ кЖ иссиқлик миқдори зарур. Ҳовузнинг чуқурлиги қандай?

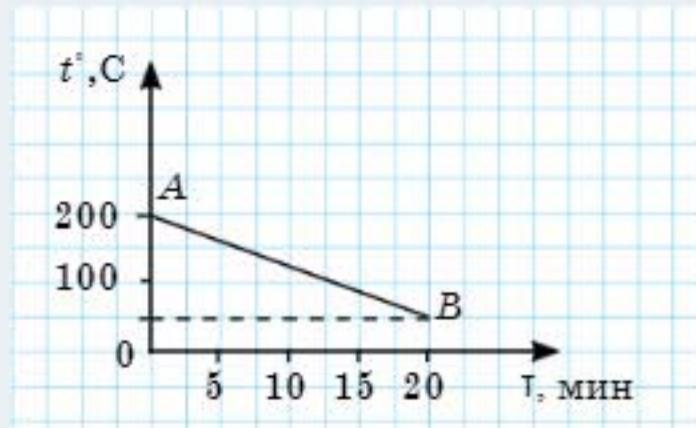
(Жавоб: 3 м)

***8.** 7.2-расмда икки хил жисмлар ҳароратларининг уларга берилган иссиқлик миқдорига боғлиқлиги тасвирланган. Жисмларнинг массалари бир хил, 2 кг га teng. Ушбу жисмларнинг солиштирма иссиқлик сиғимларини аниқланг.

(Жавоб: 1-жисм $250 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, 2-жисм $500 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$)



7.2-расем



7.3-расем

*9. 7.3-расмда 2 кг массали алюминий парчаси ҳароратининг ўзгариш графиги тасвирланган. Бу қандай жараён? Бунда иссиқлик мөлдөрі ютиладими ёки ажралиб чиқадими? Ушбу иссиқлик мөлдөрини анықланг.

(Жавоб: $Q = 2756$ кЖ иссиқлик мөлдөри ажралиб чиқады)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирудингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечөғли фойдали ва қызықарлы бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

8-§. Ёқилғи энергияси. Ёқилғининг солиширима ёниш иссиқлиги



Бугунги дарсда:

- Ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик жараёни билан танишиб;
- ажралиб чиқсан иссиқлик мөлдөрини аниқлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ ёқилғи
- ✓ ёниш
- ✓ солиширима ёниш иссиқлиги

Ёқилғи энергияси. “Ёқилғи” сўзини кундалик ҳаётда биз кўп қўллаймиз ва у билан сиз яхши танишсиз. Ҳар доим таом тайёрлашда сиз газ оловидан фойдаланасиз, уйларни иситиш ёки электр энергиясини олиш учун газ ёки кўмирдан фойдаланасиз.

Ёқилғи деб ёниш жараёнида етарлича кўп мөлдөрда иссиқлик ажралиб чиқадиган ёнувчи моддага айтилади.



күмир



ёғоч



торф

a)



б)



в)

8.1-расм

Ёқилғининг қаттық (ёғоч, күмир, торф), суюқ (бензин, мазут, керосин) ва газсимон (табиий газ) турлари мавжуд (8.1-а, б, в расмлар).

Ёқилғининг ёниши — оксидланиш кимёвий реакциясидир. Ушбу реакция жараёнида С углерод атомлари ҳаводаги О кислород атомлари билан бирикиб, CO_2 карбонат ангидрид гази молекуласини ҳосил қиласылады (8.2-расм). Унинг ҳосил бўлишида иссиқлик ажралиб чиқади.

Ёқилғининг ёнишида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори қандай катталикларга боғлиқ эканини кўриб чиқамиз.

1. Равшанки, қанча кўп ёқилғи ёндирилса, шунча кўп иссиқлик ажралиб чиқади: $Q \sim m$.

2. 1 кг ўтин ёндирилганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори 1 кг күмир ёки 1 кг нефть ёндирилганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорига teng эмас, яъни иссиқлик миқдори модданинг турига боғлиқ бўлади. **Ёқилғининг иссиқлик чиқарии қобилиятини кўрсатувчи катталиқ ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги деб аталади:**

$$Q \sim q.$$

Қараб чиқилған иккита боғланишни бириктириб, ушбуға эга бўламиз:

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

Бундан

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

бу ерда q — пропорционаллик коэффициенти ёқилғининг солишири маёниш иссиқлиги.

1 кг ёқилғи батамом ёниб битганда ажралиб чиқсан иссиқлик миқдори ёқилғининг солишири маёниш иссиқлиги деб аталади.

(8.2) формула бўйича ХБ системасида солишири маёниш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

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

8.1-жадвал

Баъзи ёқилғи турларининг солишири маёниш иссиқлиги қийматлари

Модда	q , МЖ/кг	Модда	q , МЖ/кг
Писта кўмир	29,7	Тошкўмир (Қарағанди)	33,5
Кул ранг кўмир	27—29	Кокс	30,3
Қуруқ ўтин	8,3	Пороҳ	3,0
Торф	15,0	Мазут	40,0
Бензин	46,0	Спирт этиловый	27,0
Дизель ёқилғиси	42,0	Водород	120,0
Керосин	46,0	Табии газ	44

БУ ҚИЗИҚ!

Мамлакатимиз жуда бой ёқилғи-энергетик заҳираға эга. Улардан баъзиларини келтирамиз.

Нефть. Исботланган нефть заҳираси ҳажми умумжаҳон заҳирасининг деярли 3,2% ини ташкил қиласи. Нефть ва газ заҳираси Атирау, Мангистов, Оқтўбе ва Фарбий Қозоғистон вилоятларида жойлашган.

Табии газ. Қозоғистон газ заҳираси ~1,82 трлн м³-ни ташкил қиласи ва бу умумжаҳон заҳирасининг 1,7% ҳисобланади.

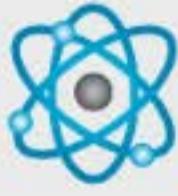
Кўмир. Қозоғистон кўмир заҳираси қарийб 162 млрд тоннани ташкил қиласи ва йил сайнин 100 млн тоннага яқин кўмир қазиб олинади. Тошкўмир кони Қарағанди, Павлодар ва Қўстоной вилоятларида жойлашган. Улар орасида Қарағанди кўмир ҳавзаси катта аҳамиятга эга. Қарағанди кўмири коксга айлантирилади ва унинг сифати жуда юқори. Қарағанди кўмирнинг умумий заҳираси 45 млрд. тоннани ташкил қиласи.

Юқорида қайд этилган органик ёқилғи турлари ҳозирги пайтда энг кўп тарқалган энергия манбалари ҳисобланади. Улар ёнганда карбонат ангидрид гази, кул, тошқол (шлак), металлар ва уларнинг тузлари, хлор, олтингугурт оксиди, турли органик бирикмалар ва бошқалар

ажралып чиқади. Булар атмосферани, сувни ва тупроқни ифлослантиради, инсонлар соғлигига сезиларлы заар келтиради. Экология бузилади. Айниңса, экология мұаммоси йирик шаҳарларга тегишили. Шунинг учун ҳозирги пайтда атроф-мухитни мұхофаза қилиш ва экологик соғ ёқилғи турларини аниклаш әнгдолзарб масалалардан бири ҳисобланади.



1. Қандай моддалар ёқилғи деб аталауди?
2. Ёқилғи ёнганда ажралып чиқадиган иссиқлик миқдори қандай катталиктарға бағылана?
3. Ёқилғининг солиши тирма ёниш иссиқлигі нима?
4. 8.1-жадвалдан фойдаланыб, қайси ёқилғининг солиши тирма ёниш иссиқлигі катта эканини аникланғ. Нима учун.
- 5. Қозоғистон ёқилғи-энергетика заһирасы ҳақида нималарни биласиз?



Үзингиз яшайдиган худудда ёқилғининг қандай турларидан қандай мақсадларда құлланилишини аникланғ. Ұша ёқилғилар ёнганда атроф-мухитнинг ифлосланишини қандай камайтириш мүмкін? Қисқача ҳикоя ёзинг.

Масала ечиш намуналари

50 літр сувни 20°C дан 80°C ҳарораттагача иситиш учун қанча тошкүмир керак? Күмири ёнганда ажралып чиқадиган иссиқлик миқдорининг 75% и сув иситишга сарфланади.

Берилған:

$$V = 50 \text{ л}$$

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

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

$$q = 33,5 \cdot 10^6 \text{ Ж/кг}$$

$$\eta = 75\%$$

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

$$\rho_c = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

ХБС

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ечилиши. Массаси m күмири ёнганда ажралып чиқадиган иссиқлик миқдори:

$$Q = qm.$$

Тошкүмирнинг солиши тирма ёниш иссиқлигини 8.1-жадвалдан топамиз: $q = 35,5 \cdot 10^6 \text{ Ж/кг}$.

Ажралып чиқкан иссиқлик миқдорининг 75% и сув иситилишига сарфланади:

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

Сув иситиш учун сарф қилинган иссиқлик миқдорини (7.1) формуладан аниклаймиз:

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

сув массасини эса унинг күлами ва зичлиги орқали аниклаймиз:

$m_c = \rho_c \cdot V_c$. Буларнинг ҳаммасини (1) формулага қўямиз:

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

Бундан изланаётган газ ҳажмини топамиз:

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

Жавоб: $m = 0,5 \text{ кг.}$



З-машқ

1. 5 кг курук ўтин ёнганда қанча иссиқлик чиқади?

(Жавоб: 41,5 МЖ)

2. 2 кг күмир ёнганда қанча иссиқлик миқдори чиқади?

(Жавоб: 67 МЖ)

■3. 5 кг курук ўтин ва 5 кг торф ёнганда печка бир хил исийдими?
Жавобингизни асосланг?

***4.** 2 кг торф ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорига тенг миқдорда иссиқлик аржалиб чиқиши учун қанча курук ўтин керак бўлади?

(Жавоб: 3,6 кг)

***5.** 3 кг бензин ва шунча керосин батамом ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорларининг фарқи нимага тенг?

(Жавоб: 0 Ж)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

9-§. Иссиклик жараёнларида энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни



Бугунги дарсда:

- иссиқлик баланси тенгламаси билан танишасиз;
- масала ечишда энергиянинг сақланиш қонуларини иссиқлик жараёнларида қўлланишни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ механикалық энергия
- ✓ ички энергия
- ✓ иссиқлик миқдори

Сиз буни биласиз

Механик энергиянинг сақланиш қонуни: ўзаро тортишиш ва эластиклик кучлари воситасида таъсирланувчи жисмлар ёпиқ системасининг тўлиқ механик энергияси (кинетик ва потенциал энергиялар йиғиндиси) ўзгармас катталиқдир.

Энергиянинг сақланиш қонуни табиатда содир бўлаётган барча жараёнлар учун, жумладан, иссиқлик ҳодисалари учун ҳам бир хил. Сиз (3-§) ички энергияни ўзгартиришнинг икки усули мавжудлигини биласиз: иссиқлик алмашиниш ва механик иш бажариш. Биринчи ҳолда иссиқроқ жисм ўз иссиқлигини совукроқ жисмга узатади, совукроқ жисм уни олади. Иккинчи ҳолда механик энергия ички энергияга айланади. Иккала ҳолда ҳам энергиянинг бир қисми атроф-муҳитга тарқалди. Иссиқлик алмашинишда иштирок этган жисм изоляцияланган қобиқ ичидаги (масалан, калориметр) ичидаги жойлашган деб фараз қиласиз. Бундай ҳолда иссиқроқ жисм узатган иссиқлик миқдорини совукроқ жисм тўлиқ олади. Иссиқлик жараёнларида энергиянинг сақланиш қонуни қиймати қуйидагига teng:

$$Q_{\text{алм}} = Q_{\text{ажр}}.$$

Иссиқдан изоляцияланган системаларда агар ички энергия факат иссиқлик узатиш натижасида ўзгарса, иссиқроқ жисмлардан узатилган иссиқлик миқдорининг умумий қиймати совукроқ жисмлар олган иссиқлик миқдорларининг йигиндисига teng.

$$(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots)_{\text{алм}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots)_{\text{ажр}}$$

ёки

$$\sum Q_{\text{алм}} = \sum Q_{\text{ажр}}, \quad (9.1)$$

бу ерда Σ (сигма) — йигинди белгиси.

((9.1) тенглама иссиқлик баланси тенгламаси деб аталади.

Сиз буни биласиз

Иссиқлик алмашиниш натижасида жисмларда иссиқлик мувозанати қарор топади, яъни ўша жисмларнинг ҳаммасида ҳарорат бир хил бўлади.

Масалан, ҳарорати 80°C ҳароратли сувни ҳарорати 20°C бўлган сув билан аралаштирилса, (9.1) ифодадан фойдаланиб ҳисоблаш мумкин бўлган ҳарорат қарор топади, бу ерда берилган ва олинган иссиқлик миқдори (7.1) формула билан аниқланади.

Иссиқлик ажратиш жараёнида иссиқлик берадиган иссиқ жисмлар ҳарорати пасаяди, яъни (7.1) ифодадаги $t_2 < t_1$, $\Delta t < 0$ бўлади. Бундан иссиқлик миқдори манфий катталиқ бўлиб чиқади, бу эса иссиқлик ажратиш жараёнида иссиқлик жисмнинг ички энергияси камайишини англаради. У ҳолда, (9.1) формуладаги $Q_{\text{ажр}}$ иссиқлик миқдори модули (сонлар қиймати)дан фойдаланамиз. Масала ечиш чоғида иссиқлик миқдори қиймати қуйидаги формула ёрдамида $Q_{\text{ажр}} = cm(t_1 - t_2)$ ҳисобланади, у ҳолда манфий қийматга эга бўлади.



1. Жисмнинг ички энергиясини ўзгартириш усулларини айтинг.
2. Жисмлар орасида иссиқлик алмашиниш қандай йўналишида содир бўлади?
3. Иссиқлик алмашиниш жараёнлари учун энергиянинг сақланиш қонунининг можияти нимада?
4. Иссиқлик баланси тенгламасини ёзинг, тушунтириб беринг.

Масала ечиш намуналари

1. Стакандаги қарорати 90°C иссиқ сувга 240 г массали кумуш қошиқ солинди. Агар сувнинг массаси 200 г, қошиқнинг бошланғич қарорати 15°C бўлса, стаканда қарор топган ҳароратни топинг. Атроф-муҳит билан иссиқлик алмашиниши ҳисобга олинмасин.

Берилган:

$$m_c = 200 \text{ г}$$

$$m_k = 240 \text{ г}$$

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

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

$$c_c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$c_k = 230 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$t - ?$$

ХБС

$$0,2 \text{ кг}$$

$$0,24 \text{ кг}$$

Ечилиши. Иссиқлик баланси тенгламасидан фойдаланамиз. Сув юқорироқ ҳароратга эга бўлгани учун иссиқлик беради, қошиқ эса иссиқлик олади. Сув узатган иссиқлик миқдори:

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

Қошиқ олган иссиқлик миқдори:

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

Иссиқлик баланси тенгламасига мувофиқ:

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

бундан керакли ҳароратни аниқлаймиз:

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

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

2. Онаси боласини чўмилтириш учун ҳарорати 36°C бўлган 10 л илиқ сув тайёрламоқчи бўлди. Бунинг учун 80°C ҳароратли иссиқ сув билан 16°C ҳароратли совуқ сувни аралаштириш керак. Онага қанча совуқ сув ва қанча иссиқ сув керак?

Берилган:

$$V = 10 \text{ л}$$

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

$$t_{1\text{ис. с}} = 80^{\circ}\text{C}$$

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

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

$$V_1 - ? V_2 - ?$$

ХБЖ

$$10^{-2} \text{ м}^3$$

Ечилиши. Бу масалани ечиш учун иссиқлик баланси тенгламасидан фойдаланамиз: $Q_{\text{алм.}} = Q_{\text{ажр.}}$

Иссиқ сув берадиган иссиқлик миқдори:

$$Q_1 = c m_1 (t_{1\text{ис. с}} - t).$$

Совуқ сув оладиган иссиқлик миқдори:

$$Q_2 = c m_2 (t - t_{1\text{с.с.}}).$$

Иссиқлик баланси тенгламасидан фойдаланамиз: $Q_1 = Q_2$.

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

Сувнинг массасини унинг ҳажми ва зичлиги орқали ифодалаймиз:

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

Сувнинг умумий массаси $m = m_1 + m_2 = 10$ кг-ға тең. Охирги ифодадан $m_2 = m - m_1$ ни топамиз ва (1) ифодага қўямиз:

$$cm_1(t_{\text{исс. с}} - t) = c(m - m_1)(t - t_{\text{исс. с}}).$$

Бундан: $m_1 t_{\text{исс. с}} - m_1 t = mt - m_1 t - mt_{\text{исс. с}} + m_1 t_{\text{исс. с}}$,

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

Жавоб: 3,12 л иссиқ ва 6,87 л совуқ сув керак.



4-машқ

Масала ечишда атроф-муҳит билан иссиқлик алмашиниш ҳисобга олинмасин.

- 1.** Ҳарорати 20°C , массаси 500 г сувга ҳарорати 60°C бўлган 1,5 кг иссиқ сув кўшилди. Қандай ҳарорат қарор топишини аниқланг.

(Жавоб: 44°C)

- 2.** 5 кг массали тошнинг $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ га совишида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори $Q = 4,2 \text{ кЖ}$. Тошнинг солиштирма иссиқлик сиғимини топинг.

(Жавоб: $420 \text{ Ж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

- 3.** Массаси 20 кг, ҳарорати 27°C сувга қайнаб турган сув қўйилди, натижада 60°C ҳарорат қарор топди. Қайнаган сувнинг массасини аниқланг.

(Жавоб: 16,5 кг)

- 4.** Массаси 0,1 кг, ҳарорати 7°C сувга 42 г массали ва 127°C ҳароратли модда солинди, натижада 17°C ҳарорат қарор топди. Жисмнинг солиштирма иссиқлик сиғимини аниқланг.

(Жавоб: $909 \text{ Ж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

- 5.** Массаси 2 кг, ҳарорати 20°C сувга 100 г массали, 80°C ҳароратгача қиздирилган жез парчаси ва 200 г массали, ҳарорати 90°C бўлган алюминий парчаси солинди. Қандай ҳарорат қарор топди?

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

- 6.** Массаси 1 кг метал парчасини $\Delta t_1 = 2,3^\circ\text{C}$ қиздириш учун 0,5 кг массали сувни $\Delta t_2 = 10^\circ\text{C}$ иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг бўлган иссиқлик сарф қилинди. Металнинг солиштирма иссиқлик сиғими қандай?

(Жавоб: $c \approx 913 \text{ Ж/кг} \cdot {}^\circ\text{C}$)

***7.** 20°C ҳароратда олинган 5 литр сувни қайнатиш учун қанча қурук үтін керак? Ажралиб чиққан иссиқлик миқдорининг ярми сувни иситишига сарфланади деб ҳисобланг.

(Жавоб: 0,404 кг)

***8.** 39 м баландлықдан әркін тушаётган құрғошин шар плитага келиб урилғанда уннің механик энергияси тамомила иссиқлик энергиясига айланды. Үша пайтда шар неча градус исиди?

(Жавоб: 3°C)

***9.** Берилған маълумотлардан фойдаланған ҳолда масала тузинг. Сув:

$$t_1 = 24^\circ\text{C}, \text{ спирт: } m_c = 30 \text{ г, } t_2 = 60^\circ\text{C, } c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}, q = 27 \frac{\text{МЖ}}{\text{кг}}, m_2 = ?$$

Ушбу мавзуда нимани үзлаштиредингиз?

Яңги үзлаштирилған ахборот нечөғли фойдали ва қизиқарлы бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

Бобнинг асосий мазмунини

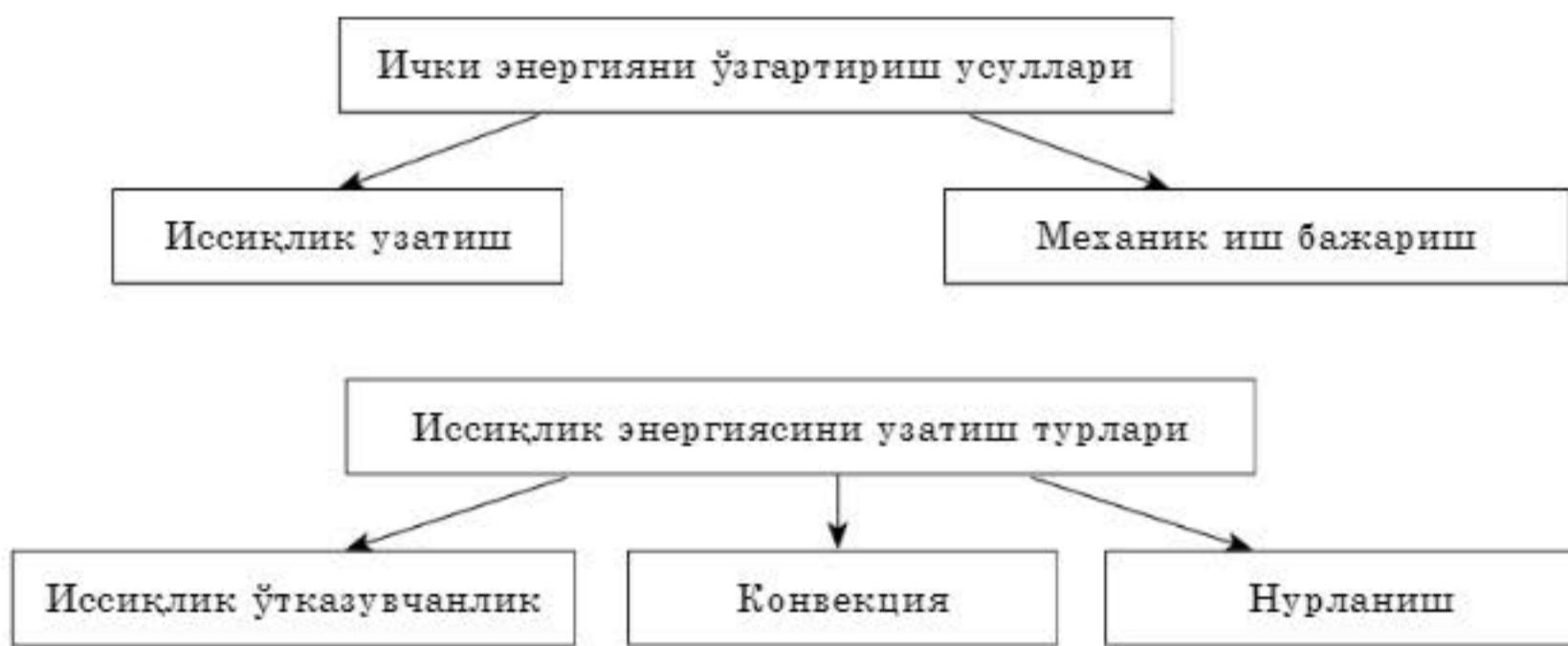
Иссиклик ҳодисалари

Иссиклик ҳаракати деб молекулаларнинг узлуксиз хаотик ҳаратига айтилади.

Ҳарорат — жисмнинг иссиқлик ҳолатини тавсифловчи физик катталиқ.

Жисмнинг ички энергияси — бу жисмни ташкил қилган барча заралар кинетик ва потенциал энергияларининг йиғиндиси.

Иссиклик узатиш жараёнида жисмнинг ички энергияси ўзгаришига тенг катталиқ Q иссиқлик миқдор деб аталади.



Солишимтірма иссиқлик сиғими — 1 кг моддани 1°C га иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг физик катталиқ:

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

Иссиқлик баланси тенгламаси: $\sum Q_{\text{алмаш.}} = \sum Q_{\text{ажр.}}$.

Модданинг агрегат холатлари

2 -БОБ

Табиатда ва турмушда модданинг бир агрегат ҳолатдан иккинчи агрегат ҳолатга ўтишини күп кузатгансиз: қишда дарёлар мұзлайды, баҳорда қор эрийди, сув ҳавзаларидаги сувлар буғланиб, булутлар ҳосил бўлади.



Бир модда газ, суюқ ва қаттиқ ҳолатларда бўлиши мумкин. Ёз кунлари тонг сахарда майсаларда шудринг томчиларини кўриш мумкин. Қаҳратон совукда дераза ойналарида муз парчаси пайдо бўлади.



Нима учун сув қайнатилганда буг ҳосил бўлади? Ушбу ҳодисалар қандай амалга ошади? Нима учун нам кийим шамолда тезроқ қурийди?

Ишлаб чиқаришда металлар эритилиб, сўнгра турли қолипларга қўйилади, улар совийди ва қотади.



Нима учун қўргошин ва қалайни уй шаротида эритиш мумкин-у, темирни эса эритиб бўлмайди?

2

10-§. Қаттиқ жисмларнинг эриши ва қотиши, эриш ҳарорати



Таянч сүзлар:

- ✓ **эриш**
- ✓ **қотиши**
- ✓ **эриш ҳарорати**

Бугунги дарсда:

- модданинг қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ва аксинча, суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиш жараёнларини ўрганасиз.



Сиз буни биласиз

Хар қандай модда молекулалардан таркиб топган ва унинг физик хоссалари молекулаларнинг қандай жойлашғанлигига ва ўзаро қандай таъсирилашишига боғлиқ. Кундалик ҳаётда биз модданинг учта агрегат ҳолати — қаттиқ, суюқ ва газсимон ҳолатларини күзатамиз.



10.1-расм

Бугун сиз қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш ва аксинча, суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиш жараёнларини ўрганасиз. Моддани бир агрегат ҳолатдан иккинчи ҳолатга қандай ўтказиш мумкин? Агар совиткичдан музни олиб, уни илиқ хонада қолдирсак, бир оз вактдан кейин муз эрийди. Муз қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиб, сувга айланади.

Агар қошикқа құрғошин ёки қалай бўлагини солиб, у олов устида ушлаб турилса (10.1-расм), құрғошин (қалай) суюқ ҳолатга ўтади. Бундай ҳолда қаттиқ жисм *эриди* деб айтилади.

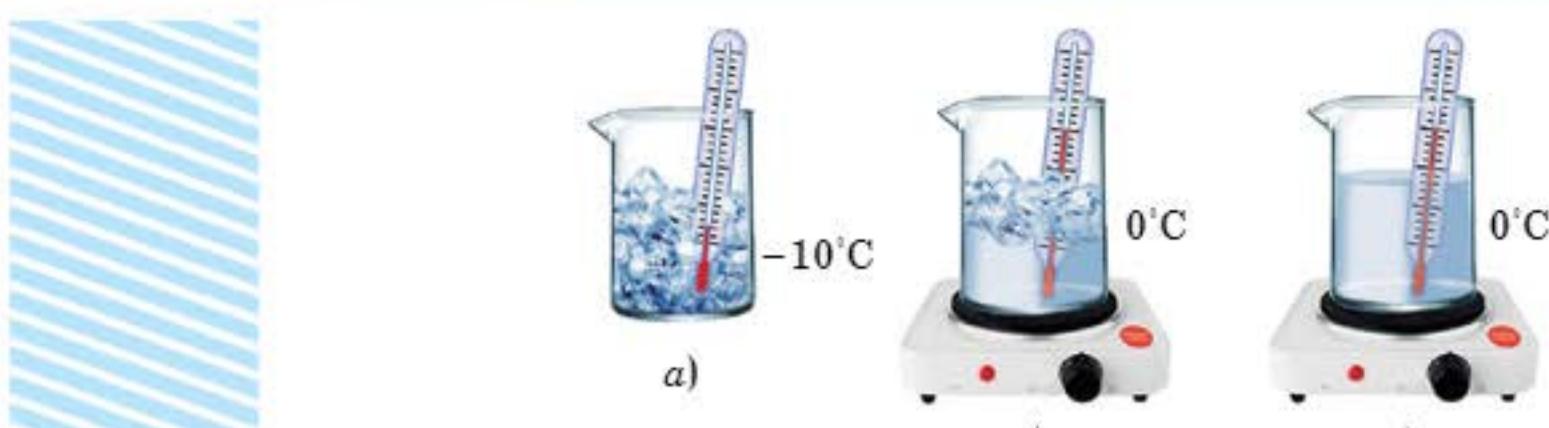
Кишида дарёлар қотиб, сув қаттиқ ҳолат — музга айланади. Суюқ металл совиганда қотади. Бундай ҳолда модда *кристалланди* дейилади.



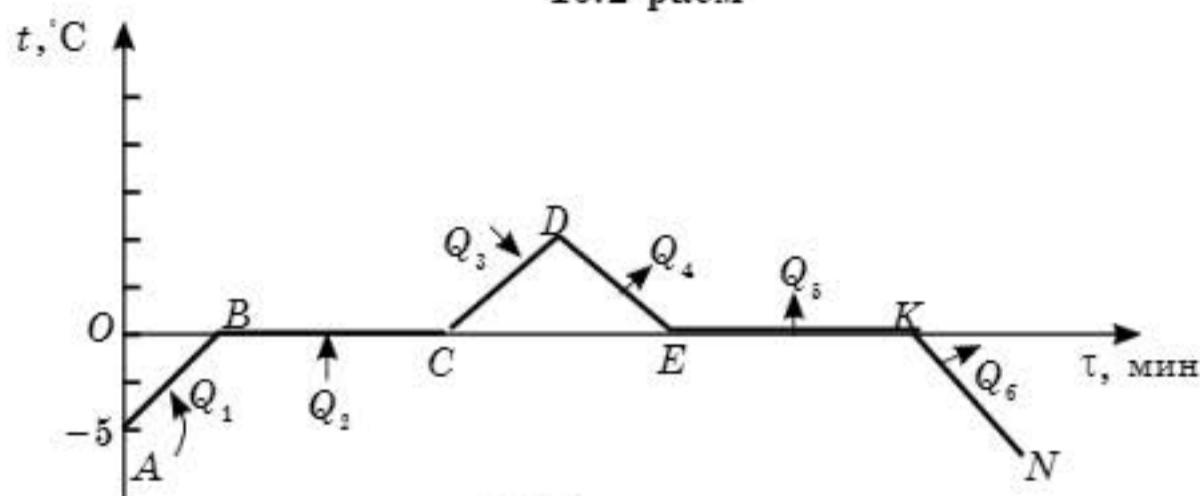
Сувни музлаткич камерасида қотириб, бир неча майдага бўлакларга бўламиз. Уни стаканга солиб, термометр ёрдамида бошланғич ҳароратини ўлчаб, қиздира бошлаймиз (10.2, а-расм).

10.3-расмда муз ҳароратининг қиздиришга ва совитиш пайтида қотишига кетадиган вақтга боғлиқлик график кўрсатилган.

Дастлаб (графикнинг AB қисми) қаттиқ музнинг ҳарорати кўтарила бошлайди, бу пайтда унга Q_1 иссиқлик миқдори берилади. Ҳарорат 0°C га етгандан сўнг, қиздириш давом эттирилса ҳам ҳарорат ортмайди. Бунда муз эрий бошлаганини кўриш мумкин (BC қисми) (10.2, б-расм).



10.2-расм



10.3-расм

Муз батамом эриб бўлганига қадар ҳарорат ўзгармас ва 0°C ни кўрсатади, аммо эриётган музга Q_2 иссиқлик миқдори берилади (10.2-в расм). Муз батамом эриб бўлгандан сўнг, қиздиришни давом эттирасак, сувнинг ҳарорати тез кўтарила бошлиди (CD қисми), бу пайтда сувга Q_3 иссиқлик миқдори берилади.

Яъни графикнинг AB қисмida музнинг ҳарорати кўтарилади. BC қисми музнинг эриш жараёнига мос келади, унинг ҳарорати ўзгармас ва нолга тенг. С нуқта музнинг батамом эриб, сувга айланган ҳолатига мос келади, унинг ҳарорати 0°C .

Модданинг қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиши жараёни эриш деб аталади.

Нима учун муз эриётганда, унга узлуксиз иссиқлик берилса ҳам ҳарорат ўзгармас бўлиб қолаверади? Бу саволга жавоб бериш учун қаттиқ ва суюқ ҳолатдаги моддаларнинг молекуляр тузилишидаги фарқ нимада эканини ёдга туширмоқ лозим. Унга узлуксиз иссиқлик берилиб турсада ҳарорат ўзгармас бўлиб қолаверади. Қаттиқ жисмларда молекулалар жуда зич ва кристалл панжара тугунларида мунтазам жойлашган. Қаттиқ жисм эриганда кристалл панжара бузилади, молекулалар ўзаро таъсирининг потенциал энергияси ўзгаради.

Бундай ҳолда ташқаридан олинган иссиқлик энергияси жисмнинг ички энергиясини орттиришга сарфланади. Аммо молекулаларнинг кинетик энергияси ўзгармайди, ҳарорат ўзгармас бўлиб қолади. Эриш жараёни доимо энергиянинг ютилиши билан боради.

Қаттиқ модданинг суюқ ҳолатга ўтишидаги ҳарорати эриш ҳарорати деб аталади. Ҳар қандай кристалл жисмнинг ўзгармас эриш ҳарорати бўлади. Баъзи моддаларнинг эриш ҳароратлари қийматларини келтирамиз (10.1-жадвал).

10.1-жадеал

Моддалар	Эриш ҳарорати, °С	Моддаларнинг солиширма эриш иссиқлиги, кЖ/кг
Алюминий	660	321
Жез	900	330
Мис	1083	175
Қалай	232	59
Құрғошин	327	25
Кумуш	960	88
Темир	1400	82
Муз	0	330

Барча қаттиқ жисмларда эриш жараёни музнинг эриши каби амалга ошади. Табиийки, турли моддалар учун жараённинг тавсифи турлича бўлади (масалан, эриш ҳарорати).

Сиз буни биласиз

Шундай қилиб, сиз аморф қаттиқ жисмларнинг молекулалари тартибсиз жойлашганини биласиз. Уларнинг бу хоссаси зичлиги юқори бўлган суюқликларнинг хоссасига ўхшаш.

Агар аморф жисм (парафин, шиша) қиздирилса, уларнинг ҳарорати аста-секин кўтарилади. Аморф жисм тамомила ва аста-секин юмшайди ва суюқликка айланади, уларнинг доимий эриш ҳароратлари мавжуд эмас. Агар суюқлик совитилса, муайян ҳароратга етганда у қотади. Тажрибага мурожаат қиласиз. Стакандаги сувни иситмай, аксинча, уни совита бошлаймиз. Бунинг учун уни кўп миқдордаги паст ҳароратли музга соламиз. Дастрлаб сув совий бошлайди (10.3-расм DE қисми). Ҳарорати 0°С га етгандан сўнг (10.3-расм), ҳарорат бундан буён ўзгармайди, сув эса музга айланади. Мазкур жараён кристалланиш деб аталади. Кристалланиш жараёни ЕК қисмida амалга ошади. Сув батамом музга айлангандан сўнг бундан кейинги совишида музнинг ҳарорати пасаяди (KN қисми).

Модданинг суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиши жараёни кристалланиш деб аталади.

Кристалланиши иссиқлиқ ажралиши билан амалга ошади. Бу пайтда модданинг ички энергияси камаяди.

Модданинг қотиш ҳарорати унинг эриш ҳароратига teng:

$$T_{\text{қот}} = T_{\text{эриш}}.$$



БУ ҚИЗИҚ!

1960 йилда олим Б. Вуд тез эрийдиган оғир қотишма ўйлаб топди, уни *Вуд қотиши* маси деб атади (10.4-расм), унинг эриш ҳарорати 68,5°С. Вуд қотиши масини ҳарорати 70°С атрофидаги иссиқ сувда осон эритиш мумкин.

10.4-расм

Буд қотишимасининг таркиби: 25% күрғошин; 12,5% қалай; 12,5% кадмий; 50% висмут.

Буд қотишимаси турли ҳавфсизлик асбоблари учун сақлагиң сифатида, шуннингдек, бронза, жез, никель, мис, алюминий ва шу каби металларнинг турли қотиши малари эритмасида юмшоқ пайванд сифатида кенг қўлланилади.

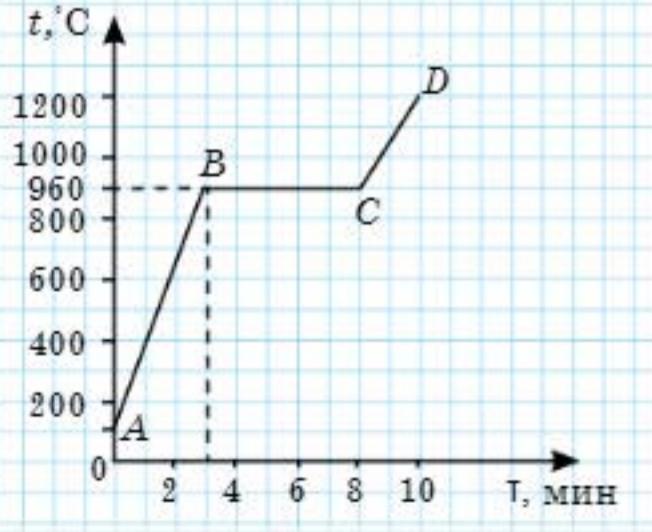


1. Эриш жараёни нима?
2. Қаттиқ моддаларнинг аморф моддалардан фарқи нимада?
3. Эриш ҳарорати дегани нима?
- 4. Нима учун қаттиқ моддани эритиш пайтида иссиқлик берилса ҳам, унинг ҳарорати ўзгармайди?
5. Кристалланиши жараёни нима?
- 6. Музнинг эриш ва сувнинг кристалланиши жараёнини 10.3-расм бўйича тушунтириб беринг.

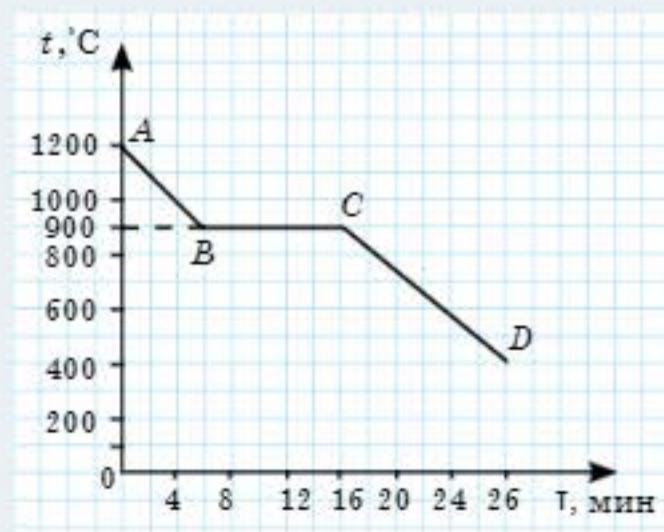


5-машқ

- *1. 10.5-расмда кўрсатилган графикни ўрганиб, бундай саволларга жавоб беринг:
 - 1) Графикнинг AB ва CD қисмлари қандай жараёнларга мос келади?
 - 2) Модда AB қисмида қандай агрегат ҳолатда бўлади? CD қисмида-чи?
 - 3) BC қисмида қандай жараён амалга ошади? Бу жараён қанча вақт давом этади?
 - 4) Модданинг бошланғич ҳарорати қандай?
 - 5) Бу қандай модда? Уни график ёрдамида қандай аниқлаш мумкин?
- *2. 10.6-расмда кўрсатилган графикка қараб AB , BC ва CD қисмларда қандай жараёнлар содир бўлаётганини тавсифлаб беринг. Бу қандай модда? Ўша жараёнлар пайтида молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси қандай ўзгаради?
- *3. Бошланғич ҳарорати 27°C күрғошин бўлаги 15 минутда 500°C ҳароратгача қиздирилди. Ўша жараён графикини чизинг ва унинг ҳар бир қисмини тавсифланг.



10.5-расм



10.6-расм



1. Ташқарыда ҳавонинг ҳарорати 0°C бўлганда қор эримайди. Агар у илик хонага олиб кирилса, қор эрий бошлайди. Нима учун? Жавобингизни тушунтиринг.
2. Идишда ҳарорати 0°C бўлган бир хил миқдорда муз ва сув бор. Уларнинг ички энергиялари бир хилми? Жавобингизни асосланг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

11-§. Солиширма эриш иссиқлиги



Таянч сўзлар:

✓ **солиширма эриш иссиқлиги**

Бугунги дарсда:

- солиширма эриш иссиқлиги тушунчаси билан танишасиз;
- қатиқ моддани эритиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини ҳисоблашни ўрганасиз.



Сиз эриш жараёни иссиқликни ютиш орқали амалга ошишини билиб олдингиз. Қатиқ жисмга уни эритиш учун қанча миқдорда иссиқлик берилиши керак? Шуни аниқлаймиз.

Модданинг массаси қанча катта бўлса, уни эритиш учун шунча кўп иссиқлик миқдори сарф қилиш керак. Масалан, 2 кг музни эритиш учун 1 кг музни эритиш учун зарур бўлган иссиқликнинг икки марта кўп миқдори талаб қилинади. Шунинг учун: $Q \sim m$ деб оламиз, яъни иссиқлик миқдори модда массасига пропорционал.

Энди бир хил массали иккита моддани оламиз, масалан, муз ва қўрғошин. Уларни эритиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори бир хил бўладими? Йўқ. Нима учун? Сабаби эритиш пайтида берилган иссиқлик миқдори, унинг таъсирида ички энергиянинг ортиши мунтазам кристалл панжарани бузишга сарфланади. Турли жисмларнинг тузилишлари турлича, шунинг учун молекулалар орасидаги ўзаро таъсир кучи ҳам турлича бўлади. Турли моддаларнинг кристалл панжарасини бузиш учун ҳар хил иссиқлик миқдори берилади. Бу боғланишни ҳисобга олиш учун *солиширма эриш иссиқлиги* деб аталувчи маҳсус катталик киритилган.

1 кг кристалл моддани эриш ҳароратида суюқликка айлантириши учун сарфланадиган иссиқлик миқдорига тенг физик катталиқ модданинг **солиширма** эриш иссиқлиги деб аталади.

Солиширма эриш иссиқлиги λ (лямба) ҳарфи билан белгиланади. Модданинг эриши учун зарур бўлган иссиқлик миқдори солиширма эриш иссиқлигига пропорционал бўлади:

$$Q \sim \lambda.$$

Ушбу икки ҳолни эътиборга олиб, массаси m , моддани эритиш учун зарур иссиқлик миқдори қуидагича ифодаланади:

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

Модданинг қотишида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори ҳам ушбу (11.1) ифода билан аниқланади. (11.1) формуладан:

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

ХБ системасида солиширма эриш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

$$[\lambda] = \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \right].$$

Баъзи моддаларнинг солиширма эриш иссиқлиги 10.1-жадвалда келтирилган.



1. Солиширма эриш иссиқлигига изоҳ беринг.
2. Эриш ҳароратида олинган қаттиқ моддани эритиш учун зарур иссиқлик миқдорини қандай аниқлаш мумкин?
3. Қаттиқ жисмнинг ички энергияси уни эритиш пайтида қандай ўзгаради?
- 4. Нима учун қаттиқ модда эришида иссиқлик узатилаверса ҳам унинг ҳарорати ўзгармас бўлиб қолаверади?
- *5. Нима учун уй шароитида алюминий қошиқда қалай ёки қўрғошин бўлагини эритиш мумкин-у мисни эса эритиб бўлмайди?



1. Нима учун йўлларда яхмалак пайдо бўлганда ерга туз сепилади? Жавобинизни тушунтиринг.
2. Иссиқлик ҳодисаларини тадқиқ қилишга мўлжалланган тажрибаларни изоляциялаш учун қўлланиладиган асбоб калориметр деб аталади. Мактаб калориметрининг тузилишини ўрганиб, қисқача тавсиф тайёрланг.



Ўзингиз калориметр ясанг. Стаканларни керакли ўлчамда танлаб олинг. Ички стакан таҳминан 150—200 мг га мўлжалланган бўлсин, ташқи стакан эса пластмасса бўлгани маъқул. Стаканлар ораси иссиқлиқдан яхши изоляцияланган бўлсин. Қопқоқни термометр кирадиган ҳолда тешинг.

Масала ечиш намуналари

500 г массали, 40°C ҳароратга эга сувга ҳарорати 0°C бўлган 200 г муз солинди. Барқарор ҳарорат қандай?

<i>Берилган:</i>	ХБС
$m_c = 500 \text{ г}$	0,5 кг
$t_c = 40^\circ\text{C}$	
$m_{\text{муз}} = 200 \text{ г}$	0,2 кг
$t_{\text{муз}} = 0^\circ\text{C}$	
$c_c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$\lambda = 333000 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$	
$t = ?$	

Ечилиши. Сув $Q_1 = c_c m_c (t_c - t)$ тенг иссиқлик микдорини беради. Эриш жараёнида музнинг иссиқлик микдори $\lambda m_{\text{муз}}$ тенг бўлади. У эриганда 0°C ҳароратли совук сувга айланади, уни иситиш учун $c_c m_{\text{муз}} (t - t_{\text{муз}})$ иссиқлик микдори сарф қилинади. Бинобарин, музнинг оладиган иссиқлик микдори:

$$Q_2 = \lambda m_{\text{муз}} + c_c m_{\text{муз}} (t - t_{\text{муз}}).$$

Иссиқлик баланси тенгламасини тузамиш:

$$c_c m_c (t_c - t) = c_c m_{\text{муз}} (t - t_{\text{муз}}) + \lambda m_{\text{муз}}; \quad c_c m_{\text{муз}} t_{\text{муз}} = 0$$

эканини ҳисобга олиб, шу ифодадан биз керакли ҳарорат t ни аниқлаймиз:

$$t = \frac{c_c m_c t_c - \lambda m_{\text{муз}}}{c_c m_c + c_c m_{\text{муз}}} = \frac{4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C} - 333000 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 \text{ кг}}{4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} + 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг}} = 6^\circ\text{C}.$$

Жавоб: 6°C бўлганда ҳарорат қарор топади.



6-машқ

1. 1700 Ж иссиқлик микдорини сарфлаб, 0°C ҳароратда олинган қанча музни эритиш мумкин?
(Жавоб: 5 г)
2. Эриш ҳароратида олинган 100 г қалайни эритиш учун қанча иссиқлик микдори керак?
(Жавоб: 5900 Ж)
3. 0,5 кг массали кумушни 20°C ҳароратда эритиш учун қанча иссиқлик микдори зарур?
(Жавоб: 152 кЖ)
- 4. Эриш ҳароратида олинган 2 кг мис қотганда ажралиб чиқадиган иссиқлик микдори 3 кг кўрғошин (эриш ҳароратида) қотганда ажралиб чиқадиган иссиқлик микдоридан неча марта ортиқ?
(Жавоб: 4,7 марта)

***5.** Ҳарорати 20°C , тезлиги 300 м/с бўлган қўрғошин шар деворга урилиб, тўхтади. Бунда қўрғошиннинг қандай қисми эриди? Урилиш пайтида ажралиб чиқсан энергиянинг ҳаммаси тамомила қўрғошин томонидан ютилди деб ҳисобланг.

(Жавоб: 0,204)

***6.** Массаси 10 кг , ҳарорати $t_1 = -10^{\circ}\text{C}$ музни эритиб, ундан $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ ҳароратли сув ҳосил қилиш учун қанча иссиқлик миқдори зарур?

(Жавоб: 4,26 МЖ)

***7.** Қуйида берилган қийматлардан фойдаланиб, масала тузинг ва уни ечинг:

$$\text{а)} m_1 = 2 \text{ кг}, \lambda_2 = 175 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}, \lambda_1 = 321 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}, t_2 = t_{23}, t_1 = t_{13}, Q_1 = Q_2, m_2 = ?$$

$$\text{ә)} \lambda_1 = 321 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}, \lambda_2 = 175 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}, t_2 = t_{23}, t_1 = t_{13}, m_1 = 2m_2; \frac{Q_1}{Q_2} = ?$$

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

12-§. Буғланиш ва конденсация. Тўйинган ва тўйинмаган буғлар



Бугунги дарсда:

- буғланиш ва конденсация жараёнлари билан танишасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ **буғланиш**
- ✓ **конденсация**
- ✓ **тўйинган буғлар**
- ✓ **тўйинмаган буғлар**

Биз эриш ва қотиш жараёнларини ўргандик. Энди суюқликнинг газсимон ҳолатга ўтиш ҳодисаларини ва аксинча, газсимон моддаларнинг суюқ ҳолатга ўтишини қараб чиқамиз.

Сув қўйилган чойнакни оловга қўйиб, иситамиз. Сув қайнаганда чойнакнинг жўмрагидан буғ чиққанини кўриш мумкин (12.1-расм).

Сув қайнаганда унинг сиртида жадал равишида буғ ҳосил бўлади. Чойнакнинг қопқоғи ёпик бўлгани учун буғ чойнакнинг жўмрагидан чиқади.

Суюқликнинг газ ҳолатига ўтиши жараёни буғ ҳосил бўлиш деб аталади.

Бұг ҳосил бўлишининг икки тури мавжуд: бугланиш ва қайнаш.

Сиз буғланиш жараёни табиатда ва турмушда, кундалик ҳаётда кўп кузатгансиз. Нам кийим ташқарида тез қурийди, ёмғирдан кейин ҳосил бўлган кўлмаклар, тўкилган суюқликлар ҳам қуриб йўқолиб кетади.

Суюқлик сиртида эркин буг ҳосил бўлиш жараёни бугланиш деб аталади.

Буғ ҳосил бўлиш қандай амалга ошишини кўриб чиқамиз. Сиз биласизки, суюқ моддаларнинг молекулалари узлуксиз хаотик ҳаракатда бўлади. Шунингдек, улар бир-бири билан ўзаро таъсирашиб, тортишади. Алоҳида молекулалар тезлигининг сон қийматлари бир-биридан сезиларли фарқ қиласи. Агар бирор бир “жадал” молекула суюқлик сиртига яқин бўлса, у қўшни молекулаларнинг тортишини енгиб, суюқликтан учиб чиқиши мумкин. Молекулаларнинг сони жуда кўп бўлгани учун бундай молекулалар сони ҳар доим етарлича бўлади.

Молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати ҳеч қачон тўхтамаслигини эътиборга олсак, суюқлик исталган ҳароратда бугланади деб айтиш мумкин.

Масалан, ҳовуздан чиққанда сиз совуқни сезасиз, у сизга таниш ҳолат. Ҳатто қўлни ювгандан сўнг уни сочиқ билан артмасангиз, салқинликни сезасиз. Демак, буғланиш пайтида суюқлик совий бошлайди. Гап шундаки, буғланишда тез ҳаракатланувчи молекулалар суюқликни тарқ этади, шунинг учун қолган молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси камаяди. Бундан ташқари, учиб чиқаётган молекулалар бошқа молекулаларнинг тортилиш кучларини бартараф этишлари лозим, бу ҳам ўз навбатида энергия талаб қиласи, ташқаридан эса иссиқлик берилмайди. Натижада буғланиш пайтида суюқликнинг ички энергияси камаяди, у совий бошлайди. Шунинг учун ҳам буғланаётган суюқлика ёпишиб турган жисмлар ҳарорати ҳам пасаяди, чунки улар суюқликка иссиқлик беради. Шу тариқа буғланиш жараёнида энергия ютилиши содир бўлади.

Ювилган кийим қандай ҳолда тезроқ қурийди? Иссиқ кундами ёки салқин кундами? Сиз унинг жавобини биласиз, ҳарорат қанча юқори бўлса кийим шунчалик тез қурийди. Яъни буғланиш тезлиги суюқликнинг ҳароратига, мазкур ҳолда нам кийимдаги сувнинг ҳароратига тўғри пропорционал. Кийим тахланган ҳолда қуrimайди. Кийимни илишдан аввал уни яхшилаб кериб, уни эркин тарзда дорга осамиз. Бунда нафақат кийимнинг балки сувнинг эркин сирти ортади. Сиз стаканга қараганда, япалоқ идишда сувнинг тезроқ буғланишини биласиз.

Бугланиш тезлиги суюқликнинг эркин сирти юзига боғлиқ, у қанча катта бўлса, ана шу сиртга яқин жадал молекулалар сони шунча кўп, жумладан, бугланиш тезлиги шунча юқори бўлади.

Учта бир хил япалоқ идишга кам миқдорда спирт, сув ва ўсимлик ёғини қуиинг. Бироз вақт үтгандан кейин спирт жуда тез буғланади, сувга бир неча соат керак бўлади, ёғ эса идишда бир неча кун давомида туравериши мумкин. Демак, *буғланиш тезлиги суюқлик турига боғлиқ бўлади.*

Бизнинг кийимларимиз қандай ҳолатда тезроқ қурийди: шамолли ҳаводами ёки шамолсиз ҳавода? Жавоби сизга кундалик тажрибада маълум. *Буғланиш тезлиги суюқликнинг эркин сиртидаги ҳаво ҳаракатига боғлиқ.* Суюқликдан учиб чиқсан молекулалар бироз вақт унинг сирти яқинида бўлади, улар суюқликдан учиб чиқсан бошқа молекулалар ва ҳаво молекулалари билан тўқнашиб, хаотик (тартибсиз) ҳаракатланади. Натижада улардан баъзилари суюқликка қайтиши мумкин. Агар сирт юзида шамол эсаётган бўлса, у ҳолда шамол учиб чиқаётган молекулаларни олиб кетади ва буғланиш тезроқ рўй беради.

Суюқликка қайтган молекулалар тескари ўтишда, яъни модданинг газсimon ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтишида иштирок этади.

Модданинг газсimon ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиши жараёни конденсация деб аталади.

12.1-расмдаги қайнаётган чойнакни оловдан олиб қўйдик деб фараз қилайлик. Чойнак бир оз совигандан кейин қопқоғининг остида сув томчиларини кўриш мумкин. Бу сув исиётганда унинг сиртидаги бутун фазони тўлдирган сув буғи конденсациясининг натижасида рўй беради. Сўнгра, совугандан кейин буғ қайта сувга айланиб, конденсацияланади. Қайнаётган чойнак жўмрагидан чиқаётган буғ аслида жуда майда сув томчилари, улар хона ҳароратида буғ совиётганда ҳосил бўлади. Яъни биз конденсацияланган сувнинг жуда майда томчиларини кўрамиз. Сув буғи — сувнинг шаффоф, газсimon ҳолати, у кўзга кўринмайди. Сизга маълумки, туман ҳам ўша булат каби сувнинг конденсацияланган майда томчиларидан иборат. Ёз кунларида эрталабки пайтларда майсалар устида шудрингнинг пайдо бўлиши сувнинг конденсацияланганидан далолат беради.

Табиатда буғланиш ва конденсация ҳодисаси табиатда сув айланишининг ажойиб манзарасини вужудга келтиради (12.2-расм). Денгиз ва океанлар сиртларидан кўп миқдорда сув буғланиб юқорига кўтарилади, улар конденсацияланиб совийди, конденсация амалга ошади. Шамол таъсирида кўчадиган булатлар пайдо бўлади. Сув томчилари етарли даражада катта бўлганда улар ёғин-сочин тарзида қайтиб ерга тушади.

Конденсация жараёнида иссиқлик энергияси ажралиб чиқади.

Буғланиш билан бирга, қаттиқ модда газсimon ҳолатга ўтиши мумкин. Бу ҳодиса сублимация деб аталади. Сублимацияда ҳам энергия



12.1-расм



12.2-расм

ютилади. Сублимацияга мисол тариқасида қаҳратон кунда кийимнинг қуришини айтиш мүмкин.

Газсимон ҳолатдан қаттық ҳолатга үтадиган тескари жараён десублимация деб аталади. Масалан, қаҳратон кунда дераза ойнасида муз нақшининг пайдо бўлиши, ер сиртида ва дараҳт шоҳларида қировнинг пайдо бўлиши.

Тўйинган ва тўйинмаган буғлар. Суюқлик сиртида ҳар доим ана шу суюқлик буғнинг муайян миқдори бўлади. Биз юқорида кўриб ўтганимиздек, суюқликнинг буғланиши ҳар қандай ҳароратда содир бўлади, шу билан бирга, унга тескари жараён ҳам содир бўлади, яъни молекуларнинг бир қисми қайтиб суюқликка тушади.

Агар 12.3-б расмдаги каби суюқлик қўйилган идишнинг сирти очик қодирилса, суюқликдан учиб чиқаётган молекулалар сони суюқликка

қайтиб тушадиган молекулалар сонидан кўп бўлади. Бундай буғ *тўйинмаган буғ* деб аталади. Агар суюқликнинг сирти ёпиқ қўйилса суюқлик сиртидаги буғ фазога тарқалиб кетмайди (12.3-а расм). Бир оз вақтдан сўнг суюқликдан учиб чиқкан молекулалар сони ана шу вақт ичида унга қайтиб тушадиган молекулалар сонига teng бўлади. Ўз суюқлиги билан динамик мувозанатда бўлган буғ *тўйинган буғ* деб аталади.



а) тўйинган буғ б) тўйинмаган буғ

12.3-расм

Үз суюқлиги билан динамик мувозатда бўлмайдиган буг тўйинмаган буг деб аталади.

Тўйинган буғ босими унинг ҳажмига боғлиқ эмас. Лекин ҳароратга боғлиқ. Ҳарорат юқори бўлган сари босим ортади.



1. Қандай жараён буғ ҳосил бўлиш жараёни деб аталади?
2. Буғланиш нима?
- 3. Буғланиш тезлигининг суюқлик ҳароратига боғлиқлиги қандай? Жавобингизни тушунтиринг.
- 4. Буғланиш тезлиги суюқлик эркин сиртининг юзига, суюқликнинг турига ва ташқи шароитларига қандай боғланади?
- 5. Буғланиш пайтида суюқликнинг ички энергияси қандай ўзгаради? Нима учун?
- *6. Совуқ кунларда йўловчилар оғзидан буғ чиқади. Буни қандай изоҳлаш мумкин?
7. Конденсация нима?
8. Сублимация деб нимага айтилади? Десублимация нима?
9. Қандай буг тўйинган буг деб аталади? Тўйинмаган буг нима?
10. Тўйинган буг босими қандай катталикка боғлиқ?



Табиатда сув айланишини тавсифланг. Ердаги ҳаёт учун қандай аҳамиятга эга? Тақдимот тайёрланг.



Ёпиқ идишдаги сувнинг буғланишини ўрганиш. Қопқоқли иккита бир хил стакан олинг. Уларга бир хил миқдорда хона ҳароратида сув қўйинг. Сув сатҳларини маркер билан белгилаб олинг. Стаканлардан бирини қопқоғини ёпиқ, иккинчисини очиқ ҳолда қолдиринг ва уларни илиқ жойга қўйинг. Икки-уч кундан сўнг стаканлардаги сув сатҳини такроран белгиланг. Хулоса чиқаринг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишни хоҳлайсиз?

13-§. Қайнаш. Солиширма буғланиш иссиқлиги. Қайнаш ҳароратининг ички босимга боғлиқлиги



Таянч сүзлар:

- ✓ қайнаш
- ✓ қайнаш ҳарорати
- ✓ солиширма буғланиш иссиқлиги

Бугунги дарсда:

- суюқликнинг қайнаш жараёни, солиширма буғланиш иссиқлиги тушунчаси билан танишасиз;
- буғланиш пайтида иссиқлик микдорини аниклашни ўрганасиз;
- қайнаш ҳароратининг ташқи босимга боғлиқлигини аниклайсиз.



Сувнинг қайнаш ҳодисаси бизга кундалик ҳаётдан яхши таниш. Уйда биз сув қайнатамиз, чой қўямиз, шўрва тайёрлаймиз. Бугун ўша жарёнларни атрофлича ўрганамиз. Дастрас, сувнинг қайнаш ҳодисаси қандай амалга ошишини кузатамиз.



Шаффоғ идиш олиб, унга сув қуямиз ва плитага қўйиб иситамиз (13.1-расм). Бироз вақт ўтгандан сўнг идиш деворлари ва тубида сувда эриган ҳаво ва сув буғи ҳосил қилган майда пуфакчалар пайдо бўлганини кўрамиз. Улар ичида сув буғи ҳам бор. Сув қайнатилганда пуфакчалар ичида тўйинган буғ босими ошади ва пуфакчалар катталаша бошлади. Пуфакча ҳажми етарлича катталашганда унга таъсир этувчи Архимед кучи ҳам ошади. Пуфакчалар етарли даражада катталашганда ҳайдовчи куч таъсирида пуфакчалар юқорига кўтарилади. Агар сув унчалик қизимаган бўлса, унинг юқори қаватларидаги ҳарорати пастки қаватга қараганда кам бўлади ва бу ерда пуфакча ичидағи айрим тўйинган буғлар конденсацияланади, шу сабабли пуфакчалар кичрайиб пастга тушади. Сувнинг пастки қаватидаги ҳароратда пуфакча яна катталашади ва юқорига кўтарилади. Шу пайтда биз ўзимизга таниш қайнаб келаётган сувнинг товушини эшитамиз. Ҳарорат ортган сари пуфакча ичидағи босим ҳам ортаверади, у ташки босимдан катта бўлганда пуфакча ёрилади.

Сув роса исиганда, пуфакчалар ҳажми ундан ҳам ортиб, сувнинг бутун ҳажми бўйича буғ чиқариб, ёрила бошлади. Сув вақирлаб қайнайди.



13.1-расм

Сувнинг бутун ҳажми бўйича жадал равишда содир бўладиган буғ ҳосил бўлиши жараёни қайнаш деб аталади.

Идишдаги қайнаган сувга термометр солиб, уй шароитида сув 100°C ҳароратда қайнашини ва сув қайнаётганда унинг ҳарорати ўзгармаслигини кўриш мумкин. Бу — сувнинг қайнаш ҳарорати.

Суюқлик қайнайдиган ҳарорат қайнаш ҳарорати дейилади.

Хар турли суюқликнинг қайнаш ҳарорати турлича бўлади. У ташки босимга боғлиқ. Босим ортган сари қайнаш ҳарорати ҳам ортади. Одатда, жадвалларда суюқликнинг нормал атмосфера босимидағи қайнаш ҳарорати кўрсатилади. Ер сиртининг турли худудларида атмосфера босими нормал босимдан бироз фарқ қиласи, шунинг учун суюқликнинг қайнаш ҳарорати ҳам турлича бўлади. Масалан, баланд тоғларда сувнинг қайнаш ҳарорати текис жойдагидан паст, нормал атмосфера босимида эса у 100°C га тенг.

Сув қайнаётганда унинг ҳарорати ўзгармайди, лекин иситишдан тўхтатсак, қайнаш ҳам тўхтайди. Қайнаш жараёнини ушлаб туриш учун муттасил иссиқлик берилиб турилиши керак, яъни суюқликнинг қайнаши энергия ютиш орқали амалга ошади. Суюқликни буғга айлантириш учун зарур иссиқлик миқдори суюқлик турига ва унинг массасига боғлиқ.

1 кг суюқликни батамом буғга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг физик катталик солишири ма буғланиш иссиқлиги деб аталади.

Таърифга кўра солишири ма буғланиш иссиқлиги қўйидагича бундай ифодаланади:

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

бу ерда r — солишири ма буғланиш иссиқлиги, m — суюқлик массаси, Q — суюқликни буғга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори.

ХБ системасида солишири ма буғланиш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

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

Нормал атмосфера босимида баъзи суюқликларнинг қайнаш ҳароратлари ва солишири ма буғланиш иссиқлиги 13.1-жадвалда келтирилган.

13.1-жадвал

Модда	Қайнаш ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$	Солишири ма буғланиш иссиқлиги, МЖ/кг
Су	100	2,25
Спирт	78	0,853
Сынап	357	0,284

(13.1) формула бўйича суюқликни буғга айлантириш учун зарур иссиқлик миқдорини аниқлаймиз:

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

Буғ конденсация жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорининг суюқликнинг буғга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг эканини тажрибада аниқлаш мумкин.

БУ ҚИЗИҚ!

Сиз қайнаш ҳарорати модданинг турига ва ташқи мұхит шароитига боғлиқлигини, масалан, босимга боғлиқ эканини биласиз. Қайнаш ҳароратини аникловчи яна бир омил бор. Идишда қайнаётган сувни диққат билан күзатиб, дастлабки пулакчалар идишнинг ғадир-будир жойларыда ва сув ичидағи бегона майда заррачалар атрофика пайдо бўлишини күзатиш мумкин.

Деворлари силлик идишга яхшилаб тозаланган сувни қуийб 100°C ҳароратгача иситилса, у қайнамайди. Бу бошқа суюқликларга ҳам тегишли. Бундай йўл билан сувни 130°C гача иситиш мумкин. Бундай сув ўта қиздирилган сув деб аталади.



Сувнинг паст босимда қайнаши.

Хона ҳароратида сувни идишнинг ярмугача қуийб, 13.2-расмда кўрсатилгандек вакуумли насос қалпоқчаси остига қўямиз. Насос ёрдамида ҳавони сўриб оламиз ва кузатамиз. Босим атмосфера босимининг 0,04 қисмугача камайганда сув қайнай бошлайди.



13.2-расм



1. Қандай жараён суюқликнинг қайнаши деб аталади?
2. Қайнаш ҳарорати нима?
- 3. Иссиклик узлуксиз берилса ҳам қайнаб турган суюқликнинг ҳарорати нима учун ўзгармайди?
4. Қайнаш ҳарорати нимага боғлиқ?
5. Солишимирма буғланиши иссиқлигига изоҳ беринг.
- 6. Буғланиш ва қайнаш жараёнларининг фарқи нимада? Уларнинг қандай умумий тавсифлари мавжуд?
7. Қайнаш ҳароратида олинган суюқликни буғга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини қандай формула билан ҳисоблаш мумкин?

Масала ечиш намуналари

Ҳарорати 20°C бўлган 2 кг сувни тамомила буғга айлантириш учун қанча иссиқлик миқдори зарур?

Берилган:

$$m = 2 \text{ кг}$$

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

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

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

$$r = 2,25 \frac{\text{мж}}{\text{кг}}$$

$$Q - ?$$

ХБС

$$2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{ж}}{\text{кг}}$$

Ечилиши. Буғланиш сув қайнаган вақтда амалга ошади, шунинг учун аввал уни қайнаш ҳароратигача иситиш керак. Бунинг учун $Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ иссиқлик миқдори керак. 100°C сувни буғга айлантириш учун $Q_2 = rm$ иссиқлик миқдори сарфланади. У ҳолда бизга керакли иссиқлик миқдори:

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

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

Жавоб: $Q = 5,67 \text{ МЖ.}$



7-машқ

1. Қайнаш ҳароратида олинган 3 кг спиртни батамом буғга айлантириш учун қанча иссиқлик міндори керак?

(Жавоб: 2,56 МЖ)

2. Қайнаш ҳароратидаги сувни буғга айлантириш учун $Q = 10 \text{ МЖ}$ иссиқлик міндори талаб қилинади. Бу сувнинг массаси қандай?

(Жавоб: 4,4 кг)

3. Ҳарорати 78°C спиртни батамом буғга айлантириш учун 4,3 МЖ иссиқлик міндори керак. Спиртнинг массаси қандай?

(Жавоб: 5 кг)

4. 30°C ҳароратли сувни тамомила буғга айлантириш учун 250 Ж иссиқлик міндори керак. Сувнинг массаси қандай?

(Жавоб: 0,1 г)

■5. $Q = 1000 \text{ Ж}$ иссиқлик міндори сарфлаб, ҳарорати $t = 20^\circ\text{C}$ бўлган сувнинг қандай массасини буғга айлантириш мумкин?

(Жавоб: 0,38 г)

■6. Ҳарорати 0°C , массаси 2 кг музни батамом буғга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик міндорини аниқланг.

(Жавоб: 6 МЖ)

***7.** 0°C ҳароратда олинган 2 кг музни батамом эритиб, буғга айлантириб юбориш учун қанча керосин ёкиш керак? Керосин ёнганды ажралиб чиқадиган иссиқлик міндори батамом музга (сувга) берилади деб ҳисобланг.

(Жавоб: 0,14 кг)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Янги ўзлаштирилган ахборот нечоғли фойдали ва қизиқарли бўлди?	Мавзуга тегишли яна нималарни билгингиз келади?	Мавзу жараёнида яна қандай саволлар пайдо бўлди? Уни кимлар билан муҳокама қилишини хоҳлайсиз?

Бобнинг асосий мазмуни

Модданинг агрегат ҳолатлари

Модданинг қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш жараёни эриш деб аталади.

Қаттиқ модданинг суюқ ҳолатга ўтиш ҳарорати эриш ҳарорати деб аталади.

Кристалланиш — модданинг суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиш жараёни.

1 кг кристалл моддани эриш ҳароратида суюқликка айлантириш учун сарф қилинадиган иссиқлик миқдорига тенг физик катталик ана шу *модданинг солиштирма* эриши иссиқлиги деб аталади.

Моддани эритиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори ушбу ифода билан аникланади:

$$Q = \lambda m.$$

Суюқлик сиртида эркин буг ҳосил бўлиш жараёни *бугланиш* деб аталади.

Суюқликнинг газ ҳолатига ўтиши жараёни буг ҳосил бўлиш деб аталади.

Буғнинг суюқликка айланиш ҳодисаси *конденсация* деб аталади.

Ўз суюқлиги билан динамик мувозанатда бўладиган буғ *тўйинган буг* деб аталади.

Сувнинг бутун ҳажми бўйича жуда тез содир бўладиган буғ ҳосил бўлиш жараёни *қайнаш* деб аталади.

1 кг суюқликни батамом буғга айлантириш учун керак бўлган иссиқлик миқдорига тенг физик катталик *солиштирма бугланиш иссиқлиги* деб аталади.

Суюқликни буғга айлантириш учун зарур иссиқлик миқдори:

$$Q = rm.$$

Термодинамика асослари

3 -БОБ

Кундалик ҳаётда биз автомобиллар, мотоцикллар, уочқлар, поездлар ва ҳ. к. транспорт воситаларидан күп фойдаланамиз.

Улар қандай шилайди? Қандай энергиядан фойдаланади?

Ушбу машиналарнинг ҳаракатлантиргич (двигател)лари атроф-мухитга қандай таъсир күрсатади?



Биз ҳар хил энергия турларидан фойдаланамиз: қуёш, сув, шамол, ёқилғи, электр ва ҳ. к.

Иссеклик машиналарида қандай энергиядан фойдаланилади?

Машиналар энергияни шига қандай айлантиради?



Йирик шаҳарларда кун сайин ортаётган автомобиллар оқими ҳавони ифлослантириб, атмосферадаги заҳарли газларни күпайтирмоқда.

Хозирги жамият ушбу долзарб муаммо билан қандай курашиши мүмкин?



3

14-§. Термодинамиканинг бириңчи қонуни. Газнинг ва буғнинг иши



Таянч сүзлар:

- ✓ ички энергия
- ✓ газнинг иши
- ✓ иссиқлик миқдори

Бугунги дарсда:

- газнинг ишини ҳисоблашни, термодинамиканинг бириңчи қонуидан фойдаланишни ва тушунтиришни ўрганаңыз.



Барча жисмлар узлуксиз ҳаракатланиб ўзаро таъсирланувчи молекулалар ва атомлардан таркиб топган. Ўтган бобда сиз “жисмнинг ички энергиясы” деган тушунча билан танишдингиз. Ички энергия жисмни ташкил этадиган барча молекулаларнинг кинетик ва потенциал энергиялари йиғиндисига teng. Жисмнинг ички энергияси U ҳарфи билан белгиланади. Изоҳга мувофиқ:

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

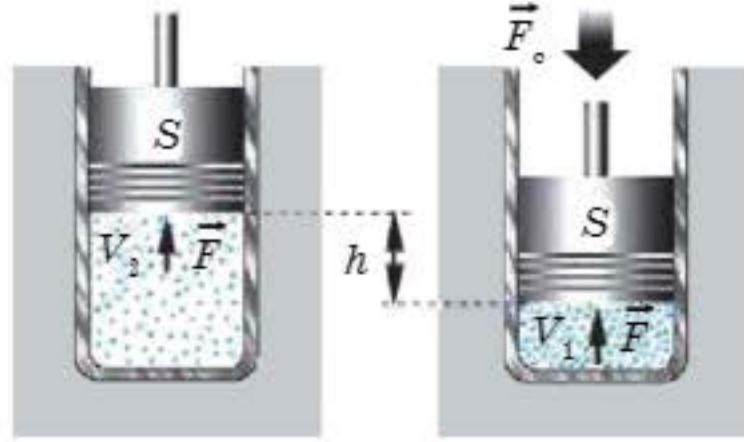
бу ерде E_k — кинетик энергия, E_p — потенциал энергия. Ички энергия жисмнинг ички ҳолатига боғлиқ.



- (14.1) формуладан фойдаланиб, ички энергияни ўзгартириш усулларини таклиф қилинг.

Жисм (газ)нинг ички энергиясини ўзгартиришнинг иккита усули бор: иссиқлик узатиш ва механик ишлаш орқали. Бириңчи ҳолда жисм (газ) ҳароратини ўзгартириш, яъни жисмни (газни) иситиш ёки совутиш орқали ички энергия ўзгартирилади. Иккинчи ҳолда газни сиқиши орқали молекулар орасидаги масофа ўзгартирилади. Бириңчи ҳолда жисмга (газга) иссиқлик миқдори Q деб аталувчи энергия берилади. Бу энергияни жисм (газ) иссиқлик алмасини жараённан олади ёки беради. Иккинчи ҳолда жисм (газни) сиқиши орқали A' иш бажариш керак. Бу ишни поршень томонидан цилиндрдаги газга таъсир этувчи ташқи F , куч бажаради (14.1-расм).

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



14.1-расм

бу ерда A' — газни сиқишида бажариладиган ташқи кучларнинг иши.

Жисм бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтганда ички энергиянинг ўзгариши ташқи кучларнинг иши ва унга берилган иссиқлик миқдорининг йиғиндисига teng ва у бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиши усулига боғлиқ эмас.

(14.2) ифода жисм (газнинг) ички энергиясини қандай үзгартериш мүмкінлигини күрсатади.

Сиқилиш пайтида ташқи күчларнинг бажарган иши, масалан, газнинг A' иши ҳар доим тескари ишора билан олинган газнинг үзининг ишига teng бўлади. Демак, $A' = -A$, у ҳолда (14.2) формула қуйидаги кўринишга келади:

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

Газга берилган иссиқлик миқдори унинг ички энергиясининг үзгаришига ва газ ишининг йигиндисига тенг. Бу термодинамиканинг биринчи қонуни деб аталади.

(14.3) ифода — термодинамиканинг биринчи қонунининг математик ифодасидир. Ушбу қонун иссиқлик жараёнлари учун энергиянинг сақланиш қонуни ҳисобланади.

Термодинамиканинг биринчи қонунидан энергия сарфламасдан абадий иссиқлик машинасини яратиш мүмкин эмаслиги келиб чиқади. Дарҳақиқат, газнинг ички энергияси захираси тугаганда ҳаракатлантиргич ишлашдан тўхтайди. Демак, абадий ҳаракатлантиргич яратиш мүмкин эмас. *Ички энергия жисм ҳолатини тавсифловчи функциядир. Иш ва иссиқлик миқдори у ёки бу жараёнга ўтиши натижасида ички энергиянинг үзгаришини тавсифлайди.*

Жисмнинг ички энергияси жисм иш бажарганда ёки атрофдаги жисмларга иссиқлик узатганда үзгаради. Масалан, ҳаракатлантиргич цилиндрдаги қизиган газ ички энергиясини ҳеч қандай иш бажармасдан иссиқлик узатиш натижасида совиб ҳам үзгартирали. Шунинг учун иссиқлик миқдори ва иш ички энергиянинг үзгариш ўлчови ҳисобланади.

Колбага озгина сув қўйиб, уни тиқин билан маҳкам беркитиб, сувни қайнаш ҳароратигача иситамиз. Буғнинг босими колба тиқинини учирив юборади (14.2-расм).

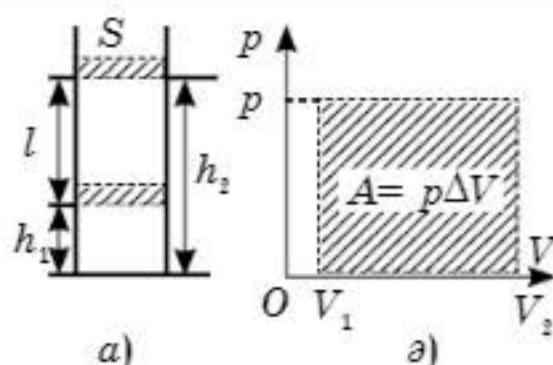


14.2-расм



- Тажрибада сув буғининг ички энергияси қандай үзгаради?
- Тажрибада сув буғининг ички энергияси қандай усулда үзгартрилди?
- Нима учун тиқин отилиб кетди.
- Ички энергия үзгаришининг олинган иссиқлик миқдорига боғлиқлиги ҳақида нима дейиш мүмкин?
- Газ ишни ниманинг ҳисобига бажарди?

Кўрилаётган тажрибада ёқилғи (спирт) энергияси сув буғининг ички энергиясига айланади. Буғ эса кенггайиб, иш бажариш натижасида тиқин отилиб кетади.



14.3-расм

Цилиндрда вазисиз поршень остида турган газнинг босимини ўзгармас деб олиб, h_1 баландликдан h_2 баландликка кўтариш газ бажарадиган ишга ҳисоблаймиз (14.3-а расм). Газ поршени сиқиб, юқорига кўтаради. Босим кучини босимнинг формуласидан фойдаланган ҳолда топамиз: $p = \frac{F}{S}$, бу ерда S — поршеннинг юзи.

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

бу ерда ΔV — газ ҳажмининг ўзгариши

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

Бинобарин, газ ёки буғ ишни фақат ҳажм ўзгаргандандагина бажара олади. Газ кенгайиб мусбат иш бажаради: $\Delta V > 0$. Дастрраб ҳажмдан олдинги ҳажм кичик бўлса, $\Delta V < 0$, демак, бажарилган иш манфий. Бундай ҳолларда газ устида иш бажарилди деб айтилади. Газнинг ишини 14.3-б расмдаги график ёрдамида топиш мумкин.



1. Ички энергия деб нимага айтилади?
2. Жисмнинг ички энергиясини қандай ўзгартириш мумкин?
3. Термодинамиканинг биринчи қонунида нималар тўғрисида гапирилади?
- 4. Нега иш ва иссиқлик миқдори ички энергия ўзгариши ўлчови ҳисобланади?
- 5. Нега газ ҳажми ўзгарганда бажариладиган иш поршенга таъсир қиласидиган ташқи куч ишидан илдизи орқали фарқланиб, модули сақланади?
- 6. Чойнак ичидаги сув қайнаганда унинг қопқоғи нега ҳаракатланади?
- *7. Цилиндр поршени тагида газ бор, ушбу газни муайян ҳароратгача қиздирганда қандай шароитда кам энергия сарф қилинади: поршень ёпиқ ҳолда тургандами ёки ҳаракатланган ҳолатдами? Нега?
- *8. Баландликдан қумликка йиқилган жисм учун энергиянинг сақланиши қонуни ўринлими?
- *9. Тош сувга ағдарилганда энергиянинг сақланиши қонуни ўринлими?
- *10. Поршенли цилиндр ичига спиртга ботирилган пахта солиб, поршени оҳиста туширамиз. Шу пайтда қандай ҳодиса кузатилади? Тушунтиринг.
- *11. Нега болға бирор жисмга урилган ёки қуёш тагида турган пайтда қизийди? Жавобингизни асосланг.



8-машқ

1. Газнинг ички энергияси 54 кЖ ортганда 72 кЖ иш бажарилиши учун унга қандай иссиқлик миқдорини бериш керак?

(Жавоб: 126 кЖ)

2. Газнинг ички энергияси 68 кЖ камайганда 42 кЖ иш бажариш учун унга қандай миқдорда иссиқлик бериш керак?

(Жавоб: газ 26 кЖ беради)

- 3. Газнинг ҳажми $0,3 \text{ м}^3$ дан 500 л гача ўзгармас босимда кенгайғанда 400 Ж иш бажарилди. Газ босимини топинг.

(Жавоб: 2 кПа)

- 4. Маълум бир газнинг ҳажми 20 л. Уни кенгайтиришда 600 Ж иш бажарилди. Газнинг босими 40 кПа бўлса, унинг ҳажми қандай бўлди?

(Жавоб: 35 л)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда қандай янги нарсаларни ўргандингиз?	Қайси ахборотни яхши ўзлаштирдингиз?	Берилган материални нима сабабдан тўлалигича ўзлаштира олмадингиз?

15-§. Иссиклик жараёнларининг қайтмаслиги. Термодинамиканинг иккинчи қонуни



Бугунги дарсда:

- қайтар ва қайтмас жараёнларни фарқлашни ва термодинамиканинг иккинчи қонунини қўлланишни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ қайтар ва қайтмас жараёнлар
- ✓ термодинамиканинг иккинчи қонуни

Термодинамиканинг биринчи қонуни — иссиқлик жараёнлари учун энергиянинг сақланиши қонунидир. У система олган Q иссиқлик миқдори билан ички энергиянинг ΔU ўзгаришини ва газ бажарган A ишни ўзаро боғлади:

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

Ушбу қонунга мувофиқ энергия йўқдан бор бўлмайди ва йўқ бўлиб кетмайди. У бир системадан иккинчи системага ўтиб, бир турдан иккинчи турга айланади. Табиатда термодинамиканинг биринчи қонунига бўйсунмайдиган жараёнлар кузатилган эмас.

Термодинамиканинг биринчи қонуни иссиқлик жараёнининг йўналишини кўрсата олмайди.

Мисол келтирамиз. Ҳароратлари мос равища T_1 ва T_2 бўлган иккита жисм бир-бирига теккизилса, иссиқроқ жисм энергиясининг бир қисми совукроқ жисмга ўтади. Натижада бир оз вақт ўтгандан кейин иссиқлик мувозанати қарор топади. Аксинча, иссиқлик совукроқ жисмдан иссиқроқ жисмга тўлиқ энергия сақланган ҳолда ўтса ҳам, термодинамиканинг биринчи қонуни бузилмайди. Бироқ тажриба иссиқлик жараёнлари фақат битта йўналишда, яъни иссиқлик иссиқроқ жисмдан совукроқ жисмга ўтишини кўрсатади.

Яна бир мисол келтирамиз. Бирор бир баландликдан тушаётган тошнинг потенциал энергияси кинетик энергияга, сўнгра ана шу тош ва тош келиб тушган жисмнинг ички энергиясига айланади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни ерда ётган тош ўз атрофидаги жисмлардан иссиқлик олиб, дастлабки баландлигига кўтарилишига зид бўлмайди. Аммо ҳаётда биз бундай жараённи кузатган эмасмиз. **Бу — қайтмас жараёндир.**

Табиатдаги деярли барча жараёнлар қайтмас жараёнлардир. Барча иссиқлик жараёнлари қайтмас жараёнлар бўлиб ҳисобланади. Табиатдаги жараёнларнинг қайтмаслигини, жараёнларнинг йўналишини кўрсатувчи қонун термодинамиканинг иккинчи қонуни дейилади.

Акс жараёнлар деб системанинг бир мувозанат ҳолатидан иккинчи мувозанат ҳолатига тўгри йўналишда ўтиши ва айнан шу кетма-кетликда тескари йўналишда ҳам ўтиши жараёнига айтилади. Бунинг натижасида системанинг ўзи ҳам, атрофидаги жисмлар ҳам дастлабки ҳолатига қайтиши лозим.

Механик ишнинг жисмнинг ички энергиясига айланиш жараёни ишқаланишнинг мавжудлиги, газлар ва суюқликлардаги диффузия, бошланғич босимлари турлича бўлган газларнинг араласиши жараёни каби ҳодисалар натижасида қайтмас жараён ҳисобланади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни **қайтар жараёнлар билан қайтмас жараёнларни** ажратади. Бу қонун термодинамик жараёнда муайян энергетик баланснинг сақланишини талаб қиласди ва бундай жараён содир бўлиши мумкин ёки мумкин эмаслигига жавоб бера олмайди. Ўз-ўзидан кечадиган жараёнларнинг йўналишини термодинамиканинг иккинчи қонуни аниқлайди. У термодинамик жараёнларнинг баъзи турларига тақиқ қўйган ҳолда якун ясади. Термодинамиканинг иккинчи қонунининг бир неча таърифи мавжуд.

*Термодинамиканинг иккинчи қонуни **Клаузис таърифи:** иссиқлик юқори ҳароратли жисмдан ҳарорати пастроқ жисмга ўз-ўзидан узатилади.*

*Термодинамиканинг иккинчи қонуни **Кельвин таърифи:** таъсир даврий равишда такрорланадиган иссиқлик машиналарида биргина иссиқлик манбаидан олинган барча иссиқлик миқдорини механик ишга айлантириш мумкин эмас.*

Бундай жараён мумкин бўлган хаёлий иссиқлик машинаси *абадий ҳаракатлантиргич* деб аталади. Бундай машина бирор бир модданинг, масалан, океаннинг ички энергиясини тамомила ишга айлантиради. Ер юзидаги океан сувининг массаси таҳминан 10^{21} кг. Унинг ҳарорати бир градус пасайиб совиганда $\approx 10^{24}$ Ж энергия ажралиб чиқади. Бундай энергия 10^{17} кг кўмир батамом ёнганда ажралиб чиқади. Ер юзида бир йилда ишлаб чиқариладиган энергия бу энергиядан 10 000 марта кам! Шунинг учун иккинчи тур абадий ҳаракатлантиргич инсоният учун термодинамиканинг биринчи қонуни тақиқлаган биринчи тур абадий ҳаракатлантиргичга нисбатан муҳимроқ бўлар эди.



1. Қайтар, қайтмас жараёнларнинг фарқи нимада?
2. Термодинамиканинг иккинчи қонуни нимани тавсифлайды?
- 3. Иссиқлик ҳаракатлантиргичларида океаннинг ички энергиясидан фойдаланиш имконияти нима учун йўқ?
- 4. Ноэластик икки жисмнинг тўқнашишини қайтар жараён деб айтиш мумкинми?
- 5. Вакуумда абсолют эластик шарнинг абсолют эластик плитага тушишини қайтар жараён деб айтиш мумкинми?
- *6. Футбол тўпининг ҳаракатини қайтар жараён деб айтиш мумкинми?
- *7. Иссиқлик ўтказувчанлик жараёнининг қайтмас жараён эканлигини исботланг.
- *8. Броун ҳаракати қайтар жараёнми?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиридингиз?

Бугунги дарсда қандай янги нарсаларни ўргандингиз?	Қайси ахборотни яхши ўзлаштиридингиз?	Берилган материални нима сабабдан тўлалигича ўзлаштира олмадингиз?

16-§. Иссиқлик ҳаракатлантиргичлари ва уларнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК)



Бугунги дарсда:

- иссиқлик машинасининг тузилиши ва ишлаш тамойилларини тавсифлашни;
- ички ёнув ҳаракатлантиргичи ва буғ машинасининг ишлаш тамойилларини тавсифлашни;
- иссиқлик ҳаракатлантиргичи фойдали иш коэффициентини аниқлашни;
- иссиқлик ҳаракатлантиргичи такомиллаштириш йўлларини таклиф қилишни;
- иссиқлик машиналарининг атроф-муҳит экологик ҳолатига таъсирини баҳолашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ иссиқлик машинаси
- ✓ ишчи жисм
- ✓ иситгич
- ✓ совиткич
- ✓ иссиқлик ҳаракатлантиргичи
- ✓ буғ турбинаси
- ✓ иссиқлик машинасининг ФИК
- ✓ буғхона эфекти
- ✓ глобал исиш
- ✓ экологик муаммолар

Иссиқлик двигателлари. Инсонлар қадим замонларданоқ ишни осонлаштириш учун турли хил қурилламалар ўйлаб топиб, уларни ясашга интилганлар. Энергияни механик ишга айлантирадиган қурилма ҳаракатлантиргич (двигатель) деб аталади (16.1-расм).



16.1-расм

Инсоният шамол энергиясини ишга айлантирадиган шамол ҳаракатлантиргичи, сув энергиясини ишга айлантирадиган сув чархпалағи каби механик ҳаракатлантиргичиларни ихтиро қылғанлар.

Сув чархпалағи ерни суғориша Қадимги Миср, Хитой, Ҳиндистонда кенг қўлланилган. Сув ва шамол ҳаракатлантиргичларидан ўрта асрларда Европада мануфактуравий ишлаб чиқаришнинг асосий энергетик базаси сифатида фойдаланилган.

Кейинчалик одамлар шамол, сув, қуёш энергияларидан бошқа энергия манбаларидан, жумладан, ёқилғи энергиясидан фойдаланиш йўлларини қидира бошладилар.

Ёқилғи ички энергиясини механик ишга айлантируви ҳаракатлантиргичлар иссиқлик ҳаракатлантиргичлари деб аталади. Уларга буғ, газ турбиналари, ички ёнув ҳаракатлантиргичлари, дизель ва бошқалар мансуб. Буғ машиналарининг ҳар хил бўлиши улар конструкцияси ва энергияни ўзгартириш тамойилларининг турлича бўлишини кўрсатади. Умуман олганда, барча иссиқлик машиналари ёқилғи ёниши ҳисобига ўзининг ички энергиясини орттиради, сўнгра ички энергияни механик энергияга айлантиради.

Ҳар қандай газ кенгайганда мусбат иш бажаради.



- Ҳар қандай иссиқлик ҳаракатлантиргичи қандай тузилган бўлиши кераклиги ҳақида ўйлаб кўринг. Бунинг учун ушбу саволга жавоб беринг: иссиқлик двигателларида қандай энергия алмашишлари содир бўлиши керак.

Ушбу саволга жавоб бериб, қуидагича холосага келамиз: иссиқлик машиналарида, шартли равишда, ёқилғи бўлиши керак. У ишчи жисм деб аталади. Шунингдек, ёқилғининг ички энергиясини орттирадиган иситкич ва ҳаракатлантиргични дастлабки ҳолатига келтирадиган совиткич бўлиши керак (16.2-расм).



16.2-расм

Хар қандай иссиқлик ҳаракатлантиргичлари ички энергияни батамом фойдали ишга айлантира олмайды.



- Ёнилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқликнинг ҳаммаси механик ишга айланадими?
- Иссиқлик двигателларидаги энергия сарфи нимага боғлиқ?

БУ ҚИЗИҚ!

Дастлабки буғ машинаси жами энергиянинг 1% дан кам қисминигина фойдали ишга алғанынан.

Хар қандай иссиқлик ҳаракатлантиргичида иситкіч ишчи жисміга Q_1 иссиқлик мөкдори бериліб, унинг ички энергиясы орттирилади. Ишчи жисм иш бажариш жараёнида энергиянинг бир қисмини машина деталларининг қизишига, ишқаланишни бартараф этишга сарфлаб атроф-мухитга узатади (одатда, иссиқликни Q_2 совиткіч олди деб айтышади).

Иссиқлик машинасининг иш бажариши жараёнида энергия сарфини ҳисобға олиш учун махсус физик кattалик киритилади. У фойдали иш коэффициенти (ФИК) деб аталади.

Машинаниң фойдали иш коэффициенти деб олинған Q_1 энергиянинг қандай қисми фойдали ишга сарфланғанини күрсатуучи физик кattаликка айтиласы. ФИК η (“эта”) ҳарфи билан белгиланади:

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

$A = Q_1 - Q_2$ бўлгани учун,

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

ёки

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

Иссиклик машиналарининг тузилиши муттасил мұкамаллаштирилиб турилади. Иссиклик машинасининг ривожланиш тарихига назар ташласак, машиналар тузилишининг такомиллаштирилиши ёқилғининг янги турларидан фойдаланиш ФИК қийматини дастлабки моделларига қараганда етарли даражада юқори қийматга етказган. Замонавий буғ машиналарининг ФИК 30—40%, ички ёнув ҳаракатлантиргичларида 30—35%, дизелли ҳаракатлантиргичларда 35—42% га етди. Күриниб турибдикі, барча иссиқлик ҳаракатлантиргичларининг ФИК юқори эмас, ҳатто 50% га ҳам етмайды. Бу ёқилғи энергиясининг деярли ярмидан күпроғи бекорга сарфланишини күрсатади. Шунинг учун ҳам олимлар олдида иссиқлик ҳаракатлантиргичларининг ФИК ортириш муаммоси күндаланг турибди.



- Иссиклик двигателларини такомиллаштириш, ФИКни ошириш бўйича ўз фикрингизни таклиф қилинг.

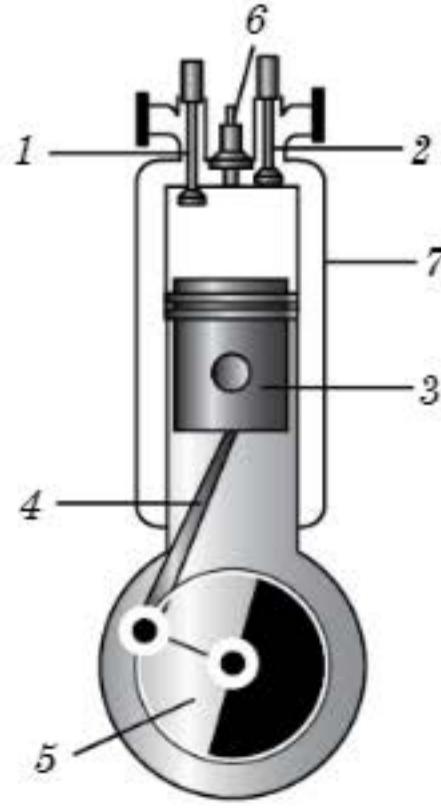
Француз физиги Сади Карно назарий жиҳатдан ФИК энг юқори қийматга эга бўладиган идеал иссиқлик машинасини яратди. У идеал иссиқлик машинасининг ФИКни

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

ёки

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

формулалар бўйича ҳисоблаш мумкинлигини күрсатди. 16.2-расмда T_1 ва T_2 — мос равища иссиқлик машинасининг иситкич ва совиткичининг ҳароратлари.

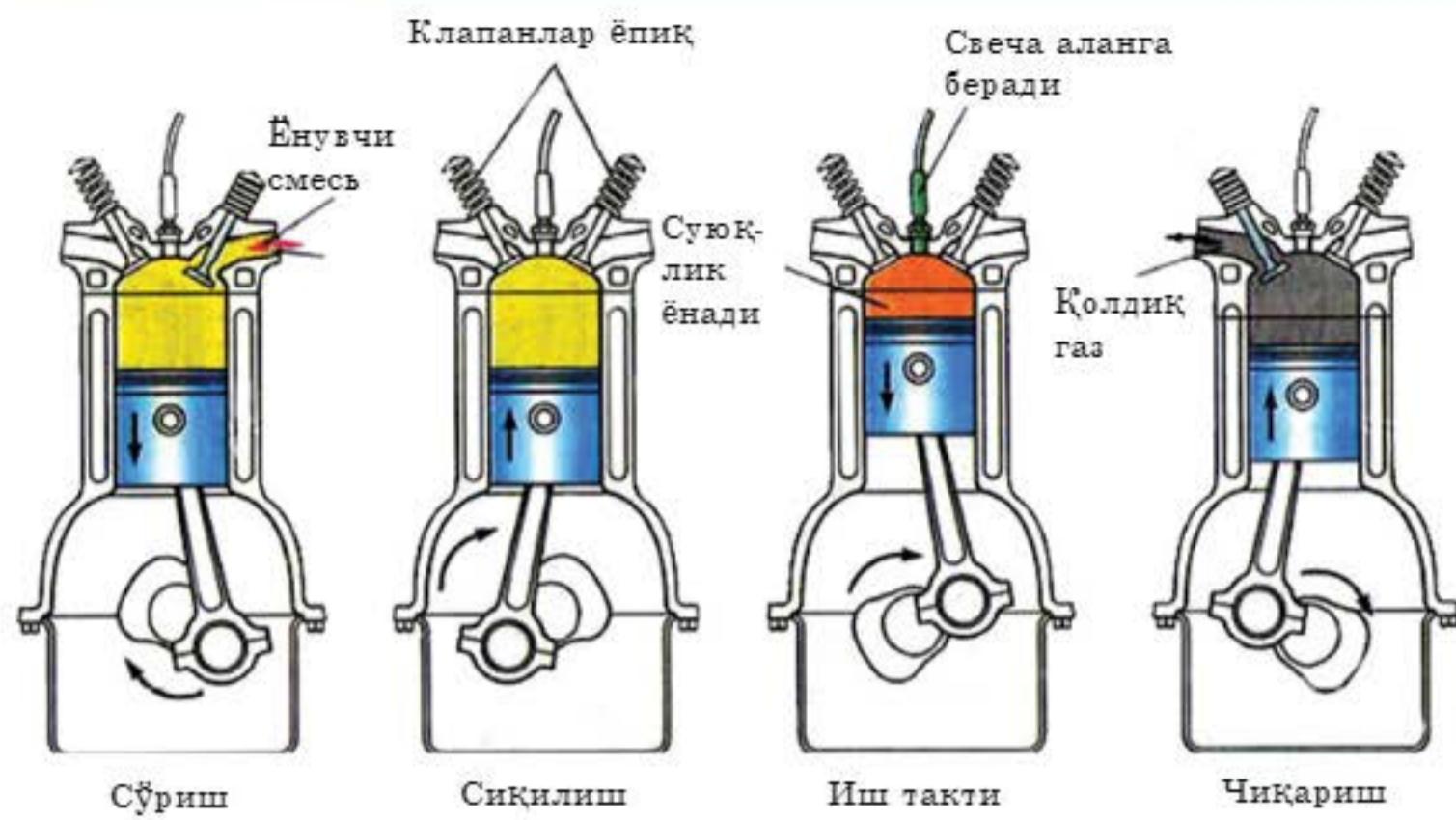


16.3-расм

Ички ёнув ҳаракатлантиргичи (ИҲ). Ички ёнув ҳаракатлантиргичларининг кенг тарқалган тури — тўрт тактли ички ёнув ҳаракатлантиргичидир. Ўша двигательнинг ишлаш тамойилини қараб чиқамиз. У цилиндр (7), поршень (3), очилиб ёпиладиган иккита клапан (1, 2), свеча (6), шатун (4) ва тирсакли вал (5)дан иборат (16.3-расм).

Ички ёнув ҳаракатлантиргичининг ишлаш тамойилига тўхталамиз (16.4-расм). Биринчи торт — киритиш (сўриш). У поршень юқориги четки вазиятда бўлганда бошланади. Поршень пастга қараб юриб киритиш клапанини очади ва цилиндрга ёқилғи ва ҳаво аралашмаси киради.

Ҳаракатлантиргичининг иккинчи такти — сиқиши, поршень энг қуий нуқтага етгандан сўнг юқорига қараб юради, цилиндрга сўриб олинган



16.4-расм

ёқилғи ва ҳаво аралашмасини сиқади. Ёқилғи-ҳаво аралашмаси камера ҳажмигача сиқилади. Бу ёниш камераси қандай ишлайди? Поршеннинг юқори қисмининг энг юқори нүктаси ва цилиндрнинг юқори қисми орасидаги бүшлик ёниш камераси деб аталади. Клапан қанча зич ёпилса, ёқилғи-ҳаво аралашмаси ҳам шунча яхши сиқилади.

Учинчи тakt — иш такти. Тактнинг иш такти деб аталиши бежиз эмас. Чунки у автомобильни ҳаракатланишга мажбур қиласы. Ушбу тakt мобайнида цилиндрда ёқилғи-ҳаво аралашмасининг сиқилиши натижасида ёниш камерасида ёниш системаси ишга тушиб свеча аланга беради ва ёқилғи тез ёниб кетади.

Ёқилғи ёнгандан кейин унинг ҳажми кескин кенгайиб, поршенні пастга итаради. Клапан аввалги тaktдаги каби ёпик туради.

Ҳаракатлантиргичининг түртінчи тakt — чиқариш: иш тaktдан кейин поршень энг пастки нүктага етгана чиқариш клапани очылади. Поршень юқорига қараб юриб чиқариш клапани орқали қолдик газларни (ёниш қолдиги) ташқарыга чиқаради. Клапаннинг түғри ва аник ишлаши цилиндрдаги сиқилиш ва ёниш қолдиқларини ташқарыга түлиқ чиқаришни тартибга солади.

Түртінчи тaktдан кейин биринчи тakt бошланади. Жараён даврий равища тақрорланади.



- Ички ёнув двигатели ишидаги барча түртта тakt ниманинг ҳисобига амалға оширилади? Сүриш, сиқиши, чиқариш тaktиларида поршенні юқорига, пастга қараб юришга нима мажбур қиласы

Иш тaktida олинган барча энергия автомобильнинг ҳаракатланишига сарфланмайды. Энергиянинг бир қисми салмоқлы ғилдирак (маховик) нинг айланишига сарфланади. У инерция бүйича тирсакли вални ҳаракатта келтириб “ишиз” юриш пайтида поршенні ҳаракатта келтиради.

БУ ҚИЗИҚ!

Қарийб 200 минг йил аввал Ерда 1 млн. инсон яшаган. Ҳозирги күнда 6 млрд одам яшамоқда. Улардан 4 млрд га яқини шаҳарда яшайды. Әқилғи ва энергия истеъмоли кескин ортди. Охирги 100 йилда аҳоли жон бошига ҳисоблаганда ишлаб чиқарылған энергия таҳминан 20 марта ортди. Шу билан бирга, турли ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган заһарлы газ қолдиқлари ҳам ортмоқда. Бу ёниш қолдиқлари ер атмосферасига, үсимликлар олами, хайвонот дунёсига салбий таъсир күрсатмоқда. Унинг оқибатида экологик муаммолар вужудга келмоқда.



- Сайёрамиздаги қандай экологик муаммолар ҳақида эшитгансиз ёки бошқа дарсларда таҳлил қылғансиз? Яашаш жойингизда қандай экологик муаммолар мавжуд?

Иссиклик машиналаридан фойдаланғанда атроф-муҳитнинг ифлосланиши бүйича саволлар туғилади. Бириңчидан, ёқилғи ёнганда атмосферадаги кислороддан фойдаланылади. Натижада ҳаводаги кислород аста-секин камаяди.

Иккинчидан, ёқилғининг ёниши атмосферага карбонат ангидрид газини ажратиш билан бирга боради. Ер атмосферасида ҳозирги пайтда таҳминан 2600 млрд. т карбонат ангидрид гази мавжуд ($\approx 0,033\%$). Энергетика ва транспортнинг ривожланишига қадар нафас олишда ва қолдиқлар чиришида ажралиб чиқадиган карбонат ангидрид гази ва үсимликлар фотосинтезида ютиладиган ҳамда океанларда эрийдиган карбонат ангидрид газининг миқдори бир хил эди. Охирги ўн йилликда бу мувозанатнинг бузилиши ортмоқда. Ҳозирги пайтда күмир, нефть ва газ ёнганда, атмосферага йил сайин 20 млрд. т га яқин карбонат ангидрид гази ажралиб чиқади. Унинг таъсирида атмосферадаги карбонат ангидрид газининг миқдори ортмоқда. Углерод оксиди молекулалари инфрақизил нурларни ютади. Атмосферадаги карбонат ангидрид газининг миқдори ортса, унинг шаффоғлиги ўзгаради. Карбонат ангидрид гази миқдорининг бундан буён ортиши атмосфера ҳароратининг ортишига олиб келиб, иссиқхона (парник) эффектини вужудга келтиради. Бу ўз навбатида музликларни эритиб, оқибатида Дунё океанининг сув сатқи күтарилиши хавфини вужудга келтиради.

Учинчидан, күмир ва нефть ёнганда ҳаво азот ва олтингугурт аралашмаси, шунингдек, инсон ҳаёти учун хавфли бўлган оғир металл бирикмалари билан ифлосланади. Бундай ифлосланишлар, айниқса, йирик шаҳарлар ва ишлаб чиқариш марказларига хос. Углерод оксиди ва азот бирикмасидан ташқари автомобиль ҳаракатлантиргичлари йил сайин атмосферага 2—3 млн. т рух чиқаради.

Атмосферани ифлослантиришда автомобиль ҳаракатлантиргичлари ҳал қилувчи аҳамиятга молик бўлганлиги боис, уларни такомиллаштириш муаммоси энг долзарб илмий-техник муаммоларидан бири бўлиб ҳисобланади. Атроф-муҳит ифлосланишини камайтириш йўлларидан



16.5-расм

бири автомобилларда дизелли двигателлардан фойдаланишдир. Бундай ёқилғига құрғошин бирикмалари қүшилмайды. Ҳозирги пайтда электр ҳаракатлантиргичлардан фойдаланиш амалга оширилмоқда. Уни аккумулятор таъминлайды. Шунингдек, ёқилғи сифатида водороддан фойдаланыладиган ҳаракатлантиргичлар ишлаб чиқарилиши үрганилмоқда. Водородлы ҳаракатлантиргичларда водород ёнганда сув хосил бўлади. Лекин бу ерда ҳам техник муаммолар туғилади. Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ташкилотлари дунё аҳлини огоҳлантирумокда. Шунинг учун атроф-муҳитни ёқилғи қолдиқларидан муҳофаза қилиш усулларини ривожлантиришга ва энергиянинг янги муқобил манбаларини яратишга эътиборни кучайтириш асосий мақсад ҳисобланади.

Энергиянинг муқобил манбалари га шамол (16.5-расм), қуёш (16.6-расм) энергиялари мансуб. Муқобил энергия манбалари инсоният учун муҳим аҳамиятига эга.



16.6-расм

- ?**
1. Инсоният энергияни бир турдан иккинчи турга айлантиришни ва ундан оқилона фойдаланишини үргандими?
 2. Ихтиёрий иссиқлик ҳаракатлантиргичнинг асосий қисмини айтиб, унинг вазифасини тавсифланг.
 3. Ҳаракатлантиргичларнинг вазифаси қандай?
 - 4. Иссиқлик ҳаракатлантиргичларида энергия йўқотилишига таъсир этувчи омилларни айтинг.
 - 5. Иссиқлик двигателининг ФИКни қандай орттириши мумкин?
 - *6. Иситкичнинг ҳароратини ўзгартирмай, совиткич ҳарорати камайтирилса, иссиқлик машинасининг ФИК қандай ўзгаради?
 - *7. Иситкичнинг ҳароратини ўзгартирмай, совиткич ҳароратини қандай қилиб 2 марта камайтириши мумкин?
 - 8. “Иссиқлик ҳаракатлантиргичнинг келажаги йўқ” деган тушунча мавжуд. Бу ҳақда ўз фикрингизни асосланг.
 - 9. Нима учун автомобиллар сонининг ортиши кўплаб экологик муаммоларни келтириб чиқаради?

Масала ечиш намуналари

ФИК 40% бўлган иссиқлик машинаси 8 кЖ иш бажаради. Иссиқлик машинаси қандай миқдорда иссиқлик олган ва қандай миқдорда иссиқлик йўқотган? Агар совиткичнинг ҳарорати 27°C бўлса, иситкичнинг ҳарорати қандай?

<i>Берилген:</i>	ХБС $\eta = 40\%$ $A_n = 8 \text{ кЖ}$ $t_2 = 27^{\circ}\text{C}$
$Q_1 = ?$ $t_1 = ?$	$0,4$ $8 \cdot 10^3 \text{ Ж}$ 300 К
$Q_2 = ?$	

Ечилиши. ФИК формуласидан фойдаланамиз $\eta = \frac{A_n}{Q_1}$, бу ерда Q_1 — иссиқлик машинаси олган иссиқлик миқдори.

$$\eta = \frac{40\%}{100\%} = 0,4, \text{ яъни } Q_1 = \frac{A_n}{\eta}.$$

$$Q_1 = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ Ж}}{0,4} = 20 \cdot 10^3 \text{ Ж} = 20 \text{ кЖ.}$$

Иссиқлик машинасининг совиткичга берган иссиқлик миқдори ушбуга тенг:

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

Иситкичнинг ҳарорати: $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$, бу ерда ҳарорат кельвинларда

$$\text{ўлчанади, яъни } T_2 = (t_2 + 273) \text{ К} = (27 + 273) \text{ К} = 300 \text{ К.}$$

Биз идеал иссиқлик машинаси билан иш олиб бордик деб ҳисоблаймиз.

$$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{300 \text{ К}}{1 - 0,4} = 500 \text{ К.} \text{ Ҳароратни Цельсий билан ифодаласак:}$$

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

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



9-машқ

1. ФИК 40% бўлган иссиқлик машинасининг ишчи жисми 5 кЖ иссиқлик олди. Совиткичга қанча миқдорда иссиқлик берилган? Иситкичнинг ҳарорати 477°C бўлса, совиткичнинг ҳарорати қандай?

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

2. Идеал иссиқлик машинасининг ФИК 35%. Совиткичнинг ҳарорати 2°C . Иситкичнинг ҳарорати қандай?

(Жавоб: 150°C)

3. Иссиқлик машинаси иситкичининг ҳарорати 150°C , совиткични 25°C . Машина иситкичдан 40 кЖ энергия олди. Машина қандай иш бажарган?

(Жавоб: 12 кЖ)

- 4.** Битта давр ичида иссиқлик машинаси совиткичга 60 Ж міңдорда иссиқлик беради. Агар машинаинг ФИК 20% бўлса, у 5 цикла қандай иш бажаради?
(Жавоб: 75 Ж)
- 5.** Идеал буғ турбинасининг ФИК 60%, иситкичнинг ҳарорати 480°C . Совиткичнинг ҳарорати қандай? Иситкичдан олинган иссиқликнинг қандай қисми совиткичга берилади?
(Жавоб: 28°C ; 40%)
- 6.** Иссиқлик машинаси Карно цикли бўйича ишлайди. Иситкичдан олинган иссиқлик міңдорининг 80%ини совиткичга беради. Иситкичдан олинадиган иссиқлик міңдори 1,5 кЖ. Циклнинг ФИКни топинг.
(Жавоб: 20%)
- 7.** Карно цикли бўйича ишлайдиган иссиқлик машинасининг бир цикла бажарган иши 73,5 кЖ. Иситкичнинг ҳарорати 0°C , жисмнинг ҳарорати 0°C . Ўша цикл ичида совиткичга бериладиган иссиқлик міңдорини топинг.
(Жавоб: ≈ 201 кЖ)
- *8.** Ички ёнув двигатели 8 соат ишлаганда 2 л бензин сарфласа, унинг қуввати қандай? Ҳаракатлантиргичнинг ФИК 20%.
(Жавоб: 450 Вт)
- *9.** Ҳарорати -10°C , массаси 2 кг музни 100°C ҳароратда сувга айлантириш учун қанча табиий газ ёқиш керак? Иситкичнинг ФИК 25%.
(Жавоб: 142 г)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда қандай янги нарсаларни ўргандингиз?	Қайси ахборотни яхши ўзлаштирдингиз?	Берилган материални нима сабабдан тұлалигича ўзлаштира олмадингиз?

Бобнинг асосий мазмуни

Термодинамика асослари

Ҳар қандай жисм ички энергияга эга. У молекулалар хаотик ҳаракатининг кинетик энергияси ва ўзаро таъсири потенциал энергияси йиғиндисидан иборат:

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

Жисмнинг ички энергиясини икки усулда ўзгартириш мумкин: жисм устида иш бажариш ва иссиқлик узатиш орқали. Иссиқлик узатиш пайтида жисм бирор бир иссиқлик миқдорини олади:

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

Иссиқлик ҳодисалари учун *термодинамиканинг биринчи қонуни бажарилади*: агар жисмга иссиқлик миқдори берилса, у ички энергияни ўзгартиришга ва иш бажаришга сарфланади.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни жараённинг ўтиш йўналишини аниқлайди. Унинг бир нечта таърифи бор.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни Клаузис таърифи: иссиқлик ҳарорати юқорироқ жисмдан ҳарорати пастроқ жисмга ўз-ўзидан узатилади.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни Кельвин таърифи: таъсири даврий равишида такрорланадиган иссиқлик машиналарида биргина иссиқлик манбаидан олинган барча иссиқлик миқдорини механик ишга айлантириш мумкин эмас.

Иссиқлик ҳаракатлантиргичлари ишчи жисмнинг ички энергиясини механик ишга айлантиради.

Барча иссиқлик двигателлари иситкич, ишчи жисм ва совиткичдан иборат.

Иссиқлик ҳаракатлантиргичнинг ФИК олинган энергиянинг бирор бир қисмини двигателнинг фойдали ишига айланганлигини кўрсатади:

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

Идеал иссиқлик машиналари учун ФИК

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

формула бўйича ҳисобланади. Бу формуладан дастлаб С. Карно фойдаланган.

4 -БОБ

Электростатика асослари

Чақмоқ чақиши, синтетик газламаларнинг танага ёпишиши ва уни ечганда учқунланиши, лазерли принтерларнинг ишлаши электр ва электрланиш ҳодисаларига мисол бўла олади.

Нима учун бензин ташиладиган машинага металл занжир маҳкамланади?

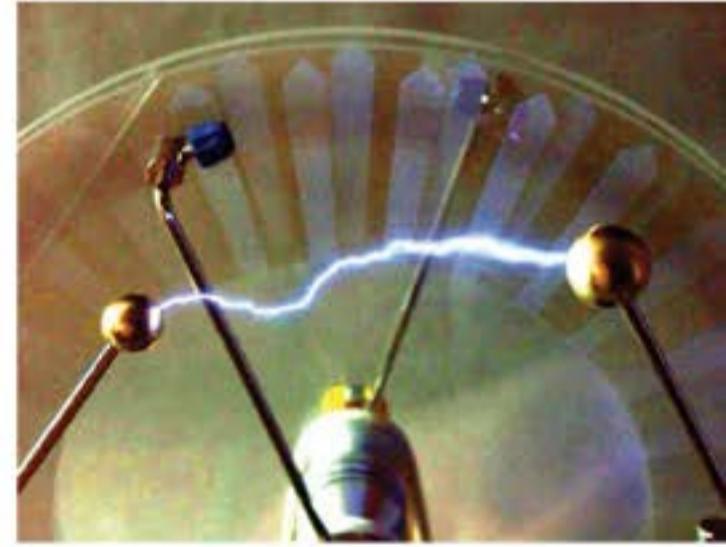
Нима учун бензин ташиладиган машинадан ёқилги қўйиб олинганда ёки унга бензин қўйилганда машина ерга уланади?

Замонавий жамиятни электр ёруғлигисиз тасаввур қилиш қийин. Оинаижаон, спутник алоқа, ракета техникаси, статик электрланиш, яшин — электр ўзаро таъсирларнинг намоён бўлишидир.

Электр ўзаро таъсир қандай амалга оширилади? Кўринмайдиган ўзаро таъсирларни қандай тасвирлаш мумкин?

Электр энергия мўъжизалар содир этишга қодир. Электр энергия ҳисобига электр ҳаракатлантиригичлар ишлайди. Электр чироқлари ёнади ва бошқа электр асбоблари ишлайди.

*Электр энергияни қандай сақлаш мумкин?
Ушбу энергияни сақлайдиган қурилмалар мавжудми?*



4

17-§. Электр заряди. Жисмларнинг электрланиши

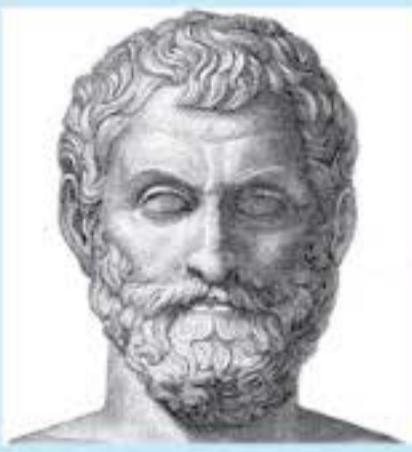


Таянч сўзлар:

- ✓ электрланиш
- ✓ электрон
- ✓ электр заряди
- ✓ электростатик индукция
- ✓ мусбат ва манфий заряд
- ✓ заряднинг дискретлиги
- ✓ элементар заряд

Бугинги дарсда:

- ишқалаш орқали электрланиш ҳодисаси;
- туташиш ва индукция;
- электр зарядининг хоссалари билан танишасиз.



Фалес
(мил. ав. 640—550)

БУ ҚИЗИК!

Афсонага суюнсак, қадимги юонон файласуфи Фалес Милетскийнинг қизи қаҳрабо урчиқ билан жун йигирган экан. Бир куни урчиқни сувга тушириб юборади. Сувга тушган урчиқни артаётуб унинг учига жун ёпишиб қолганига эътибор берган қиз уни урчиқ хўл бўлгани учун деб ўйлади. Қиз урчиқни яхшилаб артган сайин унга ёпишган жун кўпаяверади. Қиз отасига келиб, ўша ҳодиса сабабини сўрайди.



■ Сиз бу ҳодисаи қандай тушунтирган бўлар эдингиз?

Фалес бу ҳодисани фақат қаҳрабога хос бўлган алоҳида хосса деб изоҳлайди. Терига ишқаланган қаҳрабо нафақат жунни, балки бошқа енгил моддаларни ҳам ўзига тортади. Узоқ йиллар мобайнида бу хосса фақат қаҳрабогагина хос деб ҳисобланган. Юонча “elektron” (қаҳрабо) сўзи Фалеснинг қизи томонидан очилган ҳодисага ўхшаш ҳодисаларнинг тарихий номи шаклланишига ўз таъсирини кўрсатди. Улар электр ҳодисалари деб атала бошланди.



Пластмассали тароқ ёки ручка олиб, уни жун ёки қуруқ сочга ишқаланг. Сўнгра уни майдаланган қоғоз парчаларига яқинлаштиринг. Нимани кузатдингиз? Тажриба натижаси бўйича холоса чиқаринг.

Жунга ишқаланган қаҳрабодан ташқари кўп моддалар ишқаланиш натижасида енгил моддаларни ўзига тортиш хоссасига эга бўлади.

Тажрибадан холоса чиқарамиз: турли моддалардан тайёрланган жисмлар бир-бирига ишқаланганда енгил моддаларни үзига тортиш хоссасига эга бўлади. Бундай жисмларга жисмларнинг электрланиши деб айтилади.

Жисмларнинг бошқа моддаларни үзига тортиши хоссасига эга бўладиган ҳодиса электрланиш деб аталади.

Электрланишда ҳар доим иккита жисм қатнашади ва уларнинг иккаласи ҳам электрланади.

Буни тажриба орқали осон текшириш мумкин: агар электрланган шиша таёқчани майдаланган қофоз парчасига яқинлаштиrsак, таёқчага қофоз тортила бошлайди (17.1-расм). Агар таёқча билан электрланган ўша қофозларга жун газлама яқинлаштирилса, улар газламага тортила бошлайди (17.2-расм).

Тажриба электрланган ва электрланмаган жисмларнинг бир-бирига тортилишини кўрсатади: электрланган жисм енгил моддаларнигина эмас, балки оғир моддаларни ҳам тортади.

Масалан: пўлат таёқча билан шиша таёқча (17.3-а, расм); жўмракдан оққан сув билан пластмасса таёқча (17.3-б, расм); каҳработ ва қуриган чўп; эбонит ёки шиша таёқча ва майдаланган қофоз парчалари. Электрланган таёқчалар ёрдамида шам алангаси ҳам таёқчага тортилишини исботлаш мумкин (17.3-в, расм).

Бир-бирига ишқаланган жисмлар ҳам ўзаро тортилади. Масалан, одам танасига ишқаланган кийим электрланиб, танага тортилади.

Тажрибалар ёрдамида турли моддалардан ташкил топган иккита жисм бир-бирига ишқаланса, улар янги хосса — ўзаро электр таъсирлаша олиш хоссасига эга бўлишига ишонч ҳосил қилдик.



17.1-расм



17.2-расм



17.3-расм





Электрланган жисмлар зарядланган жисмлар деб ҳам аталади. Электр үзаро таъсирга миқдорий тавсиф бериш учун “электр заряди” атамаси киритилади.

Электр заряди деб электр үзаро таъсир жадаллигини тавсифловчи физик катталика айтилади.

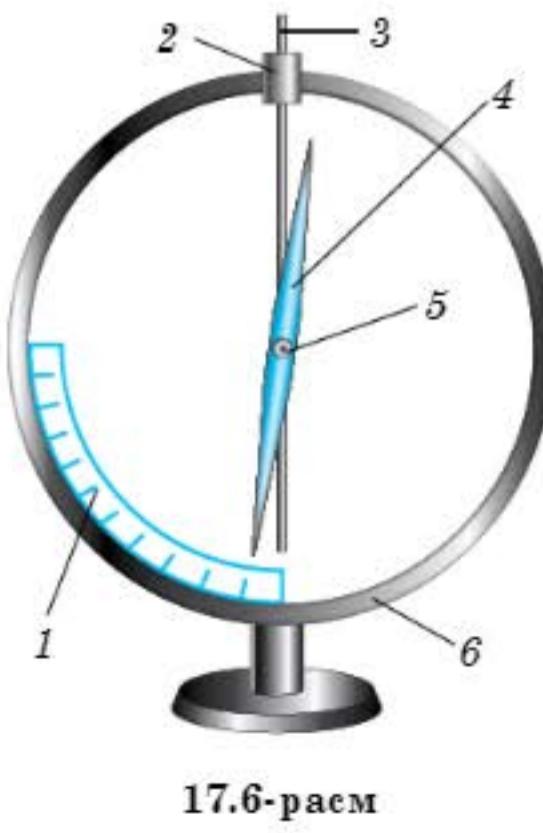
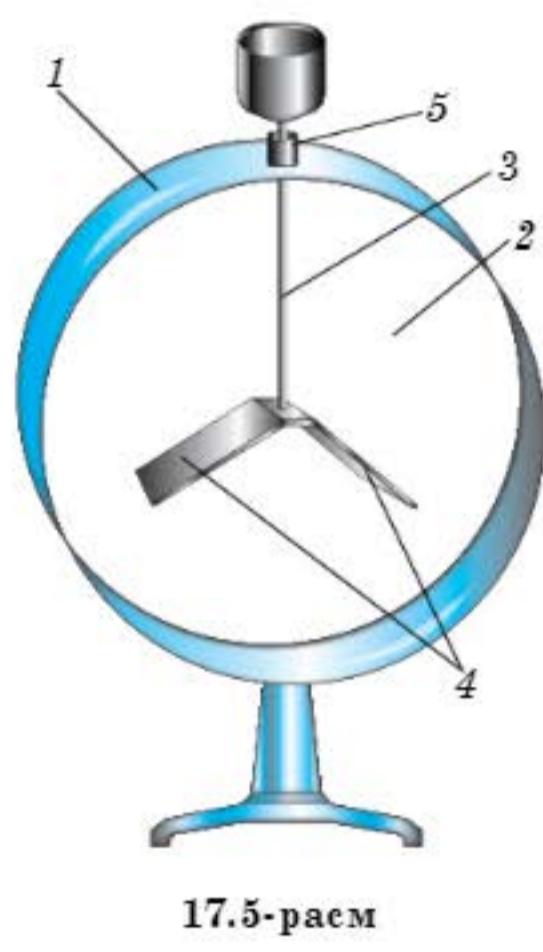
Электр зарядининг икки тури. Олимлар дастлаб заряднинг шиша, жун, ипак, эбонит, каҳрабо ва бошқа турлари фарқини бирдан ажратишмади. Аммо 1733 йилда француз олими Ш. Дюфэ тажриба ўтказиш орқали электрланган жисмларда заряднинг икки тури мавжуд бўлишини аниқлади. Уларни шишли электр ва смолали электр деб атади. Шишли электрланган жисм шиша билан электрланган барча жисмлардан итарилади ва смола билан электрланган жисмларни ўзига тортади деб тушунтириди. Ҳозир зарядларнинг бу икки тури мусбат заряд ва манфий заряд деб аталади. Ипакка, қоғозга ишқаланган шиша **мусбат зарядланади**, ипакка, жунга ишқаланган эбонит эса **манфий зарядга** эга бўлади (17.4-расм).

Электр заряди қ ҳарфи билан белгилана-ди. ХБ системасида электр зарядининг ўлчов бирлиги француз физиги Ш. Кулон шарафига **Кулон** (Кл) деб аталади:

$$[q] = [\text{Кл}].$$

Кулон электр ҳодисаларни тадқиқ қилган олим. Заряд ишораси бўйича мусбат ёки манфий ва модули бўйича эса катта ёки кичик бўлиши мумкин. Буни бир жисмни бир неча марта зарядлаб исботлаш мумкин. Ушбу жисмларнинг үзаро таъсири электрланиш даражасига кўра ё катта ёки кичик бўлиши мумкин. Яъни, электр зарядининг икки тури мавжуд: **мусбат ва манфий**. Бир хил ишорали зарядлар бир-биридан итарилади, турли ишорали зарядлар бир-бирига тортиласди.

Электроскоп. Жисмларнинг зарядланганигини аниқлаб, зарядларни таққослаш учун электроскоп (юнонча “electro” ва “sropeo” — кузатиш, аниқлаш) деб аталувчи асбоб қўлланилади (17.5-расм).



Уни 1745 йилда рус физиги Г. В. Рихман ихтиро қылған. Электроскопнинг металл корпуси (1) олд томонидан (2) шиша билан ёпилған. Асбоб ичига (3) металл таёқча жойлаштирилған.

Металл стерженга осон ҳаракатланувчи (4) япроқча маҳкамланған. Таёқча корпусдан доира шаклидаги (5) тиқин билан ажратилған. Таёқчанинг юқори учига ичи бүш металл шар (кондуктор) жойлаштирилған. Агар кондукторга зарядланған жисм текказилса, унинг япроқчалари бир-биридан итарилади. Жисм заряди ортган сари улар бир-биридан кучлироқ итарилади. Лекин электроскоп ёрдамида зарядларнинг ишорасини аниклаш мүмкін эмес.

Электроскопнинг электрометр деган тури бор (17.6-расм). Унда металл таёқчага (3) япроқчалар үрнига күрсаткич (4) маҳкамланади ва күрсаткич үз үқи (5) атрофида айланади. Таёқча (6) корпусдан пластмасса тиқин билан (2) ажратилған. Зарядларнинг миқдори шкала (1) бўйлаб күрсаткичнинг оғиш бурчаги бўйича топилади.

Заряд фақат ишқаланиш натижасидагина эмес, балки зарядланған жисмлар зарядланмаган жисмларга текказилғандан ҳам пайдо бўлади. Агар зарядланған таёқча зарядланған шарчага текказилса, ушбу жисмлар текказилғандан сўнг шарда заряд пайдо бўлади, яъни шар зарядланади (17.7-расм). Демак, заряд бўлинших хоссасига ҳам эга экан.

Электрланган жисм билан электрланмаган жисмнинг нима учун ҳар доим бир-бирига тортилиш сабабини аниклаб кўрамиз. Биз биламизки, турли ишорали зарядланган жисмлар ўзаро бир-бирига тортилади.

Демак, биз зарядланган жисмни зарядланмаган жисмга яқинлаштиrsак, зарядланмаган жисм қарама-қарши ишорали зарядга эга бўлади. Шунинг учун жисмлар ўзаро тортилади (17.8-а расм).

Агар манфий зарядланган таёқча зарядланмаган металл шарга яқинлаштирилса, шарнинг таёқчага яқин томонида мусбат заряд, қарама-қарши томонида эса манфий заряд тўпланиб жисм нейтрал (зарядсиз) ҳолда қолаверади (17.8-б расм).



Бенжамин
Франклін
(1706—1790)

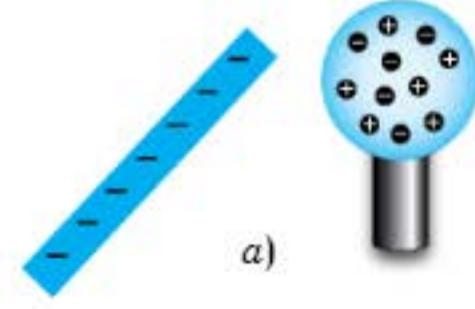
++++++



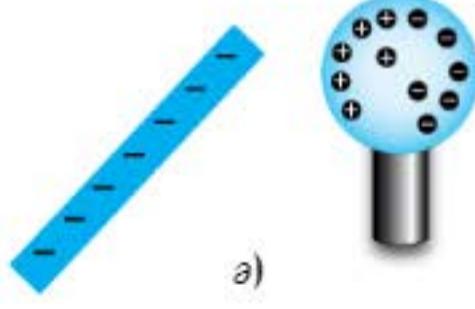
+ + + +



17.7-расм

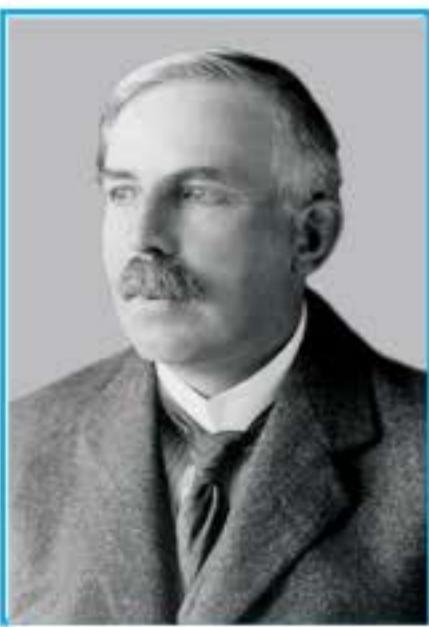


а)

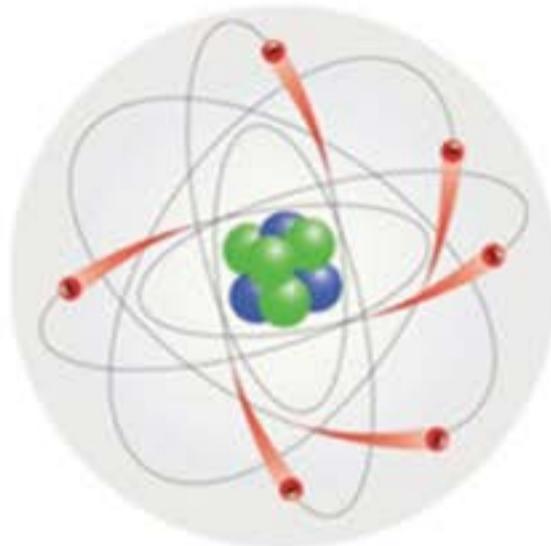


в)

17.8-расм



Эрнест Резерфорд
(1871—1937)



17.9-расм

Жисм қандай электрланади? Жисмнинг электрланишини биринчи бўлиб америкалик олим Б. Франклин тушунтиришга ҳаракат қилган. Унинг фикрига кўра, электр — кўзга кўринмайдиган ва одамга сезилмайдиган ўзига хос суюқлик. Ушбу моделга суюнган ҳолда кўплаб ҳодисаларга изоҳ берилди, изоҳсиз қолган ҳодисалар эса ундан ҳам кўп бўлди.

Кейинчалик инглиз физиги Э. Резерфорд электрланиш ҳодисасининг янги моделини тақлиф қилди. Экспериментга таянган Резерфорд моддаларни атомлардан, атомлар эса зарядланган зарралардан таркиб топганлигини алоҳида таъкидлади. Мусбат зарядли зарралар билан манфий зарядли зарралари teng бўлганлиги учун атом нейтрал (заряди нолга teng).

Барча электр заряди энг кичик электр зарядга каррали бўлади. Энг кичик электр заряд элементар заряд деб аталади. Мусбат элементар зарядга эга зарра протон деб аталади. Протонга модули жиҳатидан teng манфий ишорали зарядга эга зарра электрон деб номланган. Элементар заряднинг сон қиймати экспериментал равишда топилган: $q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $q_p = +e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Ҳар қандай заряд катталиги элементар зарядга карралидир:

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

Заряднинг бўлиниш хоссаси энди тушунарли бўлди. Заряднинг бўлиниш ва элементар зарядга карраланиш хоссаси дискретлик деб аталади.

Атом мусбат зрядланган ядродан ва унинг атрофида ҳаракатланувчи манфий зарядланган электронлардан иборат. Ядро протонлар ва нейтронлардан таркиб топган (17.9-расм).

Ёдда тулинг!

Атом уч турли элементар зарядлардан таркиб топган: зарядсиз (нейтрал) нейтронлар, мусбат зарядли протонлар ва манфий зарядли электронлар.

Электрон ва протонларнинг заряди модули жиҳатдан teng, ишоралари қарама-қаршидир. Нейтрон ва протоннинг массаси деярли бир хил. У электрон массасидан таҳминан 1836 марта катта. Демак, атом массасининг аксарият қисми ядрода тўпланган. Атом яроси унинг зарралари орасида таъсир қилувчи ва бир хил зарядланган протонларни бир-биридан итариб, учиб кетишидан ушлаб турувчи яровий

кучларнинг мавжудлиги туфайли стабилdir. Ядронинг радиуси атом радиусидан деярли 100 000 марта кичик. Бундан атом ичида жуда кўп бўшлиқлар мавжуд эканлиги аён бўлади. Атомнинг бутун ҳажмида манфий зарядланган электронлар ҳаракатланади ва улар электр кучлари таъсирида ядрога тортилади. Электронларнинг сони ядродаги протонлар сонига teng. Шунинг учун манфий зарядлар йиғиндиси мусбат зарядлар йиғиндисини тенглаштиради. Натижада атомнинг заряди нейтрал бўлади. Турли моддаларнинг атомлари атрофидаги электронларни катталиги жиҳатдан турлича бўлган кучлар билан ушлаб туради.



- Ушбу айтилганларни эътиборга олиб, турли моддалардан тайёрланган жисмлар бир-бирига ишқаланса, нималар содир бўлишини тушунириңг.

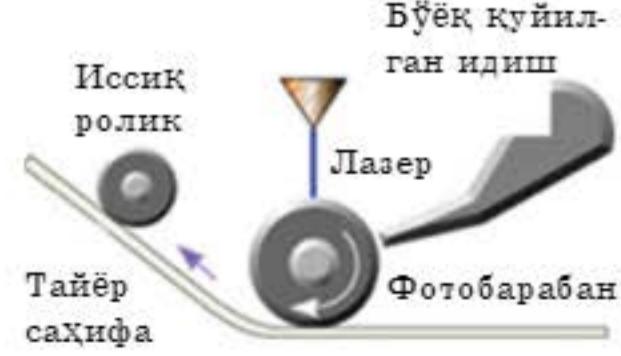
Равшанки, турли моддадан ясалган жисмлар бир-бирига ишқаланганда, электронлар атомлар кучлироқ тортадиган томонга кўчади. У ҳолда электрон тарк этган жисмда мусбат зарядлар сони, электрон қўшиб олган жисмда эса манфий зарядлар сони кўпроқ бўлади. Мос равища ортиқча электронни қўшиб олган атом манфий зарядланади, электрон қўшиб олган атом эса мусбат зарядланади.

Агар $q < 0$ бўлса, жисм N та ортиқ электронга эга бўлади. Агар $q > 0$, бўлса, аксинча, жисмда электронлар етишмайди.

Электрланишдан фойдаланиш. Тиббиётда электрланиш ёрдамида электроаэрозоллар ясалади. Бундай аэрозоллар содда аэрозоллардан самаралироқдир. Уларнинг томчилари майдаланганда бир-бирига ёпишмайди. Чунки улар бир-биридан итарилиб, ўпкага чуқурроқ тушади ва у ерда биологик фаол ва шифобахши моддалар ҳосил қиласди.

Замонавий автомобиль заводларида автомобиль кузовлари маҳсус камераларда бўялади. Ушбу камераларда бўёқ пуркалади ва манфий зарядланади. Сўнгра пуркалган бўёқ автомобильнинг мусбат зарядланган кузовига ўтириб, бўёқ текис тақсимланади. Учоқ (самолёт)ларга металл зинани дарҳол олиб келиб қўйиш мумкин эмас. Чунки учоқ ҳаво билан ишқаланиши натижасида электрланиш оқибатида учқун чиқиб, ёниб кетиши эҳтимолдан ҳоли эмас. Дастреб учоқнинг электр заряди пасайтирилади. Бунинг учун учоқнинг кузовига уланган металл занжир ерга ташланади. У ҳолда электр зарядлари ерга кетади.

Лазер принтерларининг иши электрланиш ҳодисасига асосланган (17.10-расм). Принтерга компьютердан босиб чиқаришга буйруқ берилганда лазер ёрдамида фотобарабанд тасвир чизилади. Сўнгра контейнердан барабанга майда қуруқ бўёқ (тонер) пуркалади. У барабаннинг мусбат зарядланган жойларига ёпишиб, расм, ҳарф тасвирини чизади. Маҳсус механизм ёрдамида барабанга қофоз берилади. Қофоз ҳаракатланиш натижасида манфий зарядланади. Қофоз билан фотобарабан бир-бирига тегиб туриб, мусбат зарядлан-



17.10-расм

ган бүёк зарралари манфий зарядланган қофозга тортилиб, қофозда из қолдиради. Кейин қофоз иссиқ роликдан ўтиб, шу ерда бүёк зарралари қофозга ёпишади.

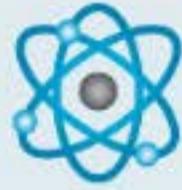
Масалан, тегирмонда вални айлантирадиган қайиш электрланади ва ўша жараёнда пайдо бўлган учқунли разряд унни сочиши ёки ёнғин ҳосил бўлиши мумкин.

Тўқима дастгоҳида ишлаётганда толалар ишқаланиш натижасида турли ишорали зарядга эга бўлиб, бир-бирига тортилиб, дастгоҳдаги ишни сезиларли даражада қийинлаштиради. Электрланган газлама ўзига ҳаво чангларини тортиб, натижада газлама ифлос бўлади.

Уй шароитида маҳсус электр намлагичлар қўлланилиб, уйнинг намлигини тахминан 70% гача кўтариш мумкин. Агар электрланадиган сиртлар глицерин эритмаси билан артилса, разрядланиш жараёни ортади.



1. a) Терига ишқаланиб электрланган иккита эбонит таёқча; б) ипакка ишқаланган шиша таёқча; в) терига ишқаланган эбонит таёқча ўзаро қандай таъсирланади?
2. Электр зарядининг икки тури мавжудлигини қандай тажрибалар исботлайди?
- 3. Бир варақ қофоз ёрдамида жисмнинг электрланганигини қандай билиш мумкин?
- 4. Электроскоп япроқчаларининг бир-биридан қочиш бурчаги орқали унинг заряди ҳақида нима дейиш мумкин?
- *5. Ипак ипга зарядланган гильза осилган. Гильза зарядининг ишорасини аниқлаш усулини таклиф қилинг.



1. Куруқ хонада шиширилган шарни мўйнага ишқалаб, дераза ойнасига яқинлаштиринг. Нимани кузатдингиз? Жавобингизни тушунтиринг.
- 2. Бир бўлак пахта олинг. Пластмасса тароқни электрлаб, пахтага яқинлаштиринг. Пахта тароқقا тортилади. Тароқни кескин тортиб пахтадан ажратинг ва уни қайтадан пахта тагига яқинлаштиринг. У ҳолда пахта аввал тароқقا тортилиб, сўнгра тароқ устида қалқиб туради. Нима учун? Жавобингизни тушунтиринг.



10-машқ

1. Металл гильза зарядининг ишорасини аниқланг: а) манфий зарядланган (17.11-расм); б) мусбат зарядланган (17.12-расм)?



17.11-расм



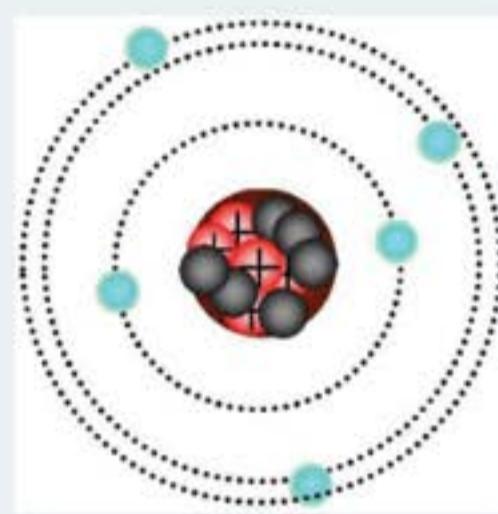
17.12-расм

- 2.** Нейтрал атомнинг 4 та электрони бор. Ушбу атом ядросида қанча протон бор? (Жавоб: 4)

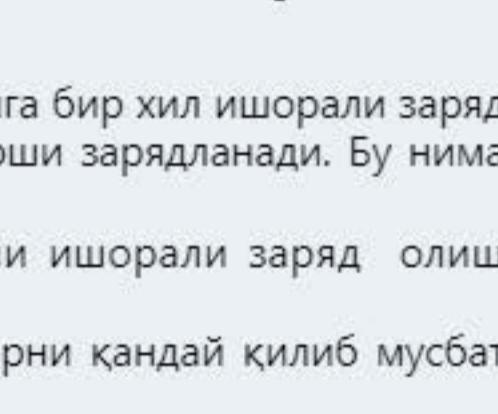


- 3.** Чап томондаги шарда қандай заряд бор (17.13-расм)? Нима учун?
- 4.** 17.14-расмда қандай кимёвий элемент тасвириланган? Элементнинг атом ядроси заряди нимага тенг?
- 5.** Битта шарни газетага, иккинчи шарни жун матога ишқалаб электрланг. Электрланган шарларни бир-биридан бирор бир масофада ушланг. Бу шарларнинг тортилиш сабаби нимада?
- 6.** Пластмасса чизғични қурук қоғозга ишқалаб электрланг. Тажриба орқали чизғичнинг электрланғанлигини исботланг.
- 7.** Нима учун ерга қўнган учоққа кўчма металл зина дарҳол олиб келинмайди?
- 8.** Металл сирти пуркагич билан бўялганда унга бир хил ишорали заряд берилади, бўёқ томчилари эса қарама-қарши зарядланади. Бу нима учун керак?
- *9.** Шиша таёқча учларида бир вақтда турли ишорали заряд олиш мумкинми? Мис таёқчада-чи?
- *10.** Манфий зарядланган таёқча ёрдамида шарни қандай қилиб мусбат зарядлаш мумкин?
- *11.** Заряди $1,5e$ электрон ва $20e$ электрон зарядига тенг бўлган зарралар мавжудми?

17.13-расм



17.14-расм



Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

18-§. Электр зарядининг сақланиш қонуни. Кулон қонуни



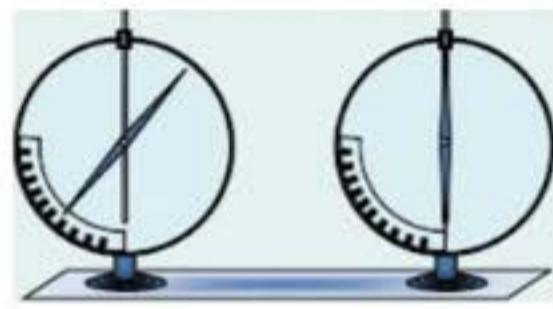
Таянч сүзлар:

- ✓ заряднинг сақланиш қонуни
- ✓ Кулон қонуни
- ✓ айланма тарози

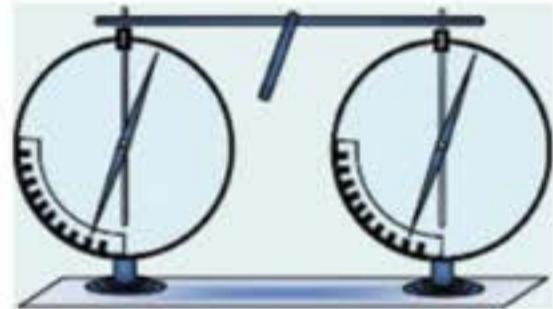


Бугинги дарсда:

- заряднинг сақланиш қонунини ва Кулон қонунини күллашни ўрганасиз.



18.1-расм



18.2-расм

Электр зарядининг сақланиш қонуни. Ишқаланиш орқали электрланишга қайтамиз. Таёқча терига ишқанлаганда тери ҳам қарама-қарши ишора билан зарядланади. Тажрибалар кўрсатадики, таёқча билан тери зарядларининг миқдори teng. Уларнинг йиғинди заряди нолга teng, яъни бу заряд жисмларнинг ўзаро таъсирашгунiga қадар бўлган

зарядига teng. Бундан электрланиш пайтида заряд сақланади деб фараз қила оламиз.

Буни тажрибада текширамиз. Иккита электрометр олиб, улардан бирини зарядлаймиз (18.1-расм).

Электрометрлар ўтказгич билан уланса, иккаласининг ҳам зарядланганини кўриш мумкин. Уларнинг йиғинди (умумий) заряди бошланғич зарядга teng (18.2-расм).

Ушбу тажрибадан иккита холоса чиқади. Улардан бири — **электр зарядининг сақланиш қонуни.** Ёпиқ системада содир бўладиган ҳар қандай жараёнларда зарядларнинг алгебраик йигиндиси ўзгармай қолаверади:

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

Ёпиқ системадаги жисмлар факат бир-бири билан заряд алмашади. Ушбу системага нисбатан бошқа жисмлар билан (улар ташқи жисмлар ёки ташқи системалар деб аталади) заряд алмашмайди.

Иккинчи холоса: электрланиш ҳодисаси электр зарядининг сақланиш қонунига бўйсинади. Бунга жуда содда изоҳ берилади: таёқчадан қанча зарядланган зарра (электрон) кетса, терига шунча заряд келади (ёки аксинча).

Кулон қонуни. Электродинамиканинг қўзғалмас зарядларнинг ўзаро таъсири ўрганиладиган бўлими электростатика таъсири деб, уларнинг ўзаро таъсири эса электростатик таъсир деб аталади. Бу таъсирни 1785 йилда француз физиги Ш.О. Кулон ўрганганди. Кулон ўз тажрибаларида зарядланган металл шарларнинг ўзаро тортишиш

ва итарилиш күчларининг катталигини ўзи яратган жуда сезгир асбоб — буралма тарози ёрдамида ўлчаган (18.3-расм). Масалан, тарозининг елкаси 1° бурчакка 10^{-9} Н куч таъсирида бурилган.

Кулон яшаган даврларда зарядларнинг ўзаро таъсир кучининг заряд катталигига боғлиқлигини аниклаш имкони бўлмаган. Шунинг учун у вазиятдан чиқишнинг қуидагича йўлини топган: агар зарядланган металл шар айнан шундай, бироқ зарядланмаган металл шарга текказилса, зарядланган шарнинг заряди ўзаро teng таҳсимланади. Шу тариқа, у металл шарнинг зарядини 2, 4 ва ҳ. к. марта ўзгартириш усулини кўрсатади. Тарози елкасидаги шар ва ташқаридан киритилган зарядланган шарнинг ўзаро таъсиридан тарози елкаси бурилади ва натижада ип буралади. Ип буралиши тўхтатган пайтда, ипнинг таранглашиш кучи электр ўзаро таъсир кучига тенглашиб мувозанатлашади. Кулон электр ўзаро таъсир кучини кварцдан ясалган ипнинг бурилиш бурчаги бўйича аниклаган.

Заряд ўзгарганда ипнинг эластиклик кучи ҳам ўзгаради.

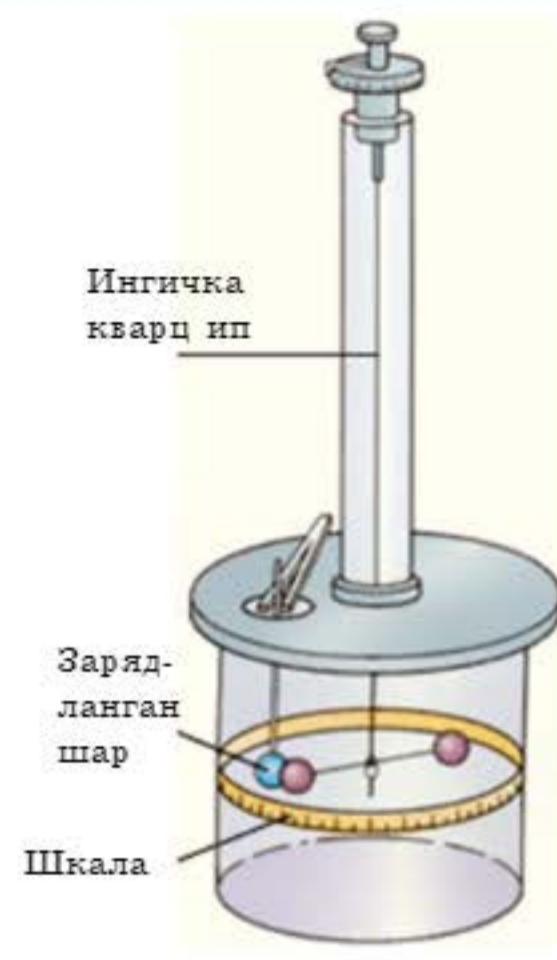
Кулон тажрибаларида шарлар орасидаги ўзаро таъсир ўлчанади. Бу шарлар орасидаги масофа уларнинг ўлчамларидан анча катта. Бундай зарядланган жисмлар нуқтавий заряд деб аталади. **Нуқтавий заряд** — берилган ҳолларда ўлчовларини инобатга олмаслик мумкин бўлган зарядланган жисм.

Бир неча тажрибалар натижасида Кулон ушбу қонуни жорий қилди: *вакуумда қўзгалмас иккита нуқтавий заряднинг ўзаро таъсир кучи зарядларнинг абсолют катталиклари кўпайтмасига тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг квадратига тескари пропорционал*:

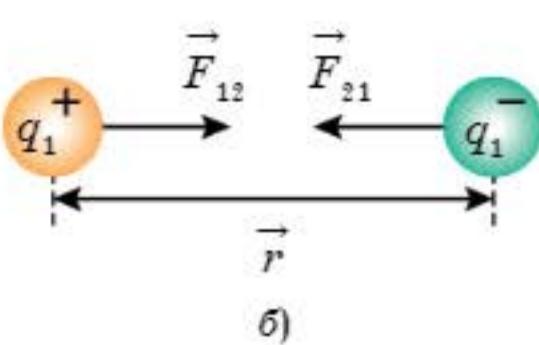
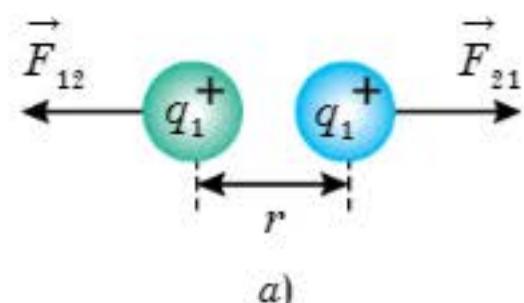
$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}. \quad (18.2)$$

Бу қонун уни кашф қилган олим шарафида **Кулон қонуни** деб аталади.

Кулон қонуни нуқтавий зарядларнинг электростатик ўзаро таъсир қонуни ҳисобланади. Кулон кучининг вектори ҳар доим зарядларни бирлаштирувчи тўғри чизикда ётади. Кулон кучлари учун Ньютоннинг учинчи қонуни ўринли: зарядлар бир-бирига модули бўйича бир хил, йўналиши бўйича қарама-қарши кучлар билан таъсир қилади. Мисол тариқасида 18.4-расмда иккита заряднинг ўзаро таъсирлашувчи \vec{F}_{12} ва \vec{F}_{21} кучлари кўрсатилган: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.



18.3-расм



18.4-расм

18.4-*a* расмда күчлар *итаришии күчлар* бўлиб ҳисобланади, чунки зарядларнинг ишоралари бир хил.

18.4-*б* расмдаги күчлар — *тортишии күчлари*. Чунки зарядларининг ишоралари қарама-қарши.

ХБ системасида Кулон қонунидаги пропорционаллик коэффициент:

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

ёки

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

ϵ_0 — *электр доимийси* деб аталади:

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

Тажрибалар шуни кўрсатадики, зарядларининг ўзаро таъсир кучи улар жойлашган муҳитга боғлиқ. Зарядларининг вакуумга нисбатан таъсирини заифлаширадиган муҳит *диэлектрик* деб аталади.

Диэлектриклар — *электр токини ўтказмайдиган модда*. Бир жинсли диэлектрикларда қандай масофада бўлишидан қатъий назар зарядларнинг ўзаро таъсири вакуумдаги айнан шундай масофага қараганда бир хил ϵ марта катталикка кам бўлади. Бу катталик *нисбий диэлектрик сингдирувчаник* деб аталади.

Диэлектрик сингдирувчаник факат диэлектрик қандай моддадан ясалганлигига боғлиқ бўлади. У диэлектрикнинг шакли ва ўлчамига боғлиқ эмас. Диэлектрик сингдирувчаник — ўлчовсиз катталик. Турли муҳитларнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанилиги катталиги экспериментал равишда топилиб, маҳсус жадвалга ёзилади:

$$\epsilon = \frac{F_{\text{вакутум}}}{F_{\text{муҳит}}} \quad (18.3)$$

Диэлектрик учун Кулон қонунининг формуласи:

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

Вакуумнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанилиги, кўриниб турибидики, 1 сонига teng. Бироқ бошқа муҳитлар учун улар 1 дан катта. Ҳавонинг нисбий диэлектрик сингдирувчанилиги бирга яқин, ҳисоблашларда у $\epsilon = 1$ деб олинади.



1. "Нүктавий заряд" түшүнчеси киритилиши сабаби нимада?
2. Нима учун Кулон яшаган вактда электр үзаро таъсир кучларини ўлчашибийин бўлган?
3. Нисбий диэлектрик сингдирувчанликнинг физик маъноси қандай?
- 4. Қандай ҳолларда заряднинг сақланиши қонуни қўлланилмайди?
- 5. Қандай ҳолда бир хил зарядланган иккита жисмнинг итаришиши кучи нолгача камаяди?
- 6. Электрланиш пайтида бир жисмдан иккинчи жисмга 1000 электрон ўтди. Ушбу жисмнинг заряди қандай? Электр зарядининг сақланиши қонуни бажарилдими?
- *7. Агар иккита электр зарядининг ҳажми икки марта орттирилса, зарядлар орасидаги масофа икки марта камайтирилса, уларга таъсир этувчи куч қандай ўзгаради?
- *8. Иккита нүктавий зарядлардан бирининг ишорасини ўзгартирсак, уларга таъсир этувчи куч ўзгарадими? Тушунтиринг.
- *9. +5e ва -3e зарядланган томчилар бирлашса ҳосил бўлган томчининг заряди қандай бўлади?



11-машқ

1. Шиша таёқча матога ишқаланганда унинг заряди 12,8 нКл бўлса, ундан қанча электрон олинган?

(Жавоб: $8 \cdot 10^{10}$)

2. Металл шарнинг заряди $q = -3,2 \text{ мкКл}$. Шарда қанча ортиқ электрон бор?

(Жавоб: $2 \cdot 10^{13}$)

- 3. Ҳар бирининг катталиги 40 нКл бўлган иккита заряд 1 см қалинликдаги слюда билан ажратилган. Улар ўзаро 18 мН куч таъсири билан таъсир қиласи. Слюданинг диэлектрик сингдирувчанлиги қандай?

(Жавоб: 8)

- 4. Бир хил мусбат зарядланган иккита жисм керосинда 18 мН куч билан таъсирлашади. Бу жисмлар орасидаги масофа 24 см. Ҳар қайси жисм қанча электрон йўқотган?

(Жавоб: $3 \cdot 10^{12}$)

- 5. Ҳар бирининг заряди 8 нКл бўлган ҳаводаги иккита нүктавий заряд 0,36 мН куч билан итарилиши учун улар орасидаги масофа қандай бўлиши керак?

(Жавоб: 5 мм)

- 6. Водород атомидаги электрон ва протонлар орасидаги масофа 53 пм бўлса, ўзаро куч қандай?

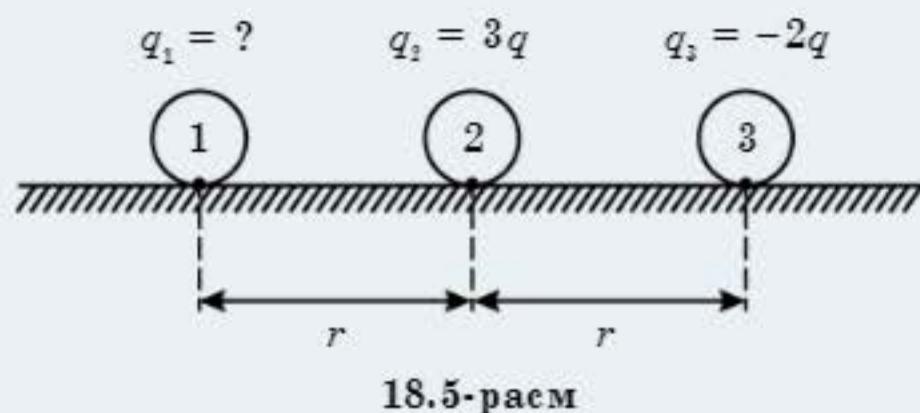
(Жавоб: 82 нН)

- 7. Зарядланган бир хил ҳажмли бешта шар бир-бирига теккизилганда ўша шарларнинг йиғинди заряди 10 нКл бўлди. Бир-бирига теккизилгунча биринчи шарнинг заряди -1 нКл, иккинчисиники 17 нКл бўлган, қолган шарларнинг зарядлари бир хил. Тўртинчи шарнинг бир-бирига теккизилгунча зарядини топинг.

(Жавоб: -2 нКл)

*8. Агар иккінчи шар мувозанат ҳолатида бўлса, биринчи шарнинг зарядини топинг (18.5-расм).

(Жавоб: $-2q$)



Ушбу мавзуда нимани ўзлаштириңгиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

19-§. Электр майдон. Электр майдон кучланганлиги. Электростатик майдоннинг куч чизиқлари



Таянч сўзлар:

- ✓ олисдан ва яқиндан таъсир этиш назарияси
- ✓ электр майдон
- ✓ электр майдоннинг куч чизиқлари
- ✓ электр майдон кучланганлиги
- ✓ синов заряди



Бугинги дарсда:

- "электр майдон" тушунчасининг физик маъноси ва унинг куч сифатида тавсифланишини;
- бир жинсли электростатик майдондаги зарядга таъсир этувчи кучни аниқлашни;
- куч чизиқлари ёрдамида электростатик майдон графигини тасвирлашни ўрганасиз.

Узоқ ва яқиндан таъсир этиш. Ўтган мавзуда биз электростатиканинг асосий қонуни — иккита нуқтавий заряднинг ўзаро таъсир кучини ҳисоблашга имкон берадиган Кулон қонуни билан танишдик. Кулон қонуни тажриба доирасида кашф қилинган. Зарядларнинг ўзаро қандай таъсир қилиши ҳақида Кулон қонуни тушунча бермайди: Кулон ўша вақтлардаёқ бир-биридан олис масофада жойлашган бир заряд иккинчисига қандай таъсир қилишини аниқлаш буйича кўп ўйланган. У И.Ньютон ғоясига мурожаат қилган. Ньютон ҳам гарчи Бутун олам тортишиш қонунини кашф қиласа-да, унинг таъсирини тушунтира олмаган. Шунинг учун у гравитацион ўзаро таъсир дарҳол тарқалади деган тахминда бўлган.

Кулон электр зарядларининг бир-бирига вакуумда ҳам таъсир қилишига ишонч ҳосил қилганда у зарядлар дархол бўшлиқ, яъни вакуум орқали таъсирлашади деган холосага келди. Узокдан таъсир этиш назариясига мувафиқ гравитацион ва электромагнит кучлар — материанинг бир тури. Узокдан таъсир этиш назариясининг қоидалари содда ва тушунарли, назариянинг ўзи эса уйғун ва математик қатъийликка эга эди. Ушбу назарияни XIX аср бошларида кўпчилик олимлар қўллаб-кувватлади. Шу билан бир вақтда, жисм бевосита узоқ масофалардан, яъни ўзи мавжуд бўлмаган фазо қисмидан бевосита таъсир қила олиши кўпгина олимларни шубҳалантириди.

Мана, шу сабабли инглиз олими Майкл Фарадей яқиндан таъсир қилиш назариясini илгари сурди. Албатта, у узокдан таъсир этиш назариясига зид эди. М. Фарадейнинг таъкидлашича, табиат бўшлиқни ёқтирмайди. Ушбу назарияга мувофиқ, жисмларнинг ўзаро таъсири қандайдир бошқа учинчи объект орқали амалга оширилади. Ушбу объект — фазонинг бир нуктасидан иккинчи нуктасига ўзаро таъсирни узатувчи физик объект. Хусусан, ўзаро таъсирни узатиш тезлиги чекланган: зарядлардан бирининг вазияти ўзгарса, бошқа заряд уни дархол сезмайди, унга қандайдир вақт кетади.

Айнан Фарадей ўзаро таъсирни амалга оширувчи воситачи сифатида майдон ҳақидаги тушунчани фанга киритди. Дастрлаб бу ғоя Фарадейда факат бир жисмнинг иккинчи жисмга бўшлиқ орқали таъсири мумкин эмас, деган ишонч туғдирди. Майдоннинг мавжудлигини исботловчи далиллар йўқ эди. Факат қўзғалмас зарядлар таъсирини тадқиқ қилибгина бундай далилларни олиш мумкин ҳам эмас эди. У анча кейин олинди. Замонавий тасаввурларга кўра, ҳар қандай электр заряди ўз атрофидаги фазони ўзгартириб, электр майдонни вужудга келтиради. Бу майдон ўзини шундай намоён қиласиди, бунда унинг қандайдир бир нуктасига жойлаштирилган “синов” заряди майдон таъсирини сезади. Заряд узоқлашган сари майдон заифлашади. Вакуумдаги заряд атрофига ҳам электр майдон мавжуд. Зарядга таъсир этиш орқали майдоннинг мавжудлигигина эмас, шунингдек, майдоннинг фазода тарқалиши ва унинг тавсифи ўрганилади.

Электр майдон. Яқиндан таъсир қилиш назарияси узокдан таъсир этиш назариясидан устун бўлди. Зарядлар орасидаги ўзаро таъсирни вакуумда узатувчи электр майдон бўлиб чиқди. Электр заряди ўз атрофига электр майдонни ҳосил қиласиди, у ўз навбатида қандайдир бир куч билан бошқа зарядларга таъсир қиласиди. Электр майдон таъсирини ташувчи маҳсус муҳитга муҳтоҷ эмас. У моддада ҳам, вакуумда ҳам вужудга келиб, модда билан бирга материянинг яшаш шакли ҳисобланади.



Кулон Шарль
Огюстон
(1736—1806)

Олимлар ҳозир майдоннинг ички тузилишини тушунтира олмайди. Бугунги кунда фақат электр майдоннинг хоссалари ва қонунлари боғланишларни тадқик қилиш билан чекланмоқдамиз.

Электр майдонни аниқлашнинг содда усули — *синов заряди* деб аталувчи электр заряддан фойдаланиш. Синов зарядга таъсир қилиш орқали фазода электр майдон мавжудлиги ҳақида фикр юритамиз, унинг ёрдамида фазодаги турли нукталардаги майдон катталиги ўрганилади. Бунинг учун синов заряди нуктавий бўлиши керак.

Электр майдон — реал мавжуд бўлган моддий объект. Уни тавсифлаш учун кучланганлик \vec{E} деб аталувчи физик катталик киритилган. Электр майдоннинг кучланганлиги куч тавсифи ҳисобланади. У электр майдоннинг ана шу майдоннинг берилган нуктасида бирлик мусбат синов зарядга қандай куч билан таъсир этишини кўрсатади:

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

Майдон кучланганлиги — вектор катталик. Фазонинг ҳар бир нуктасида электр майдон кучланганлик вектори билан тавсифланади. ХБ системасида электр майдоннинг ўлчов бирлиги:

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

(19.1) формуладан электр майдоннинг зарядга таъсир этувчи кучини электр майдон кучланганлиги орқали аниқлаш мумкин:

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

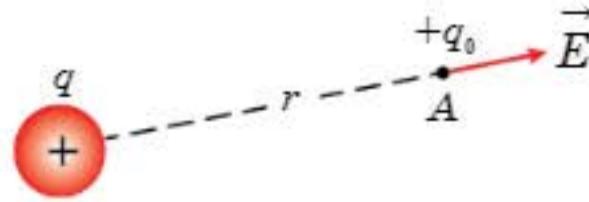
Нуктавий заряд юзага келтирган майдон кучланганлигини аниқлаймиз. Бу содда ва осон ечиладиган масала. Вакуумда жойлашган нуктавий q мусбат зарядни кўриб чиқамиз. А нуктага мусбат синов q_0 зарядни q заряддан r масофада жойлаштирамиз. q заряд томонидан синов зарядга итаришиш кучи таъсир қиласи, шунинг учун q мусбат заряднинг майдон кучланганлиги ундан чиқиб (19.1-расм) йўналади.

(19.1) формуладан фойдаланиб, нуктавий q заряд кучланганлиги катталигини топамиз:

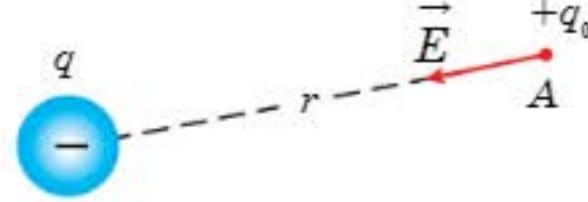
$$E = \frac{F}{q_0} = k \frac{qq_0}{r^2 q_0}.$$

Бундан

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

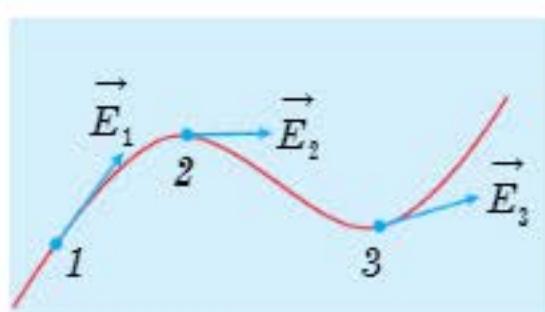


19.1-расм



19.2-расм

Майдон ҳосил қилған мусбат заряд бўлса, ушбу заряднинг модулини ҳам q ҳарфи билан белгилаймиз. Мусбат синов зарядига таъсир этувчи куч тортилиш кучига айланади. Шу сабабли манфий заряд кучланганлиги зарядга қараб йўналган бўлади (19.2-расм), кучланганлик модули эса (19.1) формула орқали ҳисобланади.



19.3-расм

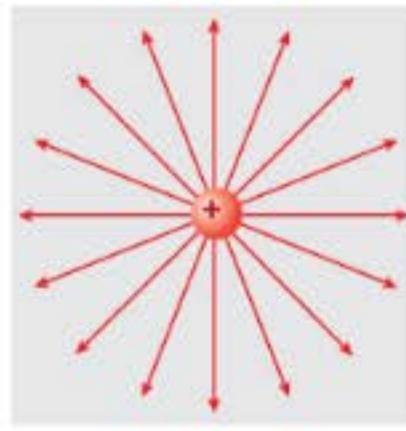
Электр майдоннинг куч чизиқлари. Электр майдон материянинг махсус тури бўлиб, биз уни кўз билан кўра олмаймиз, лекин унинг зарядланган жисмларга таъсири орқали сезишимиз мумкин. Яққоллик учун электр майдонни куч чизиқлари орқали тасвирлаш қабул қилинган.

Электр майдоннинг куч чизиқлари (ёки кучланганлик чизиқлари) деб ҳар қандай нуқтага ўтказилган уринманинг йўналиши ана шу нуқтадаги электр майдон кучланганлиги йўналиши билан бир хил бўладиган чизиқларга айтилади (19.3-расм).

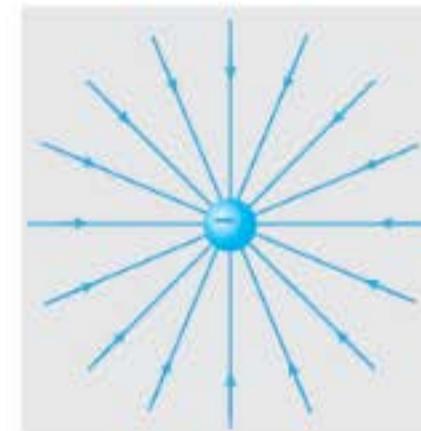
Куч чизиқлари мусбат заряддан манфий зарядга ёки чексизликка йўналган бўлади.

Нуқтавий заряднинг фазодаги манзарасига қайтамиз (19.4-расм).

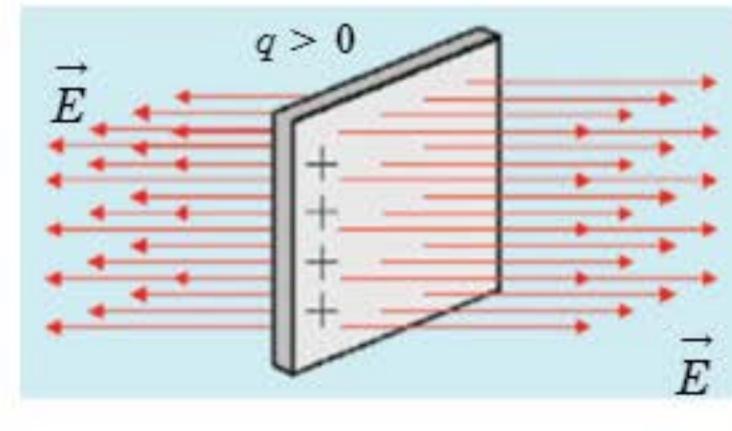
Нуқтавий заряд майдонининг кучланганлик чизиқлари. Кучланганлик чизиқлари кучланганлик векторлари бўйлаб йўналади. Кучланганлик векторлари куч чизиқлари йўналишини кўрсатади. Шунингдек, майдон кучланганлигининг абсолют катталиги ҳақида ҳам маълумотлар беради: кучланганлик чизиқлари қалинлашган сари фазонинг ўша соҳасида майдон катталиги ҳам катта бўлади. Кучланганлик чизиқлари манзарасини зарядланган чексизлик учун ҳам чизиш мумкин (19.5-расм).



19.4-расм



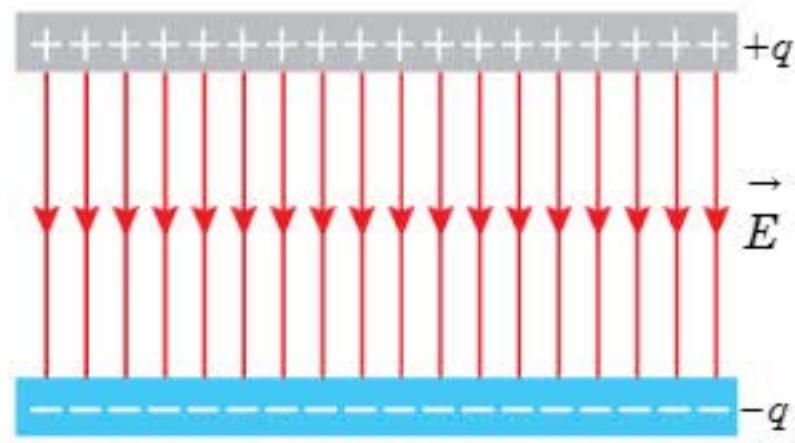
19.5-расм



19.6-расм

Зарядларининг ишораси қарама-қарши чексиз иккита оралиқда бўлган электр майдоннинг куч чизиқлари 19.6-расмдаги кўринишга эга.

Бу майдоннинг куч чизиқлари бир-бирига параллел ва чизиқларнинг жойлашиш зичлиги ҳамма жойда бир хил. Бундай электр майдон бир жинсли майдон деб аталади.



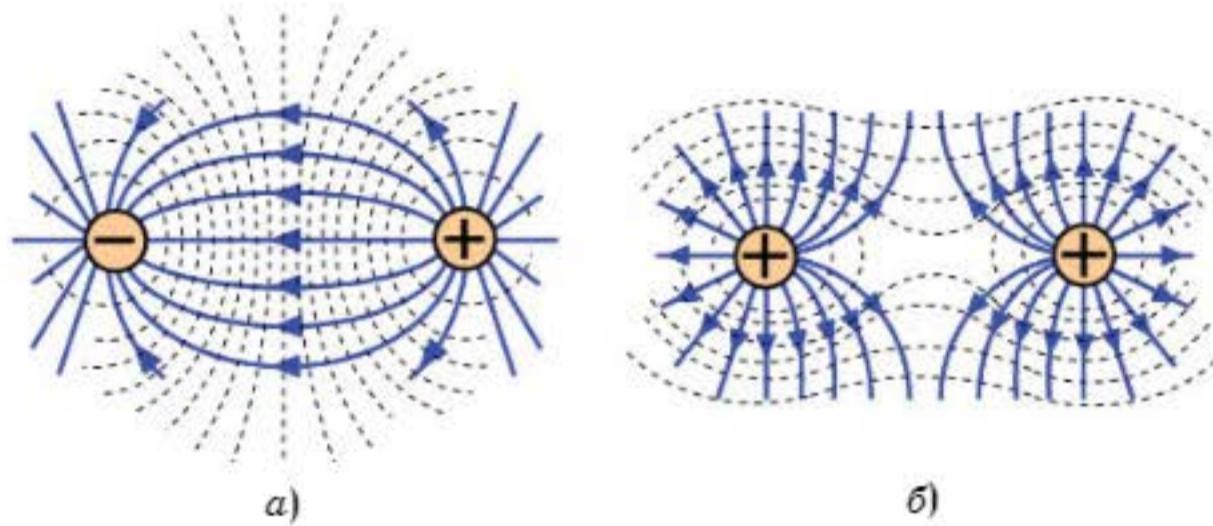
Бу қүйидагида ёзилади:

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

Кучланганлик чизикларини ҳар қандай электр майдонда үтказиш мүмкін. У қандай бажарилади? Фазонинг ҳар бир нүктасида майдоннинг кучланганлик вектори кучланганлик чизикларига уринма бўйлаб йўналган.

19.3-расмда бир хил ишорали ва турли ишорали зарядларнинг электр майдон кучланганигининг куч чизиклари кўрсатилган.

Кучланганлик чизиклари ҳар доим мусбат заряддан бошланиб, манфий зарядда тугайди.



19.7-расм. Нуктавий заряд электр майдонининг куч чизиклари:
а) турли ишорали нуктавий зарядлар; б) бир хил ишорали нуктавий зарядлар



- Нима учун агар бўяладиган буюм зарядланса, унга бўёқ сепиш усули орқали бўяш фойдали, тежамли ва инсон ҳаёти учун хавфсиз бўлади? Жавобингизни тушунириинг.
- 19.8-расмдаги япроқчаларнинг ўзаро таъсирини тушунириинг.

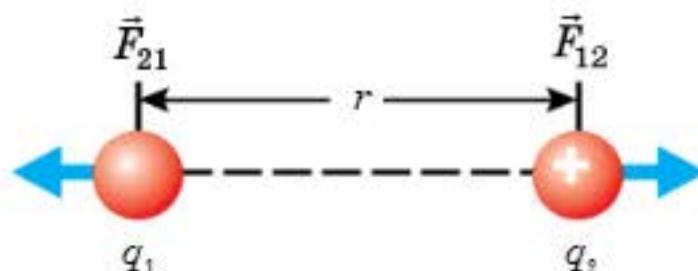


19.8-расм



1. Узоқдан таъсир этиши назариясининг пайдо бўлиш сабаби нимада? Бу назариянинг моҳияти қандай?
2. Яқиндан таъсир этиши назариясининг моҳияти нимада?
3. Электр майдон нима?
4. Электр майдонни тавсифловчи катталиклар қандай?

- 5.** Электр майдоннинг куч чизиқларига тавсиф беринг.
■6. Электр майдон куч чизиқларининг йұналиши қандай аниқланади?
■7. q_1 зарядининг ишорасини аниқланғ (19.9-расм).
■8. F_{12} ва F_{21} күчлардан қайси бири катта (19.9-расм)?
***9.** Электр майдон ёрдамида chanгни тозалаш мүмкінми?



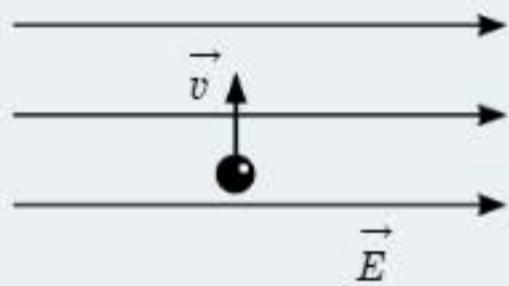
19.9-расм

**12-машқ**

1. Бир жинсли электростатик майдондаги заряд катталиги $5 \cdot 10^{-7}$ Кл. Майдон томонидан зарядга таъсир этувчи куч $2,5 \cdot 10^{-5}$ Н. Майдон кучланғанлығы қандай?

(Жавоб: 50 Н/Кл)

■2. Протон бир жинсли электростатик майдонга перпендикуляр йұналишда учеб кирди (19.10-расм). Протоннинг ҳаракати қандай үзгараради?



19.10-расм

***3.** Иккита бир хил металл шарнинг зарядлари мос равища $q_1 = q$ ва $q_2 = 5q$. Шарлар бир-бiriغا туташтирилғандан сұнг ажратиб, дастлабки масофага қўйилди. Улар орасидаги үзаро таъсир кучи модули неча марта ва қандай үзгараади?

(Жавоб: 1,8 марта ортади)

***4.** Массаси 0,1 мг chanг кучланғанлығи 1 кН/Кл бир жинсли электр майдонда "муаллақ" туриши учун унинг заряди қандай бўлиши керак?

(Жавоб: 1 нКл)

■5. Нуқтавий заряддан масофани 3 марта орттирсак, электр майдон кучланғанлығи қандай үзгараади?

(Жавоб: 9 марта камаяди)

■6. Электр майдон кучланғанлығи 250 Н/Кл бўлган нуқта 10 нКл нуқтавий заряддан қандай масофада жойлашган?

(Жавоб: 60 см)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

20-§. Электр майдон потенциали ва потенциаллар айрмаси



Таянч сүзлар:

- ✓ потенциал
- ✓ потенциаллар айрмаси



Бугинги дарсда:

- потенциаллар ва потенциаллар айрмасининг физик маъносини ўрганасиз ва тушиниб оласиз.

Электр майдоннинг иши. Электр майдонда жойлашган зарядга майдон томонидан электр кучи таъсир этади. Агар ана шу куч таъсирида заряд кўчса, у ҳолда майдон иш бажаради. Зарядни кўчиришда майдонга жойлашган иш катталигини ҳисоблаймиз. $\vec{F} = q\vec{E}$ электр кучи таъсирида q заряднинг 1 нуқтадан 2 нуқтага кўчишини кўриб чиқамиз (20.1-расм). Бу кучнинг иши:

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

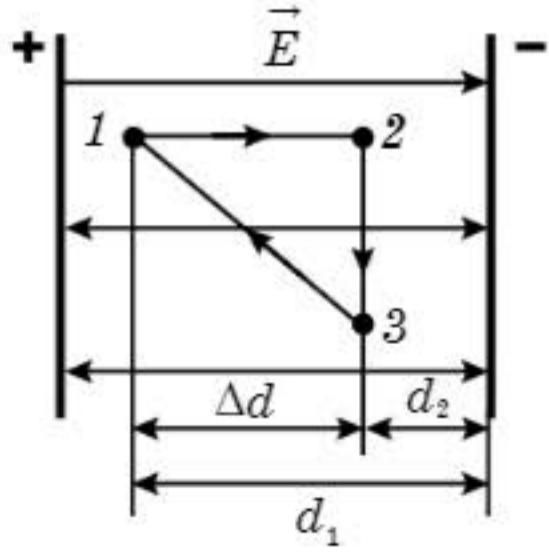
Заряд 2-нуқтадан 3-нуқтага кўчганда майдоннинг иши нолга тенг. Чунки куч кўчишга перпендикуляр таъсир этади. Демак, зарядни 1-нуқтадан 3-нуқтага 2-нуқта орқали кўчиришда майдоннинг иши ушбуга тенг:

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

Хосил бўлган формуланинг таҳлили қуйидаги хulosага олиб келади: 1) электр майдоннинг зарядни кўчиришда бажарадиган иши траекториянинг ишига боғлиқ эмас; 2) ёпиқ траекториянинг иши нолга тенг, чунки заряд бошлангич вазиятига қайтгани учун кўчиш нолга тенг.

Ушбу хоссаларга эга бўлган майдон **потенциал**, ана шу майдонларда таъсир этувчи куч **консерватив куч** деб аталади. Консерватив кучлар таъсир этадиган майдонда энергиянинг сақланиш қонуни бажарилади.

Электр майдондаги заряднинг потенционал энергияси. Потенциал энергияни факат консерватив кучлар учунгина аниқлаш мумкин. Икки нуқта орасида заррани кўчиришда бажариладиган бундай кучнинг иши танлаб олинган йўлга боғлиқ эмас. (20.1) формуладан электр майдоннинг иши заряднинг майдондаги бошланғич ва охирги вазиятлари билан аниқланадиган иккита катталиктининг айрмасига тенг. У траекториянинг шаклига боғлиқ эмас. Бу катталиклар электр майдондаги заряднинг бошланғич ва охирги потенциал энер-



20.1-расм

гиялари билан аниқланади. Электр майдондаги заряднинг потенциал энергияси:

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

Электр майдоннинг берилган нүктаси учун электростатик потенциал ϕ (фи) деб аталувчи физик катталик киритилган.

Электростатик потенциал — майдоннинг берилган нүктасида жойлашган бирлик мусбат синов зарядга эга бўлган потенциал энергия билан аниқланадиган электростатик майдоннинг скаляр, энергетик тавсифидир:

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

ХБ системасида потенциалнинг ўлчов бирлиги: $[\phi] = [V] = \left[\frac{\text{Ж}}{\text{Кл}} \right]$.

Бир жинсли электростатик майдон потенциалини ҳисоблаш формуласи:

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

Юқоридаги формулани инобатга олсак, электростатик майдоннинг иши:

$$A = q_0(\phi_1 - \phi_2). \quad (20.5)$$

$\phi_1 - \phi_2 = \frac{A}{q_0}$ катталик потенциаллар айирмаси $[U]$ деб аталади.

Потенциаллар айирмаси деб бирлик синов мусбат зарядни кўчиришида электр майдон бажарган иш билан аниқланадиган скаляр физик катталика айтилади.

Потенциаллар айирмаси, одатда,

$$U = \phi_1 - \phi_2$$

кўринишда ифодаланади. Шунинг учун электр майдоннинг иши:

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



1. Қандай майдон потенциал майдон деб аталади?
2. Потенциал майдоннинг асосий хоссаларини айтинг.
3. Электростатик майдон потенциали деганда нимани тушунасиз?
4. Потенциаллар айирмасининг физик маъноси қандай?
- 5. Мусбат зарядланган жисм яқинида зарядланмаган ўтказгич бор? Ўтказгичнинг потенциали мусбатми ёки манфий?
- 6. Қандай ҳолларда электр майдоннинг иши нолга тенг?

**13-машқ**

- Иккита ўтказгич 80 В ва –80 В потенциалгача зарядланган. 40 мкКл зарядни бир ўтказгичдан иккинчисига күчирғанда бу икки ўтказгичнинг майдони қандай иш бажаради?
(Жавоб: 6,4 мЖ)
- 4 мкКл зарядни потенциали 120 В бўлган нуқтага кўчириш учун 0,24 мЖ иш бажарилган. Электр майдондаги заряднинг бошланғич нуқтадаги потенциалини топинг.
(Жавоб: 180 В)
- 20 нКл заряд кўчирилганда майдон 2,8 мкЖ иш бажарди. Заряднинг потенциаллар айрмаси қандай?
(Жавоб: 140 В)
- Майдондаги 12 нКл заряд 2 мкЖ энергияга эга бўлса, ана шу майдондаги нуқта потенциалини топинг.
(Жавоб: 167 В)
- Потенциали 100 В нуқтадан 20 В потенциалли нуқтага 20 Нкл заряд кўчирилганда электр майдон қандай иш бажаради?
(Жавоб: 1,6 мкЖ)
- Кучланганлиги 5 кВ/м электр майдоннинг иши 10 мЖ бўлса, 40 мкКл заряд қандай масофага кўчирилган?
(Жавоб: 50 мм)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиредингиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси аҳборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси аҳборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

21-§. Ўтказгичлар ва диэлектриклар


Таянч сўзлар:

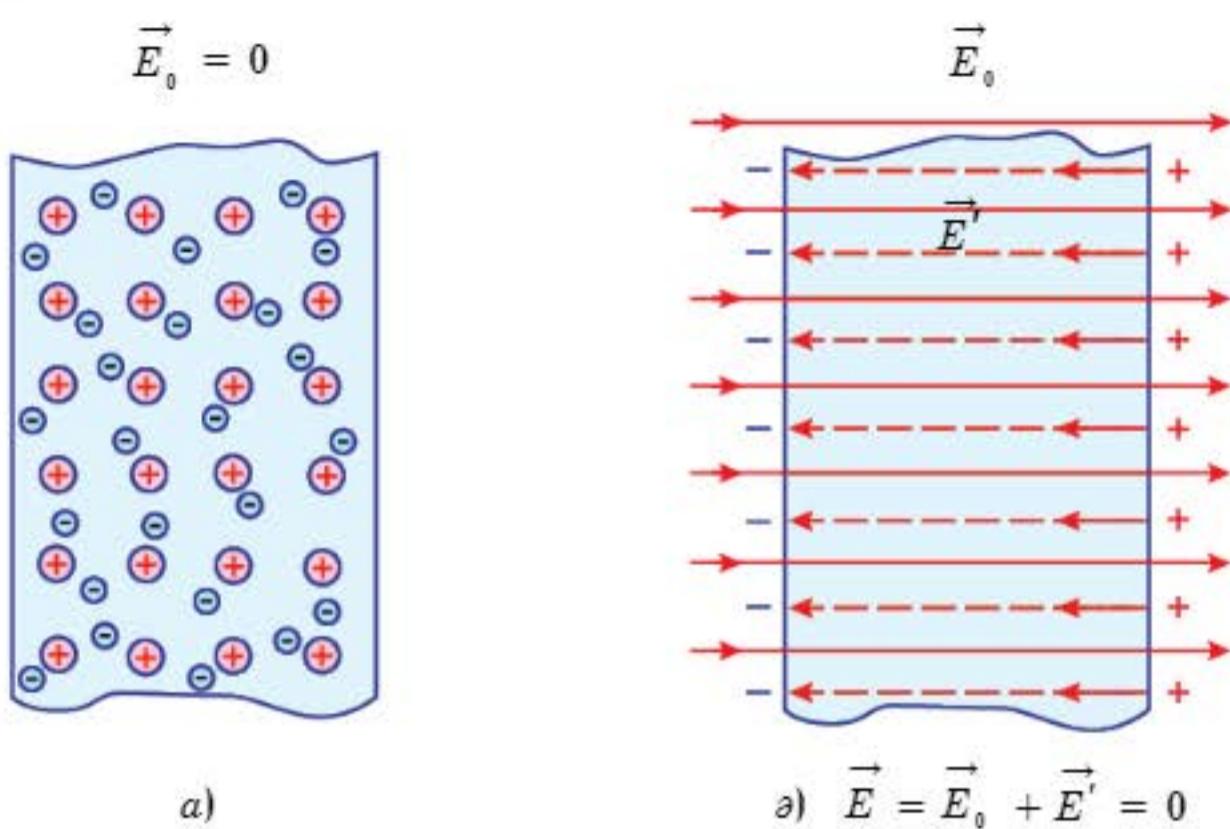
- ✓ **электростатик индукция**
- ✓ **диэлектриклар**
- ✓ **қутбланиш**

Бугунги дарсда:

- электр майдондаги ўтказгичлар ва диэлектриклар вазифалари билан танишасиз.



Ўтказгичлар. Барча моддалар молекулалардан таркиб топган бўлишидан қатъи назар, уларнинг ички тузилиши турличадир. Айрим моддалар эркин ҳаракатланувчи зарядланган зарраларга эга. Бундай моддалар ўтказгичлар деб аталади.



21.1-расм

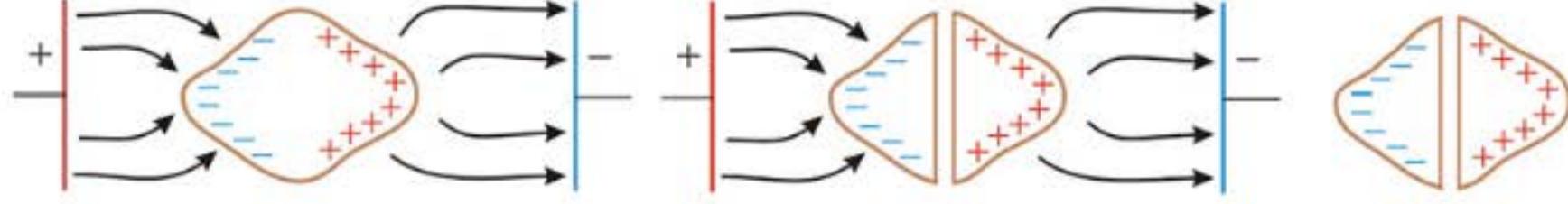
Агар ўтказгич электр майдонга жойлаштирилса, ундаги эркин зарядлар майдон таъсирида йўналтирилган ҳаракатга келади. Шундай қилиб, ўтказгичда электр токи пайдо бўлади.

Ўтказгич деб ўзидан ток ўтказадиган моддаларга айтилади. Металлар энг яхши ўтказгичлар ҳисобланади. Металлардаги зарядланган зарралар — эркин электронлар. Модомики, электронлар манфий зарядга эга экан, уларга электр майдон томонидан электр майдон кучланганилигига қарама-қарши йўналган куч таъсир қиласи. Айнан шу сабабли электр майдондаги металл ўтказгичда электронлар унинг бир томонида тўпланади. Ўтказгич ичида унинг хусусий электр майдони пайдо бўлади. Бу майдоннинг кучланганилиги модули жиҳатдан ташки майдон кучланганилигига teng. Шунинг учун ўтказгич ичидаги натижавий майдон кучланганилиги нолга teng (21.1-а расм). Демак, ташки майдон таъсирида ўтказгичдаги зарядлар тартибга келиб, унинг сиртида тўпланади (21.1-б расм).

Агар ўтказгич электр майдондан олинмай, иккига бўлинса, ҳар хил ишорали зарядланган иккита ўтказгич ҳосил қиласиз (21.2-расм).

Ўтказгичдаги зарядларнинг қайта тақсимланиб, натижада унинг ичидаги электр майдон кучланганилиги нолга teng бўлишии электростатик индукция деб аталади.

Зарядлар мувозанатлашганда ўтказгич ичидаги электр майдон кучланганилиги нолга teng бўлади: $E = 0$.



21.2-расм



21.3-расм

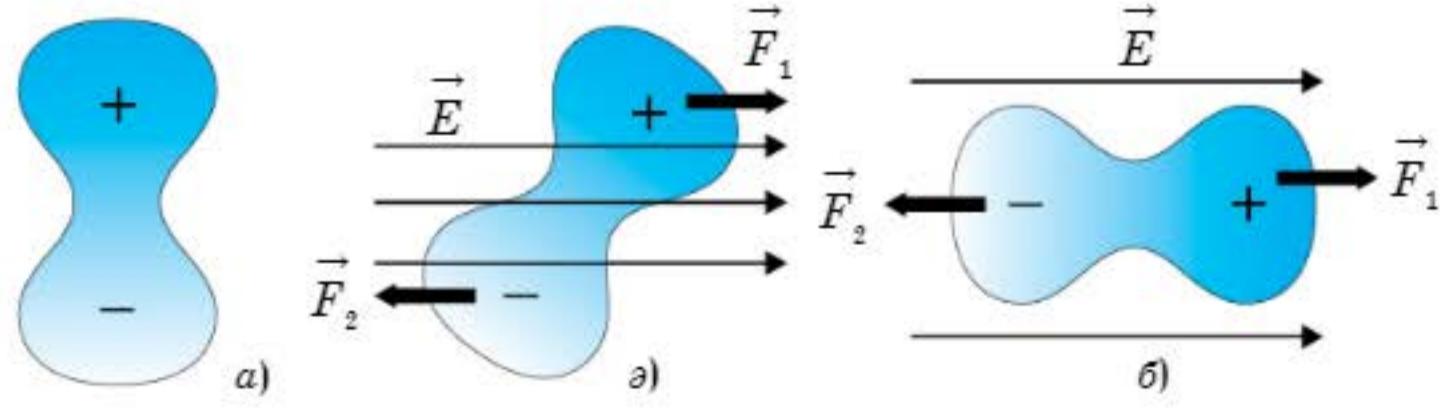
Электростатиктатик мұхофаза. Зарядлар мувозанатлашгандың электр майдон күчланғанлиги нафақат изоляцияланған яхлит үтказгичда, балки ичи бүш үтказгичларда ҳам нолга тенг бўлади. Шунинг учун бир жинсли зарядланған сфера ичида күчланғанлик нолга тенг (агар сфера ичида зарядланған жисмлар мавжуд бўлмаса).

Электр майдондаги үтказгичларнинг ушбу хоссасидан электростатик мұхофазада фойдаланилади. Масалан, электр майдонга сезгир асбоблар ясалғанда улар металл корпусга жойлаштирилади. Корпуснинг деворлари яхлит бўлиши шарт эмас. Унинг ўрнига “Фарадей тўри” деб аталувчи металл тўрдан фойдаланиш ҳам мумкин (21.3-расм).

Электрростатик мұхофазалардан кучли электр майдонда ишлайдиган кишиларнинг хавфсизлигини таъминлаш учун фойдаланилади.

Яшинқайтаргич. Иншоотлар ва кемаларни яшиндан саклайди. Унинг ишлаш тамойили қуйидагича: яшинқайтаргичнинг металдан ясалған үткир учи электрланған моддалардан электрни ўзига тортиб олишга асосланган.

Яшинқайтаргич — имаратларнинг устида ўрнатилған бир ёки бир неча үткир учи металл таёқчалардан иборат. Таёқчаларнинг үткир учи юқорига қаратилиб, иккинчи учи ерга уланади. Момақалдирикли булут металл таёқчалар орасидан үтганда ўзининг электр хоссасини йўқотади. Электр разряди кучсиз ёруғлик чиқариб, товушсиз үтиши ёки металл таёқчани яшин урганда қаттиқ гумбурлаши мумкин.



21.4-расм

Диэлектриклар. Диэлектрикларда эркин заряд мавжуд әмас. Бу диэлектрикларда зарядланган заралар мутлақо мавжуд әмас деганни билдирмайды. Бошқа моддалардаги каби диэлектрикларнинг атом ва молекулаларида мусбат зарядлы ядро ва манфий зарядлы электрон бор. Атомлар ва молекулаларнинг зарядлари бир-бири билан кучли боғланган. Бундай зарядлар боғланган зарядлар деб аталади.

Диэлектрикларни электр майдонга киритганда электр майдон таъсирида боғланган зарядлар майдон чизиқлари бўйлаб жойлашади (21.4-расм).

Шундай қилиб, ташқи электр майдон таъсирида диэлектрик ларнинг молекулалари ташқи электр майдоннинг кучланганлиги йўналиши бўйлаб жойлашади.

Бу ҳодиса диэлектрикнинг қутбланиши деб аталади. Диэлектрикнинг қутбланиши натижасида унинг юза қисмида зарядлар пайдо бўлади (21-расм). Бу зарядлар ўзаро боғланган, чунки улар фақат молекулалар ичидаги кўчиш туфайли пайдо бўлган. Ўтказгичларда эса эркин электронлар ўтказгич бўйлаб ҳаракат қиласди.

Қутбланиш натижасида диэлектрик ичida пайдо бўлган мусбат ва манфий зарядлар бир-бирини мувозанатлайди (21.6-расм). Диэлектрик сиртида эса бундай мувозанат йўқ. Шунинг учун сиртқи зарядлар пайдо бўлади.

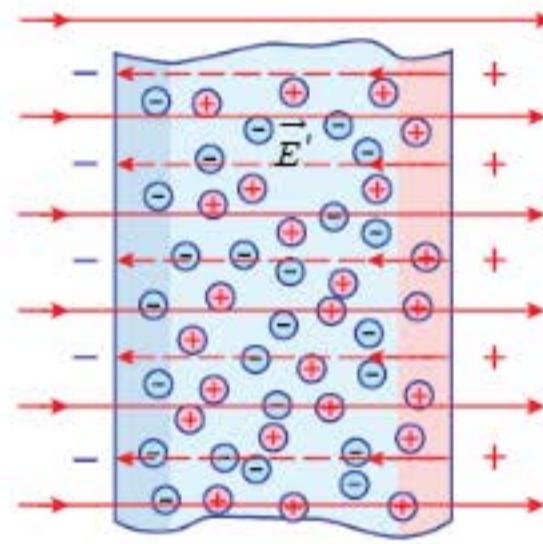
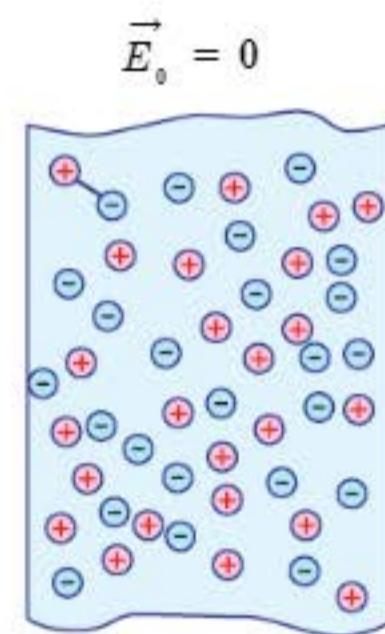
21.6-расмда диэлектрикнинг қутбланиши натижасида унинг сиртида пайдо бўлган бошқа боғланган зарядлар схемаси (чизмаси) келтирилган.

Шундай қилиб, диэлектрикнинг қутбланиши натижасида диэлектрик ичидаги электр майдон кучланганлиги камаяди.

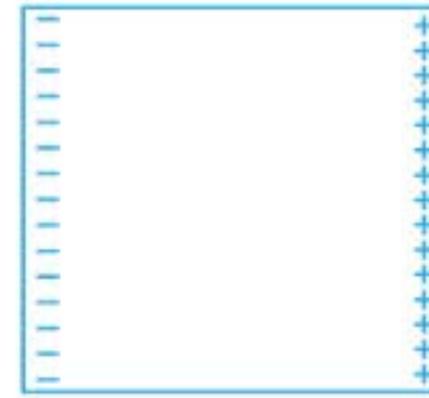
Қутбланиш натижасида зарядланмаган диэлектриклар зарядланган жисмларга зарядларининг ишорасидан қатъи назар, уларга тортилади.

Бир жинсли диэлектрик ичидаги ташқи электр майдон кучланганлиги неча марта камайишини кўрсатувчи физик катталик нисбий **диэлектрик сингдирувчанлик** деб аталаади ва ϵ (эпсилон) ҳарфи билан белгиланади.

Турли моддаларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги бир-биридан фарқ қиласди. Масалан, ҳавода $\epsilon = 1,0006$, уни $\epsilon = 1$ деб



21.5-расм



21.6-расм

олиши мүмкін. Бошқа газларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги ҳам $E \approx 1$. Буни газларда молекулалар концентрациясининг камлиги билан изохлаш мүмкін.

Суюқликлар ва қаттық жисмларнинг аксарият қисміда $\epsilon > 1$. Сувнинг диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon = 81$.



1. Қандай жисмлар ўтказгичлар деб аталаdi? Мисоллар келтириңг.
2. Электр майдондаги ўтказгичда қандай ўзгаришлар бўлади? Электр майдондаги ўтказгичларнинг эркин электронлари қандай йўналишда ҳаракатланади?
- 3. Ўтказгич заряди ҳосил қилган майдон ташқи майдонга қарама-қаршии йўналади. Нима учун?
4. Диэлектрик деб қандай жисмларга айтилади? Мисоллар келтириңг.
- 5. Диэлектрикнинг қутбланишини тушунтириңг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиредингиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

22-§. Электр сиғими. Конденсатор



Таянч сўзлар:

- ✓ **электр сиғими**
- ✓ **конденсатор**
- ✓ **фарад**

Бугунги дарсда:

- конденсаторнинг тузилиши ва вазифасини билиб оласиз.



Электр сиғими. Ўтказгичга q электр заряди берилса, унинг сиртидаги потенциал ϕ бўлади. Агар ўтказгичдаги заряд катталиги $2q$ га орттирасак, потенциал ҳам 2ϕ га ортади. Бу ўтказгичнинг заряди қанча кўп бўлса, унинг сиртидаги потенциал ҳам шунча кўп бўлишидан далолат беради.

Пропорционаллик коэффициенти ўтказгичнинг *электр сиғими* (C) деб аталади.

Ўтказгичнинг *электр сиғими* унинг потенциалини 1 В га орттириши учун ўтказгичга қандай заряд бериш кераклигини кўрсатувчи физик катталик:

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

ХБ системасида *электр сиғими*нинг ўлчов бирлиги *фарад* (Φ):

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

1 Ф үтказгичнинг потенциали 1 В га тенг бўлиш учун үтказгичга бериладиган заряд катталигини кўрсатади. 1 Ф — жуда катта сифим. Тахминан радиуси $9 \cdot 10^9$ км бўлган шар сифимига тенг. Шунинг учун ҳам амалиётда сифим *микрофарад* (мкФ) ва *нанофарад* (нФ) орқали ўлчанади:

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

Конденсатор. Қопламалар деб яssi конденсатор пластиналариға айтилади. Қопламалар шаклидаги изоляцияланган үтказгичга зарядланмаган үтказгични яқинлаштиrsак, зарядланган үтказгич потенциали камаяди. Зарядланмаган үтказгични узоклаштиrsак биринчи заряд дастлабки қийматини қабул қиласи. Мазкур тажриба шуни кўрсатадики, үтказгичнинг электр сифими унга бошқа үтказгични яқинлаштирганда ортар экан. Агар үтказгичлар орасига қаттиқ диэлектрик, масалан, слюда жойлаширилса, у ҳолда биринчи үтказгичнинг потенциали камаяди, заряди эса ўзгармайди. Бинобарин, үтказгичлар орасига қўйилган қаттиқ диэлектрик берилган системанинг электр сифимини орттиради.

Юпқа диэлектрик қатлам билан ажратилган иккита үтказгичдан иборат система конденсатор (лотинча “condensare” — зичламоқ, қуюқлаштириш) деб аталади. Конденсатор яккаланган үтказгичга қараганда жуда катта электр сифимига эга бўлади.

Конденсаторнинг электр сигими деб үтказгичлардан бирининг զаряди билан үтказгичлар орасидаги U потенциаллар айрмаси нисбатига тенг физик катталикка айтилади.

Конденсаторнинг сифими:

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

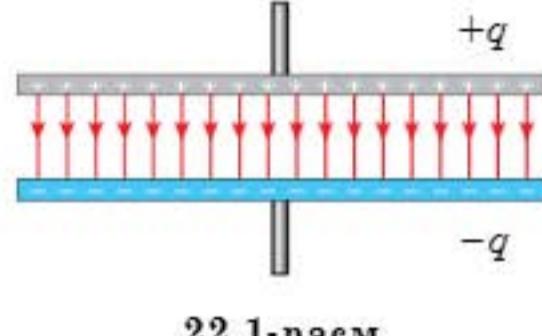
Конденсаторнинг сигими унинг тузилишига боғлиқ. Агар қопламалар яssi ва ўзаро пареллел жойлашса, улар яssi конденсаторлар деб аталади (22.1-расм).

Яssi конденсаторнинг зарядланган қопламалардан ҳар бири конденсатор сирти яқинида электр майдон ҳосил қиласи. Бу майдонлар конденсатор қопламалари орасида тўпланган.

Яssi конденсаторнинг сифими заряд катталигига эмас, диэлектрикнинг қалинлиги ва қопламаларнинг юзига боғлиқ:

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

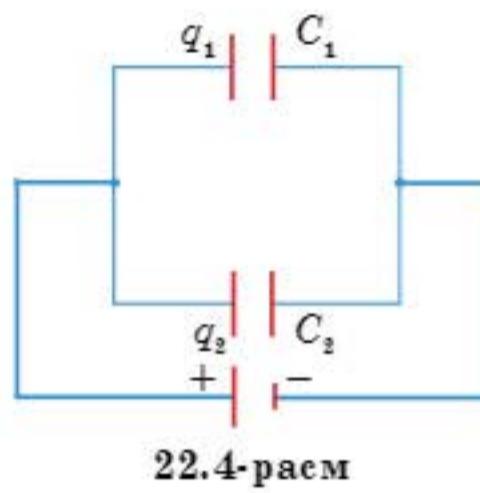
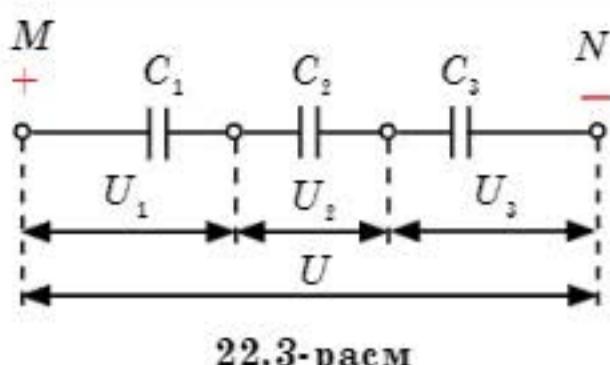
бу ерда S — бир хил иккита қопламалардан бирининг юзи, d — қопламалар орасидаги мақсода, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электр доимийси, ϵ — конденсатор қопламалар орасидаги фазодаги (мухитнинг) модданинг диэлектрик сингдирувчанлиги.



22.1-расм



22.2-расм



22.2-расмда конденсатор турлари күрсатылған.

Чизмада конденсатор -| | белги билан белгиланади.

Зарядланған конденсатор электр энергияға эга. У қуйидаги формуладан топылади:

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

Конденсаторлар электр энергияни тұплашва дархол разрядлашда (фото чақнаш) үзгармас ва үзгарувчан тұпни ажратиш учун түғирләгічларда, тебраниш контурларида ва бошқа радиоэлектрон асбобларда фойдаланилади.

Конденсаторларини бир-бирига улаш мүмкін. Бунда уларнинг умумий сиғими уланиш усулиға боғлиқ бўлади.

Конденсаторларни кетма-кет улаш. Кетма-кет уланганда барча конденсаторларининг зарядлари бир хил бўлади (22.3-расм).

Бундай уланган конденсаторларда:

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

Кетма-кет уланганда конденсаторларининг умумий кучланиши ҳар бир конденсаторлар кучланишининг йиғиндиcига тенг бўлади, конденсаторнинг умумий сиғими эса камаяди.

Конденсаторларни параллел улаш. Конденсаторлар параллел уланганда барча конденсаторларининг кучланиши бир хил бўлади (22.4-расм).

Бундай уланган конденсаторларда:

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

Параллел уланганда умумий заряд барча конденсатор зарядларининг йиғиндиcига, сиғим эса алоҳида конденсаторлар сиғимларининг йиғиндиcига тенг.

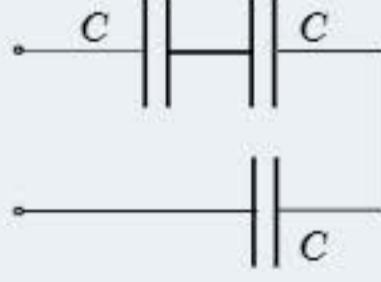


1. Үтказгичнинг электр сиғими $C = 40 \text{ нФ}$. Бу нимани билдиради?
2. Диэлектрик жисмнинг сиғими ҳақида нима дейиш мүмкін?
3. Конденсатор нима?
4. Қандай ҳолда металл үтказгичлар конденсатор ҳосил қиласы?
5. Конденсатор заряди деганда нима тушинилади?
6. Зарядланған конденсаторлар энергияга өзге эканлигини қандай тажрибалар орқали исботлаш мүмкін?
- *7. a) Иккила қолламанинг ҳам заряди 2 марта орттирилса; б) битта қолламанинг заряди үзгаришсиз қолдирилиб, иккинчиси 3 марта камайтирилса, яси конденсаторнинг сиғими қандай үзгаради?
- *8. Зарядланған конденсатор ток манбаидан ажратылған, агар унинг сиғими 3 марта орттирилса, энергияси қандай үзгаради?
- *9. Сиғимлари бир хил иккита конденсатор берилган, конденсаторлар сиғимини a) 2 марта орттириши; б) 2 марта камайтириши учун улар қандай уланиш керак?

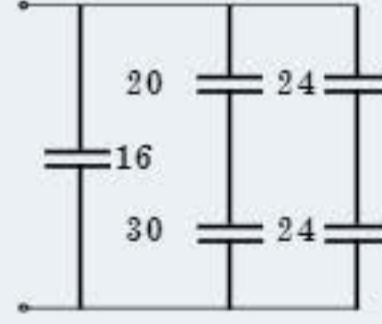


14-машқ

- 1.** Сиғимлари $C_1 = 300 \text{ пФ}$, $C_2 = 40 \text{ пФ}$ ва $C_3 = 100 \text{ пФ}$ бўлган учта конденсатор кетма-кет уланиб, 160 В кучланишнинг ток манбаига уланган. C_2 сиғимили конденсаторнинг U_2 кучланишини топинг. (Жавоб: 104 В)
- 2.** 22.5-расмдаги каби уланган конденсаторлар батареясининг сиғими қандай? Ҳар бир конденсаторнинг сиғими 4 мкФга тенг. (Жавоб: 1,33 мкФ)
- 3.** Сиғими 5 нФ, қопламалари орасидаги потенциаллар айрмаси 400 В бўлган зарядланган конденсатор энергияси қандай? (Жавоб: 400 мкЖ)
- 4.** Қопламалари орасидаги потенциаллар айрмаси 120 В бўлиши учун конденсаторга қандай заряд берилиши керак? (Жавоб: 1,2 мКл)
- 5.** Конденсаторга 0,4 мкКл заряд берилганда унинг қопламалри орасидаги потенциаллар айрмаси 800 В бўлди. Конденсаторнинг сиғими қандай? (Жавоб: 0,5 нФ)
- *6.** Конденсаторлар сиғимининг қиймати нФ да берилса, конденсаторлар батареясининг сиғимини топинг (22.6-расм). (Жавоб: 40 нФ)
- *7.** Ясси конденсатор ҳар бир қопламасининг юзи 520 см^2 га тенг. 12 В кучланишли ток манбаига уланганда қопламаларда 55,2 нКл заряд пайдо бўлиши учун қопламаларни ҳавода бир-биридан қандай масофада жойлаштириш керак? (Жавоб: 0,1 мм)
- *8.** Ясси конденсатор ҳар бирининг юзи 59 см^2 бўлган қопламалардан иборат. Улар орасида шиша қатлам жойлашган. Электр майдон кучланганлиги 10 МВ/м бўлганда конденсатор қатлами тешилса, конденсатор қандай максимал заряд тўплаши керак? (Жавоб: 5,22 нКл)
- *9.** Импульсли фоточақнашда лампа 800 В кучланишили ва 800 мкФ сиғимили конденсатордан таъминланади. Агар разряднинг давомийлиги 2,4 мс бўлса, чақнаш энергиясини ва қувватни ҳисобланг. (Жавоб: 256 Ж; 107 кВт)



22.5-расм



22.6-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантириди?

Бобнинг асосий мазмунни

Электростатика асослари

Жисм электрон қўшиб олганда *манфий*, электрон йўқотганда эса *мусбат* зарядланади. Электрланиш пайтида заряд пайдо бўлмайди, фақат ўзаро қайта тақсимланади. Жисмни ишқалаш ёки зарядланган жисмга текказиш орқали электрлаш мумкин. Электр ҳодисаси зарядни сақланиш қонунига бўйсинади:

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

Моддалар электр токини ўтказиш қобилиятига кўра *ўтказгичлар* ва *диэлектрикларга* бўлинади. Ўтказгичларда зарядланган эркин зарралар мавжуд бўлади, диэлектриклар боғланган зарялардан иборат. Шунинг учун диэлектриклар изоляторлар сифатида қўлланилади.

Бир хил ишорали зарядлар бир-биридан итарилади. Турли ишорали зарядлар эса, аксинча, бир-бирига тортилади. Зарядларнинг ўзаро таъсири кучини Кулон қонуни ёрдамида топиш мумкин:

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

Электр таъсири электр майдон воситасида амалга оширилади. Электр майдон куч чизиклари орқали тасвирланади. Уларнинг йўналиши кучланганлик вектори йўналиши билан бир хил бўлади. Электр майдон кучланганлиги куч тавсифига эга:

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

Электр майдон потенциали энергетик тавсифига эга:

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

Конденсатор *электр сигими* деб аталувчи катталик билан тавсифланади. Конденсаторнинг электр сифими — конденсатор қопламаларидан бири заряди модулининг улар қопламалари орасидаги потенциаллар айирмасига нисбати билан аниқланувчи физик катталик:

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

Зарядланган конденсатор энергияси:

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

Конденсаторларни улаш	
Кетма-кет	Параллель
1. $q = q_1 = q_2 = q_3$	1. $q = q_1 + q_2 + q_3$
2. $U = U_1 + U_2 + U_3$	2. $U = U_1 = U_2 = U_3$
3. $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	3. $C = C_1 + C_2 + C_3$

Үзгартас электр токи

5 -БОБ

Хозирги кунда ҳаётимизни телевизор, компьютер, кир ювиш машинаси, электр лампа ва бошқа электр асбобларисиз тасаввур қила олмаймиз.



Электр асбоблари қандай шилайди? Улар нинг шилашини қандай қонунлар тавсифлайди?



Хозирги пайтда ишлаб чиқаришнинг барча соҳалари, жумладан, қишлоқ хўжалиги, транспорт, нефть саноати соҳаси ва ҳ.к. электр энергиясиз фаолият юрита олмайди.



Электр энергияси қандай ҳосил қилинади? Электр энергиянинг қандай муқобил манбалари мавжуд?



5

23-§. Электр токи. Электр токи манбалари



Таянч сүзлар:

- ✓ **электр токи**
- ✓ **ток манбай**
- ✓ **ЭЮК**
- ✓ **ички қаршилик**



Бугунги дарсда:

- ток манбай ишини, электр токининг пайдо бўлиш шартларини тушунтиришни ўрганасиз.

Маълумки, электр майдондаги зарядланган зарраларга электр кучлари таъсир қиласи.



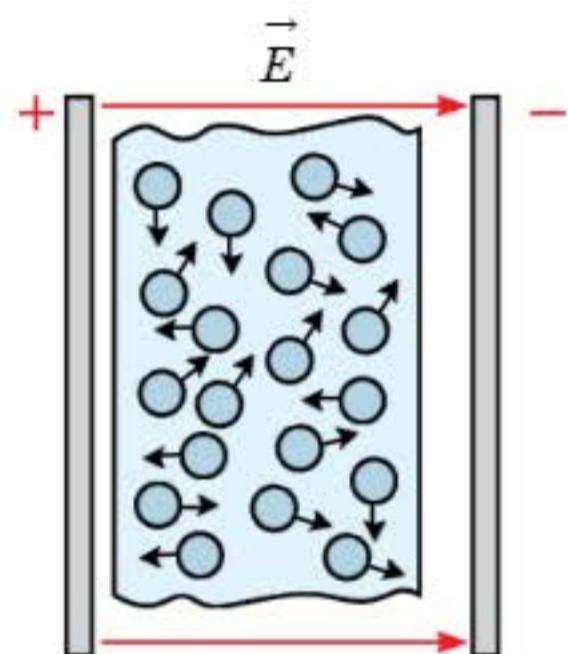
Турли ишорали зарядланган чексиз узун иккита пластина вужудга келтирган электр майдонга дастлаб нейтрал зарраларни, кейин мусбат зарядланган зарраларни, сўнгра электронларни киритамиз. Барча ҳолларда зарралар иссиқлик (хаотик) ҳаракатида иштирок этади. Унинг жадаллиги (интенсивлиги) ҳароратга боғлиқ бўлади (23.1-расм).

Иккинчи, учинчи ҳолларда зарраларнинг хаотик ҳаракатига пластиналар ҳосил қилган майдон томонидан куч таъсир қилиб, улар тартибли ҳаракатга келади (23.2-расм).

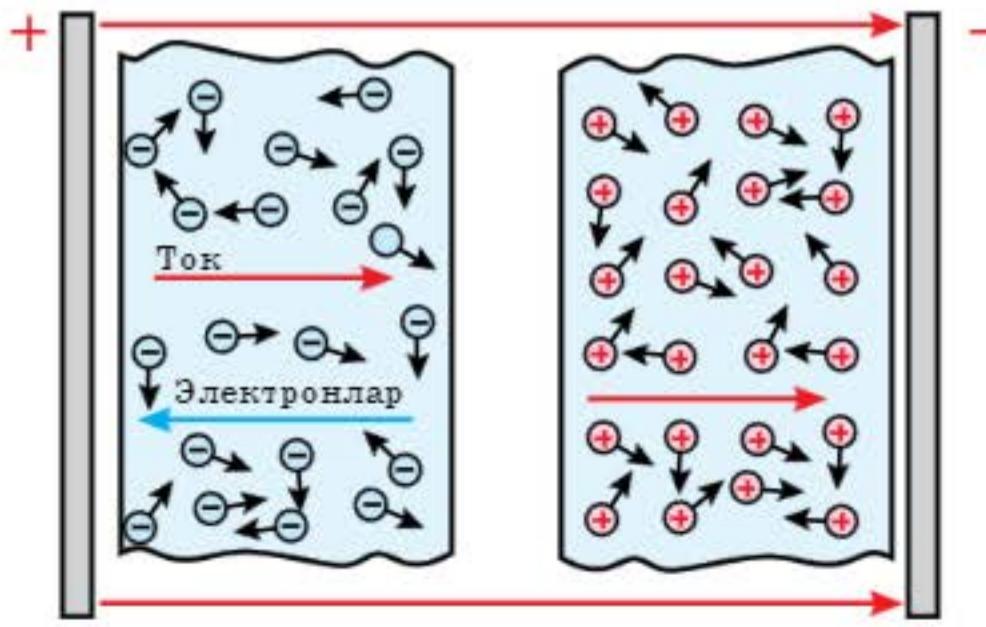
Зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракати электр токи деб аталади.

Электр токи майда чивинлар галасига шу қадар ўхшайдики, гарчи улар шамол йўналишида ҳаракатлансанда, галадаги ҳар бир чивин тартибсиз, турли йўналишда ҳаракатланади.

Электр токининг йўналишига шартли равишда ўтказгичдаги мусбат зарядларнинг йўналиши қабул қилинган.



23.1-расм

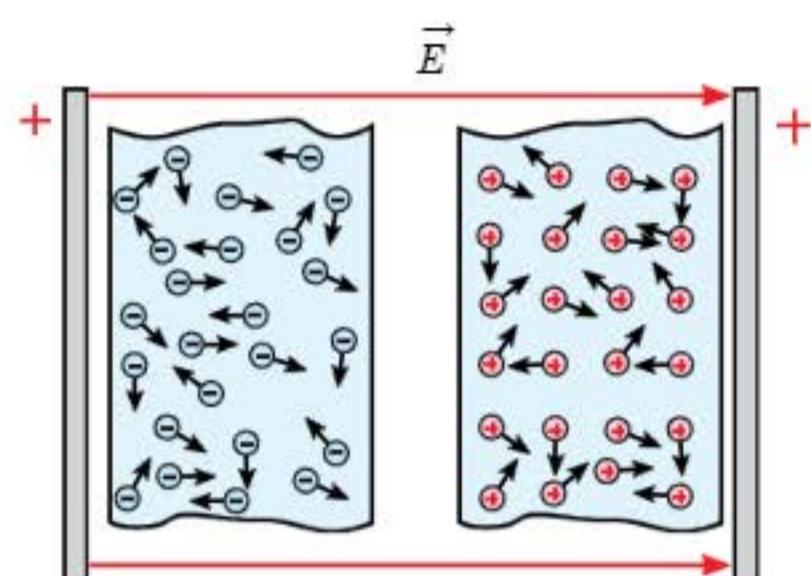


23.2-расм

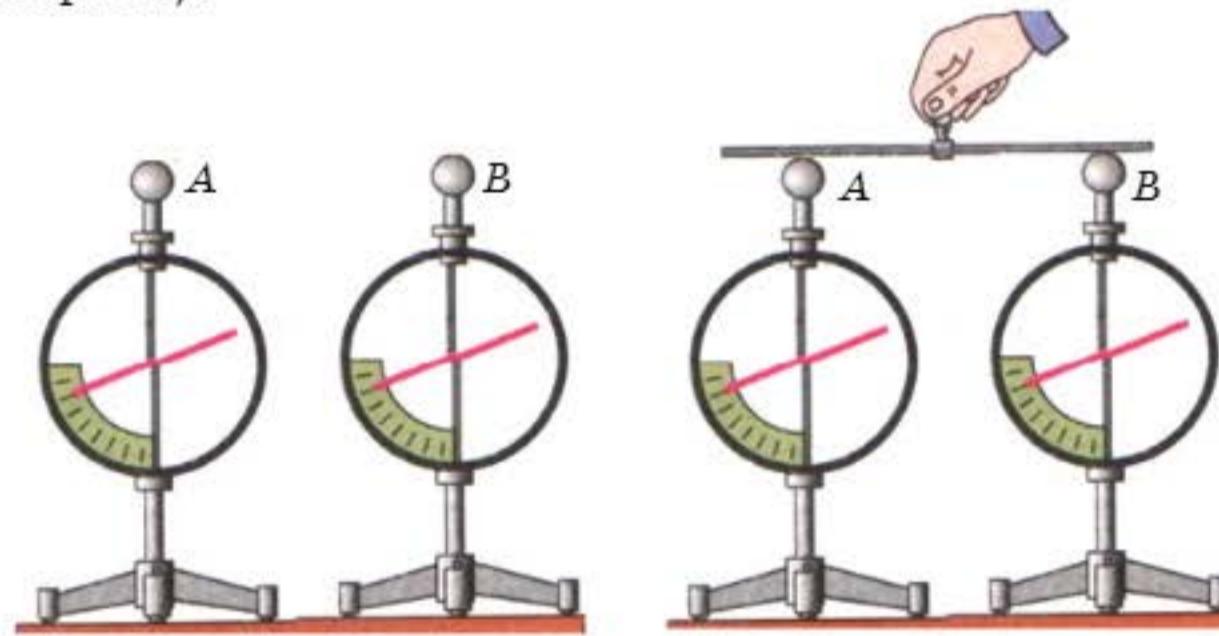
Агар пластиналар бир хил миқдордаги бир хил ишорали зарядлар билан зарядланган бўлса, зарраларнинг тартибли ҳаракати кузатилмайди (23.3-расм). Буни тажриба орқали исботлаш мумкин.

Иккита электрометр ўзакларини потенциалларининг катталиклари ва ишораларини бир хил зарядлаймиз. Сўнгра уларни металл таёқча билан улаймиз. У ҳолда электрометрларнинг кўрсаткичи ўзгармайди (23.4-расм). Демак, занжирда электр токи ҳосил бўлмайди.

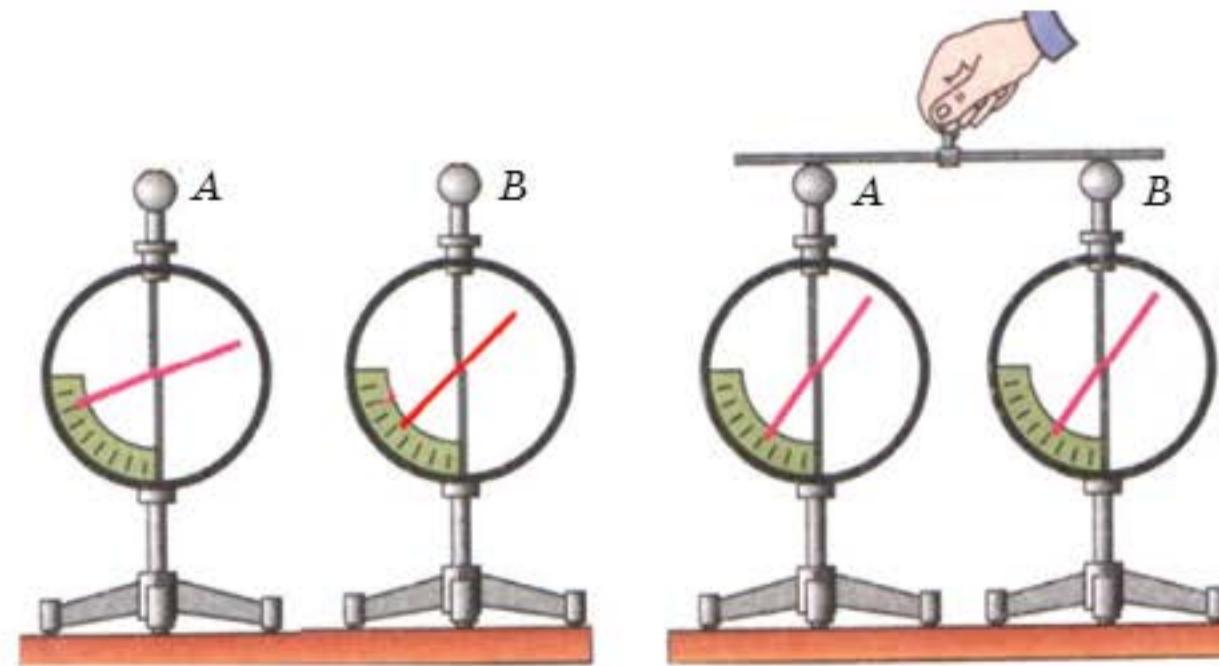
Энди электрометрларга турли потенциаллар берилиб, зарядлагандан сўнг уларни металл таёқча билан уласак, ўзаклардаги зарядлар қайта тақсимлана бошлайди. Бу жараён ўзакларнинг потенциаллари тенглашгунига қадар давом этади. Уни электрометрларнинг кўрсатишлари аниqlайди. Потенциаллар тенглашгунига қадар занжирда электр токи оқади (23.5-расм).



23.3-расм



23.4-расм



23.5-расм

Хаёлан ва аниқ ўтказилган тажрибалар бўйича хулоса чиқарган ҳолда электр токи мавжуд бўлиши учун иккита шарт бажарилиши лозимлигига ишонч ҳосил қиласиз:

1. *Муҳитда зарядланган эркин зарраларнинг мавжуд бўлиши.*
2. *Зарядланган зарраларни ҳаракатга келтирувчи электр майдоннинг мавжуд бўлиши.*

Фараз қиласиз, берилган муҳитда (масалан, металл) зарядланган эркин зарралар мавжуд. Электр майдон мавжуд бўлмаганда зарралар тартибсиз ҳаракатланиб, улар иссиқлик ҳаракатининг тезлиги ҳароратга боғлиқ ҳолда ўзгаради. Агар ушбу муҳитда электр майдон вужудга келтирилса, у ҳолда зарядланган зарраларга электр кучи таъсир қиласи. Электр кучи таъсирида зарралар тартибсиз ҳаракатини сақлаб, муайян йўналишда ҳаракатланади. Агар муҳитда зарядланган зарралар бўлмаса ток ҳам бўлмайди. Шунинг учун ҳамма муҳитлар электр токини ўтказадиганлар (ўтказгичлар) ва ўтказмайдиганлар (диэлектриклар)га бўлинади.

Ток манбалари. Ўтказгич ичида муттасил электр майдон мавжуд бўлиши учун ўтказгичлар учида потенциаллар айирмаси бўлиши лозим. Бунинг учун бирор бир энергия турини электр энергияга айлантирадиган қурилма зарур. Бундай қурилмалар *ток манбалари* деб аталади. Бунда ток манбаи ичида ноэлектрик табиатга эга куч (улар ташқи кучлар деб аталади) таъсирида зарядларнинг бўлиниши содир бўлади. Натижада зарядлар ток манбаи қисқичларида тўпланади. Ток манбаи ичида ташқи кучлар зарядларни кўчиришда иш бажаради ва шунинг ҳисобига ток манбалари қисқичларида доимий потенциаллар айирмаси вужудга келади.

Ётиқ занжирда бирлик мусбат зарядни кўчириша ташқи кучларнинг бажарган иши электр юритувчи куч (ЭЮК) деб аталади.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{em}}{q_0},$$

Электр юритувчи куч \mathcal{E} ҳарфи билан белгиланади ва ХБ системасида ЭЮК нинг ўлчов бирлиги вольт (В).

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

Ток манбаи қандай энергия турини электр энергияга айлантиришига боғлиқ ҳолда 23.1-жадвалдаги каби турларга бўлинади.

23.1-жадвал

Энергия айланиши	Ток манбаларининг номлари
Механик энергия электр энергия айланади	Электрофор машиналар, генератор
Ички энергия электр энергияга айланади	Термоэлемент
Ёруғлик энергияси электр энергияга айланади	Фотоэлемент, қуёш батареялари
Кимёвий энергия электр энергияга айланади	Гальваник элемент, аккумулятор, батареялар

БУ ҚИЗИҚ!

XVIII асрғача барча ток манбалари ишқаланиш орқали электрланишга асосланған эди. Энг самарали ток манбай электрфор машинаси бўлди. Унинг дисклари қарама-қарши йўналишда айланади ва чўткаларининг дискка ишқаланиши натижасида кондукторларида қарама-қарши ишорали зарядлар тўпланади (23.6-расм).

Ток манбанинг иккинчи бир тури гальваник элементлари. Сульфат кислота эритмаси қўйилган идишга рух ва мис электродлар жойлаштирилади (23.7-расм). Рух атомлари сульфат кислота билан фаол ўзаро таъсирлашади ва рух ионлари ундан узилиб чиқади. Шунинг учун рух манфий зарядланади. Мис кислота билан кучсиз таъсирлашгани учун мусбат зарядга эга бўлади. Шу тариқа электродлар орасида потенциаллар айримаси вужудга келади.

Икки турли металл ўтказгич бирлаштирилиб, ўша бирлаштирилган жойи қиздирилса, электр токи ҳосил бўлади (23.8-расм). Баъзи селен, германий, кремний, мис оксиди каби моддалар ёритилганда ҳам потенциаллар айримаси ҳосил бўлади. Қуёш батареялари шу тариқа ишлайди (23.9-расм). Ток манбанинг бошқа турлари — аккумулятор 23.10-расмда берилган.

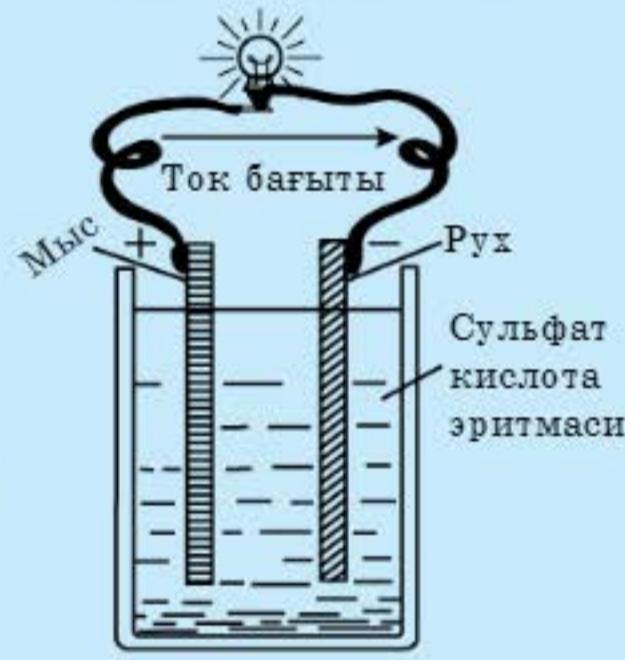
ТОК МАНБАНИНГ БАЪЗИ ТУРЛАРИ

Электрофор



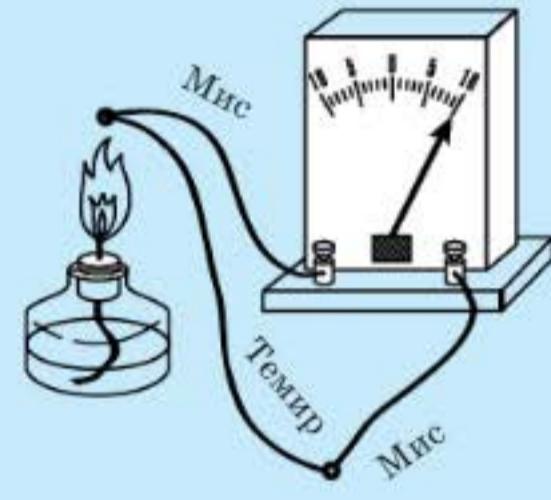
23.6-расм

Гальваник элемент



23.7-расм

Термоэлемент



23.8-расм

Қуёш батареяси



23.9-расм

Аккумулятор



23.10-расм



23.11-расм

Ташқи күчлар ҳисобига ток манбаида электр энергия түпланади. Түпланаган энергиядан фойдаланиш учун ток истеъмолчиси керак. Ток манбаи, истеъмолчи, улагич қурилмалар бир-бирига үтказгич орқали уланади (23.11-расм).

Ток манбаи электр юритувчи кучдан ташқари ички қаршилик билан ҳам тавсифланади. Ток манбаи ичида ҳаракатланган зарядлар ток манбаи қаршилигини енгади.



1. Электр токи деганда нимани тушунасиз?
2. Занжирда ток ҳосил бўлиши учун қандай шартлар бажарилиши керак?
3. Ўтказгичдаги электронлар ҳаракатининг йўналиши қандай? Токнинг йўналиши-чи?
4. Ташқи күчлар деб нимага айтилади?
- 5. Электр занжирдаги ток манбанинг роли қандай?
6. Ток манбани тавсифловчи катталик қандай?
- 7. Ток манбаи, электр юритувчи кучнинг физик маъноси қандай?
8. Ток манбанинг ички қаршилиги деганда нимани тушунасиз?
- 9. Ток манбаидаги 9 В ёзуви нимани билдиради?
- 10. Ток манбанинг электр юритувчи кучи 4,5 В бўлса, 1,5 Кл зарядни кўчиришда ташқи күчлар бажарадиган ишни топинг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

24-§. Электр занжири ва унинг таркибий қисмлари. Ток кучи. Кучланиш



Таянч сўзлар:

- ✓ **электр занжири**
- ✓ **ток кучи**
- ✓ **куchlаниш**

Бугунги дарсда:

- электр схемаларни графикравиша тасвиrlашда электр занжири элементларига шартли белгилар қўлланишни;
- кучланиш ва ток кучининг физик маъносини тушунтиришни ўрганасиз.



Токнинг таъсири. Электр токи қаршиликни бартараф қилиш учун узлуксиз энергия сарфлаган ҳолда оқади. Бу энергияни электр энергия манбаи етказиб беради. Бунда механик, кимёвий, иссиқлиқ ва бошқа энергия турларининг электр энергиясига айланиш жараёни содир бўлади.

Электр токи истеъмолчилар орқали (лампа, электр плиталари, чангютич, электр ҳаракатлантиргичлар ва ҳ. к.) ўтганда унинг иссиқлик, магнит, кимёвий таъсири кузатилади, яъни электр токи иш бажаради.

Ток ўтказгич узунасига ўтганда, ўтказгич қизиди. Бу — токнинг иссиқлик таъсиридир. Бу таъсир электр иситиш асбобларида аниқ намоён бўлади (24.1-расм).



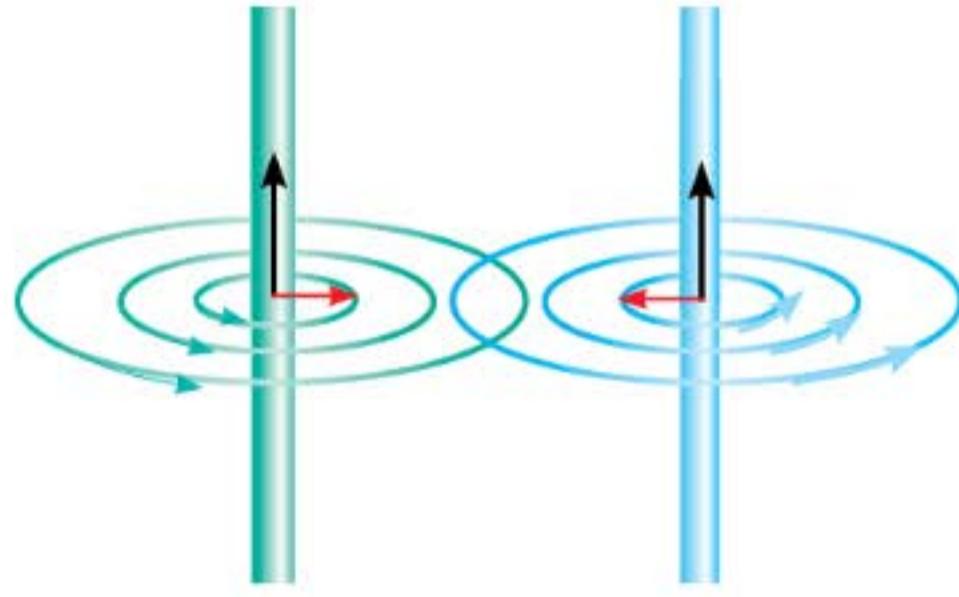
24.1-расм

Токнинг магнит таъсири ўтказгич бўйлаб ток ўтганда атрофига магнит майдон ҳосил қилишида намоён бўлади. Масалан, иккита параллел ўтказгич бўйлаб ток бир хил йўналишда ўтса, улар тортила бошлиди, агар қарама-қарши йўналишда ўтса, у ҳолда ўтказгичлар бир-биридан итарилади (24.2-расм).

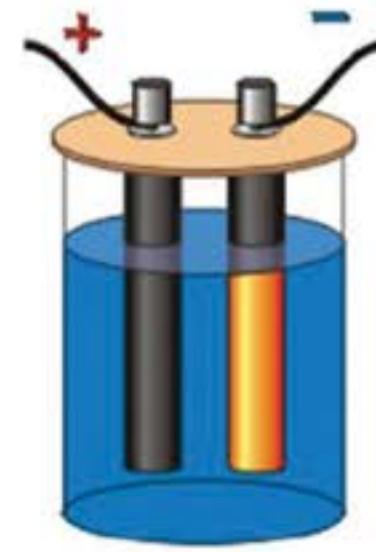
Токнинг кимиёвий таъсири шундан иборатки, ток туз, кислота, ишқорларнинг сувдаги эритмаларидан ўтганда модда ажралиши кузатилади (24.3-расм).

Электр занжири. Бир-бири билан ўтказгич орқали уланган ток манбаи, истеъмолчи, туташтиргич қурилмалар электр занжирини ташкил қиласи. Агар калит ажратилган бўлса, занжирдан ток ўтмайди.

Қулай бўлиши учун электр занжири билан унинг асосий элементлари махсус белгилар орқали белгиланади (24.1-жадвал). Ҳосил бўлган чизма *электр схемаси* деб аталади..

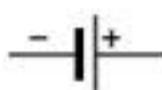
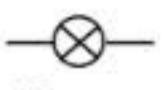
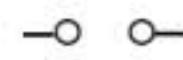
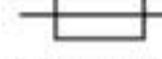
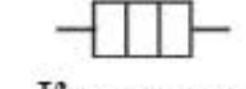
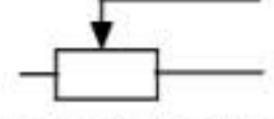
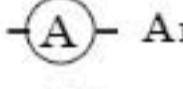
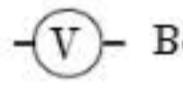


24.2-расм



24.3-расм

24.1-жадвал

Электр занжири элементларининг шартли белгилари			
Ток манбаи	Истеъмолчи	Бошқарув элементлари	Ўтказгичлар
 Гальваник элемент	 Лампа	 Калит	 Кискичлар
 Элементлар батареяси	 Кўнғирок	 Реостат	 Уланган ўтказгичларнинг кесишуви
	 Резистор (каршилик)	 Саклагич	 Уланмаган ўтказгичларнинг кесишуви
	 Қиздириш элементлари	 Потенциометр	 Амперметр
			 Вольтметр



Андре-Мари Ампер (1775—1836)

Ток кучи. Электр токи истеъмолчилар орқали ўтганда унинг турли таъсирлари намоён бўлади. Равшанки, истеъмолчи бўйлаб бирлик вақт ичидаганча кўп ток ўтса, токнинг таъсири шунча кучли бўлади. Шу сабабли токнинг таъсирини тавсифлаш учун маҳсус *ток кучи* деган катталик киритилади.

Ток кучи — ўтказгичнинг кўндаланг кесимидан бирлик вақт ичидагандай заряд ўтганлигини кўрсатувчи физик катталик:

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

Ток кучининг бирлиги француз физиги А.М.Ампер шарафига Ампер деб аталади. $[I] = [\text{A}]$.

$$[I] = [\text{A}].$$

1 А — учун шундай ток кучи қабул қилинганки, бунда узунликлари 1 м, бир-биридан 1 м масофада жойлашган иккита параллел ўтказгич қисмидан ток ўтганда улар $2 \cdot 10^{-7}$ Н куч билан ўзаротаъсирлашади.

Амалда ток кучининг каррали бирликлари қўлланилади:

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, \quad 1 \text{ мкA} = 10^{-6} \text{ A}.$$

Ток кучи амперметр ёрдамида ўлчанади. У занжирдаги ток кучи ўлчанадиган асбобга кетма-кет уланади.

Кучланиш. Электр занжирининг кучланиш деб аталувчи яна бир тавсифи мавжуд. У U ҳарфи билан белгиланади. Электр майдон зарядланган зарраларни күчиришда иш бажаради. Бу иш токнинг иши дейилади. Равшанки, ушбу иш катталиги кучланишга боғлик.

Кучланиш — ўтказгич бўйлаб бирлик зарядни кўчиришда электр майдон бажарган ишни кўрсатувчи физик катталик:

$$U = \frac{A}{q_0}.$$

Кучланишнинг ўлчов бирлиги итальян физиги А. Вольт шарафига вольт деб қабул қилинган:

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



Вольта
Аlessandro
(1745—1827)

Ўтказгич бўйлаб 1 Кл зарядни кўчиришда электр майдон 1 Ж иш бажарса, ўтказгич учларидаги кучланиш 1 В бўлади.

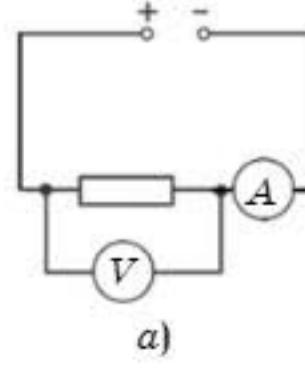
Амалда кучланишнинг улушли ва каррали бирликлари кўп қўлланилади:

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

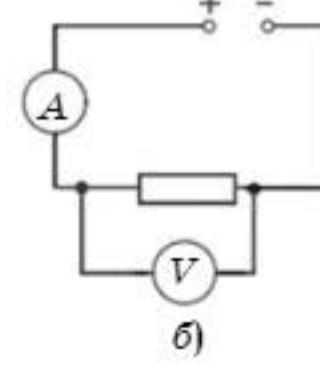
Ўтказгич учларидаги кучланиш *вольтметр* ёрдамида ўлчанади. Вольтметр кучланиш ўлчанадиган занжир қисмига параллел уланади.



1. Электр занжири бўйлаб ўтган токнинг таъсирини айтинг.
- 2. Токнинг иссиқлиқ, кимёвий ва магнит таъсирига мисоллар келтиринг.
3. Электр занжирининг асосий ташкил этувчиларини айтинг.
4. Электр занжиридаги ток манбаи ва истеъмолчиларнинг вазифаси қандай?
- 5. Электр занжирига амперметр қандай уланади?
- 6. Электр занжирига вольтметрнинг уланиши амперметрнинг уланишидан нима билан фарқ қиласди?
- *7. Кетма-кет уланган ток манбаи, қўнғироқ, амперметр, реостат ва реостатдаги кучланишини ўлчайдиган вольтметрдан ташкил топган электр занжири чизма(схема)сини чизинг.
- *8. 24.4-расмдаги чизмани қараб чиқинг. 24.4-а расмдаги чизмада амперметрнинг кўрсаткичи 1,2 А. Агар амперметр шу занжирда бошқа жойга уланса (24.4-б расм), унинг кўрсаткичи қандай ўзгаради?



24.4-расм





15-жаттығу

1. $I_1 = 200 \text{ мА}$, $I_2 = 420 \text{ мкА}$, $I_3 = 0,034 \text{ кА}$ ток күчини амперларда ифодаланг.
2. $U_1 = 240 \text{ мВ}$, $U_2 = 3,40 \text{ кВ}$, $U_3 = 780 \text{ мкВ}$ күчланиши вольтларда ифодаланг.
3. Фонарнинг ток кучи 200 мА. Фонарь 12 мин ишлаганда спиралнинг күндаланг кесимидан қанча электрон ўтган? Элементар заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Клга}$ тенг.

(Жавоб: $9 \cdot 10^{20}$)

4. 24.5-расмдаги график бүйича ўтказгичдаги ток күчини топинг.

(Жавоб: 4 А)

5. Электрплита 15 мин ишлаган. Плитанинг ток кучи 2,5 А бўлса, унинг спиралининг күндаланг кесими орқали қанча заряд ўтган?

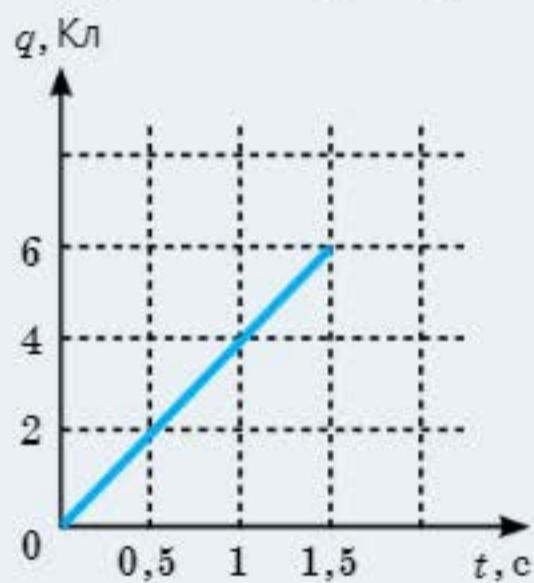
(Жавоб: 2,25 кКл)

6. 220 В күчланиш берилган лампапатасининг күндаланг кесими орқали 400 Кл заряд ўтган. Электр майдоннинг ишини аниqlанг.

(Жавоб: 88 кЖ)

7. Агар электр майдон 2,4 кЖ иш бажарса, резистор орқали қанча заряд ўтган? Резисторга 12 В күчланиш берилган.

(Жавоб: 200 Кл)



24.5-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиридингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

25-§. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни. Ўтказгичнинг электр қаршилиги, солиштирма қаршилиқ, реостат



Таянч сўзлар:

- ✓ **Ом қонуни**
- ✓ **қаршилиқ**
- ✓ **солиштирма қаршилиқ**
- ✓ **реостат**
- ✓ **потенциометр**



Бугунги дарсда:

- масала ечишда занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланиши, қаршиликтининг физик маъносини тушунтириши;
- ўтказгич қаршилиги формуласини масала ечишда қўлланиши ўрганасиз.

Ом тажрибаси. Ом қонунининг очилиш тарихи етарли даражада қизиқ. 1826 йилда Георг Симон Ом мактабда физика ва математика ўқитувчиси бўлиб ишлаб юрганда электр токи табиатини яхшироқ

тушунишга имкон берадиган янгилик кашф қилди. У кучланишнинг ток кучига боғлиқлигини топди. Ушбу физика қонуни Омнинг шарафига Ом қонуни деб аталди. У пайтда кўп олимлар электр ҳодиса табиатини очишга интилганлар, кўплаб маълумотлар олишган, лекин ҳали ҳам етарли емас эди. 1821 йилда Дэви металларни ўтказувчанлик хоссасига кўра (ўтказувчанликнинг ўсишига кўра жойлаштирган: темир, платина, қўрошин, рух, олтин, мис, кумуш. У ўтказувчанликнинг ўтказгич симнинг кўндаланг кесимида тўғри пропорционал, унинг узунлигига тескари пропорционал бўлишини исботлаган. У пайтда ҳали амперметр ихтиро қилинмаган эди. Шунинг учун Ом у ток кучини ўлчаш учун француз физиги Ш.О.Кулоннинг буралма тарози усулидан фойдаланди. Лекин уни озгина ўзгартириди. Токли ўтказгич устига у ипга осилган магнит стрелка жойлаштириди. Ип буралгандан таранглик кучи стрелкани мувозанатда ушлаб турган. Ипнинг буралиш бурчаги ёрдамида ток кучи аниқланган. Ом ўша усулни ток кучининг магнит кучига пропорционаллигини ҳисобга олган ҳолда қўлланган. Кўп ўтказилган экспериментлар натижасида Ом қўйидагича холосага келган:

1. Занжирнинг турли қисмларида ток кучи ўзгармас бўлади.
2. Ўтказгичдаги ток кучи кучланишга тўғри пропорционал.
3. Ўтказгич узунлигининг ортиши ва унинг кўндаланг кесимиning камайиши билан ток кучи камаяди.

Ўтказгичнинг қаршилиги. Ўтказгичдаги эркин зарралар электр майдон таъсирида тартибли ҳаракатланиб, ушбу ўтказгич ионлари билан ўзаро таъсиrlашади. Шу пайтда уларнинг тартибли ҳаракати тезлиги секинлашиб, ток кучининг камайишига олиб келади. Ўтказгичларнинг электр токининг ўтишига қаршилик кўрсатиш хоссаси электр қаршилиги деб аталади. Турли ўтказгичлар токнинг ўтишига турлича қаршилик кўрсатади. Демак, улар турлича қаршиликка эга.

Ўтказгичнинг ток ўтишига қаршилик кўрсатиш қобилиятини тавсифловчи физик катталиқ электр қаршилиги (R) деб аталади.

Равшанки, ўтказгичнинг ўтказувчанлик қобилияти қанча катта бўлса, унинг қаршилиги шунча кичик бўлади. Ўтказгич симнинг қаршилиги

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

формула ёрдамида топилади. Бу ерда ρ — пропорционаллик коэффиценти ўтказгич материалининг ички тузилишини аниқлайди. Ушбу коэффициент модданинг солиштирма қаршилиги деб аталади.

Солиштирма қаршилик — бирлик узунлик ва бирлик кесимдаги қаршилик билан аниқланадиган физик катталиқ.



Георг Симон Ом
(1789—1854)

Хар қайси модданинг үзиге хос солишири маңжуд ва у маңсус жадвалга киритилган.

ХБ системасида қаршиликнинг үлчов бирлиги $[R] = [\text{Ом}]$. У Ом шарафига шундай номланган.

Үтказгич учларидағи күчланиш 1 В бүлгандыңда 1 А ток үтса, үтказгичнинг қаршилиги 1 Ом бүлади.

ХБ системасида солишири маңжуд қаршиликнинг үлчов бирлиги $[\rho] = [\text{Ом} \cdot \text{м}]$.

Масала ечишда солишири маңжуд қаршиликнинг қуидаги үлчов бирлиги құлланилади:

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

Қаршилик омметр ёрдамида үлчанади. Металлардан кумуш ва мис энг яхши үтказгичлар ҳисобланади. Чунки уларнинг солишири маңжуд қаршилиги жуда ҳам кичик. Күп ҳолларда электр асбобларда солишири маңжуд қаршилиги катта бүлган материалдар керак бүлади. Масалан: никром, никелин, константа. Солишири маңжуд қаршилиги жуда катта бүлган, эбонит, керамика (сопол), чинни каби моддалар ҳам маңжуд. Улар діэлектриктер деб аталади ва изоляторлар сифатыда фойдаланилади.

Тажрибалар шуни күрсатады, үтказгичнинг қаршилиги ҳароратга боғлиқ. Ҳарорат ортган сари үтказгичнинг қаршилиги ортади.



- Модданинг таркибига күра ҳарорат ортган сари үтказгичнинг қаршилиги ортишини тушунтириң.

Занжирнинг бир қисеми учун **Ом қонуни**. Ом томонидан олиб борилған экспериментлар янги қонун кашф қилинишига олиб келди. Занжирнинг бир қисмидеги ток күчи шу қисм учларидаги күчланишга түгри пропорционал ва унинг қаршилигига тескари пропорционал:

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



- Нима учун XIX аср бошларыда үтказгичдан токнинг үтиш қонунияттарини ўрнатыш қийин бүлган? Ҳозирги пайтда ушбу қонунияттарни қандай қуилемалар ёрдамида жорий қилиш мүмкін?

Үтказгич қаршилигининг унинг узунлиги ва күндаланг кесимининг юзига боғлиқлигини тажриба орқали исботлаймиз (25.1-расм).



25.1-расм

Дастлаб ток манбай занжирига никелин, нихромдан ясалган, кесимлари бир хил, узунлуклари 1; 5; 2; 3; 4 марта катта симларни навбат билан улаймиз. Сүнгра занжирига бир хил узунликдаги никелин ва нихромдан ясалган, кесимлари 2; 3; 4 марта катта ўтказгичлар навбат билан уланади.

Хар бир тажрибадан кейин $R = \frac{U}{I}$ формула бўйича ўтказгич қаршилигининг қийматини топамиз. Эксперимент натижаси (25.2) формуланинг тўғрилигини исботлайди.

Ток кучининг кучланишга боғлиқлиги вольт-ампер тавсифи деб аталади. 25.2-расмда вольт-ампер тавсифи кўрсатилган.

Реостат ва потенциометр. Электр занжира ток кучини тез-тез ўзгартириб туриш тақозо этилади. Масалан, электр занжиридаги электр иситкичнинг қизиш даражаси, товуш кучайтиргичдаги товуш ўзгартирилади.

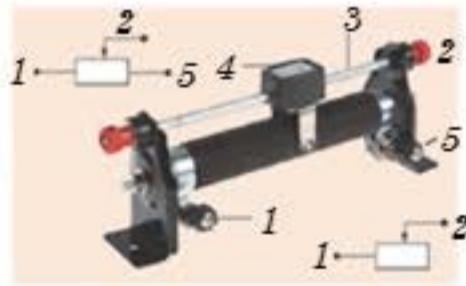
Электр токи кучини маҳсус асбоб — реостатлар ёрдамида тартибга солиш мумкин. Реостатларнинг тузилиши турлича:

- 1) Ползунли реостат (25.3-б, в расмлар);
- 2) Ричагли реостатлар (25.3-а расм);
- 3) Штепселли реостат ёки қаршиликлар тўплами (25.3-г расм).

Мактабда 25.3-б расмда тасвириланган ползунли реостат кўп қўлланилади. Керамика каркасга солиштирма қаршилиги катта бўлган сим ўралади. Сим ток ўтказмайдиган юпқа модда билан қопланган. Ўрам устида металл З-таёқча бор. Судралгич 4-таёқча бўйлаб сирпанади. Судралгич учлари сим ўрамини қаттиқ қисиб, у билан контактга келади. Судралгич ўрамлар билан ишқаланиши натижасида изоляцияловчи пленка қатлами сидирилиб, электр токи сим ўрамидан судралгичга, ундан таёқча орқали истеъмолчига ўтади.



а)



б)



в)



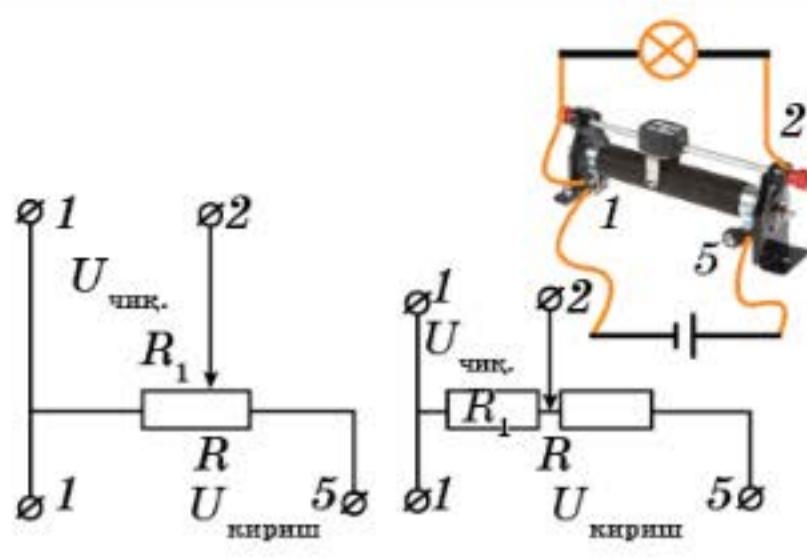
г)

25.3-расм

Реостатнинг бир нечта қисқичлари 1, 2, 5 бўлади (25.3-б расм). Агар ўтказгич 1 ва 2 қисқичга уланса, 4-судралгич ва 2 қисқич орқали ток реостатнинг ўрамлари бўйлаб ўтади ва занжирга ўтади. Чизмада у 25.3-б расмдаги каби (пастки четда) белгиланади. Чизмада реостат шартли равишида 25.4-а расмда тасвирилангандек белгиланади.



25.4-расм



25.5-расм

Чизмада 25.3-б, расмдаги (чапда юқоридаги бурчакда) каби күрсатилади. 1 ва 5 қисқичларга: U , түлиқ кучланиш берилади, 2 ва 5 қисқичлардан эса унинг бир қисми олинади (25.5-расм). Занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан кучланишнинг қаршиликка түғри пропорционал эканлиги келиб чиқади. $U = IR$. Ўтказгичнинг қаршилиги унинг узунлигига түғри пропорционал. Демак, реостатнинг 1 ва 5-қисқичлари орасидаги умумий кучланиш $U_{\text{кириш}} = IR$, 2 ва 5-қисқичлар орасидаги кучланиш

$$U_{\text{чекк}} = IR_1. \text{ У холда } \frac{U_{\text{чекк}}}{U_{\text{кириш}}} = \frac{R_1}{R}.$$

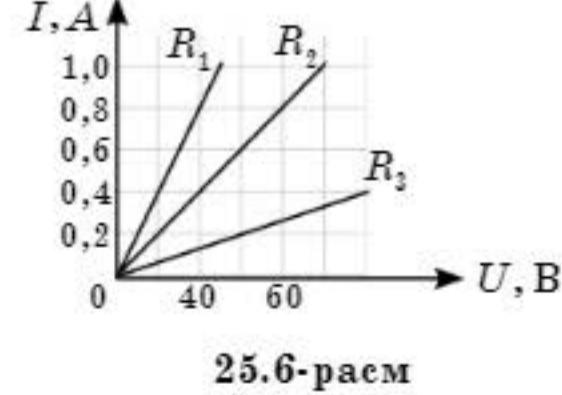
- Кучланиш бўлгичдан Фойдаланиб, 12В кучланишга мўлжалланган лампани 120В ли занжирга улаш мумкинми? (25.5-расм, юқори ўнг томон чеккаси)



- 1. Ўтказгич бўйлаб ўтувчи токнинг қонуниятларини яратишда қандай қийинчилклар бўлди?
- 2. Ом қонунини қандай катталикларни боғлайди?
- 3. Ўтказгич қаршилигининг физик маъноси қандай?
- 4. Ўтказгич қаршилигини қандай ўзгартириш мумкин?
- 5. Ўтказгичнинг солишишторма қаршилиги нима? Бу тушунча нима учун киритилган?
- 6. Ўтказгичдаги ток кучининг кучланишга боғлиқлиги графиги қандай? Тушунтиринг.
- 7. Ўтказгичдаги ток кучининг қаршиликка боғлиқлиги графиги қандай?
- 8. Энг катта қаршиликка эга бўлган ўтказгични айтинг (25.6-расм).
- 9. Реостатнинг кучланиши бўлгичдан фарқи нимада?
- *10. Кучланиш бўлгичнинг нима учун кучланишини бўлишини тушунтиринг.
- 11. Хонадондаги бир хил кучланишли маший электр асбобларини бир-бирига қандай улаш керак?
- 12. Паст кучланишга мўлжалланган лампани катта кучланишли электр занжирига қандай улаш керак?

Судралгични чапга силжитиб, реостатнинг қаршилигини камайтирамиз. Бу ўз навбатида занжирдаги ток кучининг ортишига олиб келади.

Реостатдан бошқа мақсадда — кучланишни бўлгич сифатида ҳам фойдаланиш мумкин. Бундай ҳолда реостатнинг 1, 2, 5 қисқичлари уланаиди. Ток 1-қисқич орқали кириб, 5 ва 2-қисқичлар орқали чиқади. Бу



25.6-расм

Масала ечиш намуналари

1. Алюминийли ўтказгичнинг қаршилиги 0,1 Ом, массаси 54 г. Ўтказгичнинг күндаланг кесимининг юзи ва узунлигини топинг.

Берилган:

$$m = 54 \text{ г}$$

$$R = 0,1 \text{ Ом}$$

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

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

$$l = ? \quad S = ?$$

ХБС

$$0,054 \text{ кг}$$

Ечилиши. Ўтказгичнинг қар-

шилигини топамиз: $R = \frac{\rho_s l}{S}$ (1), бұ

ерда ρ_s — солиширма қаршилик,

l — ўтказгичнинг узунлиги, S — ўтказгич күндаланг кесимининг юзи.

Ўтказгичнинг массасини $m = \rho_0 V = \rho_0 S l$ (2) формуладан топамиз, бұ

ерда ρ_0 — алюминийнинг зичлиги. Бириңчи тенгламани иккінчисига

күпайтирамиз, у ҳолда: $Rm = \rho_0 \rho_s l^2$,

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

(1) тенгламани (2) тенгламага бўлиб, $\frac{R}{m} = \frac{\rho_s}{\rho_0 S^2}$ га эга бўламиз. Бундан

$$S = \sqrt{\frac{\rho_s m}{\rho_0 R}},$$

$$S = \sqrt{\frac{2,9 \cdot 10^{-8} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot 0,054 \text{ кг}}{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,1 \text{ Ом}}} = \sqrt{5,8 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4} \approx 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 2,4 \text{ мм}^2.$$

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

2. Ток кучи 250 А бўлганда автомобиль стартеридан 2000 Кл электр заряди ўтса, у қанча вақт ишлайди?

Берилган:

$$q = 2000 \text{ Кл}$$

$$I = 250 \text{ А}$$

$$t = ?$$

Ечилиши. $I = \frac{q}{t}$ экани маълум, у ҳолда $t = \frac{q}{I}$.

$$t = \frac{2000 \text{ Кл}}{250 \text{ А}} = 8 \text{ с.}$$

Жавоб: 8 с.

3. 220 В кучланиш остидаги узунлиги 11 м, кесими 0,01 мм^2 бўлган ўтказгичдан 4А ток ўтмокда. Ўтказгич қандай материалдан тайёрланган?

Берилган:

$$l = 11 \text{ м}$$

$$S = 0,1 \text{ мм}^2$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

$$\rho_s = ?$$

ХБС

$$1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

Ечилиши.

$$R = \frac{\rho_s l}{S} \cdot \text{Ом} \text{ конунига мувофик } R = \frac{U}{I}.$$

$$\rho_s = \frac{RS}{l} = \frac{US}{I}.$$

$$\rho_s = \frac{220 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2}{4 \text{ А} \cdot 11 \text{ м}} \approx 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Баъзи моддаларнинг солиширма қаршилиги берилган жадвалдан бу материал константан эканлигини анықладик.

Жавоб: константан.

4. Электр ўтказгичнинг узунлиги 200 км, уни тайёрлаш учун кесими 120 mm^2 бўлган пўлат симдан фойдаланилди. Симдаги ток кучи 150 мА. Симдаги кучланишни топинг.

Берилган:

$$l = 200 \text{ km}$$

$$S = 120 \text{ mm}^2$$

$$I = 150 \text{ mA}$$

$$\rho_s = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$U - ?$$

ХБС

$$2 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$120 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$150 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Ечилиши. Ўтказгичнинг бир

қисми Ом қонунига мувофиқ

$$U = I \cdot R, R = \frac{\rho_s l}{S}, \text{ у ҳолда}$$

$$U = I \cdot \frac{\rho_s l}{S}.$$

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

Жавоб: 30 В.

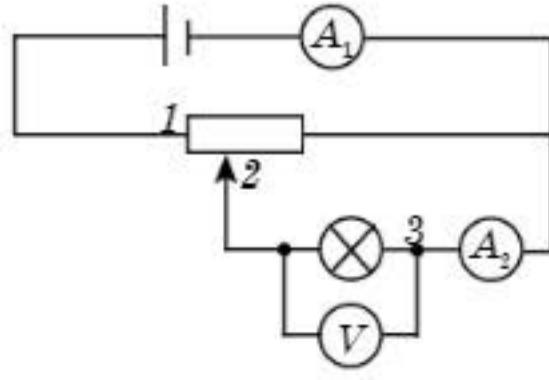
5. а) 25.7-расмдаги реостат дастаги ўнг ёки чап томонга сурилганда шамнинг қисқичлардаги тиғизлиги қандай ўзгаради? **б)** Реостат дастаги иккита аник ўрталикда жойлашса, амперметр кўрсаткичини юқорилаш учун дастакни қайси томонга қараб силжитиш керак? **в)** Реостат дастаги ҳар хил шароитларда жойлашганда тизмадаги амперметр бир хил кўрсаткичга эга бўладими? **г)** Дастак чап томонда чекка қисмда турганда реостатга яна битта реостат кетма-кет қўшилса, у ҳолда шам қисқичларидаги тиғизлик қандай ўзгаради?

Ечилиши: а) Берилган схемада реостат тиғиз ажратгич сифатида уланган. Шам реостатнинг ўнг томонига параллель уланган. Шунинг учун ҳам шамдаги тиғизлик ва реостатнинг ўнг томонидаги тиғизлик бир хил. Агар реостат дастаги ўнг томондаги чекка қисмга кўчирилса, ушбу қисмдаги тўсиқ нолга teng бўлади. Демак, шамдаги тиғизлик (уни параллел уланган вольтметр кўрсатади) ҳам нолга teng (тизма қисмдаги тиғизлик қисм тўсиғига тўғри пропорционал).

б) Агар дастак чапга кўчирилса, у ҳолда шамга уланган реостат қисмининг тўсиғи ошиб, 1-нуктадаги ток дастак жойлашган 2-нуктага ўтади ва иккига бўлинади. Сўнгра реостат орқали ҳам, шам орқали ҳам ўтади. Ток кучи ошган сари тўсиқ камаяди, шунинг учун дастак олдинга томон сурилганда реостат тўсиғи ошади. Шам орқали ўтадиган токнинг ошиши на-тижасида амперметр кўрсаткичи ҳам ошади.

в) A_2 амперметри A_1 амперметридан паст катталикини кўрсатади: чунки A_1 амперметр тизманинг тармоқлашмаган қисмидаги токни кўрсатади. У тармоқланган қисмлардаги токлар йиғиндисига teng.

г) Ошади. Нега? Ўйлаб жавоб беринг.



25.7-расм



16-жаттығу

- *1. Пұлат сим узунлиги $\frac{1}{4}$ қисмга қисқартирилса, унинг қаршилиги қандай үзгаради?

(Жавоб: 1,33 марта камаяди)

- *2. Бир үқувчи "амперметрнинг қаршилиги занжир қаршилигидан катта бўлса, асбоб ток кучини тўғри ҳисоблайди" деб тасдиқлади. Иккинчи үқувчи эса "занжирнинг қаршилигидан амперметрнинг қаршилиги кичик бўлган ҳолдагина, унинг кўрсатиши тўғри бўлади" деб айтди. Улардан қайси бир ҳақ?

- 3. Телеграфнинг узунлиги 1 км, қўндаланг кесими $0,5 \text{ mm}^2$ бўлган қисмида 8 mA ток ўтса, унинг кучланиши қандай? ($r_{\text{пұлат}} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$)

(Жавоб: 1,92 В)

- *4. Электр қиздиргичнинг никель сими айнан шундай узунликдаги нихром сим билан алмаштирилганда, қаршилиги икки марта ортди. Қайси сим ингичка? Симлар диаметрларининг нисбати қандай?

(Жавоб: нихром, 1,14 марта)

- *5. 12 В кучланиш ва 0,3 A ток кучига мўлжалланган электр лампа ток манбаига узунлиги 30 см ва кесими $0,34 \text{ mm}^2$ бўлган мис сим билан уланган. Лампанинг ток манбаига уланиш чизмасини чизинг. Лампа ва симнинг қаршилиги қандай? Симнинг узунлиги қандай бўлганда унинг қаршилиги лампа қаршилигига teng бўлади?

(Жавоб: $R_c = 1,5 \text{ мОм}$; $R_w = 40 \text{ Ом}$; 800 м)

- 6. Тўлиқ қаршилиги 84 Ом бўлган реостат занжирга кучланиш бўлгич сифатида уланиб, унга 24 V кучланиш берилган (25.7-расм). 1 ва 2-нуқталар орасидаги реостат қисмининг қаршилиги 28 Ом бўлса, чиқишдаги кучланиш (лампадаги кучланиш) қандай?

(Жавоб: 16 В)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиридингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

26-§. Ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш



Бугунги дарсда:

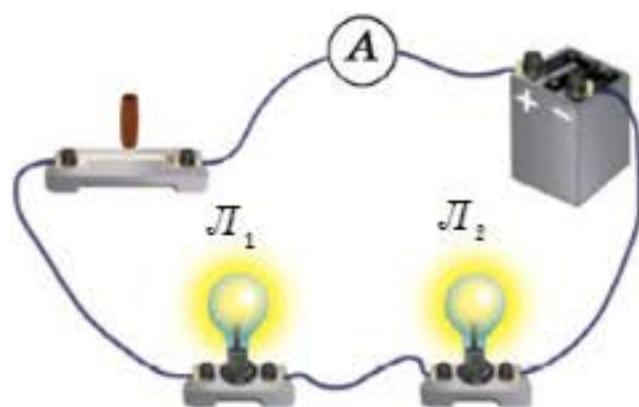
- ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улашда занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланиб, электр занжирини ҳисоблашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш

Кундалик ҳаётда электр энергияси истеъмолчилари электр занжирга турли усуllар билан уланади.



26.1-расм



26.2-расм

Масалан, ҳар бир хонадонда бир вактда бир нечта лампочка, электр плитаси, чангюткич, телевизор ишлаши мүмкін. Истеъмолчиликтарнинг баъзи уланиш усулларини қараб чиқамиз.

Резисторларнинг энг содда улаш усули — *кетма-кет улаш*. Кетма-кет уланган резисторлардан бир хил ток ўтади. Бундай улашда электр занжирда тармоқланиш бўлмайди. 26.1-расмда иккита лампа шундай уланган.

Ток манбаи ҳосил қилган электр майдон таъсирида электр заряди ток манбанинг мусбат қутбидан L_1 , лампа орқали ўтиб, амперметр ва L_2 , лампа орқали ток манбаига қайтади. Шунинг учун ўтказгичлар кема-кет уланса, уларда ток кучи бир хил бўлади:

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

Зарядни резистор орқали кўчиришда электр майдон ўтказгичнинг қаршилигини енгиш учун иш бажаради. Шунинг учун занжирда резисторлар қанча кўп бўлса, майдон шунча кўп иш бажаради. Демак, иккита лампочка орқали зарядни кўчиришда майдон томонидан бажарилган тўлик иш майдондаги ҳар бир лампочка ишининг йиғиндисига teng. Иш кучланишга эквивалент бўлгани учун умумий кучланиш ҳам алоҳида лампочкалар кучланишларининг йиғиндисига teng:

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

$U = IR$ бўлгани учун $IR = IR_1 + IR_2$. Демак, занжирдаги умумий қаршилик алоҳида резисторлар қаршиликлари йиғиндисига teng:

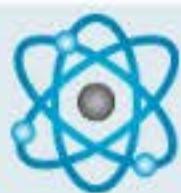
$$R = R_1 + R_2. \quad (26.3)$$

Ушбу холосаларни жадвалга киритамиз.

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

Келиб чиққан хулоса ўтказгичларни кема-кет улаш аломати дейилади. Буни 26.2-расмдаги каби занжир йиғиб эксперимент орқали текшириш мумкин.

Янги йил арчасидаги лампочкалар занжири (гирлянда) кетма-кет уланишга мисол бўла олади.



26.2-расмда берилган вольтметр кўрсатишларини солиштиринг ва тушунтириб беринг.

Ўтказгичларни параллел улаш ҳам мумкин. *Параллел уланганда барча резисторлардаги кучланиш бир хил бўлади.* Буни 26.3-расмдаги каби занжир йиғиб, эксперимент орқали осонгина исботлаш мумкин. Барча вольтметрларнинг кўрсатишлари бир хил. Демак,

$$U = U_1 = U_2. \quad (26.4)$$

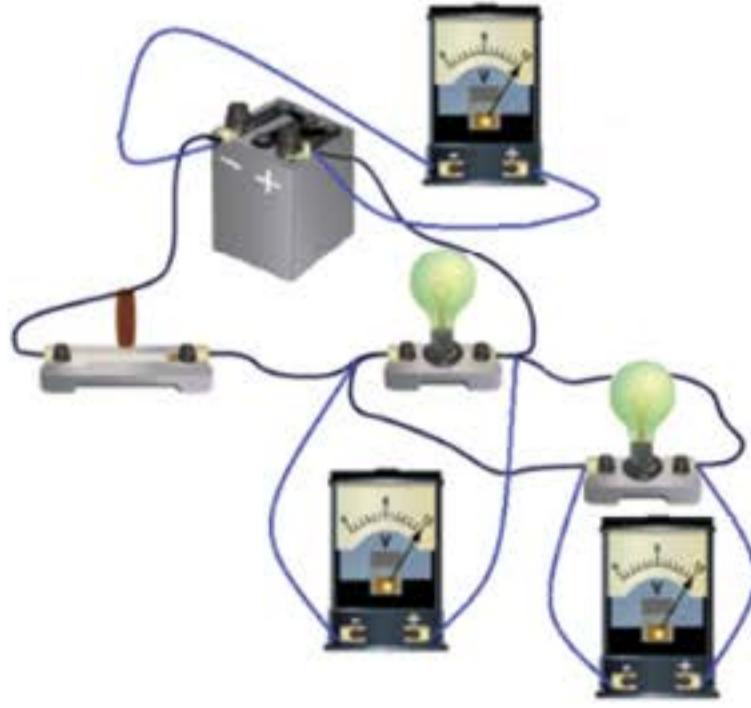
Агар 26.4-расмда тасвиirlанган схема бўйича электр занжири йиғилса, занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток кучи ҳар бир алоҳида лампочкалардаги ток кучининг йигиндисига teng эканлигини кўриш мумкин:

$$I = I_1 + I_2. \quad (26.5)$$

$I = \frac{U}{R}$ бўлгани учун, (26.5) формуласи $\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ кўринишида ёза оламиз. Тенгликнинг иккала қисмини U га қисқартиrsак,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (26.6)$$

Ўтказгичлар параллел уланганда умумий қаршиликка тескари катталиқ ҳар бир қисмдаги қаршиликлар тескари катталиклари нинг йигиндисига teng.



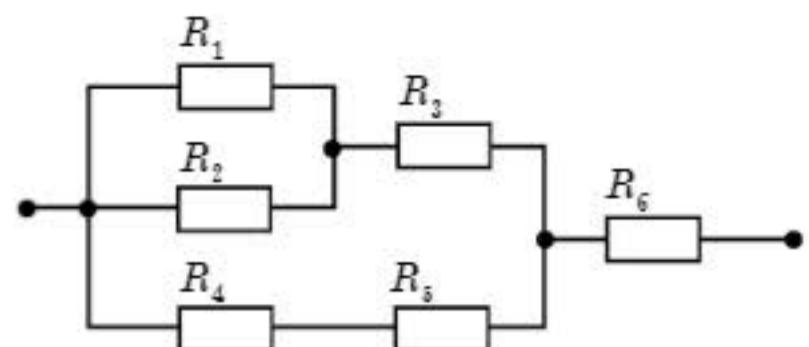
26.3-расм



26.4-расм

Хонадондаги майший асбоблар параллел уланади. Ушбу холосаларни жадвалга киритамиз.

$I = I_1 + I_2$
$U = U_1 = U_2$
$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$



26.5-расм

Шунингдек, ўтказгичларни аралаш улаш ҳам мумкин (26.5-расм).



1. Занжирни параллел ва кетма-кет улашдағи фарқ нимадан иборат?
2. Занжирнің умумий қаршилигини камайтириш учун ўтказгичларни қандай улаш керак?
3. Мис ўтказгич тенг иккиге бўлинса, қаршилик қандай ўзгаради?
4. Кетма-кет улашнинг камчилиги нимада?
5. Ток кучи ўлчанадиган лампочкага амперметр хатолашиб параллел уланган. Занжирда қандай ўзгариш юз берди?
6. Кучланиши ўлчаниши керак бўлган лампочкага вольтметр хатолашиб кетма-кет уланди. Занжирда қандай ўзгариш юз берди?
7. Электр энергиядан қандай фойдаланилади?
8. Электр энергияни механик, ички, магнит, кимёвий, ёруғлик энергияларига қандай айлантириши мумкин?

Масала ечиш намуналари

1. 10 Ом қаршиликли ўтказгичдан ҳалқа ясалған (26.6-расм). Занжирдаги қаршилик 0,9 Ом бўлиши учун улагич симларни қаерга улаш керак?

Берилган:

$$R_c = 10 \text{ Ом}$$

$$R = 0,9 \text{ Ом}$$

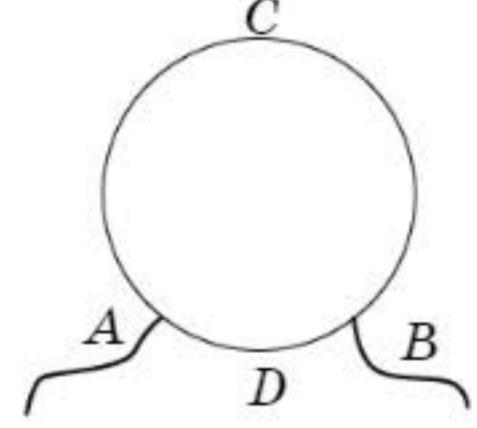
$$l_2 : l_1 = ?$$

Ечилиши. ACB тармоқдаги қаршилиkn r_1 , ADB тармоқдаги қаршилиkn r_2 деб белгилаймиз. У ҳолда ҳосил бўлган занжирдаги умумий қаршилик (ACB ва ADB қисмлари параллел уланган):

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}. \text{ Ҳалқанинг қаршилиги } R_k = r_1 + r_2, \text{ бундан } r_2 = R_k - r_1, \text{ у ҳол-}$$

$$\text{да, } R = \frac{r_1(R_k - r_1)}{r_1 + R_k - r_1}. \text{ Умумий маҳражга келтирсак, } RR_k = R_k r_1 - r_1^2 \quad (1).$$

Ушбу катталикларни (1) формулага қўямиз, $10 \cdot 0,9 = 10r_1 - r_1^2$ ёки $9 = 10r_1 - r_1^2$. $r_1^2 - 10r_1 + 9 = 0$. $r_1 = 5 \pm \sqrt{25 - 9} = 5 \pm 4$. Квадрат



26.6-расм

тенгламани ечиб, иккита илдизни топамиз. Улардан бири қисқароқ қисмининг қаршилиги, унинг катталиги $r_1 = 1$ Ом. Узунроқ қисмининг қаршилиги $r_2 = 9$ Ом. Ўтказгичларнинг қаршилиги уларнинг узунликларига тескари пропорционал бўлгани учун, ҳосил бўлган кесмаларнинг нисбати $l_2 : l_1 = 9 : 1$.

$$\text{Жавоб: } \frac{l_2}{l_1} = \frac{9}{1}.$$

2. 26.7-расмда тасвирланган занжирнинг қаршилиги $R = 4$ Ом бўлса, у ҳолда умумий ўтказгичнинг тўлиқ қаршилигини топинг.

Берилган:

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$R_m = ?$$

Ечилиши. 1 ва 2-резисторлар параллел уланган,

мос равишда улар қаршилигини параллел улаш қоидасидан фойдаланиб ҳисоблаймиз.

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \text{ ёки } \frac{1}{R'} = \frac{2}{2R}, R' = \frac{2R}{2} = R.$$

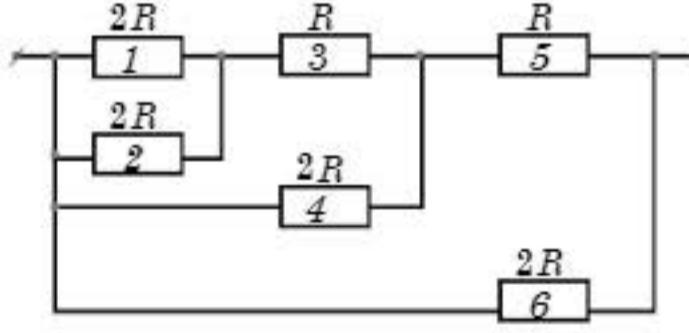
R' резистор ва 3-резистор кетма-кет уланган, яъни $R'' \approx R' + R = R + R = 2R$. Ўтказгич чизмаси энди бундай чизилади (26.8-расм). Энди R'' ва 4-резистор параллел уланган.

$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R}, R''' = R.$$

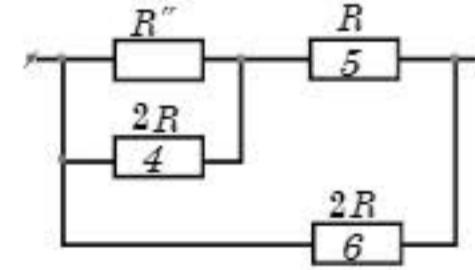
R''' резистор ва 5-резистор кетма-кет уланган, яъни уларнинг қаршилиги ушбуга тенг: $R^{IV} = R''' + R = R + R = 2R$. Бундан янги чизма оламиз (26.9-расм). R^{IV} ва 6-резистор параллел уланган.

$$R_m = \frac{R^{IV} \cdot 2R}{R^{IV} + 2R} = \frac{2R \cdot 2R}{4R} = R = 4 \text{ Ом.}$$

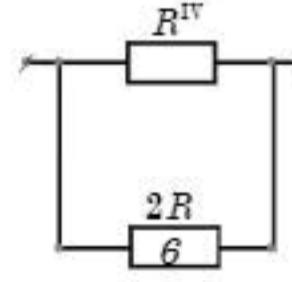
$$\text{Жавоб: } R_m = 4 \text{ Ом.}$$



26.7-расм



26.8-расм



26.9-расм

3. 36 В кучланишга ва 2 А ток кучига мўлжалланган. Кесими 1 мм^2 бўлган константан симдан ясалган реостат 220 В кучланишли занжирга уланган. Симнинг узунлигини ва реостатнинг қаршилигини топинг.

Берилган:

$$U_{\text{ш}} = 36 \text{ В}$$

$$I_{\text{ш}} = 2 \text{ А}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

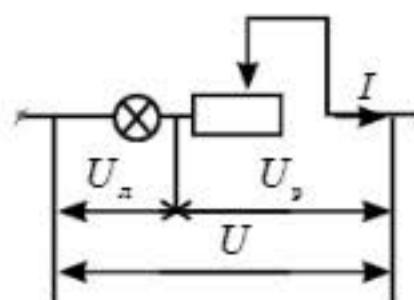
$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho_s = 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R - ? \quad l - ?$$

ХБС

$$1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Ечилиши. Занжир чизмасини ясаймиз (26.10-расм).

26.10-расм

Реостатдаги кучланиш тушишини топамиз: $U_p = U - U_{\text{ш}}$.

Кетма-кет уланганда лампочкадаги ток кучи реостатдаги ток кучига тенг: $I_p = I_{\text{ш}}$. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдалансак: $R = \frac{U_p}{I_p} = \frac{U - U_{\text{ш}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{(220 - 36) \text{ В}}{2 \text{ А}} = 92 \text{ Ом}$. $R = \frac{\rho_s l}{S}$ ҳосил бўлади. Бундан ўтказгич узунлиги $l = \frac{RS}{\rho_s}$ экани маълум бўлади. $l = \frac{92 \text{ Ом} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 184 \text{ м}$.

Жавоб: $R = 92 \text{ Ом}$, $l = 184 \text{ м}$.

4. Арча лампочкалари чўнтак фонари лампочкаларидан тайёрланган. Ушбу лампочкалар занжирини тармоқقا улаганда ҳар бир лампочка даги кучланиш 3 В бўлди. Лампочкалардан бирини ечиб олиб, унинг ўрнига бармоқни теккизиш нима учун хавфли?

Ечилиши: Чўнтак фонарининг қаршилиги жуда кичик, атиги бир неча Ом. Занжирдаги барча арча лампочкаларининг қаршилиги бир неча ўнликлардаги Ом га тўғри келади. Бармоқнинг қаршилиги эса бир неча юзлаб Ом га тенг. Кетма-кет уланганда занжир қисмидаги кучланиш тушиши қисмлардаги қаршиликка тўғри пропорционал. Шунинг учун бармоқни занжирдаги лампочка ўрнига текказиш мумкин эмас. Бу инсон ҳаёти учун жуда хавфли.

**17-машқ**

1. Занжир қаршилари 4 Ом ва 12 Ом бўлган кетма-кет уланган иккита резистордан иборат. Биринчи резистордаги ток кучи 1,2 А. Ҳар бир резистордаги кучланишни ва занжирдаги умумий кучланишни топинг.

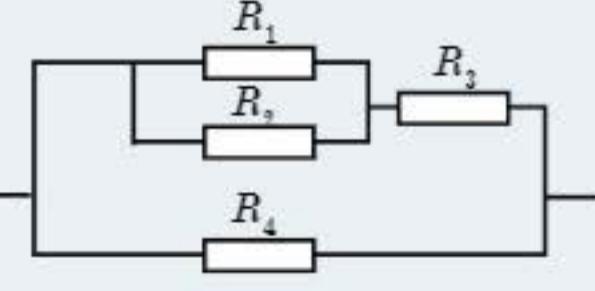
(Жавоб: 4,8 В; 14,4 В; 19,2 В)

- 2. Ҳар бирининг қаршилиги 12 Ом бўлган учта резисторнинг умумий қаршилиги қандай?

(Жавоб: $R = 36 \text{ Ом}$; 18 Ом ; 8 Ом ; 4 Ом)

- *3. $R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом}$ болса, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 12 \text{ Ом}$ умумий қаршиликни топинг (26.11-расм).

(Жавоб: 4,8 Ом)



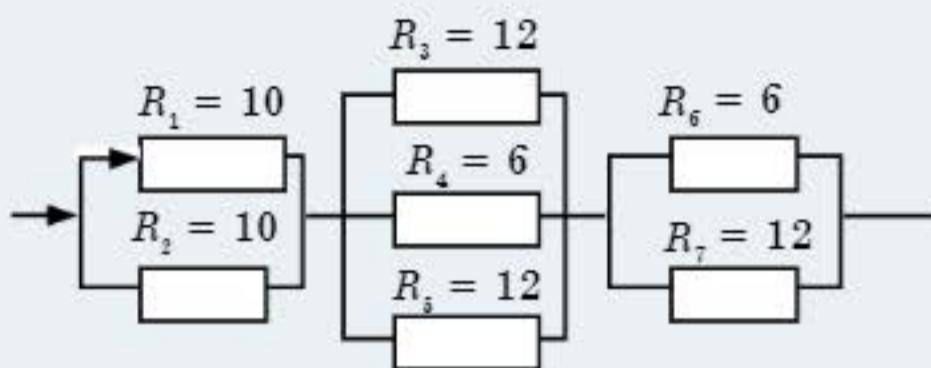
26.11-расм

- *4. 26.12-расмдаги занжирнинг умумий қаршилиги ва күчланишни топинг.
 R_1 даги ток кучи 1 Ага тенг.

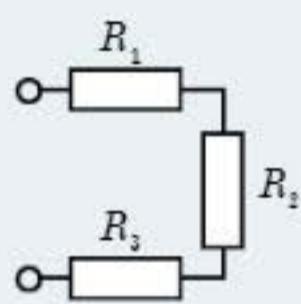
(Жавоб: 12 Ом; 24 В)

- *5. $R_1 = R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = R_5 = 8 \text{ Ом}$, $R_6 = 15 \text{ Ом}$ бўлса, 26.13-расмдаги ҳар бир занжирнинг умумий қаршилиги нимага тенг?

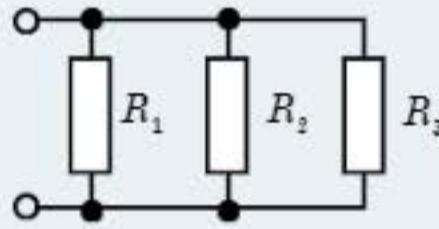
(Жавоб: а) 16 Ом; ә) 1,6 Ом; б) 25,7 Ом)



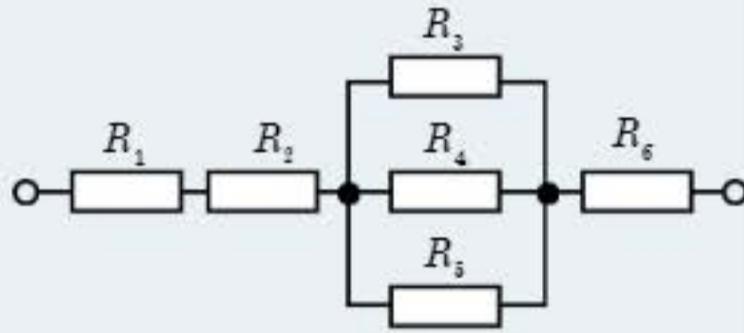
26.12-расм



а)



б)



в)

26.13-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

27-§. Электр токининг иши ва қуввати. Электр токининг иссиқлик таъсири. Жоуль-Ленц қонуни



Таянч сүзлар:

- ✓ **токнинг иши ва қуввати**
- ✓ **ФИК**
- ✓ **Токнинг иссиқлик таъсири**
- ✓ **Жоуль-Ленц қонуни**

Бугунги дарсда:

- масала ечишда токнинг иши ва қуввати формуласидан фойдаланишни;
- Жоуль—Ленц қонунини күлланишни ўрганасиз.



Мұны білесіңдер

Истеъмолчи орқали үтган электр токининг таъсири турлица бўлади. Токнинг қандай таъсиrlарини биласиз? Электр чойнакда сув қандай иситилади? Автомобилларни автоматик равишда йиғиши қандай бошқариш мумкин? Электр лампа нима-нинг ҳисобига ёнади? Троллейбус ҳаракатга келиши учун нима сабабдан уни электр симлар тармоғига улаш керак?

Токнинг иши. Электр энергия энергиянинг бошқа турларига (механик, кимёвий, ёруғлик, ички энергия) осонгина аламашинади. Ундан ишлаб чиқаришда ва турмушда кенг фойдаланилади. Бундай алмашинишлар ток иши ҳисобига амалга ошади. Токнинг иши тушунчасини кўриб чиқамиз.

Электр майдон таъсирида заряд кўчганда ана шу майдон иш бажаради. Бу иш *ток иши* деб аталади. Демак, занжир қисмидаги ток иши:

$$A = q \cdot U,$$

бу ерда q — занжир қисмидан ўтувчи электр заряди, U — шу қисмдаги кучланиш.

$q = I \cdot t$, бу ерда I — ўтказгичдаги ток кучи, t — электр токининг ўтиш вақти. Бундан ток иши учун қуйидагига эга бўламиз:

$$A = IUt. \quad (27.1)$$

(27.1) формула ёрдамида истеъмолчилардаги ток ишини ҳисоблаш мумкин. Бу иш токнинг ҳамма таъсирини ҳисобга олади. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни $I = \frac{U}{R}$ дан фойдаланиб, бу ердаги R — занжир қисмидаги қаршилик, ток ишини ҳисблайдиган бошқа формулани ҳосил қилиш мумкин:

$$A = \frac{U^2 t}{R} \quad (27.2)$$

ёки

$$A = I^2 R t. \quad (27.3)$$

Электр майдон ток манбай ичидаги ташқи кучларнинг иши ҳисобига пайдо бўлади. Ташқи кучларнинг иши

$$A_{\text{ташқи}} = q\mathcal{E} \quad (27.4)$$

формула бўйича ҳисобланади.

$q = I \cdot t$ формулани эътиборга олсак, токнинг тўлиқ иши қўйидагига тенг:

$$A = \mathcal{E}It. \quad (27.5)$$

Ташқи кучлар томонидан бажарадиган иш тўлиқ иш деб аталади. У истеъмолчидағи электр энергиянинг ҳам, ток манбай ичидаги зарядни кўчиришда майдон бажарадиган ишни ҳам инобатга олади.

ХБ системасида ишнинг ўлчов бирлиги жоуль (Ж): $[A] = [\text{Ж}]$.

$$1 \text{ Ж} = 1 \text{ Кл} \cdot 1 \text{ В} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с.}$$

Ток ишини ўлчайдиган асбоб электр ҳисоблагич деб аталади.

Сиз буни биласиз

Сиз турли вақт оралиғида бир хил механик иш бажариш мумкин эканлигини биласиз. Механик ишнинг бажарилиш жадаллигини тавсифловчи катталик нима деб аталишини ёдингизга туширинг.

Ток қуввати. Электр токи учун қувват катталиги киритилган.

Электр токининг қуввати — электр энергияни энергиянинг бошқа турларига айлантириши жадаллигини тавсифловчи физик катталик:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (27.6)$$

ХБ системасида ток қувватининг ўлчов бирлиги ватт (Вт): $[P] = [\text{Вт}] = \left[\frac{\text{Ж}}{\text{с}} \right]$.

Каршилиги R бўлган занжир қисмидаги электр токининг қуввати:

$$P = \frac{UIt}{t} = UI. \quad (27.7)$$

Электр занжирининг тўлиқ қуввати:

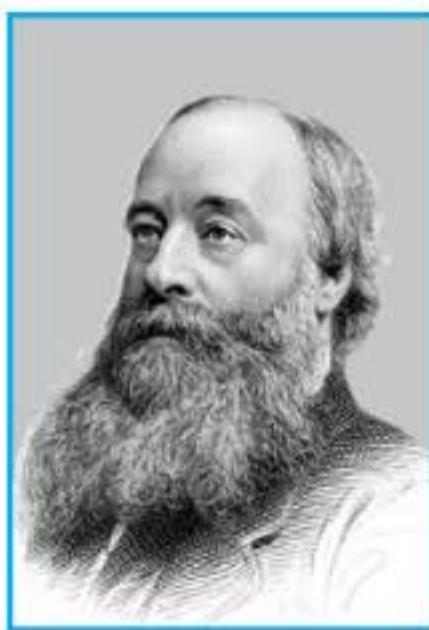
$$P = \mathcal{E}I. \quad (27.8)$$

$I = \frac{U}{R}$ эканини ҳисобга олсак, (27.7) тенгламани, яъни ток истеъмолчисида ишлаб чиқариладиган қувватни қўйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}. \quad (27.9)$$

Қувват ватт билан ўлчангандиги учун ишнинг ўлчов бирлигини қўйидаги ифодалаш мумкин:

$$[A] = [\text{Ж}] = [\text{Вт} \cdot \text{с.}]$$



Жеймс Прескотт
Жоуль
(1818—1889)



Эмилий
Христианович
Ленц
(1804—1865)

Ток ишининг ХБ системасидаги ўлчов бирлиги сифатида [кВт · соат] қўлланилади:

$$1\text{кВт} \cdot \text{соат} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ж} = 3,6 \text{ МЖ}.$$

Ток қуввати *ваттметр* деб аталувчи асбоб билан ўлчанади.

Электр занжирининг ФИК. Занжирга электр ҳаракатлантиргичи уланса, электр токининг энергияси, биринчидан, механик иш бажаришга сарфланади ва у фойдали $A_{\phi_{\text{оя}}}$, ишга тенг; иккинчидан, энергия электр ҳаракатлантиргичъ ўрамларини ва уловчи симларни қиздиришга сарфланади, у йўқотилган энергия.

Демак, ҳар қандай электр занжирда энергия сарфи бўлади. У ҳолда фойдали иш коэффициенти ҳақида фикр юритиш мумкин. ФИК қуидагидек ҳисобланади:

$$\eta = \frac{A_{\phi_{\text{оя}}}}{A_{\text{зўн}}}. \quad (27.10)$$

Ток манбанинг ФИК ҳақида гап борганда фойдали иш деб ўзгармас токнинг ташқи занжирда бажарган иши назарда тутилади:

$$A_{\phi_{\text{оя}}} = IUt = I^2Rt.$$

Тўлиқ иш деб ток манбаи ишига айтилади. У:

$$A_{\text{тўл}} = A_{\text{ашки}} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E}t.$$

$$\eta = \frac{IUt}{\mathcal{E}It} \cdot 100\% = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\%. \quad (27.11)$$

ФИК ток манбанинг электр юритувчи кучидан қандай қисми истеъмолчида кучланиш турида ажралиб чиқишини кўрсатади.

Токнинг иссиқлик таъсири. Жоуль—Ленц қонуни. Ҳозирги пайтда техникада электр токининг иссиқлик таъсири муҳим ўрин эгаллайди. Ток ўтказгичдан ўтганда уни қиздиради. Буни сиз уй шароитида қўлланиладиган турли электр асбобларининг ишлашида кузатишингиз мумкин.



- Ўтказгичдан ток ўтганда унинг қизишини қандай тушунтириш мумкин? Ўша пайтда ўтказгичда қандай жараёнлар содир бўлади?

Ҳар қандай ўтказгичда зарядланган эркин зарралар (электронлар ва ионлар) бўлади. Масалан, электр печь, дазмол, фен, электр чойнак ва ҳ. к. Улар электр майдон таъсирида ҳаракатланиб, модданинг ионлари ёки атомлари билан таъсирлашади ва уларга ўз энергияларининг бир қисмини беради. Электр токининг иши натижасида ўтказгичнинг ички энергияси ортади. Бу ўз навбатида ҳароратнинг ортишига олиб келади.

Инглиз физиги Ж.П. Жоуль ва рус физиги Э.Х. Ленц үтказган тажрибалар қўзғалмас металл үтказгичларда токнинг барча иши унинг қизишига, яъни ҳароратининг кўтарилишига сарфланишини исботлаган. Қизиган үтказгич ўзи олган энергияни атрофдаги жисмларга беради.

Электр токининг иши $A = IUt$, $A = \frac{U^2 t}{R}$ ёки $A = I^2 Rt$ формулалар ёрдамида ҳисоблангани учун, үтказгичдан ажралиб чиқсан иссиқлик миқдори ҳам ўша формуладан аниқланади:

$$Q = IUt, \quad Q = \frac{U^2 t}{R}, \quad Q = I^2 Rt.$$

Жоуль—Ленц қонуни: қўзғалмас үтказгичлардан ток ўтганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори ток кучи квадратининг үтказгичнинг қаршилигига ва токнинг ўтиши вақтига кўпайтмасига тенг:

$$Q = I^2 Rt. \quad (27.12)$$

Ташқи кучлар ҳисобига ток манбаи қисқичларида потенциаллар айирмаси вужудга келади. Агар ток манбаи қисқичларига электр лампа уланса, электр майдон лампа толаси бўйлаб ва ток манбаи ичидаги зарядни кўчириб иш бажаради. Энергиянинг сақланиш қонунига мувофиқ: $A_{\text{ташқи}} = A_{\text{лампа}} + A_{\text{ички}}$.

$A_{\text{ташқи}} = \mathcal{E}It$, $A_{\text{лампа}} = I^2 Rt$, $A_{\text{ички}} = I^2 rt$ эканини ҳисобга олсак, у ҳолда $\mathcal{E}It = I^2 Rt + I^2 rt$. Бундан:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (27.13)$$

(27.13) ифода тўлиқ занжир учун Ом қонунининг математик ифодасидир.

Ёник занжирдаги ток кучи ток манбаининг ЭЮКга тўғри пропорционал, тўлиқ қаршилигига тескари пропорционалдир. Тўлиқ занжир учун Ом қонуни:

$$\mathcal{E} = U_{\text{ташқи}} + U_{\text{ички}}. \quad (27.14)$$



1. Электр токининг иши қандай формула ёрдамида ҳисобланади?
2. Токдаги фойдали ишининг тўлиқ ишдан фарқи нимада?
3. Ишининг ХБ системасидан бошқа қандай бирлигини биласиз? Унинг физик маъноси қандай?
4. Токнинг қуввати нима?
5. Электр иситкичининг қуввати 900 Вт. Бу нимани билдиради?
6. Бир ой ичидаги электр ҳисоблагичнинг кўрсатиши 120 кВт · соатга ўзгарди. Ўша ёзувни тушунтириңг.
7. Нима учун үтказгичдан ток ўтганда у қизийди?
8. Нима учун дазмолга электр энергия узатиладиган сим дазмол спиралига қараганда камроқ қизийди?
9. Жоуль—Ленц қонунини таърифланг.
10. Жоуль—Ленц қонунидан фойдаланиб, токнинг кимёвий таъсируни ҳисоблаш мумкинми? Жавобингизни тушунтириңг?
11. Электр лампанинг толаси қисқартирилса, лампа истеъмол қиласидиган қувват ўзгарадими?
12. Вагоннинг тамбури ўзаро параллел уланган бешта лампочка билан ёритилади. Агар лампочкалар сони тўртта бўлса, электр энергияси сарфи камаядими? Лампочкалар кетма-кет уланса жавоб қандай ўзгаради?

Масала ечиш мамуналари

1. 5 минут ичидә 20°C ҳароратдаги 1,5 л сувни қайнаш ҳароратигача етказиш учун күндаланг кесими $0,1 \text{ mm}^2$ ныңром үтказгичдан ясалған сув иситкичнинг узунлиги қандай бўлиши керак? Сув иситкичнинг ФИК 90%, тармоқдаги кучланиш 220 В.

Берилган:

$$\tau = 5 \text{ мин}$$

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

$$V = 1,5 \text{ л}$$

$$S = 0,1 \text{ mm}^2$$

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

$$\eta = 90\%$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$c = 4200 \frac{\text{ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}}$$

$$\rho_0 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$l = ?$$

ХБС

$$300 \text{ с}$$

$$1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$0,9$$

Ечилиши. Сув иситкичнинг ФИКни $\eta = \frac{A_{\text{ФИК}}}{A_{\text{тек}}}$ формула ёрдами-

да топамиз. Сув иситкич сувни қайнаш ҳароратигача етказиши керак. Демак, фойдали иш сувни қайнашгача етказиши учун сувга берилған иссиқлик микдори $A_{\text{ФИК}} = Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ формула бўйича топилади, бу ерда

$$m = \rho V = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1,5 \text{ кг.}$$

Электр токи иситкич спиралидан ўтганда иш бажаради. Бу иш $A_{\text{тек}} = Q_2 = \frac{U^2}{R} \tau$. Электр токи иситкич спиралидан ўтганда иш бажаради. Бу иш:

$$\eta = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{U^2 \tau}. \quad (1)$$

Иситкичнинг қаршилигини $R = \frac{\rho_0 l}{S}$ формуладан топамиз. Бундан ўтказгичнинг узунлиги:

$$l = \frac{RS}{\rho_0}. \quad (2)$$

(1) формуладан қаршиликни топамиз: $R = \frac{\eta U^2 \tau}{cm(t_2 - t_1)}$. Ушбу катталикни (2) формулага қўйсак, $l = \frac{\eta U^2 S}{cm(t_2 - t_1) \rho_0}$. Ҳисоблашларни бажарамиз:

$$l = \frac{0,9 \cdot 300 \text{ с} \cdot (220 \text{ В})^2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{4200 \frac{\text{ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{С}} \cdot 1,5 \text{ кг} \cdot (100 - 20)^{\circ}\text{C} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} \approx 2,36 \text{ м.}$$

Жавоб: $l \approx 2,36 \text{ м.}$



18-машқ

- 220 В ли кучланишга уланган электр чироғига 5 минут ичидә 12 кЖ энергия сарфланди. Электр чироғидаги ток кучи қандай?

(Жавоб: 30 мА)

- 2.** Электр ҳаракатлантиргичлари бир хил иккита троллейбустурли тезликлар билан ҳаракатланади. Улардан қайси бирининг қуввати катта: тез ҳаракаланганингми ёки секин ҳаракатланганингми? Иккала ҳолда ҳам ҳаракатга қаршилик бир хил деб ҳисоблансын.
- 3.** Ток кучи 6 А бўлганда электр плита 8 минут ичидаги 2,2 МЖ энергия истеъмол қиласди. Плита спиралининг қаршилиги қандай?
- (Жавоб: 127 Ом)
- 4.** Электр плитани таъмирлаганда унинг спирали дастлабки узунлигидан 10% га қисқаради. Плита ана шу занжирга уланганда унинг истеъмол қиладиган қуввати неча марта ўзгаради?
- (Жавоб: 1,1 марта ортади)
- *5.** 220 В кучланишга мўлжалланган дазмолда иккита бир хил $R = 80,7 \text{ Ом}$ қаршиликли чулғам бор. Қайта улагич ёрдамида уларни кетма-кет ва параллел улаш мумкин. Ҳар қайси ҳол учун дазмолнинг қувватини ҳисобланг.
- (Жавоб: 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт)
- *6.** Кўтариш қранинг электр ҳаракатлантиргичи 380 В кучланишли ток манбаига уланган. Ўша пайтдаги ток кучи 20 А. Агар кран 1000 кг массали юкни 20 м баландликка 1 минутда кўтарса, унинг ФИК қандай?
- (Жавоб: 44%)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

28-§. Металлар электр қаршилигининг ҳароратга боғлиқ бўлиши. Ўта ўтказувчанлик



Бугунги дарсда:

- металлардаги электр токи табиатини тушунтиришни ва қаршиликнинг ҳароратга боғлиқ бўлишини аниқлашни ўрганасиз.



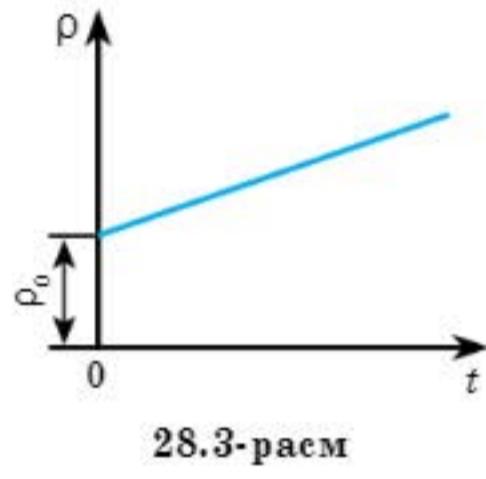
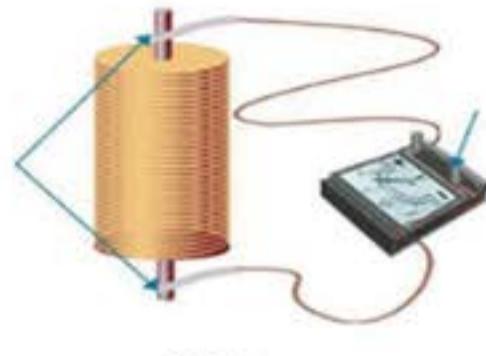
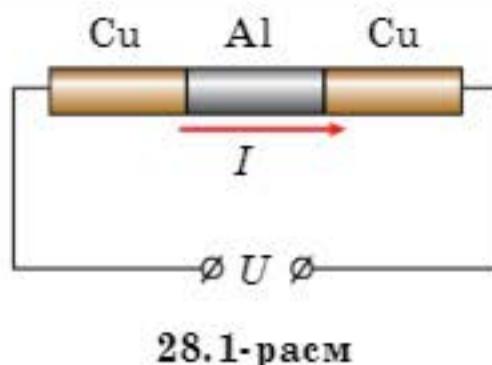
Таянч сўзлар:

- ✓ қаршиликнинг ҳароратга боғлиқлиги
- ✓ ўта ўтказувчанлик



- Қизиган ўтказгичда қандай ўзгариш бўлиши мумкин? Бу ўзгаришлар ўтказгичнинг электр хоссасига қандай таъсир кўрсатади? Чироқдаги кучланиш астасекин орттирилса, чироқнинг ток кучи қандай ўзгаради?

Турли моддалар электр токини турлича ўтказади. Барча металлар яхши ўтказгичлар, аммо уларнинг ички тузилиши ҳар хил бўлгани учун ток ўтказиш қобилияtlари ҳам турлича бўлади. Металларда заряд ташувчи зарралар — эркин электронлар. Буни немис физиги Э. Рикке



ва америкалик физиклар Т. Стюарт ва Р. Толмен тажрибаларида исботлашган. Улар иккита мис цилиндр орасига алюминий цилиндрни жойластириб, электр занжирини тузишган (28.1-расм). Занжирдан бир йил мобайнида ток ўтказилгандың цилиндрларнинг кимёвий таркиби ва массалари үзгармаган.

Демак, металларда токни эркин электронлар ташийди. Америкалик олимлар Г. Стюарт ва Р. Толмен цилиндр ғалтакка мис сим ўраб, ўз ўқи атрофида айлантириб кескин тұхтатғанды (28.2-расм), унда қисқа муддатли ток пайдо бўлган.

Биз ўтказгич қаршилиги унинг геометрик ўлчовига ва металл таркибиға боғлиқ эканни аникладик. Энди металл ўтказгичнинг қаршилиги қандай катталикларга боғлиқ эканни аниклаймиз. *Металнинг қаршилиги ҳароратнинг үзгаришига боғлиқ, чунки эркин электронларнинг ҳаракати ҳароратга боғлиқ.* Ушбу гипотезани аниклаш учун аккумуляторга пўлат спираль (бурама сим) улаб, уни алланга устида ушласак, занжирга уланган амперметр ток кучининг камайганини кўрсатади. Демак, ҳарорат үзгариши билан ўтказгичнинг қаршилиги ҳам үзгаради.

Агар 0°C ҳароратда ўтказгичнинг ҳарорати R_0 , t ҳароратда эса R бўлса, қаршиликнинг нисбий үзгариши тажриба кўрсатишича, ҳароратнинг үзгаришига тўғри пропорционал бўлади:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha t. \text{ Бундан:}$$

$$R = R_0(1 + \alpha t). \quad (28.1)$$

Пропорционаллик коэффициенти α қаршиликнинг ҳарорат коэффициенти деб аталади. У модда қаршилигининг ҳароратга боғлиқлигини тавсифлайди. Қаршиликнинг ҳарорат коэффициенти сон қиймати жиҳатдан қаршиликнинг ўтказгич 1 К иситилгандаги нисбий үзгаришига teng. *Металл иситилганда унинг геометрик ўлчами үзгармайди деб ҳисобласак, унинг солиштирма қаршилиги ҳароратга боғлиқ бўлади:*

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t). \quad (28.2)$$

Ҳарорат үзгарганда α солиштирма қаршилик жуда оз үзгаргани учун (28.2) формулага мувофиқ солиштирма қаршилик ҳароратга чизиқли боғлиқ бўлади (28.3-расм).

Қаршиликнинг ортишига қўйидагича изоҳ берилади: ҳарорат ортиши билан кристалл панжара тугуларидағи ионларнинг тебраниш амплитудаси ҳам ортади. Шунинг учун эркин электронлар ионлар билан кўпроқ

түқнашиб, ҳаракат йұналишини үзгартыриб тұради. Чүғланма лампочканинг вольфрам толаси қаршилиги ундан үтгандан 10 баравардан зиёд ортади. Шунинг учун лампочка толасининг вольт-ампер тавсифи чизиқли боғланишни бермайды (28.4-а расм).

Металлар қаршилигининг ҳароратга боғлиқлигидан электр термометрларда фойдаланилади. Бундай термометрлар жуда паст ва жуда юқори ҳароратларни үлчайды. Бундай ҳароратларни үлчаш учун оддий суюқлики термометрлар яроқсиз.

(28.2) формуладан ҳарорат пасайиши билан металларнинг қаршилиги камайишини күриш мүмкін. 1911 йилда голландиялық физик Х. Камерлинг-ОНнес үтказувчанлик ҳодисасини кашф қылды. У симобнинг паст ҳароратлардаги қаршилигини үлчади. Камерлинг моддаларни аралашмалардан мүмкін қадар юқори сифатда тозалаб ҳароратни камайтирганда модданинг қаршилиги қандай үзгаришини билмоқчи бўлди. Тадқиқот кутилмаган натижа берди: 4,15 К дан паст ҳароратда симобнинг қаршилиги бирданига йўқолди. Қаршиликнинг ҳароратга боғлиқлиги графиги 28.4-а расмда тасвирланган.

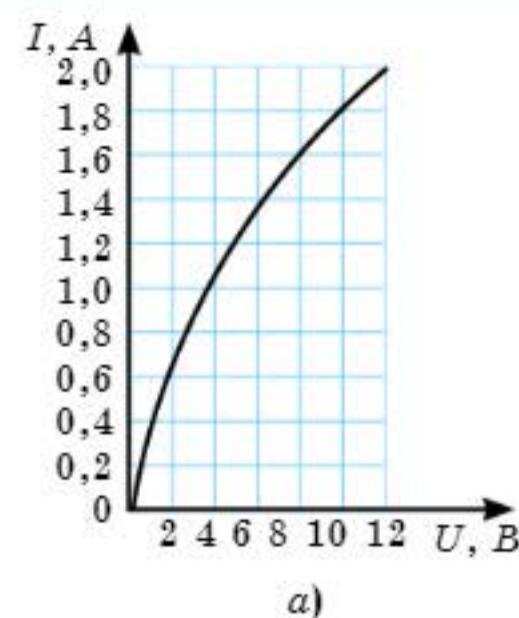
Бу симобнинг ўша ҳароратдан бошлаб электр токига қаршилик кўрсатмаслигини анлатади. *Айрим металлар ҳам үтказувчанлик хоссасига эга.* Агар шундай металдан ҳалқа ясад, унда ток вужудга келтирилса, ток ўша ҳалқада чексиз узоқ вақт айланиб юради. Үтказгичда сўнмайдиган токнинг мавжуд бўлиши қарийб икки йилни ташкил қилган. Лекин бу тажриба маълум ташқи сабабларга кўра тўхтатилган.



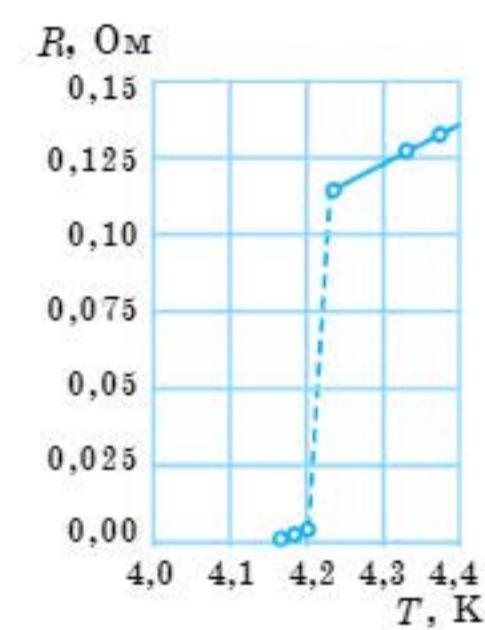
- Үтказувчан металлар қўлланилса, инсоният қандай афзалликларга эга бўлар эди?



1. Нима учун металлар яхши үтказгичлар бўлиб ҳисобланади?
2. Нима учун металлнинг үтказувчанлиги электрон үтказувчанлик?
3. Ташқи электр майдони мавжуд бўлган ва мавжуд бўлмаган пайтдаги металлар эркин электронларининг ҳаракатини тавсифланг.
4. Нима учун ҳарорат ортгандан металлнинг қаршилиги ортади?
5. Үтказувчан үтказгичларнинг афзаллиги нимада?
- *6. Электр лампочка катта қувватни истеъмол қиласи: у тармоқка уланиши биланми ёки бир неча минут үтгандан кейинми?
- *7. Агар электр плитаси спиралининг қаршилиги ҳарорат ортиши билан үзгармаса, унинг паст қувватдаги узунлиги катта бўлиши керакми ёки кичикми?



a)



б)

28.4-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Дарсда нималар күпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба түпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

29-§. Электр иситиш асбоблари, чўғланма лампа, қисқа туташув, эрувчан сақлагичлар



Таянч сўзлар:

- ✓ **электр иситиш асбоблари**
- ✓ **чўғланма лампа**
- ✓ **қисқа туташув**
- ✓ **сақлагичлар**



- Ўтказгичдан электр токи ўтганда унинг қизишидан қандай ва қаерда қўлланиш мумкин?

Бугунги дарсда:



- электр иситиш асбобларининг ишлаши ва қисқа туташув рўй бериш сабаби ва унинг олдини олиш йўллари билан танишасиз.

Электр иситиш асбоблари. Замонавий ҳаётни турли электр асбоблари, электр иситиш асбоблари, ёритиш лампаларисиз тасаввур қилиш қийин. Уларнинг иши токнинг иссиқлик таъсирига асосланган.

Уй шароитида электр плиталари, дазмоллар, чойнаклар, сув қайнаткичлардан кенг фойдаланилади. Саноатда токнинг иссиқлик таъсиридан пўлатнинг махсус турларини эритишда ва бошқа металларни электр пайвандлашда фойдаланилади. Қишлоқ хўжалигига электр токи ёрдамида иссиқхоналар, инкубаторлар иситилади, ғалла қуритилади, силос тайёрланади.

Иситкич электр асбобларининг асосий қисми иситкич элемент бўлиб ҳисобланади. Иситкич элемент солиширма қаршилиги катта ўтказгичдан ясалади. У юқори ҳароратгача ($1000-1200^{\circ}\text{C}$) иситилганда эримайди. Иситкич элемент ясаш учун кўпроқ нихром қўлланилади. Унинг солиширма қаршилиги $\rho = 1,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$. Нихром билан бирга вольфрамдан ҳам фойдаланилади. Унинг солиширма қаршилиги $\rho = 55 \text{ нОм} \cdot \text{м}$. Нихром ва вольфрамнинг солиширма қаршиликлари катта, шунинг учун улар кичик ўлчамдаги иситкич элементларни ясаш учун қулай.

Иситкич элементда сим ёки тасма тарзидаги ўтказгич иссиқликка чидамли материалга (слюда, керамика) ўралади.

Масалан, электр дазмолда иситкич элемент — нихромли тасма. Тасмадан иссиқлик дазмолга боради (29.1-расм).



29.1-расм

Чүғланма лампанинг иши токнинг иссиқликтің таъсирига асосланған. Ҳозирги чүғланма лампанинг асосий қисми (29.2-расм) ингичка вольфрам симдан иборат (29.3-расм). Вольфрам — юқори ҳароратда эрийдиган металл. Унинг эриш ҳарорати 3387°C . Чүғланма лампадаги вольфрам спираль 3000°C гача қизийди. Шундай ҳароратда у оппоқ рангга кириб, кучли ёруғланади. Тола тез күйиб кетмаслиги учун у ҳавоси сүриб олинган шиша колбага жойлаштирилади.

Бирок вакуумда вольфрам тез буғланиб, спираль ингичкалашади ва тез күйиб қолади. Вольфрамда тез буғланиш содир бўлмасликнинг олдини олиш учун лампочка азот, бальзан криpton ёки аргон билан тўлдирилади. Газ молекулалари вольфрам зарраларининг толадан учбичишига қаршилик кўрсатиб, чүғланма тола узоқ вақт ишлайди.

Ҳозирги пайтда чүғланма лампаларни энергия тежайдиган (кундузги ва диодли) лампалар сиқиб чиқармокда (29.4-расм).



29.2-расм

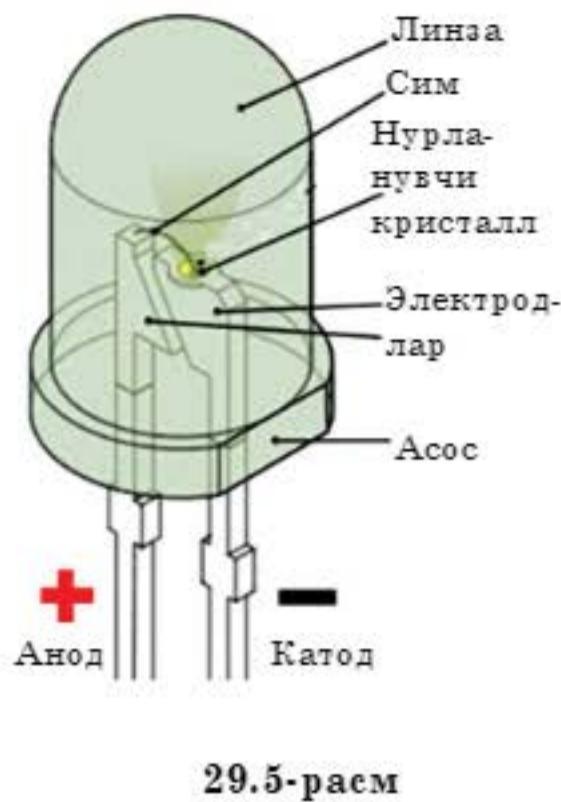


29.3-расм



29.4-расм





Диод лампаларнинг ишлашини 29.5-расм ёрдамида тушунтириш мүмкин. Бу лампаларда ярим ўтказгичли кристалл бор. Ундан ток ўтганда ёруғлик чиқаради. Ёруғлик рангги кристаллнинг қандай моддадан ясалганига боғлиқ бўлади.

Энергия тежовчи лампалар бирмунча бошқача ишлайди, уларнинг асосий қисми газ разрядли найдан иборат.

Ёдда тулинг!

Симоб буғи инсон ҳаёти учун хавфли; шунинг учун тежовчи лампалар синиб қолса, унинг қолдиқларини тўғри ийғишириб олиб, тозалаш керак.

БУ ҚИЗИҚ!

Найча — лампанинг ёруғлик чиқарадиган қисми. У корпусга уланади, корпус ичидаги лампанинг ички қисми бўлган ток манбаи ва ток манбани ишга туширадиган электрон схема. Электрон схема лампани ёндиради.

Икки томонидан пайвандланган найча энергия тежовчи лампанинг колбаси деб аталади. Электродлар найнинг қарама-қарши томонида бўлади. Энергия тежайдиган лампанинг колбаси эгилган ва люминофор қатлами билан қопланган. Бу колбада инерт газ ва озрок микдорда симоб буғи бўлади. У ток манбаига уланганда симоб буғининг нейтрал атомлари электронларини йўқотиб, ионга айланади. Бу жараён ионланиш жараёни деб аталади.

Энергия тежайдиган лампа колбасининг шакли нима учун эгилган бўлади? Лампанинг узунлигини қисқартириш мақсадида унинг шакли шундай ясалади. Спираль (бурама сим)ни ўраш ҳисобига газ разрядли найдинги узунлигини орттириш мүмкин, лекин бундай шаклда лампанинг узунлиги қисқаради. Акс ҳолда лампочка қандилга сифмас эди.

Қисқа туташув. Қисқа туташув деб, занжир қисми учларининг ўша қисм қаршилигига қараганда жуда кичик қаршиликка эга бўлган ўтказгич орқали уланиб қолишига айтилади. Бу ҳол, масалан, симлардан ток ўтиб турганда, таъмирлаш пайтида ёки симларнинг очилиб қолган жойи тасодифан бир-бирига тегиши натижасида рўй бериши мүмкин.

Қисқа туташувда занжирнинг қаршилиги кескин камайиб, занжирдаги ток кучи ортиб кетади. Натижада ўтказгичлар ҳаддан ташқари қизиб алангаланиб кетиши мүмкин. Шунингдек, қўшимча истеъмолчиларнинг параллел уланиши занжир қаршилигини кескин камайтириши мүмкин. Бунга йўл қўймаслик учун тармоққа сақлагичлар уланади.

Сақлагич. Қурилма, машина, аппаратлар, асбоблар, қурол-яроғлар ва ҳ.к. ишлар хавфсизлигини таъминлаш учун сақлагичлар қўлланилади.

Кенг тарқалған сақлагиң турларига әрүвчан сақлагиңдар киради. Бундай сақлагиңдар электр тармоқларини қисқа туташувдан сақтайди.

Эрүвчан сақлагиңдар — электр асбобларини қисқа туташув ва ортиқча юкланишдан сақтайдиган қурилма (29.6-расм). Электр занжирлари ҳар доим муайян ток кучига мүлжалланган бўлади.

Агар бирор сабаб билан занжирдаги ток кучи йўл қўйилиши мумкин бўлган чегарадан ошиб кетса, ўтказгичлар ҳаддан ташқари қизиб кетиб, уларнинг сиртидаги изоляция материали аллангаланиб кетиши мумкин. Тармоқда ток кучининг кескин ортиб кетишига катта қувватли кўп ток истеъмолчилари, масалан, электр плиталарнинг баравар уланиши сабаб бўлиши мумкин. Эрүвчан сақлагиңларнинг асосий қисми — эрүвчан сим. У тез эрийдиган металдан, масалан, қўроғошиндан тайёрланади. Эрүвчан сим чинни цилиндр ичига жойлаштирилади. Занжирдаги ток кучи белгилангандан ортиб кетса, қўроғошин сим эриб, занжир узилади.

Эрүвчан сақлагиңдар содда ва арzonдир. Лекин уларнинг камчилиги ҳам бор: эрүвчан симни юқори кучланишли қурилмаларда алмаштириш қийин. Эрүвчан сим фақат қисқа туташув токидангина сақтайди. Яна шундай сақлагиңдар ҳам борки, уларнинг иши эришга эмас, жисм қизиганда иссиқликдан кенгайишга асосланган. Сақлагчлар хонадонга электр тармоғи киритиладиган жойда маҳсус шчитга ўрнатилади.



29.6-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Иссиқлик ажратикич (29.7-расм) — ток ўтганда исийдиган биметалл пластинадан иборат. Белгилангандан ортиқ ток ўтганда биметалл пластина эгилиб, ҳаракатланувчи контакт пружинасини босиб, электр занжирини ажратади. Эрүвчан сақлагиңлардан фарқли ўлароқ, автомат сақлагиңлар пластина соғигандан сўнг қайта ишлай бошлайди.

Электроника соҳасида электр автомат кенг тарқалған. (29.8-расм). Бу электротехник қурилманинг умумий ишлаш принципи бир хил: ток манбаига улаш ва ундан ажратиш. Ток кучи ҳаддан ташқари ортиб кетганда қурилма дарҳол ишга тушиб, ажратилади. Унинг иккита вазифаси бор: ажратиш ва жуда юқори токдан сақлаш. Ушбу сақлагиң пайдо бўлгандан бери эрүвчан сақлагиңларга талаб камаймоқда.



29.7-расм



29.8-расм

Илгарилари токнинг ортиш хавфидан фақат ўша эрувчан сақлагичлар ҳимоя қилған.

Электр автоматлар құлланишга анча қулай. Агар күйиб кетган сақлагични алмаштириш зарур бўлса, автоматни юқорига кўтариш кифоя.



1. Электр иситиш асбоблари қандай ишилади?
- 2. Электр дазмолнинг ишилаш принципи қандай?
- 3. Чүғланма лампаларнинг тузилиши ва ишилаш пинципи қандай?
- 4. Диодли ва энергия тежовчи лампаларнинг афзаллиги қандай?
- 5. Қисқа туташув қачон кузатиласи?
6. Сақлагичлар нима учун керак?
- 7. Эрувчан сақлагичларнинг ишилаш принципи қандай?
- 8. Иссиклик ажраткич қандай ишилади?
- 9. Электр автоматнинг ишилаш принципи қандай?
- 10. Эрувчан сақлагичнинг камчилиги нимада?
- 11. Электр автоматнинг афзаллиги нимада?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиредингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

30-§. Электр токининг кимёвий таъсири. Фарадей қонуни



Таянч сўзлар:

- ✓ **токнинг кимёвий таъсири**
- ✓ **электрокимёвий экви-валент**
- ✓ **Фарадей қонуни**



Бугунги дарсда:

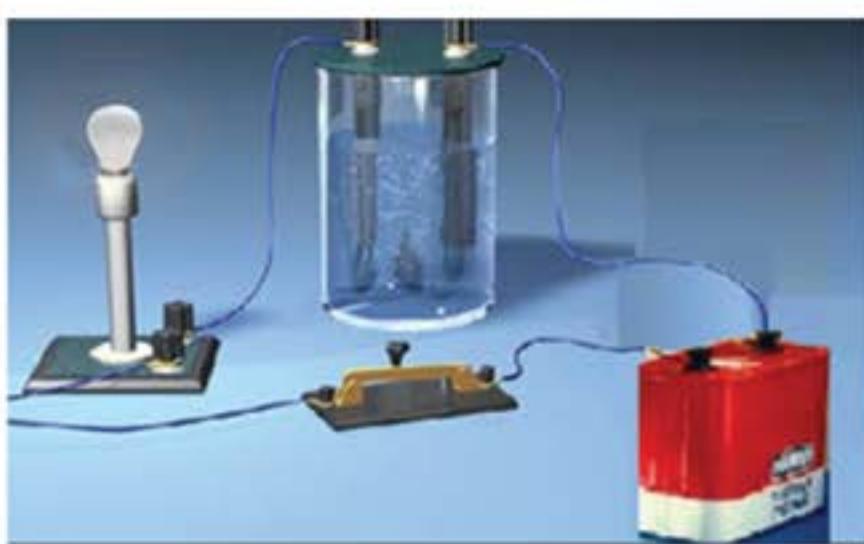
- суюқликлардаги электр токи табиатини тушунтиришни ўрганасиз.



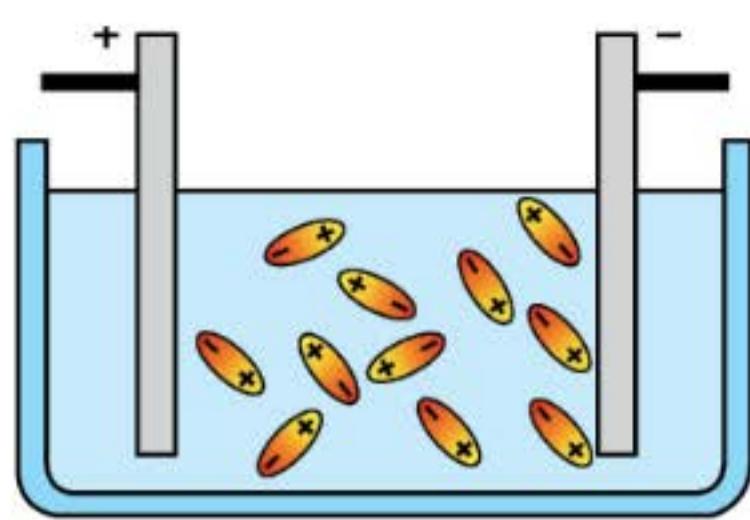
- Кучланиш берилган электр ўтказгични сувга солсак, сувдан ток ўта бошлайди. Бошқа суюқликлар ҳам ток ўтказадими?

Сиз буни биласиз

Инсон танасининг 80% и сувдан таркиб топгани учун, жисм электр токини яхши ўтказади: токнинг инсон организми учун фойдаси ҳам, зарари ҳам бор.



a)



б)

30.1-расм

Суюқликтарнинг электр ўтказувчанлиги инсон ҳәтида муҳим аҳамиятга эга. Уяли телефон батареялари, аккумуляторнинг ишлиши суюқликнинг электр ўтказувчанлигига асосланган.

Эриган бокситдан алюминий олинади. Бу металдан самолётсозликда ва ичимликлар идишини тайёрлашда фойдаланилади. Ток манбаи, чироқ, тозаланган (дистилланган) сув қўйилган идишдан ташкил топган электр занжирини йиғамиз. Идишга иккита электрод солинган (30.1-а расм).

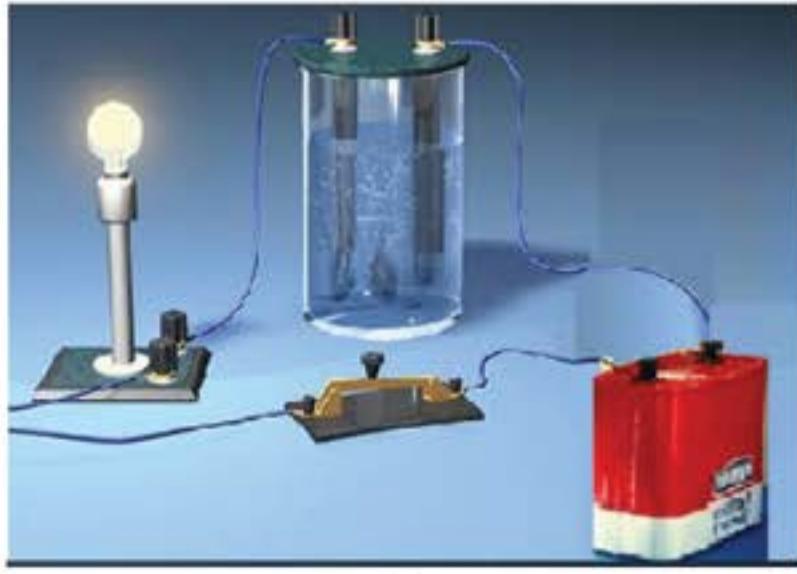
Лампочка калит билан туташтирилганда ёнмайди. Демак, дистилланган сувдан ток ўтмайди (30.1-б расм).

Агар идишга сув ўрнига туз солсак, бунда ҳам лампочка ёнмайди. Агар сувга туз аста-секин солинса, лампочка ёнади. Демак, сувда туз эритмаси электр токини ўтказади.

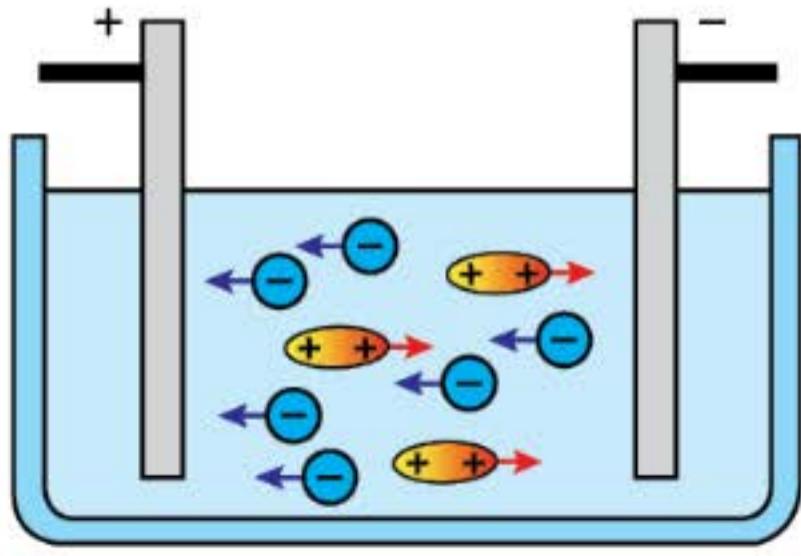
Бу сув эритмасида эркин зарядланган зарралар пайдо бўлганини билдиради (30.2-а расм).

Сув молекуласи туз молекуласини ўраб олиб, уни мусбат ва манфий зарядланган зарраларга ажратади (30.2-б расм). Улар ионлар дейилади. Нейтрал молекулаларнинг ионларга парчаланиши электролитик диссоциация деб аталади.

Тузнинг, кислота ва ишқорларнинг сувдаги эритмаси электролитлар деб аталади.

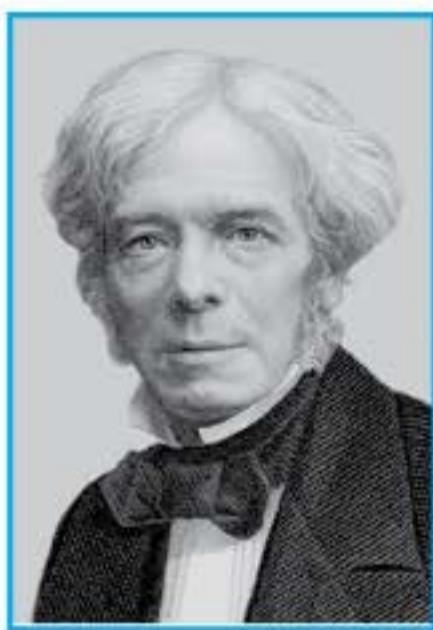


а)



б)

30.2-расм



Майкл Фарадей
(1791—1867)

Электролитлар токни яхши үтказади. Металл ва газлардан фарқли үлароқ, электролитлар бундай хусусиятга эга: электролит орқали үтувчи ток электродлардаги кимёвий реакциялар билан бир вақтда содир бўлади. Натижада электролит таркибига кирувчи кимёвий элементлар ажралиб чиқади.

Электродларда модда ажралиб чиқиши ҳодисаси электролиз деб аталади. Электролизни инглиз физиги М.Фарадей тадқиқ қилиб, электролиз қонунини кашф қилди.

Электродларда ажралиб чиқсан модда массаси электролит орқали үтган зарядга тўғри пропорционал:

$$m = kq. \quad (30.1)$$

$q = It$, бўлгани учун электролиз қонунини

$$m = kIt \quad (30.2)$$

кўринишда ифодалаймиз. Кўриб турибмизки, электродда ажралиб чиқсан модда массаси электролитдан үтган ток кучи билан ток үтган вақтга тўғри пропорционал.

(30.1) формуладаги k коэффициент модданинг электрокимёвий эквиваленти деб аталади. У экспериментал равища топилади.

Модданинг электрокимёвий эквиваленти — электролитдан 1 Кл электр заряди үтганда электродда ажралиб чиқсан модда массаси билан аниқланадиган физик катталиқ.

ХБ системасида модданинг электрокимёвий эквивалентининг ўлчов бирлиги $[k] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \right]$.

Электролиздан техникада кенг фойдаланилади. Электролиз татбиқига мисоллар келтирамиз.

1. Соф металлар олишнинг электролитик усули тозалаш усули деб аталади. Бунга мис, олтин, кумуш каби қимматбаҳо металларни электролитик йўл билан тозалаш киради.

2. Электролиз орқали металдан ясалган бир буюмнинг сирти иккинчи бир металлнинг юпқа қатлами билан қопланади. Ўша жараён гальваностегия деб аталади. Бу мустаҳкам қоплама сиртни занглашдан асрайди. Буюм зангламайдиган никель ва хром ҳамда металлар билан қопланади.

3. Гальвонопластика — кўчириб олинадиган қопламалар ҳосил қилиш жараёни рус олимни Б.С.Якоби ишлаб чиқсан. У 1836 йилда Санкт-Петербургдаги Исаакиев собори учун ичи ковак шакллар ясашда ушбу усулдан фойдаланган.

4. Анодлаш — металларда оксидли ҳимоя қатламини ҳосил қилиш.

5. Металл буюмларнинг сиртига электрокимёвий усулда ишлов бериш (сайқаллаш).
6. Сувни тозалаш. Сувни эрувчан аралашмалардан тозалаб, юшок, чучук сув олинади.
7. Кесувчи асбоблар (жаррохлик пичоклари, устара)ни электрокимёвий усулда чархлаш.



1. Нима учун тозаланган сув электр токини ўтказмайди?
- 2. Сувга туз ёки кислота қўшилса, сувда қандай ўзгариш бўлади?
3. Электролит нима?
4. Электролиз деб нимага айтиласди?
- 5. Нима учун ўтказгичнинг изоляцияланмаган жойига қўл текказиш мумкин эмас?
- 6. Нима учун буюмни гальваник усулда қоплаш учун никель ва хром қўлланилади?
- 7. Нима учун ёритувчи тармоқ симлари резина билан қопланади? Нам хонанинг симлари сиртидан смола билан қопланади. Нима учун?
- 8. Электролизнинг техникадаги татбиқига мисоллар келтиринг.



19-машқ

1. Агар ток кучи 4 А бўлса, электролиз пайтида 20 минут ичидаги алюминий ажралиб чиқади?

(Жавоб: 0,445 г)

■2. 10 минут ичидаги электродда 670 мг кумуш ажралди. Ваннага кетма-кет уланган амперметр 0,9 А кўрсатади. Амперметрнинг кўрсатиши тўғрими?

(Жавоб: йўқ, 1 А)

3. Агар ток кучи 2 А бўлса, мис хлорид (CuCl_2) эритмасида электролиз пайтида қанчада массаси 4,74 г мис ажралиб чиқади?

(Жавоб: 2 соат)

*4. Мис купороси эритмасидаги электродларга 12В кучланиш берилди: 1 кг мис олиш учун қанча энергия зарур?

(Жавоб: 36 МЖ)

*5. Кумуш нитрат кислотаси эритмасидан 6 соатда 120 г кумуш ажралиб чиқиши учун эритмани иситишга қанча қувват сарфлаш керак?

(Жавоб: 30 Вт)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиридингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўплайдингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

Бобнинг асосий мазмунни

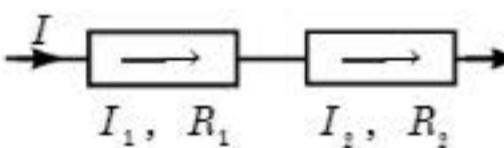
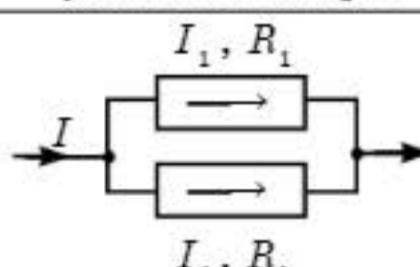
Ўзгармас электр токи

Электр токи — электр майдон таъсирида зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракати. Токнинг йўналиши сифатида мусбат зарядланган зарралар ҳаракат қиласиган йўналиш қабул қилинган. Ток кучи ва унинг йўналиши вакт ўтиши билан ўзгармаса, у ўзгармас ток деб аталади.



Электр занжирини тавсифлайдиган катталиклар	Ток манбаини тавсифлайдиган катталиклар
Ток кучи $I = \frac{q}{t}$ (А)	Электр юритувчи куч (ЭКК) $E = \frac{A_{\text{ячаки}}}{q_0}$ (В)
Кучланиш $U = \frac{A}{q_0}$ (В)	Ички қаршилик r (Ом)
Қаршилик $R = \rho \frac{l}{S}$ (Ом)	

Занжирнинг бир қисми учун *Ом қонуни*: $I = \frac{U}{R}$.

Ўтказгичларни кетма-кет улаш белгилари	Ўтказгичларни параллел улаш белгилари
	
$I_1 = I_2 = I$	$I = I_1 + I_2$
$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

Ўтказгичдан ток ўтганда унинг иссиқлик таъсири кузатилади. Ушбу таъсири натижасида ажралиб чиққан иссиқлик *Жоуль-Ленц қонунидан топилади*: $Q = I^2 R t$.

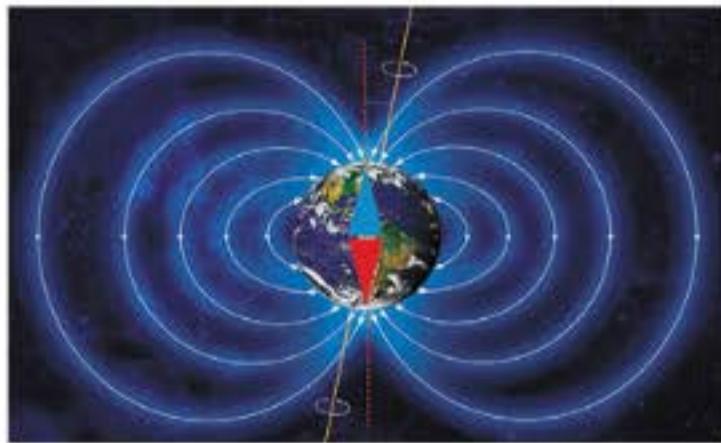
Электролитдан ток ўтганда кимёвий таъсири кўрсатади. Бунда ажралиб чиққан модда массаси *Фарадей қонунидан топилади*: $m = kq$.

6 -БОБ

Электромагнит ходисалар

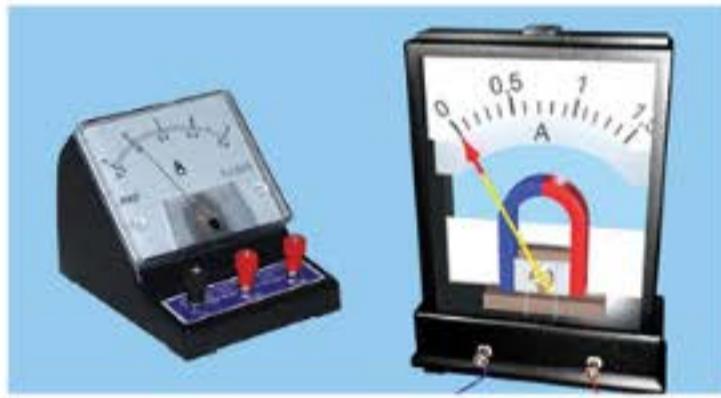
Ерни қуршаб олған магнит майдон уни космик нурланишдан сақтайди.

Магнит майдон ерни қандай ҳимоя қиласы?



Электр үлчов асбоблари ёрдамида электр занжирни тавсифловчи ток кучи, кучланиш, қаршилик, қувват ва бошқа катталиклар үлчанади.

Электр үлчов асбобларининг ишилаш принципи қандай?



Саноатда темир парчалари ва бошқа темир буюмларни ташиш жараёнида электромагниттардан кенг фойдаланилади.

Нима учун электромагнитлар билан ғақат темир буюмларни ташиши мүмкін? Электромагнитларнинг ишилаш принципи нимага асосланған?



Бугунги ҳаётни электр транспортларисиз, электр двигателларисиз, трансформаторларисиз тасаввур қилиш қийин.

Магнит үзаро таъсирлар ва электр ҳаракатлантиригичларни нима бир-бирига boglaidi?



6

31-§. Доимий магнитлар. Магнит майдон



Таянч сүзлар:

- ✓ **магнитлар**
- ✓ **доимий магнитлар**
- ✓ **магнит майдон**
- ✓ **магнит майдоннинг куч чизиқлари**
- ✓ **ернинг магнит майдони**



- Магнитлар ҳақида билганингизни ёдингизга тусириңг. Магнитларнинг асосий хоссалари қандай?
- Михлар магнитларга тортилиб, сүнгра улар ўзлари темир қуқунларини торта бошлайди. Нима учун бундай бўлишини ўйлаб кўринг

Бугунги дарсда:



- магнитларнинг асосий хоссаларига тавсиф беришни ва магнит майдонини куч чизиқлари орқали график равишда тасвирилашни ўрганасиз.

Магнитлар бизни ҳар томондан ўраб туради ва ҳётимизнинг турли соҳаларида кенг қўлланилади. Биз магнитларга шу қадар ўрганиб қолганмизки, ҳатто атрофимизда қанча магнит борлигини ҳам билмаймиз. Ўйлаб кўрсак хонадонимизда ўнлаб магнитлар бор: электр устараларда, динамикларда, магнитафонларда, соатларда, михли банкаларда ва ҳ.к. Биз ўзимиз ҳам магнитлармиз: танамизда оқаётган биотоклар бизни атрофимиздаги магнит куч чизиқларининг ажойиб нақшларини яратади. Биз яшайдиган Ер буюк магнитдир. Қуёш — сарик плазма шар. У ердан ҳам улкан магнитдир. Телескоплар орқали аранг кўринадиган галактикалар ва туманликлар шу қадар каттаки, улар ўлчамларини ҳатто тасаввур қилиш қийин, Ваҳоланки, улар ҳам магнитлардир. Термоядрорий синтез, электр энергиясини магнитодинамик ишлаб чиқариш, синхрофазатронларда зарядланган зарраларни тезлаштириш, сувга ботган кемаларни чиқариш — бурларнинг барчасида катталиги жиҳатдан мисли кўрилмаган буюк магнитлар талаб қилинади. Бугунги кунда кучли, жуда қувватли магнитларни яратиш замонавий физика ва техниканинг муаммоларидан бири ҳисобланади.

Магнит ўзаро таъсирларни батафсил кўриб чиқамиз.

Кучли магнитли моддаларнинг магнит хусусиятлари қадимдан яхши маълум. Уч минг йилдан кўпроқ вақт илгари Хитойда магнит кўрсаткичининг шимолдан жанубга томон йўналишда жойлашадиган хоссасидан амалда фойдаланганлар. Ҳатто ўша пайтда бу мамлакатнинг олимлари араваларига маҳсус “кўрсаткичлар” ўрнатилган бўлиб, уларнинг қўли доимий магнит ёрдамида муттасил жанубни кўрсатиб турадиган одам шаклида ёки доимо жанубга қаратилган магнитланган қошиқ тарзида ясалган (31.1-расм).

Манит хоссалар қадимги Юнонистонда ҳам маълум бўлган, бунга ҳозирги кунгача етиб келган афсоналар исбот бўла олади. Афсоналардан бирида темир нарсаларни ўзига тортадиган тоғ ҳақида айтилган. Денгиз ёқасида жойлашган бу тоғ унга яқинлашиб келаётган кемаларнинг михларини тортиб, суғуриб олар экан, бунинг оқибатида кемалар сочилиб, денгизчилар ҳалок бўларкан.

Мил. ав. V асрда Магнесия қадимиш шаҳри яқинида кўплаб учрайдиган магнетит минералининг ипга осилган бўлаклари ҳар доим бир томонга йўналгани (31.2-расм) маълум эди. Бундан ташқари, бу минерал магнит хусусиятларга эга бўлиб, у ўзига темир, кобальт, никелдан ясалган буюмларни тортади. Аслида, “магнит” сўзи Магнесия шаҳрининг номидан келиб чиқсан, “Magnetis lithos” сўзи “Магнесиядаги тош” маъносини англатади (31.2-расм).

Ҳозир биз икки турдаги магнитларни биламиз: *табиий ва сунъий*. Темир рудаси, никель ва кобальт қотишмалари табиий магнитлар сирасига киради. Никель, кобальт ёки темирдан тайёрланган буюмлар электр токи таъсирида магнит хусусиятга эга (магнитланади) бўлади. Улар сунъий магнитга айланади.

Магнитланган ҳолатини узоқ вакт йўқотмайдиган жисмлар доимий магнитлар деб аталади. Улар сунъий магнитлар сирасига киради.

Доимий магнитларнинг тавсифлари ёки хоссалари бир-биридан фарқ қиласи. Уларнинг баъзилари осонгина магнитсизланади, бошқаларини эса магнитсизлантириш қийин бўлади. Айримлари шундай магнитланадики, уларнинг магнит хусусиятлари жуда кучли, бошқаларида заиф намоён бўлади. Турли доимий магнитларнинг магнит хоссалари ҳарорат ўзгариши билан ўзгаради.

Доимий магнитларни фактат кимёвий элемент ва уларнинг қотишмалари — темир, никель ва кобальтдан тайёрланиши мумкин.

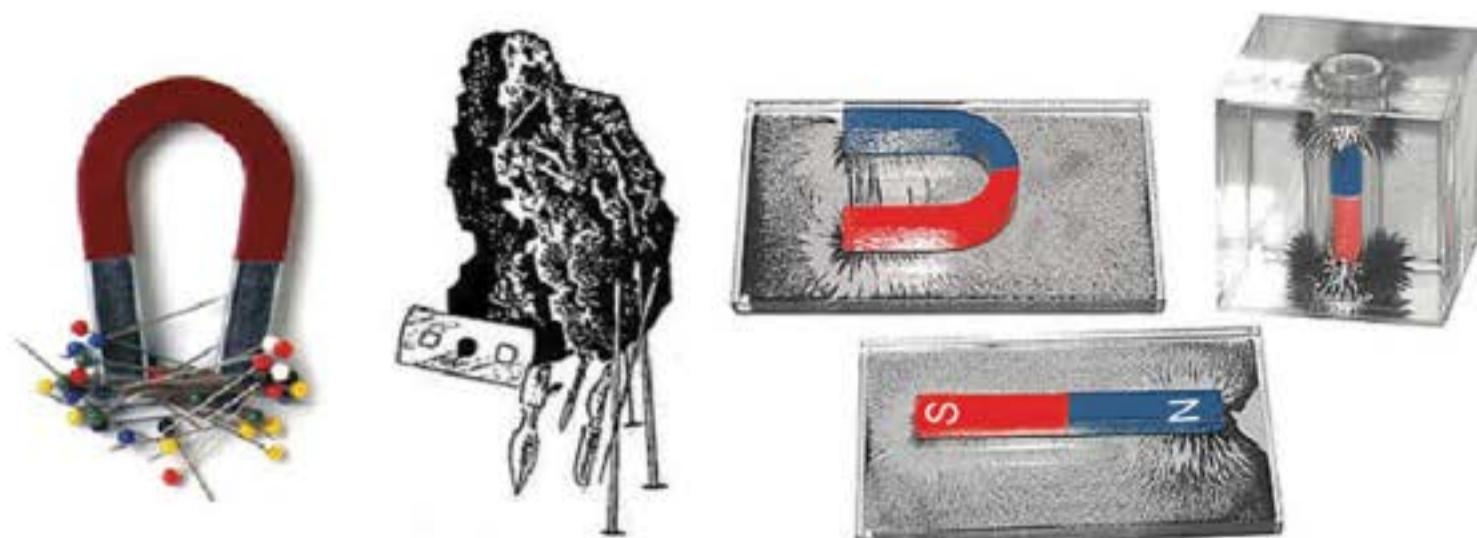
Тажриба шуни кўрсатадики, доимий магнитнинг турли қисмлари темир кукунларини турлича кучлар билан тортади (31.3-расм). Магнит учлари энг катта тортишиш кучига эга. Улар магнит қутблари деб аталади. Ҳар қандай магнитда иккита қутб — *шимолий ва жанубий*



31.1-расм



31.2-расм



31.3-расм

құтблар бўлади. Шимолий қутб *N* (инглиз. *North*), жанубий қутб эса *S* (инглиз. *South*) ҳарфи билан белгиланади.

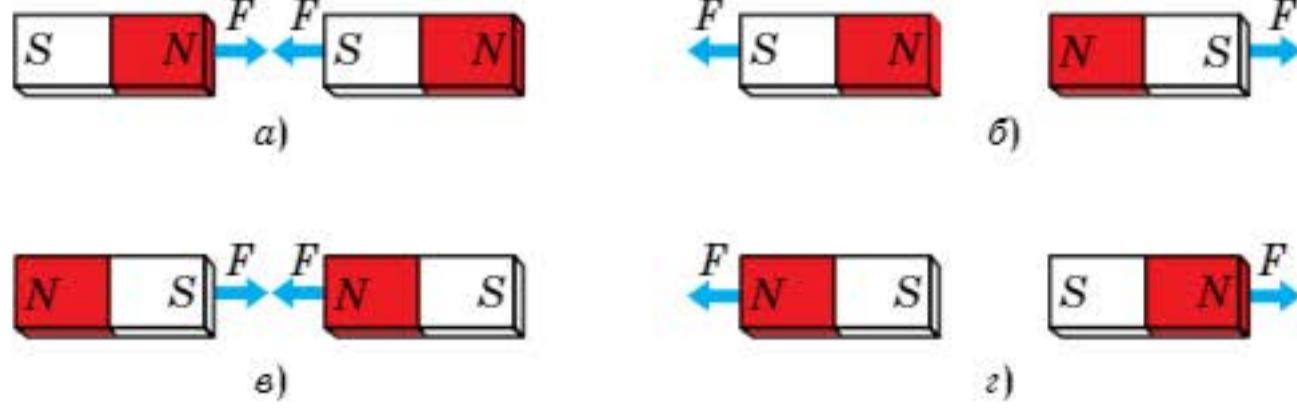
Агар юпқа тилим шаклидаги доимий магнит сувда сузувчи ёғоч тахтача устига қўйилса, унинг бир учи ернинг шимолий қутб йўналишини, иккинчи учи эса жанубий қутб йўналишини кўрсатиб бурилади. Шунинг учун ҳам магнит учлари мос равища шимолий ва жанубий қутблар деб аталади. Ушбу кузатишлар компас яратишга олиб келди. Дастраски компаслар тахминан III асрда Хитойда пайдо бўлган. Европада компас XII асрдан бошлаб қўлланила бошланди. Кейинчалик Ер магнит майдонининг таъсирида муайян тарзда йўналтирилган магнит миллари яратилди.

Агар силлик стол устида иккита тилим шаклидаги магнит ёнма-ён жойлашган бўлса, биз бир хил исмли қутблар итарилиб, турли исмли қутблар ўзаро тортилишини кўришимиз мумкин (31.4-расм).

Магнитларнинг бир-бири билан ўзаро таъсири, уларнинг магнит милларига ёки темир кукунларига таъсири материянинг маҳсус тури — магнит майдон орқали амалга ошади.

Магнит майдон материянинг маҳсус тури бўлиб, биздан мустақил равишида, бизнинг магнит тўғрисидаги билимларимизга боғлиқ бўлмаган ҳолда ҳақиқатан мавжуддир.

Магнит майдонининг мавжудлигини унинг магнит милларига, темир кукунларига таъсирига қараб аниқлаш мумкин.



31.4-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Юқори ҳароратгача қиздирилғанда темир ва унинг қотишмалари, шунингдек, никель ва кобальтнинг күчли магнитланиш қобилияты йўқолади. Соғ темир бу қобилиятини 753°C гача, кобальт 1127°C гача, никель 358°C ҳароратгача қиздирилғанда йўқотади.



Шаффоғ органик шиша сиртига темир кукунини сепиб, тагига тилим шаклидаги ва тақасимон магнитларни жойлаштирамиз. Бунда кукунларнинг ёпиқ чизиклар бўйлаб жойлашганини кўриш мумкин (31.5-расм). Магнит қутбларининг қандай жойлашганлигига қараб, бу чизикларнинг шакллари ҳам турлича бўлади. Магнит майдон куч чизиклари манзарасини ҳосил қилиш учун шишани оҳиста чертиб, кукунни силкитиб қўйиш керак.



31.5-расм

Магнит ўзаро таъсирни тасвирлаш қулай бўлиши учун олимлар магнит майдоннинг куч чизиклари тушунчасини киритишни таклиф қилдилар.

Магнит майдоннинг куч чизиклари — бу магнит стрелкаларнинг ўқлари ёки темир кукунлари жойлашадиган хаёлан чизилган чизиклардир. Магнит майдоннинг куч чизиклари берк бўлиб, уларнинг боши ҳам, охри ҳам бўлмайди. Куч чизиклари магнитнинг шимолий қутбидан чиқиб, жанубий қутбига киради деб ҳисоблаш қабул қилинган. Магнит майдоннинг йўналиши магнит стрелканнинг шимолий учининг йўналиши билан бир хил бўлади.

Магнит майдон таъсири кучлироқ бўлган жойларда куч чизиклари зичроқ жойлашади. Аслида магнит майдонда куч чизиклари мавжуд эмас, улар хаёлий чизиклардир.

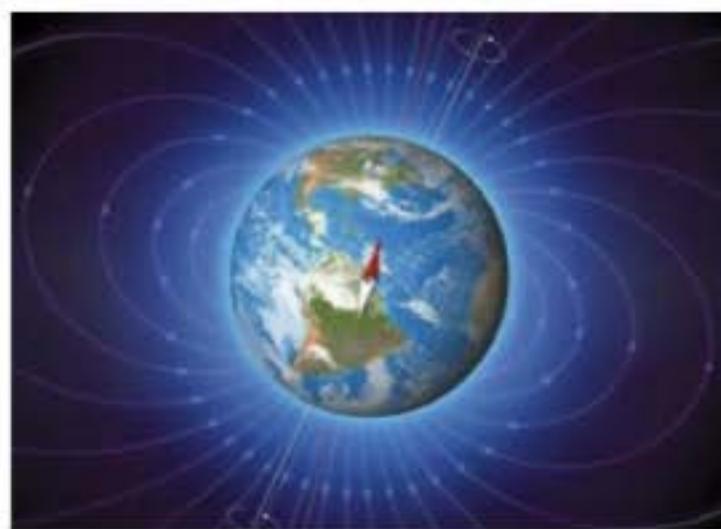


- Магнит ичидаги куч чизиклари қандай йўналганлиги ҳақида ўйлаб кўринг.

Кўпгина тажрибаларда темир кукунлари магнит стрелкаларни алмаштиради, чунки улар магнит майдонда магнитланади ва магнит стрелка каби бўлиб қолади.

Агар тилим шаклидаги магнит иккига бўлинса, унда ҳар бир бўлакда иккитадан қутб бўлади, бошқача айтганда, магнитлар ҳар доим иккита қутбга эга: шимолий ва жанубий.

Келинг, магнитларнинг хоссаларини ўрганиш тарихига мурожаат қиласиз. 1600 йилда инглиз олими Вильям Гильбертнинг “Маг-



31.6-расм

нитлар, магнит жисмлар ва Ернинг буюк магнити ҳақида” асарида Ернинг магнитланишини тушунтирувчи экспериментни тавсифлаб берди. Гильберт магнит рудадан шар ясад, шарнинг кичкина темир күрсаткичга қандай таъсир күрсатишини кузатди. Гильберт кичкина темир күрсаткичининг шар атрофидаги ҳаракати ерга яқин жойлашган горизонтал ўқ атрофида айланы оладиган компас күрсаткичининг ҳаракатига үхшаш эканини пайқади, шунинг учун у Ер — бу гигант магнит деган холосага келди.

Гильберт магнитнинг қуидаги муҳим хоссаларини таърифлади:

1. Магнит иккита қутбга эга (шимолий ва жанубий) ва унинг турли қисмларида турлича тортишиш кучи мавжуд; қутбларда бу куч сезиларли даражада кузатилади.

2. Ҳар хил исмли қутблар бир-бирига тортилади, бир хил исмли қутблар итарилади.

3. Ипга осилган магнит шимол ва жанубни күрсатиб, фазода муайян йўналишни эгаллаб жойлашади.

4. Ер шари — катта магнит.

5. Бир қутбли магнит олиш мумкин эмас.

Ер атрофида магнит майдон мавжудлигини француз физиги А.М.Ампер тадқиқотлари исботлаган. Бу Ер ядросида циркуляцияланувчи (айланиб юрувчи) айланма токлар туфайли юзага келади (31.6-расм).

Ернинг магнит ва географик қутблари бир-бирига мос келмайди. Жанубий магнит қутби *S* географик шимолий қутбга яқин, Виктория кўлининг (Канада) шимолий соҳили яқинида жойлашган. Шимолий магнит қутби *N* Антарктида соҳилидаги жанубий географик қутб яқинида жойлашган. Ернинг магнит қутблари кўчиб туради.

Ернинг магнит майдони сайёрамизни космик нурлар таъсиридан ҳимоя қиласиган кўринмас қалқондир. У заарли зарраларни Ер сиртига яқинлаштирмай, сайёрани айланниб ўтишга мажбурлайди.

Сиз буни биласиз

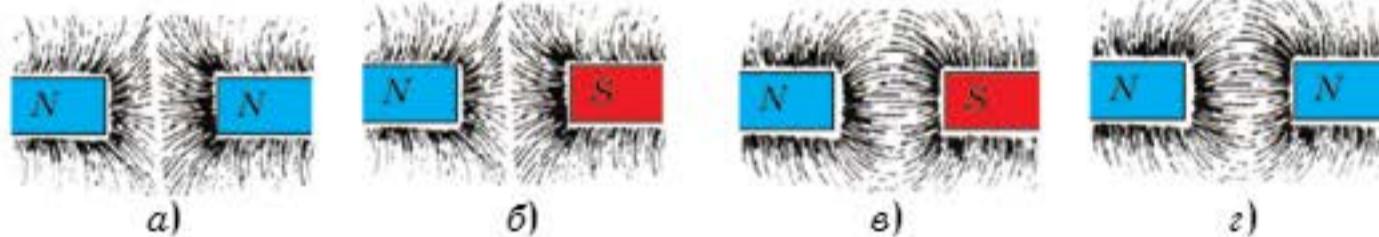
Ер сиртининг баъзи ҳудудларида уларнинг хусусий магнит майдони шу жойдаги озгина чуқурликда жойлашган темир рудаларининг магнит майдони томонидан кучли ўзгаришга учраган. Шундай ҳудудлардан бири — Россиядаги Курск вилоятида жойлашган, у Курск магнит аномалияси дейилади.

Доимий магнитларнинг қўлланиш доирасини келтирамиз:

- 1) автомобилларнинг электр генераторларида;
- 2) радиомикрофонларда;
- 3) магнитафонларда;

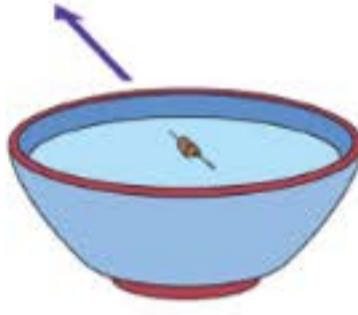
- 4) товуш кучайтиргичларда;
 5) трансформаторларда.
 6) стоматологияда тиши протезларини ишончли ўрнатиш учун магнитта жойлаштирилган имплантантлар қўлланилади. Улар бир-бираiga тортилиб, қўзғалмай туради.

- ?**
- Доимий магнитлар майдонида темир кукунларининг тақсимланишини кўрсатувчи тажрибаларни ўтказинг. Тажриба натижаларини тушунтиринг.
 - Магнит қутбларининг ўзаро таъсиралиши қоидаларини таърифланг.
 - Ўзингиз компас ясанг. Бунинг учун қандай нарсалар керак? Компаснинг ишилаш принципини тушунтиринг.
 - Битта магнит билан жуда кўп пўлат таёқчаларни магнитлаш мумкин. Бу таёқчалар қандай энергия ҳисобига магнитланади?
 - Қўйидаги 31.7-расмнинг қайси бирида магнит майдонининг куч чизиклари тўғри тасвирланган?

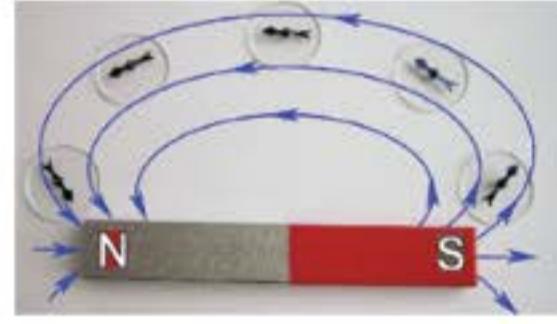


31.7-расм

- *6. Тажриба ўтказинг. Органик шишига темир кукунларини сепиб, тагига тилимсиз магнитни яқинлаштириб, униайланма ҳаракатлантиринг. Кузатилган ҳодисани тушунтиринг.
 *7. 31.8-расмдаги "қурилма" дан қандай мақсадда фойдаланиш мумкин?



31.8-расм



31.9-расм

- *8. 31.9-расмдаги хатони топинг.
 *9. Ернинг магнит майдони шимолий ёғдуниң пайдо бўлишига қандай алоқаси бор?
 *10. Нима учун шимолий ёғду факат Ер қутбларида кузатилади?
 *11. Нима учун магнит майдон мавжуд бўлмаган сайёralарда ҳаёт ҳам мавжуд эмас?
 *12. Иккита бир хил пўлат таёқча бўлиб, улардан бири магнитланган. Шу иккита таёқчадан бошқа ҳеч нарсадан фойдаланмай, улардан қайси бири магнитланганини қандай билиш мумкин?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтириди?	Қандай кўникмаларни шакллантиридингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот қўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

32-§. Токли тұғри үтказгичнинг магнит майдони. Токли ғалтакнинг магнит майдони



Таянч сүзлар:

- ✓ магнит үзаро таъсир
- ✓ магнит майдон
- ✓ магнит майдоннинг күч чизиқлари
- ✓ үнг құл қоидаси



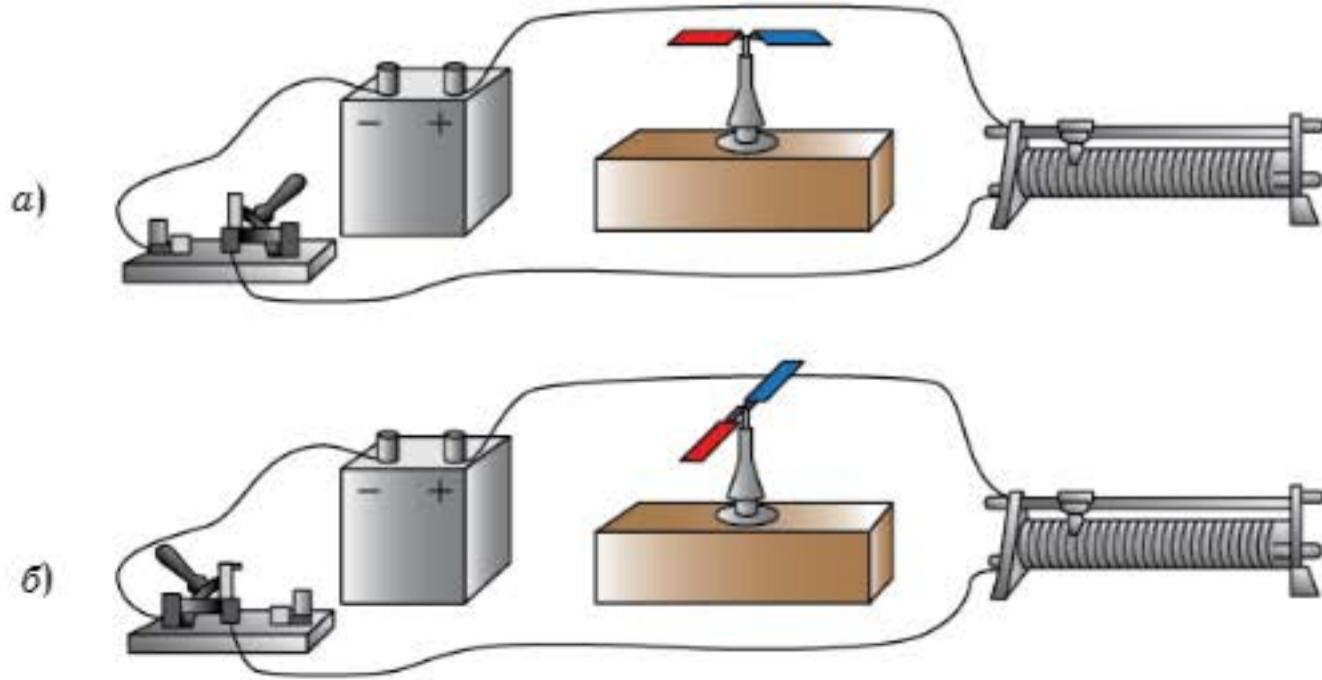
Бугунги дарсда:

- магнит майдон хоссаларини тушунтириб, тұғри ток ва соленоиднинг магнит майдони күч чизиқлари йұналишини анықлашни үрганасиз.

1820 йилда даниялик физик Эрстед тажрибада электр токининг магнит стрелкага таъсир қилишини кашф қилди. У токли үтказгич атрофида магнит майдон пайдо бўлади деб фараз қилди. Бу кашфиёт физиканинг янги бўлими — электромагнитизмнинг пайдо бўлишига олиб келди.

Даниялик олим Х.Эрстед тажрибасини кўриб чиқамиз (32.1-расм). Ток манбаидан тортилган қаттиқ металлар үтказгичнинг ёнига игна учиға киритилган магнит стрелка жойлаштирилган. Үтказгичдан ток үтмаганда, кўрсаткич шимолни кўрсатиб туради (32.1-а расм). Энди симнинг учларини ток манбаига улаймиз. У ҳолда кўрсаткич ўзининг дастлабки ҳолатидан оғади (32.1-б расм). Кўрсаткични үтказгичдан узоқроқ бошқа жойга ҳам қўйиш мумкин, бироқ натижада үзгармайди: *занжир берк бўлганда кўрсаткич бурилиб, үтказгичга перпендикуляр равишида жойлашади.*

Эрстед тажриба натижасини қўйидаги тушунтириди: *токли үтказгич атрофидаги фазода магнит майдон таъсирида магнит кўрсаткич бурилади.* Сиз аввалги мавзуда доимий магнитнинг магнит майдони мавжудлигини тавсифлаган ҳолда у билан танишишини бошлагансиз. Эрстед тажрибаси шуни кўрсатдик, үтказгичдан үтаётган электр токи унинг атрофида магнит майдонни юзага келтиради.



32.1-расм

Француз физиги А.М.Ампер токларнинг ўзаро таъсири қўзғалмас электр зарядларининг ўзаро таъсиридан фарқ қиласди, деб ҳисоблайди. У параллел токларниң ўзаро таъсирини кўрсатувчи тажриба (32.2-расм) ўтказди. Тажрибалар токларниң ўзаро таъсири магнит майдон воситасида амалга оширилишини кўрсатди. Бир хил йўналишда ток ўтаётган параллел ўтказгичлар ўзаро тортилади, агар токлар қарама-қарши йўналишда ўтаётган бўлса, у ҳолда ўтказгичлар бир-биридан итарилади ва уларниң ўзаро таъсир кучлари сон қиймати улар орасидаги масофага боғлик бўлади. Токларниң бундай ўзаро таъсири магнит ўзаро таъсир деб, токларниң ўзаро таъсир кучи эса *магнит кучлар* деб аталади.

Ампер ва Эрстед ўз тажрибаларида магнит майдон фақатгина доимий магнитлар эмас, балки электр токи ва ҳаракатланаётган зарядли зарралар ҳам ҳосил қилишини кўрсатди.

Магнит майдон — материянинг маҳсус тури бўлиб, унинг воситасида токлар ва ҳаракатланувчи зарядли зарраларниң ўзаро таъсири амалга оширилади.

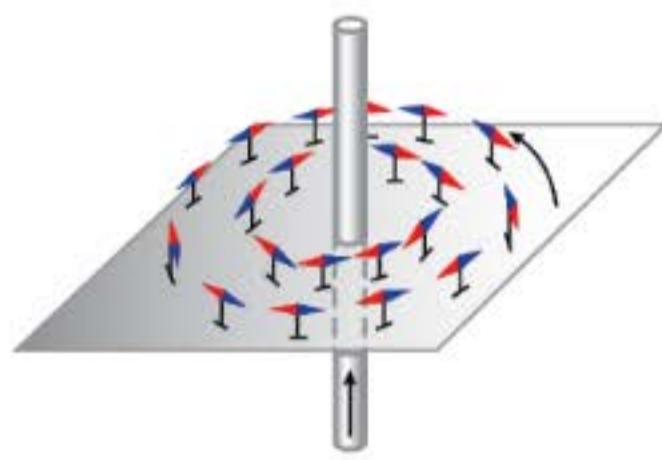
Ёдда тулинг!

Қўзғалмас электр зарядлари электростатик майдонни, ҳаракатланувчи зарядлар (ток) эса магнит майдонни ҳосил қиласди.

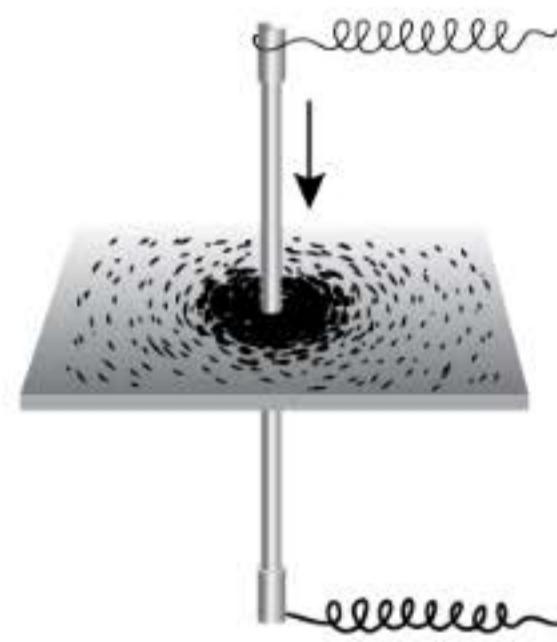
Келинг, токли тўғри ўтказгич ҳосил қиласидиган магнит майдон қандай бўлишини кўриб чиқамиз. Бунинг учун шаффоф органик шишани тешиб, ундан тўғри ўтказгични ўтказамиз ва ана шу ўтказгичдан ток ўтказамиз (32.3-расм). Магнит кўрсаткичлар ўтказгич атрофида айланалар бўйлаб жойлашади. Агар ўтказгичдаги ток йўналиши қарама-қарши йўналишга алмаштирилса, кўрсаткичлар дарҳол қарама-қарши томонга бурилади. Органик шишага магнит кўрсаткичлар ўрнига темир кукуни сепилса, улар ҳам ўтказгич атрофида айланада бўйлаб жойлашади, бунда темир кукунлари ўтказгичга яқин жойларда зичроқ, узоқлашган сари сийрак жойлашади (32.4-расм). Бу магнит майдон ўтказгичдан узоқлашган сайин камайишини англалади.



32.2-расм



32.3-расм



32.4-расм



32.5-расм

Бундай чизиқларнинг пайдо бўлиш сабаби, улар магнитланиб, кичкина магнит кўрсаткичлар каби куч чизиқлари бўйлаб жойлашиб бурилади ва ҳалқасимон кичик занжирлар ҳосил қиласди. Шундай қилиб, токли тўғри ўтказгич магнит майдонининг куч чизиқлари ўтказгични ўраб олган концентрик айланалардан иборат.

Магнит майдон куч чизиқларининг йўналишига магнит кўрсаткичининг шимолий учининг йўналишини олиш қабул қилинган. Масалан, 32.3-расмда кўрсаткичлардаги шимолий учлар йўналиши майдонининг куч чизиқлари соат мили йўналишига қарама-қарши эканлигини кўрсатмоқда.

Токли тўғри ўтказгичдаги магнит майдон куч чизиқлари йўналиши ўнг қўл қоидаси ёрдамида аниқланади. *Ўнг қўл қоидаси: агар тўғри ўтказгични ўнг қўл кафтилиз билан ўраб ушласак у ҳолда керилган бош бармоқ ўтказгичдаги ток йўналишини кўрсатса, қолган тўрт бармоқ магнит майдонининг куч чизиқлари йўналишини кўрсатади.*

Бу қоидани “*ўнг парма қоидаси*” деб ҳам таърифлаш мумкин: *агар парманинг илгариланма ҳаракати йўналиши ўтказгичдаги ток йўналиши билан бир хил бўлса, у ҳолда парма дастасининг айланши йўналиши магнит индукция вектори йўналиши магнит майдон куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади.*

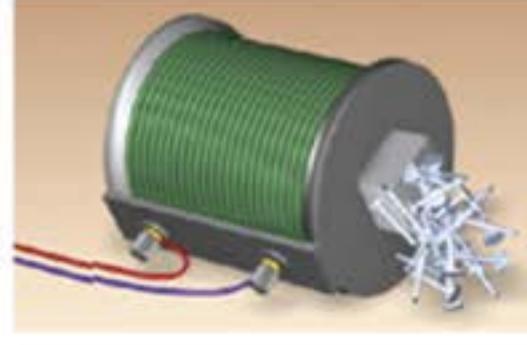
Шундай қилиб, токли тўғри ўтказгичлардаги магнит майдон куч чизиқлари концентрик айланалар каби бўлади.

Энди спираль каби ўралган ўтказгичдан ток ўтганда унинг магнит майдони қандай бўлишини қараб чиқамиз (32.5-расм). Бундай ўтказгич ғалтак ёки *соленоид* деб аталади (юнонча “solen” — найча). Ўтказгични органик шишага жойлаштириб, шишага темир қириндиларни сепамиз (32.5-расм). Расмдан қириндилар ёпиқ чизиқлар бўйлаб жойлашганини ва улар соленоид ичидаги зичроқ эканлиги яққол кўриниб турибди. Демак, соленоид ичидаги магнит майдон унинг сиртидаги майдондан кучлироқ экан. Шунингдек, соленоид ичидаги қириндилар деярли тўғри чизиқ ҳосил қилиб жойлашган. Бу соленоид ичидаги майдон бир жинсли эканини англатади.

Энди симни цилиндричесимон қаттиқ сиртга зич ўраб, ғалтак ҳосил қиласмиз (32.6-расм). Ғалтакдан ток ўтказиб, унга майда михларни



32.6-расм



яқинлаштырсак, улардан бирози ғалтакка тортилади. Агар ғалтак ичига пўлат ёки темир ўзак киритилса, ғалтакка тортиладиган михларнинг сони анча ортишини кузатиш мумкин. Бошқача айтганда, ғалтак ичига ўзак киритилганда магнит майдон кучаяди. Электр изоляцияланган сим ўралган ўзакли ғалтак *электромагнит* деб аталади. Бошқа шартлар бир хил бўлганда электромагнитнинг магнит майдони ўзаксиз ғалтак ёки соленоиднинг майдонидан анча кучли бўлади.



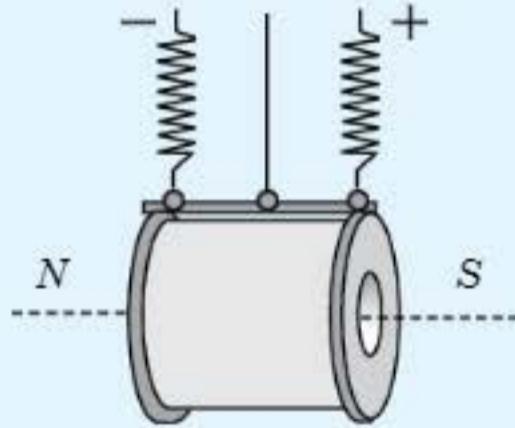
- Соленоид ичига пўлат ўзакча киритилганда унинг магнит майдонининг кучайиши сабаби нимада?

Соленоиддан ток ўтганда дастлаб у темир ўзакни магнитлайди. Магнитланган темир ўзакча ўзининг магнит майдонини ҳосил қиласди, бу майдон йўналиши соленоиддаги магнит майдон йўналиши билан бир хил бўлади. Сиз ғалтакка тортилган михларнинг сони ортганига қараб шундай холосага келдингиз. Агар ғалтакдан ўтаётган ток кучи ортирилса, магнит майдон ҳам ортади.

Ток кучини ўзгартирмай, ғалтакдаги ўрамлар сонини ортириб ҳам магнит майдонни кучайтириш мумкин. Чунки, ўрамлар сони ортган сари, ҳар бир ўрамнинг магнит майдони бир-бирига қўшилиб, натижада янги, яна ҳам кучлироқ магнит майдон ҳосил бўлади.

Сиз буни биласиз

Ипга осилган ғалтакдан ток ўтганда у Ернинг магнит майдони таъсирида компас кўрсаткичи каби йўналиб жойлашади (32.7-расм). Демак, токли ғалтакнинг магнит майдони Ернинг магнит майдони билан таъсирашади.

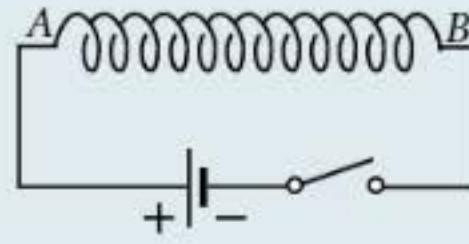


32.7-расм

Индуктив ғалтаклар касса аппаратларида, чипталар ва чекларни кесишида, электр узатмаларда, телефон гўшакларида, турли ажраткичларда, электр ўлчов асбобларида, заводларда юк кўтариш машиналарида, магнитли сепараторларда қўлланилади ва ҳ.к.

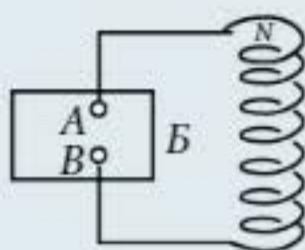


1. Соленоид (бир қатор ўралган симли ғалтак) орқали ток ўтган пайтда ғалтак кутбларини аниқланг (32.8-расм).

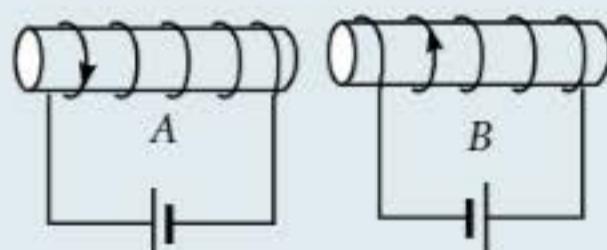


32.8-расм

2. Ғалтакдаги ток йұналиши ва ток манбаи белгиларини аниқланғ (32.9-расм). Шимолий магнит қутби ғалтакнинг юқори учида жойлашган.
3. А ғалтак үрами соат милий йұналишида, В ғалтак үрами эса соат милига қарама-қарши йұналишда үралған (32.10-расм). Электромагнитларнинг чап томондаги учлари қутблари бир хил бўладими? Тушунтириңг.



32.9-расм



32.10-расм



1. Эрстед тажрибасыда магнит күрсаткичинің бўлиши нима учун муҳим?
- 2. Эрстед тажрибасынің асосий холосаси қандай?
- 3. Темир кукунларини магнит күрсаткичлари каби айлана бўйлаб жойлашишга қандай куч мажбур қиласи?
- 4. Токли ўтказгич атрофидаги куч майдони мавжудлигини қандай тажрибалар исботлайди?
- 5. Органик шиша сиртига темир қириндилари сепилған. Агар: а) органик шишанинг юзи бармоқ билан туртиса, б) тагига магнитнің шимолий қутби, сұнгра жанубий қутби яқынлаштирилса нималар кузатиласи?
6. Оң қол ережесі қандай мақсатта қолданылады?
7. Ўнг қўл қоидаси қандай мақсадда қўлланилади?
- 8. Соленоиднің магнит майдонини ўрганиши учун нима қўлланилади?
9. Соленоид магнит майдонининг куч чизиқлари қандай кўринишіга эга?
10. Токли ғалтакнің магнит таъсирини қандай кучайтириш мумкин?
- 11. Нима учун электромагнитнің магнит майдони соленоид майдонидан кучли?
- *12. Қўлдан магнит ясаш усулини тавсия қилинг.
- 13. Соленоид қутблари қандай аниқланади?



20-машқ

1. Дафтарга тўғри ўтказгич чизиб, ундағы ток йұналишини күрсатинг.
2. Тўғри ток магнит майдонининг куч чизиқларини чизиб, уларнинг йұналишини күрсатинг. Бунинг учун қандай қоидадан фойдаландингиз?
3. Индуктив ғалтак чизиб, ундағы токнинг йұналишини күрсатинг.
4. Ғалтак магнит майдонининг куч чизиқларини чизиб, уларнинг йұналишини күрсатинг. Бу ерда қандай қоидадан фойдаландингиз?
5. Агар: а) ғалтакнің үрамлари сони орттирилса, б) ундағы ток кучи орттирилса, в) ғалтакка пўлат ўзак киритилса, ғалтак магнит майдонининг куч чизиқлари манзараси қандай ўзгаради?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтириди?	Қандай кўникмаларни шакллантиредингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот кўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

33-§. Электромагнитлар ва уларнинг татбиқи



Бугунги дарсда:

- турли шаклдаги ўтказгичдан ўтувчи токлар ҳосил қиласынан магнит майдонларни таққослашни;
- электромагнитларнинг ишлеш принципини ўрганасиз.



Таянч сүзлар:

- ✓ **электромагнит**
- ✓ **электромагнитнинг магнит майдони**

Темир ўзак (у *ферромагнит* деб ҳам аталади) киритилган ғалтак электромагнит ғалтак ҳисобланади (33.1-расм).

Электромагнит чулғамларидан ток ўтгандагина уни магнит деб қараң мумкин. Ток йўналишини ўзгартириш йўли билан электромагнит қутбларини осон ўзгартириш мумкин.

Электромагнитнинг афзалликлари:

- Уларнинг ўлчамлари микроскопик ўлчамлардан жуда катта қийматларгача бўлиши мумкин.
- Электромагнит чулғамини ток манбаига улаш, ажратиш орқали уни дарҳол магнитлаш ёки магнитсизлантириш мумкин.
- Ток кучини, ўрамлар сонини ва ўзакни ўзгартириб, магнит таъсир кучини осон бошқариш мумкин.
- Ток қутбини ўзгартириб, магнит кучи йўналишини ҳам ўзгартириш мумкин.

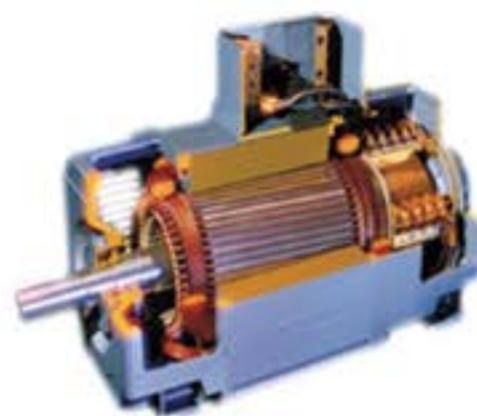
Айнан шу сабабли электромагнитлар кенг тарқалганини тушуниши мумкин, яъни электротехниканинг электромагнитлардан қўлланмайдиган соҳаси йўқ. Масалан, магнит ажраткичларга ҳароратнинг ўзгариши деярли таъсир кўрсатмайди, шунинг учун улар токнинг оптимал қийматини ушлаб турса олади.



33.1-расм



33.2-расм



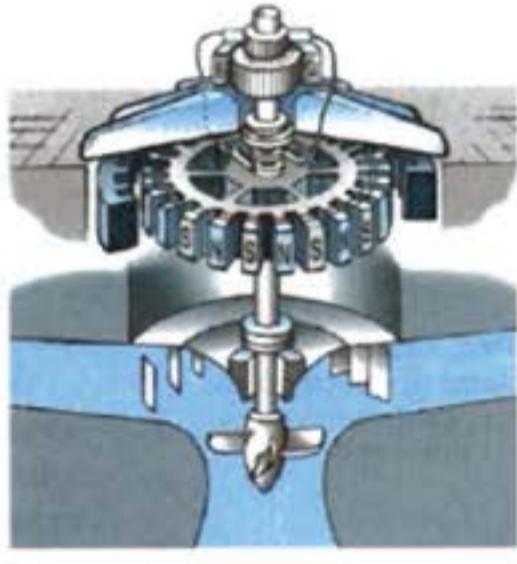
33.3-расм

Электромагнитлар ва уларнинг татбиқи. Электромагнитлардан ахборот сақлашда фойдаланилади. Улар деярли ҳамма замонавий ускуналарда ўз татбиғини топган. Колонкаларда, овоз кучайтиргичларда, магнитофонларда ток кучининг йўналиши ва катталиги ўзгарганда магнит кучининг ҳам ўзгаришига асосланиб, электромагнитлардан фойдаланилади.

Электромагнитлар яна қаерларда қўлланилади? Эшикларга ўрнатилган электр қўнфироқлари (33.2-расм) ва электромагнит қулфлар уларга энг содда мисоллардир.

Кучли майдон ҳосил қилган ҳолда эшикларга электромагнит блокировка ўрнатиш мумкин. Электромагнит орқали ток ўтиб турганда эшик ҳам ёпиқ бўлади. Телевизорлар, компьютерлар, автомобиллар, лифтлар, нусха кўчириш аппаратлари ва бошқалар — мана шуларнинг барчасида электромагнитлар ўз татбиғини топган.

Хозирги пайтда электрҳаракатлантиргичлар (33.3-расм) ва генераторлар муҳим аҳамият касб этади. Мотор электр энергияни қабул қилиб, уни кинетик энергияга айлантириш учун магнитлардан фойдаланади. Генератор (33.4-расм) эса аксинча, магнитлар орқали ҳаракат энергиясини электр энергияга айлантиради. Кўтариш кучи катта бўлган электромагнитлардан (33.5-расм) оғир, катта металл моддаларни кўтаришда фойдаланилади. Улар ёрдамида, масалан, автомобилларни утилизация қилиш учун бир жойдан иккинчи жойга кўтариб қўйиш мумкин. Транспорт билан боғлиқ бўлган соҳада ҳам электромагнитлар



33.4-расм



33.5-расм

кенг қўлланилмоқда. Осиё ва Европада автомобилларни ташиш учун электромагнитлардан фойдаланилади. Бу усул уларга жуда катта тезлик билан ҳаракатланишга имкон беради.

Электромагнитлар, шунингдек, металл парчаларини саралаш, чўян ва бошқа қора металларни рангли металлардан ажратиб олиш имконини яратади.



1. Токли ғалтаклар қандай таъсирлашади?
- 2. Ғалтакнинг қайси учи шимолий, қайси учи жанубий кутб эканлигини қандай ажратиш мумкин?
3. Электромагнитлар нега кўп қўлланилади? Ўз жавобингизни асосланг.
- 4. Қуввати 40 Вт электр лампага кетма-кет уланган электр қўнғироқнинг товуши секин эшишилади. Қуввати (25 Вт ёки 60 Вт) қандай лампа билан алмаштирилганда товуш қаттиқроқ эшишилади?
- *5. Расмдаги (33.6-расм) асбобларни ўтказгичлар билан уланг. Шу пайтда калит (1) уланганда аккумулятор (2) орқали қўнғироқ (3) ишга тушадиган бўлсин.



33.6-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиктириди?	Қандай кўникмаларни шакллантиргингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот кўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

34-§. Магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсири, электр ҳаракатлантиргичлар, электр ўлчов асбоблари



Таянч сүзлар:

- ✓ ампер тажрибаси
- ✓ ампер кучи
- ✓ чап құл қоидаси
- ✓ магнит индукциясининг вектори
- ✓ электр ҳаракатлантиргичи
- ✓ электр ўлчов асбоблари
- ✓ электромагнит реле

Бугунги дарсда:

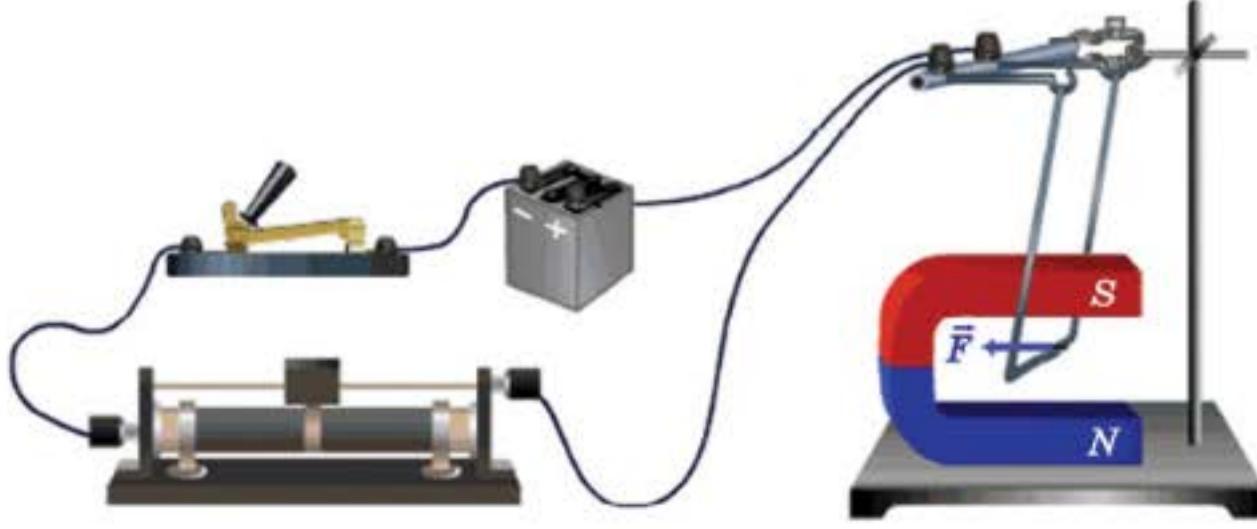
- магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсирини;
- электр ҳаракатлантиргич, электр ўлчов асбоблари, электромагнит асбобларнинг тузилиши ва ишлашини тушунтиришни ўрганасиз.



- Кундалик ҳаётда биз электр токидан күп фойдаланамыз: трамвай, троллейбус, электр асбоблари, чангсүрғич, кир ювиш машиналари ва ҳ. к. Улар қандай ишлайды? Уларни ҳаракатта көлтирувчи күч қандай?

Ампер токли параллел ўтказгичлар билан тажриба ўтказиш орқали уларнинг ўзаро таъсири магнит майдони орқали амалга ошишини исботлади. Бунинг учун Ампер тақасимон доимий магнитнинг қутблари орсида жойлашган токли түғри ўтказгичдан фойдаланиб, бир неча тажриба ўтказди (34.1-расм).

Ампер ўтказгичдан ток ўтган пайтда, магнит майдони доим токли ўтказгичга бирор күч билан таъсир қилишини аниқлади. У ток кучини ўзгартириб, ток кучи ортган сайин магнит майдон томонидан токли ўтказгичга таъсир этувчи күч ҳам ортишини аниқлади. Шунингдек, магнит майдонида турган ўтказгич узунлиги ортгандында унга таъсир этувчи күч ҳам ортиши исботланды. Агар ўтказгич магнит майдонининг күч чизикларига перпендикуляр жойлашса, унга таъсир этувчи күч қиймати максимал, агар параллел жойлашса, нолга teng бўлади. Шунингдек, магнит майдоннинг ўтказгичга таъсир кучи магнит майдонининг ўзига ҳам боғлиқ. Тажриба натижаларини умумлаштириб,



34.1-расм

Ампер магнит майдони томонидан токли үтказгичга таъсир этувчи күч үтказгичдаги ток кучига, ундаги фаол қисм узунлигига (яғни үтказгичнинг магнит майдонида турган қисми узунлигига), магнит майдонининг катталигига түғри пропорционал ва үтказгичнинг магнит майдонида жойлашиш бурчагига боғлик эканлигини аниклади.

$$F_A = BIls \sin\alpha,$$

бу ердаги I — үтказгичдаги ток кучи, l — үтказгичнинг магнит майдонида турган қисми узунлиги, B — магнит индукциясининг вектори (бу катталик магнит майдонини тавсифлайды), α — магнит майдонининг күч чизиклари ва үтказгичдаги ток орасидаги бурчак.

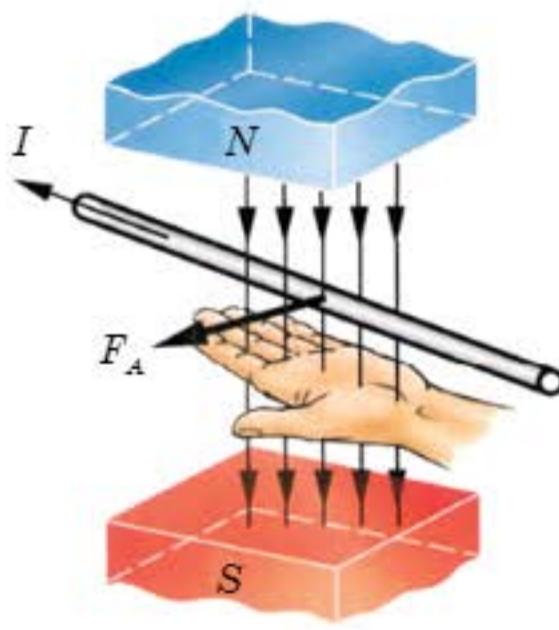
Магнит майдони томонидан токли үтказгичга таъсир этувчи күч Ампер кучи деб аталади.

Магнит индукциясининг вектори (\vec{B}) деб, магнит майдонининг күч тавсифи бўлган вектор катталикка айтилади. Үтказгичдаги ток йўналиши ёки магнит қутблари ўзгарганда, Ампер кучининг йўналиши ҳам ўзгаради. Масалан, 34.2-расмда Ампер кучи чапга йўналган, бироқ үтказгичдаги ток йўналиши ўзгарганда Ампер кучи ўнгга йўналади, яғни үтказгич магнитдан итарилади. Шунингдек, магнитлар 90°га бурилганда ҳам Ампер кучининг йўналиши ўзгаради.

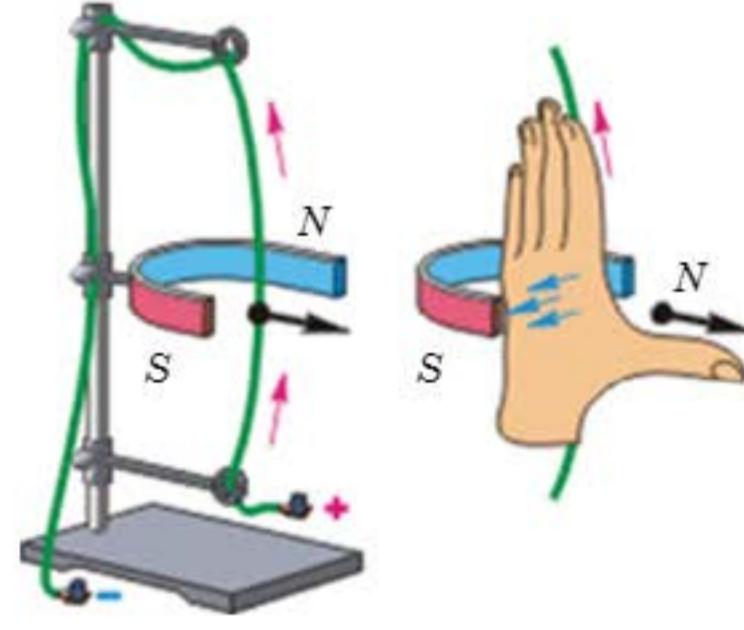
Ампер кучи йўналишини чап қўл қоидаси бўйича аниклаш мумкин: агар чап қўл кафтини унга магнит майдони күч чизиклари кирадиган қилиб жойлаштирилса ва тўрт бармоқ ток йўналишида очилса, 90°га керилган бош бармоқ Ампер кучи йўналишини кўрсатади (34.2-расм).

Мазкур қоидани изоҳлайдиган яна бир расмга эътибор қаратамиз (34.3-расм).

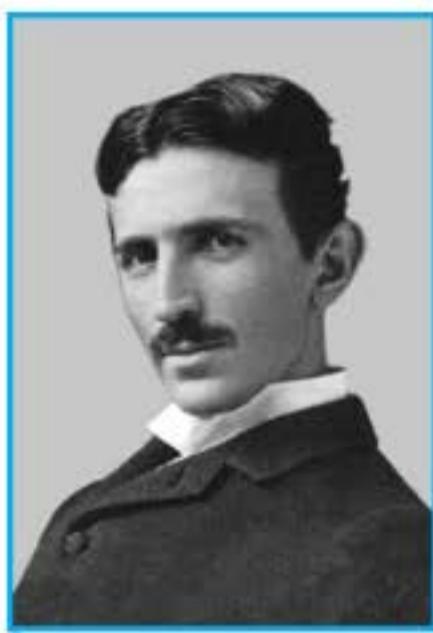
Магнит қутблари орасида магнит майдони күч чизиклари шимолий қутбдан жанубий қутбга қараб йўналади. Қутблар орасига қўйилган магнит стрелкаси ҳам худди шу йўналишни кўрсатади.



34.2-расм



34.3-расм



Никола Тесла
(1856—1943)

Демак, 34.3-расмда күч чизиқлари кафтга кириши учун түрт бармоқни юқорига қилиб, уни үзингиздан тескари томонға қаратиш керак. У ҳолда керилған бош бармоқ үтказгичнинг ўнгга томон күчишини күрсатади. Тажриба ҳам шуни тасдиқлайди.

Эндилікда нега үтказгич күч чизиқларига перпендикуляр жойлашғанда, унга таъсир этувчи күч максимал бўлиши тушунарли:

$$F_{\max} = BI\Delta l.$$

Ушбу ифодадан магнит индукция векторининг физик маъносини аниқлаш мумкин.

Магнит индукция вектори деб, магнит майдони томонидан узунлиги 1 м, ток кучи 1 А бўлган үтказгичга таъсир этувчи күчга тенг бўлган физик катталикка айтилади.

$$B = \frac{F_{\max}}{I\Delta l}.$$

ХБ системасида магнит майдони индукцияси бирлиги *Тесла* (Тл) билан ўлчанади:

$$[B] = [\text{Тл}] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \right].$$

Бу ўлчов бирлиги серб физиги Н. Тесла шарафига қўйилган.

У бир жинсли магнит майдонида магнит индукцияси векторига перпендикуляр турған узунлиги 1 м, ток кучи 1 А бўлган үтказгичга 1 Н күч билан таъсир қилувчи магнит майдони индукциясига тенг катталик.

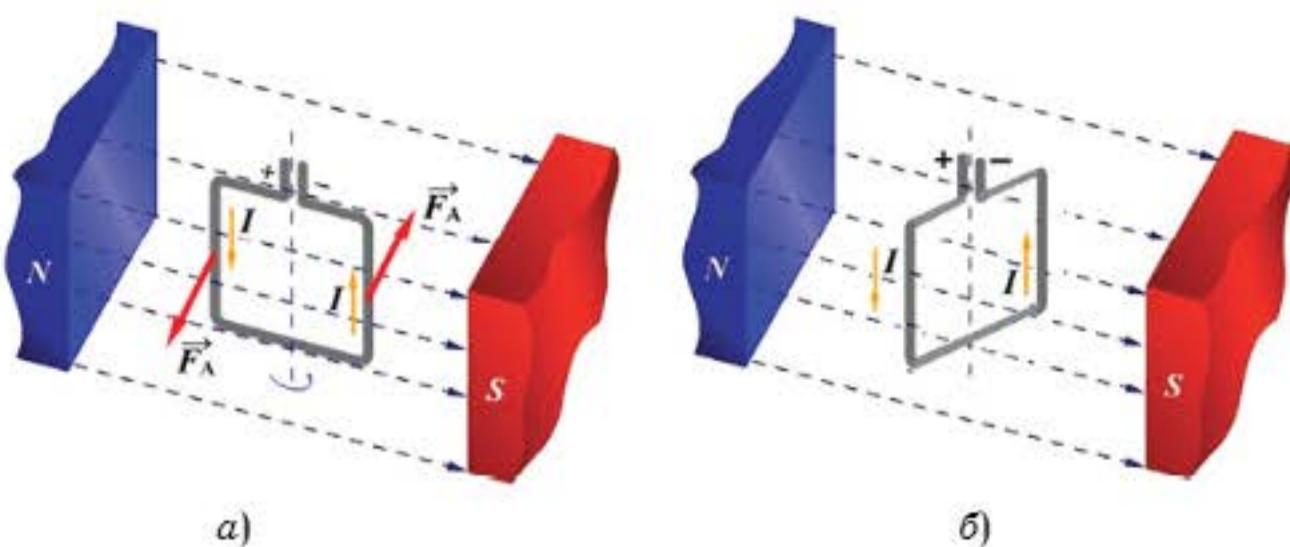
 Тақасимон магнит қутблари орасига тўртбурчак рамка шаклдаги токли үтказгични киритамиз (34.4-расм).

Рамканинг ўнг ва чап томонларига чап қўл қоидасини қўллаб, уларга таъсир этувчи Ампер кучининг йўналишини аниқлаймиз (34.4-а расм). Бу кучлар рамкани соат стрелкасига қарама-қарши йўналишда айлантирувчи күч моментни юзага келтиради, унинг таъсирида рамка текислиги магнит майдонининг күч чизиқларига перпендикуляр жойлашгунча бурилади. Бу тажрибадан магнит майдони токли рамкага айлантирувчи таъсир кўрсатишини кўриш мумкин.



- 34.4-б расмдаги рамкасимон токка эга үтказгичдаги токни ток манбаидан узсак қандай ҳодисани кузатамиз?

Рамка магнит майдонида ҳаракатланиб, 34.4-б расмда кўрсатилган вазиятга келганда ток узиб қўйилса, у ўзининг инерцияси билан ҳаракатини давом эттиради ва дастлабки ўрнига қайтиб келади



34.4-расм

(34.4-*a* расм). Энди токни қайта уласак, юқоридаги ҳолат яна такрорланади ва рамка 34.4-*б* расмдаги вазиятига қайтиб келади. Шу тариқа электр ҳаракатлантиргичининг моделини оламиз.

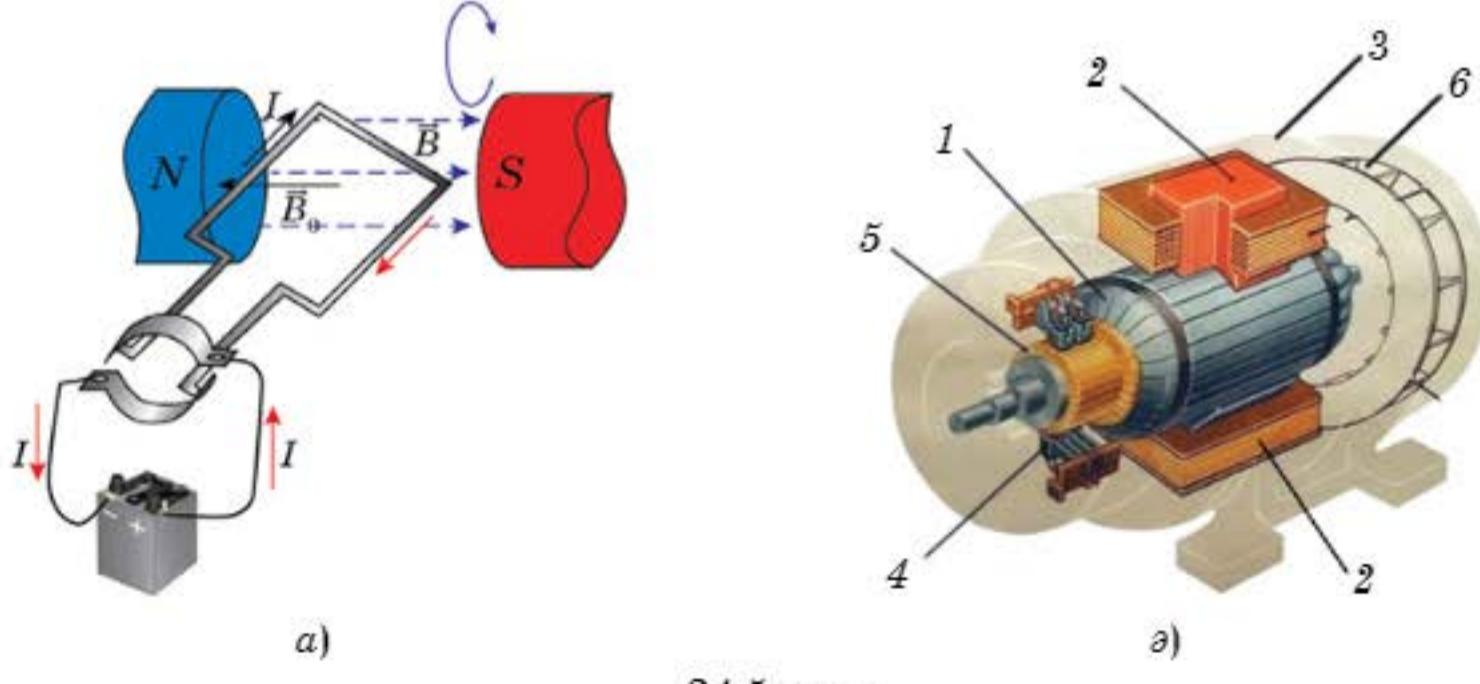
Ёдда тулинг!

Рамканинг магнит майдонида бурилишига, унинг үнг ва чап томонларига бир-бирига қарама қарши йўналган Ампер кучлари таъсир этиши сабаб бўлади. Бу кучлар рамка марказидан ўтувчи вертикал ўқса нисбатан айлантирувчи моментни юзага келтиради. Мана шу сабабли рамка бурилади.

Электр ҳаракатлантиргичи — инсониятнинг бебаҳо кашфиёти. Электр ҳаракатлантиргичларнинг ишлаш принциплари, тузилиши қандай?

34.5-*б* расмда электр ҳаракатлантиргич, 34.5-*а* расмда эса унинг ишлаш принципи тасвирланган. Электр ҳаракатлантиргичининг асосий қисмлари: 1-якорь (ток ўтаётган рамка), 2-магнит қутблари, 3-ҳаракатлантиргич корпуси, 4-чёткалар, 5-коллектор, 6-вентилятор.

Электр токи ёрдамида механик ҳаракатни ҳосил қилиш принципини тўлиқроқ қараб чиқамиз. 34.5-*а* расмда оддий электромотор тасвирлан-



34.5-расм



Борис Семенович
Якоби
(1801–1874)

ган. Бир жинсли магнит майдонида симли рамкани вертикал жойлаштириб, ток манбаига улаймиз. У ҳолда нима бўлади? Рамка бурилиб, бирор вақт оралиғида инерцияси билан горизонтал вазиятгача харакатланади. Бу нейтрал вазият — ўлик нукта — бу жойда майдоннинг токли ўтказгичга таъсири нолга teng. Ҳаракат давом этиши учун рамкадаги ток йўналишини дарҳол алмаштириб туриш керак. Буни коллектор таъминлайди, у ҳар ярим айланишда рамкадаги ток йўналишини қарама-қаршисига алмаштириб туради.

Токли рамканинг магнит майдонида айланишига асосланиб, электр ўлчов асбоблари ишлайди.

БУ ҚИЗИҚ!

Биринчи бўлиб электр ҳаракатлантиргични Б.С. Якоби ўйлаб топган ва ясанган. Бундан ташқари, бу машҳур ихтирочи олим биринчи бўлиб ҳарф терувчи телеграф аппаратини ихтиро қилган ва шунингдек, гальванопластика асосчиси.

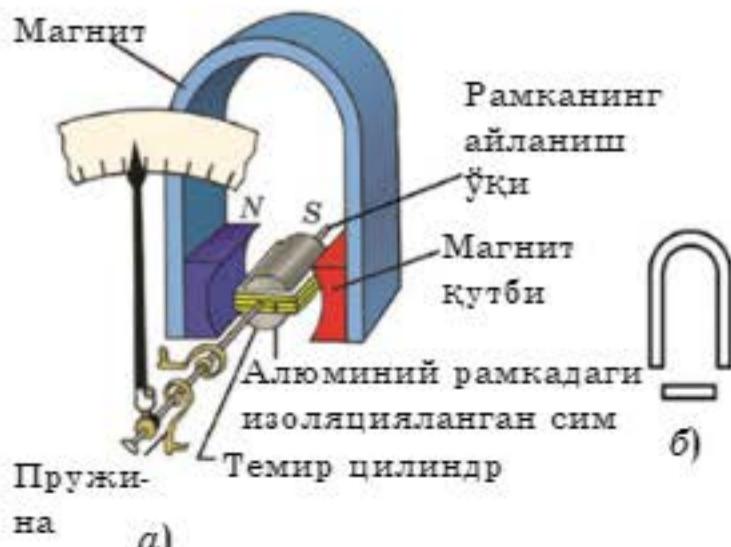
Ўлчов асбоблари магнитоэлектрик ва электромагнитик системаларга бўлинади. Магнитоэлектрик система асбоблари токли рамканинг доимий магнитнинг магнит майдони билан таъсирилашишига асосан ишлайди (34.6-а расм). Бу асбобларда рамкага енгил стрелка маҳкамланган. Ўлчанадиган ток кучи қанчалик катта бўлса, рамка ҳам шунчалик катта бурчакка оғади ва у билан бирга стрелка ҳам бурилади.

Схемаларда магнитоэлектрик система асбоблари 34.6-б расмдагидай белгиланади. Бу системанинг асбоблари катта ўлчаш аниқлигига эга.

Электромагнит асбоблар ичида электромагнит реледан ҳам кенг кўламда фойдаланилади, у қуввати катта токни кам қувватли ток ёрдамида бошқаришга хизмат қиласди.

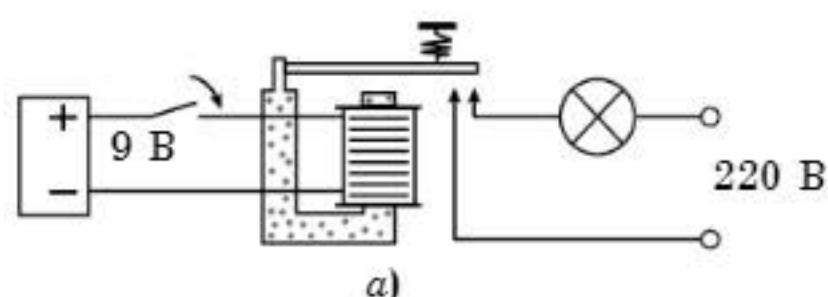
Электромагнит реленинг ишлаш принципи ғалтак ўрамларидан электр токи ўтганда унинг металл ўзагида пайдо бўладиган электромагнит кучлардан фойдаланишга асосланган.

Электромагнит ўзакчаси устига юпқа пластина (ҳаракатланувчи якорь) қўйилади, унга бир неча контактлар қотирилади (34.7-расм). Қотирилган контактларга қарама-қарши уларга жуфт контактлар ўрнатилади. Якорни

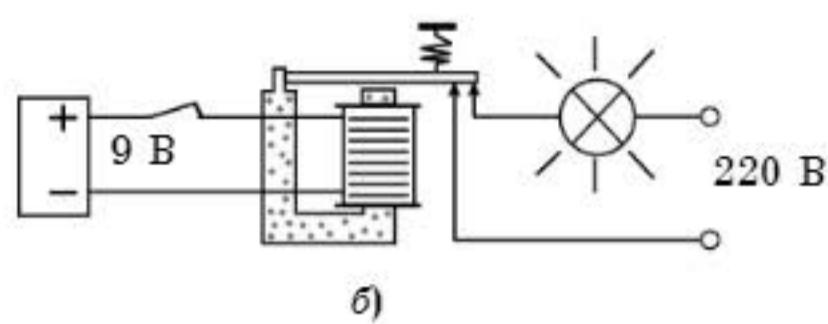


34.6-расм

бошланғыч вазиятда ушлаб туриш учун унга пружина мақкамланади. Электромагнитта күчланиш берилгенда якор пружина қаршилигини енгіб, унга тортила бошлайды. Шу пайтда қурилмадаги реленинг конструкциясига қараб кераклы контактлар уланади ёки ажралади. Агар күчланиш узилса, пружина якорни дастлабки вазиятига қайтаради. Бунинг натижасыда лампа ёнади ёки үчади.



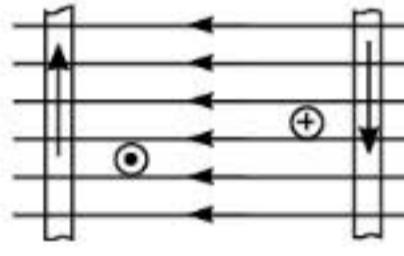
a)



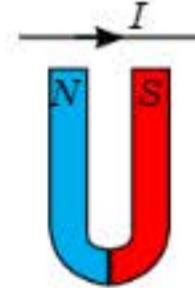
б)

34.7-расем

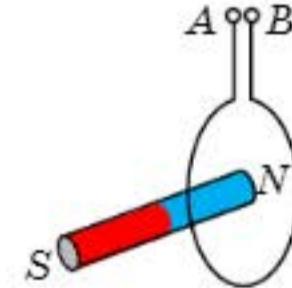
- ?**
1. Ампер кучи деб қандай күчга айтилади?
 2. Ампер кучининг таъсир этиши йұналиши қандай аниқланади?
 3. Магнит индукция векторининг физик мағноси қандай?
 4. Токли рамка магнит майдонига киритилганды нима бўлади?
 - 5. Токли рамканинг магнит майдонда айланиши хоссасидан қаерда фойдаланилади?
 - 6. 34.8-расмда магнит майдонида турган тўрт ўтказгич берилган. Ушбу ўтказгичларнинг ҳар бири қандай ҳаракатланади? Ҳар бир ўтказгичга таъсир этувчи куч қандай йұналган?
 - *7. Ток ўтаётган тўғри ўтказгич тақасимон магнит қутблари устида (34.9-расм) жойлашган. Ўтказгич ҳамма йұналишда эркін ҳаракатлана олади. У магнит майдони таъсирида ҳаракатга келадими?
 - 8. Ингичка итга осилган айланма ток ўтаётган ўтказгичга доимий магнит шимолий қутби билан яқынлаштирилди (34.10-расм). Ўтказгич унга тортилди. Ўтказгичдаги ток йұналиши қандай?



34.8-расем



34.9-расем



34.10-расем

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтириди?	Қандай күникмаларни шаклланырдигиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот күшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

35-§. Электромагнит индукция. Генератор



Таянч сүзлар:

- ✓ **электромагнит индукция**
- ✓ **индукцион ток**
- ✓ **индукцион генераторлар**
- ✓ **Қозоғистон электр энергияси**



- Ўтган дарслардан сиз электр токи магнит майдонини юзага келтиришини билдингиз. Қандай фикрдасиз, аксинча, магнит майдони ёрдамида электр токини олиш мүмкінми?

Бугунги дарсда:

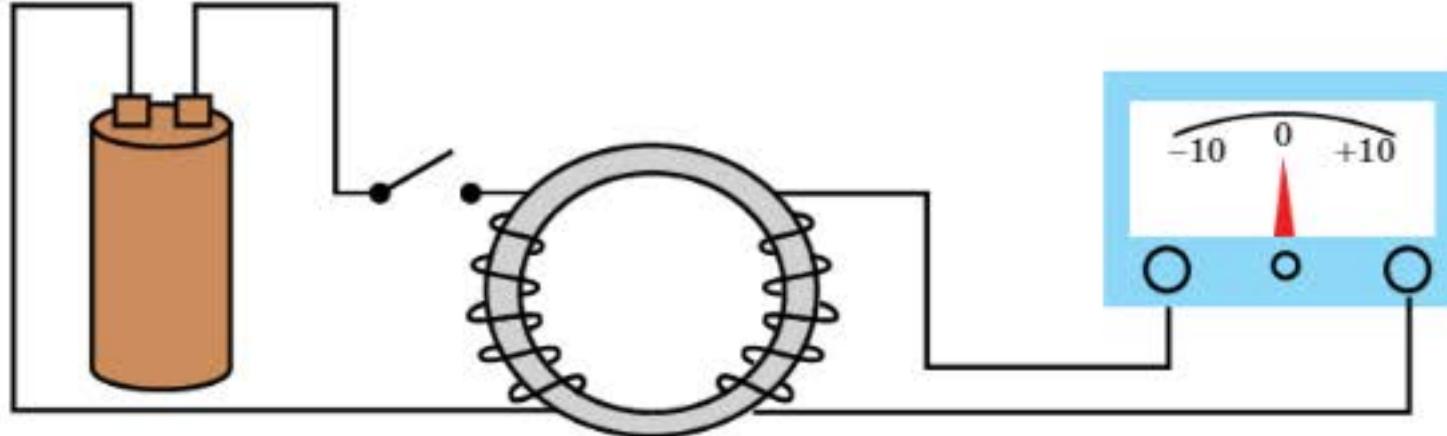


- электромагнит индукция ҳодисасини тавсифлашни үрганасиз, ер юзида ва Қозоғистонда электр энергиясини ишлаб чиқаришга доир мисоллар билан танишасиз.

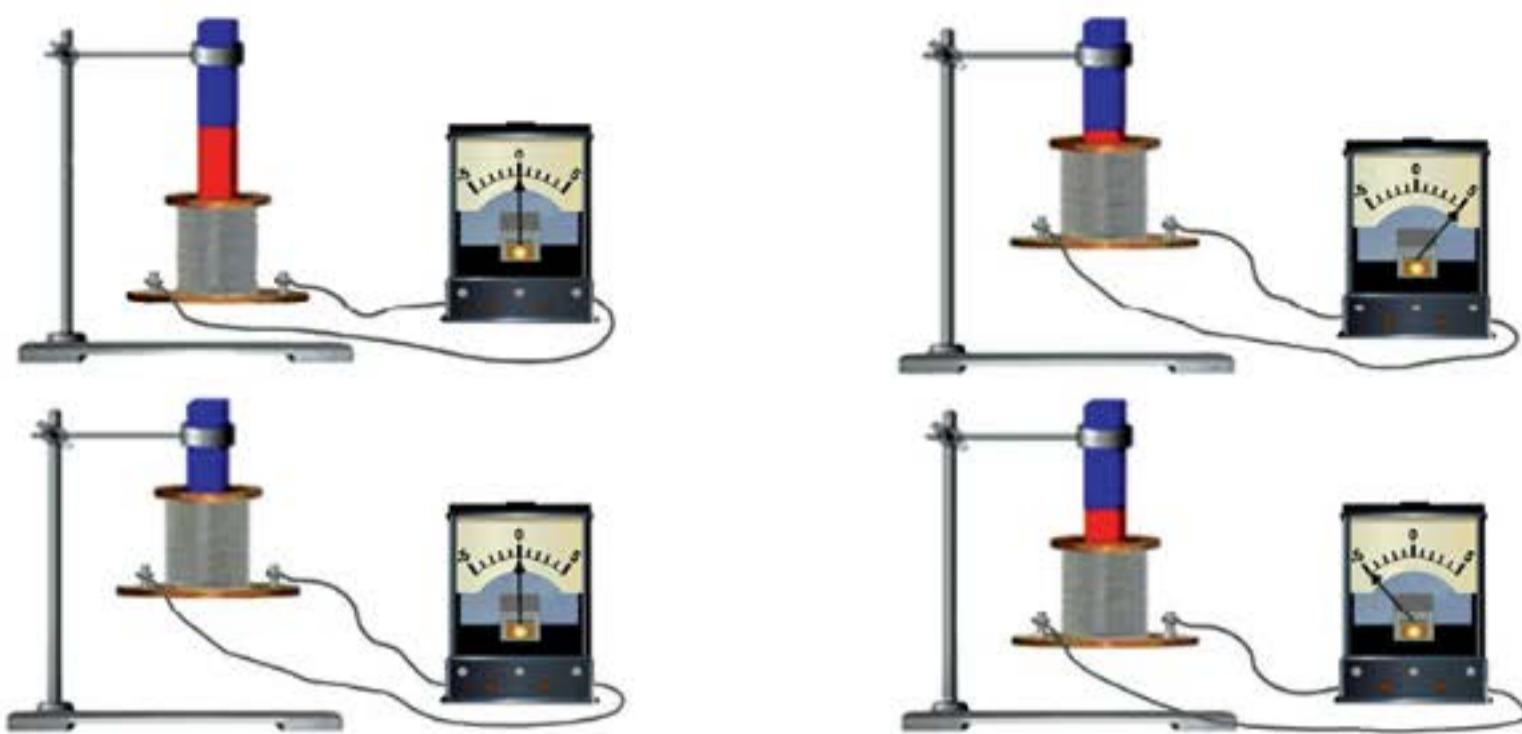
БУ ҚИЗИҚ!

Фарадей магнит майдони ёрдамида электр токини хосил қилиш масаласини унұтmasлик учун доимо чүнтагига магнит солиб юрган экан.

Фарадей қуидаги тажриба үтказди: темир ҳалқага бир-биридан изоляцияланған ва мис симдан ясалған икки ғалтакни үради; бир ғалтак ҳалқаниң биринчи ярмiga, иккинчи ғалтак ҳалқаниң иккинчи ярмiga (35.1-расм) үралди. У бир ғалтакни гальваник элементта улаб, ток үтказди, иккинчи ғалтак учларига эса гальванометрни улади. Фарадей биринчи ғалтакни ток манбаига улаб ва ажратған пайтларда (ток манбаига уланған ва ундан ажратылған пайтларда темир ҳалқа магнитланиб ёки магнитсизләніб туради) гальванометрнинг стрелкасы



35.1-расм



35.2-расм

нолдан озгина оғиб, тебраниб, тез тұхташини пайқади. Бундан, “магнит майдони үзгарған пайтда иккінчи ғалтакда үта қисқа вактда электр токи пайдо бўлади” деган холосага келди.

Фарадей яна бошқа тажриба үтказди. У ғалтакка доимий магнитни киритиб, қайта чиқарип олди (35.2-расм). Шу пайтда ғалтакда ток ҳосил бўлишини кузатди.

Фарадей қуйидаги холосага келди: исталган үзгарувчан магнит майдони берк контурда электр токини юзага келтиради, бу ток таъсири оддий гальваник элементлардан олинадиган электр токи таъсири билан бир хил.

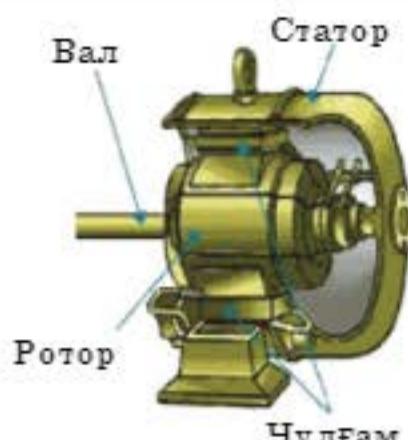
Магнит майдонида ҳаракатланадиган (ёки атрофидаги магнит майдони ҳаракатланадиган тинч ҳолатда турған) үтказгичда электр токининг пайдо бўлиши ҳодисаси электромагнит индукция деб аталади. Шундай ҳолда пайдо бўлган ток индукцион ток деб, уни ҳосил қиласидиган қурилма индукцион электр генератори деб аталади. Бундай генераторларда ҳаракатдаги үтказгич (ёки магнит)нинг механик энергияси электр энергияга айланади.

Бу усулдан тахминан 100 йилдан ортиқ вактдан буён саноат электр энергиясини олишда қўлланилмоқда.

БУ ҚИЗИҚ!

“Индукция” атамаси лотинча “inductio” сўзидан олинган бўлиб, бу туртки бериш (масалан, бирор бир фикр туғилишига турткы бериш) маъносини билдиради. Турткы бериш, юзага келиш, индукцион токнинг пайдо бўлиши — бу синоним сўзлар.

Индукцион электр генераторининг асосий қисмлари 35.3-расмда кўрсатилган. Статор — генераторининг қўзғалмас қисми. Рамка би-



35.3-расм

лан үтказган тажрибада статор магнит құтблари ва қисқиичлар ҳисобланади, рамка магнит қутблари орасыда жойлашган. Генераторнинг айланиб турған қисми — ротор. У биргина рамка эмас, күпгина сим үрамлардан иборат. Қувватли генераторларда сим үрамлар қўзғалмайди, улар статорга қотирилган, магнит майдони эса роторга маҳкамланган электромагнитлар билан бирга айланиб туради. Барча йирик электростанциялардаги генераторлар шундай ишлайди.

БУ ҚИЗИҚ!

Сув электростанцияси тўғонидан пастга тушаётган сув генераторнинг валини секундига 1—2 айланиш частотасида айлантиради. Агар роторда битта индукцион үрам бўлса, олинган электр токи частотаси бор-йўғи 2—4 Герц бўлар эди, ундан ишлаб чиқаришда фойдалана олмаймиз. Шу сабабли 50 Гц частота олиш учун бир неча ўнлаб индукцион үрамлар қўлланилади.



- Агар магнит тинч туриб, ғалтак унга нисбатан ҳаракатланса ҳам магнит майдони ўзгаради. Унда индукцион ток пайдо бўладими? Буни 35.4-расмдан фойдаланиб, ўзингиз текширинг.

Бири бўйлаб ток ўтаётган, иккинчиси эса гальванометрга уланган икки ғалтак билан ҳам тажриба үтказиш мумкин. Икки ғалтакнинг қайси бири ҳаракатланса ҳам (35.5-расм) иккинчи ғалтакда ток ҳосил бўлади.

Худди шундай кўп тажрибалар магнит майдони ўзгарганда исталган берк контурда электр токи ҳосил бўлишини кўрсатади. Бу ток *индукцион ток* деб аталади.

Фарадей ўз тажрибаларида агар магнитнинг ҳаракат тезлиги ортирилса, индукцион ток кучи ҳам ортишини аниқлади. Индукцион



35.4-расм



35.5-расм

ток йўналиши **Ленц қоидаси** бўйича аниқланади: ўзгарувчан магнит майдонида турган берк контурда пайдо бўладиган индукцион ток ҳар доим ўзининг магнит майдони билан ташки магнит майдонининг ўзгаришига қаршилик қиласидиган ҳолатда йўналади.

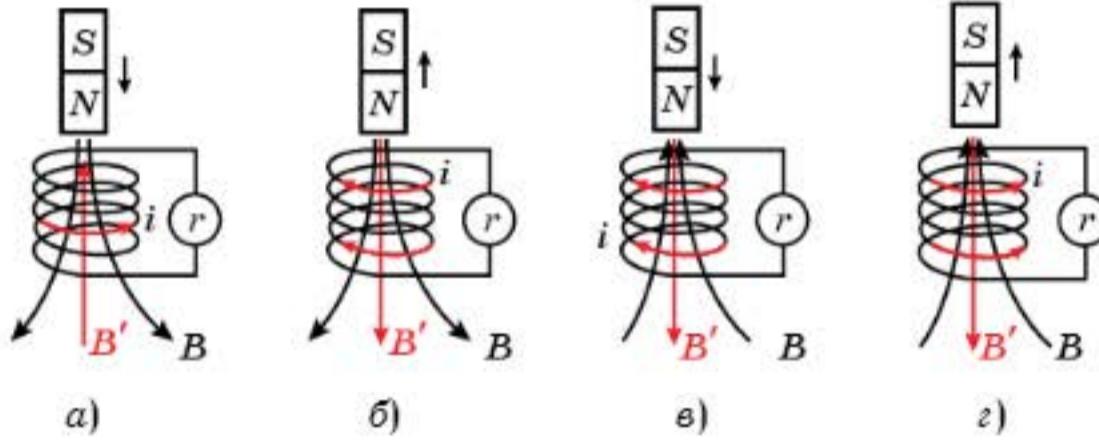
Бу қоидани рус физиги Э.Ленц аниқлаган. Ленц қоидасига бир неча мисоллар қараймиз.

35.6-расмда магнитни ғалтакка киритган пайтда ғалтак ўрамларини кесиб ўтувчи магнит майдони ортади. Ундан бўлса, ғалтакда пайдо бўладиган индукцион ток ўзининг магнит майдони ташки майдонни камайтирадиган ҳолатда унга қарши йўналади (яъни индукцион токнинг магнит майдони юқорига йўналган).

Энди ўнг қўл қоидасидан фойдаланиб, ғалтакдаги индукцион ток йўналишини аниқлаймиз (у соат мили йўналишига тескари йўналган).

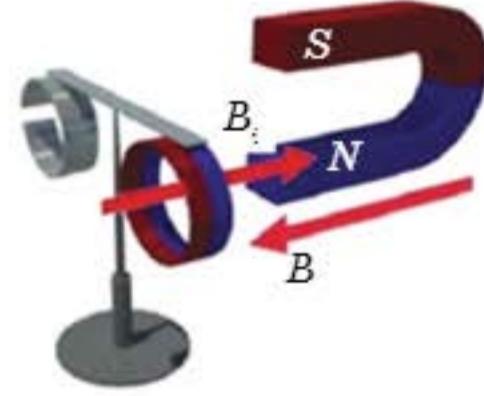


- Юқорида таъкидланганларга асосланиб, 35.6-а, б, в, г расмлардаги ғалтаклардан ўтаётган индукцион ток нега шундай йўналганлигини тушуниринг.



35.6-расм

35.7-расмда Ленц қоидасини намойиш қиласидиган асбоб кўрсатилган. Магнит ҳалқа ичига киритилганда унда пайдо бўладиган токнинг магнит майдони ташки магнит майдонига қарши йўналганлиги яққол кўриниб турибди. Шу сабабли ҳалқа магнитдан итарилади. Агар магнит ҳалқадан чиқарилса ҳалқа магнитга илашиб, тортилади.



35.7-расм



Ленц қоидаси асосида ҳалқа нега шундай ҳаракатланишини тушуниринг. Агар магнитни иккинчи, қирқилган (туташ эмас) ҳалқага яқинлаштирасак, у ҳаракатланмайди. Нега шундайлигини тушуниринг.

Фарадей кашф қиласидиган электромагнит индукция ҳодисаси электр энергиясини ишлаб чиқарувчи индукцион генераторлар иши асосини ташкил қиласиди. Бу генераторлар электростанцияларда жойлаштирилади. Гидро электростанцияларда юқоридан пастга оқсан сув энергияси,

иссиқлик электростанцияларида ёқилғи энергияси, шамол электростанцияларида шамол энергияси, атом электростанцияларида атом энергияси электр энергиясига айланади.

Қозоғистондаги барча электростанцияларнинг белгиланган умумий қуввати 20 минг МВт, ишлаб турған қуввати (факт бүйича) 15 минг МВт. Қозоғистон йилига 91,9 млрд. кВт·соат электр энергиясини ишлаб чықаради, яъни Қозоғистоннинг электр билан таъминланиши йилига 4 минг кВт·соат/киши, Россияда эса бу күрсаткыч 6,7 бўлса, АҚШда ~14, Хитойда ~3,5.

Афсуски, кўпгина электростанциялар белгиланган қувватдан кам миқдорда энергия ишлаб чықаради. Факат 2012 йилга келиб Қозоғистон 1991 йилдаги электр энергиясини ишлаб чықариш даражасига етди (тахминан 87,4 млрд. кВт·соат).

Электростанциялар турига кўра Қозоғистонда электр энергияларнинг тахминан 72% и кўмирдан, 12,3% — гидроресурслардан, 10,6% — газдан, 4,9% — нефтдан олинади. Шундай қилиб, электростанцияларнинг мазкур тўртта тури барча электр энергиясининг 99,8% ини ишлаб чықарса, қолган 0,2% и муқобил (альтернатив) энергия манбалари ҳиссасига тўғри келади. Ҳозирги кунда энергетика соҳасида муқобил электр энергия манбаларини топиб, улардан фойдаланиш лойиҳалари устида бир қатор ишлар қилинмоқда.

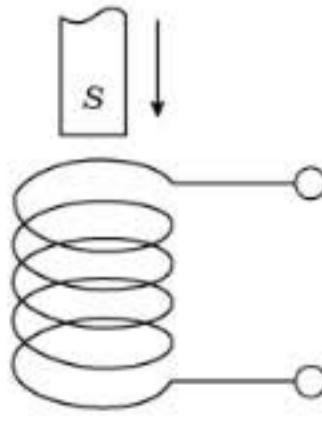
Электр энергияси истеъмолчилари: ишлаб чықариш (тахминан 70%), майший ҳаётида (~10%), транспорт (~6%), хизмат кўрсатиш соҳаси (~8%).

БУ ҚИЗИҚ!

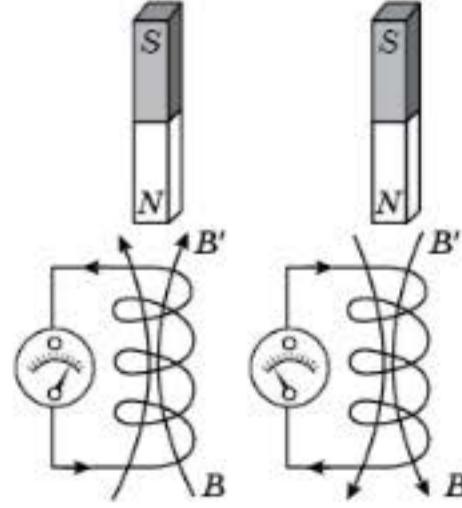
Кучли индукцион генераторлар (15—20) кВт кучланишдаги токни ишлаб чықаради ва уларнинг ФИКи 97—98% га teng.



1. Ғалтакдаги индукцион ток йўналишини аниқлаб, қисқичлардаги қутбларни белгиланг (35.8-расм).
2. 35.9-расмда кўрсатилган магнитларнинг ҳаракат йўналишини аниқланг.

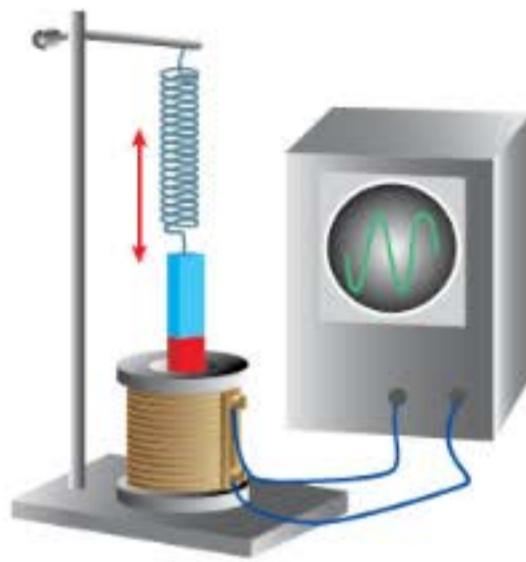


35.8-расм

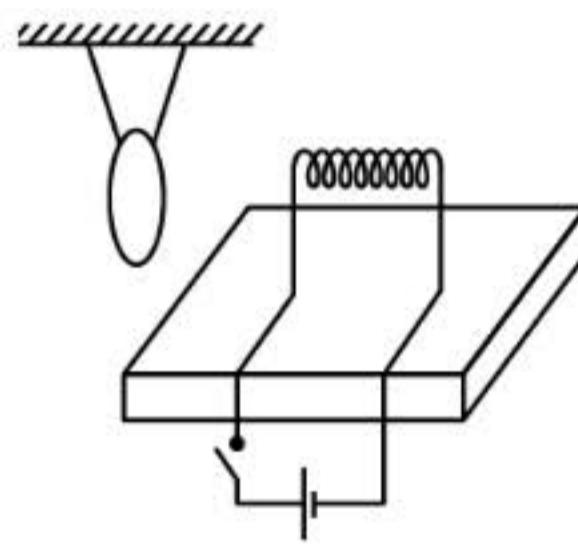


35.9-расм

- 3.** Түркі магнитни пружинаға осиб, тебратайлық. Шу вақтда магнит ғалтакка кириб ва қайтиб чиқып туради. Ғалтакнинг қисқичлари эса осциллографға (тебранмаларни назорат қилишга мүлжалланған ускуна) уланган (35.10-расм). Осциллограф экранындағы тасвир нимани билдиради?
- 4.** Индуктив ғалтакнинг ёнида яхлит мис ҳалқа ингичка узун итға осилиб турибди (35.11-расм). Ғалтак столға маҳкамланиб, доимий ток манбаига уланган. Дастлаб ғалтак ток манбаидан узилиб туради. Занжир уланганда ҳалқа қандай ҳаракатланади? Жавобни тушунтириңг. Изохлашда қандай физик ҳодисалар ва қонунияттардан фойдаландингиз?



35.10-расм



35.11-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштиредингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтириди?	Қандай күникмаларни шакллантиредингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот күшар әдінгиз?	Қайси ахборотлар бүйіча саволлар пайдо бўлди?

Бобнинг асосий мазмуни

Электромагнит ҳодисалар

Үтказгичдан ток ўтганда доим атрофда магнит майдон пайдо бўлади. Магнит майдон куч чизиқлари орқали тасвирланади. Магнит майдоннинг куч чизиқлари — ўтказгични ўраб олган берк эгри чизиқлар.

Магнит майдоннинг куч чизиқлари йўналиши ўнг қўл (ёки бурғу) қоидаси билан аниқланади. Агар ўнг қўлнинг бош бармоғи ток йўналиши билан бир хил қилиб ушланса, унда ўтказгични ўраб олган тўрт бармоқ магнит майдони куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади. Ушбу йўналишни майдоннинг текширилаётган нуқтасига қўйилган кичик магнит стрелкасининг шимолий қутби ҳам кўрсатади. Ўтказгичдаги ток йўналиши ўзгарганда куч чизиқларининг йўналиши қарама-қарши йўналишга ўзгаради.

Электромагнитлар — ичидаги темир ёки пўлат ўзакчаси бўлган ғалтакка ўралган симлар. Электромагнитлар (улар индуктив ғалтак деб ҳам аталади) магнит майдони энергиясини тўплаш хоссасига эга.

Доимий магнитлар — темир, пўлат ва бошқа моддалардан ясалган жисмларни ўзига тортувчи ва бу хоссасини узоқ вақт сақлайдиган жисмлар. Магнитлар икки қутбга эга — *шимолий ва жанубий*. Қутбларда магнит майдони энг кучли. Доимий магнитдаги магнит майдони куч чизиқлари берк. Улар шимолий қутбдан чиқиб, жанубий қутбга киради ва магнит ичидаги бир-бирига уланиб кетади.

Ер ва бошқа осмон жисмлари доимий магнит ҳисобланади, яъни улар атрофида магнит майдонлари мавжуд.

Магнит майдон токли ўтказгичларга, яъни харакатдаги зарядларга таъсир қиласи. Электр ўлчов асбоблари ва электр ҳаракатлантиргичларнинг ишлаш принципи шунга асосланган.

Барча электр ҳаракатлантиргичлар айланувчи (ротор) ва қўзғалмас қисмлардан (статор) тузилган. Вазифасига қараб, уларга электромагнитлар ёки доимий магнитлар ўрнатилади. Коллектор роторнинг ҳар бир айланиси вақтида ток миқдорини ростловчи қурилма.

Электромагнит индукция — ўзгармас магнит майдонида ҳаракатланувчи ёки ўзгарувчан магнит майдонида тинч турган ўтказгичда индукцион токнинг пайдо бўлиш ҳодисаси.

Ёруғлик ҳодисалари

7 -БОБ

Ёруғлик ҳодисалари ва оптик асбоблар инсон ҳәётида муҳим ўрин әгаллайды. Ёруғликнинг тарқалиш қонунларидан одамлар қурилиш соҳасида ва турли оптик асбоблар ясашда фойдаланадилар.



Кундалик ҳәётда күзгулар ва линзаларни кўпешлатамиз. Улар ёрдамида қандай тасвирлар олиши мумкин?



Кундалик ҳәётда биз камалак, дисперсия, ёруғликнинг синиши ва қайтиши, сароб, Қуёш ва Ой тутилиши каби оптик ҳодисаларни кузатамиз.

Ушбу ҳодисалардан одамлар қандай фойдаланишиади?



7

36-§. Ёруғликтің түрі чизиқлы тарқалиш қонуни



Таянч сұздар:

- ✓ қуёш нури
- ✓ ёруғлик манбалари
- ✓ ёруғликтің түрі чизиқлы тарқалиши
- ✓ қуёш тутилиши
- ✓ соялар



- Сиз Қуёш нурлари бир-бирләри билан үзаро кесишса ҳам үз йұналишларини үзгартирмасдан түрі чизиқ бўйлаб тарқалишини сезгансиз. Буни қандай тушунтириш мумкин?

Ёруғлик ҳодисалари ҳаётимизда мухим аҳамияттаға эга. Ёруғлик жисмларни ёритади, қиздиради, кимёвий таъсир күрсатади, ёруғлик моддадан электронларни узиб чиқара олади ва бунинг натижасыда электр токи пайдо бўлади. Қуёш нури энергияси Ер юзидағи дарахтлар ва үсимликларнинг ўсишига катта ёрдам беради, шунингдек, Қуёш батареялари орқали ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантириб, ушбу энергия билан уйлар, иссиқхоналар иситилади.

БУ ҚИЗИҚ!

Тахминан уч кун ичиде Қуёшнинг Ерга берадиган энергияси Ер бағридаги барча ёқилғи турлари бера олдиган энергиясига teng. Ҳар бир секундда Ерга Қуёшдан 170 млрд. Ж га teng энергия микдори етиб келади. Бу энергиянинг асосий қисми атмосферада, булутларда ютилади ва сочилади, унинг фактат учдан бир қисмигина Ер сиртига етиб келади. Қуёшдан чиқадиган тўлик энергия унинг Ерга етадиган қисмидан тахминан 5 млрд. марта кўп экан. Қуёш энергиясининг мана шу озгина қисми ҳам барча бошқа энергия манбалари берадиган иссиқлик микдоридан тахминан 1600 марта ортиқ.

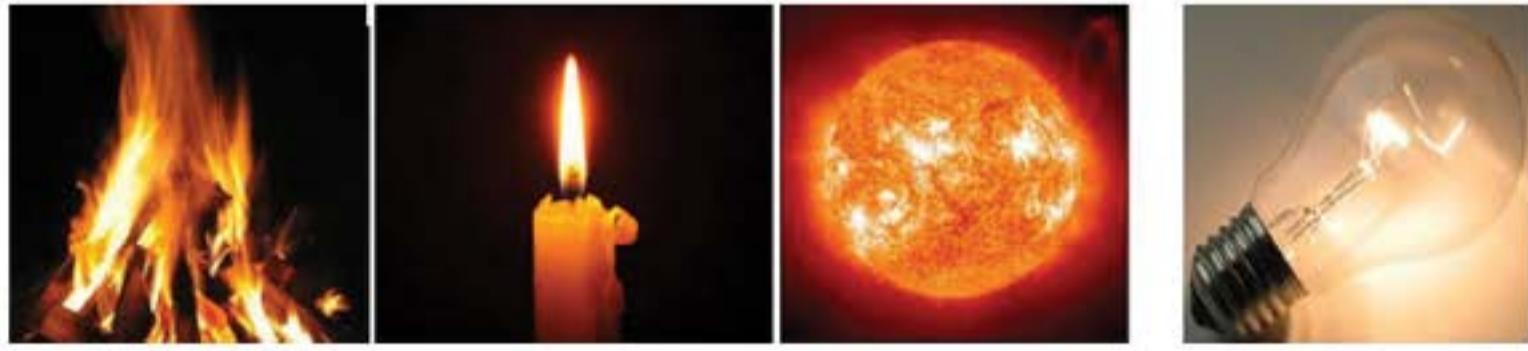
Ёруғлик деганимиз нима? Бу саволга одамлар қадим замонлардан бери жавоб излаб келган. Масалан, Аристотель ёруғлик кўздан чиқувчи нарса деб ўйлаган. Унинг фикрича ёруғлик нурлари жисмни пайпаслаб кўради ва кузатувчига унинг шакли, ҳолати ҳақида маълумот беради. Бироқ у нега одам қоронғуда кўрмаслигини тушунтира олмади. Пифагорнинг мактабида Қуёш нурлари «куюқ ва суюқ эфир орқали ўтади», кўз эса жисмга томон юрадиган «флюидлар» чиқаради ва инсон шу орқали кўради деб ҳисоблашган. Демокрит жисмлардан чиқадиган майда зарралар кўзга тушиб, кўз шу орқали кўради, яъни ҳар бир моддадан худди шу жисмга ўхшаш қобиқчалар тинимсиз атрофга сочилиб туради деб ўйлаган. “Бу

қобиқчалар — жисмнинг “нусхаси”, күзга тушганда жисмнинг шакли ва ҳолати ҳақидаги маълумот шаклланади” деб ҳисоблашган. Олимлар XVII асрғача рангларни ёруғлик ва қоронғуликнинг турли пропорцияда аралашиши натижаси деб ҳисоблашган.

Инглиз физиги И. Ньютон 1672 йилда ёруғликнинг корпускуляр назариясини яратди. Ушбу назарияга кўра, ёргулук — ёргуғ жисмлардан чиқадиган майда, тез учадиган зарралар (корпускулалар) оқими. Бу назария ёруғликнинг қайтиши ва синишини, унинг тўғри чизик бўйлаб тарқалишини яхши тушунтириб берди, бироқ ёруғликнинг тўлқин хоссаларини тушунтира олмади. 1690 йилда голланд физиги Г. Х. Гюйгенс ёруғликнинг тўлқин назариясини яратди, унга кўра “ёруғлик маҳсус муҳит — эфирда тарқаладиган тебранишлар” деб ҳисобланди.

Хозир ёруғлик деганимиз 300 000 км/с тезлик билан тарқаладиган электромагнит тўлқин эканлиги маълум, уни ёруғлик манбалари ҳосил қиласди.

Ёргулук манбалари деб, кўринадиган ёргулук нурларини чиқарадиган жисмларга айтамиз. Исталган жисм юқори ҳароратгача қиздирилса, у ёргулук чиқаради, яъни қизиган жисмлар ёргулук манбалари ҳисобланади. Улар иссиқ ёргулук манбалари деб аталади. Бундай ёргулук манбаларига Қуёш, олов, чўғланма лампа ва ҳ.к. лар киради (36.1-расм).



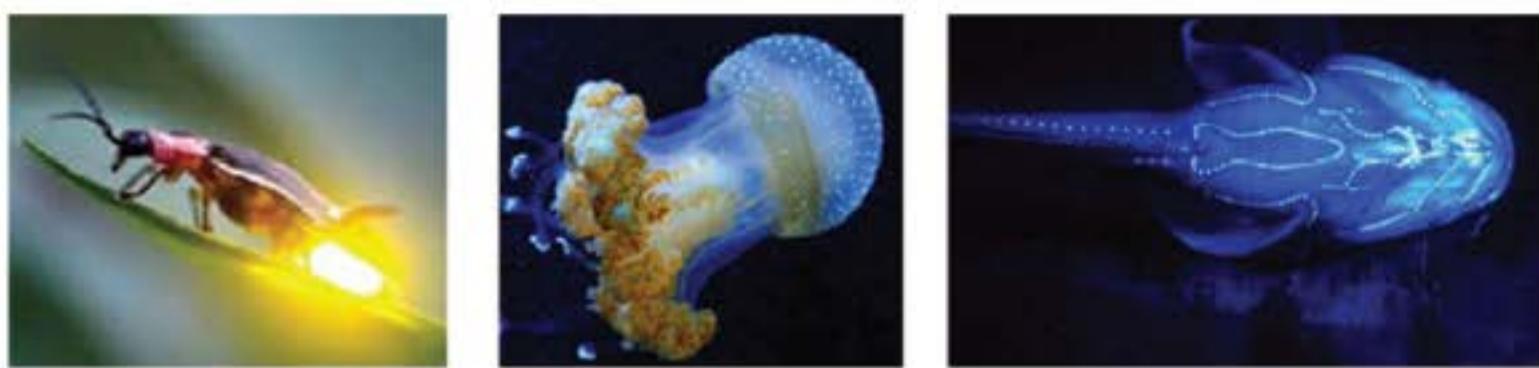
36.1-расм

Шу билан бирга, совуқ ёргулук манбалари ҳам бор. Улар кўринадиган нурлар (ёргулук)ни одамларга таниш атроф-муҳит ҳароратида чиқаради. Яъни, совуқ ёргулук манбалари — бу хона ҳароратига яқин ҳарорат нурланадиган жисмлар. Масалан, телевизор экрани, энергия тежовчи лампалар, компьютер ёки уяли телефон экрани ва ҳ.к. (36.2-расм). Улар бошқа энергия турларини ёргулук энергиясига айлантиради.



36.2-расм

Кундузги ёруғлик лампалари ҳам совук ёруғлик манбаларига киради. Ҳатто ёруғлик чиқарадиган тирик организмлар ҳам бор. Улар ҳам совук ёруғлик манбаларига киради. Масалан, ёзги тунда үрмөндаги ялтироқ құнғизлар ва чуқур дengiz тубида яшайдиган баъзи балиқлар үзларидан ёруғлик чиқаришади (36.3-расм).



36.3-расм

Ёруғлик манбаларини *табиий* ва *сунъий* манбалар гурухларига ажратиш мүмкін. Табиий ёруғлик манбаларига күринадиган ёруғликини чиқариш қобилиятига эга бўлган моддий объектлар ва ҳодисалар киради. Табиий ёруғлик манбаларидан ташқари одамлар қўлда ясаган сунъий ёруғлик манбалари ҳам бор.

36.1-жадвалда табиий ва сунъий ёруғлик манбаларига мисоллар келтирилган.

36.1-жадвал

Табиий ёруғлик манбалари	Сунъий ёруғлик манбалари
Қуёш ва юлдузлар, Қутб ёғдулари, Нурланувчи жонзотлар, Чуқур сувда яшайдиган балиқлар, Ўсимликлар, чириндилар, Чакмок, фосфор.	Олов, лампа, машъала, Электр лампалари, Газразрядли реклама найлари, Телевизор экранининг ёруғлиги, Люминесцент бўёқлар.

Кўп жисмлар ёруғлик манбаи бўлганлиги учун эмас, ўзига тушган ёруғликини қайтарганлиги учун нур сочади. Масалан, Ой ва кўзгулар.

Физикада нуқтавий ёруғлик манбаи деган тушунча тез-тез қўлланилади. Бу нима?

Кузатиш вақтида ўлчамларини ҳисобга олмаса ҳам бўладиган ёруғлик чиқариб турган жисм *нуқтавий ёруғлик манбаи* деб аталади. Нуқтавий ёруғлик манбаига юлдузлар, шам алангаси, кичкина фонар ва бошқа нарсаларни киритиш мүмкін. Нуқтавий ёруғлик манбаи тушунчasi ёруғлик ҳодисаларини ўрганишни осонлатиш учун киритилган.

БУ ҚИЗИҚ!

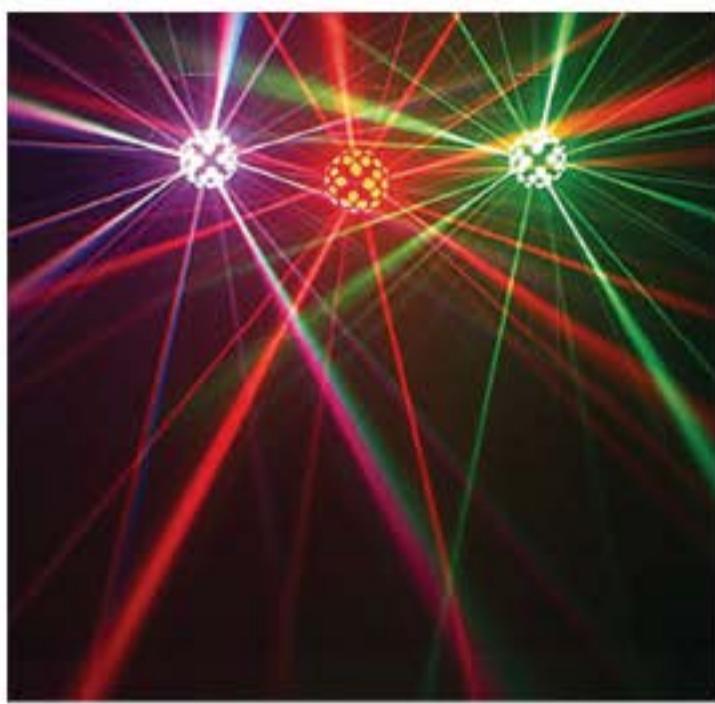
XVIII асрда Куба оролининг қирғоқларига яқинлашиб келган инглизлар оролда ёниб турган жуда кўп машъалларни кўриб ортга қайтишган. Улар оролда жуда кўп одамлар яшар экан деб ўйлашган. Аслида бу қирғоқдаги ялтироқ құнғизлар эди.

Испания-Америка урушида американлик врачлар бутилкаларга солинган ялтироқ құнғизлар чиқарган ёруғликада операциялар қилишган, дейилган эсдаликлар бор.

Ёруғликтің тарқалиш жараёнлари геометрик оптика бўлимидаги ўрганилади. Бу бўлимда ёруғликтің тарқалиши геометрия қонуниятларига асосан тадбик этилади, ёруғлик табиати эса эътиборга олинмайди. Геометрик оптиканинг асосий тушунчаларидан бири, “ёруғлик нури”, тушунчаси. Ёруғлик манбаидан чиққан ёруғлик энергияси тарқаладиган чизик ёруғлик нури деб аталади. Ёруғлик нури ёруғлик манбаидан бошланади (36.4-расм).

Геометрик оптика қонунлари жуда қадимда, ёруғлик нурларини кузатиш натижасида, тажрибаларда аниқланган. *Геометрик оптиканинг түртта асосий қонуни бор:* 1) ёруғликтің түғри чизик бўйлаб тарқалиш қонуни; 2) ёруғликтің мустақил тарқалиш қонуни; 3) ёруғликтің қайтиш қонуни; 4) ёруғликтің синиш қонуни.

Ёруғликтің түғри чизик бўйлаб тарқалиш қонуни: бир жинсли шаффофф мұхитда ёруғлик түғри чизик бўйлаб тарқалади.



36.4-расм

Сиз буни биласиз

Сув — шаффофф мұхит. Сув ёруғлик үтказади. Шунинг учун сувнинг ичидағи жисмаларни күриш мүмкін. Уй деразаси ойналары ҳам шаффофф ва ёруғлик үтказади, шунинг учун биз деразанинг нариги томонидаги буюмларни күра оламиз. Уй деворлари эса шаффофф эмас, улар ёруғлик үтказмайды, шу боис девор ортидаги нарсаларни күра олмаймиз.



- 36.5-расмдаги фотосуратлар ёрдамида ёруғликтің түғри чизик бўйлаб тарқалишини қандай исботлаш мүмкін?
- 36.5-расмда ёруғлик үтказадиган ва үтказмайдиган жисмлар борми? Тушунтириңг.
- Қоронғулик ва соянинг фарқи борми?
- 36.6-расмдаги фотосурат ёрдамида нимани исботлаш мүмкін?



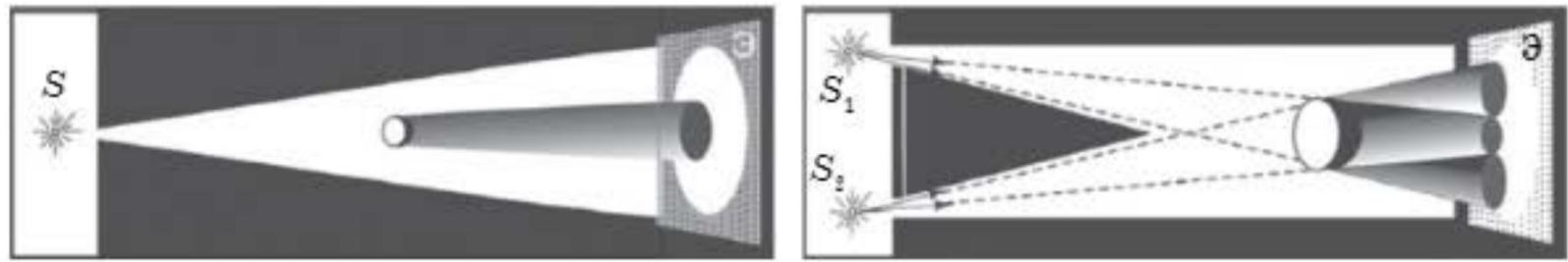
36.5-расм



36.6-расм

Ёруғликтің түрі чизик бүйлаб тарқалиши соя ва ярим соя ҳодисаларини изохлади.

Соя — бу ношаффоф жисм ортидаги ёруғлик энергиясы тушилмайдын фазонинг бир қисми. Ҳаво очық кунларида одамлар, дарахтлар, бинолар ва ҳ.к. нарсаларнинг аник сояларини күриш мүмкін. Нұқтавий ёруғлик манбаидан чиқадиган ёруғлик дастаси йүлиға ношаффоф жисм қўядиган бўлсак, унинг орқасида соя пайдо бўлади (36.7-расм), экранда эса жисм контурини такрорлайдиган соя кўринади. Агар ёруғлик манбай чўзиқ бўлса, ношаффоф жисм орқасида ярим соя ҳосил бўлади. Агар ношаффоф буюм иккита ёруғлик манбай билан ёритилса, уч хил соя ҳосил бўлади. Улардан бири тўлиқ соя, фазонинг бу қисмiga икки манбадан ҳам ёруғлик тушмайди. Қолган икки соя қуюқлиги камроқ, сабаби фазонинг бу қисмiga ёруғлик манбаларининг биридан ёруғлик тушади. Бу соҳа ярим соя деб аталади.



36.7-расм

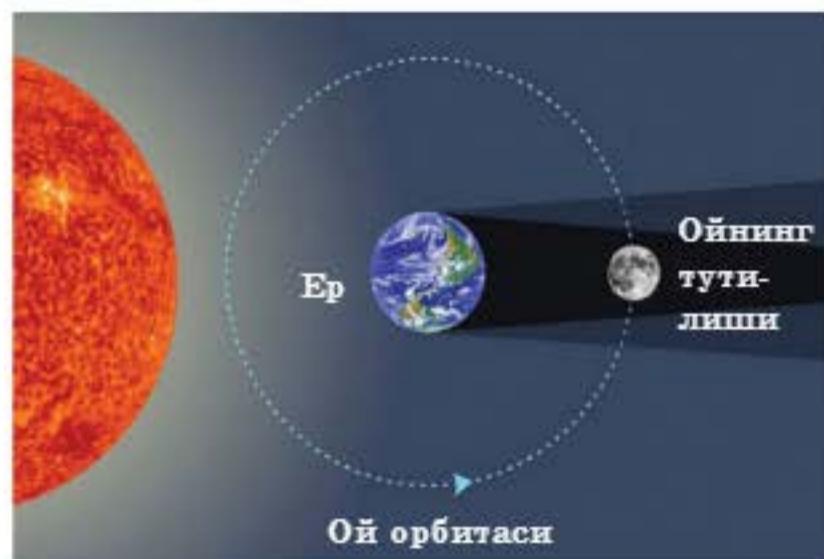
БУ ҚИЗИҚ!

Мил. авв. таҳминан 300 йилларда қадимги юнон файласуфи Евклид ёруғлик түрі чизик бүйлаб таралади деб ҳисоблаб, соя ҳосил бўлишини биринчи бўлиб тушунтириди. Агар ёруғлик манбай ва кузатувчи одамнинг кўзи орасига ношаффоф жисм қўйилса, түрі чизик бүйлаб тарқалиб келаётган ёруғлик йўлида учраган тўсиқни айланиб ўта олмайди, шу сабабли ёруғлик манбай кўринмайди. Натижада фазода ёруғлик тушмайдиган соҳа ҳосил бўлади, яъни соя ҳосил бўлади. Қадимги юнон ва Мисрда кўп устунли бинолар қурилган вақтда, устунларни түрі жойлаштиришда ёруғликтнинг түрі чизик бүйлаб тарқалишидан фойдаланишган.

Қуёш ва Ойнинг тутилишлари. Ой ва Қуёшнинг тутилишини ёруғликтнинг түрі чизик бүйлаб тарқалиши қонунига асосан тушунтириш мүмкін. Қуёш нурлари билан ёритилган сайёралар ва улар йўлдошлари соя ва ярим соя туширади. Масалан, Ойнинг соя конусидаги максимал узунлик 384 000 км, Ернинг соя конуси эса фазода 33 млн. км гача чўзилади. Агар Ой Ер атрофидаги айланишда Қуёш ва Ер орасига келиб қолса, у Қуёшнинг сиртини беркитади ва Қуёш тутилади (36.8-расм). Бу фақат Ойнинг тўлиқ сояси (тўлиқ тутилиш) ёки ярим сояси (қисман тутилиш) тушган жойларда кузатилади. Қуёшнинг тўлиқ тутилиш узоқлиги турлича бўлиши мүмкін. Одатда, у 2—3 минутга чўзилади. Қуёш тутилиши факат янги ой фазасида бўлади.



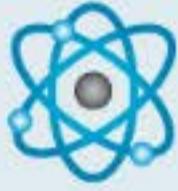
36.8-расм



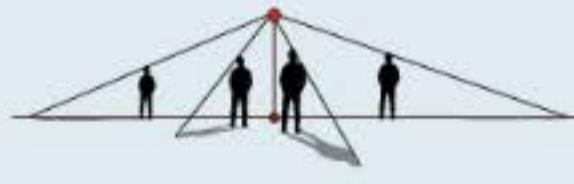
36.9-расм

Агар Ойнинг Ер атрофида айланиш орбитаси Ернинг Қуёш атрофида айланиш орбитасининг текислигіда ётганида, ҳар бир янги ой фазасыда бу ҳодиса күзатилар эди. Бироқ Ой орбитаси текислиги Ер орбитаси текислиги билан 5° бурчак ҳосил қиласы, шу сабабли тутилиш фақат Ер ва Ой орбиталари текисликларининг кесишиш нүкталари яқинига Ой яқын келгандагина күзатилади. Тұлиқ Қуёш тутилиши Ер юзида бир ярим йилда бир марта күзатилади, бироқ у аниқ бир жойда жуда кам тақорланади. Ер ва Ойнинг ҳаракати етарлича аниқ ўрганилған, шунинг учун тутилиш Ой орбитаси вактларини анча олдиндан аниқ ҳисоблаш мүмкін. Ойнинг тутилиши Ернинг сояси Ойга түшгандан күзатилади (36.9-расм).

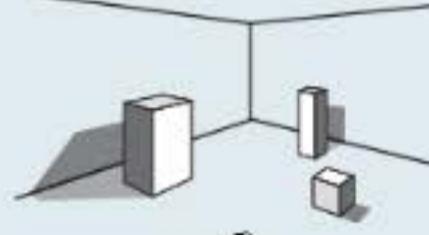
Нурларнинг мустақил тарқалиш қонуни — бу геометрик оптикалық иккінчи қонуни. Ушбу қонун қуйидагича таърифланади: *ёруғлик нурлари бир-бираидан мустақил ҳолда тарқалади ва кесишиган вактда бир-бirlарининг бундан кейинги тарқалишларига таъсир күрсатмайды.*



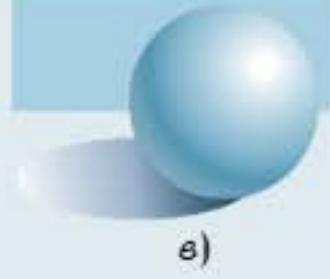
1. Рассомлар жисмлар сояси расмини солишда ёруғликнинг түғри чизик бүйлаб тарқалишини ҳисобга олишади. 36.11-а расмдаги сояга қараб, бу қонундан қандай фойдаланилғанligини түшүнтириңг.
2. 36.11-б, в расмларда эса сояга қараб, ёруғликнинг түғри чизик бүйлаб тарқалишини құллаб, ёруғлик манбани топиш мүмкінми?



а)



б)



в)

36.11-расм



1. Иссик ёруғлик манбаларининг совуқ ёруғлик манбаларидан фарқлари қандай?
2. Соя қандай ҳосил бўлади?
3. Ярим соя нима?
- 4. Жисм соясининг ўлчамлари нимага боғлиқ?
- 5. Кундузги ёруғлик лампаларига тик қарашига бўлади. Улар нега кўзни қамаштирмаиди? Буни қандай изоҳлайсиз?
- 6. Жарроҳлик амалиёти пайтида жарроҳ қўлининг сояси жарроҳлик амалиёти ўтказиладиган жойга тушмаслиги учун ёруғлик манбани қандай жойлаштириши керак?
- 7. Нега синфда ўқувчиларнинг столи чап томондан ёруғлик тушадиган қилиб жойлаштирилади? Тушунтиринг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантириди?	Ижодий қобилятигини нималар ошириди?	Қандай шахсий қизиқишлилар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

37-§. Ёруғликнинг қайтиши, қайтиш қонунлари. Ясси кўзгулар



Таянч сўзлар:

- ✓ ёруғликнинг қайтиши, кўзгусимон ва хира сиртлар,
- ✓ тарқоқ ва кўзгусимон қайтиш,
- ✓ ясси кўзгу



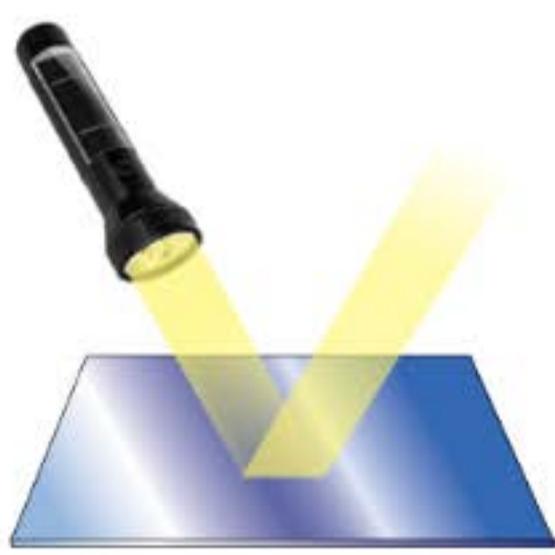
Бугунги дарсда:

- ёруғликнинг қайтиши ҳодисасини ўқиб ўрганасиз ва унинг қонунларини тажрибада аниклайсиз.



Сиз ҳаммангиз кўзгу ёрдамида Қуёш нурларини турли томонларга йўналтириб, тушириб ўйнагансиз. Шу пайларда кўзгунинг жойлашиши ўзгарганда ундан қайтган Қуёш нурининг йўналиши ҳам ўзгаришини кузатиш қизиқарли бўлган (37.1-расм).

Қуёш нурлари нега шундай ҳаракатланишини ўйлаб кўрдингизми? Ҳамманинг уйида кўзгу бор, улардан сиз кундалик ҳаётда шахсий гигиенани саклаш вактида фойдаланасиз (37.2-расм). Мазкур ҳолларда сиз ёруғликнинг қайтиш ҳодисасига дуч келасиз. **Ёруғликнинг қайтиши деб ёруғлик нури икки хил муҳит чегарасига тушганда ўзининг тарқалиши йўналишини ўзгариши ҳодисасига айтилади.** Бундай ҳолларда ёруғлик нури дастлабки муҳитга қайтади.



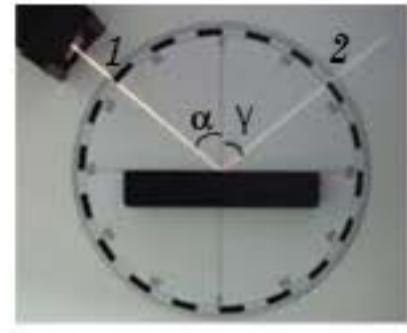
37.1-расм



37.2-расм



Ушбу ҳодисани батағсил қараб, тажриба үтказамиз. Максус дискка (доирага) мақкамланған кичкина күзгуга унга үтказилған перпендикуляр билан 50° бурчак ҳосил қылған 1-нурни туширамиз (37.3-расм). Бундай нур тушган нур, унинг перпендикуляр билан ҳосил қылған бурчагини тушиш бурчаги (α) деб аталади. У ҳолда сиз ёруғлик нури авалғи йұналишидан оғиб, биринчи мұхитта (ҳавога) күзгуга үтказилған перпендикуляр билан 50° бурчак ҳосил қилиб қайтғанligini kүрасиз. Ушбу 2-нур қайтған нур, унинг перпендикуляр билан ҳосил қылған бурчаги эса қайтиши бурчаги (γ) деб аталади.



37.3-расм

Тушиш бурчагини үзгартыриб, сиз ҳар доим тушиш бурчаги қайтиш бурчагига teng бўлишини кўра оласиз. Шунингдек, тушган нур ва қайтған нур бир текисликда (тажрибада диск текислигиде) ётишини кузатиш мумкин.

Шундай қилиб, тажриба орқали ёруғлик қайтишининг иккى қонунини аникладик:

1. *Тушган нур, қайтған нур ва нурнинг тушиши нуқтасида қайтарувчи сиртга үтказилған перпендикуляр бир текисликда ётади.*

2. *Тушиш бурчаги қайтиши бурчагига teng:*

$$\alpha = \gamma. \quad (37.1)$$

Қайтишининг иккى тури бор: *кўзгусимон ва тарқоқ (диффуз) қайтиши*. Силлиқланған, ялтироқ сиртлардан қайтиш *кўзгусимон қайтиш*, параллел тушиган нурларни параллел нурлар тарзida қайтарадиган сиртлар *кўзгусимон сиртлар* деб аталади. Ҳар хил кўзгусимон сиртларнинг қайтариш интенсивлиги турлича бўлади. Масалан, силлиқ кумуш кўзгу ўзига тушган нурнинг 96% ини, силлиқланған қора сирт эса ёруғлик энергиясининг фақат 1% инигина қайтаради. Бундай ҳолларда параллел ёруғлик дастаси қайтғандан сўнг ҳам параллел нурлар дастаси кўринишида тарқалади (37.4-расм).

Тарқоқ ёки диффуз қайтиши — бу гадир-будир сиртдан қайтиш (бундай сиртларнинг нотекисликлари юқори). Диффуз қайтиш вақтида



37.4-расм



37.5-расм

параллел ёруғлик дастаси турли бурчак остида, ҳар томонга сочилиб қайтади. Ёруғликни барча йұналишида бир текис қайтарувчи сирт хира сирт деб аталади. Аник шунақа сиртлар бўлмайди, бироқ шунга ўхшаш сиртлар бор. Масалан, бўр. Ёруғлик тушганда исталган жисмнинг ғадир-будир сиртига қарасангиз, уни кўрасиз (37.5-расм), лекин тоза кўзгунинг силлиқ, ялтироқ сиртига қарасак, кўзгунинг сиртини кўрмайсиз, унинг ўрнига кўзгудаги ўз аксингизни ёки бошқа атрофдаги буюмлар тасвирларини кўришингиз мумкин (37.6-расм).

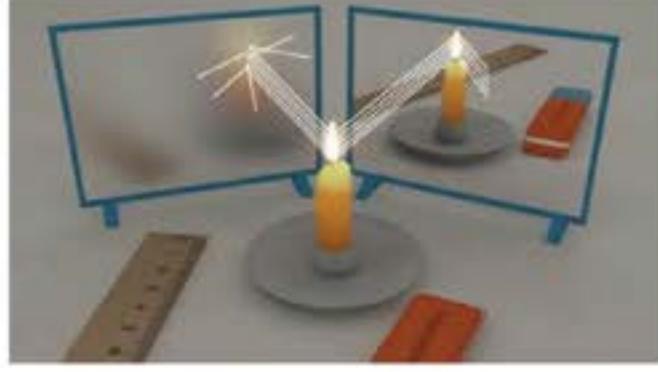
Диффуз ва кўзгусимон қайтиш ўртасидаги фарқлар 37.7-расмда кўрсатилган.

Шу сабали кинофильмлар проекцияланадиган экранларнинг сирти кўзгусимон эмас, ғадир-будир қилиб ясалади. Ёруғлик ғадир-будирлиги жуда майда сиртлардан, масалан, расм солишга ёки ёзишга мўлжалланган қоғозлардан, гипсдан, бўрдан жуда яхши сочилади. Чанг тўзонда, туманда ёруғлик кучли сочилади. Кўзгусимон қайтишга қараганда тарқоқ қайтган ёруғлик кўзни чарчатмайди.

Ясси кўзгу. Кўзгусимон қайтиш кўзгуларда кенг қўлланилади. **Ясси ва сферик**

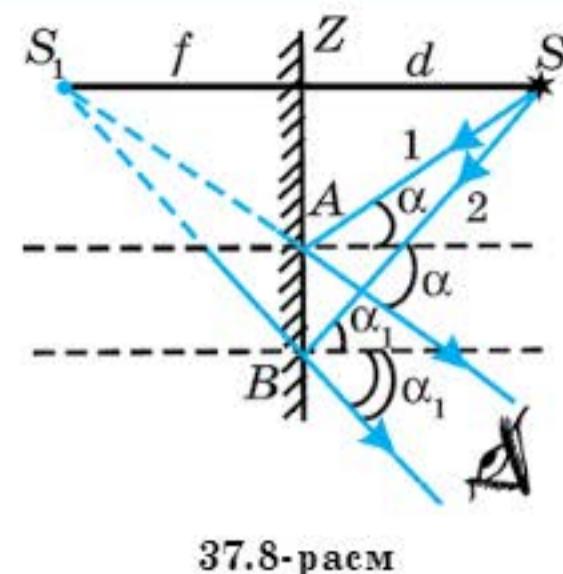


37.6-расм

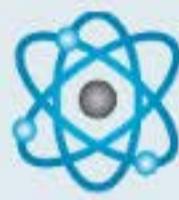


37.7-расм

күзгудар бор. Силлиқ қилиб текисланган қайтарувчи сирт билан қолланган, әгрилик радиуси чексизликка интиладиган сирт ясси күзгү деб аталади. Ёруғлик чиқарувчи S нүктанинг Z ясси күзгудаги тасвирини ясаймиз (37.9-расм). Күзгуга 1- ва 2-нурларни йўналтирамиз. Буларнинг иккаласи ҳам күзгудан қайтади, бироқ бизга улар бошқа S_1 нүктадан чиқаётгандай кўринади. Ушбу S_1 нүкта S нүктанинг тасвири бўлади.



37.8-расм



S нүктадан Z күзгугача масофа, Z күзгудан S_1 , тасвиргача бўлган масофага тенг, яъни

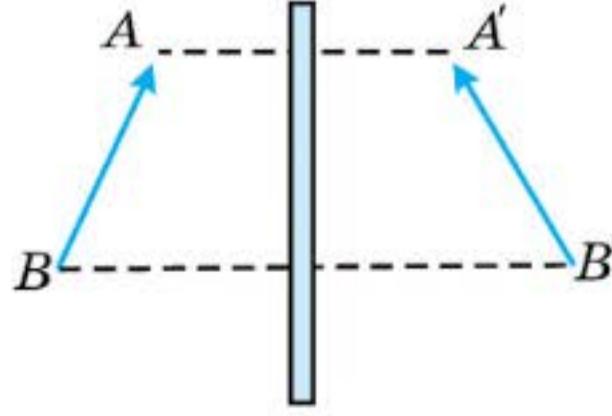
$$d = f \quad (37.2)$$

бўлишини исботланг.

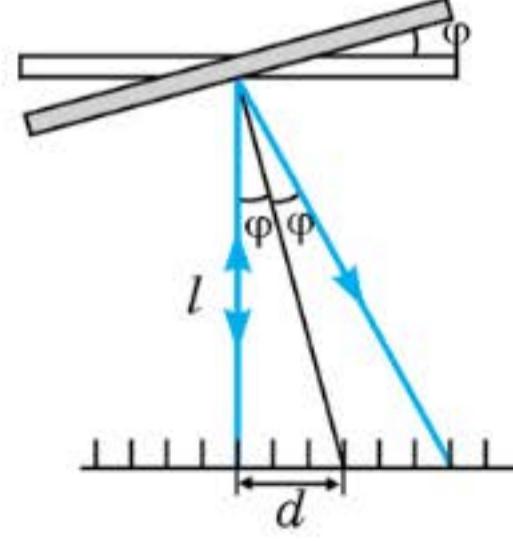
Бу — ясси күзгу формуласи. Формулани келтириб чиқариш учун қайтиш қонунларидан ва геометрия фанидан олган билимларингиздан фойдаланинг. Ясси күзгу буюмнинг мавҳум тасвирини ҳосил қиласди.

Ясси күзгудаги тасвир кўзгусимон симметрия асосида ҳосил бўлади (37.9-расм).

Ясси кўзгу кўзгусимон саноқ учун ишлатилади (37.10-расм). Сизга жуда кичик миқдорни ўлчаш керак бўлсин. Ёруғлик нури кўзгуга 90° бурчак остида тушсин. Бундай ҳолда қайтган нур ҳам тушган нур бўйлаб, бироқ унга қарама-қарши йўналишда тарқалади. Агар кўзгу ϕ бурчакка бурилса, нур 2ϕ бурчакка оғади ва $\text{tg}2\phi = \frac{d}{l}$. Агар бурчак жуда кичик бўлса, кўзгуни микроскопнинг тубуси ичига жойлаштирилади.



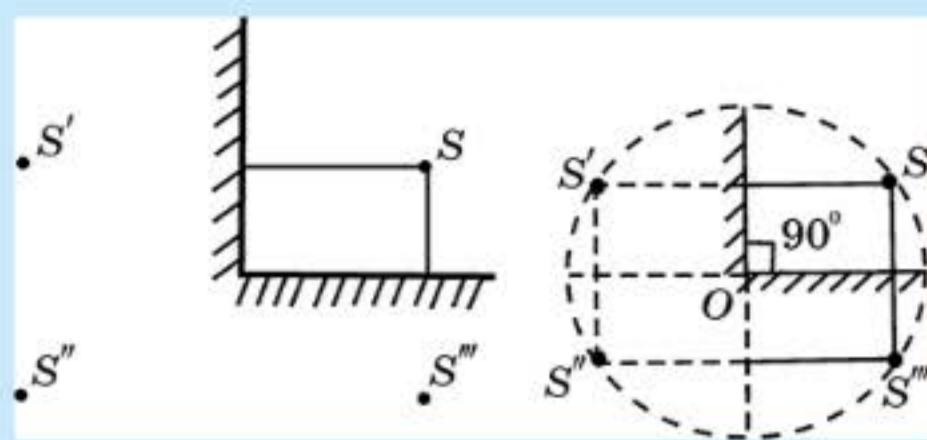
37.9-расм



37.10-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Үзаро перпендикуляр иккита күзгү олдида ёруғлик манбай жойлашган (37.11-расм).



37.11-расм

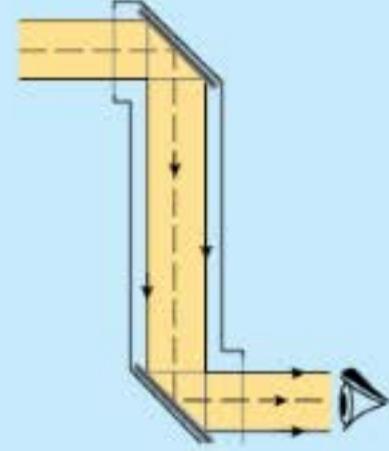
Сиз ёруғлик манбанинг қанча тасвирини күрятпсиз? Тажриба утта тасвир пайдо бўлишини кўрсатади. S' — ёруғ нуктанинг биринчи кўзгудаги, S'' иккинчи кўзгудаги тасвири бўлсин. S''' — бу биринчи кўзгудаги S тасвирининг иккинчи кўзгудаги тасвири. У биринчи кўзгудаги S'' тасвир билан устма уст тушади. Шундай қилиб, маркази О нуктада жойлашган айланга бўйлаб утта тасвир олинди. Демак, үзаро перпендикуляр иккита күзгү ҳосил қиласидиган тасвирлар сонини ҳисоблайдиган формулани осон топиш мумкин: $N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$.

Кўзгулар бир-бири билан исталган О бурчак остида жойлашганда ҳосил бўладиган тасвирлар сони ушбу формула орқали топилади:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1. \quad (37.3)$$

Буни тажрибада текширинг.

Ясси кўзгулардан кўпинча яширин жойдан кузатишига мўлжалланган асбобларда — перископларда фойдаланилади (37.12-расм).



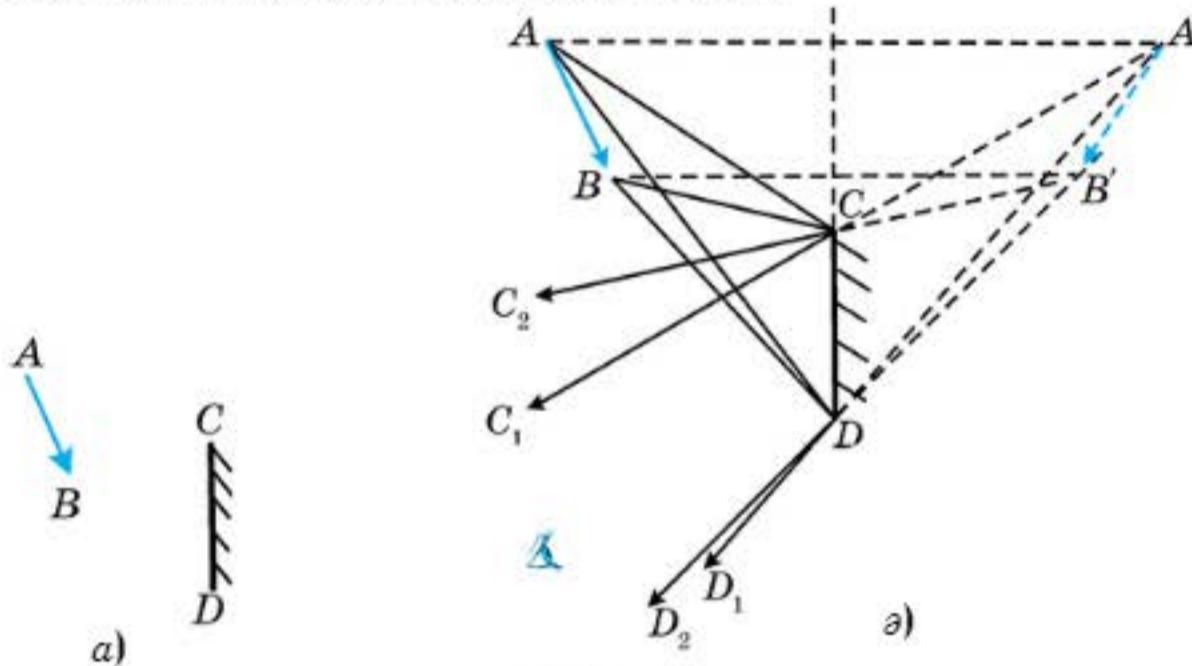
37.12-расм

- 1. Ёруғликнинг қайтиши деб қандай ҳодисага айтилади? У қандай қонуларга бўйсунади?
- 2. Сиз қайтишнинг қандай турларини биласиз?
- 3. Қандай кўзгу ясси кўзгу деб аталаади?
- *4. Ясси кўзгунинг формуласини келтириб чиқаринг
- 5. Ясси кўзгу қандай тасвир беради?
- *6. Ясси кўзгу ҳақиқий тасвир бериши мумкинми?
- 7. Тушиши бурчаги деб қандай бурчакка айтилади?
- 8. Қайтиш бурчаги деб қандай бурчакка айтилади?
- 9. Қайтиш қонунларининг маъносини тушунтиринг.

Масала ечиш намунаси

1. AB буюм ва CD күзгү 37.13-а расмда тасвирилгандаң жойлашған. Күзгудаги AB буюмнинг тасвирини ясанг. Буюмнинг тасвирини түлиқ күриш учун күзни қаерга жойлаштириш керак?

Ечилиши. А нұктадан чиққан нурлар күзгудан қайтгандан сүнг CC_1 ва DD_1 (37.13-б расм) түғри чизиқлар билан чегараланған йүлак ичида таралади (буни қайтиш қонунларидан фойдаланған ҳолда, осон аниклаш мүмкін). Буюмнинг барча нұкталаридан чиқадиган нурлар фактат CC_1 ва DD_2 түғри чизиқлар орасидаги фазода учрайди. Агар күз CC_1 ва DD_2 түғри чизиқлар орасидаги йүлак ичида жойлашса, у буюмнинг түлиқ тасвирини күра олади. Бу масаладан яна бир бошқа масала келиб чиқади: одам күзгудан ўзининг түлиқ тасвирини күриш учун ясси күзгүни қаерга қўйиши керак?



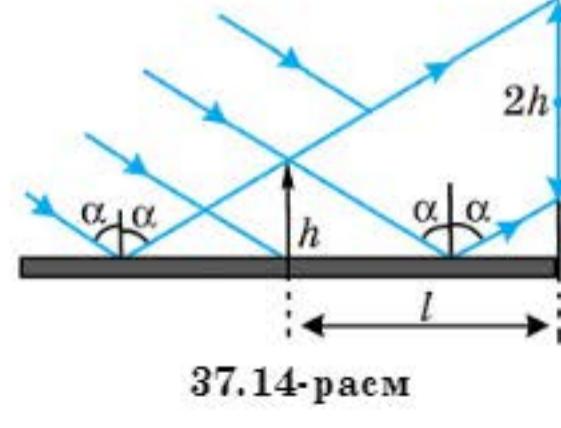
37.13-расм

2. Ёруғлик нурлари горизонтал ясси күзгудан қайтиб, вертикал экранга тушади. Горизонтал күзгү сиртида ясси жисм мавжуд. Вертикал экрандаги сояни тавсифлаб беринг.

Ечилиши. Буюмнинг баландлыгини h , буюмдан экрангача масофани — l деб белгилаймиз. Ёруғлик күзгуга а бурчак остида тушади. Икки ҳолни кузатамиз:

1) $l > 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Үнда экранда икки соя пайдо бўлади: бири түғри, иккинчиси тўнкарилган, буларнинг асослари бир-бирлари билан қўшилиб кетган. Соянинг умумий узунлиги $2h$ га teng (37.14-расм). Тўғридан-тўғри келаётган нурлар ва қайтган нурлар билан ёритилган экраннинг бошқа қисмларидан фактат ёруғлик нурлари билан ёритилган соя ўз контрасти бўйича фарқ қиласи.

2) $l < 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Бу ҳолда соянинг узунлиги $2h$ дан кичик ва бу сояда түғри нур ҳам, қайтган нур ҳам тушмайдиган қисмлар бўлади (буни ўзингиз исботланг).



37.14-расм



21-машқ

1. Қалам ясси күзгудан 25 см масофада турибди. Агар қалам күзгудан 10 см га нари күчирилса, қалам ва унинг тасвири орасидаги масофа қандай бўлади?
(Жавоб: 70 см)
2. Агар күзгу буюмнинг мавхум тасвири ҳосил бўлган жойга күчирилса буюм ва унинг тасвири орасидаги масофа қандай ўзгаради?
(Жавоб: 2 марта ортади)
- *3. Агар икки ясси күзгу орасидаги бурчак 45° ; 30° бўлса, қанча тасвир олишга мумкин?
(Жавоб: 7; 11)
- *4. Икки ўзаро параллел ясси күзгу нечта тасвир беради?
(Жавоб: 3)
- *5. Агар ясси күзгу 20° га бурилса, ундан қайтган нур қанча бурчакка бурилади?
(Жавоб: 40°)
- *6. Ўзаро 60° бурчак ҳосил қиласиган икки ясси күзгудан иборат системада ёруғ нуқтанинг нечта тасвири ҳосил бўлади?
(Жавоб: 5)
7. Қуёшнинг баландлиги 50° . а) Қудуқнинг тубига ёруғлик тушириш учун; б) Қуёш нурларини горизонтал йўналиштириш учун ясси күзгуни қандай жойлаштириш керак?
(Жавоб: горизонтга а) 700; б) 115° ёки 65° бурчак остида)
8. Текис, хира ёки ялтироқ фотоқоғозга чиқарилган расмлардан қайси бирига қараш осонроқ?
(Жавоб: текис, хира фотоқоғоз)
9. Ўз тасвирингизни күзгуда кўришингиз мумкин, деворда эса нега кўра олмайсиз?
10. Нурнинг тушиш бурчаги 60° . Тушган нур ва қайтган нур орасидаги бурчакни топинг.
(Жавоб: 120°)
- *11. Бўйи 1,79 м одам узунлиги 12 м дарахтдан 5 м масофада турибди. Одам қандай масофада ясси күзгуни қўйса, дарахт уни тасвирини кўра олади?
(Жавоб: 65 см)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажри-балар кўпроқ ўйлантириди?	Ижодий қобилиятингизни нималар ошириди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

38-§. Сферик күзгулар.

Сферик күзгу ёрдамида тасвир ясаш



Бугунги дарсда:

- сферик күзгуда буюмлар тасвирини ясашни ва олинган тасвирни тавсифлашни үрганасиз.



Таянч сүзлар:

- ✓ сферик күзгу
- ✓ оптик үқ
- ✓ күзгунинг фокуси
- ✓ фокал текислик
- ✓ учта ажойиб нур

Үтган параграфда сиз қайтиш ҳодисалари билан танишдингиз ва ясси күзгудан қайтишни үргандингиз. Бироқ ясси күзгудан ташқари эгри күзгулар ҳам бор. Уларнинг қайтарувчи сиртлари эгри. Алоҳида ҳол — бу қайтарувчи сиртлари сферик бўлган күзгулар. Бу күзгулар ҳайдовчи йўлни кузатиб туриши учун автомобилларда, чорраҳаларда, дўконларда ўнатилиди. Улардан стомотологлар фойдаланади (38.1-а, б, в, г расмлар).

Сферик күзгу. Қайтарувчи сирти сферанинг қисми бўлган күзгу сферик күзгу деб аталади. Агар ёргулук сферанинг ички сиртидан қайтса (38.2-а расм) сферик күзгу ботиқ күзгу деб, агар сферанинг ташқи сиртидан қайтса (38.2-б расм), қавариқ күзгу деб аталади. Ботиқ сферик күзгуни қараб чиқамиз (38.2-б расм). Исталган сферик күзгунинг O маркази деб радиуси R бўлган сферанинг марказига айтилади. Сферик сегментнинг учи бўлган R нуқта күзгу учи дейилади Сферик күзгунинг R учи ва O маркази орқали ўтадиган тўғри чизиқни сферик күзгунинг бош оптик үқи деб аталади. Исталган сферик күзгунинг бош оптик үқига параллел тушган нурлар ундан қайтгач бир нуқтада кесишади. Бу нуқта — күзгунинг фокуси. Күзгунинг учи ва фокуси орасидаги масофаси фокус масофаси деб аталади. Сферик күзгунинг фокал текислиги AB деб унинг фокуси орқали бош оптик үқча перпендикуляр ўтадиган текисликка айтилади (38.2-в расм). Агар күзгуга тушган параллел



а)



б)

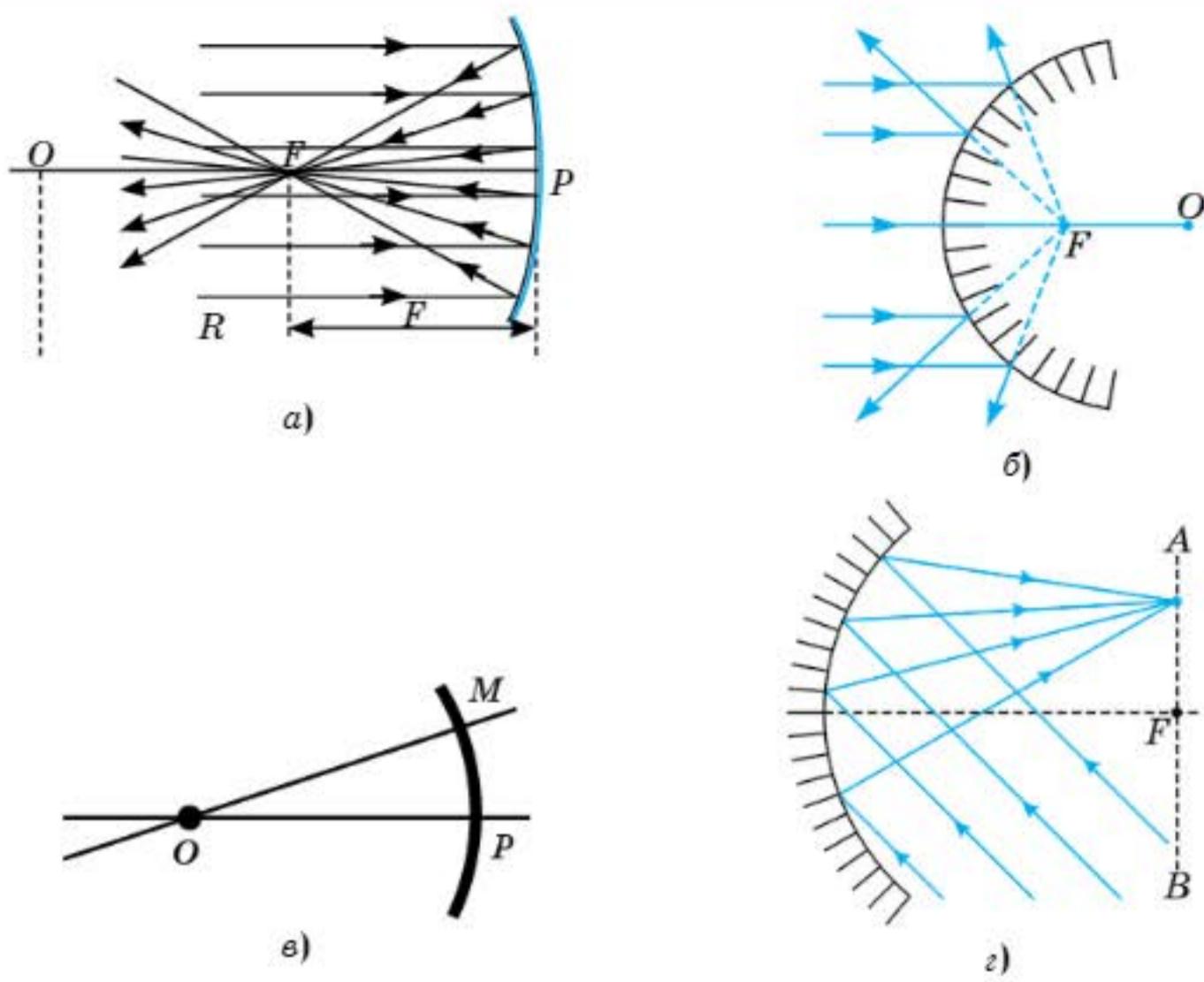


в)

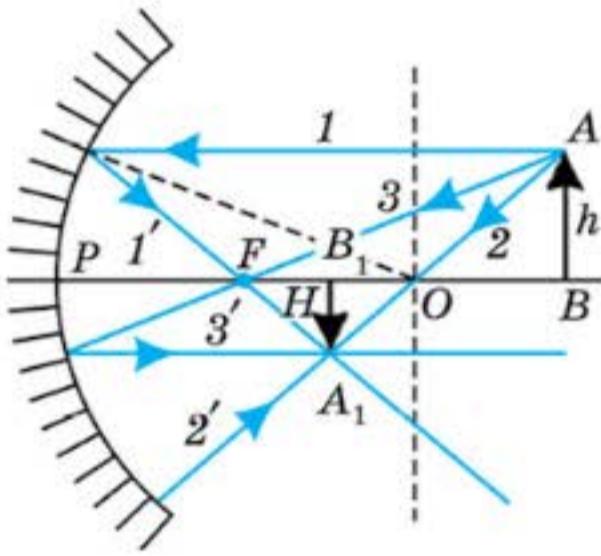


г)

38.1-расм



38.2-расм



38.3-расм

нурлар дастаси бош оптик үкқа параллел бўлмаса, улар кўзгудан қайтгач фокаль текисликнинг бирор нуқтасида йигилади (38.2-в расм).

Ботик кўзгу ёргулекни тўплайди. Бу кўзгунинг фокуси ҳақиқий деб аталади, сабаби унда кўзгудан қайтган нурлар йигилади. Қавариқ кўзгу ёргулекни сочади. Қавариқ кўзгунинг фокуси мавҳум деб аталади, сабаби унда кўзгудан қайтган нурларнинг давомлари йигилади. Қавариқ кўзгу доим мавҳум тасвир беради. Сферик кўзгуда тасвир ясаш учун қайтиш қонунларидан фойдаланилади.

Тасвир ясаш учун учта ажойиб нурлардан фойдаланилади (38.3-расм).

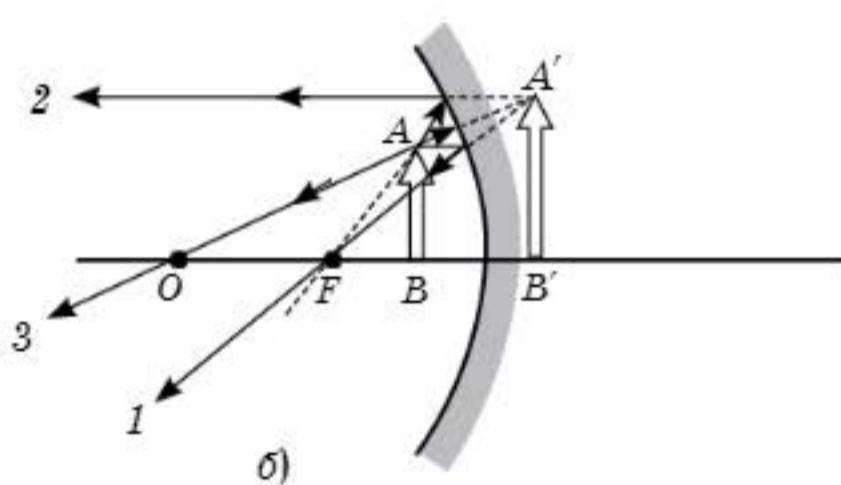
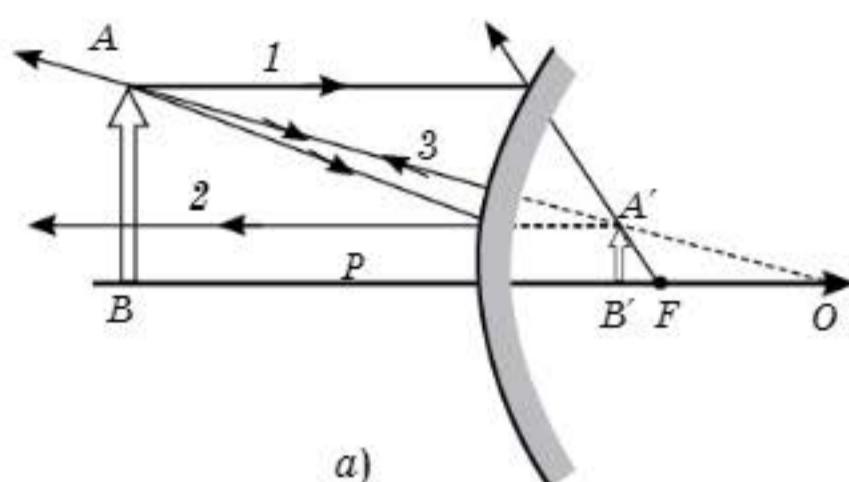
1. **1-нур**, у кўзгу бош оптик үқига параллел йўналишда тушиб, кўзгудан қайтганда унинг фокуси орқали ўтади ($1'$ -нур).

2. **2-нур**, у кўзгу маркази орқали ўтиб, кўзгудан қайтганда ана шу йўналишнинг ўзидан орқага қайтади ($2'$ -нур).

3. **3-нур**, у кўзгу фокуси орқали ўтиб, ундан қайтганда бош оптик үкқа параллел йўналишда кетади ($3'$ -нур).

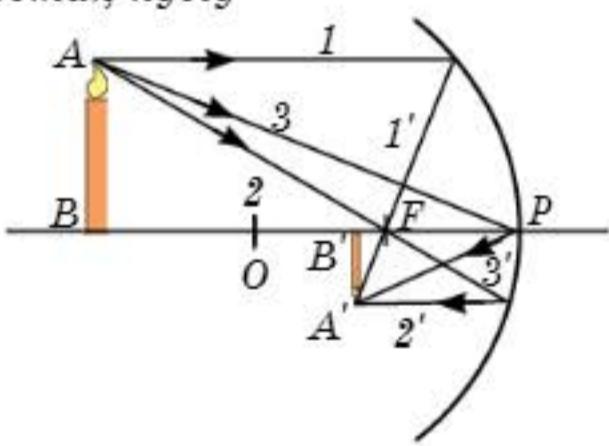
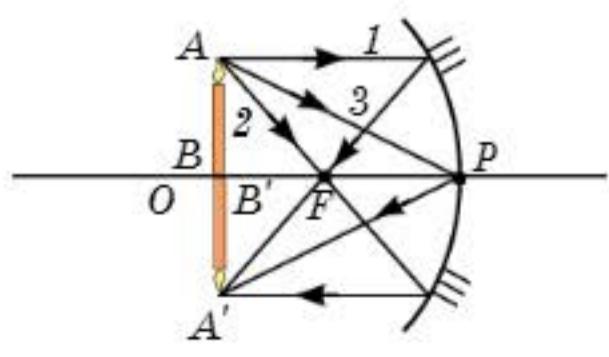
Сферик күзгү кичиклашган (38.4-*a* расм) ёки катталашган (38.4-*b* расм) тасвирлар бериши мүмкін.

Сферик күзгүда тасвир ясаш йўллари қуидаги жадвалда берилған.



38.4-расм

38.1-жадвал

Сферик күзгү тури	Тасвир ясаш усули
1	2
I. Ботиқ күзгү 	Расмда буюм сифатида олинған шам сфера маркази O нүктанинг ортида жойлашған. Юқорида айтылған уч ажайиб нурлар ёрдамида ясалған тасвир эса F фокус ва O сфера маркази орасыда ётибди. Бу ҳақиқий, түнкарилған тасвир.
	Буюм сфера марказида жойлашған. Бундай ҳолда $OP = R = 2F$. Үндай бўлса, тасвир буюм турган жойда ҳосил бўлади. Бу — ҳақиқий, түнкарилған тасвир, унинг ўлчами буюм ўлчамига тенг.

1	2
	<p>Буюм сфера маркази ва фокуси оралығыда жойлашган. Бундай ҳолда буюмнинг тасвири марказдан орқада ҳосил бўлади. <i>Бу — ҳақиқий, тўнкарилган, катталашиган тасвир.</i></p>
	<p>Буюм фокус билан кўзгу орасида жойлашган. Тасвир кўзгу орасида ҳосил бўлади. <i>Бу — тўғри (тўнкарилмаган), катталашиган ва мавҳум тасвир. Сабаби кўзгу орасида қайтган нурлар эмас, уларнинг давомлари кесишишади.</i></p>
II. Қаварик кўзгу 	<p>Ботик кўзгуга қараганда қаварик кўзгуда тасвир ясаш осон. Тасвир факат кўзгунинг орқа томонида ҳосил бўлади. <i>Қаварик кўзгудаги тасвир — тўғри (тўнкарилмаган), мавҳум, кичиклашган.</i> У кўзгу орасида жойлашган.</p>

Хозирги пайтда параболик ботик кўзгулар кенг қўлланилади. Параболик кўзгу сиртига тушган параллел нурлар бир нуқтада йиғилади. Агар бундай кўзгу фокусига лампа жойластирилса, биз параллел ёруғлик дастасини оламиз. Бу автомобиль фарасида, прожекторларда фойдаланилади. Ботик кўзгулар телескоп-рефлекторларда ҳам ишлатилади, улар ёрдамида юлдузли осмон, сайёralар текширилади.



1. Қандай сферик кўзгу ёруғликни сочади, қандай кўзгу ўзига тушган параллел ёруғлик нурлари дастасини бир нуқтага йиғади? Бу нуқта қандай аталади?
2. Сферик кўзгулардан қайси бирининг фокуси мавҳум, қайси бириники ҳақиқий?
3. Қандай тасвир ҳақиқий тасвир деб аталади?
4. Сферик кўзгуда тасвир ясашга имкон берадиган учта ажойиб нурларни атанг.
5. Ўзингизга маълум ясси, сферик кўзгуларнинг ишлатилишига мисоллар келтиринг.



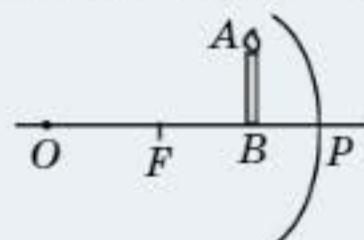
22-машқ

1. Ботик күзгүнинг сиртига тушган нурнинг йүлини чизинг (38.5-расм). Фокуси қаерда жойлашғанligини күрсатинг.

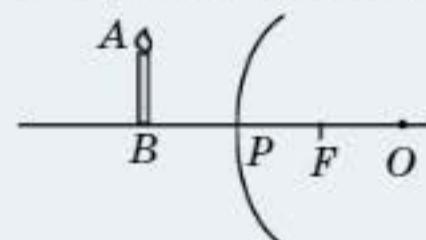


38.5-расм

2. Буюмнинг тасвирини топинг (38.6 ва 38.7-расмлар). Уни тавсифланг.

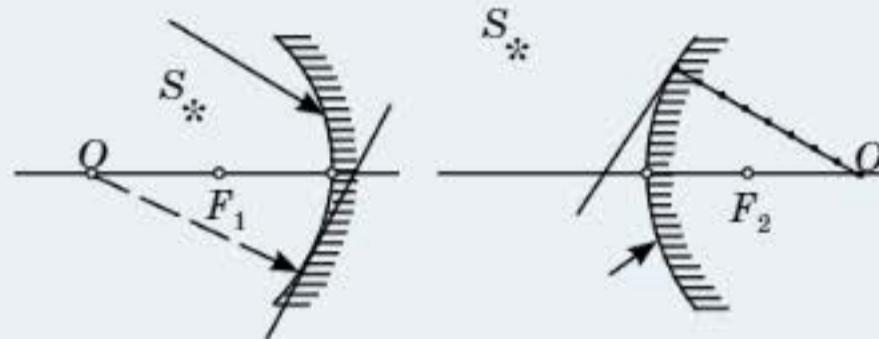


38.6-расм



38.7-расм

3. С ёруғлик манбайыннинг тасвирини ясанг. Уни тавсифланг (38.8-расм).



38.8-расм

Ушбу мавзуда нимани үзлаштирудингиз?

Нималарни үргандингиз?	Қандай тажри-балар күпроқ үйлантириди?	Ижодий қобилиятингизни нималар ошириди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналишга эга бўлди олди?

39-§. Ёруғликтің синиши, ёруғликтің синиш қонуни. Тұла ички қайтиш



Таянч сүзлар:

- ✓ ёруғликтің синиши
- ✓ синиш бурчаги
- ✓ ёруғликтің синиш қонунлари
- ✓ абсолют ва нисбий синдириш күрсаткышлари
- ✓ тұла ички қайтиш



Бугунги дарсда:

- ёруғликтің синиши ва тұла ички қайтиши ҳодисаларини үқиб үрганасиз ва ёруғлик шаффоғ мұхитдан ўтган пайтда нурларнинг йүлини ясашни үрганасиз.

Сувдан чиқиб турған моддалар сув ва ҳавонинг чегарасыда озгина синиб, қийшайиб турғандек күринишларига эътибор берғанмисиз? Сув қүйилған стаканга солинган найча худди синган каби күринади (39.1-а, б расм). Аслида эса, бу моддаларнинг ҳеч қайси бири синмаган, факт ёруғлик нурлари бир мұхитдан иккінчи мұхитта ўтганда тарқалиш йўналиши ўзгарғанлиги туфайли шундай күринади. 39.1-в расмда ёруғликтің қайтиш ва синиш ҳодисаларини кузатиши мүмкин.

Энди ёруғлик бир мұхитдан иккінчи мұхитта ўтганда қандай тарқалишини текширамиз. Ҳаводан сувга тушган ёруғлик нури чегарада иккига ажralади: улардан бири тарқалиш йўналишини ўзгартириб, қайтади, иккінчиси эса йўналишини ўзгартириб, сувга ўтади (39.2-расм). Эътибор беріб қарасак, перпендикуляр билан синган нур орасидаги бурчак перпендикуляр ва қайтган нур орасидаги бурчакдан кичик эканини кўриш мүмкин.

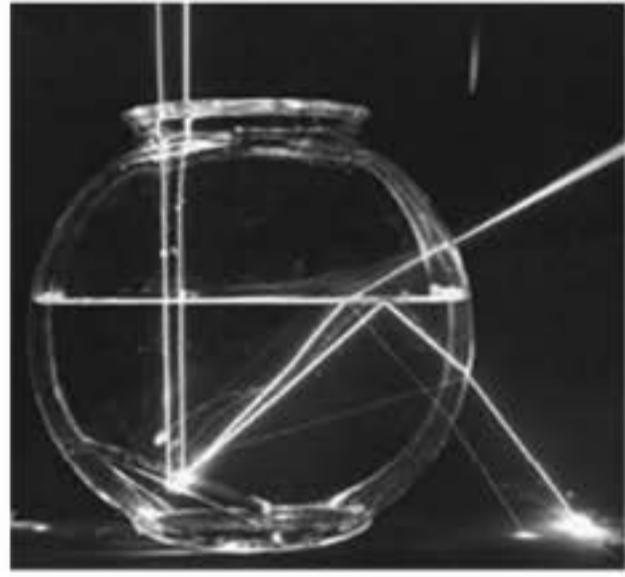
Ёруғликтің синиши. *Бир мұхитдан иккінчи мұхитта ўтганда ёруғлик нурлари йўналишининг ўзгариши ҳодисаси ёруғликтің синиши деб аталади.* Бу ҳодиса ёруғликтің тарқалиш тезлиги турли мұхитларда турлича бўлиши туфайли рўй беради.



a)



б)



в)

39.1-расм

Ёруғликтің қайтиш ва синишиң қонунардың бизнинг ҳәтимизда күп ҳодисаларни вужудга келтиради. Мана шу қонуияттарға биноан биз атрофимиздеги оламни қандай бўлса шундайлигича кўрамиз.

Тажрибада аниқланган синишиң қонуни қуйидагича таърифланади:

1) *тушган нур, синган нур ва икки мұхит чегарасыда тушиши нүктасыга ўтказилған перпендикуляр бир текисликда ётади* (39.2-расм);

2) *тушиши бурчаги синусининг синиши бурчаги синусыга нисбати ана шу икки мұхит үчүн ўзгармас катталиқ бўлиб, иккінчи мұхиттің биринчи мұхиттага нисбатан нисбий синдириш кўрсаткичи деб аталади*:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (39.1)$$

Бу қонуннинг исботи билан юқори синфларда танишасиз.

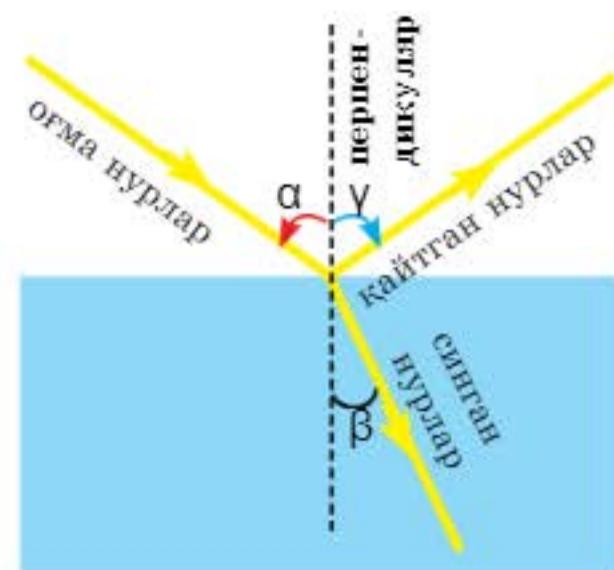
Нисбий синдириш кўрсаткичи биринчи мұхиттаги ёруғликтің тарқалиш тезлиги иккінчи мұхиттаги ёруғликтің тезлигидан катта эканни кўрсатади.

$$n = \frac{v_1}{v_2}, \quad (39.2)$$

бу ерда n — нисбий синдириш кўрсаткичи, v_1 — биринчи мұхиттаги ёруғликтің тезлигі, v_2 — иккінчи мұхиттаги ёруғликтің тезлигі.

Ёруғликтің синишиң қонуини XVII аср бошларида голланд математиги В. Снеллиус таърифлади.

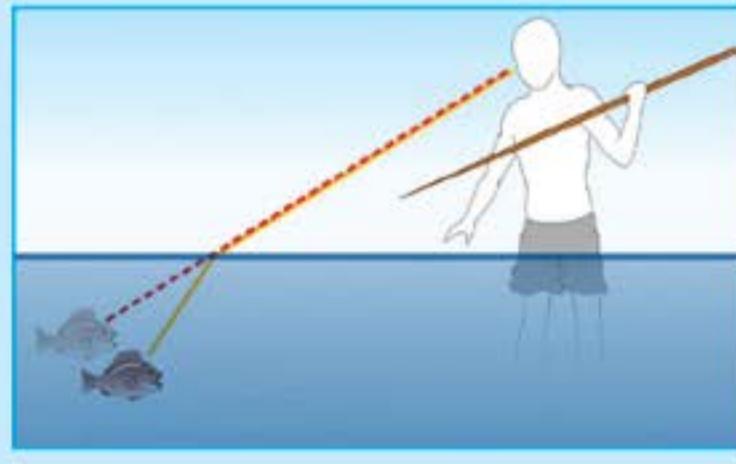
Ёруғлик синишининг иккінчи қонуни (39.1) формуласидан тушиши бурчаги ортганда синиши бурчаги ҳам ортишини кўрамиз.



39.2-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Ёруғликтің синиши ҳодисаси нағијасыда сув тубидаги моддалар (жисмлар) кўзга яқинроқ бўлиб (39.3-расм), осмондаги юлдузлар эса узокроқ бўлиб кўринади.



39.3-расм

Ёруғликтің вакуумда тарқалиш тезлиги (с ұарғи билан белгиланади) берилған мұхитта тарқалиш тезлигидан неча мартас каттаги тезлигини күрсатадиган физик катталиқ ана шу мұхиттің абсолют синдириш күрсаткичи деб аталади, яғни

$$\frac{c}{v_1} = n_1, \quad (39.3)$$

бу ерда n_1 — биринчи мұхитдаги абсолют синиш күрсаткичи.

Ёруғликтің ваккумдаги тезлиги мұхитдаги тезлиқдан катта ($c > v$), яғни абсолют синдириш күрсаткичи $n > 1$ бўлади. Масалан, сувнинг абсолют синдириш күрсаткич $n = 1,33$, шишаники $1,5 < n < 1,8$, ҳаво учун $n = 1,0003$, олмос учун $n = 2,42$.

Абсолют синдириш күрсаткичи каттароқ мұхит оптика зичроқ мұхит деб аталади.

Шундай қилиб, ёруғлик бир жинсли мұхитда түғри чизик бўйлаб тарқалади, бир мұхитдан иккінчи мұхитга ўтганда эса тарқалиш йўналиши ва тезлигини ўзгартиради. 39.1-жадвалда баъзи мұхитлардаги ёруғликтің тарқалиш тезлиги күрсатилган.

39.1-жадвал

Айрим мұхитлардаги ёруғликтің тарқалиш тезлиги

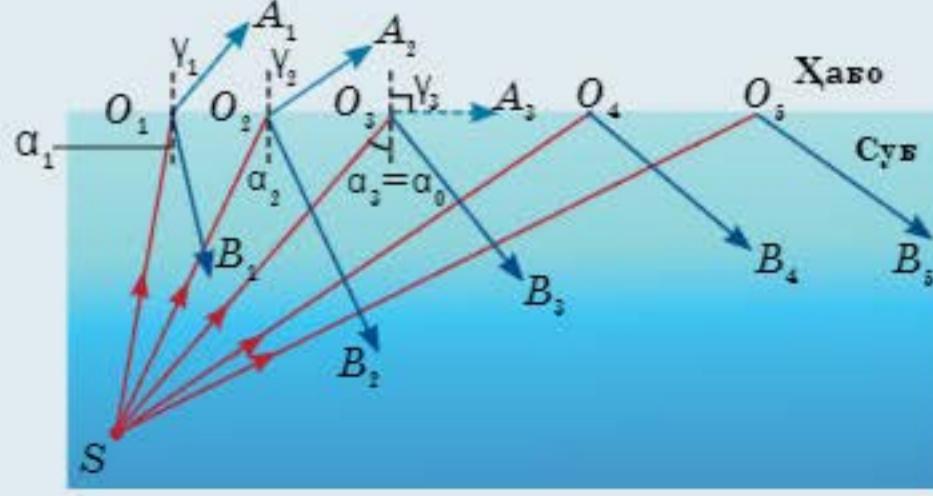
Вакуум (ҳаво)	300 000 км/с	Бензин	214 300 км/с
Сув	226 000 км/с	Туз	194 300 км/с
Сут	220 000 км/с	Қанд	192 300 км/с
Шиша	200 000 км/с	Олмос	124 100 км/с

Абсолют ва нисбий синдириш күрсаткичлари орасидаги боғланишни аниқлаймиз. (39.3) формуладан: биринчи мұхитдаги ёруғликтің тарқалиш тезлиги: $v_1 = \frac{c}{n_1}$, иккінчи мұхитда эса: $v_2 = \frac{c}{n_2}$. У ҳолда (39.1) формулага кўра:

$$n = \frac{n_2}{n_1}. \quad (39.4)$$



Судаги S ёруғлик манбаидан чиқадиган нурларнинг O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 нүқталардаги тарқалиш йўлларини тушунтиринг (39.4-расм).



39.4-расм

Ёруғлик нури бир мұхитдан иккінчи мұхитта үтганда үзининг дастлабки йұналишидан оғади ва тушиш бурчаги қанчалик катта бўлса, оғиш ҳам шунчалик катта бўлади.

Ёруғликнинг тўла ички қайтиши. Ёруғликнинг оптик зичроқ мұхитдан оптик зичлиги камроқ мұхитта үтишини ўрганамиз. Бундай ҳолларда тушиш бурчаги синиш бурчагидан кичик. Шунингдек, тушиш бурчаги ортганда синиш бурчаги ҳам ортишини биламиз. Ундай бўлса, тушиш бурчагини орттираверсак, тушиш бурчагининг қиймати α_0 га етганда, синиш бурчаги 90° га teng бўлади (39.5-расм). Яъни, ёруғлик иккинчи мұхитта үтмайди. Бу ҳодиса *тўла ички қайтиши* деб аталади.

Тушиш бурчаги α_0 дан катта бўлса, ёруғлик биринчи оптик зичлиги каттароқ мұхитдан умуман чиқмайди. Тўла ички қайтиш ҳолати учун синиш қонуни қўйидагича ёзилади:

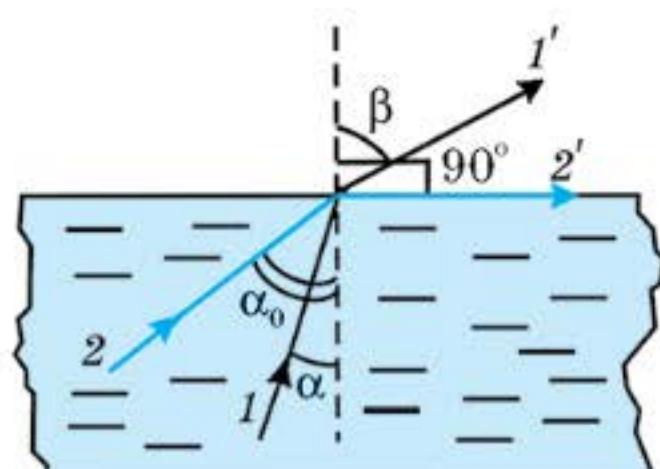
$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{ёки} \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Ҳаво ва вакуум учун $n_2 = 1$, у ҳолда сўнгги формула ёруғлик бирор мұхитдан ҳавога ёки ваккумга үтган ҳол учун қўйидагича ёзилади: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$. Бундан мұхитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи қийматини аниқлаш мумкин:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_0}. \quad (39.5)$$

Турли шафоф мұхитларнинг абсолют синдириш кўрсаткичлари тўла ички қайтиш ҳодисаси ёрдамида ҳисоблаб чиқарилган.

Тўла ички қайтиш ҳодисасидан толали, оптикада, шунингдек, тиббиётда, эндоскопик ускуналарда фойдаланилади.



39.5-расм

- ?
1. Ёруғликнинг синиши деб қандай ҳодисага айтилади? У нима сабабдан кузатилади?
 2. Ёруғликнинг синиши қонунларини таърифлаб, уларни келтириб чиқаринг.
 3. Абсолют ва нисбий синдириш кўрсаткичларининг физик маъноси қандай? Улар үзаро қандай боғланган?
 4. Ёруғликнинг тўла ички қайтиши деб қандай ҳодисага айтилади? У қандай шароитда кузатилади?
 - *5. Сувнинг ҳақиқий ва кўринма чуқурлиги деб нимага айтилади? Улар нега бир хил эмас?



23-машқ

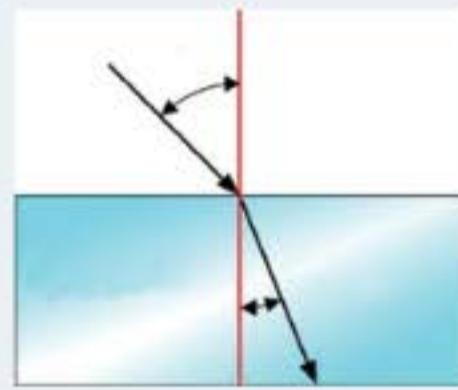
1. Бармоқлар сувга ботирилғанда нега қисқа бўлиб кўринади? Текшириб кўринг ва тушунтириңг
2. Осмон жисмининг горизонтдан баландлиги ўлчангандай у нега ҳақиқий қийматидан катта бўлади?
3. Балиқчининг гарпун отишдаги хатолиги нимада (39.6-расм)?
- 4. Туманнинг ҳар томчиси шаффоғ сувдан иборат бўлса ҳам, нега у яхлит ҳолда шаффоғ эмас?
- 5. 39.7-расмда қандай ҳодиса тасвиirlанган?
- 6. 39.8-расмда қайси мухит оптик зичроқ?



39.6-расм



39.7-расм



39.8-расм

- 7. Ёруғлик нури сув сиртига 60° бурчак остида тушади. Сувдаги синиш бурчаги қандай?

(Жавоб: 40°)

8. Ингичка ёруғлик дастаси ҳаводан бирор суюқликка ўтади. Агар тушиш бурчаги 30° , синиш бурчаги эса 15° бўлса, суюқликнинг синдириш кўрсаткичи қандай? Ана шу суюқликдаги ёруғликнинг тарқалиш тезлиги нимага тенг?

(Жавоб: $1,93; 1,55 \cdot 10^8$ м/с)

- *9. Тўғоннинг тубига баландлиги 1,25 м таёқ қоқилган. Таёқ сувнинг ичидаги тўлик турибди. Агар ёруғлик нурлари сув сиртига 30° бурчак остида тушса, таёқнинг тўғон тубидаги сояси узунлиги қандай?

(Жавоб: 0,5 м)

- *10. Тўғоннинг тубига қоқилган ходанинг 1 м га тенг қисми сув устига чиқиб турибди. Агар тўғоннинг чукурлиги 2 м, Қуёшнинг горизонтдан баландлиги 30° бўлса, ходанинг сув сиртидаги ва тўғон тубидаги сояси узунликлари қандай?

(Жавоб: $l_1 = 1,73$ м; $l_2 = 3,45$ м)

- *11. Булоқнинг тубида кичик тош ётибди. Бола уни таёқ билан турткиси келди. У таёқни ҳавода 45° бурчак остида ушлаб, тошни мўлжаллайди. Агар булоқнинг чукурлиги 40 см бўлса таёқ тошдан қандай масофада булоқнинг тубига тегади?

(Жавоб: 19 см)

12. Ёруғлик нурлари ҳаводан шишага ўтганда тушиш бурчаги 60° , синиш бурчаги 30° . Шишадаги ёруғликнинг тарқалиш тезлигини ва тўла ички қайтишнинг чегаравий бурчагини топинг.

(Жавоб: $1,73 \cdot 10^8$ м/с; 35°)

Ушбу мавзуда нимани үзлаштириңгиз?

Нималарни үргандингиз?	Қандай тажри-балар күпроқ үйлантири?	Ижодий қобилятингизни нималар ошири?	Қандай шахсий қизиқишлиар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

40-§. Линзалар, линзанинг оптик кучи, юпқа линза формуласи. Линза ёрдамида тасвир ясаш



Бугунги дарсда:

- юпқа линзанинг формуласидан ҳисоблашлар учун фойдаланишни;
- юпқа линзада нурларнинг йўлини ясашни ва олинган тасвирни тавсифлашни үрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ линза
- ✓ йиғувчи ва сочувчи линза
- ✓ линзанинг фокуси
- ✓ юпқа линзанинг формуласи

Сиз буни биласиз

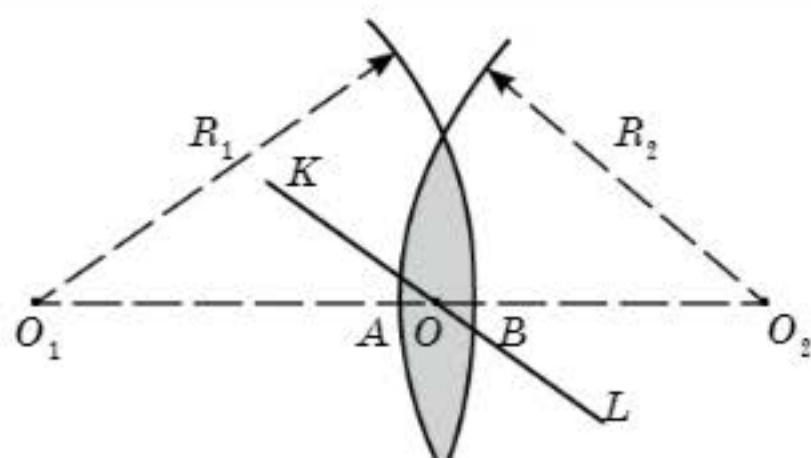
Ёруғликнинг синиш ҳодисаси телескоплар, микроскоплар, фотоаппаратлар, проекцион аппаратлар, дурбинлар, кўзойнаклар каби қўплаб оптик асбобларда кўлланилади (40.1-расм).



40.1-расм

Ушбу асбобларнинг ҳаммаси учун умумий бўлган деталь бор. Унинг нималигини айта оласизми?

Кўпгина оптик асбобларда линзалар — икки сферик сирт билан чегараланган шаффоф жисмлар ишлатилади. Линзалар *йиғувчи* ва *сочувчи линзалар* деб иккига бўлинади. Биринчиси ўзидан ўтган нурларни бир нуқтага йиғади, иккинчиси эса сочади. Йиғувчи линзанинг ўртаси четларига қараганда қалинроқ, сочувчи линзада эса, аксинча, ўртаси четларидан юпқароқ бўлади. Линзанинг асосий тушунчалари ва тасифлари 40.2-расмда тасвирланган линзани қараб чиқамиз. Бу ерда O_1 ва O_2 нуқталар — линзани ташкил қилган сферик сиртларнинг эгрилик марказлари, R_1 ва R_2 ана шу сиртларнинг эгрилик радиуслари. *Линза-*

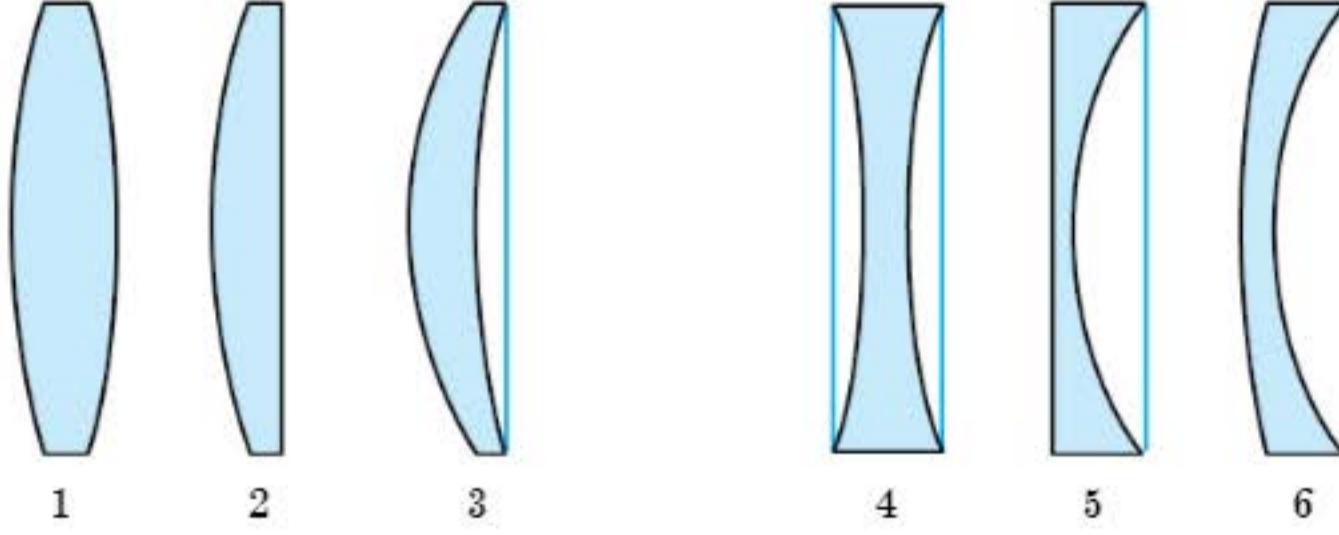


40.2-расм

и ташил қилған сферик сиртлар нинг марказлари орқали үтадиган түгри чизиқ линзанинг **бош оптик үқи** деб аталади. Линзанинг ичида бош оптик үқда ётган нүкта линзанинг **оптик маркази** деб аталади. Ушбу нүкта орқали ёруғлик нури синмай, түғри чизиқ бўйлаб кетади. Оптик марказ орқали үтувчи исталган KL түғри чизиқ ёрдамчи **оптик үқ** деб аталади, улар эгрилик марказлари орқали үтмайди. Бош оптик үқ билан линза сиртларининг кесишиш нүқталари A ва B линзанинг учлари деб аталади. Линзанинг учлари орасидаги AB масофа линзанинг қалинлиги деб аталади.

Агар линзанинг қалинлиги эгрилик радиусларига таҳминан тенг бўлса, у қалин линза деб, агар линзанинг қалинлиги эгрилик радиусларидан кўп марта кичик бўлса, у юпқа линза деб аталади.

Биз юпқа линзани қараб чиқамиз. Сиртларининг шаклига кўра линзалар қавариқ (ясси-қавариқ, икки ёқлама қавариқ, ботик-қавариқ) ва ботик (ясси-ботик, икки ёқлама ботик ва қавариқ-ботик) турларига бўлинади (40.3-расм).



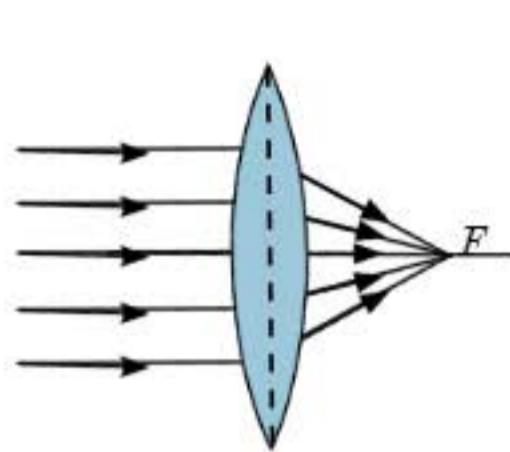
40.3-расм. Линзанинг турлари:

- 1 — икки ёқлама қавариқ линза; 2 — ясси-қавариқ линза; 3 — ботик-қавариқ линза;
- 4 — икки ёқлама ботик линза; 5 — ясси-ботик линза; 6 — қавариқ-ботик линза

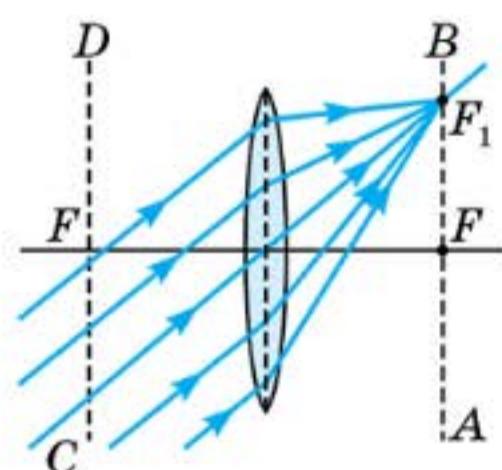
Агар йиғувчи линзага бош оптик үқка параллел нурлар дастаси туширилса, улар линзадан ўтгач бир нүктада йиғилади. Бу нүкта **F линзанинг бош фокуси** деб аталади (40.4-расм). **Фокус бош оптик үқда ётади**. Линзанинг икки томонида жойлашган икки бош фокус бор. Агар линзанинг ёрдамчи оптик үқига параллел нурлар дастаси туширилса, улар линзадан ўтгач ёрдамчи үқда ётган нүктада — F_1 қўшимча фокусда кесишиади. Барча қўшимча фокуслар AB фокаль текисликда

ётади (40.5-расм). **Фокаль текислик деб бош фокус орқали бош оптик ўққа перпендикуляр үтүвчи текислигкө айтилади.** Линзанинг AB ва CD иккى фокаль текислиги бор, құшимча фокуслар әсачексиз күп. Йигувчи линзанинг фокуслари ҳақиқий фокуслар деб аталади, сабаби бу нұкталарда линзадан үтган нурларнинг үzlари кесишади.

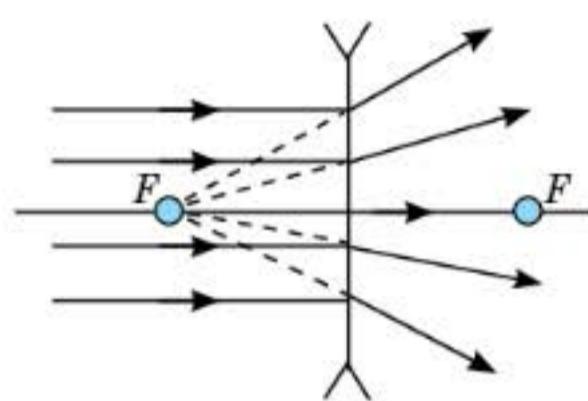
Сочувчи линзанинг фокуслари мавжұм деб аталади, сабаби бу нұкталарда линзада синган нурларнинг давомлари кесишади (40.6-расм).



40.4-расм



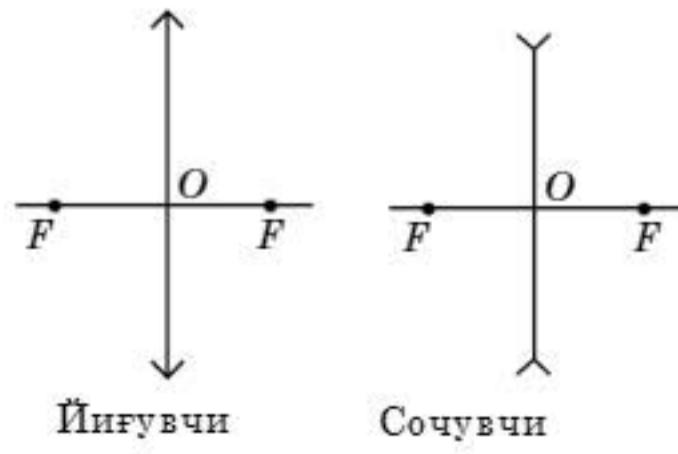
40.5-расм



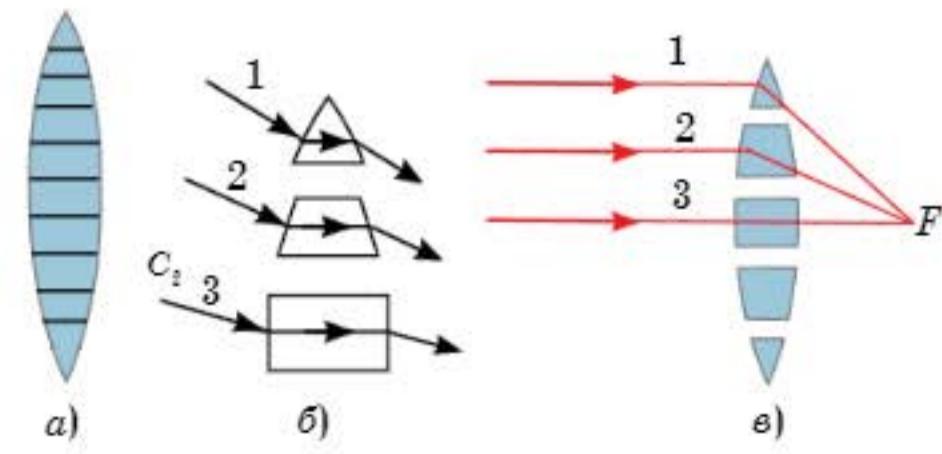
40.6-расм

Амалда күпинча юпқа линзалар ишлатилади. Линзаларда тасвир ясаш осон бўлиши учун маҳсус белгилашлар киритилган (40.7-расм).

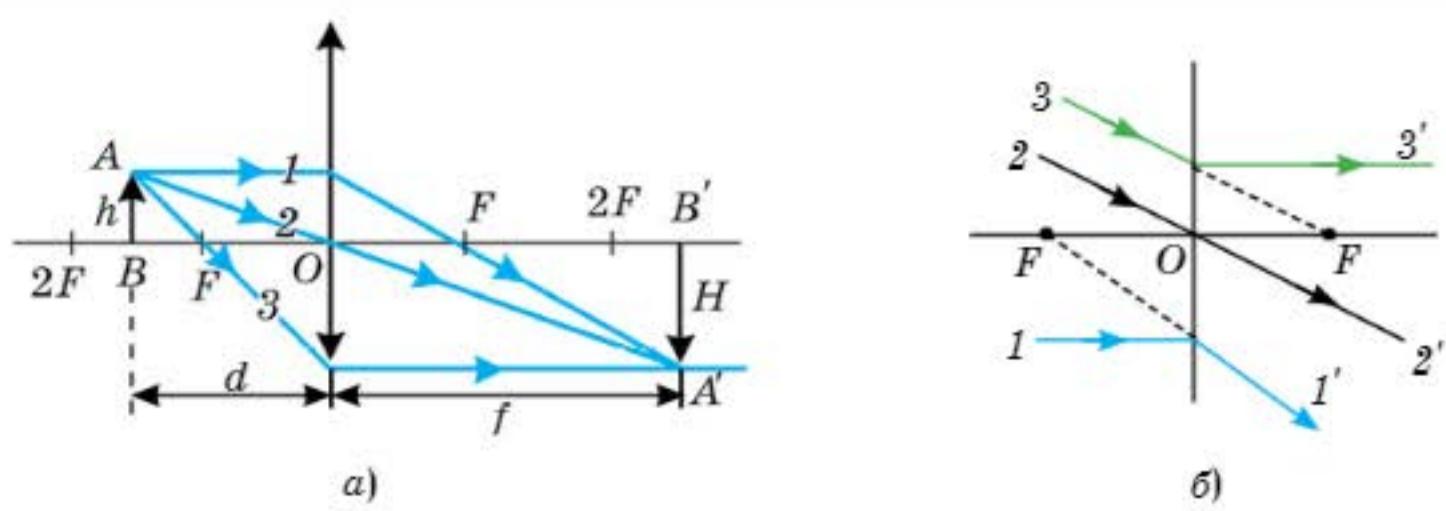
Линзада ёруғликнинг қандай синашини қараб чиқамиз. Исталған линзани кичик призмалар тўплами сифатида қарашиб мумкин (40.8-а расм). Призмага тушган ёруғлик, 40.8-б расмда кўрсатилгандек, синиб (1-нур), призманинг асосига параллел тарқалади. Призманинг иккинчи томонига етиб келганда нур иккинчи марта синиб, призманинг асосига томон оғиб, биринчи муҳитга қайтиб чиқади. Линзанинг бошқа қисмларига тушган 2 нур 1-нур каби призмаларнинг асосларига томон оғиб чиқади. 3-нур эса призма маркази орқали синмасдан призманинг асосига параллел үтади. Бунинг натижасида барча нурлар бош оптик ўқда ётган бир нұктада кесишади, бу нұкта линзанинг фокуси деб аталади (40.8-в расм).



40.7-расм



40.8-расм



40.9-расм

Линзаларда тасвир ясаш. Линзада тасвир ясаш учун уча ажойиб нурлардан фойдаланилади:

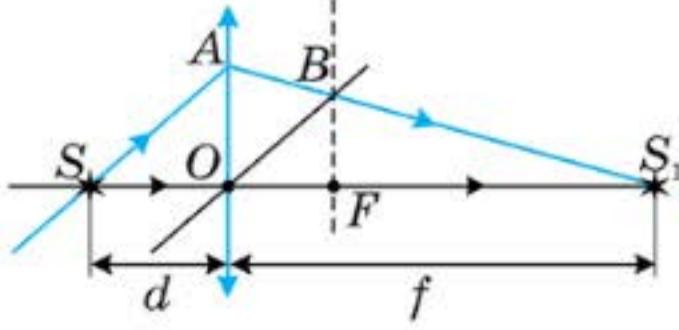
1. 1-нур. Линзага бош оптик ўққа параллел тушган нурлар унда сингач, линзанинг фокуси орқали ўтади (40.9-а расм). Сочувчи линзада бу нурлар сингандан сўнг уларнинг давомлари мавҳум фокусдан чиқаётгандай бўлиб тарқалади (40.9-б расм).

2. 2-нур. Оптик марказ орқали ўтган нур синмайди.

3. 3-нур. Линзанинг бош фокуси орқали тушган нур линзада сингач, бош оптик ўққа параллел тарқалади (40.9, а-расм). Сочувчи линзада унинг иккинчи томонида жойлашган мавҳум фокуснинг йўналишида тушган нур, сингандан сўнг бош оптик ўққа параллел кетади (40.9-б расм).

Йиғувчи линза буюмнинг ҳақиқий тасвирини ҳам, мавҳум тасвирини ҳам ҳосил қила олади. *Ҳақиқий тасвир нурларнинг ўзлари кесишганда, мавҳум тасвир эса нурларнинг давомлари кесишганда ҳосил бўлишини эслатиб ўтамиз.*

Юпқа линзанинг формуласи. Юпқа линзанинг формуласини келтириб чиқарамиз. Бунинг учун ёруғланувчи S нуқтанинг тасвирини ясаймиз. OB ёрдамчи оптик ўқдан фойдаланамиз. SA тушган нур OB ёрдамчи оптик ўққа параллел бўлиб синганда BF фокал текисликда ётган қўшимча фокус B орқали ўтиб, бош оптик ўқ билан S_1 нуқтада кесишади. SS_1 нур линзанинг оптик маркази O орқали синмай ўтиб, AB нур билан S_1 нуқтада кесишади, бу ёруғланувчи S нуқтанинг тасвири бўлади (40.10-расм).



40.10-расм

Буюмдан (ёруғланувчи нуқтадан) линзанинг оптик марказигача SO масофа d ҳарфи билан, линзанинг оптик марказидан буюмнинг тасвиригача OS_1 масофа f ҳарфи билан, линзанинг фокус оралиғи OF масофа F ҳарфи билан белгилаймиз. Қуйидаги ҳисоблашларни бажарамиз. Учбуручаклар ўхшашлигининг учинчи

аломатига күра SAS_1 ва OBS_1 учурчаклар үхаш. Үндай бўлса::

$\frac{SS_1}{OS_1} = \frac{OS}{OF}$ ёки киритилган белгилашлардан фойдаланиб: $\frac{d+f}{f} = \frac{d}{F}$ ифодани ўзгартирамиз. Ушбу ифодани турлантирамиз: $\frac{d}{f} + 1 = \frac{d}{F}$. Охирги формуланинг чап томони ва ўнг томонини d га бўлсак:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (40.1)$$

Бу — юпқа линзанинг формуласи.



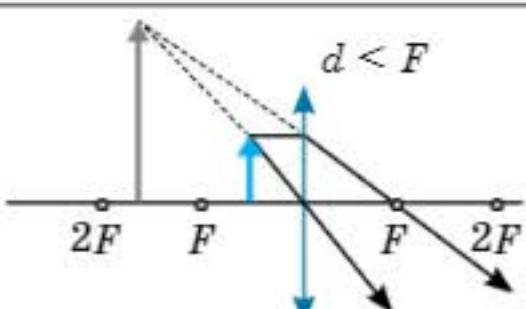
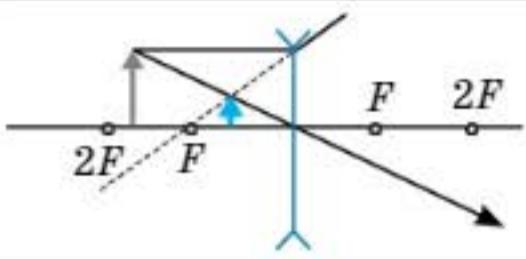
Юпқа линзанинг формуласини бошқа йўл билан ҳам келтириб чиқариш мумкин. Ушбу формулани келтириб чиқаришнинг бошқа йўлларини таклиф қилинг.

Юпқа линзанинг формуласини қўллашнинг хусусий ҳолларини қараб чиқамиз. Буюм қаерда жойлашганига, линза қандай тасвир бершига (ҳақиқий ёки мавҳум) ва бу қандай линза эканлигига боғлиқ ҳолда, биз бу формуланинг қўйидаги кўринишларини ва тасвирларнинг қўйидаги турларини олишимиз мумкин (40.1-жадвал).

40.1-жадвал

Тасвир ясаш	Юпқа линзанинг формуласи	Тасвир кўриниши
1	2	3
$d > 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, кичиклашган, тўнкарилган (тескари)
$F < d < 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, катталашган, тўнкарилган (тескари)
$d = 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, тенг, тўнкарилган (тескари)

Давоми

1	2	3
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Тасвир мавхум, катталашган, түғри
	$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Сочувчи линза доим мавхум, кичиклашган, түғри тасвир беради.

1. Йиғувчи линза ҳақиқий тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f > 0$ (мусбат) ва $F > 0$ (мусбат).

2. Йиғувчи линза, мавхум тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f < 0$ (манфий) ва $F > 0$ (мусбат).

3. Сочувчи линза. У доим мавхум тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f < 0$ (манфий) ва $F < 0$ (манфий).

Линзанинг оптик кучи. Линза нурларни нечөгли кучли “синдиришини” тавсифлаш учун маңсус физик катталиқ — **линзанинг оптик кучи** D түшүнчәси киритилади. **Линзанинг оптик кучи деб бош фокус оралыгига тескари катталиктака айтилади.** Демак, **линзанинг оптик кучининг физик маңноси:** у ёргөлик нурлари линзадан ўтгандаги синиш даражасини күрсатади:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (40.2)$$

Оптик кучининг ўлчов бирлиги — **диоптрия:** $[1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}]$.

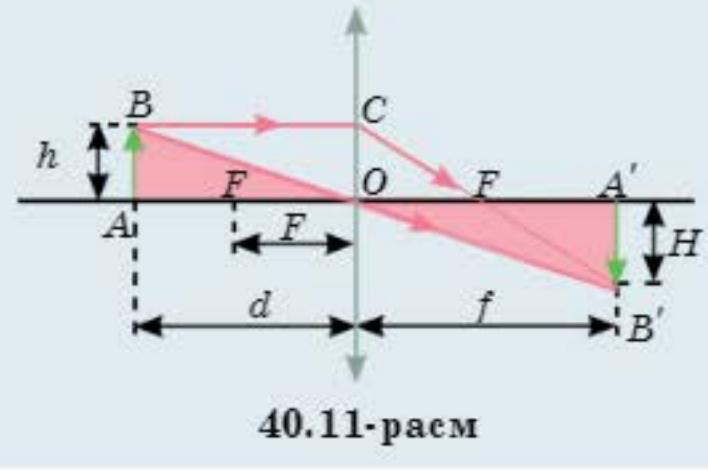
Линзанинг катталаштириши. Линза буюмнинг тасвирини катталаштириши ҳам, кичиклаштириши ҳам мүмкін. **Линзанинг чизиқли катталаштириши деб тасвирдаги чизиқли ўлчамнинг буюмдаги чизиқли ўлчамга нисбатига тенг физик катталиктака айтилади:**

$$\Gamma = \frac{H}{h}. \quad (40.3)$$



1. 40.3 формулани исботлаш учун, 40.9-а расмдан фойдаланынг.

2. 40.11-расмдан ва учбурачкаларнинг ўхшашлик алматларидан фойдаланиб, $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ бўлишини исботланг.



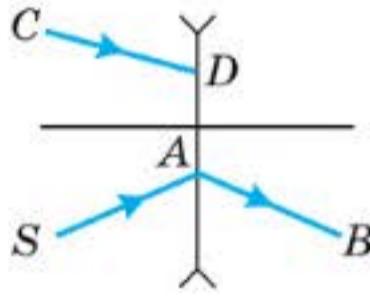
Сочувчи линзада тасвиirlар ясасак, у ҳар доим кичиклашган, мавхум, түнкарилмаган тасвиirl беришни күриш мумкин. Йиғувчи линза эса буюм қайси жойда турганлигига қараб ҳақиқий ёки мавхум, катталашган ёки кичиклашган тасвиirlар берishi мумкин.

Масала ечиш намуналари

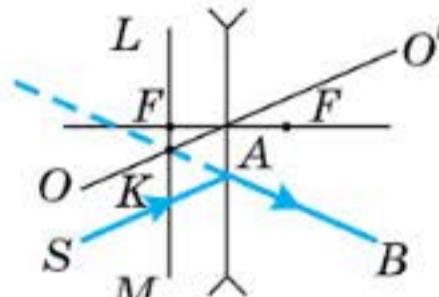
40.12-*a* расмда SA нурининг сочувчи линзада сингандан кейинги йўли тасвиirlанган. Ясашлар бажариш орқали линзанинг бош фокуслари ўрнини аниқланг. CD нурининг шундан кейинги йўлини кўрсатинг.

Ечилиши. SA нурига параллел ёрдамчи OO' ўқ ўтказамиз (40.12-*b* расм). Бу ўқ синган AB нурининг давоми билан LM фокал текисликда ётган K нуқтада кесишиди. Фокал текисликнинг бош оптик ўқ билан кесишиш нуқтаси сочувчи линзанинг бош фокуси бўлади.

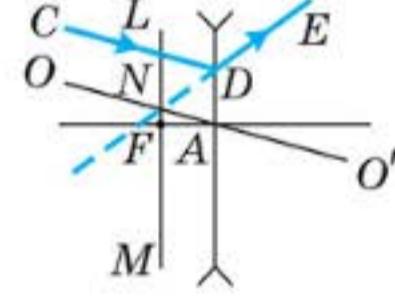
CD нурининг давомини топиш учун, CD нурга параллел линзанинг оптик маркази орқали OO' тўғри чизиқни ўтказамиз (40.12-*c* расм). Линзанинг ёрдамчи ўқи бўлган ушбу тўғри чизиқнинг LM фокал текислик билан кесишиш нуқтаси линзанинг қўшимча фокуси N бўлади. N ва D нуқталар орқали ўтувчи тўғри чизиқни ўтказиб, CD нурининг линзада сингандан кейинги йўлини топамиз. Бу — DE тўғри чизик бўлади.



a)



б)



в)

40.12-расм

1. Линза деганимиз нима? Линзанинг қандай турларини биласиз?
2. Сочувчи линзанинг йиғувчи линзадан фарқи қандай?
3. Линзанинг оптик маркази ўрнини қандай аниқлаши мумкин?
- 4. Тажрибада линза фокусининг ўрнини қандай аниқлаш мумкин?
5. Линзанинг қайси ўқи бош оптик ўқ, қайси бири ёрдамчи ўқ эканини қандай аниқлаш мумкин?
- 6. Йиғувчи линзанинг фокуси ўрнини тажрибада қандай аниқлаш мумкин? Сочувчи линзада эса қандай аниқланади?
- *7. Икки ўқувчининг қайси бири тўғри фикрлайди: биринчи ўқувчи йиғувчи линзадаги фокусларнинг ҳаммаси мавхум, сочувчи линзадаги фокуслар эса ҳақиқий деб, иккинчи ўқувчи эса мавхум фокус бўлмайди деб ҳисоблайди. Тўғри жавобларни айтинг ва тушунтиринг.

- 8.** Фокал текислик деб қандай текисликка айтилади?
- 9.** Құшимча фокуснинг үрнини билған ҳолда линзаниң бош фокусы үрнини қандай топиш мүмкін?
- 10.** Қандай тасвир ҳақиқий, қандай тасвир мавхум тасвир дейилади?
- 11.** Линзаниң оптик күчи деб нимага айтилади?
- 12.** Қуидаги ҳоллар учун буюмнинг тасвирини ясанг: а) буюм линзаниң иккіланған фокусида турибди; б) буюм линза ва унинг бош фокусы орасида жойлашған. Ҳосил бўлган тасвирларга тавсиф беринг.
- 13.** "Линзаниң катталаштириши 0,25" деган сүз қандай маънени билдиради.
- *14.** Агар линзаниң ярми ношаффоф тўсиқ билан беркитилса, буюмнинг тўлиқ тасвири ҳосил бўладими?

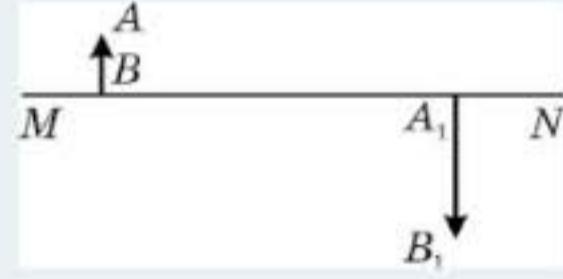


24-машқ

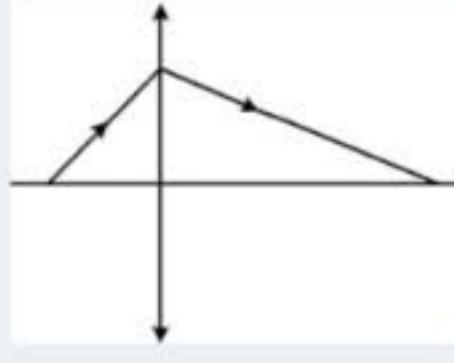
- 1.** Қандай ҳолда йиғувчи линза ёрдамида буюмнинг мавхум тасвирини олиш мүмкін? Жавобни линзада ёруғ нурлар йўлини тасвирлаб, тушуниринг.
(Жавоб: буюм фокус билан линза орасида турганда)
- 2.** Қандай ҳолда йиғувчи линзадаги буюм тасвирининг баландлиги буюмнинг ўзининг баландлигига teng бўлади? Жавобни линзадаги нурлар йўлини тасвирлаб, тушуниринг.
(Жавоб: буюм линзадан $2F$ масофада турганда)
- 3.** Линзаниң бош оптик ўқи MN , буюм AB ва унинг тасвири A_1B_1 берилган (40.13 ва 40.14-расмлар). Линзаниң маркази ва фокус масофасини топинг.
- *4.** Линзаниң бош оптик ўқи ва битта нур йўли берилган (40.15-расм). Линзаниң фокусини топинг.
- *5.** 40.16-расмда фокус масофаси F линзадан ўтган нур тасвирланған. Нурнинг линзага тушгунча бўлган йўлини кўрсатинг.



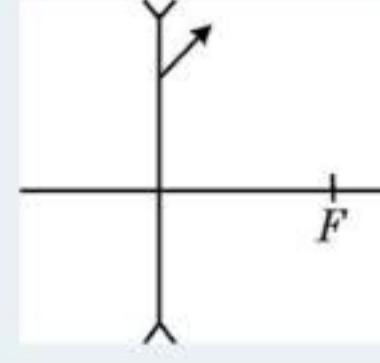
40.13-расм



40.14-расм

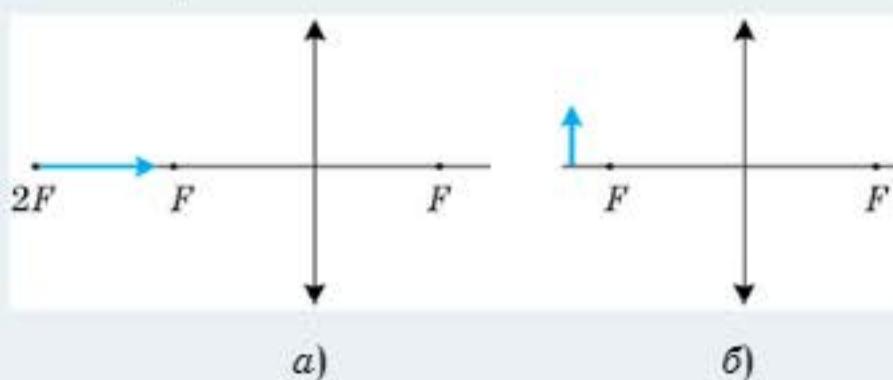


40.15-расм



40.16-расм

- *6. Берилган буюмнинг линзадаги тасвирини ясанг (40.17-*a*, *b* расмлар). Бу тасвиirlарни тавсифланг.



40.17-расм

- 7. Оптик кучи 5 дптр юпқа йиғувчи линзадан 60 см масофада ёруғ нұқта турибди. Ушбу нұқта ва унинг экрандаги тасвири оралиғи қандай?

(Жавоб: 80 см)

8. Агар буюмнинг тасвири фокус масофаси 40 см бўлган линзадан 60 см масофада ҳосил бўлса, буюм линзадан қандай масофада жойлашган?

(Жавоб: 120 см)

- *9. Буюмдан линзагача ва линзадан тасвиргача масофалар тенг, 0,5 м. Агар буюм линзага томон 20 смга кўчирилса, тасвир неча марта катталашади? Линзанинг фокус масофаси қандай?

(Жавоб: $\Gamma = 1,25$; $F = 25$ см)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажри- балар кўпроқ ўйлантириди?	Ижодий қоби- лиятингизни ни- малар ошириди?	Қандай шахсий қизиқиши- лар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

41-§. Кўз — оптик система сифатида.

Кўриш нуқсонлари ва уларни тузатиш усуллари



Бугунги дарсда:

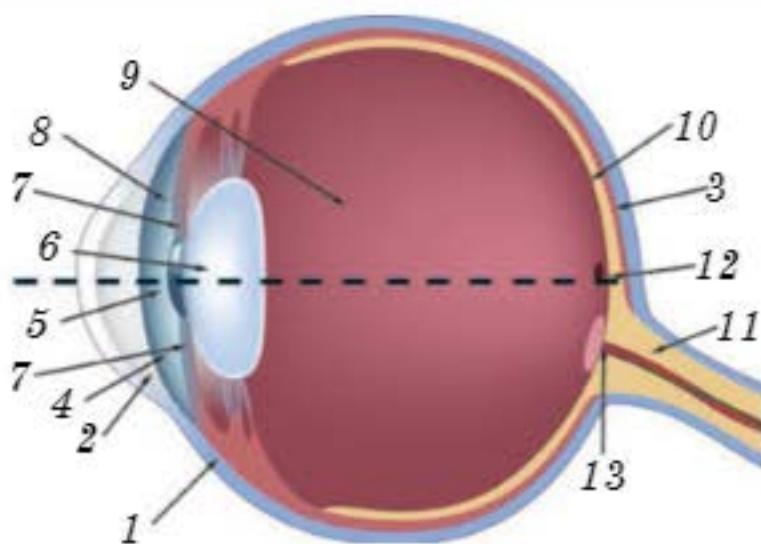
- кўзнинг узоқдан ва яқиндан ёмон кўришга оид нуқсонларни тузатиш йўлларини тавсифлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ кўз
- ✓ узоқдан ёмон кўриш
- ✓ узоқдан яхши кўриш (яқиндан ёмон кўриш)
- ✓ кўзойнак

Инсон атроф-муҳит ҳақидаги ахборотларни ўзининг сезги аъзолари орқали қабул қиласи. Кўз — шундай аъзолардан бири. Инсоннинг кўриши — бу инсоннинг кўриш тизими орқали амалга



41.1-расм

ошадиган, ёруғлик энергиясини үзгартыриш натижасида ахборот қабул қилиш лаёқати. Ёруғлик сигналини үзгартыриш күзнинг түр пардасида бошланади, кейин ёруғлик рецепторлари сигнални күриш марказига узатади. Инсон күзи ёрдамида күради. Олам, атроф-мухит ҳақида асосий ахбороттарни биз күз ёрдамида оламиз.

Күз. Күз — бу инсонга ҳам, ҳайвонларга ҳам атрофимиздаги оламни қабул қилиш учун имкон берадиган “тирик” оптик асбоб. Күз үзининг түр пардасида кичиклашган, ҳақиқий, түнкарилган тасвир беради. Күз тузилиши 41.1-расмда тасвирланган.

1. *Склера* — күз соққасининг ташқи қобиги.
2. *Шоҳ қобиқ* — склеранинг олдинги шаффоф қисми (унинг синдириш күрсаткичи $n = 1,38$).
3. *Томирли қобиқ* — күзни озиқлантирувчи қон томирлардан иборат.
4. *Камалак парда* — томирли қобиқнинг олдинги қисми. Ҳар бир инсоннинг күз ранги, ана шу парда ранига қараб турлича бўлади.
5. *Қорачиқ* — камалак парда ўртасидаги тешик, у орқали ёруғлик ўтади. Қорачиқ диаметри тушаётган ёруғлик миқдорига қараб, 2 дан 8 мм гача үзгара олади.
6. *Күз гавҳари* — тасвирни күз соққаси түр пардасига проекцияловчи, икки ёқлама қавариқ линзасимон шаффоф, эластик, қатламли жисм. Күз гавҳарининг эгри радиуси унинг атрофидаги мускуллар таъсирида үзгара олади, шу сабабли турли масофада жойлашган жисмларнинг тасвири тўғри түр парданинг сезгир қатламига проекцияланади. Бу жараён *аккомодация* деб аталади. Шундай қилиб, *аккомодация* — бу күз гавҳарининг эгри радиусини үзгартыриб, күзнинг турли масофадан аниқ күришга мослашиши. Буюмнинг қисмларини аниқ кўриб, қарашига энг қулай, буюмдан кўзгача бўлган масофани энг яхши күриш масофаси деб аталади. Нормал күз учун бу масофа 25 см.
7. *Мускуллар*, күз гавҳарини деформациялаб, эгрилик радиусини үзгартыради. Шунингдек, мускуллар күзнинг керакли жисмга қараб йўналтириш учун күзни буриб туради. Жисм қанчалик яқин бўлса, чап ва ўнг күз мускуллар ўртасидаги кучланиш фарқи ҳам шунчалик катта бўлади. Яқин жойлашган буюмнинг ўнг күз ва чап күз түр пардасидаги тасвирларида озроқ фарқ бўлади. Бу одамга буюмгача ёки унинг қисмларигача бўлган масофани тахминлаш ва буюмнинг ҳажмини кузатиш учун имкон беради.

8. Сүвға үхшаш суюқлик.

9. Шишиасимон модда — бу күз соққасини тұлдириб турган шаффоғ суюқлик.

10. Түр парда (қобиқ) — күз соққасининг тубини түлиқ әгаллаган. У күриш тизимининг жуда ингичка толаларидан иборат.

11. Күриш асаб толалари, унинг учлари колбачалар ёки таёқчалар деб аталағы. Бу — ёруғлик сезувчи элементлар.

12. Сарық дөг — түр пардадаги ёруғликка энг сезгир жой.

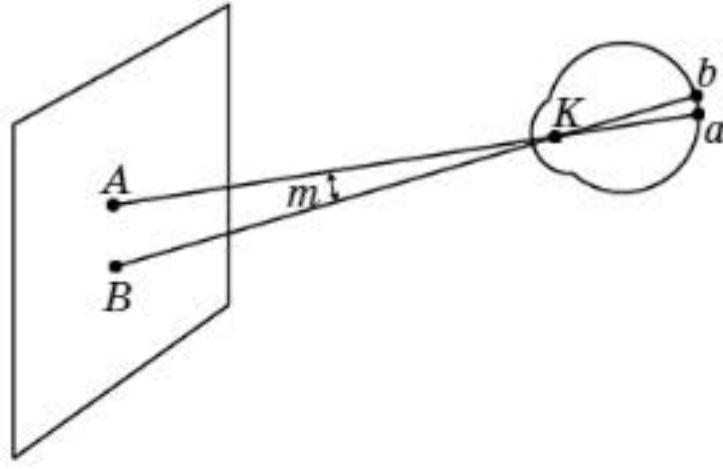
13. Күр дөг — түр пардадаги күриш асаблари йиғилиб кирадиган жой.

Күзни фокус масофаси үзгарувчан, экрангача (түр пардагача) масофа үзгармас бўлган оптик тизим деб қараш мумкин. Ёруғлик түр пардаға проекцияланади ва ундағи асаб учлари (колбачалар ва таёқчалар) миянинг күриш марказига импульс юборади. Ушбу жараён күриш тасвиirlарининг ҳосил бўлишига олиб келади.

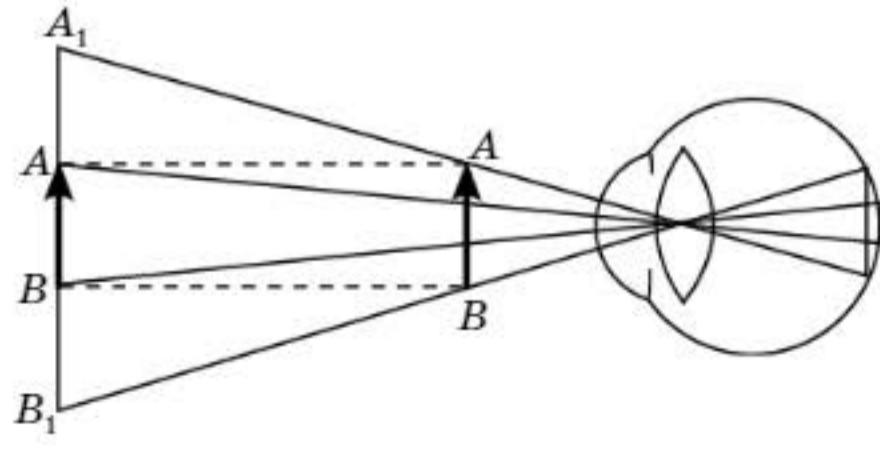
Буюмга қараганда унинг четки A ва B нүқталаридан чиққан (41.2-расм) нурлар кўзга тушиб, кўзниң синдирувчи муҳитларидан ўтгач, түр пардада a ва b нүқталарда йиғилади. Нурлар кўзда сингандан сўнг күриш бурчаги деб аталувчи (41.2-расмда бу b) Ka бурчак AKB вертикал бурчакка тенг) бурчакни ташкил қиласи.

Күриш бурчагининг катталиги иккита омилга — буюмниң катталиги ва ундан кўзгача бўлган масофага боғлиқ, бу 41.3-расмда кўриниб турибди.

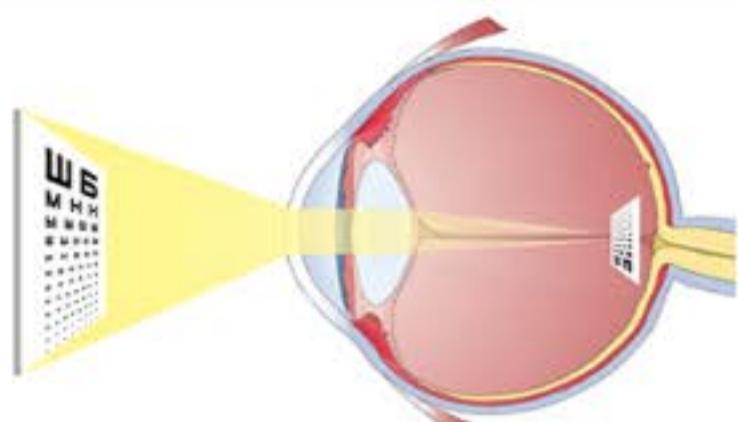
Катталиклари бир хил, бироқ кўздан турли масофаларда турган AB стрелкаларни биз турли кўриш бурчаги билан кўрамиз. Шунингдек, кўздан турли масофада жойлашган, AB стрелкасидан анча катта A_1B_1 , стрелкаси ва AB стрелкасидан чиққан нурлар сингандан сўнг түр пардага бир хил кўриш бурчаги билан тушади. Шундай қилиб, кўзга яқин турган буюм катта бурчак остида кўринади. Кундалик ҳаётда биз буни яхши биламиз — агар буюмни аникроқ кўргимиз келса, уни кўзга яқинлаштирамиз, яъни каттароқ кўриш бурчаги билан қараймиз.



41.2-расм



41.3-расм



41.4-расм

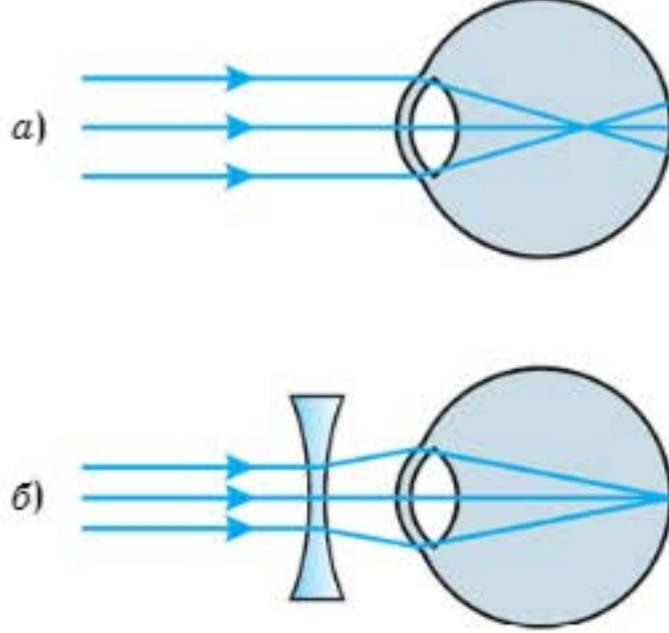
Тузилишига күра күз фотоаппаратга үхшайды (41.4-расм). Объективнинг вазифасини күз гавҳари ва шишасимон жисм бажаради. Тасвир түр парданинг сезгир сиртида ҳосил бўлади. Аниқ тасвир аккомодация орқали амалга ошади. Қорачик ўлчамлари ўзгариб турадиган диафрагма вазифасини бажаради.

Кўзойнак. Нормал кўрадиган кўз (энг яхши кўриш масофаси 25 см) буюннинг тасвирини тўр пардага проекциялади. Айрим одамларнинг кўзи одатда тасвирини тўр пардада эмас, унинг олдироғида проекциялади (41.5-а расм). Бундай одамларда узоқдан ёмон кўриши деб атала-диган кўз камчилиги бор. Ўзоқдан ёмон кўрувчи одам буюмни фақат муайян масофадан бошлаб аниқ кўра олади. У яқиндаги буюмларни яхши кўради, бироқ буюм узоқлашган сайин уни ёмон кўра бошлайди.

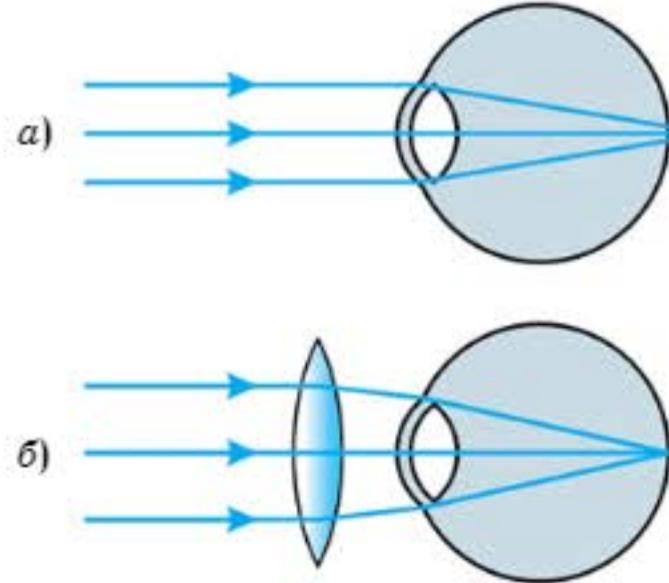
Кўздаги бундай нуқсонларни бартараф этиш учун сочувчи линзардан тайёрланган кўзойнаклардан фойдаланилади, улар минусли кўзойнаклар деп аталади (41.5-б расм).

Агар кўз буюннинг тасвирини тўр парда орқароғида ҳосил қилса (41.6-а расм) бундай камчилик узоқдан яхши кўриш (яқиндан ёмон кўриш) деб аталади. Бундай одамлар узоқдаги буюмларни кўради, бироқ аниқ кўра олмайди, улардаги майда қисмларни ажратади. Яқиндаги буюмларни эса улар ёмон, хира кўради. Бундай одамлардағи аккомодациянинг яқин чегараси 25 см дан ортиқ. Узоқдан яхши кўриш қобилиятини йиғувчи линзалардан тайёрланган кўзойнаклар тақиши орқали тузатилади (41.6-б расм).

Икки кўз билан кўриш (бинокуляр кўриш) буюмлар ҳажмини кўришга, уларнинг жойлашиш узоқликларини ажратишга, буюм қандай масофада турганлигини мўлжаллашга имкон беради. Буюмларга бир кўз билан қаралса, уларнинг барчаси бир текисликда ётгандек кўринади.



41.5-расм



41.6-расм

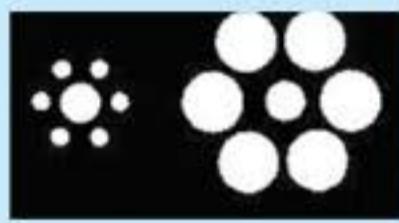
БУ ҚИЗИҚ!

Күриш ва рангларни қабул қилишда үзига хос хусусияттар мавжудлиги туфайли баъзан кўзимизга ёлғон тасвирлар (кўриш иллюзиялари) кўринади. 41.7-расмга қараб, рангларни қабул қилиш иллюзиясини кузатиш мумкин. Турли рангдаги квадратлар ичидаги жойлашган овалларнинг ранглари ҳар хил кўринади. Бироқ, аслида уларнинг ҳаммасининг ранглари бир хил — кулранг.

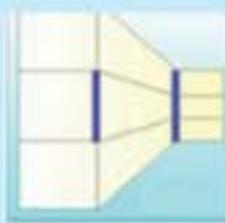


41.7-расм

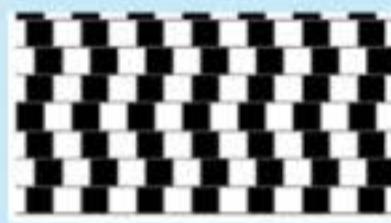
41.8-расмда чап томондаги доира каттага ўхшайди, аслида доиралар бир хил. Худди шундай, 41.9-расмдаги чизиқларнинг узунлиги ҳам ҳар хилга ўхшайди, аслида улар ҳам бирхил узунликда. 41.10-расмдаги горизонтал чизиқларга дикқат билан каралса, улар ўзаро параллел жойлашган.



41.8-расм



41.9-расм



41.10-расм



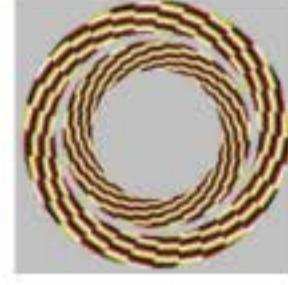
1. Аккомодация тушунчасига қандай тушунасиз?
2. Қуйидаги катталиклар нимани билдиради: -3 дптр, $+4,5$ дптр?
3. 41.11-расмда нима тасвирланган?
- 4. 41.12-расмда тасвирланган ҳолат ҳаётда кузатиладими?
- 5. 41.13-расмда тасвирланган чизиқлар берк чизиқларми ёки спиралларми?
- 6. 41.14-расмда қандай кўзойнак тасвирланган?
- 7. 41.15-расмда кўзнинг қандай нуқсонлари тасвирланган? Уларни қандай тузатиш мумкин?



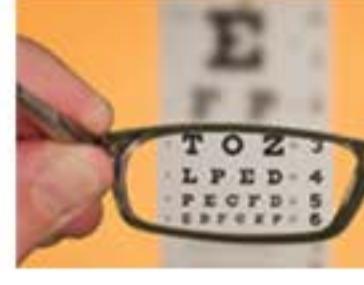
41.11-расм



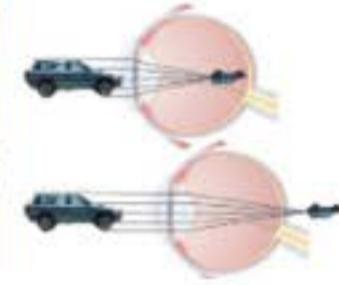
41.12-расм



41.13-расм



41.14-расм



41.15-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантириди?	Ижодий қобилятигинизни нималар ошириди?	Қандай шахсий қизиқишлилар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

42-§. Оптик асбоблар



Таянч сүзлар:

- ✓ оптик асбоблар
- ✓ лупа
- ✓ обскура камераси
- ✓ фотоаппарат
- ✓ микроскоп
- ✓ телескоп



Бугунги дарсда:

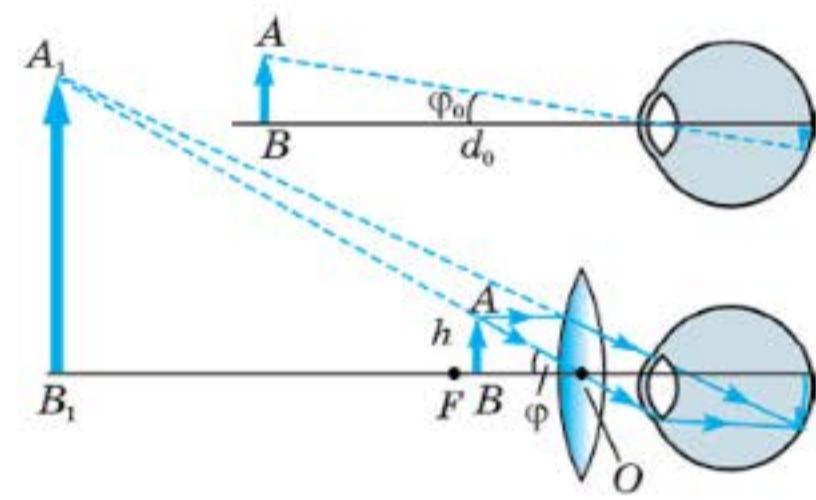
- бу дарсда сиз содда оптик асбобларнинг ишлаш принципларини,
- оддий оптик асбобларни ясашни (перископ, обскура камераси ва х. к.) ўрганасиз.

Турли оптик асбобларнинг ишлаш принциплари асосида геометрик оптика қонунлари мужассам топган. Бу асбобларнинг асосий қисми — буюмнинг тасвирини ҳосил қиласынан оптик тизим. Қандай мақсадда фойдаланишига күра оптик асбобларнинг қуидаги турлари бор: проекцион аппараттар, микроскоплар, телескоплар, фотоаппараттар ва х. к.

Лупа. Буюмнинг майда деталларини күриш учун унга катта күриш бурчаги билан қараңш керак. Оптик асбоблар ёрдамида буюмни күзга яқинлатиш орқали күз билан күриш бурчагини катталаштириш мумкин.

Катта күриш бурчагига түр пардада катта тасвир мос келади. Майда буюмларни қараб, күриш учун қўлланиладиган энг содда асбоб — қисқа фокусли ($F \approx 10$ см) йиғувчи линза. У лупа деб аталади.

Одатда, лупа кўзга яқин ушланади, қараладиган буюм эса унинг фокаль текислигига жойлаштирилади (42.1-расм). Шу пайтда түр пардада тасвир кўзга кучланиш туширмай ҳосил бўлади. Лупанинг катталаштириши унинг ўлчамлари билан чекланади, маълумки, оптик кучи катта линзанинг қавариқлиги ҳам катта бўлади. Бизга шу сабабли лупанинг ўлчамларини кичрайтиришга тўғри келади, бу эса кўриш майдонини камайтириб, лупадан фойдаланишда қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун 40 мартадан ортиқ катталаштирувчи лупалар ишлатилмайди.



42.1-расм

Лупаларни соатсозлар, геологлар, ботаниклар, криминалистлар, филателистлар кўп ишлатади.

БУ ҚИЗИҚ!

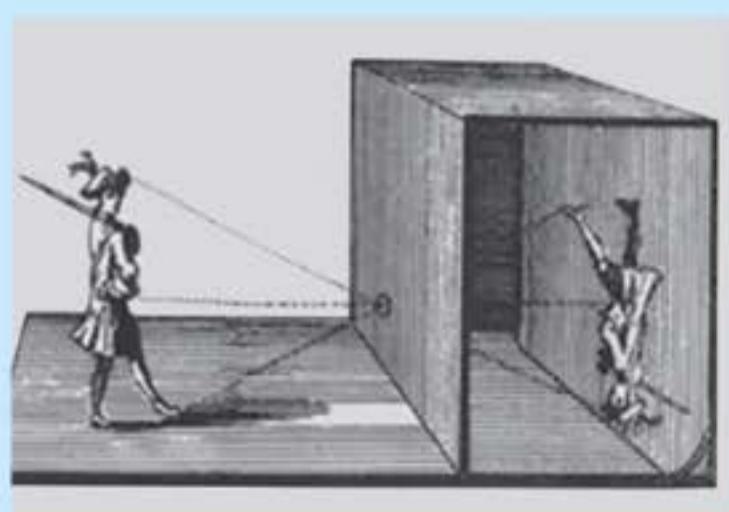
Обскура камераси (лотинча “camera obscura” (“қоронғу хона”) — объектиларнинг оптик тасвиirlарини олиш имконини берадиган энг содда қурилма. У — бир томонида тешиги бор, унга қарама-қарши деворида эса

экран (хира шиша ёки оқ қоғоз) үрнатылған, ёруғлик үтказмайдыган кути (42.2-расм).

Диаметри таҳминан 0,5—5 мм бўлған тешикдан үтган нурлар экранда тұнкарилған тасвир беради. Обскура камераси асосида фотокамералар тайёрланған.

Дастлабки обскура камералари мил. ав. V—VI асрларда ясалған. Хитой файлласуфларининг асарларыда шу тариқа қоронғулаштирилған хона деворида тұнкарилған тасвирлар олинғанлиги ҳақида ёзилған.

Х асрда араб олими Ибн ал Хайсам (Альгазен) Қуёш тутилишини кузатиш учун махсус палаткалардан фойдаланиб, қарама-қарши деворда Қуёшнинг тасвирини кузатади. Альгазен биринчи бўлиб ёруғликнинг тұғри чизиқли тарқалишига асосланиб, обскура камерасининг ишлаш принципини тушунтируди. Ўрта асрларда обскура камералари астрономик кузатишларда кўп марта қўлланилған.



42.2-расм



Сиз обскура камерасини үзингиз ясаңгиз мумкин. Керакли материаллар: картон кути, шоколад үрайдиган ялтироқ қоғоз, скотч, оқ қоғоз, канцелярия қайчиси ва пичоғи.

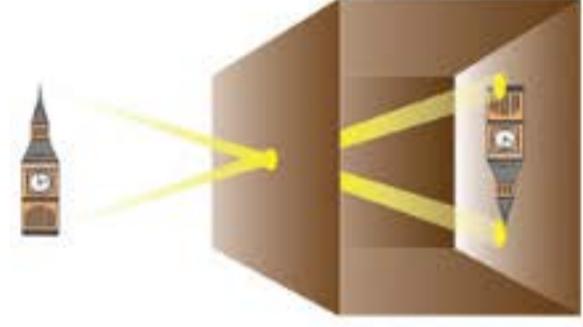
1. Картон кутининг ён деворида идора пичоғи орқали тұғри түртбурчак шаклида тешик очинг.

2. Ўртасида кичкина тирқишиң қолдирилған ялтироқ қоғоз билан бу тешикни беркитинг.

3. Тирқишиң қарама-қарши томондаги кути деворига ичидан оқ қоғозни маҳкамланг, у экран вазифасини бажаради. 42.3-расмда экранда тасвир күриниб турибди.

4. Кутининг остидан бош сиғадиган қилиб тешик очинг; ёруғлик үтмаслиги учун атрофини скотч билан беркитинг. Сизнинг обскура камерангиз тайёр бўлди. Тирқишиң буюмга томон буриб, экранда унинг тасвирини кўра оласиз.

Агар экранга фотоплёнка ёпиштириб қўйилса, буюмнинг фотосуратини олиш мумкин.



42.3-расм

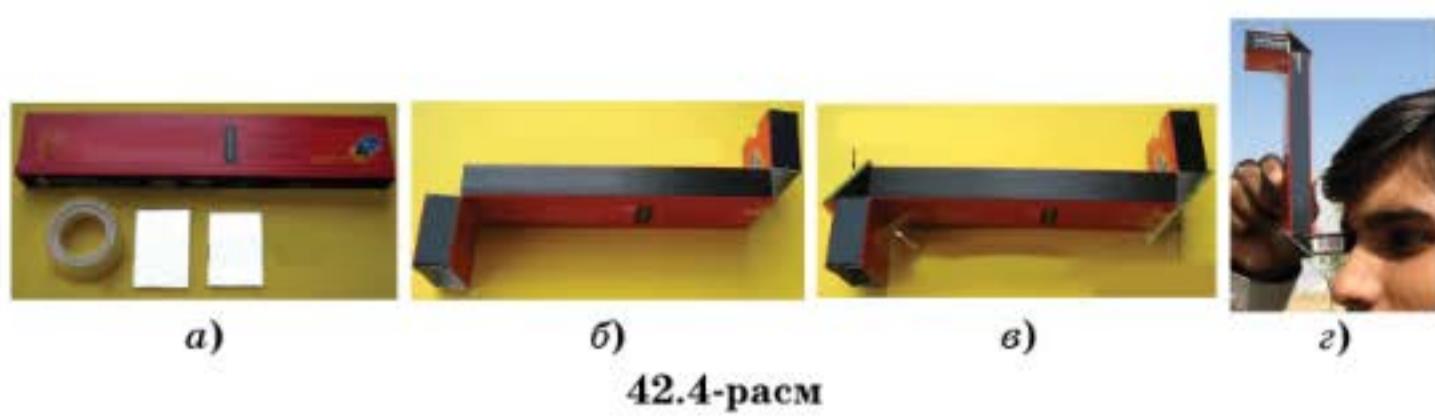
Перископ. Яна бир оптик асбоб — перископ (қадимги юонча περ — “атроф” ва τΚοπεω — “қарайман”). Бу — яширин жойдан кузатишга имкон берадиган оптик асбоб. Перископни ҳам үзингиз осон ясад олишингиз мумкин.



Перископ ясаш учун керакли материаллар: исталған чўзинчоқ қоғоз кути, ўлчамлари бир хил икки ясси кўзгу, скотч, идора пичоғи, қайчи, чизғич, қалам (42.4-а расм).

Ишни бажариш тартиби: Кутининг икки четидан 3 см дан ўлчаб кесинг ва тұғри бурчак ҳосил қилиб букланг. Букланган жойларни скотч билан маҳкамланг (42.4-б расм) ва шу жойга скотч билан кўзгуларни ёпиштириңг.

Күзгү юзаси қутига қараб турсин (42.4-в расм). Перископ тайёр. Энди уни тикка қўйинг. Перископнинг юқори тирқишини буюмга қаратиб, пастки тирқишидан тасвири кузатинг (42.4-г расм).



42.4-расм

Проекцион оптик асбоблар. Проекцион асбобларга экранда буюмнинг ҳақиқий, катталашган тасвирини берувчи асбоблар киради (42.5-расм). Буларнинг уч тури бор: *диаскоп* (лотинча *діа* — “шаффоф”), *ушаффофф* буюмларни экранга проекциялади; *эпископ* — экранга ношаффофф буюмларни проекциялади ва *эпидиаскоп* — у экранга ҳам шаффофф, ҳам ношаффофф буюмларни проекциялади. Барча ҳолларда буюм объективнинг фокуси ва иккиланган фокусининг орасига қўйилади. Буюм фокусга қанчалик яқин турса, проекцион аппарат шунчалик кўп катталашириш беради. Диаскопда қувватли ёруғлик манбаидан чиққан ёруғлик оқими конденсор (линзалар тизими) ёрдамида диапозитив (шаффофф объект)га юборилади. Ёруғлик оқимини орттириш учун баъзан ёруғлик манбайнинг орқасига ботик кўзгу қўйилади. У ёруғликни қайтариб, уни линзалар тизимига қайта юборади. Конденсорни у ёруғлик манбайнинг тасвирини объективга берадиган қилиб жойлаширилади, объектив эса ўз навбатида диапозитивни экранга проекциялади.



эпидиаскоп

кодоскоп

диапроектор

фильмоскоп

42.5-расм



- Буюмни нега фокус ва иккиланган фокус оралиғига қўйиш керак эканлиги ҳақида ўйланинг. Ўз фикрингизни график ечим орқали исботланг.

Ношаффофф буюмларни, масалан, китобдаги расмларни экранда кўрсатиш учун улар ботик кўзгу фокусида жойлашган лампадан чиқувчи нурлар билан кучли ёритилади. Расмдан қайтган ёруғлик оқими ясси кўзгуга, ундан ёруғлик кучи катта объектив орқали экранга тушади. Бундай асбоб — *эпископ* деб аталади.

Фотоаппарат — бу линзалар тизими ёрдамида буюмнинг тасвирини ёруғлика сезгир плёнкада олишга имкон берадиган оптик асбоб. Фотоаппаратнинг асосий қисмлари: объектив, ношаффоф камера, фотоплёнка (42.6-расм). Объектив тасвири фотоплёнкага проекцияловчи мураккаб линзалар тизими.

Фотоплёнканинг текислигиде ҳақиқий, кичиклашган, түнкарилган тасвир ҳосил бўлади. Ёруғлик энергияси таъсирида фотоплёнкада бром — кумуш реакцияси ўтади ва негатив пайдо бўлади.

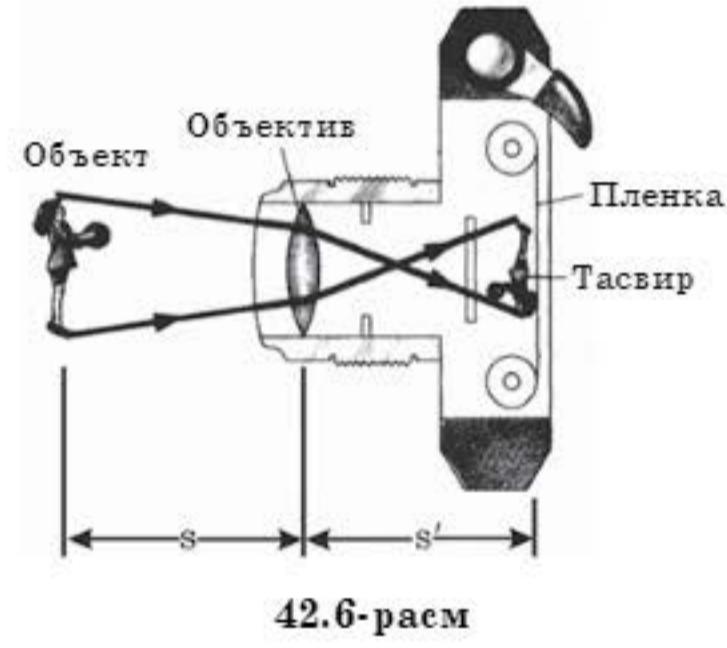
Фотога тушириладиган буюм икки фокус масофадан узоқда турди, унинг тасвири эса фокус ва икки фокус орасида ҳосил бўлади. Буюмдан объективгача масофа турлича бўлади. Шу боисдан аниқ тасвир олиш учун объектив ва фотоплёнканинг орасидаги масофани ўзгартириб туришга тўғри келади. Бунинг учун объектив кўчирилади.

Тасвирнинг сифати фотоплёнкага тушадиган ёруғлик энергияси миқдорига боғлиқ. Шу сабабли, фотоаппаратда ёруғликни фақат мурайян вақт — экспозиция вақти давомида ўтказадиган маҳсус тамба қурилмаси бўлади. Экспозиция вақти плёнканинг сифати ва ёритилишига боғлиқ.

Объективнинг ишчи қисми диаметрини диафрагма билан ўзгартириш мумкин. Диафрагманинг тешигини кичрайтириб, фотоаппаратдан турли масофада ётган нуқталар тасвирларини бир хил тиниқлаштириш мумкин. Бундай ҳолларда тиниқлик даражаси ортди дейилади.

Фотосуратнинг аҳамияти жуда катта. Замонавий фотосуратлар тез, рангли, стереоскопик ҳисобланади. У ҳаётнинг кўп соҳаларида ишлатилади: у орқали космик обьектлар ҳақида ҳам, микрозарралар ҳақида ҳам ахборот олиш мумкин фотосурат ёрдамида кўринмайдиган нурларни ҳам қайд қилиш мумкин. Бадиий фотосуратлар бизга кўтаринки кайфият бағишлайди. Фотомухбирлар бизга атрофимизда юз берадиган воқеаларни тўлиқ тасвирлаб етказади.

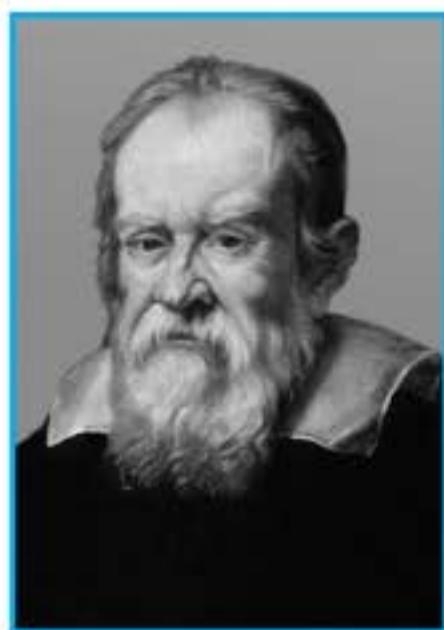
Микроскоп. Жуда майдага кичик буюмларни кўриш учун микроскоплар ишлатилади (42.7-расм). Энг содда микроскоп икки линзадан иборат. Буюмга



42.6-расм



42.7-расм



Галилео Галилей
(1564—1642)



42.8-расм



42.9-расм

қараб турған узун фокусли йиғувчи линза *объектив* деб аталади. У буюмнинг ҳақиқий, катталашган тасвирини беради. Бу тасвир иккинчи йиғувчи қисқа фокусли линза (лупа) орқали қаралади, у *окуляр* деб аталади. Текширилаётган буюм объективнинг F_1 фокусига яқин жойда жойлаштирилади. Шу пайтда объектив катталашган ҳақиқий тасвир беради, у объектив ортида, окулярнинг фокусига яқин жойда ҳосил бўлади.

Замонавий микроскоплар 2—3 минг мартагача катталаштира олади. Майда жисмларни кузатадиган оптик асбоблардан ташқари жуда узоқда жойлашган буюмларни кузатиш учун мўлжалланган асбоблар ҳам бор. Уларга телескоплар, кўриш трубалари, дурбинлар ва ҳ.к. киради. Энг биринчи кўриш трубасини 1609 йили Г. Галилей яратган (42.8-расм). Кўриш трубасининг объективи буюмнинг тасвирини кўзга яқин жойда ҳосил қиласди, унга лупа каби окуляр орқали қаралади.

Телескоп — осмон жисмларини (сайёralар, юлдузлар, кометалар, ва ҳ.к.) кузатишга мўлжалланган оптик асбоб (42.9-расм). Телескопларнинг линзали (рефрактор, лотинча “*refractus*” — “синдириш”) ва кўзгули (рефлектор, лотинча “*reflectere*” — “қайтариш”) турлари бор. Дастребаки кўзгули телескопни И. Ньютон 1671—1672 йилларда яратган. Телескоп-рефлекторда объектив сифатида диаметри катта параболик кўзгу ишлатилади.

Ер юзида энг катта, кўзгуси диаметри 6 м бўлган телескоп-рефлектор Совет Иттифоқида яратилган ва Шимолий Кавказда ўрнатилган. Бу Альтазимутал катта телескоп (42.10-расм). Энг катта, объективи диаметри 1,02 м телескоп-рефрактор эса АҚШда яратилган. Телескоплар объективининг фокус масофаси катта бўлиши сабабли катталаштириши тахминан 500 дан ошади. Телескоплар ёрдамида Ойдаги ўлчами 1 м дан кичик буюмларни, Марсдаги ўлчамлари тахминан 100 м буюмларни кўриш мумкин.

XX асрнинг 60-йилларида янги катта расадхона (обсерватория) қуриш учун жой қидирилиб, Қозогистоннинг жанубий туманларига бир неча экспедициялар уюштирилди. Натижада Алматидан 80 километр узоқликда, дengiz сатҳидан баландлиги 2750 м бўлган Асу-Турген яssi тоғлигига қулай жой топилди. Астроиқлимнинг энг муҳим талаблари — шаҳар чироқларидан узоқ бўлиши шамолсиз тунлар, атмосферанинг шаффоғлиги ва тинчлиги. Ушбу белгилар расадхона



42.10-расм



42.11-расм

қуриладиган жой танлашда эътибор қаратилиши лозим бўлган асосий талаблар ҳисобланади. Ўша пайтда Астрофизик институтга машҳур немис фирмаси “Карл Цейсс (Йена)” яратган телескоп келтирилди. 1976 йилда ана шу фирманинг 60 сантиметрли телескопи ўрнатилди. Ҳозирги вақтда баланд тоғли Асу Турген расадхонасида Қозогистондаги энг катта телескоп АЗТ-20 ўрнатилган.

Асу-Турген яssi тоғлигидаги ўрнатилган телескопдан олинган тасвирлар сифати жуда юқори бўлиб чиқди. Кейинчалик бу сифат янада яхшиланади дея кутилмоқда, чунки Асу-Турген расадхонасига энг янги 3,6 метрли телескоп ўрнатиш лойиҳалаштирилмоқда. Бизнинг “космик дарчамиз” ёпилиб қолмасдан, имкон қадар янада кенгроқ очилиб, олам ҳақида янги билимлар олишга замин яратади деган умиддамиз. Телескоплар эса кузатиш натижаларини сифатли, ажойиб фотографиялар кўринишида беришига ишонамиз.



1. Лупа қандай мақсадда ишлатилади?
- 2. Обскура-камера асбобининг кашф қилиниши оптикада муҳим аҳамиятга эга. Нима учун шундай?
3. Перископнинг асосий детали нима?
- 4. Проекцион аппаратда нега буюм фокус ва иккilanган фокус оралиғига жойлаштирилади? Жавобни тасвирлаб кўрсатинг.
5. Биз нега кўзга оптик тизим сифатида қараймиз?
- 6. Кўз ва фотоаппарат тузилишида ўхшашиклар борми? Уларнинг фарқлари нимада?
7. Фотосурат олишда буюм нега линзанинг иккilanган фокуси орқасига жойлаштирилади. Тушунтириинг.
- *8. Фотоаппаратга суратга тушириш вақтида объективга капалак қўнди дейлик. У суратнинг сифатига қандай таъсир қиласди? Биз фотосуратда капалакнинг тасвирини кўрамизми? Тушунтириинг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантириди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлилар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

Бобнинг асосий мазмуни

Ёруғлик ҳодисалари

Ёруғликнинг тарқалишини ўрганадиган геометрик оптиканинг тўрт қонуни бор:

- Ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалиш қонуни: ёруғлик нури бир жинсли муҳитда тўғри чизик бўйлаб тарқалади.
- Ёруғликнинг мустақил тарқалиш қонуни: ёруғлик нурлари фазода кесишганда бир-бирининг кейинги тарқалишига таъсир кўрсатмайди.
- Ёруғликнинг қайтиш қонуни: 1) тушган нур, қайтган нур ва икки муҳит чегарасида тушиш нуқтасига ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади; 2) тушиш бурчаги а қайтиш бурчаги ψ га teng.
- Ёруғликнинг синиши қонуни: 1) тушган нур, синган нур ва икки муҳит чегарасида тушиш нуқтасига ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади; 2) Тушиш бурчаги синусининг синиш бурчаги синусига нисбати ана шу икки муҳит учун ўзгармас катталик ва у иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбатан нисбий синдириш кўрсаткичи деб аталади: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$.

Ёруғликнинг қайтиш ва синиши ҳодисаларига, уларнинг қонунларига асосланиб кўплаб оптик асбоблар, жумладан, яssi ва сферик кўзгулар, линзалар, проекцион аппаратлар ишлайди.

Кўпгина оптик асбобларда *линза* — иккита сферик сирт билан чегараланган шаффоф жисм ишлатилади.

Юпқа линзанинг формуласи $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линза ҳосил қиласидиган тасвир ўрнини топишга имкон беради. Линзаларда тасвир ясашда учта ажойиб нурлардан фойдаланилади.

Линзалар, призмалар, кўзгулар — проекцион аппаратлар ва бошқа оптик асбобларнинг асоси ҳисобланади.

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

1-иши. ТУРЛИ ҲАРОРАТЛИ СУВЛАР АРАЛАШТИРИЛГАНДА ИССИҚЛИК МИҚДОРЛАРИНИ СОЛИШТИРИШ

Кириш. Иссиклик узатиш жараёнида иссиқ жисмдан совук жисмга иссиқлик энергияси берилади. Агар ана шу вактда ташқи мұхит билан иссиқлик алмашиниш бўлмаса, совук жисм олган иссиқлик миқдор иссиқ жисм берган иссиқлик миқдорига тенг бўлади.

Ишдан мақсад: сувни аралаштириш вақтида иссиқ сув берган ва совук сув олган иссиқлик миқдорларини аниклаш ва юқорида айтилган гапларнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш.

Асбоб ва материаллар: мензурка, термометр, стакан, калориметр, ичида иссиқ суви бор чойнак (синфга битта).

Ишнинг бориши:

- 1) калориметрнинг ташқи идиши ичида стаканга $m_1 = 100\text{g}$ иссиқ сув қуйиб, сувнинг t_1 ҳароратини ўлчанг;
- 2) стаканга совук сувнинг ҳудди шунча миқдорини қуйиб, унинг t_2 ҳароратини ўлчанг;
- 3) совук сувни калориметрнинг идиши ичида иссиқ сувга қийинг. Олинган иссиқ ва совук сув аралашмасини термометрнинг учидаги аралаштиришнинг олинган сув аралашмасининг t ҳароратини ўлчанг;
- 4) тажрибани уч марта такрорлаб, натижасини жадвалга киритинг:

№	Иссиқ сув масаси, m_1 , (кг)	Иссиқ сув ҳарорати, t_1 , (°C)	Совук сув массаси, m_2 , (кг)	Совук сув ҳарорати, t_2 , (°C)	Аралашманинг ҳарорати, t , (°C)	Ўртача қийматлар				
						m_1 (кг)	m_2 (кг)	t_1 (°C)	t_2 (°C)	t (°C)
1										
2										
3										

- 5) олинган ўртача қийматларни $Q_1 = c m_1 (t_1 - t)$ формулага қўйиб, иссиқ сув берган иссиқлик миқдорини ҳисобланг;
- 6) $Q_2 = c m_2 (t - t_2)$ формула бўйича совук сув олган иссиқлик миқдорини ҳисобланг;
- 7) олинган натижаларни солиширишнинг Хулоса чиқаринг. Тажрибанинг ҳатолигини баҳоланг, унинг сабабини тушунтиришнинг.

2-иши. МУЗНИНГ СОЛИШТИРМА ЭРИШ ИССИҚЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Кириш: Қаттиқ жисмларнинг эриши ҳар доим энергия ютилиши билан боради. Массасы m қаттиқ жисм эриши учун керакли иссиқлик миқдори $Q = m\lambda$ формула орқали топилади, бу ерда λ — солишириш музни эриш иссиқлиги. Агар эриётган музни t_1 ҳароратли иссиқ сувга солсак, сув $Q_1 = c_e m_{e_{t_1}} (t_1 - t_2)$ иссиқлик миқдорини беради. Берилган иссиқлик миқдори музни эритишга ва ундан ҳосил бўлган сувни 0°C ҳароратдан аралашманинг t_2 ҳароратгача иситишга сарфланади $Q_2 = m_{m_{t_2}} \lambda + c_e m_{m_{t_2}} (t_2 - 0^\circ\text{C})$. Иссиқлик баланси тенгламаси: $c_e m_{e_{t_1}} (t_1 - t_2) = m_{m_{t_2}} \lambda + c_e m_{m_{t_2}} (t_2 - 0^\circ\text{C})$.

Бундан музнинг содиширига эриш иссиклиги қуидагига тенг:

$$\lambda = \frac{c_e m_{sys}(t_1 - t_2) - c_e m_{sys} \cdot t_2}{m_{sys}}.$$

Ишдан мақсад: музнинг солишири маэриш иссиқлигигини аниклаш.

Асбоб ва материаллар: калориметр, термометр, мензурка, ичидә эриётган музи
ва совук суви бор стакан, фильтр коғоз, иссик сув күйилгән чойнак (синфга битта).

Ишниңе борши:

- 1) калориметринг ички стаканига $m_1 = 100$ г иссик сув қуиб, уни ташқи идишга солиб, сувнинг t_1 ҳароратини ўлчанг;
 - 2) эриётган муз билан совук суви бор идишдан муз бўлагини олинг, уни фильтр қофоз билан қуруқ қилиб артиб, иссик сув қуйилган калориметрга солинг;
 - 3) сувни термометринг учидаги яхшилаб аралаштиринг, термометринг кўрсатишни кузатинг. Калориметрдаги муз тўлиқ эриган вақтдаги t_2 ҳароратни аникланг;
 - 4) сувнинг бошланғич ҳажми ва аралашманинг ҳажмини ҳисобга олиб, музнинг ҳажмини қуийдаги формуладан аникланг; $V = V_1 + V_2$, $V_2 = V - V_1$;
 - 5) музнинг ҳажмини эътиборга олиб, массасини ҳисобланг: $m_2 = \rho_a \cdot V_2$;
 - 6) тажриба натижаларини жадвалга киритинг:

- 7) олинган ўлчаш натижаларини (1) формулага күйіб, музнинг солиштирма эриш иссиқлигини топинг;
 - 8) холоса чиқаринг.

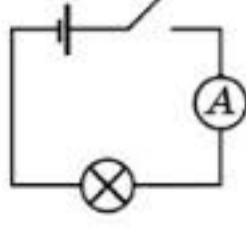
3-ИШ. ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИНИ ЙИГИШ ВА УНИНГ ТУРЛИ ҚИСМЛАРИДАГИ ТОК КУЧИ ВА КУЧЛАНИШНИ ЎЛЧАШ

Ишдан мақсад: ток кучи занжирнинг турли қисмларида бир хил эканлигини кўрсатиш ва кучланишни ҳамда ток кучини ўлчашни ўрганиш.

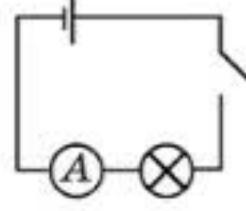
Асбоб ва материаллар: ток манбай, амперметр, вольтметр, чүгланма лампа, икки симли резистор, калит, улаш симлари.

Ишнинг бориши.

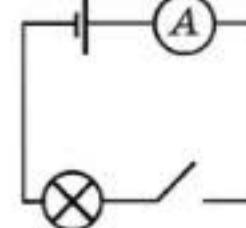
- 1) амперметр ва вольтметрнинг бўлим қийматини аниqlанг;
 - 2) 1—3-расмлардаги схемалар бўйича электр занжирлар йифинг;
 - 3) ҳар бир ҳол учун амперметр кўrsatiшларини жадвалга ёзинг;



1-паем



2-раем



3-РАСМ

- 4) йиғилган занжирларнинг схемаларини чизинг;
- 5) ток манбани, икки резисторни ва калитни кетма-кет улаб, электр занжирини ийғинг;
- 6) калитни уланг ва ҳар бир резистор учларидаги U_1 , U_2 кучланишларни ва икки резистордан иборат занжир қисмидаги U кучланишни үлчанг;
- 7) $U_1 + U_2$ йиғиндини ҳисобланг ва U кучланиш билан солишириңг;
- 8) қуидаги жадвалларни түлдириңг.

I_1 , (А)	I_2 , (А)	I_3 , (А)	Холоса

U_1 , (В)	U_2 , (В)	U_3 , (В)	Холоса

9) холоса чиқаринг.

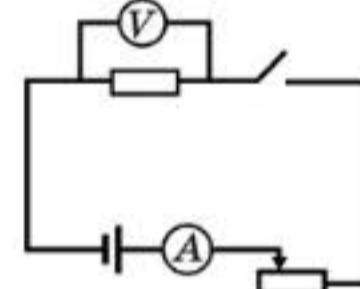
4-иш. ЗАНЖИРНИНГ БИР ҚИСМИ УЧУН ОМ ҚОНУНИНИ ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад: занжирнинг бир қисмидаги ток кучи, кучланиш ва қаршиликни үлчаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, симлар, реостат, резистор, амперметр, вольтметр, калит.

Ишнинг бориши:

- 1) амперметр ва вольтметр шкалаларини қарап түзүп, бүлим қийматини аникланг;
- 2) берилган схема бүйича электр занжир ийғинг (4-расм);
- 3) калитни уланг;
- 4) реостатнинг учта вазияти учун натижаларни ҳисобланг.



4-расм

Асбобларнинг күрсатышларини жадвалга ёзинг:

№	I , (А)	U , (В)	R , (Ом)
1			
2			
3			

- 5) Ом қонуидан фойдаланиб, резисторнинг қаршилигини ҳисобланг: $R = \frac{U}{I}$;
- 6) ҳисоблаш натижаларини жадвалга киритиңг;
- 7) тажриба натижасини холосаланг.

Топширик. Үлчаш натижалари бүйича ток кучининг кучланишга боғлиқлик графигини ясанг. Холоса чиқаринг.

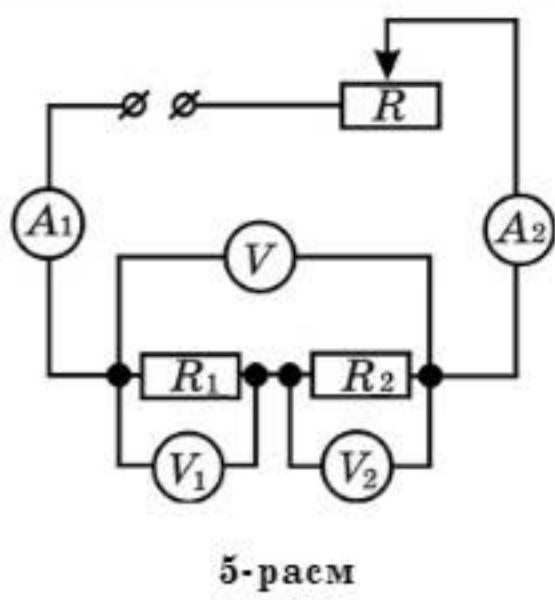
5-иш. ҮТКАЗГИЧЛАРНИ КЕТМА-КЕТ УЛАШНИ ҮРГАНИШ

Ишдан мақсад: кетма-кет улаш қонунларини текшириш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, иккита симли резистор, реостат, 2 та амперметр, 3 та вольтметр, үтказгич симлар, калит.

Ишнинг бориши:

- 1) амперметр ва вольтметрнинг бүлим қийматини аникланг;



2) схема бўйича электр занжирини йиғинг (5-расм);
3) $V_1, V_2, V, (U_1, U_2, U_{тум})$ вольтметрларнинг кўрсатишиларини ёзинг;

4) умумий кучланишни ушбу $U_{тум} = U_1 + U_2$ формула билан хисоблаб, V вольтметрнинг кўрсатиши билан солиштиринг. Хулоса чиқаринг.

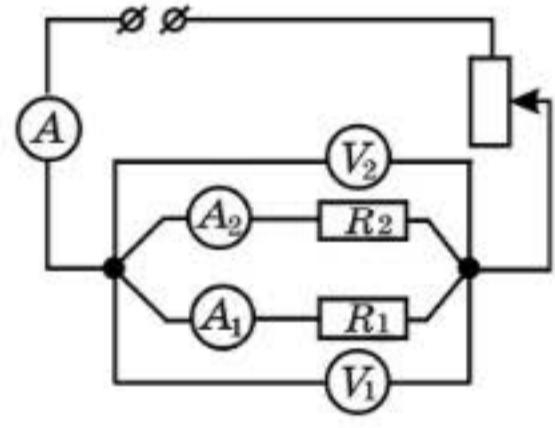
5) $A_1, A_2, (I_1, I_2)$ амперметрларнинг кўрсатишиларини ёзинг;

6) бўлимнинг умумий қаршилигини $R'_{тум} = \frac{U_{тум}}{I_{тум}}$; $R_{тум} = R_1 + R_2; R_1 = \frac{U_1}{I_1}; R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ формулалари бўйича хисобланг;

7) ўлчаш натижаларини жадвалга киритинг:

$I_1, (\text{A})$	$I_2, (\text{A})$	$U_1, (\text{B})$	$U_2, (\text{B})$	$U, (\text{B})$	$R_1, (\text{Ом})$	$R_2, (\text{Ом})$	$R'_{тум}, (\text{Ом})$	$R_{тум}, (\text{Ом})$

6-иш. ЎТКАЗГИЧЛАРНИ ПАРАЛЛЕЛ УЛАШНИ ЎРГАНИШ



Ишдан мақсад: параллел улаш қонунларини текшириш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, иккита симли резистор, реостат, 2 та вольтметр, ўтказгич симлар, калит, 3та амперметр.

Ишнинг бориши:

1) схема бўйича электр занжирини йиғинг (6-расм);

2) $V_1, V_2, (U_1, U_2)$ вольтметрларнинг кўрсатишиларини ёзинг;

3) вольтметрларнинг кўрсатишиларини солишлистиринг;

4) $A_1, A_2, A (I_1, I_2, I_{тум})$ амперметрларнинг кўрсатишиларини ёзинг;

5) $I_{тум} = I_1 + I_2$ хисобланг;

6) олинган натижаларни солишлистиринг ва хулоса чиқаринг;

7) бўлимнинг умумий қаршилигини: $R'_{тум} = \frac{U_{тум}}{I_{тум}}$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$;
 $\frac{1}{R_{тум}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ формулалари бўйича хисобланг;

8) ўлчаш натижаларини жадвалга киритинг:

$I_1, (\text{A})$	$I_2, (\text{A})$	$I_{тум}, (\text{A})$	$U_1, (\text{B})$	$U_2, (\text{B})$	$R_1, (\text{Ом})$	$R_2, (\text{Ом})$	$R'_{тум}, (\text{Ом})$	$R_{тум}, (\text{Ом})$

7) хулоса чиқаринг.

7-иши. ЭЛЕКТР ТОКИННИГ ИШИ ВА ҚУВВАТИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан мақсад: электр токининг иши ва қувватини аниклаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, амперметр, вольтметр, чүғланма лампа, калит, улаш симлари, секундомер.

Ишнинг бориши:

- 1) амперметр ва вольтметрнинг бўлим қийматини аникланг;
- 2) схема бўйича электр занжирини йиғинг (7-расм);
- 3) занжирни улаб, чүғланма лампанинг ёниш вақтини белгиланг;

- 4) вольтметр ва амперметрнинг кўрсатишларини ёзинг;
- 5) занжирни узинг ва лампанинг ўчиш вақтини белгиланг.
- 6) электр токининг лампадаги қувватини $P = I \cdot U$ формула бўйича хисобланг;

7) $A = P \cdot t$ формула бўйича электр токининг ишини хисобланг, бу ерда t — чўғланма лампанинг ёниш вақти;

8) барча ўлчаш ва хисоблашларни жадвалга киритинг:

I , (А)	U , (В)	t , (с)	P , (Вт)	A , (Ж)	Истеъмолчи

9) холоса чиқаринг.

8-иши. ДОИМИЙ МАГНИТ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ ВА МАГНИТ МАЙДОННИНИГ ТАСВИРЛАРИНИ ОЛИШ

Ишдан мақсад: Доимий магнитлар билан танишиш, тўғри ва тақасимон магнитлар атрофидаги магнит майдонлар қандай чизикларни ҳосил қилишини кўрсатиш.

Асбоб ва материаллар: турли шаклдаги магнитлар, темир кукунлар, қоғоз стакан, бир варак қоғоз, турли материаллардан ясалган жисмлар тўплами.

Ишнинг бориши:

I. Моддаларнинг қайси бири магнитга тортилишини, қайси бири тортилмаслигини аникланг.

- а) ёғоч (қалам, чизғич);
- б) пўлат (скрепка);
- в) алюминий (цилиндр);
- г) пластмасса (қалам, чизғич);
- д) резина (ўчиргич);
- е) мис (сим).

II. Бир-бири билан мустаҳкамланмаган скрепкаларни 8-расмда кўрсатилгандай магнитга илинг. Сўнгра битта кўлингиз билан магнитга ёпишиб турган биринчи скрепкани ушлаб, магнитдан ажратинг. Кузатилган ҳодисани тавсифланг.

III. Темир кукунлари билан тажрибалар:

- 1) темир кукунларини қоғоз стаканга солиб, унга магнитни ботиринг;
- 2) магнитни чиқариб олиб, унинг турли жойларига кукунлар қандай ёпишганлигига эътибор беринг;
- 3) темир кукунлари энг кўп ёпишган жойларни белгиланг;
- 4) иккита тўғри магнитни турли учлари билан бир-бирига яқинлаштиринг. Кузатилган ҳодисаларни тавсифлаб ёзинг.



8-расм

- 5) стол устидаги магнитларни бир варак қофоз билан ёпиб, қофозга юпқа темир кукунини сепинг;
- 6) ҳосил бўлган магнит чизикларига эътибор беринг;
- 7) 3,6-пунктларда ҳосил бўлган кўринишларнинг расмларини солинг..

9-иш. ЭЛЕКТРОМАГНИТ ЙИФИШ ВА УНИНГ ТАЪСИРИНИ СИНАШ

Ишдан мақсад: электромагнитнинг асосий қисмлари билан танишиш, уни йиғиш ва синаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, реостат, калит, улаш симлари, магнит стрелка, электромагнитни йиғиши учун керакли жиҳозлар.

Ишининг бориши:

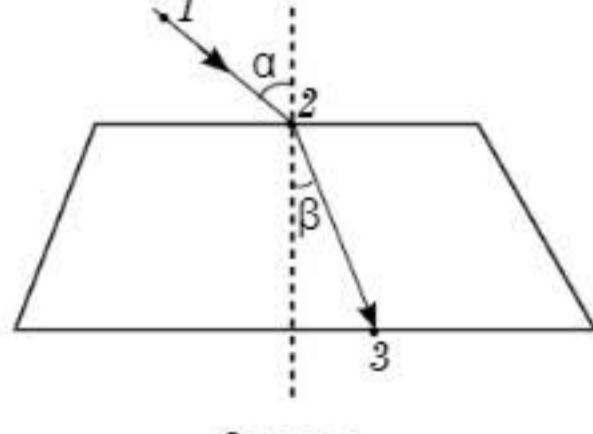
- 1) ток манбаи, ғалтак, реостат ва калитни кетма-кет улаб, электр занжирини йиғинг;
- 2) занжирни улаб, магнит стрелкалардан фойдаланиб, ғалтакнинг магнит қутбларини аникланг;
- 3) магнит стрелкасини ғалтакнинг магнит майдони таъсири сезилмайдиган энг кичик масофага узоклаштиринг;
- 4) ғалтакка темир ўзакни киритинг;
- 5) электромагнитнинг магнит стрелкасига таъсирини кузатинг;
- 6) реостат ёрдамида ток кучини ўзгартириб, магнит майдоннинг магнит стрелкасига таъсирини кузатинг;
- 7) хулоса чиқаринг.

10-иш. ШИШАНИНГ СИНДИРИШ КЎРСАТКИЧИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан мақсад: шишанинг синдириш кўрсаткичини аниклаш.

Асбоб ва материаллар: параллел қирралари бор шиша пластинка, ниналар, тоза қофоз вараги, картон қофоз, транспортир, тригонометрик катталиклар жадвали.

Ишининг бориши:

- 
- 9-расм
- 1) картон қофознинг сиртига тоза варажни, варак устига шиша пластинкани қўйинг ва унинг четини қалам билан айлантириб чизиб чиқинг;
 - 2) шишанинг бир томонига иккита нинани улардан бирини пластинка четига тақаб, иккинчисини четроқча иҳтиёрий қаданг. Бунда ниналар орқали ўтадиган тўғри чизик пластинканинг қиррасига перпендикуляр бўлмаслиги керак (9-расм);
 - 3) шишани кўзимиз сатҳигача кўтарамиз. Унинг иккинчи томонига шиша орқали қараганда аввалги икки нина кўринмай, орқада қоладиган қилиб ва шишага тақаб учинчи нинани қаданг;
 - 4) шиша ва ниналарни олиб ташланг. Ниналар ўрнини 1, 2, 3 деб белгиланг. Ушбу нукталар орқали шишанинг чегаралари билан кесишгунча тўғри чизиклар ўтказинг. 2-нукта орқали икки муҳит чегарасига перпендикуляр ўтказинг;
 - 5) транспортир ёрдамида α тушиш бурчагини ва β синиш бурчагини ўлчанг;
 - 6) синусларнинг қийматларини жадвалда берилган бурчаклар синусларидан олинг;
 - 7) $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$ формуласи бўйича синдириш кўрсаткичини ҳисобланг..
 - 8) тажрибани α тушиш бурчагини ўзгартириб, яна икки марта тақорорланг. Ҳар бир тажриба учун синдириш кўрсаткичини аникланг. Ҳисоблаш натижаларини жадвалга киритинг:

№	Ёруғлик нүринингтушиш бурчаги α, (град.)	Синиш бурчаги β, (град.)	Синдириш күрсаткичи, n
1.			
2.			
3.			

9) синдириш күрсаткичининг ўртаса арифметик қийматини топинг:

$$n_{\text{ын.}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3};$$

10) Абсолют хатони аниқланг:

$$\Delta n_1 = |n_{\text{ын.}} - n_1|;$$

$$\Delta n_2 = |n_{\text{ын.}} - n_2|;$$

$$\Delta n_3 = |n_{\text{ын.}} - n_3|;$$

$$\Delta n_{\text{ын.}} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3};$$

11) Нисбий хатони аниқланг:

$$\tau_{\text{нис.}} = \frac{\Delta n_{\text{ын.}}}{n_{\text{ын.}}} \cdot 100\%;$$

12) Ҳисоблаш натижасида чиққан қийматни жадвалдаги қиймат билан солиши-тириңг.

13) Хулоса чиқаринг.

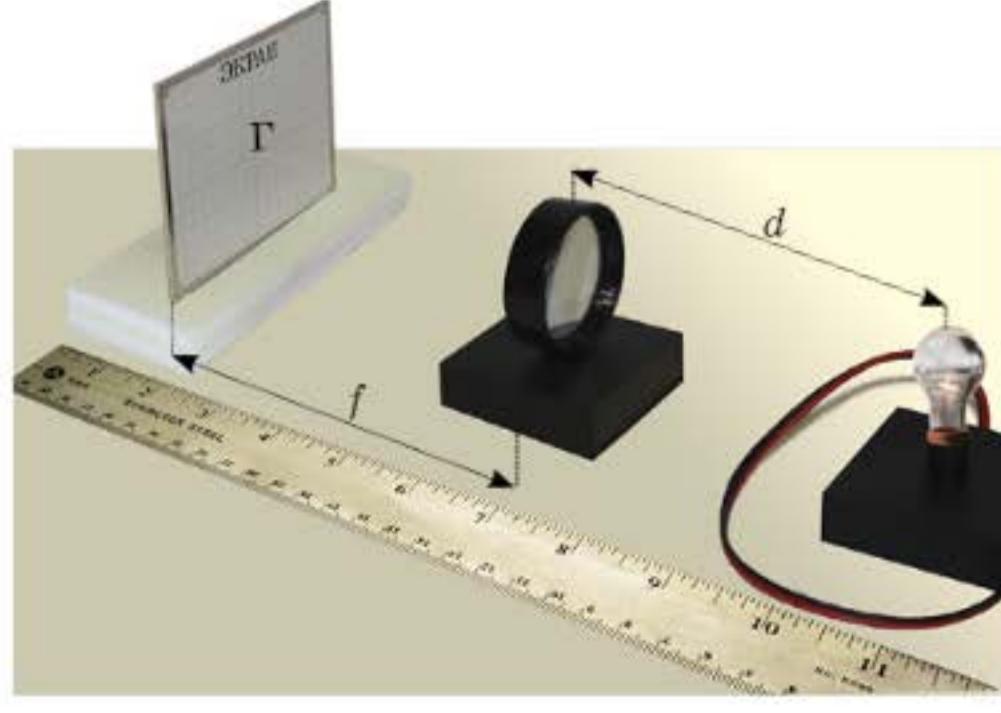
11-иш. ЙИҒУВЧИ ЛИНЗАНИНГ ФОКУС МАСОФАСИ ВА ОПТИК КУЧИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан мақсад: линзанинг фокус масофасини ва оптик кучини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: йиғувчи линза, чизғич, экран, (Г) белгиси бор ёруғлик манбаи.

Ишнинг бориши:

1) ёруғлик манбаи, линза ва экранни бир түғри чизик бўйлаб жойлаштириңг (10-расм);



10-расм

- 2) экранда ёруғ нүкта тасвирини ҳосил қилинг — бу линзанинг фокусидаги тасвир.
 Линза ва экраннинг оралиғи — F фокус масофа бўлади;
- 3) $D = \frac{1}{F}$ формулани қўллаб, линзанинг D оптик кучини аникланг;
- 4) холоса чиқаринг;
- 5) лампани линзадан турли масофаларга жойлаштириб ($F < d < 2F$; $d = 2F$; $d > 2F$),
 Г ҳарфининг экрандаги тасвирини олинг;
- 6) олинган тасвирларни тавсифланг;
- 7) линзадан лампагача d ва линзадан экрангача f масофани ўлчанг. Маълумотларни жадвалга киритинг:

№	d , (м)	f , (м)	F , (м)	D , (дптр)
1				
2				
3				

- 8) юпқа линзанинг формуласидан $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ линзанинг фокус масофасини топинг: $F = \frac{df}{d+f}$;
- 9) ҳисоблашларни бажаринг;
- 10) $F_{\text{тп.}} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$;
- 11) холоса чиқаринг.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. А. В. Перышкин, Н. А. Родина. Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1998.
2. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1980.
3. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: Наука, 1960.
4. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1960.
5. Ландсберг Г. С. (ред.). Элементарный учебник физики. Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. М.: Наука, 1960.
6. Б. А. Кронгарт, В. И. Кем, Н. Кошибаев. Физика. Учебник для 10 кл (естественно-математического-направления). Алматы: Мектеп, 2014.
7. С. Туякбаев, Ш. Насохова, Б. Кронгарт и др. Физика. Учебник для 11 кл. (естественно-математического-направления) Алматы: Мектеп, 2015.
8. Крищенко И. В. Физика. Учебник для 8 кл: Бином, 2015.
9. Енохович А. С. Краткий справочник по физике, 2-е изд. М.: Высшая школа, 1976.
10. Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат. Сборник задач по физике для 8 кл.
11. Б. А. Кронгарт, В. И. Кем. Сборник задач по физике для 8 кл. Алматы: Мектеп, 2012.
12. И. В. Лукашек, Е. В. Иванова. Сборник задач по физике для 7—9 кл. 2004.
13. А. П. Рымкевич, П. А. Рымкевич. Сборник задач по физике: Дрофа, 2014.
14. Л. А. Кирик. Самостоятельные и контрольные работы по физике для 8 кл. М.: Илекса, 2014.
15. Г. Н. Степанова. Сборник задач по физике. Просвещение, 1995.
16. Браверман Э. М. Вечера по физике в средней школе / Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1969.
17. Капица П. Л. Понимаете ли вы физику? М.: Знание, 1968.
18. Ланге В. Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. М.: Просвещение, 1967.
19. Ланге В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку. М.: Наука, 1974.
20. Маковецкий П. В. Смотри в корень! Сборник любопытных задач и вопросов, 3-е изд. М.: Наука, 1976.

МУНДАРИЖА

Кириш	4
-------------	---

1-бөб. ИССИҚЛИК ҲОДИСАЛАРИ

1-§. Иссиклик ҳаракати. Броун ҳаракати. Диффузия.....	6
2-§. Ҳарорат, уни ўлчаш усуллари. Ҳарорат шкаалалари.....	10
3-§. Ички энергия. Ички энергияни ўзгартириш усуллари	15
4-§. Иссиклик ўтказувчанлик, конвекция, нурланиш	20
5-§. Табиатда ва техникада иссиқлик узатиши.....	24
6-§. Иссиклик ҳодисаларининг тирик организмлар ҳаётидаги ўрни.....	27
7-§. Иссиклик миқдори. Модданинг солиштирма иссиқлик сифими.....	31
8-§. Ёқилғи энергияси. Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги	35
9-§. Иссиклик жараёнларида энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни	39

2-бөб. МОДДАНИНГ АГРЕГАТ ҲОЛАТЛАРИ

10-§. Қаттық жисмларнинг эриши ва қотиши, эриш ҳарорати.....	46
11-§. Солиштирма эриш иссиқлиги.....	50
12-§. Буғланиш ва конденсация. Тўйинган ва тўйинмаган буғлар	53
13-§. Қайнаш. Солиштирма буғланиш иссиқлиги. Қайнаш ҳароратининг ички босимга боғлиқлиги	58

3-бөб. ТЕРМОДИНАМИКА АСОСЛАРИ

14-§. Термодинамиканинг биринчи қонуни. Газнинг ва буғнинг иши.....	64
15-§. Иссиклик жараёнларининг қайтмаслиги. Термодинамиканинг иккинчи қонуни.....	67
16-§. Иссиклик ҳаракатлантиргичлари ва уларнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК)	69
17-§. Электр заряди. Жисмларнинг электрланиши.....	80
18-§. Электр зарядининг сақланиш қонуни. Кулон қонуни	88
19-§. Электр майдон. Электр майдон кучланганлиги. Электростатик майдоннинг куч чизиклари.....	92
20-§. Электр майдон потенциали ва потенциаллар айирмаси	98
21-§. Ўтказгичлар ва дизелектриклар.....	100
22-§. Электр сифими. Конденсатор	104

4-бөб. ЭЛЕКТРОСТАТИКА АСОСЛАРИ

23-§. Электр токи. Электр токи манбалари.....	110
24-§. Электр занжири ва унинг таркибий қисмлари. Ток кучи. Кучланиш	114
25-§. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни. Ўтказгичнинг электр қаршилиги, солиштирма қаршилик, реостат	118
26-§. Ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш	125
27-§. Электр токининг иши ва қуввати. Электр токининг иссиқлик таъсири. Жоуль-Ленц қонуни.....	132

28-§. Металлар электр қаршилигининг ҳароратга бөглиқ бўлиши.	
Ўта ўтказувчанлик.....	137
29-§. Электр иситиш асбоблари, чўғланма лампа, қисқа туташув, эрувчан саклагичлар	140
30-§. Электр токининг кимёвий таъсири. Фарадей қонуни.....	144

6-боб. ЭЛЕКТРОМАГНИТ ҲОДИСАЛАР

31-§. Доимий магнитлар. Магнит майдон	150
32-§. Токли тўғри ўтказгичнинг магнит майдони. Токли ғалтакнинг магнит майдони.....	156
33-§. Электромагнитлар ва уларнинг татбиқи	161
34-§. Магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсири, электр ҳаракатлантиргичлар, электр ўлчов асбоблари.....	164
35-§. Электромагнит индукция. Генератор.....	170

7-боб. ЁРУҒЛИК ҲОДИСАЛАРИ

36-§. Ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалиш қонуни	178
37-§. Ёруғликнинг қайтиши, қайтиш қонунлари. Ясси кўзгулар	184
38-§. Сферик кўзгулар. Сферик кўзгу ёрдамида тасвир ясаш.....	191
39-§. Ёруғликнинг синиши, ёруғликнинг синиш қонуни. Тўла ички қайтиш.....	196
40-§. Линзалар, линзанинг оптик кучи, юпқа линза формуласи. Линза ёрдамида тасвир ясаш	201
41-§. Кўз — оптик система сифатида. Кўриш нуқсонлари ва уларни тузатиш усуллари	209
42-§. Оптик асбоблар	214
Ёруғлик ҳодисалари	220
Лаборатория ишлари	221
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	229



Учебное издание

**Кронгарт Борис Аркадьевич
Насохова Шолпан Бабиевна**

ФИЗИКА

*Учебник для 8 класса общеобразовательных школ
(на узбекском языке)*

*Мұхаррир Р. Азимий
Бадий мұхаррир А. Сланова
Техник мұхаррир Л. Садикова
Компьютерда сақыфаловчи И. Олмабоева*

*Нашриётта 2003 йил 7 июлда Қозогистон Республикаси Таълим ва фан
вазирлигининг № 0000001 давлат лицензияси берилған*

ИБ № 5788

*Нашрға 09.08.18 рұхсат этилди. Ҳажми 70· 100¹/₁₆. Офсет қофози. Ҳарф түри
«SchoolBook Kza». Офсет нашри. Шартлы босма табоғи 18,71+0,32 форзац.
Шартлы бүёқ тамғаси 76,77. Нашр ҳисоб табоғи 13,80+0,54 форзац.
Адади 7000 дона. Буюртма №*

“Мектеп” нашриёти, 050009, Алмати шаҳри, Абай шоҳ кўчаси, 143-уй
Факс: 8(727) 394-37-58, 394-42-30
Тел.: 8(727) 394-41-76, 394-42-34
E-mail: mekter@mail.ru
Web-site: www.mekter.kz