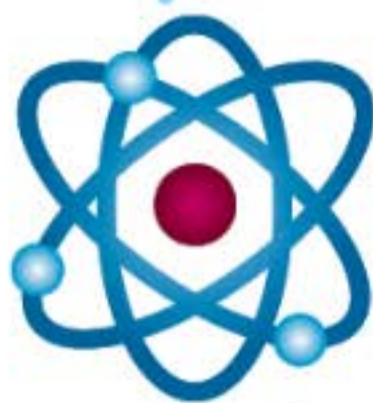


Б.А. Кронгарт
Ш.Б. Насохова

ФИЗИКА

Умумтаълим мактабларининг
8-синфи учун дарслик

*Қозоғистон Республикаси Таълим
ва фан вазирлиги тасдиқлаган*



Алматы "Мектеп" 2018

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.** — Алматы:
Мектеп, 2018. — 232 б., расм.

ISBN 978—601—07—1067—2

К $\frac{4306021200-093}{404(05)-18}$ 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 ҳуқуқлар ҳимояланган
Нашрнинг мулкӣ ҳуқуқлари
“Мектеп” нашриётига тегишли

1-606

Иссиқлик ҳодисалари

2-606

Модданинг агрегат ҳолатлари

3-606

Термодинамика асослари

4-606

Электростатика асослари

5-606

Ўзгармас электр токи

6-606

Электромагнит ҳодисалар

7-606

Ёруғлик ҳодисалари



Шартли белгилар:



Танқидий тафаккурни оширишга мўлжалланган топшириқлар



Тажрибага мўлжалланган топшириқлар



Машқлар



Амалий топшириқлар



Ўзини-ўзи текшириш учун топшириқлар

■ Мураккаблиги ўртача топшириқлар

* Мураккаб топшириқлар

Қўшимча ўқув материаллари

Кириш

Ёш дўстлар! Еттинчи синфда Сиз физика фанига доир дастлабки тушунчалар билан биринчи марта таниша бошладингиз. Сиз атрофимиздаги олам ниҳоятда гўзал ва бетакрор, физика фани эса жуда қизиқ фан эканлигига ишонч ҳосил қилдингиз, деган фикрдамиз. Жорий йилда ушбу фани ўқишни янада давом эттирасиз ҳамда дунёдаги кўпгина мўъжизали ҳодисалар билан танишасиз. Ушбу ҳодисаларни яқиндан 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. Ўқиш 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 ўзлаштирганингни текшира оласиз. Савол ва топшириқларнинг мураккаблик даражалари ҳар хил, улар ўқиётган манбаларга танқидий кўз билан қарашга ўргатади.

Параграф бошида “Таянч сўзлар” ва “Бугунги дарсда” рукнлари берилган бўлиб, улар ёрдамида таклиф қилинаётган материаллар тўғрисида қисқача илк маълумотлар ва ўзлаштирилиши шарт бўлган ўқув мақсадлари билан танишасиз. Мавзуларда “Ёдда тутинг!”, “Бу қизиқ!”, “Сиз буни биласиз” рукнлари 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 топшириқларни бажаришда қўллашни ўрганасиз. Масалаларни ҳар бир ўқувчи мустақил равишда ечиши керак, бироқ алоҳида ишлаш қийинчиликларни вужудга келтирса, яна бир ўқувчи билан биргаликда ёки гуруҳ бўлиб бирлашган ҳолда ҳам масала ечиш мумкин. Бу пайтда Сиз ўз ишларингизни яхши англаб, йўл қўйган хатоларингизни топишни ўрганасиз.

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

Ёдда тутинг: билим — катта куч! Меҳнаткашлик ва изчиллик Сизга ўқишда катта муваффақиятларга эришишингизга имкон беради.

Муаллифлар

Иссиқлик ҳодисалари

1 -БОБ

“Иссиқ”, “совуқ” сўзлари қандай маънони 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 саҳродаги ҳайвонлардан кескин фарқ қилади.



Улар маҳаллий ҳудудлар муҳитига қандай мослашади? Тирик организмларнинг яшаш усулларининг шаклланишида ва табиатда иссиқлик ҳодисалари қандай аҳамиятга эга?

Қадим замонлардан буён инсонлар турли хил ёқилғилардан фойдаланганлар.

Ҳозирги пайтда қандай ёқилғи турларидан фойдаланилади? Ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик энергиясини қандай ҳисоблаш мумкин?



1

1-§. Иссиқлик ҳаракати. Броун ҳаракати. Диффузия



Таянч сўзлар:

- ✓ 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 топган. Молекулаларнинг ўзаро жойлашиши ва ҳаракатига боғлиқ ҳолда модда қаттиқ, суюқ ёки газсимон ҳолатда бўлиши мумкин.

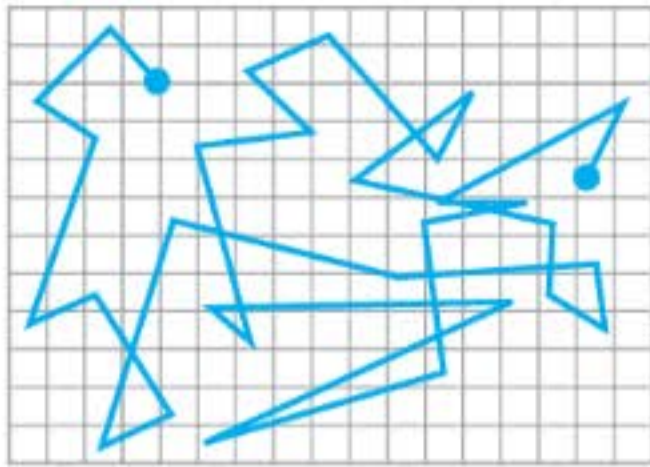
Бугун модданинг молекулалари қандай ҳаракат қилишини, уни қандай тажрибалар ёрдамида исботлаш мумкинлигини қараб чиқамиз. Молекулаларнинг ўлчами шу қадар кичикки, уларни ҳатто микроскоп остида ҳам кўра олмайсиз. Аммо молекулалар таъсирида ҳаракат қиладиган нисбатан каттароқ зарралар ҳаракатини тажрибада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

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

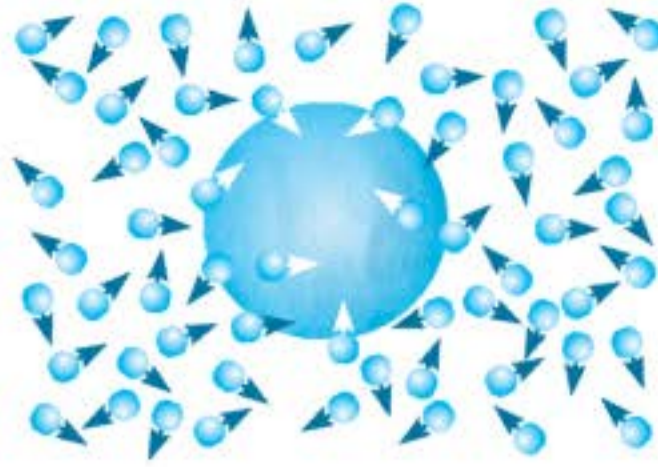
Мазкур тажрибани майдаланган писта кўмир зарраларидан фойдаланиб, осонгина такрорлаш мумкин. Бу зарралар сувда эримайди. Микроскоп остида кўмир зарраларининг узлуксиз ва сакраш тарзида ҳаракат қилишини кўриш мумкин. Улардан энг майдалари (ўлчами ~ 1 мкм атрофида) бир жойдан иккинчи жойга тартибсиз кўчади,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

Газда ёки суюқликда 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 қуршаб 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 тенг таъсир этувчи кучи



1.1-рәсм



1.2-рәсм

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 хулоса чиқариш мумкин. Тажрибалар шуни кўрсатадики, ҳарорат ортганда броун зарраларининг ҳаракат интенсивлиги ҳам ортади.



- Ўйланг ва ушбу мулоҳазалардан қайси бири тўғри, қайси бири нотўғри эканини аниқланг:
 - 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 тўхтайд.

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 қуйинг. Унга калий перманганат (марганцовка) зарраларини ташлаб, кузатинг. Бунда нимани кўриш мумкин? Зарра атропофидаги сув аста-секин бинафша рангга бўялади. Ушбу жараённинг вақт ўтиши билан кечиши 1.3-а, б, в расмларда



а)



б)



в)

1.3-рәсм. Суюқликдаги диффузия:

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

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

2-тажриба. Атир идиши қопқоғини боссангиз, унинг ҳидини дарҳол сезасиз. Атир молекулалари ҳавога тарқалиб, ҳаво молекулалари билан аралашади. Газ плитасини ёққанда ҳам газ ҳидини дарҳол ҳис қиласиз.

3-тажриба. Иккита бир хил шиша идиш олинг. Улардан бирига совуқ сув, иккинчисига иссиқ сув қуйинг. Ҳар иккаласига марганцовка зарраларини ташлаб кузатинг. Совуқ 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 хулосага 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 пластинкалар бир-бирининг устига қўйилди, беш йилдан сўнг олиб қаралганда, улар бир-бирининг ичига 1 мм қалинликда кириб кетган экан. Агар ўша пластинкалар (80—100)°С ҳароратда печга қўйилса, улар бир-бирининг ичига 1 мм қалинликда кириши учун фақат 10—15 кун кифоя бўлади.

Ушбу тажрибалардан қуйидагидек хулосаларга келиш мумкин:

1. Газларда диффузия жуда тез рўй беради, сиз атир ҳидини дастлаб-ки секундлардаёқ сезасиз, суюқликларда диффузия ҳодисаси секинроқ рўй беради. Суюқликда зарраларнинг мустақил равишда батамом аралашиб кетиши учун бир неча кун, ҳаттоки бир неча ҳафта керак бўлиши мумкин. Буни совуқ 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 аралашishi 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-муҳитнинг ифлосланиши жараёнида зарарли роль ўйнайди. Автомобиллардан чиқадиган зарарли газлар, саноат корхоналарининг зарарли 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 юнон тилидан таржима қилинганда *ҳаос* — очиламан, мазкур ҳолда *бетартиблик, чалкашлик, аралашши 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. Вақт ўтган сайин молекула бир мувозанат вазиятидан иккинчи вазиятига ўтиб туради.

Қаттиқ жисмларнинг молекулалари фақат 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 кузатиш орқали молекула ҳаракатини тавсифлаш мумкин? Ўз фикрингизни баён қилинг.
5. Диффузия ҳодисасига таъриф беринг.



- 6. Газларда ва суюқликларда диффузия ҳодисасига мисоллар келтиринг.
- 7. Диффузиянинг жадаллиги ҳароратга қандай боғланган?
- 8. Броун ҳаракатини тўхтатиш мумкинми? Нима учун?



1. Қуёшли кунда пардани ёпиб, кичкина тирқиш қолдиринг. Тирқишдан хонага тушаётган ёруғлик йўлини диққат билан қараб чиқинг. Нимани кўрдингиз? Кузатилаётган ҳодисани тушунтиринг.
2. Учта бир хил стакан олинг. Улардан бирига совуқ сув, иккинчисига илиқ сув, учинчисига иссиқ сув қуйинг. Уларга бир чимдим қуруқ чой солинг. 15 минут вақт давомида стаканни кузатинг. Кузатилган ҳодисани тавсифланг, 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?

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



Таянч сўзлар:

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

Бугунги дарсда:

- ҳароратни ўлчаш усуллари ва ҳарорат шкаллари 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 совуқ ёки иссиқ эканини аниқлай оласиз. Биз иссиқ жисмнинг ҳарорати совуқ жисм ҳароратидан юқорироқ бўлишини яхши биламиз. Яъни, биз ҳароратни иссиқлик даражаси сифатида қабул қиламиз. Ваҳоланки, ҳароратга содда ва аниқ таъриф бериш у қадар осон эмас.

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

совиш жараёнлари тўхтайди, 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 атроподаги иссиқ сув қуйилган стаканни қўйиб, ичига термометрни туширинг. 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 ўртача кинетик энергияси ҳам ортади. Албатта, алоҳида молекуланинг тезлиги муттасил ва тартибсиз хаотик ўзгариб туради, аммо берилган иссиқлик мувозанати ҳолатида барча молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ўзгармайди ва у ҳароратга боғлиқ. Шу боис ҳароратга қуйидаги иккинчи таърифни бериш мумкин:

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

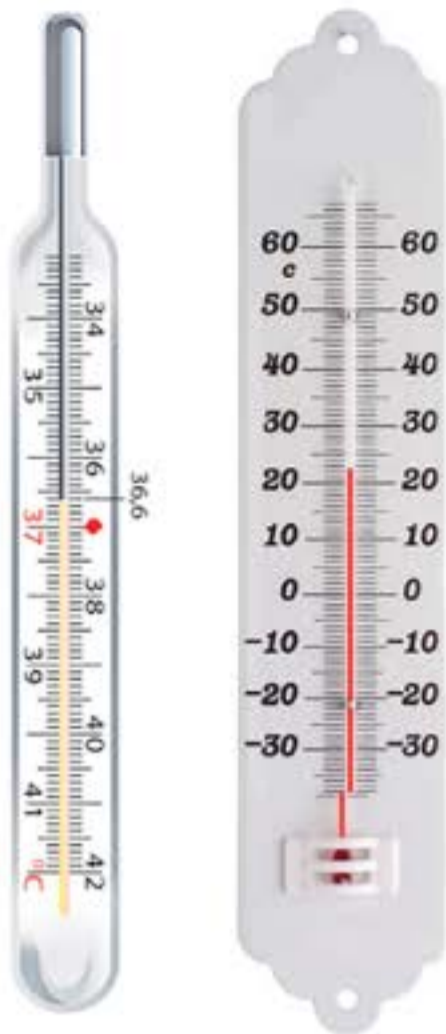
Ҳароратни ўлчаш усуллари. Қўл билан ушлаб жисмнинг нечоғли иссиқ ёки совуқ эканини биз фақат тахминан тусмоллаб ажрата оламиз. Ҳароратни аниқ ўлчаш учун махсус асбоблар қўлланилади. Сиз улар билан танишсиз ва фойдаланиб келмоқдасиз.

Сиз бунни 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. Шуълаланувчи жисмларнинг рангги ҳароратга боғлиқ ҳолда ўзгаради. Термометрларнинг ишлаши асосида жисмлар хоссаларининг ана шундай ўзгаришлари ётади.

2.1-расмда маиший 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 теккизиб 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 кўришиб 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 равишда суюқлик устунининг 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 аталади.

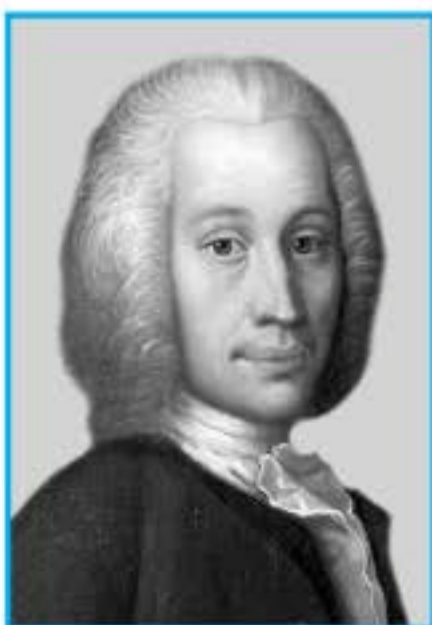
Таянч нуқталар орасидаги шкала тенг 100 бўлакка бўлинади. Бу бўлимларнинг ҳар бири бир градусга мос келади ва 1°C деб белгиланади (2.1-расм). 0°C дан юқори ҳароратнинг қиймати мусбат, 0°C дан паст ҳароратнинг қиймати манфий деб ҳисобланади. Мамлакатимизда Цельсий шкаласи кенг тарқалган, ушбу шкала бўйича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

Кельвин шкаласи. Уни Уильям Томсон (лорд Кельвин) жорий қилган. У ноль нуқта “совуқнинг энг катта ёки охириги”, яъни абсолют нолга мос келадиган, бўлим қиймати эса градус Цельсий бўлган шкала

ни 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 $T = 273,15 \text{ K}$ ҳарорат тўғри келади.



Андерс Цельсий
(1701—1744)

Ёдда тутинг!

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

Ҳароратнинг Цельсий ва Кельвин шкалалари орасидаги боғланиш қуйидаги 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 қуйидагича ифодаланади °C = (°F - 32) · 0,556 яъни,

$$°F = (°C : 0,556) + 32. \quad (2.2)$$

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

Ёдда тутинг!

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

Сиз термометрик жисмларнинг иссиқликдан 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 (терможуфтли); д) биометалл; е) инфрақизил (пирометр)



1. "Иссиқлик мувозанати" сўзининг маъносини тушунтиринг?
2. Ҳароратга таъриф беринг.
3. Термометр нима?
- *4. Суюқликли термометрларнинг ишлашини тушунтиринг. Нима учун улар контактли термометрлар дейилади?
5. Қандай ҳарорат шкалаларини биласиз? Сиз қайси шкаладан фойдаланасиз?
6. Ҳарорат қийматларини бир шкаладан иккинчисига алмаштириш учун қўлланиладиган боғланишни тавсифланг.



1-машқ.

Жадвалнинг бўш жойларидаги 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 тушунчаси ва уни ўзгартириш усуллари билан танишасиз.



Таянч сўзлар:

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

Ички энергия. Аввалги иккита мавзуда кўриб чиқилган тажрибалар қуйидагидек хулосага келишга имкон беради:

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

Сиз бунга 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 йиғиндиси ички энергиялари йиғиндиси 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 м^3 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 тенг деб ҳисоблаш мумкин. Бу атиги 3 литр

сувнинг ички энергияси. Энди дунёдаги океанларнинг нақадар катта энергияга эга эканини тасаввур қилиб кўринг. *Модомики, модда молекулаларининг иссиқлик ҳаракати ҳеч қачон тўхтамас экан, жисмнинг ички энергияси ҳам нолга 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 сувникидан 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 таъсирининг 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 ўртача қийматлари орқали ифодалашга имкон беради. Масалан, “молекулаларнинг ўртача 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.

Ёдда тутинг!

Модданинг ички энергияси фақат унинг ҳарорати ва агрегат ҳолатига боғлиқ.

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

Ички энергияни ўзгартириш усуллари. 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 мис сим олиб, унинг бир жойидан чаққон ҳаракат билан букинг. Бир оз вақтдан кейин симнинг букилган жойи қизийди.

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

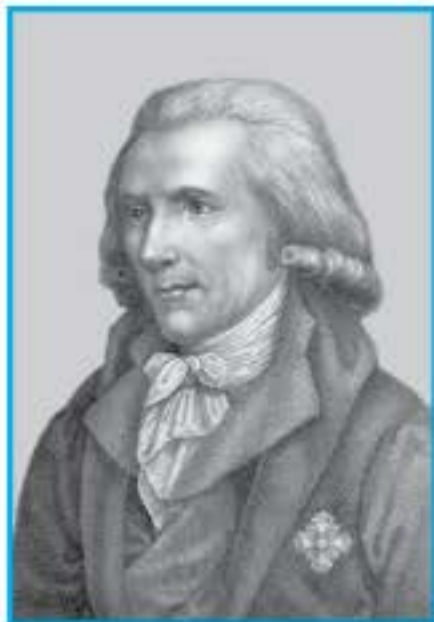


3.1-расм

Бу тажрибалардан ички энергияни иссиқлик узатмасдан, иш бажариб, ўзгартириш мумкин деган хулосага келамиз.

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

Гумфорд Мюнхендаги ҳарбий устахонада замбарак қуйиш ишларини кузатиб, муҳим хулосага келди. Ўша пайтларда замбарак стволини



Бенжамин
Томпсон,
граф Румфорд
(1753—1814)

дастлаб яхлит қуйиб олиб, сўнгра унинг ядроси (замбаракнинг ўқи) ҳаракатланувчи каналлини отлар ёрдамида ҳаракатга келтирадиган жуда катта бурғиладш дастгоҳида пармалаб тешган (3.2-расм). Румфорд бурғиладш 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 қуйилган бочкага стволни жойлаштириб, уни ствол канали деворларига зич тегиб турган ўтмас парма ёрдамида тешишга интилди. Бурғиладш 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 бажариш.*



- Ушбу фикрлардан қайси бири тўғри, қайсилари нотўғри эканини аниқланг?
 - 1) Ҳарорат ортганда ички энергия ҳам ортади.
 - 2) Ички энергия ҳароратга боғлиқ эмас.
 - 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? Совитилганда-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 дм³ бўлган пўлат ва ёғоч бўлаклари. Уларнинг ички энергиялари бир хилми ёки йўқми? Жавобингизни асосланг.
5. Ички энергияни ўзгартиришнинг қандай усулларини биласиз? Мисоллар келтиринг.
- 6. Сув қуйилган челак 20 м баландликка кўтарилди. Шу пайтда сувнинг механик ва ички энергияси қандай ўзгарди? Жавобингизни асосланг.
- 7. Совуқ кунда кўчада юрган боланинг кўли музлади. Уйга кириши билан у кўлини тезроқ иситмоқчи бўлди. Бола бунда 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 қуйиб, 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 ўзлаштирдигиз?

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

4-§. Иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция, нурланиш



Таянч сўзлар:

- ✓ иссиқлик узатиш
- ✓ иссиқлик ўтказувчанлик
- ✓ конвекция
- ✓ нурланиш
- ✓ иссиқлик миқдори

Бугунги дарсда:

- иссиқлик узатишнинг асосий турлари билан танишасиз.



Сиз буни биласиз

Турли ҳароратга эга жисмлар бир-бирига теккизилганда иссиқлик алмашилиш (иссиқлик узатилиши) рўй беради, натижада жисмлар орасида иссиқлик мувозанати қарор топади. Иссиқлик узатиш ички энергияни ўзгартириш усулларида бири бўлиб ҳисобланади, бунда ҳарорати юқорироқ жисмнинг ички энергияси механик иш ба-жармасдан кам қиздирилган жисмнинг ички энергиясига алмашади.

Иссиқлик узатиш жараёнида жисм ички энергиясининг ўзгаршига тенг катталиқ иссиқлик миқдори деб аталади. Иссиқлик миқдори $[Q]$ ҳарфи билан белгиланади, унинг ўлчов бирлиги — жоуль.

$$[Q] = [Ж].$$

Иссиқлик узатишнинг учта тури мавжуд: иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нурланиш.

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

Ёдда тутинг!

Иссиқлик ўтказувчанликда энергия узатилади, лекин модда кўчирилмайди.



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



1-тажриба. 4.4-расмда кўрсатилгандек колбага сув қуйиб, тубига қисқич ёрдамида рангли бўёқнинг кичкина бўлагини ташлаймиз. Сўнгра сувни исита бошлаймиз. Бир оз вақт ўтгандан кейин колбанинг марказий қисмида сувнинг бўялган оқими юқорига кўтарилиб, унинг деворлари бўйлаб пастга туша бошлайди. Колбанинг ён деворлари яқинида сув нисбатан совуқроқ бўлади. Биз иситилган ва иситилмаган қатламлардаги сувнинг табиий аралашувини кузатамиз.



4.4-расм

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



4.5-расм

Конвекция вақтида модда кўчирилади. Конвекция *табиий* (эркин) ва *мажбурий конвекция* деб аталувчи турларга бўлинади. 1-тажрибада сув қатламлари аралашishi 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 яқинлаштирсак, улардан тарқалаётган иссиқликни 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 металлдан, уларнинг тутқичи пластмассадан ясалади? Жавобингизни асосланг.

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



1. Иккита бир хил пластик идиш олиб, уларга $\sim 40^{\circ}\text{C}$ ҳароратли илиқ сув қўйинг. Идишлардан бирини қалин сочиқ билан ўраб қўйинг. Иккинчисини шу ҳолатда қолдиринг. Уч-тўрт соатлардан кейин сочиқни очиб, идишларни ушлаб кўринг. Қайси идиш илиқроқ? Нима учун?
2. Нима учун термосдаги чой узок вақтгача совиб қолмайди?
- *3. Нима учун иситкич элементи электр чойнакнинг тагига жойлаштирилади?
4. 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 ўзлаштирдигиз?

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?

§ 5. Табиатда ва техникада иссиқлик узатиш



Таянч сўзлар:

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

Бугунги дарсда:

- иссиқлик узатиш жараёнларига асосланган 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. Шу тариқа, шамолнинг пайдо бўлиш сабаби — *конвекция*. Шамоллар Ер иқлимига сезиларли таъсир кўрсатади.

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



5.1-расм

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,

соҳилдан қирғоққа қараб эсади ва патижада *тунги 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 ҳаракати ва пассат шамоллари таъсирида пайдо бўладиган Атлантика океанидаги илиқ денгиз оқими. Гольфстримдаги илиқ сув денгиз сиртидаги ҳаво масса-си ҳароратини орттиради, бу атмосфера босимининг тақсимланишига, шу тариқа атмосфера циркуляциясига ва иқлимнинг 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, денгиз оқимлари ўзлари билан бирга тирик организмларни, биринчи навбатда планктонларни олиб юради. Илиқ оқимлар ва совуқ оқимлар учрашганда юқорига ҳаракатланадиган сув оқимлари пайдо бўлади. Натижада озуқа тузлар қатламларига бой теран сувлар юқорига кўтарилиб, планктон, балиқлар ва денгиз жониворларининг ривожланиши учун қулай шароит яратади.

БУ ҚИЗИҚ!

Марказий Осиёдаги энг шамолли маконлардан бири — Жунғор дарвозаси. Бу Жунғор Олатови билан Барлиқ 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 босимидаги 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 учириб, йўлдаги машиналарни тўнтариб, электр тармоқларини ишдан чиқаради. Олақўл кўлида “евгей” баландлиги 4—5 метрли тўлқин ҳосил қилиб, довул вужудга келтиради, кўлдаги қайиқларни тўнкаради. “Евгей” шамоли, айниқса, қиш кунлари йўлга чиққан йўловчилар ҳаёти учун жуда хавфли.

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

Уйингизни 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 металлдан, уларнинг тутқичлари эса ёғоч ёки пластмасадан, яъни иссиқлик ўтказувчанлиги суст материалдан тайёрланади. Фишт, бетон, шиша каби материаллар иссиқликни ёмон ўтказиши эътиборга олинган ҳолда уйлар қурилади, деразалар иккитали ромлардан ясалади. Чунки улар орасидаги ҳаво ҳам иссиқликни ёмон ўтказиши.

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

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

ўрнатилади. Печ 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 тармоққа уланганда иссиқ ҳаво оқими хона бўйлаб кўчади. Мажбурий конвекция таъсирида таом текис ва тез иситилади. Бундай печларда таом тайёрлаш ҳар қачон осон бўлади.

Конвекция тufайли 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 тушунтиринг.

4. Нима учун таом тайёрланадиган идишлар металллардан ясалади?
5. Нима учун бизнинг мамлакатимизда деразалар қўшқават ромли қилиб ясалади?
6. Нима учун уйлар ғиштдан ёки ёғочлардан қурилади?
- *7. Хонани иситкич радиаторлари билан иситиш қандай амалга оширилади? Иситкич радиаторлари таъсирида хонадаги ҳаво оқимларининг хона ичидаги кўчишига доир чизма чизинг.



1. Термос қандай тузилганлигини айтиб беринг. У нима учун керак?
2. Кигиз уйнинг тузилиши ва унга ишлатиладиган материаллар ҳақида қисқача ахборот тайёрланг. Кигиз уй тузилишида иссиқлик узатиш ҳодисаси қандай ҳисобга олинган.

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?

6-§. Иссиқлик ҳодисаларининг тирик организмлар ҳаётидаги ўрни



Бугунги дарсда:

- тирик организмлардаги иссиқлик алмашилиш жараёнлари ва ҳайвонларнинг ўзлари яшайдиган маҳаллий ҳудуд иқлим шароитларига мослашиши ҳақида ўқиб ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ терморегуляция
- ✓ шинамлиқ соҳаси
- ✓ иқлим шароитлари

Сиз буни биласиз

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

иссиқлик беришнинг кучайиши ёки камайиши орқали амалга ошади. Иссиқлик алмашилиш 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 алмашилишининг 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 миқдорда сарфлайди. Бу ҳарорат тинч ҳолатда ва енгил кийинган одам учун тахминан $18—20^{\circ}\text{C}$ оралиғидан иборат.

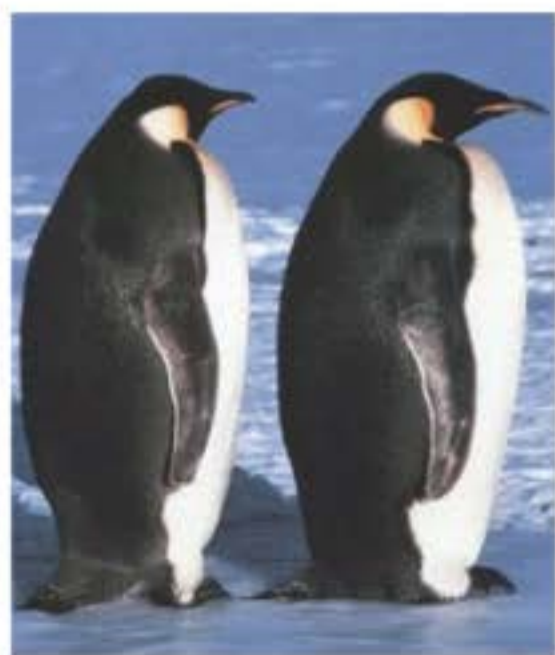
Юқорида кўриб чиқилган иссиқлик узатиш турларининг ҳаммаси терморегуляцияда муҳим аҳамиятга эга.

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

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 алмашилиш тўхтатилади.

Конвекция. Иссиқлик алмашилиш 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 тенг бўлганда конвекция тўхтатилади.

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



6.1-расм

жуда катта ва уларнинг ўзгариш диапазони тахминан 150°C . Иссиққон 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

жунлари муҳим роль ўйнайди. Таналаридаги қисқа ва қаттиқ патларнинг тагидаги жунлари момиқ, бир-бирига зич жойлашиб, яхши изоляцияланган ҳаво қатламини ҳосил қилади.

Пингвин танасининг шакли иссиқликни яхши сақлашга имкон беради, чунки тана сиртининг юзи бўйига нисбатан кичикроқ. Шунингдек, бурун, кўз ёш йўлида нафас олиш пайтида кам миқдорда иссиқликни йўқотадиган махсус иссиқлик алмашилиш системаси ривожланган.

БУ ҚИЗИҚ!

Қаҳратон совуқ пайтларда пингвинлар зич тўпланишиб, иссиқликни мумкин қадар сақлаб қолишга имкон берадиган “тошбақа” деб номланувчи гуруҳлар 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 узок вақт сувда бўлишга имкон беради. Унинг оёғи панжаси қалин, қаттиқ сочлар билан зич қопланган, бу ҳам ўз навбатида иссиқликни кам йўқотишга ёрдамлашади.

Энди ҳайвонларнинг иссиққа қандай мослашишини кўриб чиқамиз.

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



6.2-расм



6.3-расм



6.4-рәсм

Чўлдаги чаён ҳам иссиққа яхши мослашган (6.4-рәсм). Чаён тунги йиртқич, кундуз кунлари эса кўпинча қизиган қумга кўмилиб ётади. Жониворнинг қаттиқ зирҳи аъзодаги озиқланиш орқали олинган 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 шaroитига мослашиш йўллари турлича эканини ва бунда иссиқлик ҳодисаларининг аҳамиятини билиб олдингиз.

БУ ҚИЗИҚ!

Сариқ юмронқозик Қозоғистонда Бетпоқдала даштининг ғарбий ҳудудларида ва Чу дарё водийсида яшайди (6.5-рәсм). У дашт ва яримдашт эфемерлар, ил-



6.5-рәсм

дизпоя ва туганаклар, ёвшан уруғи ва новдалар, бошоқли ўсимликлар билан озиқланади. Унинг рациониди 30 га яқин ўсимлик тури бор. Ёғ тўплаш пайтида сутка давомида озиқ излаб, суткасига 200 г озуқа истеъмол қилади. Тўпланган ёғ ёзги уйқу пайтида омон қолишга ёрдамлашади. Агар айиқлар қиш фаслида уйқуга кетса, сариқ юмронқозиклар энг иссиқ ойларда ухлайди. Улар сувни ҳатто қандай ичиш кераклигини ҳам билмайди, озиқдаги суюқлик билан қаноатланади.



1. *Тирик организм терморегуляциясининг аҳамияти нимада?*
2. *Иссиққон ҳайвонлар организмдаги терморегуляция пайтида иссиқлик узатишининг қандай турлари қандай иштирок этади?*
3. *Совуқ ҳудудларда яшовчи ҳайвонлар организмиди тузилишидаги хусусиятлар ҳақида гапириб беринг.*
4. *Ҳайвонлар иссиқ иқлим шaroитларига қандай мослашади? Мисоллар келтиринг.*



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

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

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

7-§. Иссиқлик миқдори. Модданинг солиштирма иссиқлик сиғими



Бугунги дарсда:

- солиштирма иссиқлик сиғими тушунчаси билан танишиб, иссиқлик миқдорини аниқлашга доир масалаларни ечишни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ иссиқлик миқдори
- ✓ солиштирма иссиқлик сиғим

Сиз буни биласиз

Ички энергияни ўзгартиришнинг иккита асосий усули мавжуд. Улар — иш бажариш ва иссиқлик узатиш. Иссиқлик узатишда жисмнинг ички энергияси ўзгаришига тенг бўлган катталик *иссиқлик миқдори* $[Q]$ дейилади.

Иссиқлик алмашилиш жараёнида жисмга берилган иссиқлик миқдорини қандай аниқлаш мумкинлигини қараб чиқамиз.



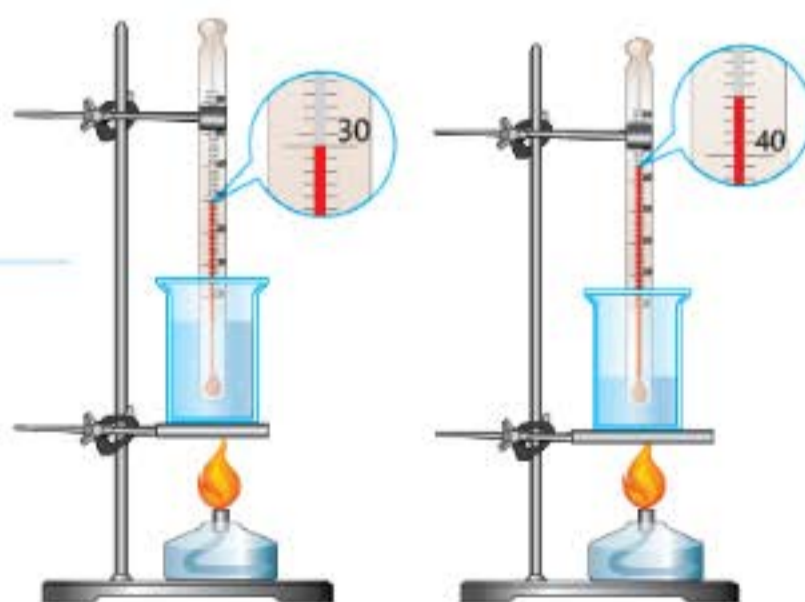
1-тажриба. Сувнинг исиш жараёнини қараб чиқамиз. Тажриба давомида ҳароратни одатдаги термометр билан ўлчаймиз. Сув ҳароратини орттириш учун қанча кўп вақт сарфланса, шунга мувофиқ берилган иссиқлик миқдори ҳам шунча кўп бўлади. Равшанки, сувни иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори ҳароратнинг ўзгаришига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

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

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

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

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



7.1-расм

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

Сарфланган иссиқлик миқдорининг модда турига боғлиқлигини ҳисобга олиш учун модданинг солиштирма иссиқлик сизими катталиги киритилиб, u [с] ҳарфи билан белгиланади.

Учта тажриба натижаларини бирлаштириб, қуйидагича 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 солиштирма иссиқлик сизимини аниқлаймиз:

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

Охирги ифодадан солиштирма иссиқлик сизими 1 кг моддани 1°C га иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдorigа тенг физик катталик экани келиб чиқади. ХБ системасида солиштирма иссиқлик сизимининг 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, солиштирма иссиқлик сизимига қуйидагича таъриф бериш мумкин: агар модданинг ҳажми ўзгармас бўлса, массаси 1 кг бўлганда ҳарорати 1°C га ўзгаришига мос ички энергиянинг ўзгаришига тенг катталик солиштирма иссиқлик сизими деб аталади.

Солиштирма иссиқлик сизими модданинг иссиқлик хоссаларини тавсифлайди, унинг қийматлари қуйидаги жадвалда келтирилган (7.1-жадвал).

7.1-жадвал

Баъзи моддаларнинг солиштирма иссиқлик сизими

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 вази	830	этил спирти	2400	шиша	840

Агар иссиқлик алмашиниш жараёнида жисм исийтган 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 катталиқка айтилади?
2. Иссиқлик миқдорининг ўлчов бирлиги қандай?
3. Жисм иситилганда унга бериладиган иссиқлик миқдори қандай катталиқларга боғлиқ?
4. Иссиқлик миқдорини ҳисоблаш формуласини ёзинг.
5. Солиштирма 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. Иссиқлик 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 солиштирма 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 бүйича жисм мис элементидаң ясалғанлигини аниқладик.

Жавоб: мис.



2-машқ

1. 600 г глицеринни 20°C даң 60°C га ча иситиш учун қанча иссиқлик миқдори бериш керак?

(Жавоб: 57,6 кДж)

2. Агар кумушдаң ясалған 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 даң $t_1 = 20^\circ\text{C}$ даң $t_2 = 920^\circ\text{C}$ га ча қиздириш учун қанча иссиқлик миқдори керак?

(Жавоб: 45 кЖ)

4. 7.1-жадвалдаң фойдаланиб, бир хил массали алюминий ва жездаң ясалған жисмларни $\Delta t^\circ\text{C}$ га қиздирған 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 ортған 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-жадвалдаң олинг.

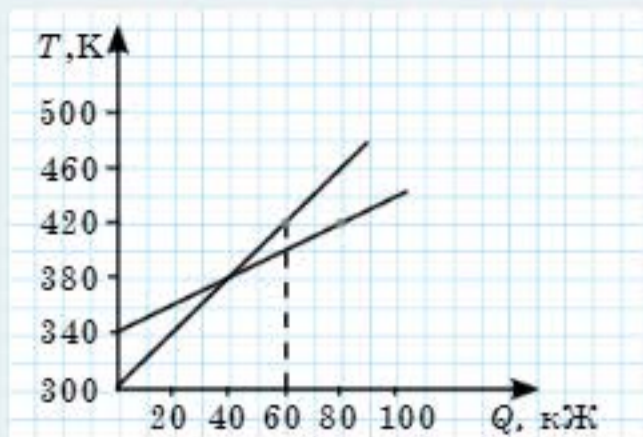
(Жавоб: 127 кЖ)

- *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?

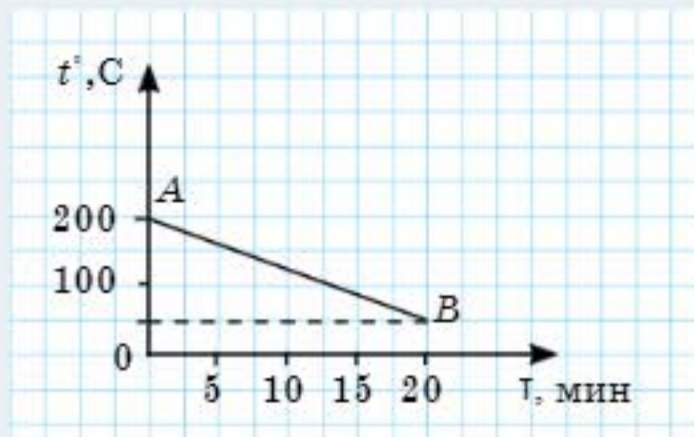
(Жавоб: 3 м)

- *8. 7.2-расмда икки хил жисмлар ҳароратларининг уларга берилған иссиқлик миқдorigа боғлиқлиги тасвирланған. Жисмларнинг массалари бир хил, 2 кг га тенг. Ушбу жисмларнинг солиштирма иссиқлик сиғимларини аниқланг.

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



7.2-рәсм



7.3-рәсм

*9. 7.3-рәсмдә 2 кг массали алюминий парчаси җароратининг үзгариш графиги тасвирланган. Бу қандай жараён? Бунда исиклик миқдори ютиладими ёки ажралиб чиқадими? Ушбу исиклик миқдорини аниқланг.

(Жавоб: $Q = 2756$ кЖ исиклик миқдори ажралиб чиқади)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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?

8-§. Ёқилғи энергияси. Ёқилғининг солиштирма ёниш исиклиги



Бугунги дарсда:

- Ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган исиклик жараёни билан танишиб;
- ажралиб чиққан исиклик миқдорини аниқлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ ёқилғи
- ✓ ёниш
- ✓ солиштирма ёниш исиклиги

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 кўмрдан фойдаланасиз.

Ёқилғи деб ёниш жараёнида етарлича кўп миқдорда исиклик ажралиб чиқадиган ёнувчи моддага айтилади.



кўмир



ёғоч



торф

а)



б)

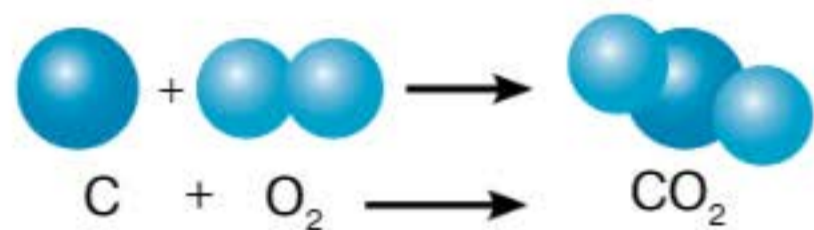


в)

8.1-расм

Ёқилғининг қаттиқ (ёғоч, кўмир, торф), суюқ (бензин, мазут, керосин) ва газсимон (табий 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



8.2-расм

гази молекуласини ҳосил қилади (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 кўмир ёки 1 кг нефть ёндирилганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорига тенг эмас, яъни иссиқлик миқдори модданинг турига боғлиқ бўлади. **Ёқилғининг иссиқлик чиқариши қобилиятини кўрсатувчи катталик ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги** деб аталади:

$$Q \sim q.$$

Қараб чиқилган иккита боғланишни бириктириб, ушбуга эга бўламиз:

$$Q = qm. \tag{8.1}$$

Бундан

$$q = \frac{Q}{m}, \tag{8.2}$$

бу ерда q — пропорционаллик коэффициентининг солиштирма ёниш иссиқлиги.

1 кг ёқилғи батамом ёниб битганда ажралиб чиққан иссиқлик миқдори ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги деб аталади.

(8.2) формула бўйича ХБ системасида солиштирма ёниш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

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

8.1-жадвал

Баъзи ёқилғи турларининг солиштирма ёниш 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	Порох	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	Табиий газ	44

БУ ҚИЗИҚ!

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

Нефть. Исботланган нефть захираси ҳажми умумжаҳон захирасининг деярли 3,2% ини ташкил қилади. Нефть ва газ захираси Атирау, Манғистов, Оқтўбе ва Ғарбий Қозоғистон вилоятларида жойлашган.

Табиий газ. Қозоғистон газ захираси ~1,82 трлн м³-ни ташкил қилади ва бу умумжаҳон захирасининг 1,7% ҳисобланади.

Кўмир. Қозоғистон кўмир захираси қарийб 162 млрд тоннани ташкил қилади ва йил сайин 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 кўмирининг умумий захираси 45 млрд. тоннани ташкил қилади.

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

ажралиб чиқади. Булар атмосферани, сувни ва тупроқни ифлослантиради, инсонлар соғлигига сезиларли зарар келтиради. Экология бузилади. Айниқса, экология муаммоси йирик шаҳарларга тегишли. Шунинг учун ҳозирги пайтда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва экологик соф ёқилғи турларини аниқлаш энг долзарб масалалардан бири ҳисобланади.



1. Қандай моддалар ёқилғи деб аталади?
2. Ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори қандай катталикларга боғлиқ?
3. Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги нима?
4. 8.1-жадвалдан фойдаланиб, қайси ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги катта эканини аниқланг. Нима учун.
5. Қозоғистон ёқилғи-энергетика захираси ҳақида нималарни биласиз?



Ўзингиз яшайдиган ҳудудда ёқилғининг қандай турларидан қандай мақсадларда қўлланилишини аниқланг. Ўша ёқилғилар ёнганда атроф-муҳитнинг ифлосланишини қандай камайтириш мумкин? Қисқача ҳикоя ёзинг.

Масала ечиш намуналари

50 литр сувни 20°C дан 80°C ҳароратгача иситиш учун қанча тошкўмир керак? Кўмир ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорининг 75% и сув иситишга сарфланади.

Берилган:

$$V = 50 \text{ л}$$

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

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

$$q = 33,5 \cdot 10^6 \text{ Ж/кг}$$

$$\eta = 75\%$$

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

$$\rho_c = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

ХБС

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Ечилиши. Массаси m кўмир ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори:

$$Q = qm.$$

Тошкўмирнинг солиштирма ёниш иссиқлигини 8.1-жадвалдан топамиз: $q = 33,5 \cdot 10^6 \text{ Ж/кг}$.

Ажралиб чиққан иссиқлик миқдорининг 75% и сув иситилишига сарфланади:

$$Q_1 = 0,75Q. \tag{1}$$

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

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

сув массасини эса унинг кўлами ва зичлиги орқали аниқлаймиз: $m_c = \rho_c \cdot V_c$. Буларнинг ҳаммасини (1) формулага қўямиз:

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

Бундан изланаётган газ ҳажмини топамиз:

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

Жавоб: $m = 0,5 \text{ кг}.$



3-машқ

1. 5 кг қуруқ ўтин ёнганда қанча иссиқлик чиқади?

(Жавоб: 41,5 МЖ)

2. 2 кг кўмир ёнганда қанча иссиқлик миқдори чиқади?

(Жавоб: 67 МЖ)

*3. 5 кг қуруқ 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 қуруқ 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 ўзлаштирдигиз?

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-§. Иссиқлик жараёнларида энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни



Бугунги дарсда:

- иссиқлик баланси тенгламаси билан танишасиз;
- масала ечишда энергиянинг сақланиш қонунларини 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 алмашилиш ва механик иш бажариш. Биринчи ҳолда иссиқроқ жисм ўз иссиқлигини совуқроқ жисмга узатади, совуқроқ жисм уни олади. Иккинчи ҳолда механик энергия ички энергияга айланади. Иккала ҳолда ҳам энергиянинг бир қисми атроф-муҳитга тарқалди. Иссиқлик алмашилишда иштирок этган жисм изоляцияланган қобиқ ичида (масалан, калориметр) ичида жойлашган деб фарз қилайлик. Бундай ҳолда иссиқроқ жисм узатган иссиқлик миқдорини совуқроқ жисм тўлиқ олади. Иссиқлик жараёнларида энергиянинг сақланиш қонуни қиймати қуйидагига тенг:

$$Q_{\text{алм}} = Q_{\text{ажр}}.$$

Иссиқдан изоляцияланган системаларда агар ички энергия фақат иссиқлик узатиш натижасида ўзгарса, иссиқроқ жисмлардан узатилган иссиқлик миқдорининг умумий қиймати совуқроқ жисмлар олган иссиқлик миқдорларининг йиғиндисига тенг.

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

ёки

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

бу ерда Σ (сигма) — йиғинди белгиси.

((9.1) тенглама **иссиқлик баланси тенгламаси** деб аталади.

Сиз бунга биласиз

Иссиқлик алмашилиш 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 англатади. 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 алмашилиш қандай йўналишда содир бўлади?
3. Иссиқлик алмашилиш жараёнлари учун энергиянинг сақланиш қонунининг моҳияти нимада?
4. Иссиқлик баланси тенгламасини ёзинг, тушунтириб беринг.

Масала ечиш намуналари

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

<i>Берилган:</i>	<i>ХБС</i>	<i>Ечилиши.</i> 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: $Q_2 = m_k c_k (t - t_k).$
$m_c = 200 \text{ г}$	0,2 кг	
$m_k = 240 \text{ г}$	0,24 кг	
$t_c = 90^{\circ}\text{C}$		
$t_k = 15^{\circ}\text{C}$		
$c_c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$		
$c_k = 230 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$		
$t = ?$		

Иссиқлик баланси тенгламасига мувофиқ:

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

бундан керакли ҳароратни аниқлаймиз:

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

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?

<i>Берилган:</i>	<i>ХБЖ</i>	<i>Ечилиши.</i> Бу масалани ечиш учун иссиқлик баланси тенгламасидан фойдаланамиз: $Q_{\text{алм.}} = Q_{\text{ажр.}}$ Иссиқ сув берадиган иссиқлик миқдори: $Q_1 = c m_1 (t_{\text{исс. с}} - t).$ Совуқ сув оладиган иссиқлик миқдори: $Q_2 = c m_2 (t - t_{\text{сов. с}}).$
$V = 10 \text{ л}$	10^{-2} м^3	
$t = 36^{\circ}\text{C}$		
$t_{\text{исс. с}} = 80^{\circ}\text{C}$		
$t_{\text{сов. с}} = 16^{\circ}\text{C}$		
$\rho_c = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$		
$V_1 = ? V_2 = ?$		

Иссиқлик баланси тенгламасидан фойдаланамиз: $Q_1 = Q_2.$

$$c m_1 (t_{\text{исс. с}} - t) = c m_2 (t - t_{\text{сов. с}}). \tag{1}$$

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-га тең. Охирги ифодадан $m_2 = m - m_1$ ни топамиз ва (1) ифодага қўямиз:

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

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

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

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



4-машқ

Масала ечишда аτροφ-муҳит билан иссиқлик алмашиниш ҳисобга олинмасин.

1. Ҳарорати 20°C , массаси 500 г сувга ҳарорати 60°C бўлган 1,5 кг иссиқ сув қўшилди. 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 $Q = 4,2$ 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 қуйилди, 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 металл 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. Металлнинг 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 қуруқ ўтин керак? Ажралиб чиққан иссиқлик миқдорининг ярми сувни иситишга сарфланади деб ҳисобланг.

(Жавоб: 0,404 кг)

***8.** 39 м баландликдан эркин тушаётган қўрғошин шар плитага келиб урилганда унинг механик энергияси тамомила иссиқлик энергиясига айланди. Уша пайтда шар неча градус исийди?

(Жавоб: 3°C)

***9.** Берилган маълумотлардан фойдаланган ҳолда масала тузинг. Сув:

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

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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?

Иссиқлик ҳодисалари

Иссиқлик ҳаракати деб молекулаларнинг ўзлуксиз хаотик ҳаракатига айтилади.

Ҳарорат — жисмнинг иссиқлик ҳолатини тавсифловчи физик катталиқ.

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

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



Солиш тирма иссиқлик сизими — 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 ҳолатлари

2 -БОБ

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



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



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

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

Нима учун қўрғошин ва қалайни уй шароитида эритиш мумкин-у, темирни эса эритиб бўлмайди?



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



Таянч сўзлар:

- ✓ эриш
- ✓ қотиш
- ✓ эриш ҳарорати

Бугунги дарсда:

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



Сиз буни биласиз

Ҳар қандай модда молекулалардан таркиб топган ва унинг физик хоссалари молекулаларнинг қандай жойлашганлигига ва ўзаро қандай таъсирлашишига боғлиқ. Кундалик ҳаётда биз модданинг учта агрегат ҳолати — қаттиқ, суюқ ва газсимон ҳолатларини кузатамиз.



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 вақтдан кейин муз эрийди. Муз қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиб, сувга айланади.

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

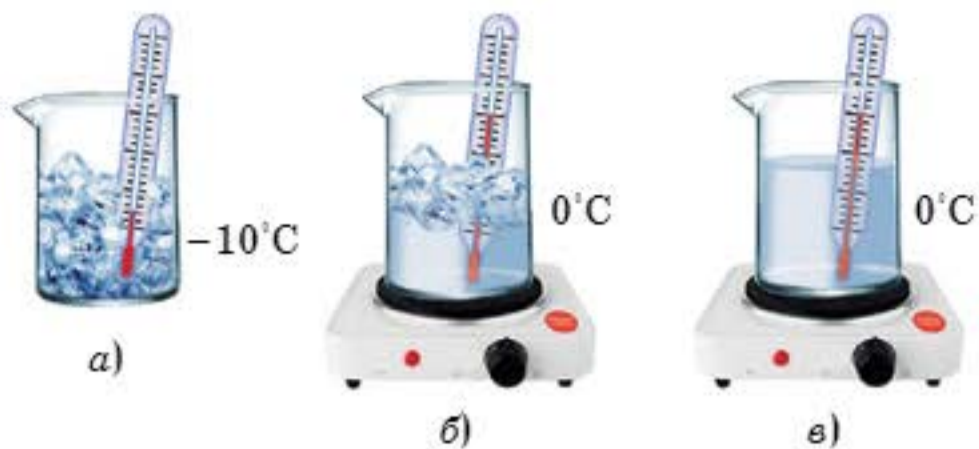
Қишда дарёлар қотиб, сув қаттиқ ҳолат — музга айланади. Суюқ металл совиганда қотади. Бундай ҳолда модда *кристалланди* дейилади.



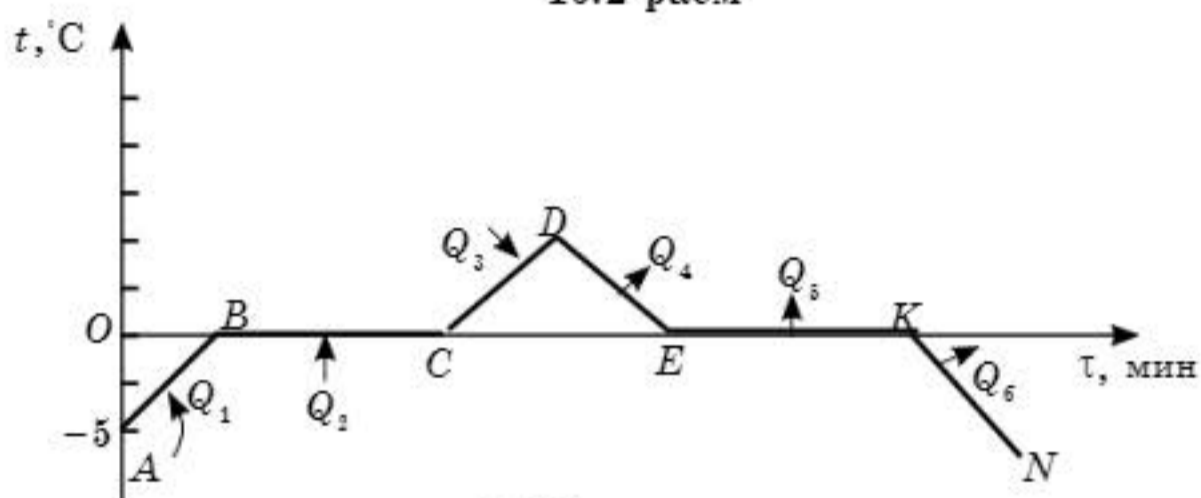
Сувни музлаткич камерасида қотириб, бир неча майда бўлақларга бўламиз. Уни стаканга солиб, термометр ёрдамида бошланғич ҳароратини ўлчаб, қиздира бошлаймиз (10.2, а-расм).

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

Дастлаб (графикнинг АВ 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 (ВС қисми) (10.2, б-расм).



10.2-рәсм



10.3-рәсм

Муз батамом эриб бұлганига 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 эттирсак, сувнинг ҳарорати тез кўтарила бошлайди (CD қисми), бу пайтда сувга Q_3 иссиқлик миқдори берилади.

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

Модданинг қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш 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 ортиришга 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-жадвал

Моддалар	Эриш ҳарорати, °С	Моддаларнинг солиштирма эриш иссиқлиги, кЖ/кг
Алюминий	660	321
Жез	900	330
Мис	1083	175
Қалай	232	59
Қўрғошин	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 қиламиз. Стакандаги сувни иситмай, аксинча, уни совита бошлаймиз. Бунинг учун уни кўп миқдордаги паст ҳароратли музга соламиз. Дастлаб сув совий бошлайди (10.3-расм DE қисми). Ҳарорати 0°С га етгандан сўнг (10.3-расм), ҳарорат бундан буён ўзгармайди, сув эса музга айлана бошлайди. Мазкур жараён кристалланиш деб аталади. Кристалланиш жараёни ЕК қисмида 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.

Кристалланиш иссиқлик ажралиши билан амалга ошади. Бу пайтда модданинг ички энергияси камаяди.

Модданинг қотиш ҳарорати унинг эриш ҳароратига тенг:

$$T_{\text{қот}} = T_{\text{эриш}}.$$



10.4-расм

БУ ҚИЗИҚ!

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

Вуд қотишмасының таркиби: 25% құрғошин; 12,5% қалай; 12,5% кадмий; 50% висмут.

Вуд қотишмасы турли хавфсизлик асбоблари учун сақлагич сифатида, шунингдек, бронза, жез, никель, мис, алюминий ва шу каби металлларнинг турли қотишмалари эритмасыда юмшоқ пайванд сифатида кенг қўлланилади.

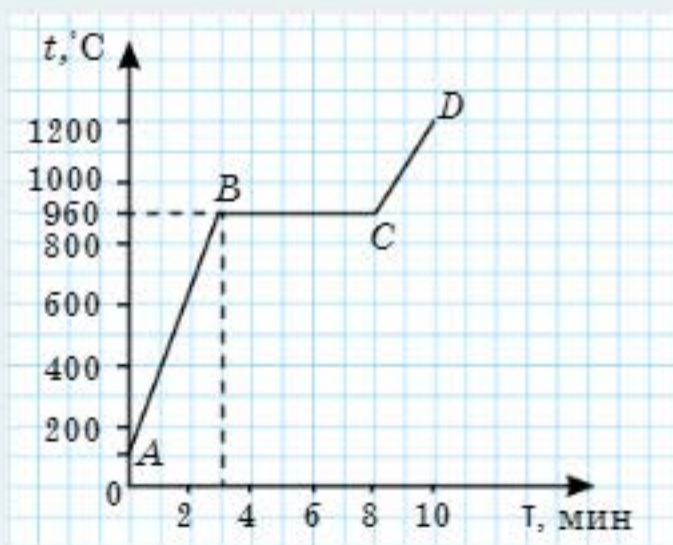


1. Эриш жараёни нима?
2. Қаттиқ моддаларнинг аморф моддалардан фарқи нимада?
3. Эриш ҳарорати дегани нима?
4. Нима учун қаттиқ моддани эритиш пайтида иссиқлик берилса ҳам, унинг ҳарорати ўзгармайди?
5. Кристалланиш жараёни нима?
6. Музнинг эриш ва сувнинг кристалланиш жараёнини 10.3-расм бўйича тушунтириб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

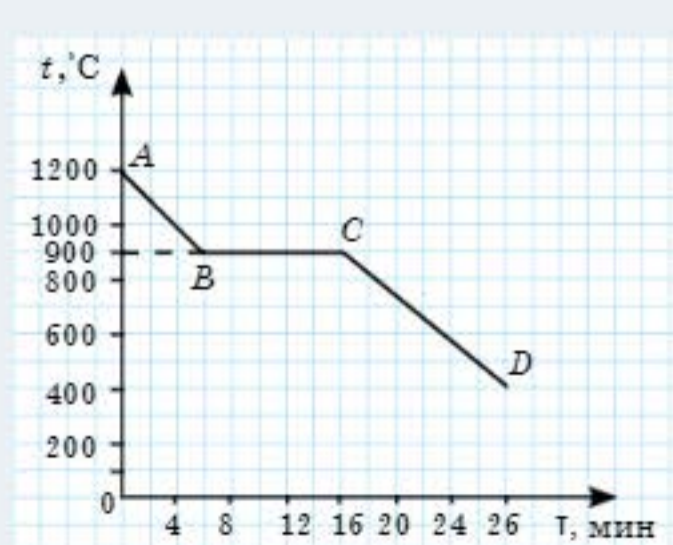


5-машқ

- *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? Уша жараёнлар пайтида молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси қандай ўзгаради?
- *3. Бошланғич ҳарорати 27°C құрғошин бўлаги 15 минутда 500°C ҳароратгача қиздирилди. Уша жараён графигини чизинг ва унинг ҳар бир қисмини тавсифланг.



10.5-расм



10.6-расм



1. Ташқарида 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 ўзлаштирдигиз?

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-§. Солиштирма эриш иссиқлиги



Таянч сўзлар:

- ✓ солиштирма эриш иссиқлиги

Бугунги дарсда:

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

Сиз эриш жараёни иссиқликни ютиш орқали амалга ошишини билиб олдингиз. Қаттиқ жисмга уни эритиш учун қанча миқдорда иссиқлик берилиши керак? Шунини 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 *солиштирма эриш иссиқлиги* деб аталувчи махсус катталиқ киритилган.

1 кг кристалл моддани эриш ҳароратида суюқликка айлантириш учун сарфланадиган иссиқлик миқдорига тенг физик катталиқ модданинг солиштирма эриш иссиқлиги деб аталади.

Солиштирма эриш иссиқлиги λ (лямбда) ҳарфи билан белгиланади. Модданинг эриши учун зарур бўлган иссиқлик миқдори солиштирма эриш иссиқлигига пропорционал бўлади:

$$Q \sim \lambda.$$

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

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

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

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

ХВ системасида солиштирма эриш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

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

Баъзи моддаларнинг солиштирма эриш иссиқлиги 10.1-жадвалда келтирилган.



1. Солиштирма 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? Жавобингизни 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 тахминан 150—200 мг га мўлжалланган бўлсин, ташқи стакан эса пластмасса бўлгани маъқул. Стаканлар ораси иссиқликдан яхши изоляцияланган бўлсин. Қопқоқни термометр кирадиган ҳолда тешинг.

Масала ечиш намуналары

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

<i>Берилган:</i>	ХБС	<i>Ечилиши.</i> Сув $Q_1 = c_c m_c (t_c - t)$ тенг иссиқлик миқдорини беради. Эриш жараёнида музнинг иссиқлик миқдори λm_{μ} тенг бўлади. У эриганда 0°C ҳароратли совуқ сувга айланади, уни иситиш учун $c_c m_{\mu} (t - t_{\mu})$ иссиқлик миқдори сарф қилинади. Бинобарин, музнинг оладиган иссиқлик миқдори:
$m_c = 500$ г	0,5 кг	
$t_c = 40^\circ\text{C}$		
$m_{\mu} = 200$ г	0,2 кг	
$t_{\mu} = 0^\circ\text{C}$		
$c_c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		
$\lambda = 333000 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$		$Q_2 = \lambda m_{\mu} + c_c m_{\mu} (t - t_{\mu})$.
$t = ?$		

Иссиқлик баланси тенгламасини тузамиз:

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

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

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

Жавоб: 6°C бўлганда ҳарорат қарор топади.



6-машқ

1. 1700 Ж иссиқлик миқдорини сарфлаб, 0°C ҳароратда олинган қанча музни эритиш мумкин?

(Жавоб: 5 г)

2. Эриш ҳароратида олинган 100 г қалайни эритиш учун қанча иссиқлик миқдори керак?

(Жавоб: 5900 Ж)

3. 0,5 кг массали кумушни 20°C ҳароратда эритиш учун қанча иссиқлик миқдори зарур?

(Жавоб: 152 кЖ)

4. Эриш ҳароратида олинган 2 кг мис қотганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори 3 кг қўрғошин (эриш ҳароратида) қотганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдоридан 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 чиққан 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: $4,26\text{ МЖ}$)

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

а) $m_1 = 2\text{ кг}$, $\lambda_2 = 175 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}$, $\lambda_1 = 321 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}$, $t_2 = t_{2\text{'}}$, $t_1 = t_{1\text{'}}$, $Q_1 = Q_2$, m_2 — ?

ә) $\lambda_1 = 321 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}$, $\lambda_2 = 175 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}$, $t_2 = t_{2\text{'}}$, $t_1 = t_{1\text{'}}$, $m_1 = 2m_2$; $\frac{Q_1}{Q_2}$ — ?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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

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

Суюқликнинг газ ҳолатига ўтиш жараёни буғ ҳосил бўлиш деб аталади.

Буге ҳосил бўлишининг икки тури мавжуд: буғланиш ва қайнаш.

Сиз буғланиш жараёнини 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 буге ҳосил бўлиш жараёни буғланиш деб аталади.

Буге ҳосил бўлиш қандай амалга ошишини кўриб чиқамиз. Сиз биласизки, суюқ моддаларнинг молекулалари узлуксиз хаотик ҳаракатда бўлади. Шунингдек, улар бир-бири билан ўзаро таъсирлашиб, тортишади. Алоҳида молекулалар тезлигининг сон қийматлари бир-биридан сезиларли фарқ қилади. Агар бирор бир “жадал” молекула суюқлик сиртига яқин бўлса, у қўшни молекулаларнинг тортишини енгиб, суюқликдан 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 буғланади* 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 тарк 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 қилади, ташқаридан эса иссиқлик берилмайди. Натижада буғланиш пайтида суюқликнинг ички энергияси камаяди, у совий бошлайди. Шунинг учун ҳам буғланаётган суюқликка 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 қуримайди. 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.

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

Учта бир хил япалоқ идишга кам миқдорда спирт, сув ва ўсимлик ёғини қуйинг. Бироз вақт ўтгандан 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.*



12.1-расм

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 чиққан молекулалар бироз вақт унинг сирти яқинида бўлади, улар суюқликдан учиб чиққан 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 газсимон ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтишида иштирок этади.

Модданинг газсимон 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 томчиларидир, улар хона ҳароратида буғ совиётганда ҳосил бўлади. Яъни биз конденсацияланган сувнинг жуда майда томчиларини кўрамиз. Сув буғи — сувнинг шаффоф, газсимон ҳолати, у кўзга кўринмайди. Сизга маълумки, туман ҳам ўша булут 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 булутлар 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 газсимон ҳолатга ўтиши мумкин. Бу ҳодиса сублимация деб аталади. Сублимацияда ҳам энергия



12.2-рәсм

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

Газсимон ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтадиган тескари жараён десублимация деб аталади. Масалан, қаҳратон кунда дераза ойнасида муз нақшининг пайдо бўлиши, ер сиртида ва дарахт шохларида 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 молекуланинг бир қисми қайтиб суюқликка тушади.

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



а) тўйинган буғ б) тўйинмаган буғ

12.3-рәсм

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 чиққан молекулалар сони ана шу вақт ичида унга қайтиб тушадиган молекулалар сонига тенг бўлади. *Ўз суюқлиги билан динамик мувозанатда бўлган буғ тўйинган буғ* деб аталади.

Ўз суюқлиги билан динамик мувозатда бўлмайдиган буғ тўйинмаган буғ 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 буғ тўйинган буғ деб аталади? Тўйинмаган буғ нима?
10. Тўйинган буғ босими қандай катталikka боғлиқ?



Табиатда сув айланишини тавсифланг. Ердаги ҳаёт учун қандай аҳамиятга эга? Такдимот 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. Солиштирма буғланиш иссиқлиги. Қайнаш ҳароратининг ички босимга боғлиқлиги



Таянч сўзлар:

- ✓ қайнаш
- ✓ қайнаш ҳарорати
- ✓ солиштирма буғланиш иссиқлиги

Бугунги дарсда:

- суюқликнинг қайнаш жараёни, солиштирма буғланиш иссиқлиги тушунчаси билан танишасиз;
- буғланиш пайтида иссиқлик миқдорини аниқлашни ўрганасиз;
- қайнаш ҳароратининг ташқи босимга боғлиқлигини аниқлайсиз.



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



Шаффоф 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 кўрамыз. Улар ичида сув буғи ҳам бор. Сув қайнатилганда пуфакчалар ичида тўйинган буғ босими ошади ва пуфакчалар катталаша бошлайди. 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 ичидаги 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 ичидаги босим ҳам ортаверади, у ташқи босимдан катта бўлганда пуфакча ёрилади.

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



13.1-расм

Сувнинг бутун ҳажми бўйича жадал равишда содир бўладиган бу ҳосил бўлиш 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.

Ҳар турли суюқликнинг қайнаш ҳарорати турлича бўлади. У ташқи босимга боғлиқ. Босим ортган сари қайнаш ҳарорати ҳам ортади. Одатда, жадвалларда суюқликнинг нормал атмосфера босимидаги қайнаш ҳарорати кўрсатилади. Ер сиртининг турли ҳудудларида атмосфера босими нормал босимдан биров фарқ қилади, 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 тўхтайдди. Қайнаш жараёнини ушлаб туриш учун муттасил иссиқлик берилиб турилиши керак, яъни суюқликнинг қайнаши энергия ютиш орқали амалга ошади. Суюқликни бугга айлантириш учун зарур иссиқлик миқдори суюқлик турига ва унинг массасига боғлиқ.

1 кг суюқликни батамом бугга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорига тенг физик катталиқ солиштирма буғланиш иссиқлиги деб аталади.

Таърифга кўра солиштирма буғланиш иссиқлиги қуйидагича бундай ифодаланади:

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

бу ерда r — солиштирма буғланиш иссиқлиги, m — суюқлик массаси, Q — суюқликни бугга айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори.

ХБ системасида солиштирма буғланиш иссиқлигининг ўлчов бирлиги:

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

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

13.1-жадвал

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

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

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

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

БУ ҚИЗИҚ!

Сиз қайнаш қарорати модданинг турига ва ташқи мухит шароитига боғлиқлигини, масалан, босимга боғлиқ эканини биласиз. Қайнаш қароратини аниқловчи яна бир омил бор. Идишда қайнаётган сувни диққат билан кузатиб, дастлабки пуфакчалар идишнинг ғадир-будир жойларида ва сув ичидаги бегона майда заррачалар атрофида пайдо бўлишини кузатиш мумкин.

Деворлари силлиқ идишга яхшилаб тозаланган сувни қуйиб 100°C қароратгача 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 қароратида сувни идишнинг ярмигача қуйиб, 13.2-расмда кўрсатилгандек вакуумли насос қалпоқчаси остига қўямиз. Насос ёрдамида ҳавони сўриб оламиз ва кузатамиз. Босим атмосфера босимининг 0,04 қисмигача камайганда сув қайнай бошлайди.



13.2-расм



1. Қандай жараён суюқликнинг қайнаши деб аталади?
2. Қайнаш қарорати нима?
3. Иссиқлик узлуксиз берилса ҳам қайнаб турган суюқликнинг қарорати нима учун ўзгармайди?
4. Қайнаш қарорати нимага боғлиқ?
5. Солиштирама буғланиш иссиқлигига изоҳ беринг.
6. Буғланиш ва қайнаш жараёнларининг фарқи нимада? Уларнинг қандай умумий тавсифлари мавжуд?
7. Қайнаш қароратида олинган суюқликни буғга айлантатириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини қандай формула билан ҳисоблаш мумкин?

Масала ечиш намуналари

Қарорати 20°C бўлган 2 кг сувни тамомила буғга айлантатириш учун қанча иссиқлик миқдори зарур?

Берилган:	ХБС
$m = 2 \text{ кг}$	
$t_1 = 20^\circ\text{C}$	
$t_2 = 100^\circ\text{C}$	
$c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$r = 2,25 \frac{\text{МЖ}}{\text{кг}}$	$2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$
$Q = ?$	

Ечилиши. Буғланиш сув қайнаган вақтда амалга ошади, шунинг учун аввал уни қайнаш қароратигача иситиш керак. Бунинг учун $Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ иссиқлик миқдори керак. 100°C сувни буғга айлантатириш 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 айлантриш учун қанча иссиқлик миқдори керак?
(Жавоб: 2,56 МЖ)
2. Қайнаш ҳароратидаги сувни буғга айлантриш учун $Q = 10 \text{ МЖ}$ иссиқлик миқдори талаб қилинади. Бу сувнинг массаси қандай?
(Жавоб: 4,4 кг)
3. Ҳарорати 78°C спиртни батамом буғга айлантриш учун 4,3 МЖ иссиқлик миқдори керак. Спиртнинг массаси қандай?
(Жавоб: 5 кг)
4. 30°C ҳароратли сувни тамомила буғга айлантриш учун 250 Ж иссиқлик миқдори керак. Сувнинг массаси қандай?
(Жавоб: 0,1 г)
5. $Q = 1000 \text{ Ж}$ иссиқлик миқдори сарфлаб, ҳарорати $t = 20^\circ\text{C}$ бўлган сувнинг қандай массасини буғга айлантриш мумкин?
(Жавоб: 0,38 г)
6. Ҳарорати 0°C , массаси 2 кг музни батамом буғга айлантриш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини аниқланг.
(Жавоб: 6 МЖ)
7. 0°C ҳароратда олинган 2 кг музни батамом эритиб, буғга айлантриб юбориш учун қанча керосин ёқиш керак? Керосин ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори батамом музга (сувга) берилади деб ҳисобланг.
(Жавоб: 0,14 кг)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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?

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 катталиқ ана шу *модданинг солиштирма эриш иссиқлиги* деб аталади.

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

$$Q = \lambda t.$$

Суюқлик сиртида эркин буг ҳосил бўлиш жараёни бугланиш деб аталади.

Суюқликнинг газ ҳолатига ўтиш жараёни буг ҳосил бўлиш деб аталади.

Бугнинг суюқликка айланиш ҳодисаси *конденсация* деб аталади.

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

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

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

Суюқликни бугга айлантириш учун зарур иссиқлик миқдори:

$$Q = r t.$$

Термодинамика асослари

3 - БОБ

Кундалик ҳаётда биз автомобиллар, мотоцикллар, учоқлар, поездлар ва ҳ. к. транспорт воситаларидан кўп фойдаланамиз.

Улар қандай ишлайди? Қандай энергиядан фойдаланади?

Ушбу машиналарнинг ҳаракатлантиргич (двигател)лари атроф-муҳитга қандай таъсир кўрсатади?



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

Иссиқлик машиналарида қандай энергиядан фойдаланилади?

Машиналар энергияни ишга қандай айлантиради?



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

Ҳозирги жамият ушбу долзарб муаммо билан қандай курашиши мумкин?



3

14-§. Термодинамиканың биринчи қонуни. Газның ва бұғның иши



Таянч сўзлар:

- ✓ ички энергия
- ✓ газның иши
- ✓ иссиқлик миқдори

Бугунги дарсда:

- газның ишини ҳисоблашни, термодинамиканың биринчи қонундан фойдаланишни ва тушунтиришни ўрганасиз.



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

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

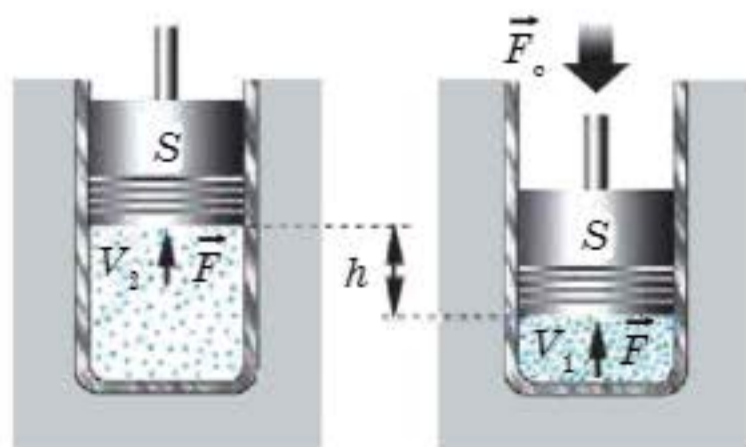
бу ерде E_k — кинетик энергия, E_p — потенциал энергия. Ички энергия жисмның ички ҳолатига боғлиқ.



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

Жисм (газ)ның ички энергиясини ўзгартиришның иккита усули бор: иссиқлик узатиш ва механик ишлаш орқали. Биринчи ҳолда жисм (газ) ҳароратини ўзгартириш, яъни жисмни (газни) иситиш ёки совутиш орқали ички энергия ўзгартирилади. Иккинчи ҳолда газни сиқиш орқали молекулар орасидаги масофа ўзгартирилади. Биринчи ҳолда жисмга (газга) иссиқлик миқдори Q деб аталувчи энергия берилади. Бу энергияни жисм (газ) иссиқлик алмашилиш жараёнида олади ёки беради. Иккинчи ҳолда жисм (газ)ни сиқиш 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 сиқишда бажариладиган ташқи кучларның иши.

Жисм бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтганда ички энергияның ўзгарши ташқи кучларның иши ва унга берилган иссиқлик миқдорининг йиғиндисига тенг ва у бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш усулига боғлиқ эмас.

(14.2) ифода жисм (газнинг) ички энергиясини қандай ўзгартириш мумкинлигини кўрсатади.

Сиқилиш пайтида ташқи кучларнинг бажарган иши, масалан, газнинг A' иши ҳар доим тескари ишора билан олинган газнинг ўзининг ишига тенг 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 ўзгаршига ва газ ишининг йиғиндисига 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 мумкин эмаслиги келиб чиқади. Дарҳақиқат, газнинг ички энергияси захираси тугаганда ҳаракатлантиргич ишлашдан тўхтайдди. Демак, абадий ҳаракатлантиргич яратиш мумкин эмас. *Ички энергия жисм ҳолатини тавсифловчи функциядир. Иш ва иссиқлик миқдори у ёки бу жараёнга ўтши натижасида ички энергиянинг ўзгаршини тавсифлайди.*

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

Колбага озгина сув қуйиб, уни тиқин билан маҳкам беркитиб, сувни қайнаш ҳароратигача иситамиз. Бунинг босими колба тиқинини учириб юборади (14.2-расм).

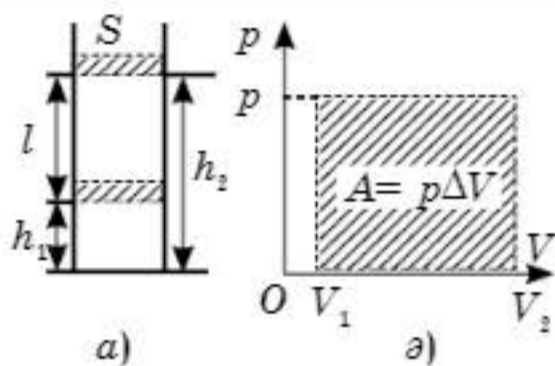


14.2-расм



- Тажрибада сув буғининг ички энергияси қандай ўзгаради?
- Тажрибада сув буғининг ички энергияси қандай усулда ўзгартирилди?
- Нима учун тиқин отилиб кетди.
- Ички энергия ўзгаришининг олинган иссиқлик миқдорига боғлиқлиги ҳақида нима дейиш мумкин?
- Газ ишни ниманинг ҳисобига бажарди?

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



14.3-рәсм

Цилиндирда 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 поршенни 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 буг ишни фақат ҳажм ўзгаргангандагина бажара олади. Газ кенгайиб мусбат иш бажаради: $\Delta V > 0$. Дастлаб 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 қиладиган 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 сақланиш қонуни ўринлими?
9. Тош сувга ағдарилганда энергиянинг сақланиш қонуни ўринлими?
10. Поршенли цилиндр ичига спиртга ботирилган пахта солиб, поршенни 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 м³ дан 500 л гача ўзгармас босимда кенгайганда 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 ўзлаштирдигиз?

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

**15-§. Иссиқлик 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 сақланиш қонунидир. У система олган Q иссиқлик миқдори билан ички энергиянинг ΔU ўзгаришини ва газ бажарган A ишни ўзаро боғлайди:

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

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 равишда T_1 ва T_2 бўлган иккита жисм бир-бирига теккизилса, иссиқроқ жисм энергиясининг бир қисми совуқроқ жисмга ўтади. Натижада бир оз вақт ўтгандан кейин иссиқлик мувозанати қарор топади. Аксинча, иссиқлик совуқроқ жисмдан иссиқроқ жисмга тўлиқ энергия сақланган ҳолда ўтса ҳам, термодинамиканинг биринчи қонуни бузилмайди. Бироқ тажриба иссиқлик жараёнлари фақат битта йўналишда, яъни иссиқлик иссиқроқ жисмдан совуқроқ 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 тўғри йўналишида ўтиши ва айнан шу кетма-кетликда тесқари йўналишида 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 аралашуви жараёни каби ҳодисалар натижасида қайтмас жараён ҳисобланади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни *қайтар жараёнлар билан қайтмас жараёнларни* ажрата олмайди. Бу қонун термодинамик жараёнда муайян энергетик баланснинг сақланишини талаб қилади 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 тақиб қўйган ҳолда яқин ясайди. Термодинамиканинг иккинчи қонунининг бир неча таърифи мавжуд.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни Клаузиус таърифи: иссиқлик юқори ҳароратли жисмдан ҳарорати пастроқ жисмга ўз-ўзидан узатилмайди.

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

Бундай жараён мумкин бўлган хаёлий иссиқлик машинаси *абдий ҳаракатлантиргич* деб аталади. Бундай машина бирор бир модданинг, масалан, океаннинг ички энергиясини тамомла ишга айлантирар эди. Ер юзидаги океан сувининг массаси тахминан 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 абдий ҳаракатлантиргич инсоният учун термодинамиканинг биринчи қонуни тақиб қўйган биринчи тур абдий ҳаракатлантиргичга нисбатан муҳимроқ бўлар эди.



1. Қайтар, қайтмас жараёнларнинг фарқи нимада?
2. Термодинамиканың еккинчи қонуни нимани тавсифлайди?
- 3. Иссиқлик ҳаракатлантиргичларида океанның 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 ўзлаштирдигиз?

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

16-§. Иссиқлик ҳаракатлантиргичлари ва уларнинг фойдали иш коэффициентини (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 йўллариини таклиф қилишни;
- иссиқлик машиналарининг атропо-муҳит экологик ҳолатига таъсирини баҳолашни ўрганаंसиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ иссиқлик машинаси
- ✓ ишчи жисм
- ✓ иситгич
- ✓ совиткич
- ✓ иссиқлик ҳаракатлантиргичи
- ✓ буғ турбинаси
- ✓ иссиқлик машинасининг ФИК
- ✓ буғхона эффекти
- ✓ 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 чарх-палаги каби механик ҳаракатлантиргичиларни ихтиро қилганлар.

Сув чархпалаги ерни суғоришда 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 йўллари қидира бошладилар.

Ёқилғи ички энергиясини механик ишга айлантирувчи 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 таъйинларининг 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 алмашилиши содир бўлиши керак.

Ушбу саволга жавоб бериб, қуйидагича хулосага 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-рәсм

Ҳар қандай иссиқлик ҳаракатлантиргичлари ички энергияни батамом фойдали ишга айлантира олмайди.



- 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 алантирган.

Ҳар қандай иссиқлик ҳаракатлантиргичида иситкич ишчи жисмига Q_1 иссиқлик миқдори берилиб, унинг ички энергияси орттирилади. Ишчи жисм иш бажариш жараёнида энергиянинг бир қисмини машина деталларининг қизишига, ишқаланишни бартараф этишга сарфлаб атроф-муҳитга узатади (одатда, иссиқликни Q_2 совиткич олди деб айтишади).

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

Машинанинг фойдали иш коэффициенти деб олинган Q_1 энергиянинг қандай қисми фойдали ишга сарфланганини кўрсатувчи физик катталиқка айтилади. 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

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

Иссиқлик машиналарининг тузилиши муттасил мукамаллаштирилиб турилади. Иссиқлик машинасининг ривожланиш тарихига назар ташласак, машиналар тузилишининг такомиллаштирилиши ёқилғининг янги турларидан фойдаланиш ФИК қийматини дастлабки моделларига қараганда етарли даражада юқори қийматга етказган. Замонавий буг машиналарининг ФИК 30—40%, ички ёнув ҳаракатлантиргичларида 30—35%, дизелли ҳаракатлантиргичларда 35—42%га етди. Кўриниб турибдики, барча иссиқлик ҳаракатлантиргичларининг ФИК юқори эмас, ҳатто 50%га ҳам етмайди. Бу ёқилғи энергиясининг деярли ярмидан кўпроғи бекорга сарфланишини кўрсатади. Шунинг учун ҳам олимлар олдида иссиқлик ҳаракатлантиргичларининг ФИК орттириш муаммоси кўндаланг турибди.



■ Иссиқлик двигателларини такомиллаштириш, ФИКни ошириш бўйича ўз фикрингизни таклиф қилинг.

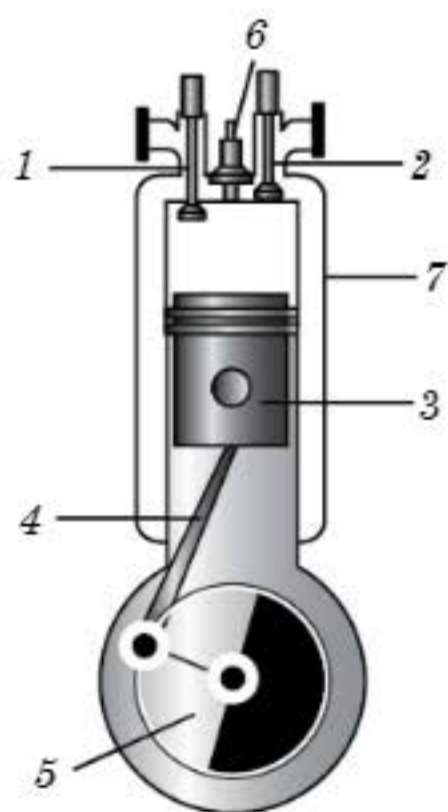
Француз физиги Сади Карно назарий жиҳатдан ФИК энг юқори қийматга эга бўладиган идеал иссиқлик машинасини яратди. У идеал иссиқлик машинасининг ФИКни

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

ёки

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

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

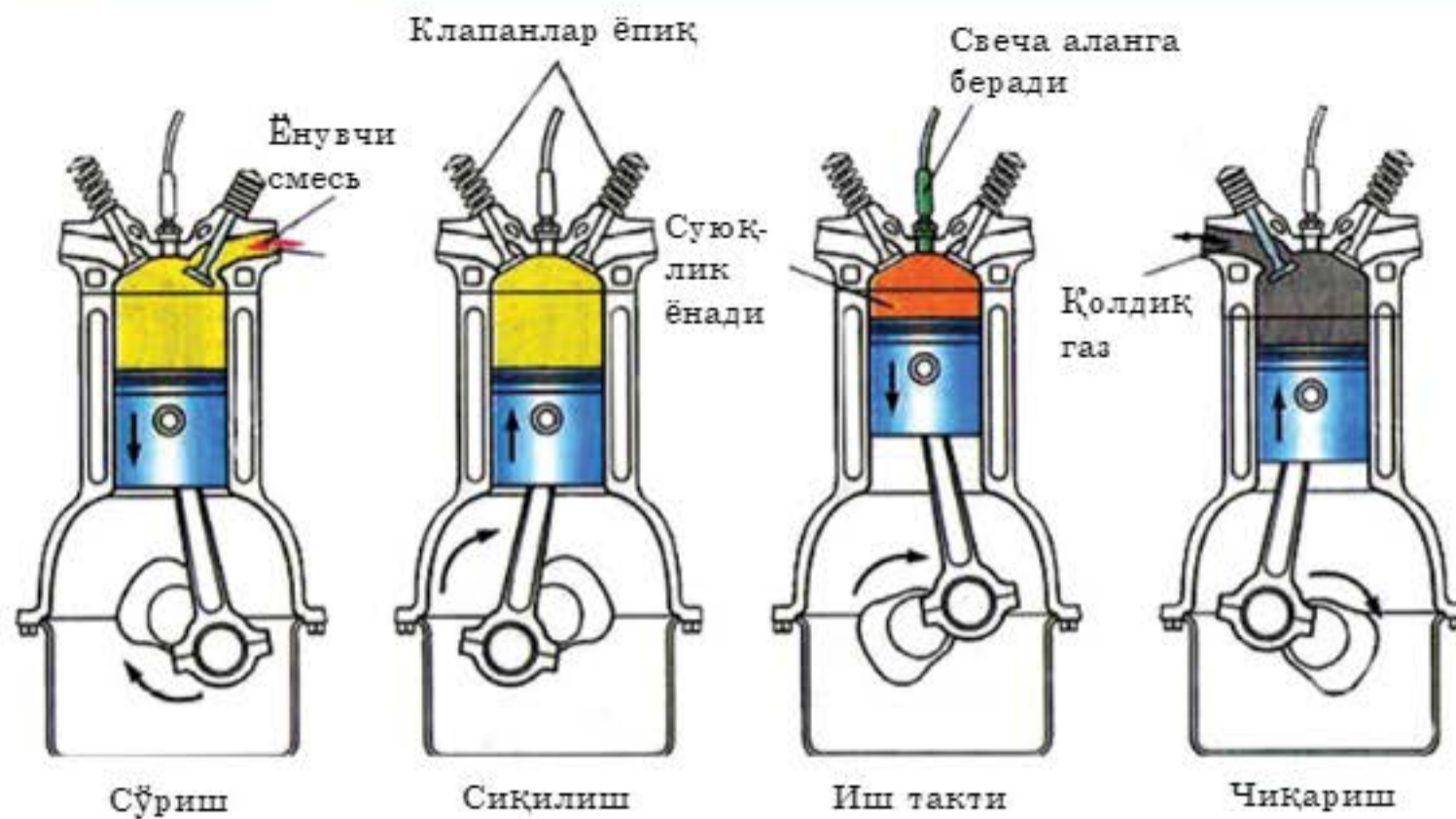


16.3-расм

Ички ёнув ҳаракатлантиргичи (ИЁҲ). Ички ёнув ҳаракатлантиргичларининг кенг тарқалган тури — тўрт тактли ички ёнув ҳаракатлантиргичидир. Ўша двигателнинг 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 такт — киритиш (сўриш). У поршень юқorigи четки вазиятда бўлганда бошланади. Поршень пастга қараб юриб киритиш клапанини очади ва цилиндрга ёқилғи ва ҳаво аралашмаси киради.

Ҳаракатлантиргичининг иккинчи такти — сиқиш, поршень энг қуйи нуқтага етгандан сўнг юқorigа қараб юради, цилиндрга сўриб олинган



16.4-рәсм

ёқилғи ва ھاво аралашмәсини сиқади. Ёқилғи-ھاво аралашмәси камера Һажмигәча сиқилади. Бу ёниш камерәси қандай ишлайди? Поршеннинг юқори қисмининг энг юқори нүктәси ва цилиндрнинг юқори қисми орасидаги бўшлиқ *ёниш камерәси* деб аталади. Клапан қанча зич ёпилса, ёқилғи-ھاво аралашмәси Һам шунча яхши сиқилади.

Учинчи такт — иш такти. Тактнинг иш такти деб аталиши бежиз эмәс. Чунки у автомобилни Һарәкатланишга мажбур қилади. Ушбу такт мобайнида цилиндрда ёқилғи-ھاво аралашмәсининг сиқилиши нәтижәсида ёниш камерәсида ёниш системәси ишга тушиб свеча аланга беради ва ёқилғи тез ёниб кетади.

Ёқилғи ёнгандан кейин унинг Һажми кескин кенгайиб, поршенни пәстгә итаради. Клапан аввалги тактдаги каби ёпиқ туради.

Ҳарәкатлантиргичининг тўртинчи такти — чиқариш: иш тактдан кейин поршень энг пәстки нүқтага етганда чиқариш клапани очилади. Поршень юқорига қараб юриб чиқариш клапани орқали қолдиқ газларни (ёниш қолдиғи) ташқарига чиқаради. Клапаннинг тўғри ва аниқ ишлаши цилиндрдаги сиқилиш ва ёниш қолдиқларини ташқарига тўлиқ чиқаришни тартибга солади.

Тўртинчи тактдан кейин биринчи такт бошланади. Жараён даврий равишда такрорланади.



- Ички ёнув двигатели ишидаги барча тўртта такт ниманинг Һисобига амалга оширилади? Сўриш, сиқиш, чиқариш тактиларида поршенни юқорига, пәстгә қараб юришга нима мажбур қилади

Иш тактида олинган барча энергия автомобилнинг Һарәкатланишига сарфланмайди. Энергиянинг бир қисми салмоқли гилдирак (маховик) нинг айланишига сарфланади. У инерция бўйича тирсакли вални Һарәкатга келтириб “ишсиз” юриш пайтида поршенни Һарәкатга келтиради.

БУ ҚИЗИҚ!

Қарийб 200 минг йил аввал Ерда 1 млн. инсон яшаган. Ҳозирги кунда 6 млрд одам яшамоқда. Улардан 4 млрд га яқини шаҳарда яшайди. Ёқилғи ва энергия истеъмоли кескин ортди. Охирги 100 йилда аҳоли жон бошига ҳисоблаганда ишлаб чиқариладиган энергия тахминан 20 марта ортди. Шу билан бирга, турли ёқилғи ёнганда ажралиб чиқадиган заҳарли газ қолдиқлари ҳам ортмоқда. Бу ёниш қолдиқлари ер атмосферасига, ўсимликлар олами, ҳайвонот дунёсига салбий таъсир кўрсатмоқда. Унинг оқибатида экологик муаммолар вужудга келмоқда.



- Сайёрамиздаги қандай экологик муаммолар ҳақида эшитгансиз ёки бошқа дарсларда таҳлил қилгансиз? Яшаш жойингизда қандай экологик муаммолар мавжуд?

Иссиқлик машиналаридан фойдаланганда атроф-муҳитнинг ифлосланиши бўйича саволлар туғилади. Биринчидан, ёқилғи ёнганда атмосферадаги кислороддан фойдаланилади. Натижада ҳаводаги кислород аста-секин камаяди.

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

Учинчидан, кўмир 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 руҳ 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 йўллари



16.5-рәсм

бири автомобилларда дизелли двигателлардан фойдаланишдир. Бундай ёқилғига қўрғошин бирикмалари қўшилмайди. Ҳозирги пайтда электр ҳаракатлантиргичлардан фойдаланиш амалга оширилмоқда. Уни аккумулятор таъминлайди. Шунингдек, ёқилғи сифатида водороддан фойдаланиладиган ҳаракатлантиргичлар ишлаб чиқарилиши ўрганилмоқда. Водородли ҳаракатлантиргичларда водород ёнганда сув ҳосил бўлади. Лекин бу ерда ҳам техник муаммолар туғилади. Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ташкилотлари дунё аҳлини огоҳлантирмоқда. Шунинг учун атроф-муҳитни ёқилғи қолдиқларидан муҳофаза қилиш усуллари ривожлантиришга ва энергиянинг янги муқобил манбаларини яратишга эътиборни кучайтириш асосий мақсад ҳисобланади.

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



16.6-рәсм



1. Инсоният энергияни бир турдан иккинчи турга айлантиришни ва ундан оқилона фойдаланишни ўргандими?
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 орттириш мумкин?
- * 6. Иситкичнинг ҳароратини ўзгартирмай, совиткич ҳарорати камайтирилса, иссиқлик машинасининг ФИК қандай ўзгаради?
- * 7. Иситкичнинг ҳароратини ўзгартирмай, совиткич ҳароратини қандай қилиб 2 марта камайтириш 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 намуналары

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

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

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

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.

$$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{300 \text{ К}}{1 - 0,4} = 500 \text{ К}.$$

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% бұлган иссиқлик машинасининг ишчи жисми 5 кЖ иссиқлик олди. Совиткичга қанча миқдорда иссиқлик берилган? Иситкичнинг ҳарорати 477°С бұлса, совиткичнинг ҳарорати қандай?

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

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

(Жавоб: 150°С)

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

(Жавоб: 12 кЖ)

- **4.** Битта давр ичида иссиқлик машинаси совиткичга 60 Ж миқдорда иссиқлик беради. Агар машинаинг ФИК 20% бўлса, у 5 циклда 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 миқдорининг 80%ини совиткичга беради. Иситкичдан олинган иссиқлик миқдори 1,5 кЖ. Циклнинг ФИКни топинг.
(Жавоб: 20%)
- **7.** Карно цикли бўйича ишлайдиган иссиқлик машинасининг бир циклда бажарган иши 73,5 кЖ. Иситкичнинг ҳарорати 0°C, жисмнинг ҳарорати 0°C. Ҳақда цикл ичида совиткичга берилган иссиқлик миқдорини топинг.
(Жавоб: ≈ 201 кЖ)
- **8.** Ички ёнув двигатели 8 соат ишлаганда 2 л бензин сарфласа, унинг қуввати қандай? Ҳаракатлангичнинг 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 ўзлаштирдигиз?

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

Термодинамика асослари

Ҳар қандай жисм ички энергияга эга. U 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 Клаузиус таърифи: иссиқлик ҳарорати юқорироқ жисмдан ҳарорати пастроқ жисмга ўз-ўзидан узатилади.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни Кельвин таърифи: таъсири даврий равишда 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.

Электростатика асослари

4 -БОБ

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 қуйиб олинганда ёки унга бензин қуйилганда машина ерга уланади?



Замонавий жамиятни электр ёруғлигисиз тасаввур қилиш қийин. Ойнаижаҳон, 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 ҳаракатлантиргичлар ишлайди. Электр чироқлари ёнади ва бошқа электр асбоблари ишлайди.

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



17-§. Электр заряди. Жисмларнинг электрланиши

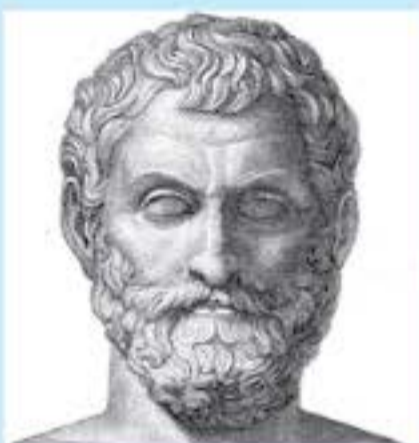


Таянч сўзлар:

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

Бугинги дарсда:

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



Фалес
(мил. ав. 640—550)

БУ ҚИЗИҚ!

Афсонага суйансак, қадимги юнон файласуфи Фалес Милетскийнинг қизи қаҳрабо урчиқ билан жун йигирган экан. Бир куни урчиқни сувга тушириб юборади. Сувга тушган урчиқни артаётиб унинг учига жун ёпишиб қолганига эътибор берган қиз уни урчиқ хўл бўлгани учун деб ўйлайди. 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 энгил моддаларни ҳам ўзига тортади. Узоқ йиллар мобайнида бу хосса фақат қаҳрабогагина хос деб ҳисобланган. Юнонча “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 хулоса чиқаринг.

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

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

Жисмларнинг бошқа моддаларни ўзига тортиш 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 қоғоз парчасига яқинлаштирсак, таёқчага қоғоз тортила бошлайди (17.1-расм). Агар таёқча билан электрланган ўша қоғозларга 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 қоғоз 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 бўлишга* ишонч ҳосил қилдик.



17.1-расм



17.2-расм



а)



б)

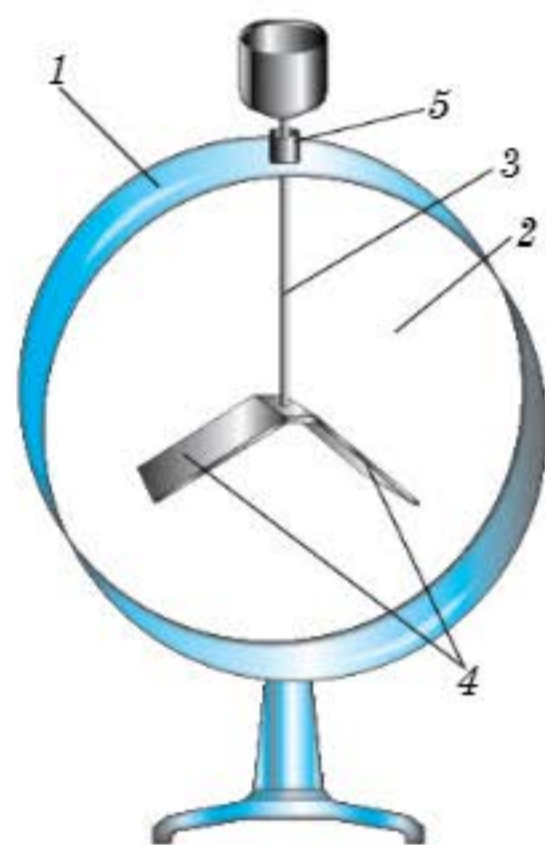


в)

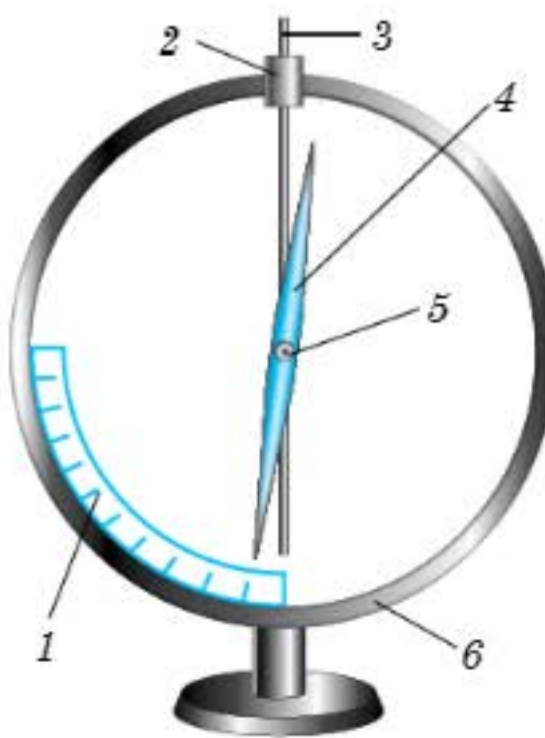
17.3-расм



17.4-рәсм



17.5-рәсм



17.6-рәсм

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

Электр заряди деб электр ўзаро таъсир жадаллигини тавсифловчи физик катталikka 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 шишали электр ва смолали электр деб атади. Шишали электрланган жисм шиша билан электрланган барча жисмлардан итарилади ва смола билан электрланган жисмларни ўзига тортади деб тушунтирди. 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-рәсм).

Электр заряди q ҳарфи билан белгиланади. 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 ўзаро 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 тортилади.*

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

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

Металл стерженга осон ҳаракатланувчи (4) япроқча маҳкамланган. Таёқча корпусдан доира шаклидаги (5) тиқин билан ажратилган. Таёқчанинг юқори учига ичи бўш металл шар (кондуктор) жойлаштирилган. Агар кондукторга зарядланган жисм текказилса, унинг япроқчалари бир-биридан итарилади. Жисм заряди ортган сари улар бир-биридан кучлироқ итарилади. Лекин электроскоп ёрдамида зарядларнинг ишорасини аниқлаш мумкин эмас.

Электроскопнинг электрометр деган тури бор (17.6-расм). Унда металл таёқчага (3) япроқчалар ўрнига кўрсаткич (4) маҳкамланади ва кўрсаткич ўз ўқи (5) атрофида айланади. Таёқча (6) корпусдан пластмасса тиқин билан (2) ажратилган. Зарядларнинг миқдори шкала (1) бўйлаб кўрсаткичнинг оғиш бурчаги бўйича топилади.

Заряд фақат ишқаланиш натижасидагина эмас, балки зарядланган жисмлар зарядланмаган жисмларга текказилганда ҳам пайдо бўлади. Агар зарядланган таёқча зарядланган шарчага текказилса, ушбу жисмлар текказилгандан сўнг шарда заряд пайдо бўлади, яъни шар зарядланади (17.7-расм). Демак, *заряд бўлиши хоссасига ҳам эга экан.*

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

Демак, биз зарядланган жисмни зарядланмаган жисмга яқинлаштирсак, 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 Франклин (1706—1790)

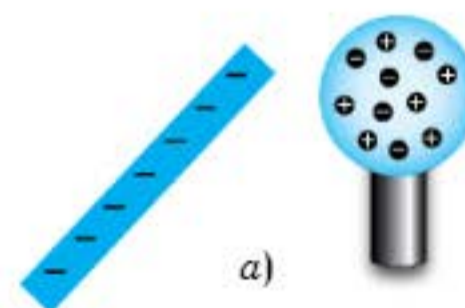
+++++



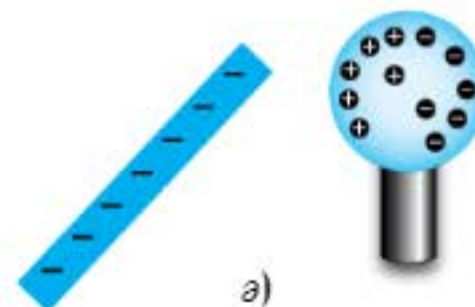
+ + + +



17.7-расм

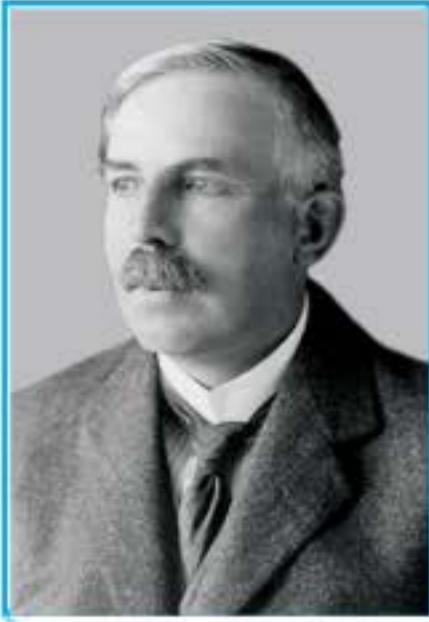


а)

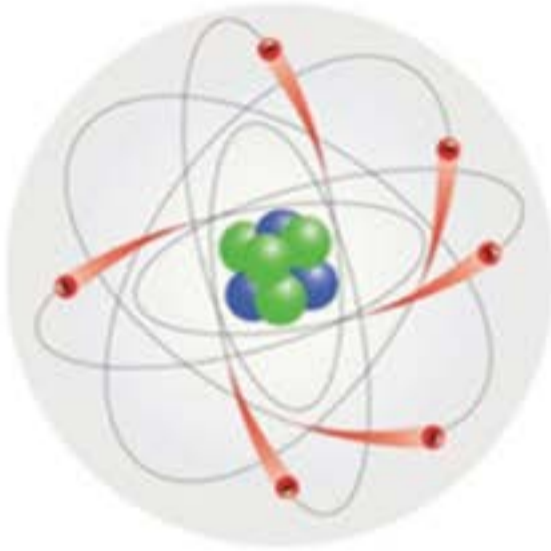


б)

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 суянган ҳолда кўплаб ҳодисаларга изоҳ берилди, изоҳсиз қолган ҳодисалар эса ундан ҳам кўп бўлди.

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

Барча электр заряди энг кичик электр зарядга қаррали бўлади. *Энг кичик электр заряд элементар заряд деб аталади. Мусбат элементар зарядга эга зарра протон деб аталади. Протонга модули жиҳатидан тенг 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 қарралидир:

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

Заряднинг бўлиниш хоссаси энди тушунарли бўлди. *Заряднинг бўлиниши ва элементар зарядга қарраланиши 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).

Ўдда тутинг!

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

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

кучларнинг мавжудлиги туфайли стабилдир. 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 тенг. Шунинг учун манфий зарядлар йиғиндиси мусбат зарядлар йиғиндисини тенглаштиради. Натижада атомнинг заряди нейтрал бўлади. Турли моддаларнинг атомлари атофидаги электронларни катталиги жиҳатдан турлича бўлган кучлар билан ушлаб туради.



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

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 равишда 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 қилади.

Замонавий автомобиль заводларида автомобиль кузовлари махсус камераларда бўялади. Ушбу камераларда бўёқ пуркалади ва манфий зарядланади. Сўнгра пуркалган бўёқ автомобилнинг 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. Дастлаб 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 фотобарабанда тасвир чизилади. Сўнгра контейнердан барабанга майда қуруқ бўёқ (тонер) пуркалади. У барабаннинг мусбат зарядланган жойларига ёпишиб, расм, ҳарф тасвирини чизади. Махсус механизм ёрдамида барабанга қоғоз берилади. Қоғоз ҳаракатланиш натижасида манфий зарядланади. Қоғоз билан фотобарабан бир-бирига тегиб туриб, мусбат зарядлан-



17.10-расм

ган бұёқ зарралари манфий зарядланган қоғозга тортилиб, қоғозда из қолдиради. Кейин қоғоз иссиқ роликдан ўтиб, шу ерда бұёқ зарралари қоғозга 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 чанглари тортиб, натижада газлама ифлос бўлади.

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



1. а) 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 қоғоз ёрдамида жисмнинг электрланганлигини 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. Қуруқ хонада шиширилган шарни мўйнага ишқалаб, дераза ойнасига яқинлаштиринг. Нимани кузатдингиз? Жавобингизни тушунтиринг.
2. Бир бўлак пахта олинг. Пластмасса тароқни электрлаб, пахтага яқинлаштиринг. Пахта тароққа тортилади. Тароқни кескин тортиб пахтадан ажратинг ва уни қайтадан пахта тагига яқинлаштиринг. У ҳолда пахта аввал тароққа 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



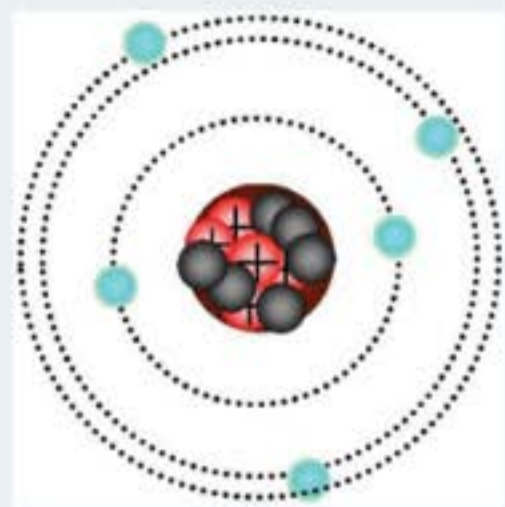
17.12-расм

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



17.13-расм

- 3. Чап томондаги шарда қандай заряд бор (17.13-расм)? Нима учун?
- 4. 17.14-расмда қандай кимёвий элемент тасвирланган? 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 қуруқ қоғозга ишқалаб электрланг. Тажриба орқали чизғичнинг электрланганлигини 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?



17.14-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

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

18-§. Электр зарядининг сақланиш қонуни. Кулон қонуни



Таянч сўзлар:

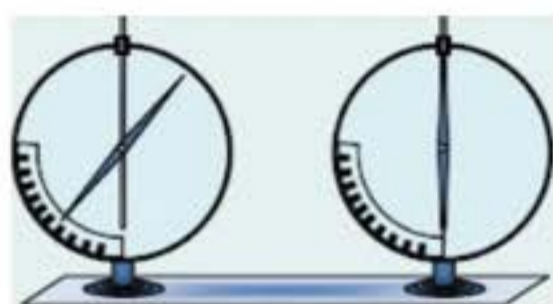
- ✓ заряднинг сақланиш қонуни
- ✓ Кулон қонуни
- ✓ айланма тарози

Бугинги дарсда:

- заряднинг сақланиш қонунини ва Кулон қонунини қўллашни ўрганасиз.



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

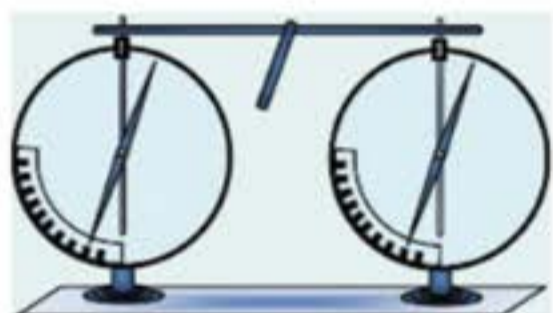


18.1-расм

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

Буни тажрибада текширамыз. Иккита электрометр олиб, улардан бирини зарядлаймыз (18.1-расм).

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



18.2-расм

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

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

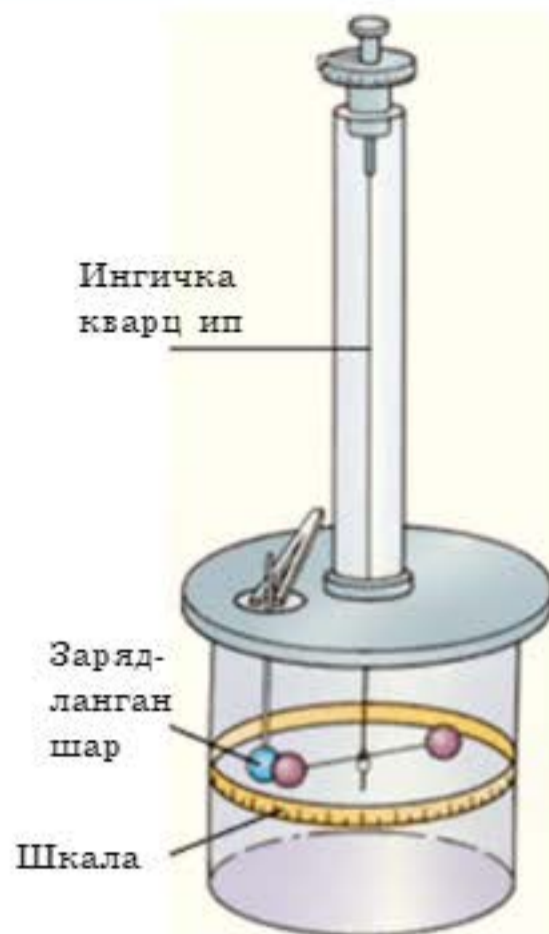
Ёпиқ системадаги жисмлар фақат бир-бири билан заряд алмашади. Ушбу системага нисбатан бошқа жисмлар билан (улар ташқи жисмлар ёки ташқи системалар деб аталади) заряд алмашмайди.

Иккинчи хулоса: *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 ўрганган. Кулон ўз тажрибаларида зарядланган металл шарларнинг ўзаро тортишиш

ва итарилиш кучларининг 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 аниқлаш имкони бўлмаган. Шунинг учун у вазиятдан чиқишнинг қуйидагича йўлини топган: агар зарядланган металл шар айнан шундай, бироқ зарядланмаган металл шарга текказилса, зарядланган шарнинг заряди ўзаро тенг тақсимланади. 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 буралишни тўхтатган пайтда, ипнинг таранглашиш кучи электр ўзаро таъсир кучига тенглашиб мувозанатлашади. Кулон электр ўзаро таъсир кучини кварцдан ясалган ипнинг бурилиш бурчаги бўйича аниқлаган.



18.3-расм

Заряд ўзгарганда ипнинг эластиклик кучи ҳам ўзгаради.

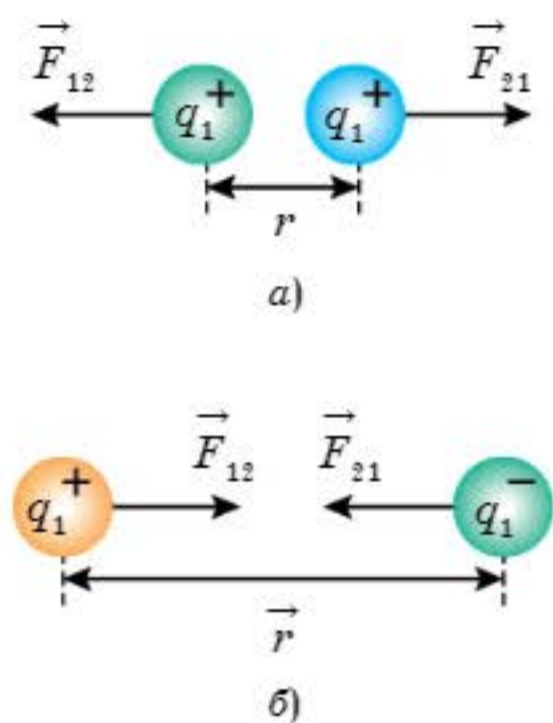
Кулон тажрибаларида шарлар орасидаги ўзаро таъсир ўлчанади. Бу шарлар орасидаги масофа уларнинг ўлчамларидан анча катта. Бундай зарядланган жисмлар *нуқтавий заряд* деб аталади. **Нуқтавий заряд** — берилган ҳолларда ўлчовларини инобатга олмаслик мумкин бўлган зарядланган жисм.

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

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

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

Кулон қонуни нуқтавий зарядларнинг электростатик ўзаро таъсир қонуни ҳисобланади. Кулон кучининг вектори ҳар доим зарядларни бирлаштирувчи тўғри чизиқда 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: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.



18.4-рәсм

18.4-а рәсмдә кучлар *итаришиши* кучлар бўлиб ҳисобланади, чунки зарядларнинг ишоралари бир хил.

18.4-б рәсмдаги кучлар — *тортишиши* кучлари. 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 заифлаштирадиган муҳит диэлектрик* деб аталади.

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

Диэлектрик сингдирувчанлик фақат диэлектрик қандай моддадан ясалганлигига боғлиқ бўлади. У диэлектрикнинг шакли ва ўлчамига боғлиқ эмас. Диэлектрик сингдирувчанлик — ўлчовсиз катталиқ. Турли муҳитларнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги катталиги экспериментал равишда топилиб, махсус жадвалга ёзилади:

$$\epsilon = \frac{F_{\text{закун}}}{F_{\text{муҳит}}} \tag{18.3}$$

Диэлектрик учун Кулон қонунининг формуласи:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{\epsilon r^2} \tag{18.4}$$

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



1. “Нуқтавий заряд” тушунчаси киритилиши сабаби нимада?
2. Нима учун Кулон яшаган вақтда электр ўзаро таъсир кучларини ўлчаши қийин 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. Электрланиши 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 нуқтавий зарядлардан бирининг ишорасини ўзгартирсак, уларга таъсир этувчи куч ўзгарадими? Тушунтиринг.
- *9. $+5e$ ва $-3e$ зарядланган томчилар бирлашса ҳосил бўлган томчининг заряди қандай бўлади?

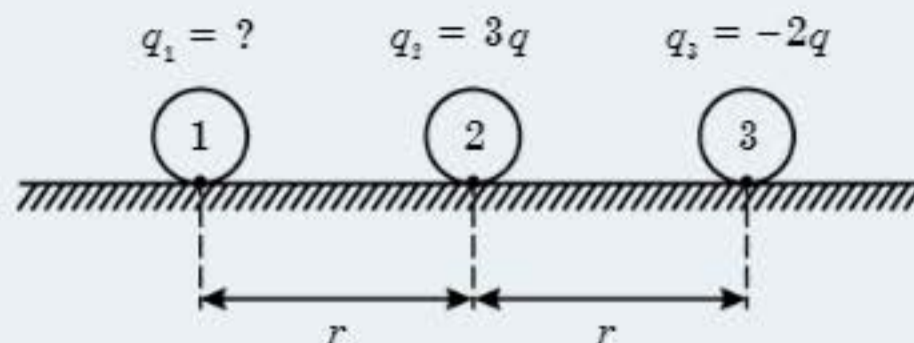


11-машқ

1. Шиша таёқча матога ишқаланганда унинг заряди 12,8 нКл бўлса, ундан қанча электрон олинган?
(Жавоб: $8 \cdot 10^{10}$)
2. Металл шарнинг заряди $q = -3,2$ 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 қилади. 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 нуқтавий 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 иккинчи шар мувозанат ҳолатида бўлса, биринчи шарнинг зарядини топинг (18.5-расм).

(Жавоб: $-2q$)



18.5-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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

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



Таянч сўзлар:

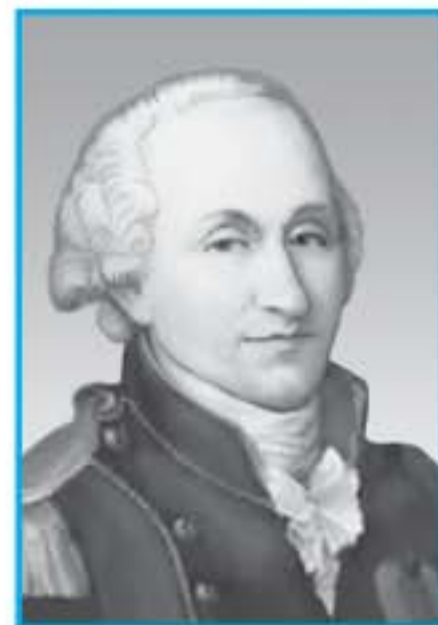
- ✓ олисдан ва яқиндан таъсир этиш назарияси
- ✓ электр майдон
- ✓ электр майдоннинг куч чизиқлари
- ✓ электр майдон кучланганлиги
- ✓ синов заряди

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 электрстатиканинг 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 қилса-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 дарҳол бўшлиқ, яъни вакуум орқали таъсирлашади деган хулосага келди. Узоқдан таъсир этиш назариясига мувафиқ гравитацион ва электромагнит кучлар — материанинг бир тури. Узоқдан таъсир этиш назариясининг қоидалари содда ва тушунарли, назариянинг ўзи эса уйғун ва математик қатъийликка эга эди. Ушбу назарияни XIX аср бошларида кўпчилик олимлар қўллаб-қувватлади. Шу билан бир вақтда, жисм бевосита узоқ масофалардан, яъни ўзи мавжуд бўлмаган фазо қисмидан бевосита таъсир қила олиши кўпгина олимларни шубҳалантирди.



Кулон Шарль
Огюстон
(1736—1806)

Мана, шу сабабли инглиз олими Майкл Фарадей яқиндан таъсир қилиш назариясини илгари сурди.

Албатта, у узоқдан 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 нуқтасидан иккинчи нуқтасига ўзаро таъсирни узатувчи физик объект. Хусусан, ўзаро таъсирни узатиш тезлиги чекланган: зарядлардан бирининг вазияти ўзгарса, бошқа заряд уни дарҳол сезмайди, унга қандайдир вақт кетади.

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

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

Олимлар ҳозир майдоннинг ички тузилишини тушунтира олмайди. Бугунги кунда фақат электр майдоннинг хоссалари ва қонунлари боғланишларни тадқиқ 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 нуқталардаги майдон катталиги ўрганилади. Бунинг учун синов заряди нуқтавий 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 нуқтасида 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 нуқтасида 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:

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

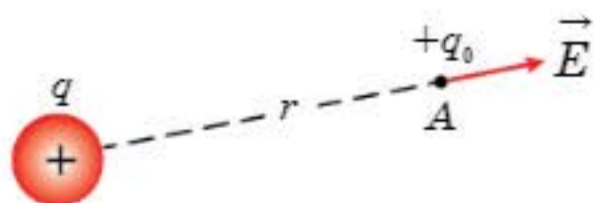
Нуқтавий заряд юзага келтирган майдон кучланганлигини аниқлаймиз. Бу содда ва осон ечиладиган масала. Вакуумда жойлашган нуқтавий q мусбат зарядни кўриб чиқамиз. А нуқтага мусбат синов q_0 зарядни q заряддан r масофада жойлаштирамиз. q заряд томонидан синов зарядга итаришиш кучи таъсир қилади, шунинг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

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

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

Бундан

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

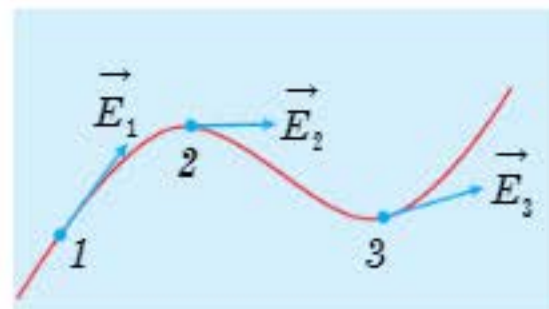


19.1-расм



19.2-расм

Майдон ҳосил қилган 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

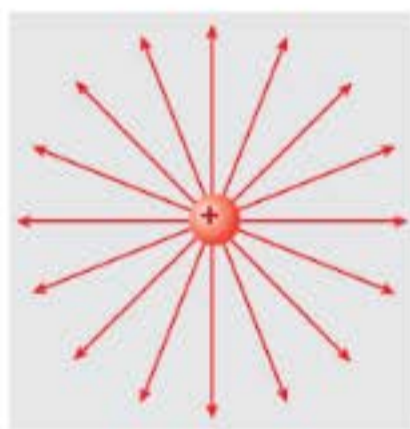
Электр майдоннинг куч чизиқлари. Электр майдон материянинг махсус тури бўлиб, биз уни кўз билан кўра олмаймиз, лекин унинг зарядланган жисмларга таъсири орқали сезишимиз мумкин. Яққоллик учун электр майдонни куч чизиқлари орқали тасвирлаш қабул қилинган.

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).

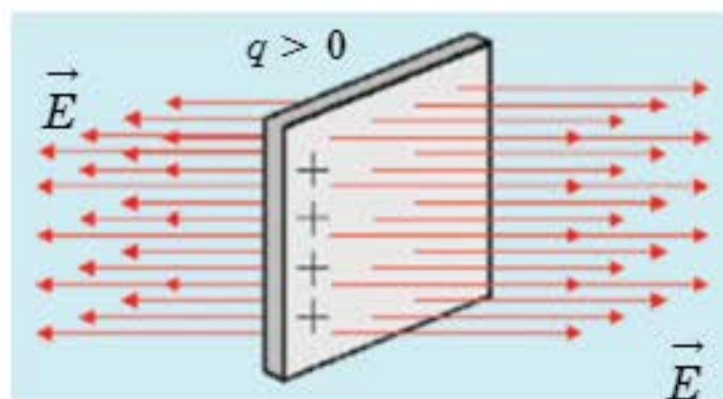
Куч чизиқлари мусбат заряддан манфий зарядга ёки чексизликка йўналган бўлади.

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).



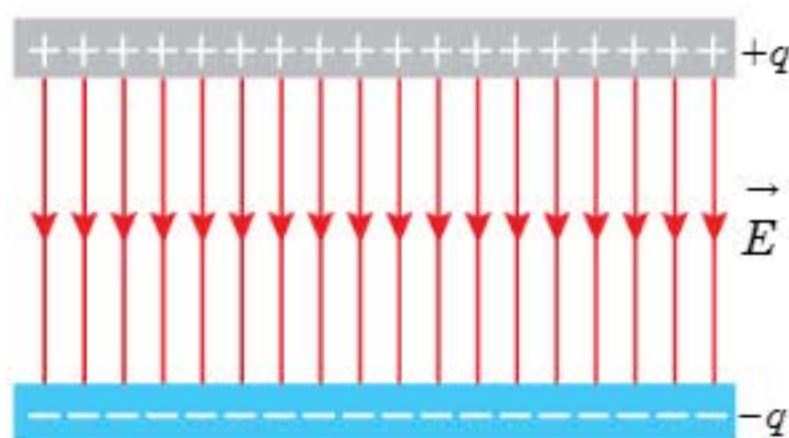
19.4-расм



19.5-расм

Зарядларининг ишораси қарама-қарши чексиз иккита ораликда 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.



19.6-расм

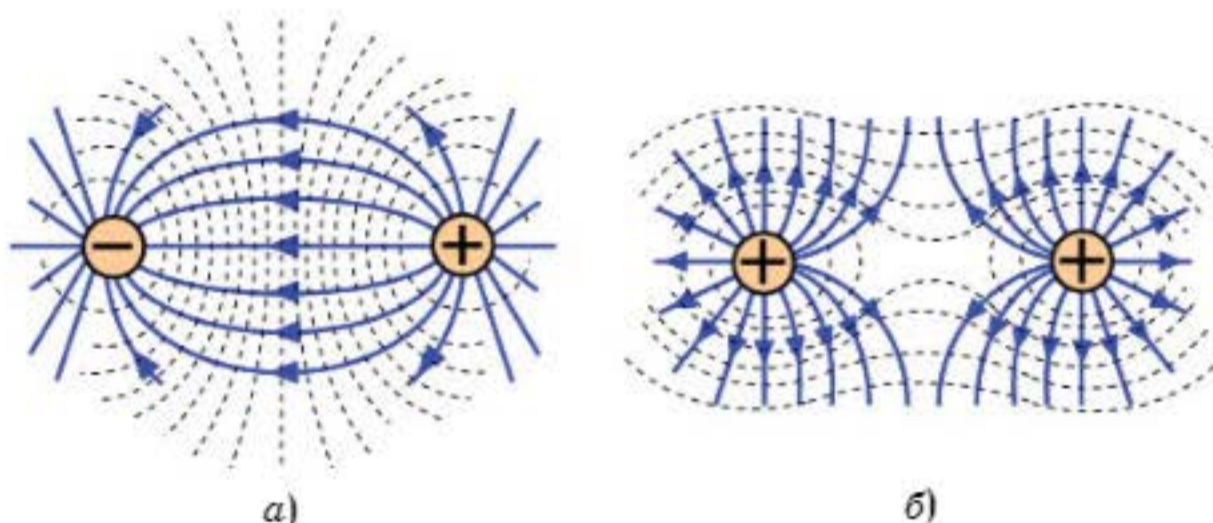
Бу қуйидагича ёзилади:

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

Кучланганлик чизиқларини ҳар қандай электр майдонда ўтказиш мумкин. У қандай бажарилади? Фазонинг ҳар бир нуқтасида майдоннинг кучланганлик вектори кучланганлик чизиқларига уринма бўйлаб йўналган.

19.3-расмда бир хил ишорали ва турли ишорали зарядларнинг электр майдон кучланганлигининг куч чизиқлари кўрсатилган.

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



19.7-расм. Нуқтавий заряд электр майдонининг куч чизиқлари:
а) турли ишорали нуқтавий зарядлар; б) бир хил ишорали нуқтавий зарядлар



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

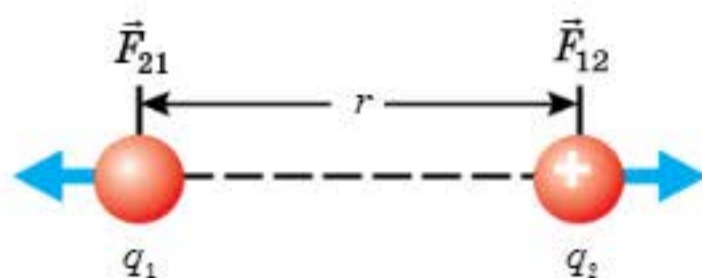


19.8-расм



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

- 5. Электр майдоннинг куч чизикларига тавсиф беринг.
- 6. Электр майдон куч чизикларининг йўналиши қандай аниқланади?
- 7. q_1 зарядининг ишорасини аниқланг (19.9-расм).
- 8. F_{12} ва F_{21} кучлардан қайси бири катта (19.9-расм)?
- 9. Электр майдон ёрдамида чангни тозалаш мумкинми?



19.9-расм

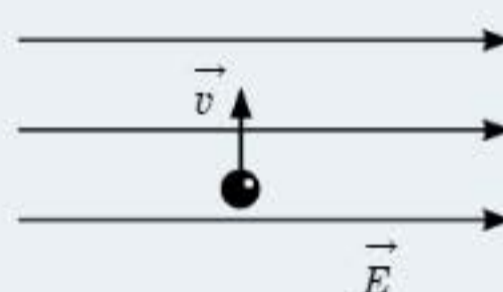


12-машқ

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 кучланганлиги қандай?

(Жавоб: 50 Н/Кл)

2. Протон бир жинсли электростатик майдонга перпендикуляр йўналишда учиб кирди (19.10-расм). Протоннинг ҳаракати қандай ўзгаради?



19.10-расм

3. Иккита бир хил металл шарнинг зарядлари мос равишда $q_1 = q$ ва $q_2 = 5q$. Шарлар бирига туташтирилгандан сўнг ажратиб, дастлабки масофага қўйилди. Улар орасидаги ўзаро таъсир кучи модули неча марта ва қандай ўзгаради?

(Жавоб: 1,8 марта ортади)

4. Массаси 0,1 мг чанг кучланганлиги 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 кучланганлиги қандай ўзгаради?

(Жавоб: 9 марта камаяди)

6. Электр майдон кучланганлиги 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 ўйлантирди?

20-§. Электр майдон потенциаллари ва потенциаллар айирмасы



Таянч сўзлар:

- ✓ потенциал
- ✓ потенциаллар айирмасы

Бугинги дарсда:

- потенциаллар ва потенциаллар айирмасининг 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:

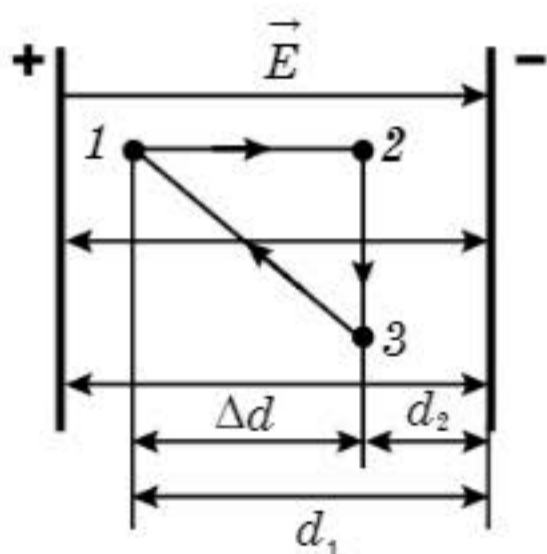
$$A = \vec{F} \Delta d = q\vec{E} \Delta d = q\vec{E}(d_1 - d_2) = q\vec{E}d_1 - q\vec{E}d_2.$$

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:

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

Ҳосил бўлган формуланинг таҳлили қуйидаги хулосага олиб келади: 1) *электр майдоннинг зарядни кўчиришда бажарадиган иши траекториянинг ишига боғлиқ эмас; 2) ёпиқ траекториянинг иши нолга тенг, чунки заряд бошланғич вазиятига қайтгани учун кўчиши 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.



20.1-расм

Электр майдондаги заряднинг потенциал энергияси. Потенциал энергияни фақат 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 охириги вазиятлари билан аниқланадиган иккита катталиكنинг айирмасига тенг. У траекториянинг шаклига боғлиқ эмас. Бу катталиклар электр майдондаги заряднинг бошланғич ва охириги потенциал энер-

гиялари билан аниқланади. Электр майдондаги заряднинг потенциал энергияси:

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

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

Электростатик потенциал — майдоннинг берилган нуқтасида 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 кўчиршида электр майдон бажарган иш билан аниқланадиган скаляр физик катталикка 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

1. Иккита ўтказгич 80 В ва -80 В потенциалгача зарядланган. 40 мкКл зарядни бир ўтказгичдан иккинчисига кўчирганда бу икки ўтказгичнинг майдони қандай иш бажаради?
(Жавоб: 6,4 мЖ)
2. 4 мкКл зарядни потенциалли 120 В бўлган нуқтага кўчириш учун 0,24 мЖ иш бажарилган. Электр майдондаги заряднинг бошланғич нуқтадаги потенциаллини топинг.
(Жавоб: 180 В)
3. 20 нКл заряд кўчирилганда майдон 2,8 мкЖ иш бажарди. Заряднинг потенциаллар айирмаси қандай?
(Жавоб: 140 В)
4. Майдондаги 12 нКл заряд 2 мкЖ энергияга эга бўлса, ана шу майдондаги нуқта потенциаллини топинг.
(Жавоб: 167 В)
5. Потенциали 100 В нуқтадан 20 В потенциалли нуқтага 20 нКл заряд кўчирилганда электр майдон қандай иш бажаради?
(Жавоб: 1,6 мкЖ)
6. Кучланганлиги 5 кВ/м электр майдоннинг иши 10 мЖ бўлса, 40 мкКл заряд қандай масофага кўчирилган?
(Жавоб: 50 мм)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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

21-§. Ўтказгичлар ва диэлектриклар



Таянч сўзлар:

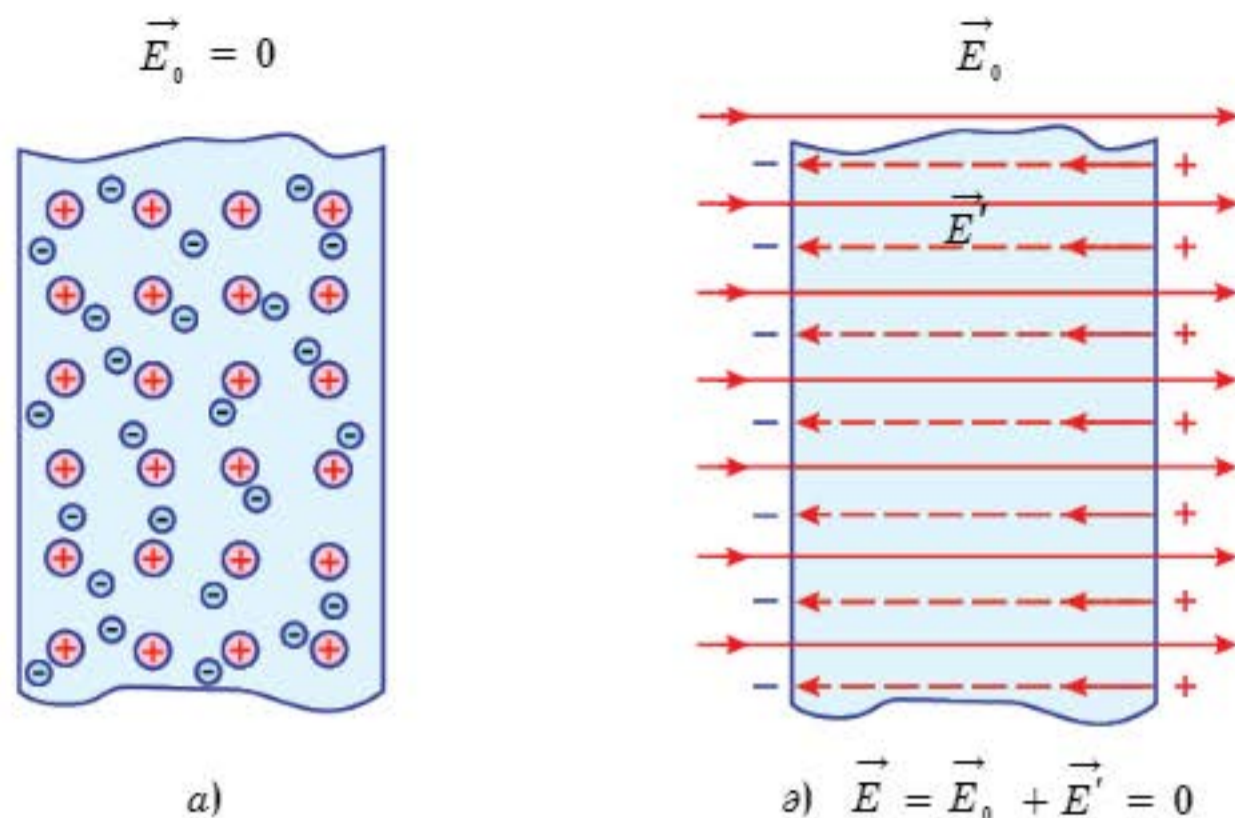
- ✓ электростатик индукция
- ✓ диэлектриклар
- ✓ қутбланиш

Бугунги дарсда:

- электр майдондаги ўтказгичлар ва диэлектриклар вазибалари 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-рәсм

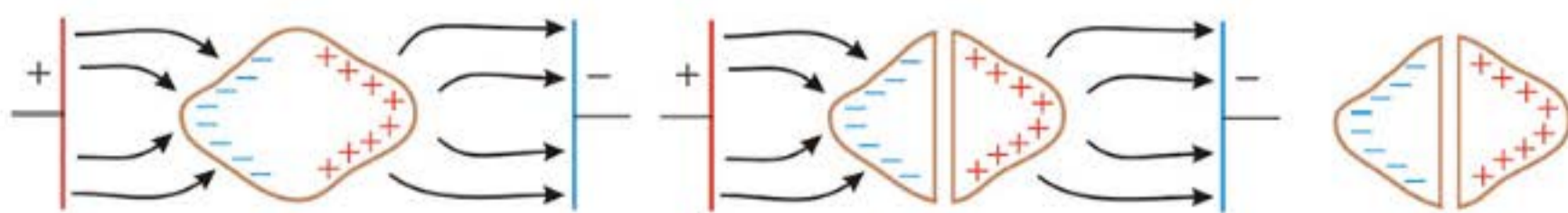
Агар ўтказгич электр майдонга жойлаштирилса, ундаги эркин зарядлар майдон таъсирида йўналтирилган ҳаракатга келади. Шундай қилиб, ўтказгичда электр токи пайдо бўлади.

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 кучланганлигига қарама-қарши йўналган куч таъсир қилади. Айнан шу сабабли электр майдондаги металл ўтказгичда электронлар унинг бир томонида тўпланади. Ўтказгич ичида унинг хусусий электр майдони пайдо бўлади. Бу майдоннинг кучланганлиги модули жиҳатдан ташқи майдон кучланганлигига тенг. Шунинг учун ўтказгич ичидаги натижавий майдон кучланганлиги нолга тенг (21.1-а расм). Демак, ташқи 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 қиламиз (21.2-расм).

Ўтказгичдаги зарядларнинг қайта тақсимланиб, натижада унинг ичидаги электр майдон кучланганлиги нолга тенг бўлиши электростатик индукция деб аталади.

Зарядлар мувозанатлашганда ўтказгич ичидаги электр майдон кучланганлиги нолга тенг бўлади: $E = 0$.



21.2-рәсм



21.3-расм

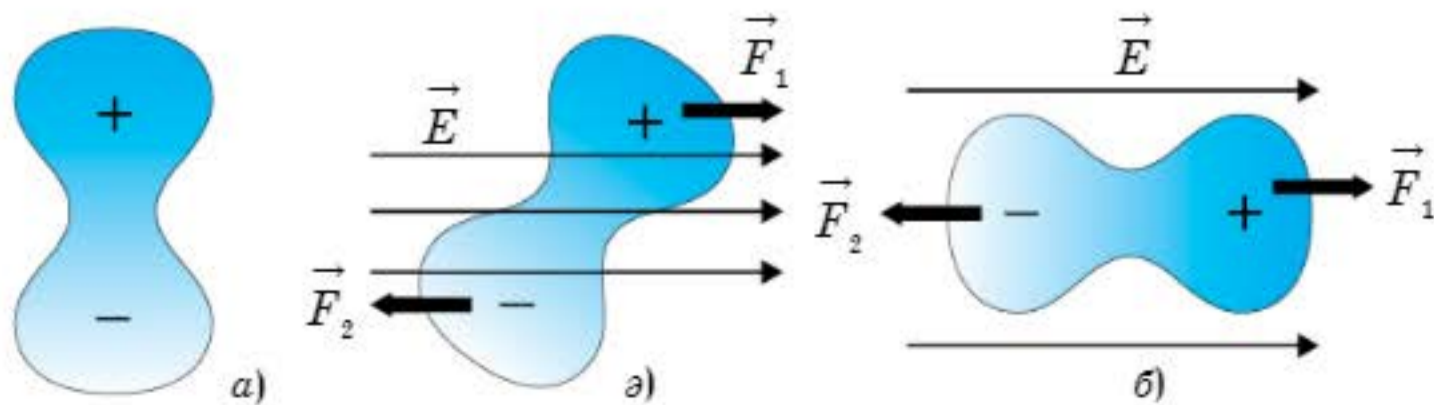
Электростатик статик муҳофаза. Зарядлар мувозанатлашганда электр майдон кучланганлиги нафақат изоляцияланган яхлит ўтказгичда, балки ичи бўш ўтказгичларда ҳам нолга тенг бўлади. Шунинг учун бир жинсли зарядланган сфера ичида кучланганлик нолга тенг (агар сфера ичида зарядланган жисмлар мавжуд бўлмаса).

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

Электростатик муҳофазалардан кучли электр майдонда ишлайдиган кишиларнинг хавфсизлигини таъминлаш учун фойдаланилади.

Яшинқайтаргич. Иншоотлар ва кемаларни яшиндан сақлайди. Унинг ишлаш тамойили қуйидагича: яшинқайтаргичнинг металдан ясалган ўткир учи электрланган моддалардан электрни ўзига тортиб олишга асосланган.

Яшинқайтаргич — иморатларнинг устида ўрнатилган бир ёки бир неча ўткир учли металл таёқчалардан иборат. Таёқчаларнинг ўткир учи юқорига қаратилиб, иккинчи учи ерга уланади. Момақалди роқли булут металл таёқчалар орасидан ўтганда ўзининг электр хоссасини йўқотади. Электр разряди кучсиз ёруғлик чиқариб, товушсиз ўтиши ёки металл таёқчани яшин урганда қаттиқ гумбурлаши мумкин.



21.4-расм

Диэлектриклар. Диэлектрикларда эркин заряд мавжуд эмас. Бу диэлектрикларда зарядланган зарралар мутлақо мавжуд эмас деганни билдирмайди. Бошқа моддалардаги каби диэлектрикларнинг атом ва молекулаларида мусбат зарядли ядро ва манфий зарядли 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 диэлектрикларнинг 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 қилади.

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

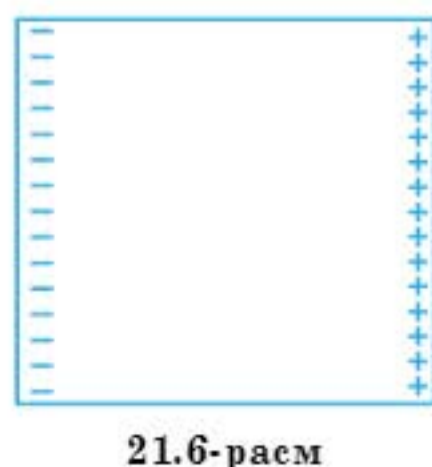
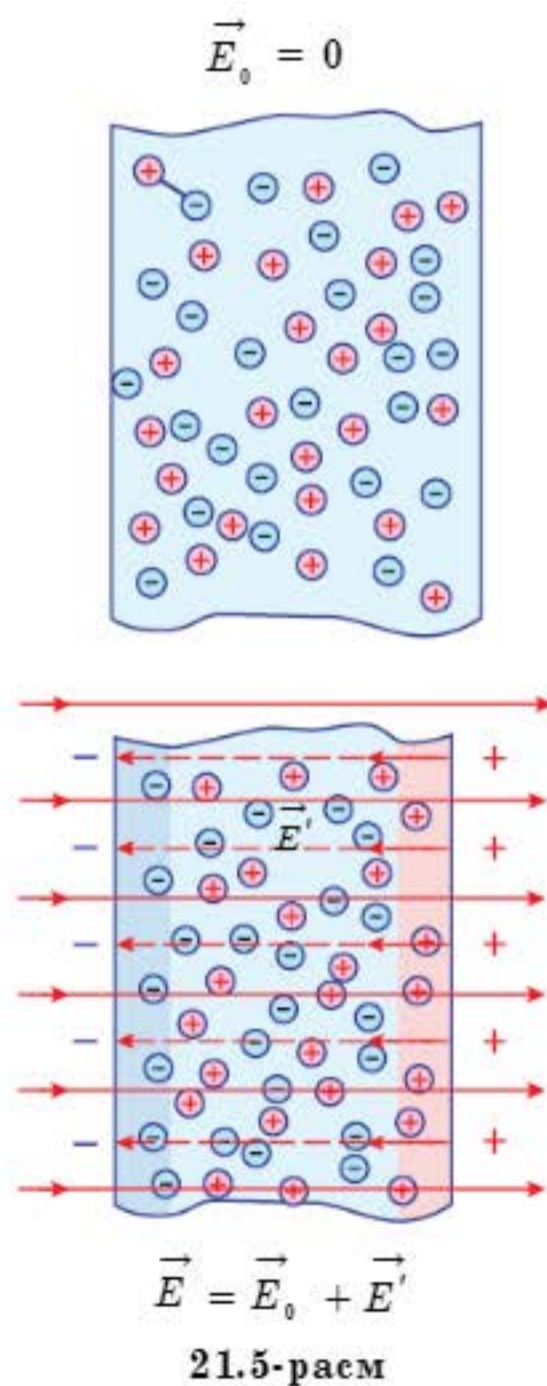
21.6-расмда диэлектрикнинг қутбланиши натижасида унинг сиртида пайдо бўлган бошқа боғланган зарядлар схемаси (чизмаси) келтирилган.

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 ичида ташқи электр майдон кучланганлиги неча марта камайишини кўрсатувчи физик катталиқ нисбий *диэлектрик сингдирувчанлик* деб аталади ва ϵ (эпсилон) ҳарфи билан белгиланади.

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



олиш мумкин. Бошқа газларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги ҳам $\epsilon \approx 1$. Буни газларда молекулалар концентрациясининг камлиги билан изоҳлаш мумкин.

Суюқликлар ва қаттиқ жисмларнинг аксарият қисмида $\epsilon > 1$. Сувнинг диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon = 81$.



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

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

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

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 орттирсак, 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 потенциални 1 В га орттириш учун ўтказгичга қандай заряд бериш кераклигини кўрсатувчи физик катталик:

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

ХВ системасида электр сиғимининг ўлчов бирлиги *фарад* (Φ):

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

1 Ф ўтказгичнинг потенциали 1 В га тенг бўлиш учун ўтказгичга 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 ясси конденсатор пластиналарига айтилади. Қопламалар шаклидаги изоляцияланган ўтказгичга зарядланмаган ўтказгични яқинлаштирсак, зарядланган ўтказгич потенциали камаяди. Зарядланмаган ўтказгични узоқлаштирсак биринчи заряд дастлабки қийматини қабул қилади. Мазкур тажриба шуни кўрсатадики, ўтказгичнинг электр сифими унга бошқа ўтказгични яқинлаштирганда ортар экан. Агар ўтказгичлар орасига қаттиқ диэлектрик, масалан, слюда жойлаштирилса, у ҳолда биринчи ўтказгичнинг потенциали камаяди, заряди эса ўзгармайди. Бинобарин, ўтказгичлар орасига қўйилган қаттиқ диэлектрик берилган системанинг электр сифимини орттиради.

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

Конденсаторнинг электр сифими деб ўтказгичлардан бирининг q заряди билан ўтказгичлар орасидаги U потенциаллар айирмаси нисбатига тенг физик катталиқка айтилади.

Конденсаторнинг сифими:

$$C = \frac{q}{\phi_1 - \phi_2} = \frac{q}{U}. \quad (22.2)$$

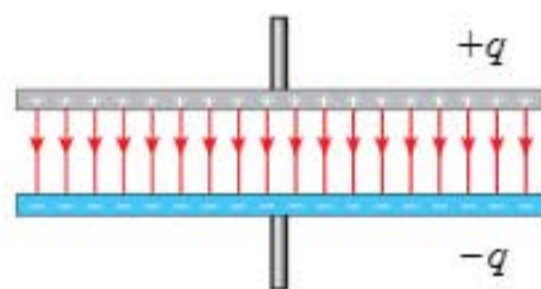
Конденсаторнинг сифими унинг тузилишига боғлиқ. Агар қопламалар ясси ва ўзаро параллел жойлашса, улар ясси конденсаторлар деб аталади (22.1-расм).

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

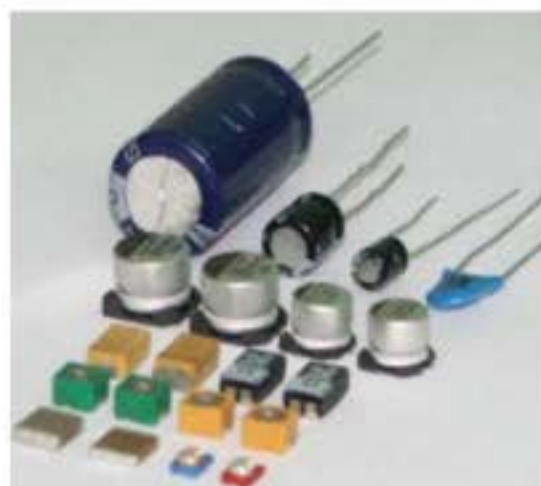
Ясси конденсаторнинг сифими заряд катталигига эмас, диэлектрикнинг қалинлиги ва қопламаларнинг юзига боғлиқ:

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

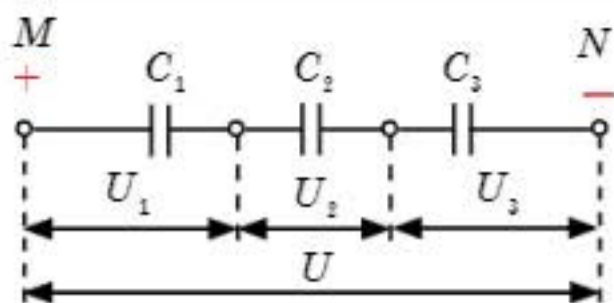
бу ерда S — бир хил иккита қопламалардан бирининг юзи, d — қопламалар орасидаги масофа, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электр доимийси, ϵ — конденсатор қопламалар орасидаги фазодаги (муҳитнинг) модданинг диэлектрик сингдирувчанлиги.



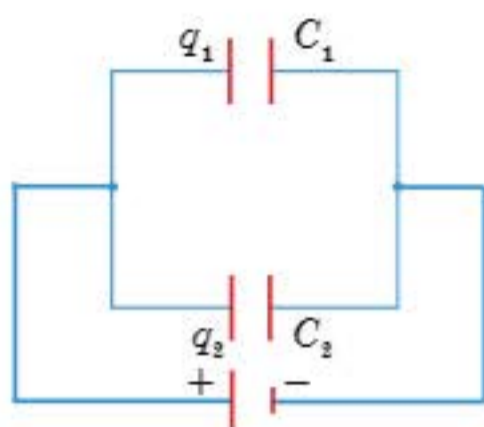
22.1-расм



22.2-расм



22.3-рәсм



22.4-рәсм

22.2-рәсmdә конденсатор турлари кўрсатилган.

Чизмада конденсатор $-| |$ белги билан белгиланади.

Зарядланган конденсатор электр энергияга эга. U қуйидаги формуладан топилади:

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

Конденсаторлар электр энергияни тўплаш ва дарҳол разрядлашда (фото чакнаш) ўзгармас ва ўзгарувчан тўпни ажратиш учун тўғирлагичларда, тебраниш контурларида ва бошқа радиоэлектрон асбобларда фойдаланилади.

Конденсаторларини бир-бирига улаш мумкин. Бунда уларнинг умумий сиғими уланиш усулига боғлиқ бўлади.

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

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 конденсаторларнинг умумий кучланиши ҳар бир конденсаторлар кучланишининг йиғиндисига тенг бўлади, конденсаторнинг умумий сиғими эса камаяди.

Конденсаторларни параллел улаш. Конденсаторлар параллел уланганда барча конденсаторларнинг кучланиши бир хил бўлади (22.4-рәсм).

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 йиғиндисига, сиғим эса алоҳида конденсаторлар сиғимларининг йиғиндисига тенг.

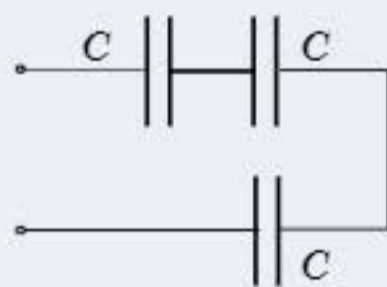


1. Ўтказгичнинг электр сиғими $C = 40$ нФ. Бу нимани билдиради?
2. Диэлектрик жисмнинг сиғими ҳақида нима дейиш мумкин?
3. Конденсатор нима?
4. Қандай ҳолда металл ўтказгичлар конденсатор ҳосил қилади?
5. Конденсатор заряди деганда нима тушинилади?
6. Зарядланган конденсаторлар энергияга эга эканлигини қандай тажрибалар орқали исботлаш мумкин?
7. а) Иккила қопламанинг ҳам заряди 2 марта орттирилса; б) битта қопламанинг заряди ўзгаришсиз қолдирилиб, иккинчиси 3 марта камайтирилса, ясси конденсаторнинг сиғими қандай ўзгаради?
8. Зарядланган конденсатор ток манбаидан ажратилган, агар унинг сиғими 3 марта орттирилса, энергияси қандай ўзгаради?
9. Сиғимлари бир хил иккита конденсатор берилган, конденсаторлар сиғимини а) 2 марта орттириш; б) 2 марта камайтириш учун улар қандай уланиш керак?

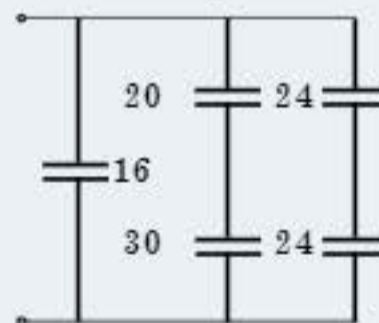


14-машқ

- 1. Сиғимлари $C_1 = 300$ пФ, $C_2 = 40$ пФ ва $C_3 = 100$ пФ бұлган учта конденсатор кетма-кет уланиб, 160 В кучланишнинг ток манбаига уланган. C_2 сиғимли 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 айирмаси 400 В бұлган зарядланган конденсатор энергияси қандай?
(Жавоб: 400 мкЖ)
- 4. Қопламалари орасидаги потенциаллар айирмаси 120 В бўлиши учун конденсаторга қандай заряд берилиши керак?
(Жавоб: 1,2 мКл)
- 5. Конденсаторга 0,4 мКл заряд берилганда унинг қопламалри орасидаги потенциаллар айирмаси 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 бұлган қопламалардан иборат. Улар орасида шиша қатлам жойлашган. Электр майдон кучланганлиги 10 МВ/м бұлганда конденсатор қатлами тешилса, конденсатор қандай максимал заряд тўплаши керак?
(Жавоб: 5,22 нКл)
- *9. Импульсли фотоचाқнашда лампа 800 В кучланишли ва 800 мкФ сиғимли 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?

Дарсада қандай янгилик рўй берди?	Қайси ахборотга алоҳида эътибор қаратдингиз? Нега?	Қайси ахборот Сизни кўпроқ ўйлантирди?

Электростатика асослари

Жисм электрон қўшиб олганда *манфий*, электрон йўқотганда эса *мушбат* 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 зарядлардан иборат. Шунинг учун диэлектриклар изоляторлар сифатида қўлланилади.

Бир хил ишорали зарядлар бир-биридан итарилади. Турли ишорали зарядлар эса, аксинча, бир-бирига тортилади. Зарядларнинг ўзаро таъсир 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 чизиқлари 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 тавсифга эга:

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

Конденсатор *электр сизими* деб аталувчи катталиқ билан тавсифланади. Конденсаторнинг электр сизими — конденсатор қопламаларидан бири заряди модулининг улар қопламалари орасидаги потенциаллар айирмасига нисбати билан аниқланувчи физик катталиқ:

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

Зарядланган конденсатор энергияси:

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

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. $C = C_1 + C_2 + C_3$

Ўзгармас электр токи

5 - БОБ

Ҳозирги кунда ҳаётимизни телевизор, компьютер, кир ювиш машинаси, электр лампа ва бошқа электр асбобларисиз тасаввур қила олмаймиз.



Электр асбоблари қандай ишлайди? Уларнинг ишлашини қандай қонунлар тавсифлайди?

Ҳозирги 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?



23-§. Электр токи. Электр токи манбалари



Таянч сўзлар:

- ✓ электр токи
- ✓ ток манбаи
- ✓ ЭЮК
- ✓ ички қаршилик

Бугунги дарсда:

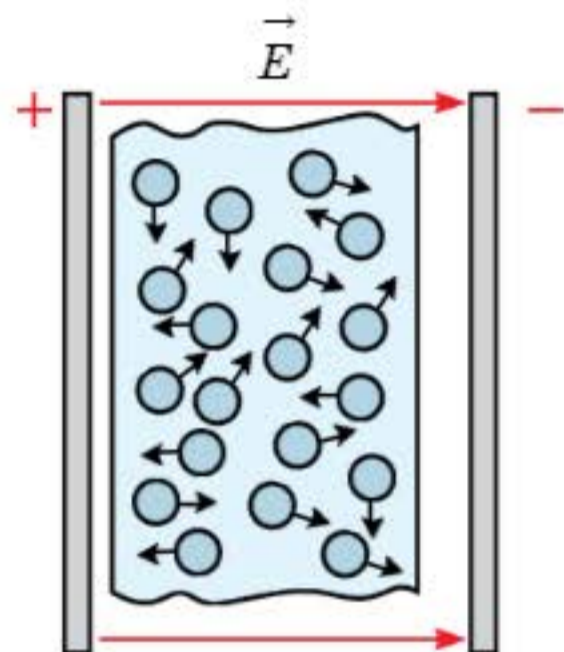
- ток манбаи ишини, электр токининг пайдо бўлиш шартларини тушунтиришни ўрганасиз.



Маълумки, электр майдондаги зарядланган зарраларга электр кучлари таъсир қилади.



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).



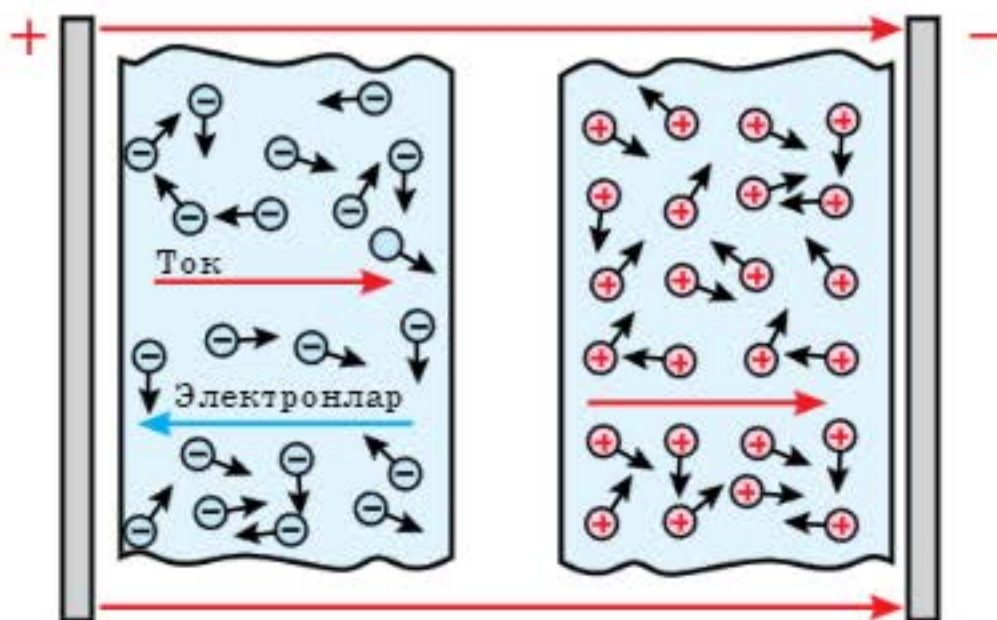
23.1-расм

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 ҳаракатланса-да, галадаги ҳар бир чивин тартибсиз, турли йўналишда ҳаракатланади.

Электр токининг йўналишига шартли равишда ўтказгичдаги мусбат зарядларнинг йўналиши қабул қилинган.

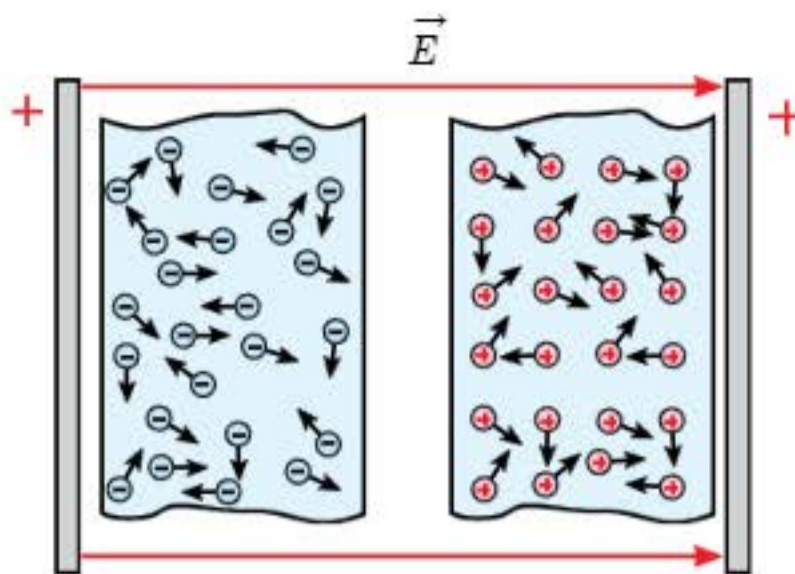


23.2-расм

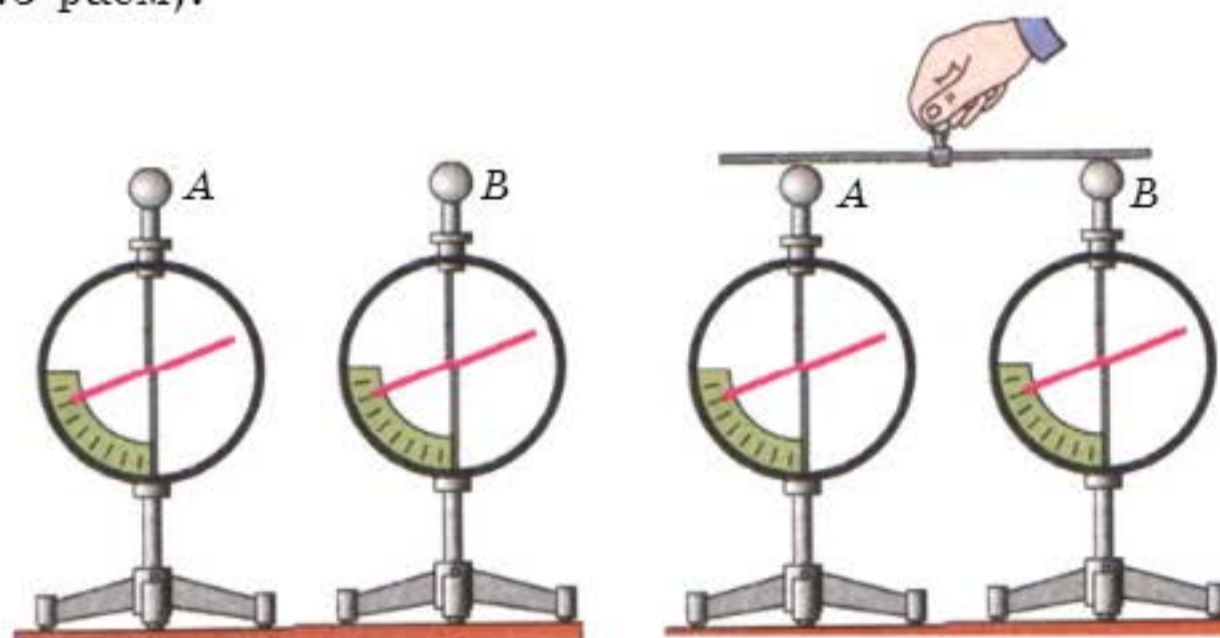
Агар пластиналар бир хил миқдордаги бир хил ишорали зарядлар билан зарядланган бўлса, зарраларнинг тартибли ҳаракати кузатилмайди (23.3-расм). Бунини тажриба орқали исботлаш мумкин.

Иккита электрометр ўзақларини 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.

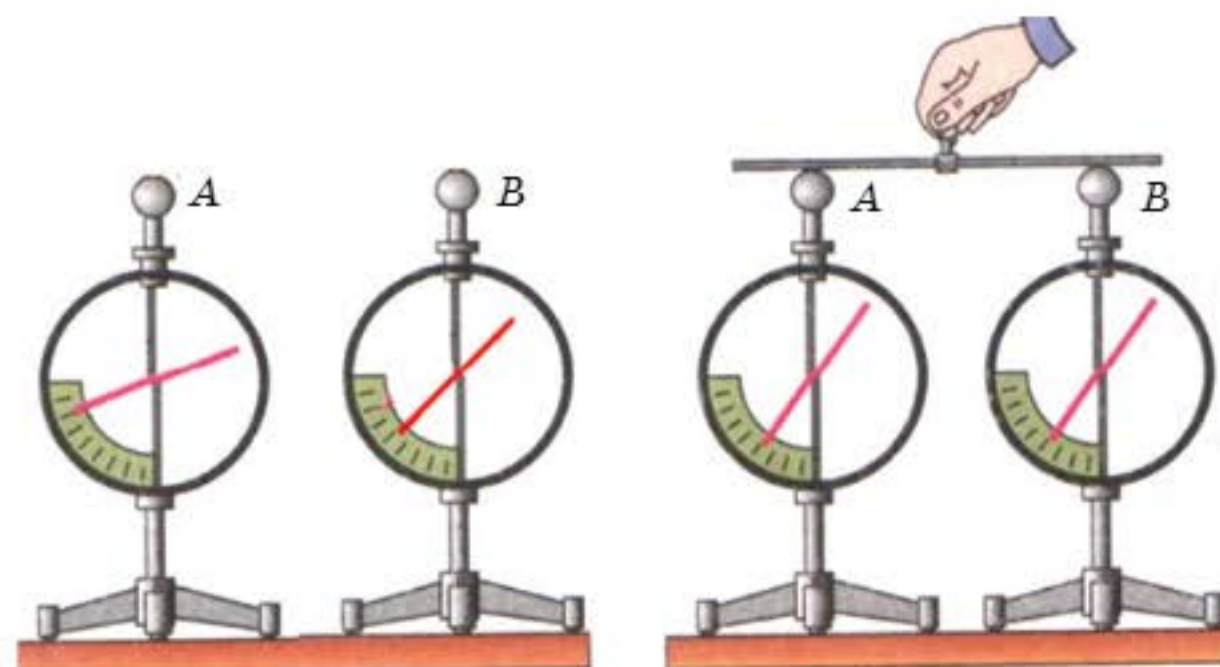
Энди электрометрларга турли потенциаллар берилиб, зарядлагандан сўнг уларни металл таёқча билан уласак, ўзақлардаги зарядлар қайта тақсимлана бошлайди. Бу жараён ўзақларнинг потенциаллари тенглашгунига қадар давом этади. Уни электрометрларнинг кўрсатишлари аниқлайди. Потенциаллар тенглашгунига қадар 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 қиламиз:

1. *Муҳитда зарядланган эркин зарраларнинг мавжуд бўлиши.*

2. *Зарядланган зарраларни ҳаракатга келтирувчи электр майдоннинг мавжуд бўлиши.*

Фараз қиламиз, 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 қилади. 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 учидан 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.

Ёпиқ занжирда бирлик мусбат зарядни кўчиришда 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 система-сида 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 энергияга 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 асосланган эди. Энг самарали ток манбаи электрфор машинаси бўлди. Унинг дисклари қарама-қарши йўналишда айланади ва чўткаларининг дискка ишқаланиши натижасида кондукторларида қарама-қарши ишорали зарядлар тўпланади (23.6-расм).

Ток манбаининг 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 айирмаси 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 айирмаси ҳосил бўлади. Қуёш батареялари шу тариқа ишлайди (23.9-расм). Ток манбаининг бошқа турлари — аккумулятор 23.10-расмда берилган.

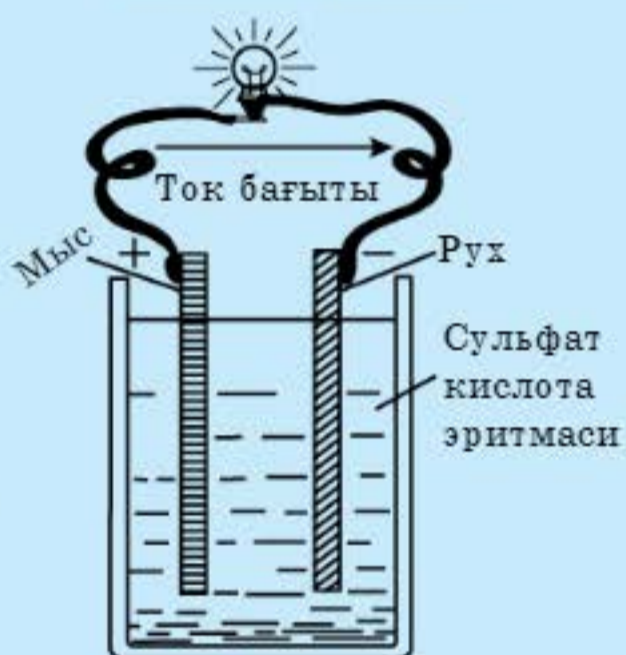
ТОК МАНБАИНИНГ БАЪЗИ ТУРЛАРИ

Электрфор



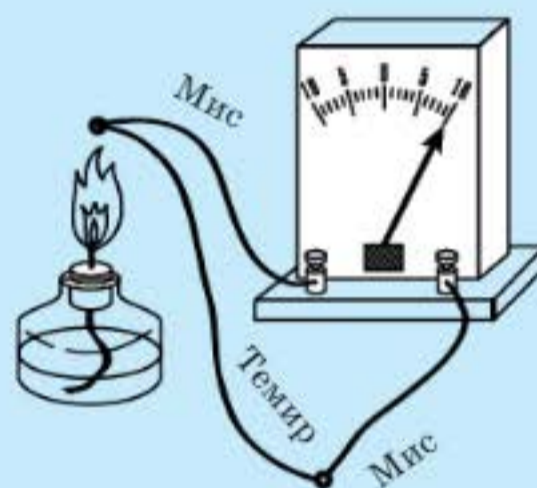
23.6-расм

Гальваник элемент



23.7-расм

Термоэлемент



23.8-расм

Қуёш батареяси



23.9-расм

Аккумулятор



23.10-расм



23.11-рәсм

Ташқи кучлар ҳисобига ток манбаида электр энергия тўпланади. Тўпланаган энергиядан фойдаланиш учун ток истеъмолчиси керак. Ток манбаи, истеъмолчи, улагич қурилмалар бир-бирига ўтказгич орқали уланади (23.11-рәсм).

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 кучлар деб нимага айтилади?
5. Электр занжирдаги ток манбаининг роли қандай?
6. Ток манбаини тавсифловчи катталик қандай?
7. Ток манбаи, электр юритувчи кучнинг физик маъноси қандай?
8. Ток манбаининг ички қаршилиги деганда нимани тушунасиз?
9. Ток манбаидаги 9 В ёзуви нимани билдиради?
10. Ток манбаининг электр юритувчи кучи 4,5 В бўлса, 1,5 Кл зарядни кўчиришда ташқи кучлар 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
- ✓ кучланиш

Бугунги дарсда:

- электр схемаларни график равишда тасвирлашда 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, иссиқлик ва бошқа энергия турларининг электр энергиясига айланиш жараёни содир бўлади.

Электр токи истеъмолчилар орқали (лампа, электр плиталари, чанг-ютгич, электр ҳаракатлантиргичлар ва ҳ. к.) ўтганда унинг иссиқлик, магнит, кимёвий таъсири кузатилади, яъни электр токи иш бажаради.

Ток ўтказгич узунасига ўтганда, ўтказгич қизийди. Бу — токнинг иссиқлик таъсиридир. Бу таъсир электр иситиш асбобларида аниқ намоён бўлади (24.1-расм).



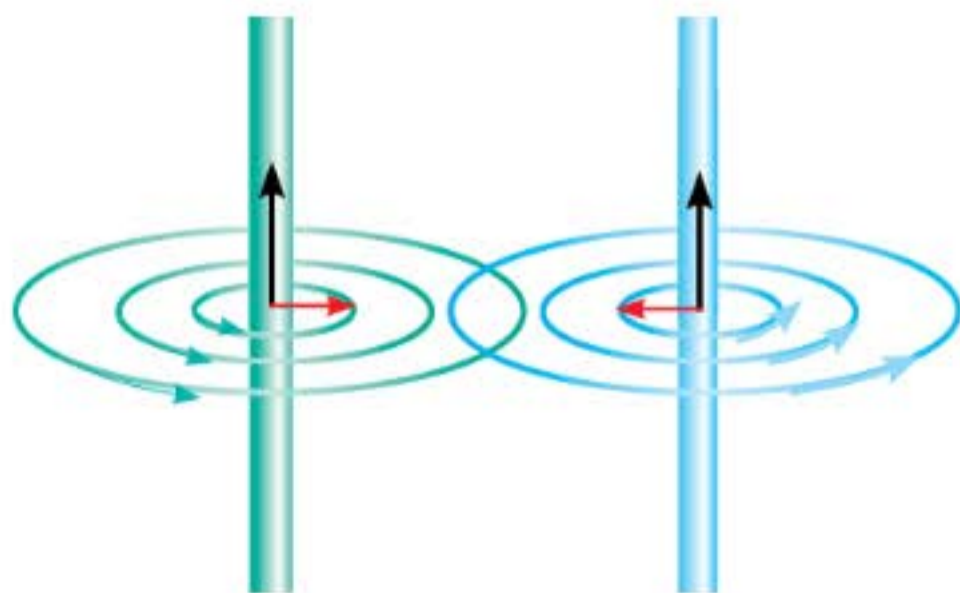
24.1-расм

Токнинг магнит таъсири ўтказгич бўйлаб ток ўтганда атрофида магнит майдон ҳосил қилишида намоён бўлади. Масалан, иккита параллел ўтказгич бўйлаб ток бир хил йўналишда ўтса, улар тортила бошлайди, агар қарама-қарши йўналишда ўтса, у ҳолда ўтказгичлар бир-биридан итарилади (24.2-расм).

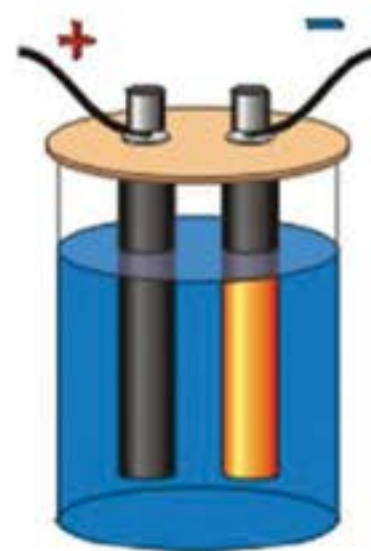
Токнинг кимиёвий таъсири шундан иборатки, ток туз, кислота, ишқорларнинг сувдаги эритмаларидан ўтганда модда ажралиши кузатилади (24.3-расм).

Электр занжири. Бир-бири билан ўтказгич орқали уланган ток манбаи, истеъмолчи, туташтиргич қурилмалар электр занжирини ташкил қилади. Агар калит ажратилган бўлса, занжирдан ток ўтмайди.






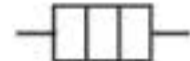

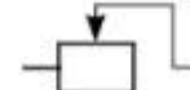
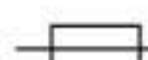
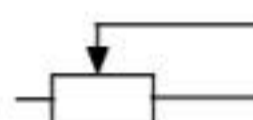
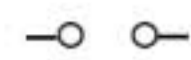


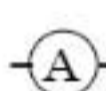
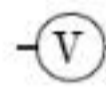
Қулай бўлиши учун электр занжири билан унинг асосий элементлари махсус белгилар орқали белгиланади (24.1-жадвал). Ҳосил бўлган чизма *электр схемаси* деб аталади..



24.2-расм



24.3-расм

Электр занжири элементларининг шартли белгилари			
<p><i>Ток манбаи</i></p>  <p>Гальваник элемент</p>  <p>Элементлар батареяси</p>	<p><i>Истеъмолчи</i></p>  <p>Лампа</p>  <p>Қўнғироқ</p>  <p>Резистор (қаршилик)</p>  <p>Қиздириш элементлари</p>	<p><i>Бошқарув элементлари</i></p>  <p>Калит</p>  <p>Реостат</p>  <p>Сақлагич</p>  <p>Потенциометр</p>	<p><i>Ўтказгичлар</i></p>  <p>Қисқичлар</p>  <p>Уланган ўтказгичларнинг кесишуви</p>  <p>Уланмаган ўтказгичларнинг кесишуви</p>  <p>Амперметр</p>  <p>Вольтметр</p>



Андре-Мари Ампер (1775—1836)

Ток кучи. Электр токи истеъмолчилар орқали ўтганда унинг турли таъсирлари намоён бўлади. Равшанки, истеъмолчи бўйлаб бирлик вақт ичида қанча кўп ток ўтса, токнинг таъсири шунча кучли бўлади. Шу сабабли токнинг таъсирини тавсифлаш учун махсус *ток кучи* деган катталик киритилади.

Ток кучи — ўтказгичнинг кўндаланг кесимидан бирлик вақт ичида қандай заряд ўтганлигини кўрсатувчи физик катталик:

$$I = \frac{q}{t}. \tag{24.1}$$

Ток кучининг бирлиги француз физиги А. М. Ампер шарафига Ампер деб аталади. $[I] = [A]$.

$$[I] = [A].$$

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 ўзаро таъсирлашади.

Амалда ток кучининг каррали бирликлари қўлланилади:

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

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 кўчиришда иш бажаради. Бу иш токнинг иши дейилади. Равшанки, ушбу иш катталиги кучланишга боғлиқ.

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:

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

Ўтказгич бўйлаб 1 Кл зарядни кўчиришда электр майдон 1 Ж иш бажарса, ўтказгич учларидаги кучланиш 1В бўлади.

Амалда кучланишнинг улушли ва каррали бирликлари кўп қўлланилади:

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

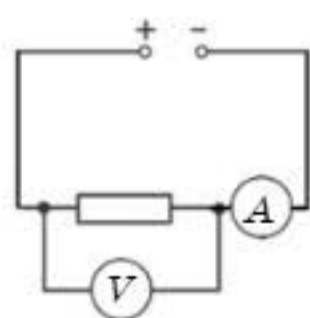
Ўтказгич учларидаги кучланиш **вольтметр** ёрдамида ўлчанади. Вольтметр кучланиш ўлчанадиган занжир қисмига параллел уланади.



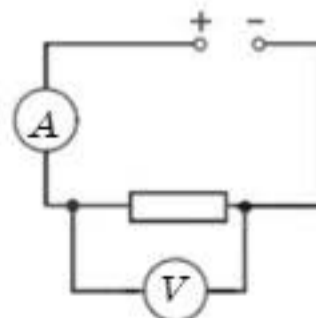
Вольта
Алессандро
(1745—1827)



1. Электр занжири бўйлаб ўтган токнинг таъсирини айтинг.
2. Токнинг иссиқлик, 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 қилади?
- *7. Кетма-кет уланган ток манбаи, қўнғироқ, амперметр, реостат ва реостатдаги кучланишни 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?



а)



б)

24.4-расм



15-жаттығу

1. $I_1 = 200 \text{ мА}, I_2 = 420 \text{ мкА}, I_3 = 0,034 \text{ кА}$ ток кучини амперларда ифодаланг.
2. $U_1 = 240 \text{ мВ}, U_2 = 3,40 \text{ кВ}, U_3 = 780 \text{ мкВ}$ кучланишни вольтларда ифодаланг.
3. Фонарнинг ток кучи 200 мА . Фонарь 12 мин ишлаганда спиралнинг кўндаланг кесимидан қанча электрон ўтган? Элементар заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ тенг.

(Жавоб: $9 \cdot 10^{20}$)

4. 24.5-расмдаги график бўйича ўтказгичдаги ток кучини топинг.
(Жавоб: 4 А)

5. Электрплита 15 мин ишлаган. Плитанинг ток кучи $2,5 \text{ А}$ бўлса, унинг спиралининг кўндаланг кесими орқали қанча заряд ўтган?

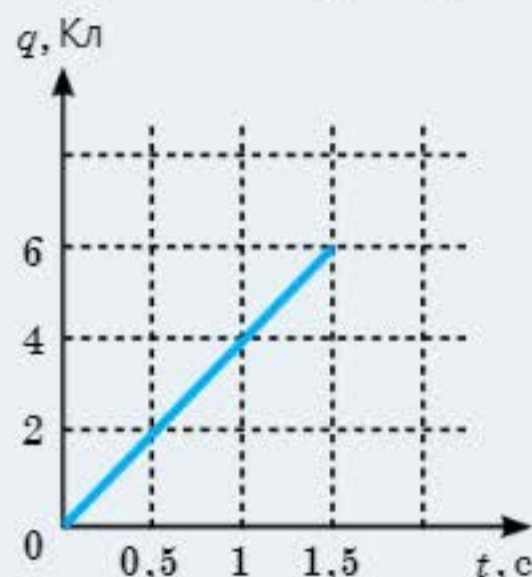
(Жавоб: $2,25 \text{ кКл}$)

6. 220 В кучланиш берилган лампа толасининг кўндаланг кесими орқали 400 Кл заряд ўтган. Электр майдоннинг ишини аниқланг.

(Жавоб: 88 кЖ)

7. Агар электр майдон $2,4 \text{ кЖ}$ иш бажарса, резистор орқали қанча заряд ўтган? Резисторга 12 В кучланиш берилган.

(Жавоб: 200 Кл)



24.5-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

25-§. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни. Ўтказгичнинг электр қаршилиги, солиштирма қаршилик, реостат



Таянч сўзлар:

- ✓ Ом қонуни
- ✓ қаршилик
- ✓ солиштирма қаршилик
- ✓ реостат
- ✓ потенциометр



Бугунги дарсда:

- масала ечишда занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланишни, қаршиликнинг физик маъносини тушунтиришни;
- ўтказгич қаршилиги формуласини масала ечишда қўлланишни 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



Георг Симон Ом
(1789—1854)

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 интиланлар, кўплаб маълумотлар олишган, лекин ҳали ҳам етарли эмас эди. 1821 йилда Дэви металлларни ўтказувчанлик хоссасига кўра (ўтказувчанликнинг ўсишига кўра жойлаштирган: темир, платина, қўрғошин, рух, олтин, мис, кумуш. У ўтказувчанликнинг ўтказгич симнинг кўндаланг кесимига 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 ўзгартирди. Токли ўтказгич устига у ипга осилган магнит стрелка жойлаштирди. Ип буралганда 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 қуйидагича хулосага келган:

1. Занжирнинг турли қисмларида ток кучи ўзгармас бўлади.

2. Ўтказгичдаги ток кучи кучланишга тўғри пропорционал.

3. Ўтказгич узунлигининг ортиши ва унинг кўндаланг кесимининг камайиши билан ток кучи камаяди.

Ўтказгичнинг қаршилиги. Ўтказгичдаги эркин зарралар электр майдон таъсирида тартибли ҳаракатланиб, ушбу ўтказгич ионлари билан ўзаро таъсирлашади. Шу пайтда уларнинг тартибли ҳаракати тезлиги секинлашиб, ток кучининг камайишига олиб келади. Ўтказгичларнинг электр токиннинг 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 катталик 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 коэффицент *модданинг солиштирма қаршилиги* деб аталади.

Солиштирма қаршилик — бирлик узунлик ва бирлик кесимдаги қаршилик билан аниқланадиган физик катталик.

Ҳар қайси модданинг ўзига хос солиштирма қаршилиги мавжуд ва у махсус жадвалга киритилган.

ХБ системасида қаршилиқнинг ўлчов бирлиги $[R] = [\text{Ом}]$. У Ом шарафига шундай номланган.

Ўтказгич учларидаги кучланиш 1 В бўлганда унда 1 А ток ўтса, ўтказгичнинг қаршилиги 1 Ом бўлади.

ХБ системасида солиштирма қаршилиқнинг ўлчов бирлиги $[\rho] = [\text{Ом} \cdot \text{м}]$.

Масала ечишда солиштирма қаршилиқнинг қуйидаги ўлчов бирлиги қўлланилади:

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

Қаршилиқ омметр ёрдамида ўлчанади. Металлардан кумуш ва мис энг яхши ўтказгичлар ҳисобланади. Чунки уларнинг солиштирма қаршилиги жуда ҳам кичик. Кўп ҳолларда электр асбобларда солиштирма қаршилиги катта бўлган материаллар керак бўлади. Масалан: нихром, никелин, константа. Солиштирма қаршилиги жуда катта бўлган, эбонит, керамика (сопол), чинни каби моддалар ҳам мавжуд. Улар *диэлектриклар* деб аталади ва изоляторлар сифатида фойдаланилади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, ўтказгичнинг қаршилиги ҳароратга боғлиқ. Ҳарорат ортган сари ўтказгичнинг қаршилиги ортади.



- Модданинг таркибига кўра ҳарорат ортган сари ўтказгичнинг қаршилиги ортишини тушунтиринг.

Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни. Ом томонидан олиб борилган экспериментлар янги қонун кашф қилинишига олиб келди. *Занжирнинг бир қисмидаги ток кучи шу қисм учларидаги кучланишга тўғри пропорционал ва унинг қаршилигига тесқари пропорционал:*

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



- Нима учун XIX аср бошларида ўтказгичдан токнинг ўтиш қонуниятларини ўрнатиш қийин бўлган? Ҳозирги пайтда ушбу қонуниятларни қандай қурилмалар ёрдамида жорий қилиш мумкин?

Ўтказгич қаршилигининг унинг узунлиги ва кўндаланг кесимининг юзига боғлиқлигини тажриба орқали исботлаймиз (25.1-расм).

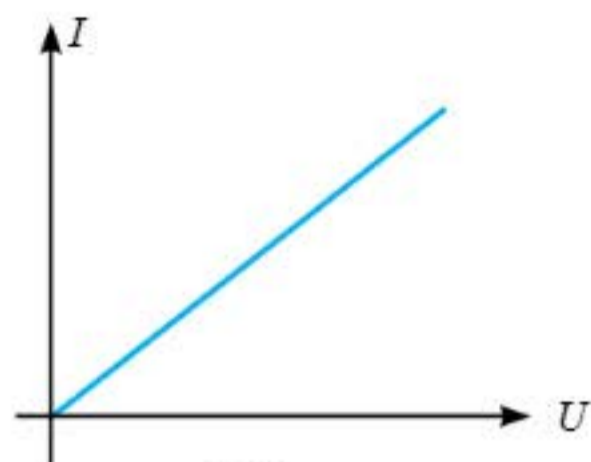


25.1-расм

Дастлаб ток манбаи занжирга никелин, нихромдан ясалган, кесимлари бир хил, узунликлари 1; 5; 2; 3; 4 марта катта симларни навбат билан улаймиз. Сўнгра занжирга бир хил узунликдаги никелин ва нихромдан ясалган, кесимлари 2; 3; 4 марта катта ўтказгичлар навбат билан уланади.

Ҳар 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.



25.2-расм

Реостат ва потенциометр. Электр занжирида ток кучини тез-тез ўзгартириб туриш тақозо этилади. Масалан, электр занжиридаги электр иситкичнинг қизиш даражаси, товуш кучайтиргичдаги товуш ўзгартирилади.

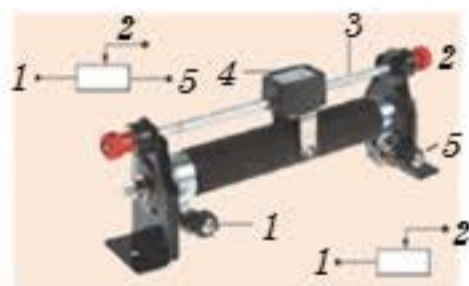
Электр токи кучини махсус асбоб — реостатлар ёрдамида тартибга солиш мумкин. Реостатларнинг тузилиши турлича:

- 1) Ползунли реостат (25.3-б, в расмлар);
- 2) Ричагли реостатлар (25.3-а расм);
- 3) Штепселли реостат ёки қаршилиқлар тўплами (25.3-г расм).

Мактабда 25.3-б расмда тасвирланган ползунли реостат кўп қўлланилади. Керамика каркасга солиштирма қаршилиги катта бўлган сим ўралади. Сим ток ўтказмайдиган юпқа модда билан қопланган. Ўрам устида металл 3-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)

25.3-расм

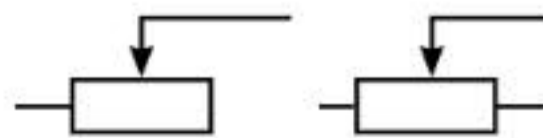


в)

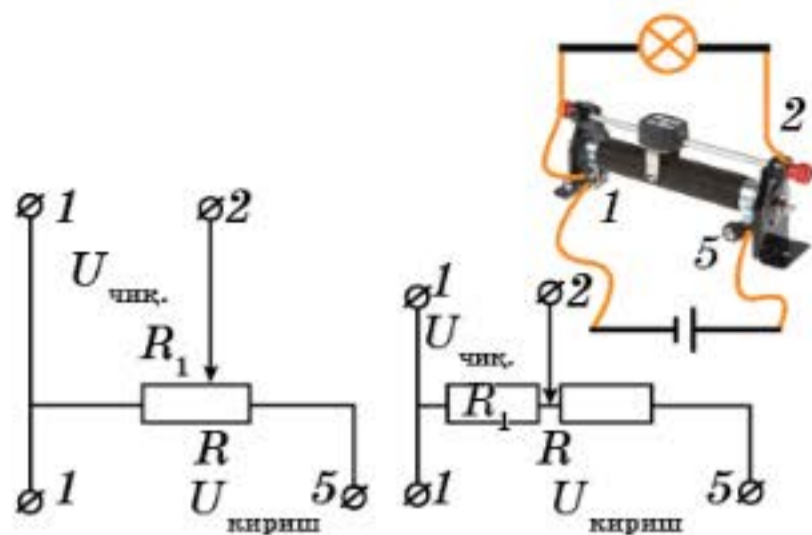


г)

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 равишда 25.4-а расмда тасвирланганидек белгиланади.



25.4-расм



25.5-рәсм

чизмада 25.3-б, расмдаги (чапда юқоридаги бурчакда) каби кўрсатилади. 1 ва 5 қисқичларга: U , тўлиқ кучланиш берилади, 2 ва 5 қисқичлардан эса унинг бир қисми олинади (25.5-расм). Занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан кучланишнинг қаршиликка тўғри пропорционал эканлиги келиб чиқади. $U = IR$. Ўтказгичнинг қаршилиги унинг узунлигига тўғри пропорционал. Демак, реостатнинг 1 ва 5-қисқичлари орасидаги умумий кучланиш $U_{\text{кириш}} = IR$, 2 ва 5-қисқичлар орасидаги кучланиш

$$U_{\text{чик}} = IR_1. \text{ У ҳолда } \frac{U_{\text{чик}}}{U_{\text{кириш}}} = \frac{R_1}{R}.$$

Судралгични чапга силжитиб, реостатнинг қаршилигини камайтирамыз. Бу ўз навбатида занжирдаги ток кучининг ортишига олиб келади.

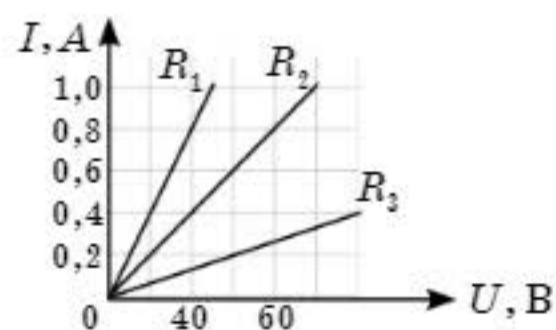
Реостатдан бошқа мақсадда — кучланишни бўлгич сифатида ҳам фойдаланиш мумкин. Бундай ҳолда реостатнинг 1, 2, 5 қисқичлари уланади. Ток 1-қисқич орқали кириб, 5 ва 2-қисқичлар орқали чиқади. Бу



■ 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 қийинчиликлар бўлди?
- 2. Ом қонунини қандай катталикларни боғлайди?
- 3. Ўтказгич қаршилигининг физик маъноси қандай?
- 4. Ўтказгич қаршилигини қандай ўзгартириш мумкин?
- 5. Ўтказгичнинг солиштирама 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 кучланиш бўлгичдан фарқи нимада?
- *10. Кучланиш бўлгичнинг нима учун кучланишни бўлишини тушинтиринг.
11. Хонадондаги бир хил кучланишли маиший электр асбобларини бир-бирига қандай улаш керак?
12. Паст кучланишга мўлжалланган лампани катта кучланишли электр занжирга қандай улаш керак?



25.6-рәсм

Масала ечиш намуналары

1. Алюминийли ўтказгичнинг қаршилиги 0,1 Ом, массаси 54 г. Ўтказгичнинг кўндаланг кесимининг юзи ва узунлигини топинг.

<i>Берилган:</i>	<i>ХБС</i>	<i>Ечилиши.</i> Ўтказгичнинг қаршилигини топамиз: $R = \frac{\rho_l l}{S}$ (1), бу ерда ρ_s — солиштирма қаршилик, l — ўтказгичнинг узунлиги, S — ўтказгич кўндаланг кесимининг юзи.
$m = 54 \text{ г}$	0,054 кг	
$R = 0,1 \text{ Ом}$		
$\rho_s = 2,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$		
$\rho_0 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$		
$l - ? \quad S - ?$		

Ўтказгичнинг массасини $m = \rho_0 V = \rho_0 S l$ (2) формуладан топамиз, бу ерда ρ_0 — алюминийнинг зичлиги. Биринчи тенгламани иккинчисига кўпайтирамиз, у ҳолда: $Rm = \rho_0 \rho_s l^2$,

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

(1) 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?

<i>Берилган:</i>	<i>Ечилиши.</i> $I = \frac{q}{t}$ экани маълум, у ҳолда $t = \frac{q}{I}$.
$q = 2000 \text{ Кл}$	
$I = 250 \text{ А}$	$t = \frac{2000 \text{ Кл}}{250 \text{ А}} = 8 \text{ с}.$
$t - ?$	

Жавоб: 8 с.

3. 220 В кучланиш остидаги узунлиги 11 м, кесими 0,01 мм² бўлган ўтказгичдан 4А ток ўтмоқда. Ўтказгич қандай материалдан тайёрланган?

<i>Берилган:</i>	<i>ХБС</i>	<i>Ечилиши.</i>
$l = 11 \text{ м}$		$R = \frac{\rho_s l}{S}$. Ом қонунига мувофиқ $R = \frac{U}{I}$.
$S = 0,1 \text{ мм}^2$	$1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$	$\rho_s = \frac{RS}{l} = \frac{US}{Il}$.
$U = 220 \text{ В}$		$\rho_s = \frac{220 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2}{4 \text{ А} \cdot 11 \text{ м}} \approx 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$
$I = 4 \text{ А}$		
$\rho_s - ?$		

Баъзи моддаларнинг солиштирма қаршилиги берилган жадвалдан бу материал константан эканлигини аниқладик.

Жавоб: константан.

4. Электр ўтказгичнинг узунлиги 200 км, уни тайёрлаш учун кесими 120 мм² бўлган пўлат симдан фойдаланилди. Симдаги ток кучи 150 мА. Симдаги кучланишни топинг.

<i>Берилган:</i>	ХБС	<i>Ечилиши.</i> Ўтказгичнинг бир қисми Ом қонунига мувофиқ
$l = 200 \text{ км}$	$2 \cdot 10^5 \text{ м}$	$U = I \cdot R, R = \frac{\rho_3 l}{S}, \text{ у ҳолда}$
$S = 120 \text{ мм}^2$	$120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$	$U = I \cdot \frac{\rho_3 l}{S}.$
$I = 150 \text{ мА}$	$150 \cdot 10^{-3} \text{ А}$	
$\rho_3 = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$		
$U = ?$		

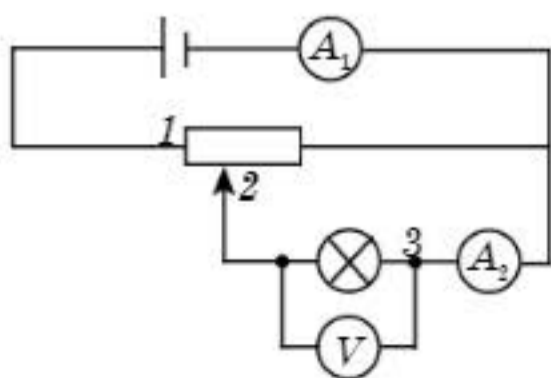
$$U = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ м}}{120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 30 \text{ В}.$$

Жавоб: 30 В.

5. а) 25.7-расмдаги реостат дастаги ўнг ёки чап томонга сурилганда шамнинг қисқичлардаги тиғизлиги қандай ўзгаради? б) Реостат дастаги иккита аниқ 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 ёнг томонидаги тиғизлик бир хил. Агар реостат дастаги ўнг томондаги чекка қисмга кўчирилса, ушбу қисмдаги тўсиқ нолга тенг бўлади. Демак, шамдаги тиғизлик (уни параллел уланган вольтметр кўрсатади) ҳам нолга тенг (тизма қисмдаги тиғизлик қисм тўсиғига тўғри пропорционал).

б) Агар дастак чапга кўчирилса, у ҳолда шамга уланган реостат қисмининг тўсиғи ошиб, 1-нуқтадаги ток дастак жойлашган 2-нуқтага ўтади ва иккига бўлинади. Сўнгра реостат орқали ҳам, шам орқали ҳам ўтади. Ток кучи ошган сари тўсиқ камаяди, шунинг учун дастак



25.7-расм

олдинга томон сурилганда реостат тўсиғи ошади. Шам орқали ўтадиган токнинг ошиши натижасида амперметр кўрсаткичи ҳам ошади.

в) A_2 амперметри A_1 амперметридан паст катталиқни кўрсатади: чунки A_1 амперметр тизманинг тармоқлашмаган қисмидаги токни кўрсатади. У тармоқланган қисмлардаги тоқлар йиғиндисига тенг.

г) Ошади. Нега? Ўйлаб жавоб беринг.



16-жаттығу

- *1. Пўлат сим узунлиги $\frac{1}{4}$ қисмга қисқартирилса, унинг қаршилиги қандай ўзгаради?
(Жавоб: 1,33 марта камаяди)
- *2. Бир ўқувчи “амперметрнинг қаршилиги занжир қаршилигидан катта бўлса, асбоб ток кучини тўғри ҳисоблайди” деб тасдиқлади. Иккинчи ўқувчи эса “занжирнинг қаршилигидан амперметрнинг қаршилиги кичик бўлган ҳолдагина, унинг кўрсатиши тўғри бўлади” деб айтди. Улардан қайси бир ҳақ?
- *3. Телеграфнинг узунлиги 1 км, кўндаланг кесими $0,5 \text{ мм}^2$ бўлган қисмида 8 мА ток ўтса, унинг кучланиши қандай? ($\rho_{\text{пўлат}} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$)
(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 А ток кучига мўлжалланган электр лампа ток манбаига узунлиги 30 см ва кесими $0,34 \text{ мм}^2$ бўлган мис сим билан уланган. Лампанинг ток манбаига уланиш чизмасини чизинг. Лампа ва симнинг қаршилиги қандай? Симнинг узунлиги қандай бўлганда унинг қаршилиги лампа қаршилигига тенг бўлади?
(Жавоб: $R_c = 1,5 \text{ мОм}$; $R_{\text{ш}} = 40 \text{ Ом}$; 800 м)
- *6. Тўлиқ қаршилиги 84 Ом бўлган реостат занжирга кучланиш бўлгич сифатида уланиб, унга 24 В 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 ўзлаштирдингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

26-§. Ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш



Бугунги дарсда:

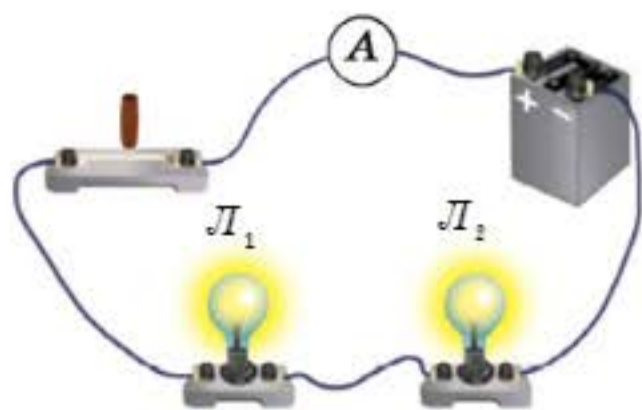
- ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улашда занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланиб, электр занжирини ҳисоблашни ўрганасиз.



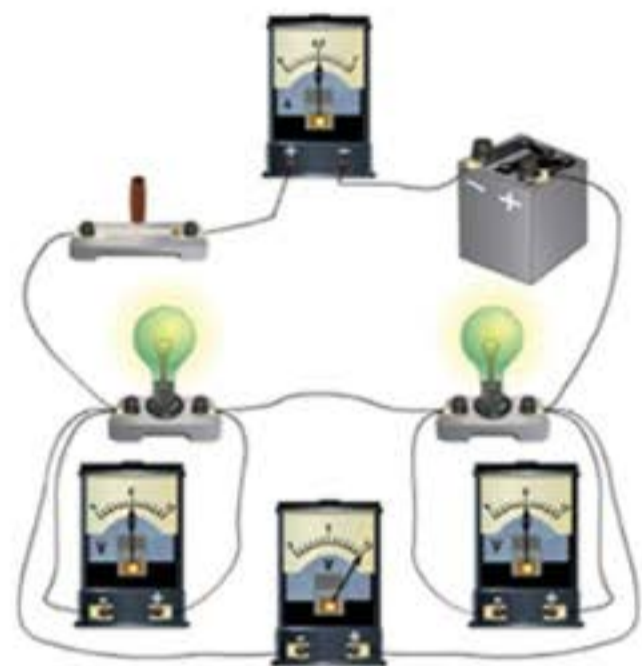
Таянч сўзлар:

- ✓ **ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш**

Кундалик ҳаётда электр энергияси истеъмолчилари электр занжирга турли усуллар билан уланади.



26.1-расм



26.2-расм

Масалан, ҳар бир хонадонда бир вақтда бир нечта лампочка, электр плитаси, чангюткич, телевизор ишлаши мумкин. Истеъмолчиларнинг 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 манбаининг 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 тўлиқ иш майдондаги ҳар бир лампочка ишининг йиғиндисига тенг. Иш кучланишга эквивалент бўлгани учун умумий кучланиш ҳам алоҳида лампочкалар кучланишларининг йиғиндисига тенг:

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

$U = IR$ бўлгани учун $IR = IR_1 + IR_2$. Демак, занжирдаги умумий қаршилик алоҳида резисторлар қаршиликлари йиғиндисига тенг:

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

Ушбу хулосаларни 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,

$$U = U_1 = U_2. \quad (26.4)$$

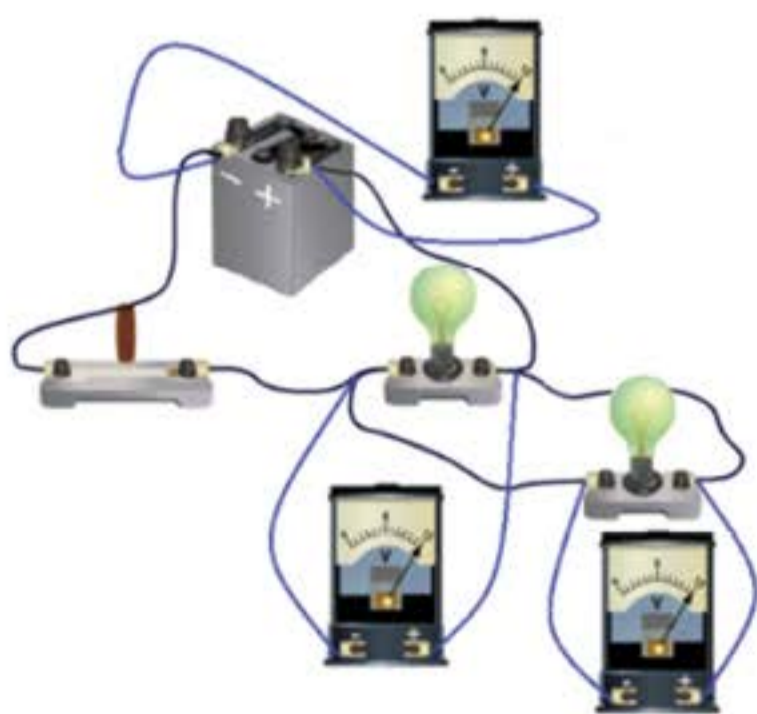
Агар 26.4-расмда тасвирланган схема бўйича электр занжири йиғилса, занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток кучи ҳар бир алоҳида лампочкалардаги ток кучининг йиғиндисига тенг эканлигини кўриш мумкин:

$$I = I_1 + I_2. \quad (26.5)$$

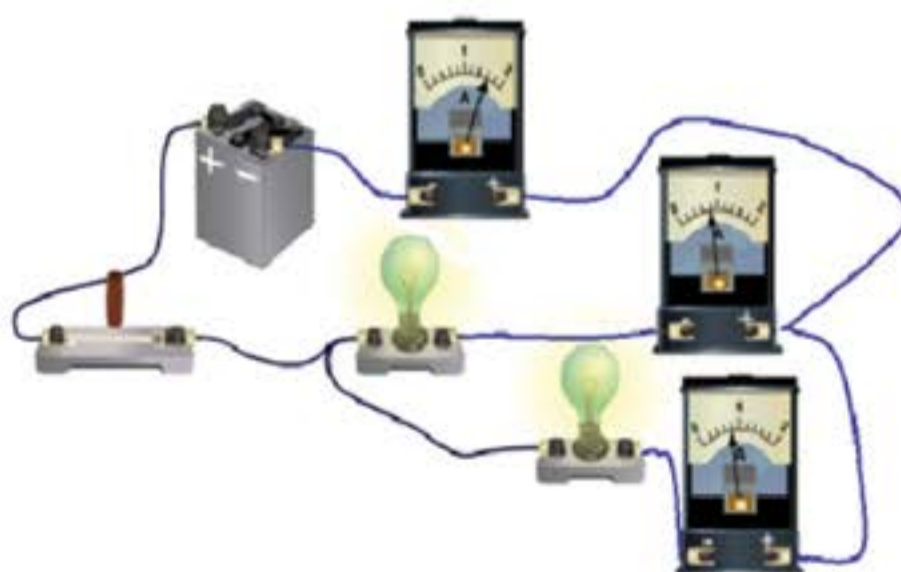
$I = \frac{U}{R}$ бўлгани учун, (26.5) формулани $\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ кўринишда ёза оламиз. Тенгликнинг иккала қисмини U га қисқартирсак,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (26.6)$$

Ўтказгичлар параллел уланганда умумий қаршиликка тесқари катталик ҳар бир қисмдаги қаршиликлар тесқари катталикларининг йиғиндисига тенг.



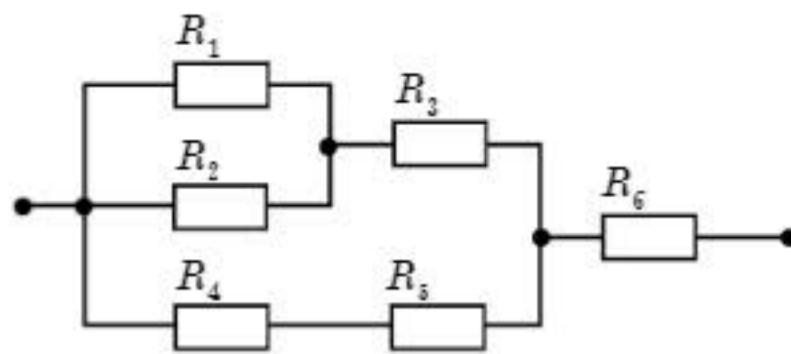
26.3-расм



26.4-расм

Хонадондаги маиший асбоблар параллел уланади. Ушбу хулосаларни 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).



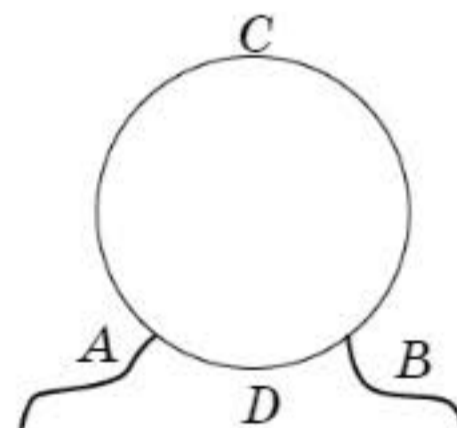
1. Занжирни параллел ва кетма-кет улашдаги фарқ нимадан иборат?
2. Занжирнинг умумий қаршилигини камайтириш учун ўтказгичларни қандай улаш керак?
3. Мис ўтказгич тенг иккига бўлинса, қаршилиқ қандай ўзгаради?
4. Кетма-кет улашнинг камчилиги нимада?
5. Ток кучи ўлчанадиган лампочкага амперметр хатолашиб 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 айлантириш мумкин?

Масала ечиш намуналари

1. 10 Ом қаршиликли ўтказгичдан ҳалқа ясалган (26.6-расм). Занжирдаги қаршилиқ 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 қаршилиқни r_1 , ADB тармоқдаги қаршилиқни r_2 деб белгилаймиз. У ҳолда ҳосил бўлган занжирдаги умумий қаршилиқ (ACB ва ADB қисмлари параллел уланган):



26.6-расм

$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$. Ҳалқанинг қаршилиги $R_k = r_1 + r_2$, бундан $r_2 = R_k - r_1$, у ҳол-

да, $R = \frac{r_1(R_c - r_1)}{r_1 + R_k - r_1}$. Умумий махражга келтирсак, $RR_c = R_c r_1 - r_1^2$ (1).

Ушбу катталиқларни (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

тенгламани ечиб, иккита илдишни 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 $l_2 : l_1 = 9 : 1$.

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:

$R = 4$ Ом

$R_m = ?$

Ечилиши. 1 ва 2-резисторлар параллел уланган, мос равишда улар қаршилигини параллел улаш қоидасидан фойдаланиб ҳисоблаймиз.

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \text{ ёки } \frac{1}{R'} = \frac{2}{2R}, R' = \frac{2R}{2} = R.$$

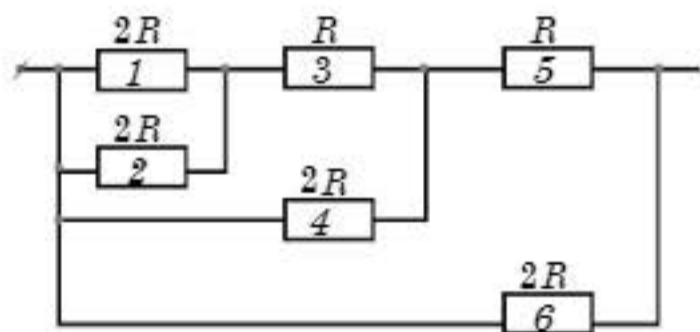
R' резистор ва 3-резистор кетма-кет уланган, яъни $R'' = R' + R = R + R = 2R$. Ўтказгич чизмаси энди бундай чизилади (26.8-расм). Энди R'' ва 4-резистор параллел уланган.

$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{R''} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R}, R''' = R.$$

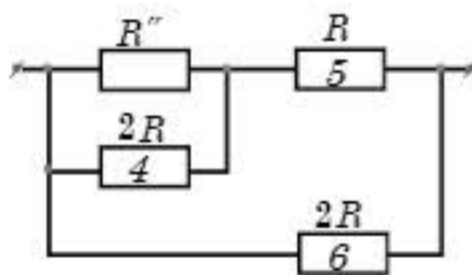
R''' резистор ва 5-резистор кетма-кет уланган, яъни уларнинг қаршилиги ушбуга тенг: $R^{IV} = R''' + R = R + R = 2R$. Бундан янги чизма оламиз (26.9-расм). R^{IV} ва 6-резистор параллел уланган.

$$R_m = \frac{R^{IV} \cdot 2R}{R^{IV} + 2R} = \frac{2R \cdot 2R}{4R} = R = 4 \text{ Ом.}$$

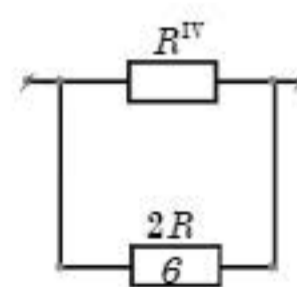
Жавоб: $R_m = 4$ Ом.



26.7-расм



26.8-расм

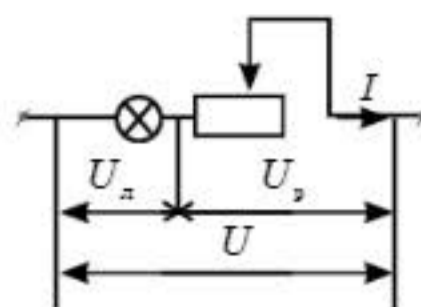


26.9-расм

3. 36 В кучланишга ва 2 А ток кучига мўлжалланган. Кесими 1 мм² бўлган константан симдан ясалган реостат 220 В кучланишли занжирга уланган. Симнинг узунлигини ва реостатнинг қаршилигини топинг.

Берилган:	ХБС
$U_{\text{ш}} = 36 \text{ В}$	
$I_{\text{ш}} = 2 \text{ А}$	
$U = 220 \text{ В}$	
$S = 1 \text{ мм}^2$	$1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$
$\rho_{\text{э}} = 50 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	
$R - ? \quad l - ?$	

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:
 $R = \frac{U_p}{I_p} = \frac{U - U_{\text{ш}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{(220 - 36)\text{В}}{2 \text{ А}} = 92 \text{ Ом}$. $R = \frac{\rho_{\text{э}} l}{S}$ ҳосил бўлади. Бундан ўтказгич узунлиги $l = \frac{RS}{\rho_{\text{э}}}$ 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 тармоққа улаганда ҳар бир лампочкадаги 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 қаршиликлари 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.

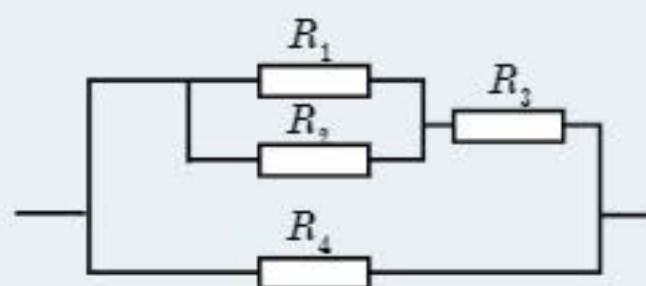
(Жавоб: 4,8 В; 14,4 В; 19,2 В)

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)



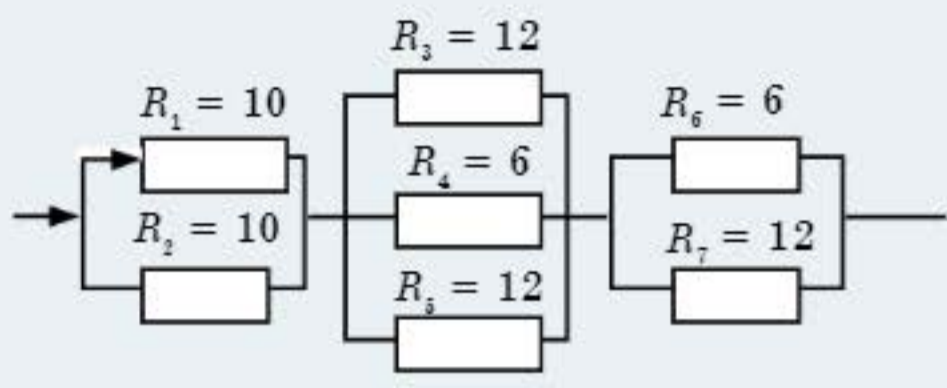
26.11-расм

***4.** 26.12-расмдаги занжирнинг умумий қаршилиги ва кучланишни топинг. R_1 даги ток кучи 1 Ага тенг.

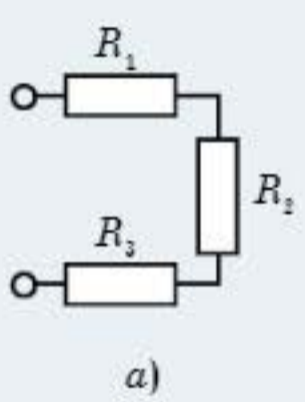
(Жавоб: 12 Ом; 24 В)

***5.** $R_1 = R_2 = 4$ Ом, $R_3 = R_4 = R_5 = 8$ Ом, $R_6 = 15$ Ом бўлса, 26.13-расмдаги ҳар бир занжирнинг умумий қаршилиги нимага тенг?

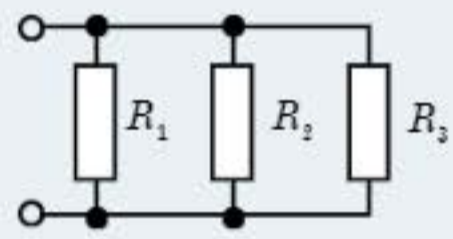
(Жавоб: а) 16 Ом; ә) 1,6 Ом; б) 25,7 Ом)



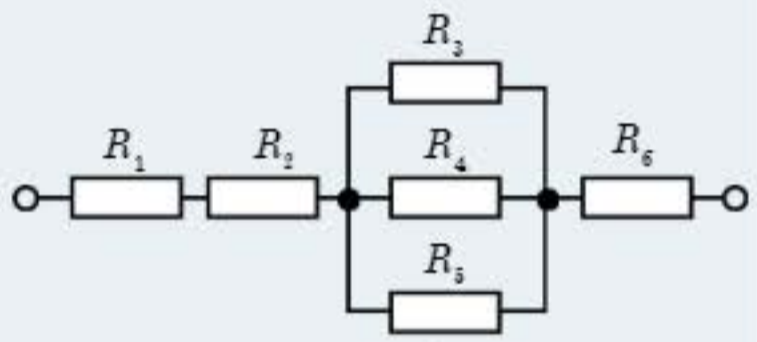
26.12-расм



а)



б)



в)

26.13-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

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 сўзлар:

- ✓ токнинг иши ва қуввати
- ✓ ФИК
- ✓ Токнинг иссиқлик таъсири
- ✓ Жоуль-Ленц қонуни

Бугунги дарсда:

- масала ечишда токнинг иши ва қуввати формуласидан фойдаланишни;
- Жоуль—Ленц қонунини қўлланишни ўрганасиз.

Мўны билесиздер

Истеъмолчи орқали ўтган электр токининг таъсири турлича бўлади. Токнинг қандай таъсирларини биласиз? Электр чойнакда сув қандай иситилади? Автомобилларни автоматик равишда йиғишни қандай бошқариш мумкин? Электр лампа ниманинг 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 алмашишлар 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 ҳисоблайдиган 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 манбаи 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 қуйидагига тенг:

$$A = \mathcal{E}It. \quad (27.5)$$

Ташқи кучлар томонидан бажараладиган иш тўлиқ иш деб аталади. У истеъмолчидаги электр энергиянинг ҳам, ток манбаи ичидаги зарядни кўчиришда майдон бажарадиган ишни ҳам инобатга олади.

ХБ системасида ишнинг ўлчов бирлиги *жоуль* (Ж): $[A] = [Ж]$.

$$1 \text{ Ж} = 1 \text{ Кл} \cdot 1 \text{ В} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}.$$

Ток ишини ўлчайдиган асбоб электр ҳисоблагич деб аталади.

Сиз бунни биласиз

Сиз турли вақт оралиғида бир хил механик иш бажариш мумкин эканлигини биласиз. Механик ишнинг бажарилиш жадаллигини тавсифловчи катталик нима деб аталшини ёдингизга тушинг.

Ток қуввати. Электр токи учун қувват катталиги киритилган.

Электр токининг қуввати — электр энергияни энергиянинг бошқа турларига айлантириш жадаллигини тавсифловчи физик катталик:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (27.6)$$

ХБ системасида ток қувватининг ўлчов бирлиги *ватт* (Вт): $[P] = [Вт] = \left[\frac{Ж}{с} \right]$.

Қаршилиги R бўлган занжир қисмидаги электр токининг қуввати:

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

$$P = UI. \quad (27.7)$$

Электр занжирининг тўлиқ қуввати:

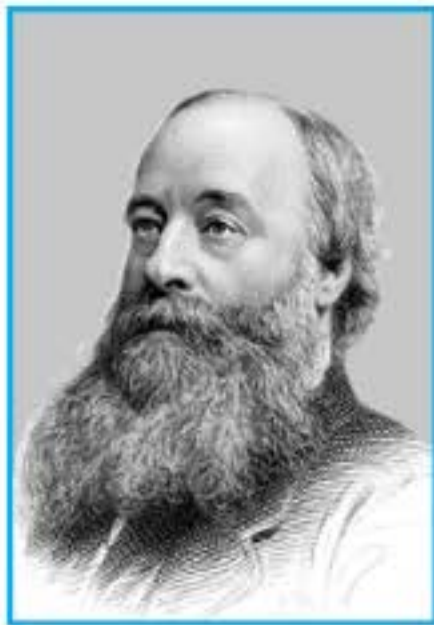
$$P = \mathcal{E}I. \quad (27.8)$$

$I = \frac{U}{R}$ эканини ҳисобга олсак, (27.7) тенгламани, яъни ток истеъмолчисида ишлаб чиқариладиган қувватни қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}. \quad (27.9)$$

Қувват ватт билан ўлчанганлиги учун ишнинг ўлчов бирлигини қуйидаги ифодалаш мумкин:

$$[A] = [Ж] = [Вт \cdot с].$$



Жеймс Прескотт
Жоуль
(1818—1889)

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 $A_{\text{фой}}$, ишга тенг; иккинчидан, энергия электр ҳаракатлантиргичь 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 қуйидагидек ҳисобланади:

$$\eta = \frac{A_{\text{фой}}}{A_{\text{тўл}}}. \quad (27.10)$$

Ток манбаининг ФИК ҳақида гап борганда фойдали иш деб ўзгармас токнинг ташқи занжирда бажарган иши назарда тутилади:

$$A_{\text{фой}} = IUt = I^2Rt.$$

Тўлиқ иш деб ток манбаи ишига айтилади.

У:

$$A_{\text{тўл}} = A_{\text{ташқи}} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E}t.$$

$$\eta = \frac{IUt}{\mathcal{E}It} \cdot 100\% = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\%. \quad (27.11)$$

ФИК ток манбаининг электр юритувчи кучидан қандай қисми истеъмолчида кучланиш турида ажралиб чиқишини кўрсатади.



Эмилий
Христианович
Ленц
(1804—1865)

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 ўтказган тажрибалар қўзғалмас металл ўтказгичларда токнинг барча иши унинг қизишига, яъни ҳароратининг кўтарилишига сарфланишини исботлаган. Қизиган ўтказгич ўзи олган энергияни аτροφдаги жисмларга беради.

Электр токининг иши $A = IUt$, $A = \frac{U^2 t}{R}$ ёки $A = I^2 Rt$ формулалар ёрдамида ҳисоблангани учун, ўтказгичдан ажралиб чиққан иссиқлик миқдори ҳам ўша формуладан аниқланади:

$$Q = IUt, \quad Q = \frac{U^2 t}{R}, \quad Q = I^2 Rt.$$

Жоуль—Ленц қонуни: қўзғалмас ўтказгичлардан ток ўтганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори ток кучи квадратининг ўтказгичнинг қаршилигига ва токнинг ўтиш 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 ичида 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.

Ёпиқ занжирдаги ток кучи ток манбаининг ЭЮКга тўғри пропорционал, тўлиқ қаршилигига тесқари 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 ишнинг тўлиқ ишдан фарқи нимада?
3. Ишнинг ХБ системасидан бошқа қандай бирлигини биласиз? Унинг физик маъноси қандай?
4. Токнинг қуввати нима?
5. Электр иситкичнинг қуввати 900 Вт. Бу нимани билдиради?
6. Бир ой ичида электр ҳисоблагичнинг кўрсатиши 120 кВт · соатга ўзгарди. Ўша ёзувни тушунтиринг.
7. Нима учун ўтказгичдан 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 таъсирини ҳисоблаш мумкинми? Жавобингизни тушунтиринг?
11. Электр лампанинг толаси қисқартирилса, лампа истеъмол қиладиган 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 мамуналары

1. 5 минут ичида 20°C ҳароратдаги 1,5 л сувни қайнаш ҳароратигача етказиш учун кўндаланг кесими $0,1 \text{ мм}^2$ нихром ўтказгичдан ясалган сув иситкичнинг узунлиги қандай бўлиши керак? Сув иситкичнинг ФИК 90%, тармоқдаги кучланиш 220 В.

<i>Берилган:</i>	<i>ХБС</i>	<i>Ечилиши.</i> Сув иситкичнинг ФИКни $\eta = \frac{A_{\text{ф.о.ш}}}{A_{\text{т.е.ж}}}$ формула ёрдамида топамиз. Сув иситкич сувни қайнаш ҳароратигача етказиши керак. Демак, фойдали иш сувни қайнашгача етказиши учун сувга берилган иссиқлик миқдори $A_{\text{ф.о.ш}} = Q_1 = cm(t_2 - t_1)$ формула бўйича топилади, бу ерда
$\tau = 5 \text{ мин}$	300 с	$m = \rho V = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1,5 \text{ кг.}$
$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$		
$V = 1,5 \text{ л}$	$1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	
$S = 0,1 \text{ мм}^2$	$0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$	
$t_2 = 100^{\circ}\text{C}$		
$\eta = 90\%$	0,9	
$U = 220 \text{ В}$		
$c = 4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$		
$\rho_0 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$		
$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$		
$l - ?$		

Электр токи иситкич спиралидан ўтганда иш бажаради. Бу иш $A_{\text{т.е.ж}} = Q_2 = \frac{U^2}{R} \tau$. 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 катталиқни (2) формулага қўйсак, $l = \frac{\eta \tau U^2 S}{cm(t_2 - t_1) \rho_0}$. Ҳисоблашларни бажарамиз:

$$l = \frac{0,9 \cdot 300 \text{ с} \cdot (220 \text{ В})^2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{4200 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 1,5 \text{ кг} \cdot (100 - 20)^{\circ}\text{C} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} \approx 2,36 \text{ м.}$$

Жавоб: $l \approx 2,36 \text{ м.}$



18-машқ

1. 220 В ли кучланишга уланган электр чироғига 5 минут ичида 12 кЖ энергия сарфланди. Электр чироғидаги ток кучи қандай?

(Жавоб: 30 мА)

- 2. Электр ҳаракатлантиргичлари бир хил иккита троллейбус турли тезликлар билан ҳаракатланади. Улардан қайси бирининг қуввати катта: тез ҳаракатланганинингми ёки секин ҳаракатланганинингми? Иккала ҳолда ҳам ҳаракатга қаршилик бир хил деб ҳисоблансин.
- 3. Ток кучи 6 А бўлганда электр плита 8 минут ичида 2,2 МЖ энергия истеъмол қилади. 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 $R = 80,7$ 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 қранининг 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 ўзлаштирадингиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

28-§. Металлар электр қаршилигининг ҳароратга боғлиқ бўлиши. Ўта ўтказувчанлик



Бугунги дарсда:

- металллардаги электр токи табиатини тушунтиришни ва қаршиликнинг ҳароратга боғлиқ бўлишини аниқлашни ўрганасиз.



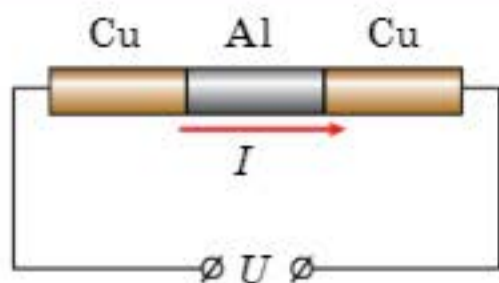
Таянч сўзлар:

- ✓ қаршиликнинг ҳароратга боғлиқлиги
- ✓ ўта ўтказувчанлик

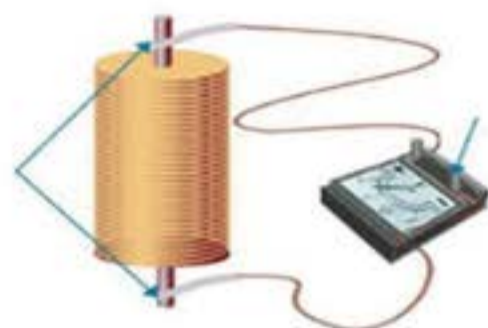


- Қизиган ўтказгичда қандай ўзгариш бўлиши мумкин? Бу ўзгаришлар ўтказгичнинг электр хоссасига қандай таъсир кўрсатади? Чирокдаги кучланиш аста-секин ортирилса, чирокнинг ток кучи қандай ўзгаради?

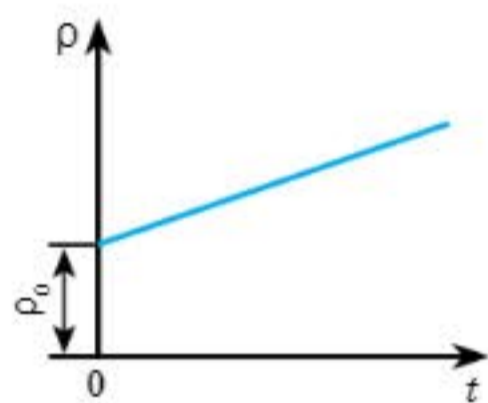
Турли моддалар электр токини турлича ўтказади. Барча металлар яхши ўтказгичлар, аммо уларнинг ички тузилиши ҳар хил бўлгани учун ток ўтказиш қобилиятлари ҳам турлича бўлади. Металларда заряд ташувчи зарралар — *эркин электронлар*. Буни немис физиги Э. Рикке



28.1-рәсм



28.2-рәсм



28.3-рәсм

ва америкалик физиклар Т. Стюарт ва Р. Толмен тажрибаларида исботлашган. Улар иккита мис цилиндр орасига алюминий цилиндрни жойлаштириб, электр занжирини тузишган (28.1-рәсм). Занжирдан бир йил мобайнида ток ўтказилганда цилиндрларнинг кимёвий таркиби ва массалари ўзгармаган.

Демак, металлларда токни эркин электронлар ташийди. Америкалик олимлар Г. Стюарт ва Р. Толмен цилиндр ғалтакка мис сим ўраб, ўз ўқи атрофида айлантйриб кескин тўхтатганда (28.2-рәсм), унда қисқа муддатли ток пайдо бўлган.

Биз ўтказгич қаршилиги унинг геометрик ўлчовига ва металл таркибига боғлиқ эканини аниқладик. Энди металл ўтказгичнинг қаршилиги қандай катталикларга боғлиқ эканини аниқлаймиз. *Металлнинг қаршилиги ҳароратнинг ўзгаришига боғлиқ, чунки эркин электронларнинг ҳаракати ҳароратга боғлиқ.* Ушбу гипотезани аниқлаш учун аккумуляторга пўлат спираль (бурама сим) улаб, уни аланга устида ушласак, занжирга уланган амперметр ток кучининг камайганини кўрсатади. Демак, ҳарорат ўзгариши билан ўтказгичнинг қаршилиги ҳам ўзгаради.

Агар 0°C ҳароратда ўтказгичнинг ҳарорати R_0 , t ҳароратда эса R бўлса, қаршиликнинг нисбий ўзгариши тажриба кўрсатишича, ҳароратнинг ўзгаришига тўғри пропорционал бўлади:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha t. \text{ Бундан:}$$

$$R = R_0(1 + \alpha t). \quad (28.1)$$

Пропорционаллик коэффиценти α қаршиликнинг ҳарорат коэффиценти деб аталади. У модда қаршилигининг ҳароратга боғлиқлигини тавсифлайди. Қаршиликнинг ҳарорат коэффиценти сон қиймати жиҳатдан қаршиликнинг ўтказгич 1 K иситилгандаги нисбий ўзгаришига тенг. *Металл иситилганда унинг геометрик ўлчами ўзгармайди деб ҳисобласак, унинг солиштирма қаршилиги ҳароратга боғлиқ бўлади:*

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t). \quad (28.2)$$

Ҳарорат ўзгарганда α солиштирма қаршилик жуда оз ўзгаргани учун (28.2) формулага мувофиқ солиштирма қаршилик ҳароратга чизиқли боғлиқ бўлади (28.3-рәсм).

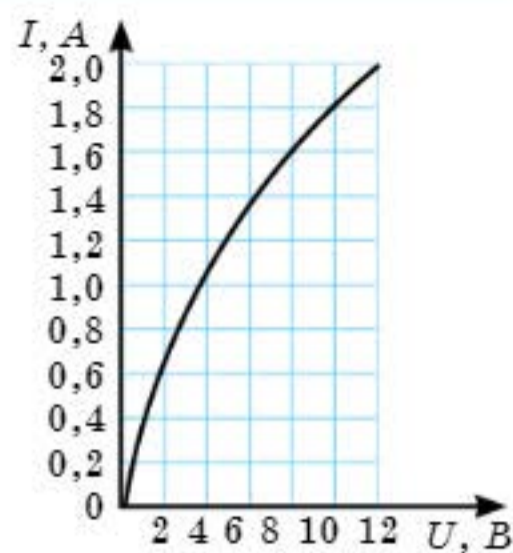
Қаршиликнинг ортишига қуйидагича изоҳ берилади: ҳарорат ортиши билан кристалл панжара тугунларидаги ионларнинг тебраниш амплитудаси ҳам ортади. Шунинг учун эркин электронлар ионлар билан кўпроқ

тўқнашиб, ҳаракат йўналишини ўзгартириб туради. Чўғланма лампочканинг вольфрам толаси қаршилиги ундан ўтганда 10 баравардан зиёд ортади. Шунинг учун лампочка толасининг вольт-ампер тавсифи чизиқли боғланишни бермайди (28.4-а расм).

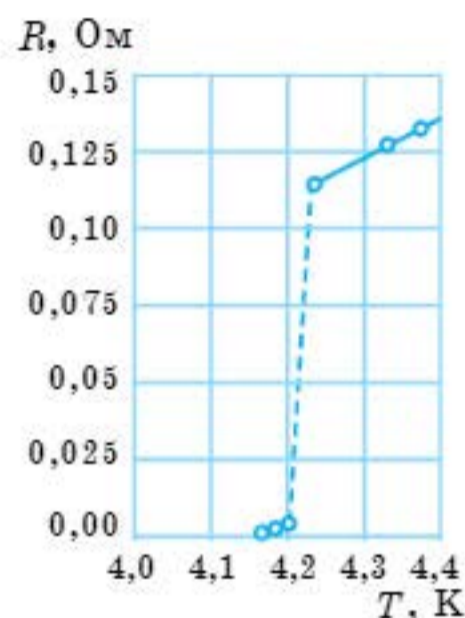
Металлар қаршилигининг ҳароратга боғлиқлигидан электр термометрларда фойдаланилади. Бундай термометрлар жуда паст ва жуда юқори ҳароратларни ўлчайди. Бундай ҳароратларни ўлчаш учун оддий суюқликли термометрлар яроқсиз.

(28.2) формуладан ҳарорат пасайиши билан металларнинг қаршилиги камайишини кўриш мумкин. 1911 йилда голландиялик физик Х. Камерлинг-Оннес ўта ўтказувчанлик ҳодисасини кашф қилди. У симобнинг паст ҳароратлардаги қаршилигини ўлчади. Камерлинг моддаларни аралашмалардан мумкин қадар юқори сифатда тозалаб ҳароратни камайтирганда модданинг қаршилиги қандай ўзгаришини билмоқчи бўлди. Тадқиқот кутилмаган натижа берди: 4,15 К дан паст ҳароратда симобнинг қаршилиги бирданига йўқолди. Қаршилиқнинг ҳароратга боғлиқлиги графиги 28.4-а расмда тасвирланган.

Бу симобнинг ўша ҳароратдан бошлаб электр токига қаршилиқ кўрсатмаслигини англатади. *Айрим металлар ҳам ўта ўтказувчанлик хоссасига эга.* Агар шундай металдан ҳалқа ясаб, унда ток вужудга келтирилса, ток ўша ҳалқада чексиз узоқ вақт айланиб юради. Ўтказгичда сўнмайдиған токнинг мавжуд бўлиши қарийб икки йилни ташкил қилган. Лекин бу тажриба маълум ташқи сабабларга кўра тўхтатилган.



а)



б)

28.4-расм



- Ўта ўтказувчан металлар қўлланилса, инсоният қандай афзалликларга эга бўлар эди?



1. Нима учун металлар яхши ўтказгичлар бўлиб ҳисобланади?
2. Нима учун металнинг ўтказувчанлиги электрон ўтказувчанлик?
- 3. Ташқи электр майдони мавжуд бўлган ва мавжуд бўлмаган пайтдаги металлар эркин электронларининг ҳаракатини тавсифланг.
- 4. Нима учун ҳарорат ортганда металнинг қаршилиги ортади?
- 5. Ўта ўтказувчан ўтказгичларнинг афзаллиги нимада?
- *6. Электр лампочка катта қувватни истеъмол қилади: у тармоққа уланиши биланми ёки бир неча минут ўтгандан кейинми?
- *7. Агар электр плита спиралининг қаршилиги ҳарорат ортиши билан ўзгармаса, унинг энг паст қувватдаги узунлиги катта бўлиши керакми ёки кичикми?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	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**

Бугунги дарсда:

- электр иситиш асбобларининг ишлаши ва қисқа туташув рўй бериш сабаби ва унинг олдини олиш йўллари билан танишасиз.



- **Ўтказгичдан электр токи ўтганда унинг қизишидан қандай ва қаерда қўлланиш мумкин?**

Электр иситиш асбоблари. Замоनावий 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 металлларни электр пайвандлашда фойдаланилади. Қишлоқ хўжалигида электр токи ёрдамида иссиқхоналар, инкубаторлар иситилади, ғалла қуритилади, силос тайёрланади.

Иситкич электр асбобларининг асосий қисми иситкич элемент бўлиб ҳисобланади. Иситкич элемент солиштирма қаршилиги катта ўтказгичдан ясалади. У юқори ҳароратгача (1000—1200°С) иситилганда эримайди. Иситкич элемент яшаш учун кўпроқ нихром қўлланилади. Унинг солиштирма қаршилиги $\rho = 1,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$. Нихром билан бирга вольфрамдан ҳам фойдаланилади. Унинг солиштирма қаршилиги $\rho = 55 \text{ нОм} \cdot \text{м}$. Нихром ва вольфрамнинг солиштирма қаршиликлари катта, шунинг учун улар кичик ўлчамдаги иситкич элементларни яшаш 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-рәсм

Чўғланма лампанинг иши токнинг иссиқлик таъсирига асосланган. Ҳозирги чўғланма лампанинг асосий қисми (29.2-рәсм) ингичка вольфрам симдан иборат (29.3-рәсм). Вольфрам — юқори ҳароратда эрийдиган металл. Унинг эриш ҳарорати 3387°C . Чўғланма лампадаги вольфрам спираль 3000°C гача қизийди. Шундай ҳароратда у оппоқ рангга кириб, кучли ёруғланади. Тола тез куйиб кетмаслиги учун у ҳавоси сўриб олинган шиша колбага жойлаштирилади.

Бироқ вакуумда вольфрам тез бугланиб, спираль ингичкалашади ва тез куйиб қолади. Вольфрамда тез бугланиш содир бўлмасликнинг олдини олиш учун лампочка азот, баъзан криптон ёки аргон билан тўлдирилади. Газ молекулалари вольфрам зарраларининг толадан учиб чиқишига қаршилик кўрсатиб, чўғланма тола узоқ вақт ишлайди.

Ҳозирги пайтда чўғланма лампаларни энергия тежайдиган (кундузги ва диодли) лампалар сиқиб чиқармоқда (29.4-рәсм).



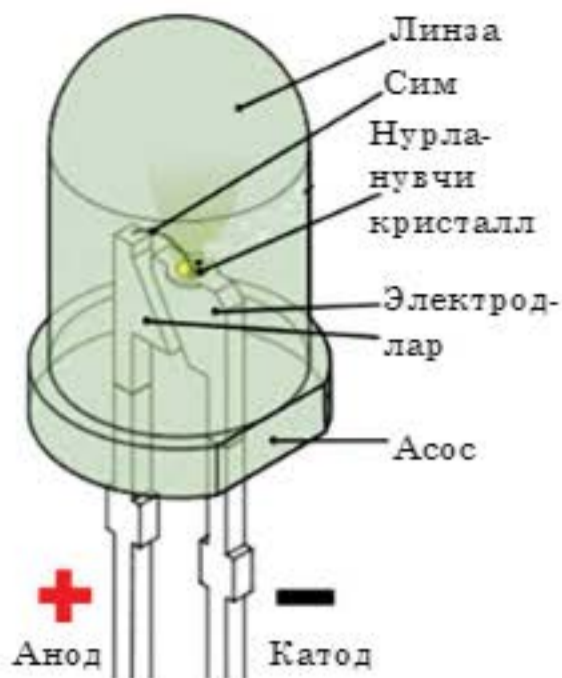
29.2-рәсм



29.3-рәсм



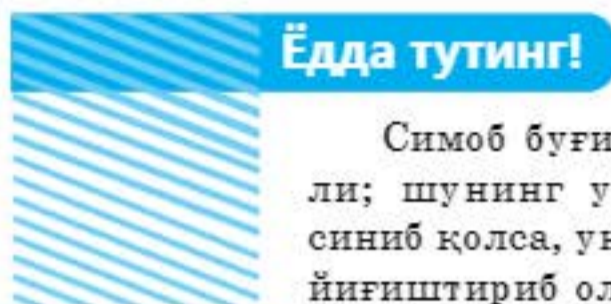
29.4-рәсм



29.5-рәсм

Диод лампаларнинг ишлашени 29.5-рәсм ёрдамида тушунтириш мумкин. 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 тутинг!

Симоб буғи инсон ҳаёти учун хавфли; шунинг учун тежовчи лампалар синиб қолса, унинг қолдиқларини тўғри йиғиштириб олиб, тозалаш керак.

БУ ҚИЗИҚ!

Найча — лампанинг ёруғлик чиқарадиган қисми. У корпусга уланади, корпус ичида лампанинг ички қисми бўлган ток манбаи ва ток манбаини 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 озроқ миқдорда 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 ясаллади. Спираль (бурама сим)ни ўраш ҳисобига газ разрядли найнинг узунлигини орттириш мумкин, лекин бундай шаклда лампанинг узунлиги қисқаради. Акс ҳолда лампочка қандилга сизмас 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 мумкин.

Қисқа туташувда занжирнинг қаршилиги кескин камайиб, занжирдаги ток кучи ортиб кетади. Натижада ўтказгичлар ҳаддан ташқари қизиб алангаланиб кетиши мумкин. Шунингдек, қўшимча истеъмолчиларнинг параллел уланиши занжир қаршилигини кескин камайтириши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун тармоққа сақлагичлар уланади.

Сақлагич. Қурилма, машина, аппаратлар, асбоблар, қурол-яроғлар ва ҳ.к. ишлар хавфсизлигини таъминлаш учун сақлагичлар қўлланилади.

Кенг тарқалган сақлагич турларига эрувчан сақлагичлар киради. Бундай сақлагичлар электр тармоқларини қисқа туташувдан сақлайди.

Эрувчан сақлагичлар — электр ас-бобларини қисқа туташув ва ортиқча юкланишдан сақлайдиган қурилма (29.6-расм). Электр занжирлари ҳар доим муайян ток кучига мўлжалланган бўлади.

Агар бирор сабаб билан занжирдаги ток кучи йўл қўйилиши мумкин бўлган чегарадан ошиб кетса, ўтказгичлар ҳаддан ташқари қизиб кетиб, уларнинг сиртидаги изоляция материали алангаланиб кетиши мумкин. Тармоқда ток кучининг кескин ортиб кетишига катта қувватли кўп ток истеъмолчилари, масалан, электр плиталарнинг барабар уланиши сабаб бўлиши мумкин. Эрувчан сақлагичларнинг асосий қисми — эрувчан сим. У тез эрийдиган металдан, масалан, қўрғошиндан тайёрланади. Эрувчан сим чинни цилиндр ичига жойлаштирилади. Занжирдаги ток кучи белгилангандан ортиб кетса, қўрғошин сим эриб, занжир узилади.

Эрувчан сақлагичлар содда ва арзондир. Лекин уларнинг камчилиги ҳам бор: эрувчан симни юқори кучланишли қурилмаларда алмаштириш қийин. Эрувчан сим фақат қисқа туташув токидангина сақлайди. Яна шундай сақлагичлар ҳам борки, уларнинг иши эришга эмас, жисм қизиганда иссиқликдан кенгайишга асосланган. Сақлагичлар хонадонга электр тармоғи киритиладиган жойда махсус шчитга ўрнатилади.



29.6-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Иссиқлик ажратиқич (29.7-расм) — ток ўтганда исийдиган биметалл пластинадан иборат. Белгилангандан ортиқ ток ўтганда биметалл пластина эгилиб, ҳаракатланувчи контакт пружинасини босиб, электр занжирини ажратади. Эрувчан сақлагичлардан фарқли ўлароқ, автомат сақлагичлар пластина со-вигандан сўнг қайта ишлай бошлайди.

Электроника соҳасида электр автомат кенг тарқалган. (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 сақлагич пайдо бўлгандан бери эрувчан сақлагичларга талаб камаймоқда.



29.7-расм



29.8-расм

Илгарилари токнинг ортиш хавфидан фақат ўша эрувчан сақлагичлар ҳимоя қилган.

Электр автоматлар қўлланишга анча қулай. Агар куйиб кетган сақлагични алмаштириш зарур бўлса, автоматни юқорига кўтариш кифоя.



1. Электр иситиш асбоблари қандай ишлайди?
2. Электр дазмолнинг ишлаш принципи қандай?
3. Чўғланма лампаларнинг тузилиши ва ишлаш пинципи қандай?
4. Диодли ва энергия тежовчи лампаларнинг афзаллиги қандай?
5. Қисқа туташув қачон кузатилади?
6. Сақлагичлар нима учун керак?
7. Эрувчан сақлагичларнинг ишлаш принципи қандай?
8. Иссиқлик ажраткич қандай ишлайди?
9. Электр автоматнинг ишлаш принципи қандай?
10. Эрувчан сақлагичнинг камчилиги нимада?
11. Электр автоматнинг афзаллиги нимада?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

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 эквивалент
- ✓ Фарадей қонуни

Бугунги дарсда:

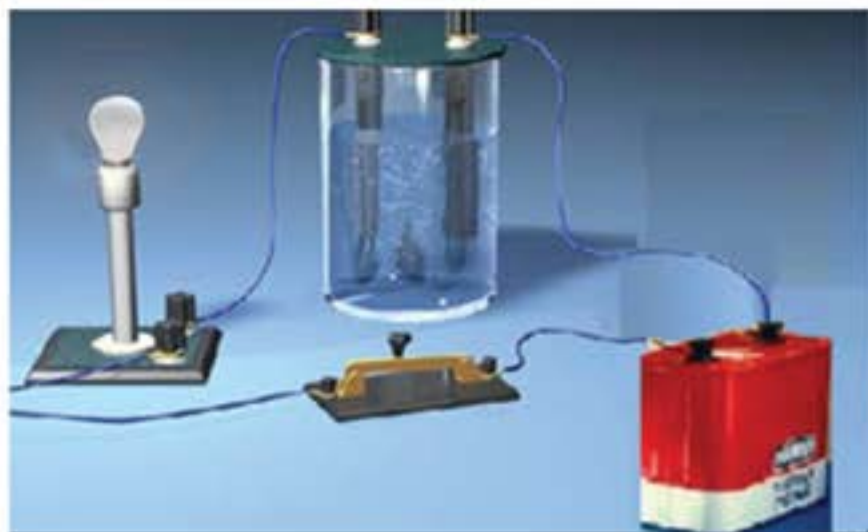
- суюқликлардаги электр токи табиатини тушунтиришни ўрганасиз.



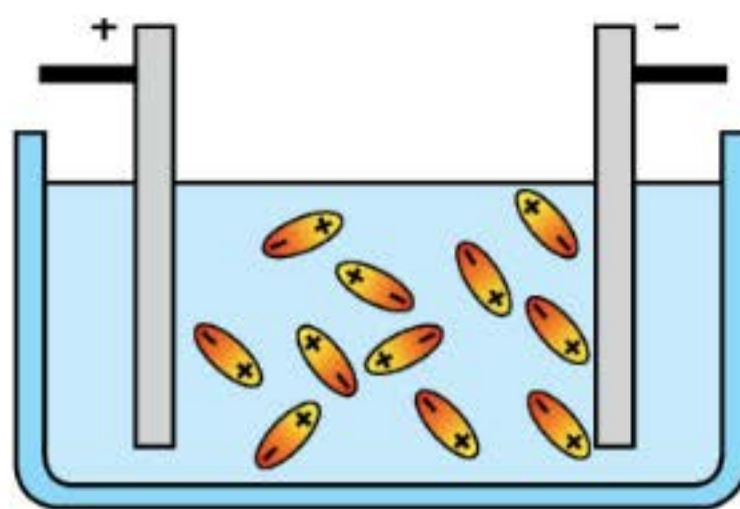
- Кучланиш берилган электр ўтказгични сувга солсак, сувдан ток ўта бошлайди. Бошқа суюқликлар ҳам ток ўтказадими?

Сиз буни биласиз

Инсон танасининг 80% и сувдан таркиб топгани учун, жисм электр токини яхши ўтказди: токнинг инсон организми учун фойдаси ҳам, зарари ҳам бор.



а)



б)

30.1-рәсм

Суюқликларнинг электр ўтказувчанлиги инсон ҳаётида муҳим аҳамиятга эга. Уяли телефон батареялари, аккумуляторнинг ишлаши суюқликнинг электр ўтказувчанлигига асосланган.

Эриган бокситдан алюминий олинади. Бу металдан самолётсозликда ва ичимликлар идишини тайёрлашда фойдаланилади. Ток манбаи, чироқ, тозаланган (дистилланган) сув қуйилган идишдан ташкил топган электр занжирини йиғамиз. Идишга иккита электрод солинган (30.1-а рәсм).

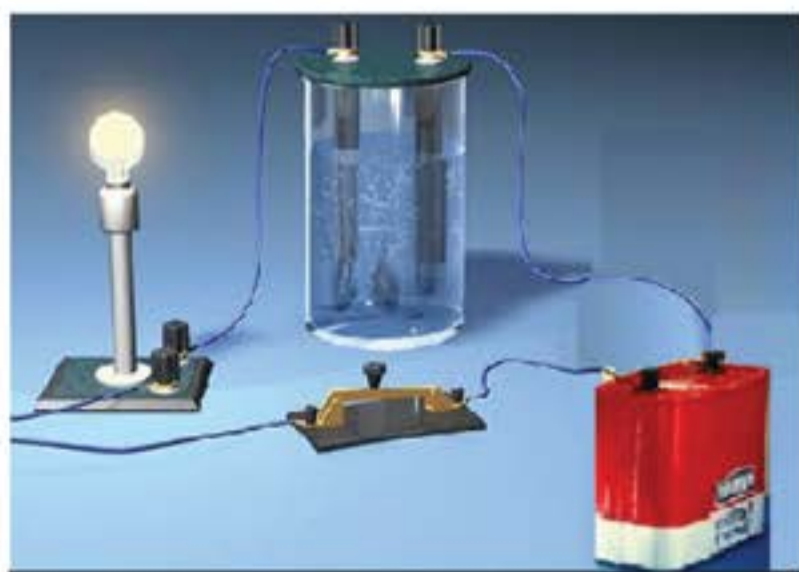
Лампочка калит билан туташтирилганда ёнмайди. Демак, дистилланган сувдан ток ўтмайди (30.1-б рәсм).

Агар идишга сув ўрнига туз солсак, бунда ҳам лампочка ёнмайди. Агар сувга туз аста-секин солинса, лампочка ёнади. Демак, сувда туз эритмаси электр токини ўтказди.

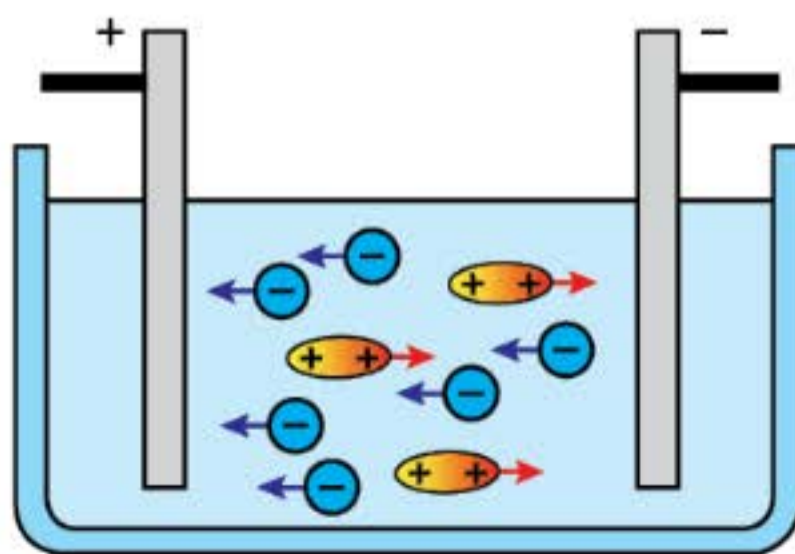
Бу сув эритмасида эркин зарядланган зарралар пайдо бўлганини билдиради (30.2-а рәсм).

Сув молекуласи туз молекуласини ўраб олиб, уни мусбат ва манфий зарядланган зарраларга ажратади (30.2-б рәсм). Улар ионлар дейилади. Нейтрал молекулаларнинг ионларга парчланиши *электролитик диссоциация* деб аталади.

Тузнинг, кислота ва шиқорларнинг сувдаги эритмаси электролитлар деб аталади.

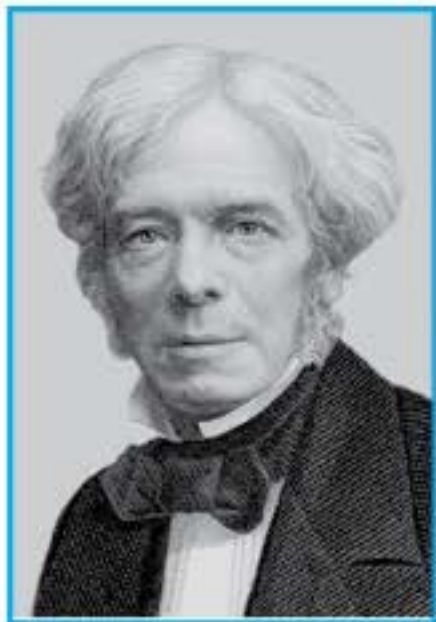


а)



б)

30.2-рәсм



Майкл Фарадей
(1791—1867)

Электролитлар токни яхши ўтказади. Металл ва газлардан фарқли ўлароқ, электролитлар бундай хусусиятга эга: электролит орқали ўтувчи 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 чиққан модда массаси электролит орқали ўтган 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 чиққан модда массаси электролитдан ўтган ток кучи билан ток ўтган вақтга тўғри пропорционал.

(30.1) формуладаги k коэффициент модданинг *электрохимёвий эквиваленти* деб аталади. У экспериментал равишда топилади.

Модданинг электрохимёвий эквиваленти — электролитдан 1 Кл электр заряди ўтганда электродда ажралиб чиққан модда массаси билан аниқланадиган физик катталик.

ХБ системасида модданинг электрохимёвий 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 металнинг 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 жараёнини рус олими Б. С. Якоби ишлаб чиққан. 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 электрохимёвий усулда ишлов бериш (сайқаллаш).

6. Сувни тозалаш. Сувни эрувчан аралашмалардан тозалаб, юмшоқ, чучук сув олинади.

7. Кесувчи асбоблар (жарроқлик пичоқлари, устара)ни электрохимёвий 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 айтилади?
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 ичида қанча алюминий ажралиб чиқади?
(Жавоб: 0,445 г)
2. 10 минут ичида 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 қанча вақтда 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 ўзлаштирдигиз?

Дарсда нималар кўпроқ маъқул келди?	Қандай тажриба тўпладингиз?	Қандай саволлар пайдо бўлди? Нега?

Ўзгармас электр токи

Электр токи — электр майдон таъсирида зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракати. Токнинг йўналиши сифатида мусбат зарядланган зарралар ҳаракат қиладиган йўналиш қабул қилинган. Ток кучи ва унинг йўналиши вақт 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 (ЭҚК) $E = \frac{A_{\text{ташқи}}}{q_0}$ (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 таъсир натижасида ажралиб чиққан иссиқлик *Жоуль-Ленц қонунидан* топилади: $Q = I^2 R t$.

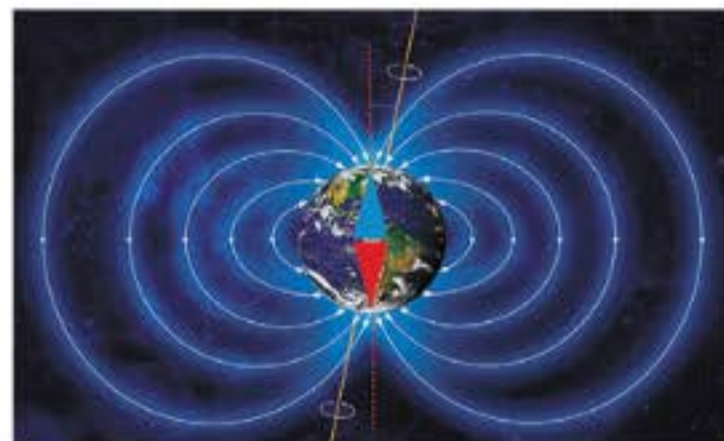
Электролитдан ток ўтганда кимёвий таъсир кўрсатади. Бунда ажралиб чиққан модда массаси *Фарадей қонунидан* топилади: $m = k q$.

Электромагнит ҳодисалар

6 - БОБ

Ерни қуршаб олган магнит майдон уни космик нурланишдан сақлайди.

Магнит майдон ерни қандай ҳимоя қилади?



Электр ўлчов асбоблари ёрдамида электр занжирни тавсифловчи ток кучи, кучланиш, қаршилиқ, қувват ва бошқа катталиқлар ўлчанади.

Электр ўлчов асбобларининг ишлаш принци қандай?



Саноатда темир парчалари ва бошқа темир буюмларни ташиш жараёнида електромагнитлардан кенг фойдаланилади.

Нима учун електромагнитлар билан фақат темир буюмларни ташиш мумкин? Электромагнитларнинг ишлаш принци нимага асосланган?



Бугунги ҳаётни электр транспортларисиз, электр двигателларисиз, трансформаторларисиз тасаввур қилиш қийин.

Магнит ўзаро таъсирлар ва электр ҳаракатлантиргичларни нима бир-бирига боғлайди?



31-§. Доимий магнитлар. Магнит майдон



Таянч сўзлар:

- ✓ магнитлар
- ✓ доимий магнитлар
- ✓ магнит майдон
- ✓ магнит майдоннинг куч чизиқлари
- ✓ ернинг магнит майдони

Бугунги дарсда:

- магнитларнинг асосий хоссаларига тавсиф беришни ва магнит майдонини куч чизиқлари орқали график равишда тасвирлашни ўрганасиз.



- Магнитлар ҳақида билганингизни ёдингизга туширинг. Магнитларнинг асосий хоссалари қандай?
- Михлар магнитларга тортилиб, сўнгра улар ўзлари темир кукунларини торта бошлайди. Нима учун бундай бўлишини ўйлаб кўринг

Магнитлар бизни ҳар томондан ўраб туради ва ҳаётимизнинг 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, магнитофонларда, 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 — сариқ 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. Термойядровий 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 асосий 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 махсус “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 қадимий 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 чиққан, “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 вақт йўқотмайдиган жисмлар доимий магнитлар деб аталади. Улар сунъий магнитлар сирасига киради.

Доимий магнитларнинг тавсифлари ёки хоссалари бир-биридан фарқ қилади. 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 фақат учта кимёвий элемент ва уларнинг қотишмалари — темир, никель ва кобальтдан тайёрланиши мумкин.

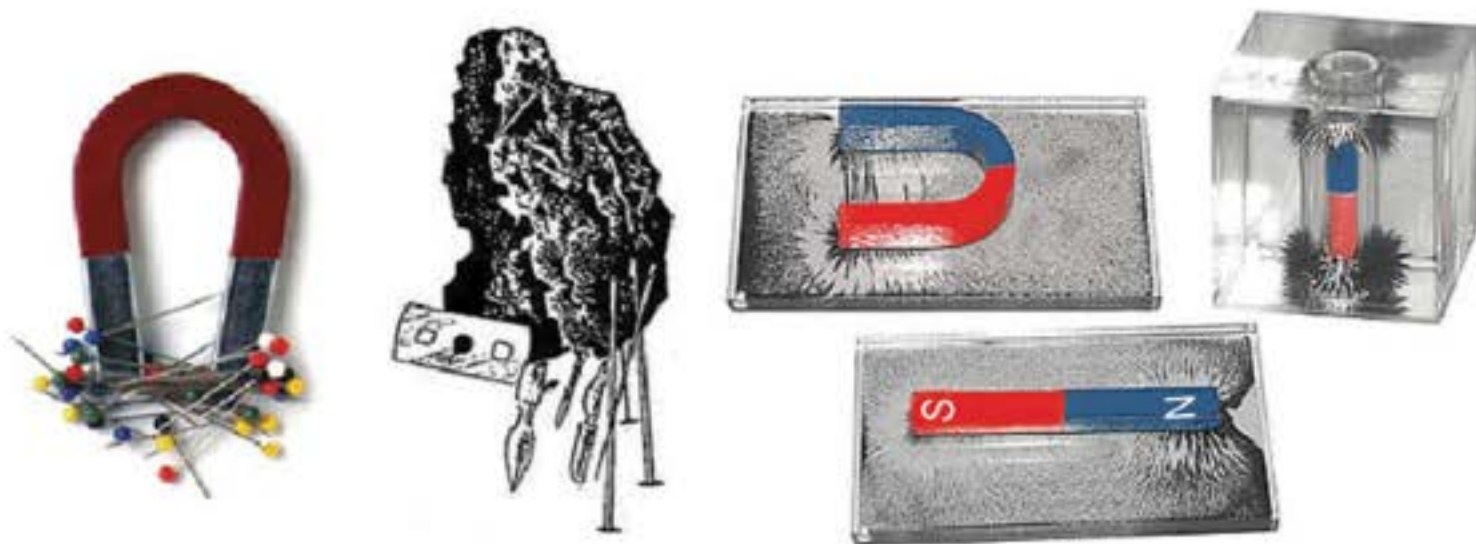
Тажриба шуни кўрсатадики, доимий магнитнинг турли қисмлари темир кукунларини турлича кучлар билан тортади (31.3-расм). Магнит учлари энг катта тортишиш кучига эга. Улар магнит қутблари деб аталади. Ҳар қандай магнитда иккита қутб — *шимолий* ва *жанубий*



31.1-расм



31.2-расм



31.3-рәсм

қутблар бұлады. Шимолий қутб *N* (инглиз. *North*), жанубий қутб эса *S* (инглиз. *South*) ҳарфи билан белгиланади.

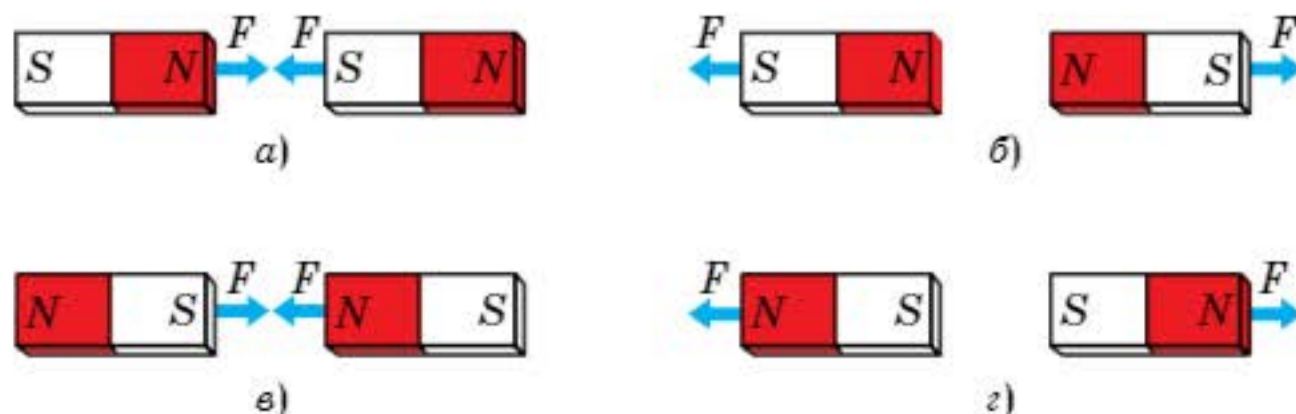
Агар юпқа тилим шаклидаги доимий магнит сувда сузувчи ёғоч тахтача устига қўйилса, унинг бир учи ернинг шимолий қутб йўналишини, иккинчи учи эса жанубий қутб йўналишини кўрсатиб бурилади. Шунинг учун ҳам магнит учлари мос равишда шимолий ва жанубий қутблар деб аталади. Ушбу кузатишлар компас яратишга олиб келди. Дастлабки 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 силлиқ 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-рәсм).

Магнитларнинг бир-бири билан ўзаро таъсири, уларнинг магнит милларига ёки темир кукунларига таъсири материянинг махсус тури — магнит майдон орқали амалга ошади.

Магнит майдон материянинг махсус тури бўлиб, биздан мустақил равишда, бизнинг магнит тўғрисидаги билимларимизга боғлиқ бўлмаган ҳолда ҳақиқатан мавжуддир.

Магнит майдоннинг мавжудлигини унинг магнит милларига, темир кукунларига таъсирига қараб аниқлаш мумкин.



31.4-рәсм

БУ ҚИЗИҚ!

Юқори ҳароратгача қиздирилганда темир ва унинг қотишмалари, шунингдек, никель ва кобальтнинг кучли магнитланиш қобилияти йўқолади. Соф темир бу қобилиятини 753°C гача, кобальт 1127°C гача, никель 358°C ҳароратгача қиздирилганда йўқотади.



Шаффоф органик шиша сиртига темир кукунини сешиб, тагига тилим шаклидаги ва тақасимон магнитларни жойлаштирамиз. Бунда кукунларнинг ёпиқ чизиқлар бўйлаб жойлашганини кўриш мумкин (31.5-расм). Магнит қутбларининг қандай жойлашганлигига қараб, бу чизиқларнинг шакллари ҳам турлича бўлади. Магнит майдон куч чизиқлари 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 чизиқлари тушунчасини киритишни таклиф қилдилар.

Магнит майдоннинг куч чизиқлари — бу магнит стрелкаларнинг ўқлари ёки темир кукунлари жойлашадиган хаёлан чизилган чизиқлардир. Магнит майдонининг куч чизиқлари берк бўлиб, уларнинг боши ҳам, охири ҳам бўлмайди. Куч чизиқлари магнитнинг шимолий қутбидан чиқиб, жанубий қутбига киради деб ҳисоблаш қабул қилинган. Магнит майдоннинг йўналиши магнит стрелканинг шимолий учининг йўналиши билан бир хил бўлади.

Магнит майдон таъсири кучлироқ бўлган жойларда куч чизиқлари зичроқ жойлашади. Аслида магнит майдонда куч чизиқлари мавжуд эмас, улар хаёлий чизиқлардир.



- Магнит ичидаги куч чизиқлари 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 қиламиз. 1600 йилда инглиз олими Вильям Гильбертнинг “Маг-



31.6-расм

нитлар, магнит жисмлар ва Ернинг буюк магнети ҳақида” асарида Ернинг магнитланишини тушунтирувчи экспериментни тавсифлаб берди. Гильберт магнит рудадан шар ясаб, шарнинг кичкина темир кўрсаткичга қандай таъсир кўрсатишини кузатди. Гильберт кичкина темир кўрсаткичнинг шар атрофидаги ҳаракати ерга яқин жойлашган горизонтал ўқ атрофида айлана оладиган компас кўрсаткичининг ҳаракатига

ўхшаш эканини пайқади, шунинг учун у Ер — бу гигант магнит деган хулосага келди.

Гильберт магнитнинг қуйидаги 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 кўрсатиб, 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 юривчи) айланма тоқлар 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 қиладиган кўринмас қалқондир. У зарарли зарраларни Ер сиртига яқинлаштирмай, сайёрани айланиб 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.

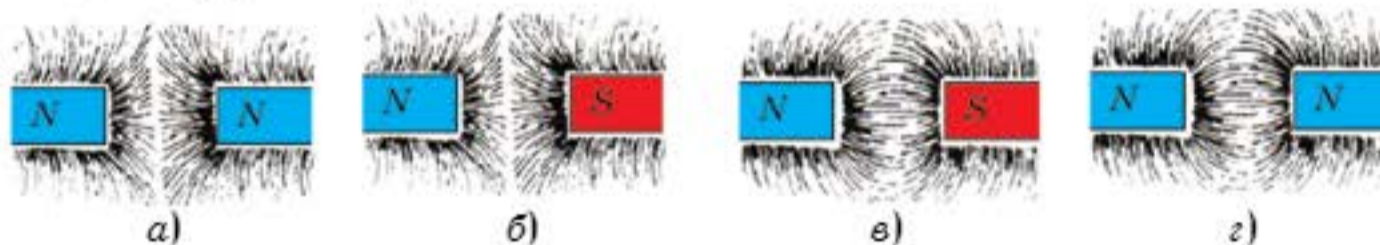
Доимий магнитларнинг қўлланиш доирасини келтирамиз:

- 1) автомобилларнинг электр генераторларида;
- 2) радиомикрофонларда;
- 3) магнитофонларда;

- 4) товуш кучайтиргичларда;
- 5) трансформаторларда.
- 6) стоматологияда тиш протезларини ишончли ўрнатиш учун магнитга жойлаштирилган имплантантлар қўлланилади. Улар бир-бирига тортилиб, қўзғалмай туради.



1. Доимий магнитлар майдонида темир кукунларининг тақсимланишини кўрсатувчи тажрибаларни ўтказинг. Тажриба натижаларини тушунтиринг.
2. Магнит қутбларининг ўзаро таъсирлашиш қоидаларини таърифланг.
- *3. Ўзингиз компас ясанг. Бунинг учун қандай нарсалар керак? Компаснинг ишлаш принципини тушунтиринг.
- *4. Битта магнит билан жуда кўп пўлат таёқчаларни магнитлаш мумкин. Бу таёқчалар қандай энергия ҳисобига магнитланади?
- *5. Қуйидаги 31.7-расмнинг қайси бирида магнит майдонининг куч чизиқлари тўғри тасвирланган?



31.7-расм

- *6. Тажриба ўтказинг. Органик шишага темир кукунларини сепиб, тагига тилимсимон магнитни яқинлаштириб, уни айланма 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 ёғдунинг пайдо бўлишига қандай алоқаси бор?
- *10. Нима учун шимолий ёғду фақат Ер қутбларида кузатилади?
- *11. Нима учун магнит майдон мавжуд бўлмаган сайёраларда ҳаёт ҳам мавжуд эмас?
- *12. Иккита бир хил пўлат таёқча бўлиб, улардан бири магнитланган. Шу икки таёқчадан бошқа ҳеч нарсдан фойдаланмай, улардан қайси бири магнитланганини қандай билиш мумкин?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтирди?	Қандай кўникмаларни шакллантирдингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот қўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

32-§. Токли тўғри ўтказгичнинг магнит майдони. Токли ғалтакнинг магнит майдони



Таянч сўзлар:

- ✓ магнит ўзаро таъсир
- ✓ магнит майдон
- ✓ магнит майдоннинг куч чизиқлари
- ✓ ўнг қўл қоидаси

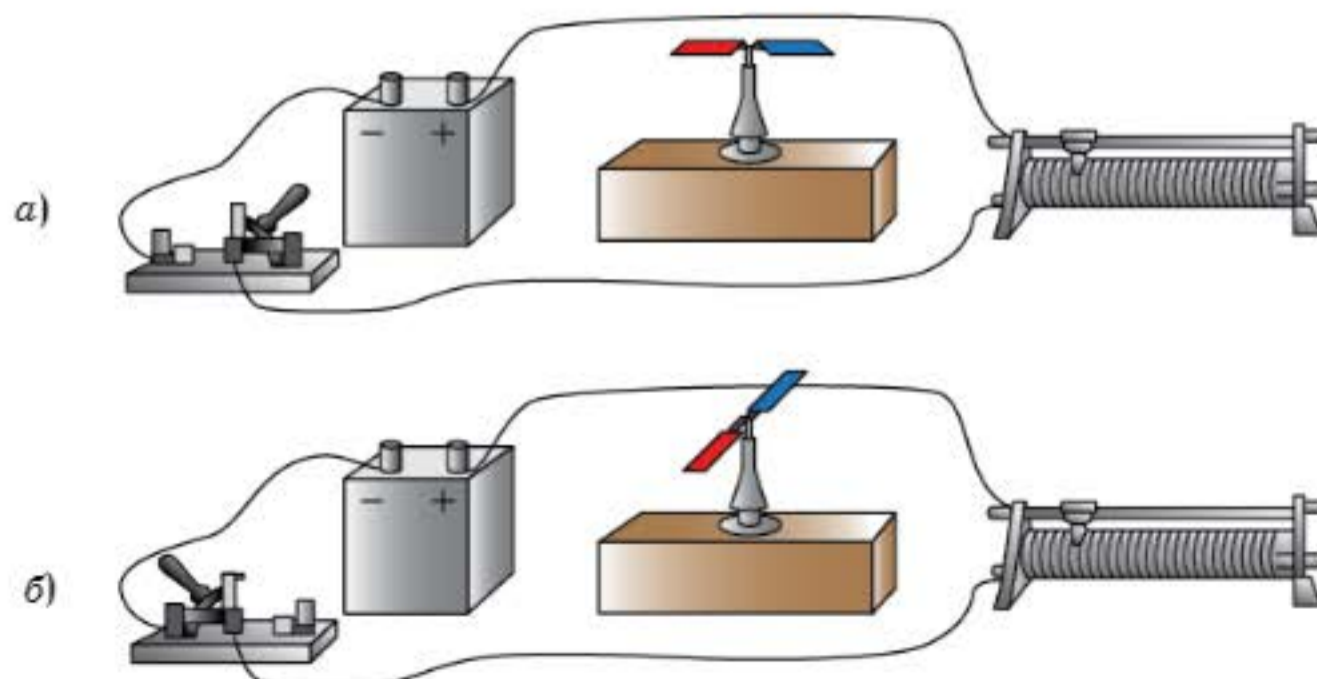
Бугунги дарсда:

- магнит майдон хоссаларини тушунтириб, тўғри ток ва соленоиднинг магнит майдони куч чизиқлари йўналишини аниқлашни ўрганасиз.

1820 йилда даниялик физик Эрстед тажрибада электр токининг магнит стрелкага таъсир қилишини кашф қилди. У токли ўтказгич 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 металллар ўтказгичнинг ёнига игна учига киритилган магнит стрелка жойлаштирилган. Ўтказгичдан ток ўтмаганда, 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 ўтказгичдан узокроқ бошқа жойга ҳам қўйиш мумкин, бироқ натижа ўзгармайди: *занжир берк бўлганда кўрсаткич бурилиб, ўтказгичга перпендикуляр равишда жойлашади.*

Эрстед тажриба натижасини қуйидагича тушунтирди: *токли ўтказгич атрофидаги фазода магнит майдон таъсирида магнит кўрсаткич бурилади.* Сиз аввалги мавзуда доимий магнитнинг магнит майдони мавжудлигини тавсифлаган ҳолда у билан танишишни бошлагансиз. Эрстед тажрибаси шуни кўрсатдики, ўтказгичдан ўтаётган электр токи унинг атрофида магнит майдонни юзага келтиради.

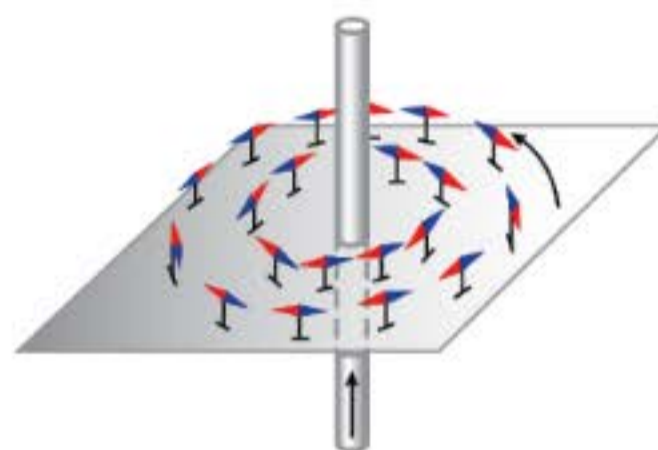


32.1-расм

Француз физиги А. М. Ампер тоқларнинг ўзаро таъсири қўзғалмас электр зарядларининг ўзаро таъсиридан фарқ қилади, деб ҳисоблайди. У параллел тоқларнинг ўзаро таъсирини кўрсатувчи тажриба (32.2-расм) ўтказди. Тажрибалар тоқларнинг ўзаро таъсири магнит майдон воситасида амалга оширилишини кўрсатди. Бир хил йўналишда тоқ ўтаётган параллел ўтказгичлар ўзаро тортилади, агар тоқлар қарама-қарши йўналишда ўтаётган бўлса, у ҳолда ўтказгичлар бир-биридан итарилади ва уларнинг ўзаро таъсир кучлари сон қиймати улар орасидаги масофага боғлиқ бўлади. Тоқларнинг бундай ўзаро таъсири магнит ўзаро таъсир деб, тоқларнинг ўзаро таъсир кучи эса *магнит кучлар* деб аталади.



32.2-расм



32.3-расм

Ампер ва Эрстед ўз тажрибаларида магнит майдон фақатгина доимий магнитлар эмас, балки электр тоқи ва ҳаракатланаётган зарядли зарралар ҳам ҳосил қилишини кўрсатди.

Магнит майдон — материянинг махсус тури бўлиб, унинг воситасида тоқлар ва ҳаракатланувчи зарядли зарраларнинг ўзаро таъсири амалга оширилади.

Ёдда тутинг!

Қўзғалмас электр зарядлари электростатик майдонни, ҳаракатланувчи зарядлар (тоқ) эса магнит майдонни ҳосил қилади.



32.4-расм

Келинг, тоқли тўғри ўтказгич ҳосил қиладиган магнит майдон қандай бўлишини кўриб чиқамиз. Бунинг учун шаффоф органик шишани тешиб, ундан тўғри ўтказгични ўтказамиз ва ана шу ўтказгичдан тоқ ўтказамиз (32.3-расм). Магнит кўрсаткичлар ўтказгич atroфида айланалар бўйлаб жойлашади. Агар ўтказгичдаги тоқ йўналиши қарама-қарши йўналишга алмаштирилса, кўрсаткичлар дарҳол қарама-қарши томонга бурилади. Органик шишага магнит кўрсаткичлар ўрнига темир кукунни сепилса, улар ҳам ўтказгич atroфида айлана бўйлаб жойлашади, бунда темир кукунлари ўтказгичга яқин жойларда зичроқ, узоқлашган сари сийрак жойлашади (32.4-расм). Бу магнит майдон ўтказгичдан узоқлашган сайин камайишини англатади.



32.5-рәсм

Бундай чизикларнинг пайдо бўлиш сабаби, улар магнитланиб, кичкина магнит кўрсаткичлар каби куч чизиклари бўйлаб жойлашиб бурилади ва ҳалқасимон кичик занжирлар ҳосил қилади. Шундай қилиб, токли тўғри

ўтказгич магнит майдонининг куч чизиклари ўтказгични ўраб олган концентрик айланалардан иборат.

Магнит майдон куч чизикларининг йўналишига магнит кўрсаткичининг шимолий учининг йўналишини олиш қабул қилинган. Масалан, 32.3-расмда кўрсаткичлардаги шимолий учлар йўналиши майдоннинг куч чизиклари соат мили йўналишига қарама-қарши эканлигини кўрсатмоқда.

Токли тўғри ўтказгичдаги магнит майдон куч чизиклари йўналиши ўнг қўл қоидаси ёрдамида аниқланади. **Ўнг қўл қоидаси:** агар тўғри ўтказгични ўнг қўл кафтимиз билан ўраб ушласак у ҳолда керилган бош бармоқ ўтказгичдаги ток йўналишини кўрсатса, қолган тўрт бармоқ магнит майдонининг куч чизиклари 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 айланиши йўналиши магнит индукция вектори йўналиши магнит майдон куч чизикларининг йўналишини кўрсатади.

Шундай қилиб, токли тўғри ўтказгичлардаги магнит майдон куч чизиклари 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 қириндиларини сепамиз (32.5-расм). Расмдан қириндилар ёпиқ чизиклар бўйлаб жойлашганини ва улар соленоид ичида зичроқ эканлиги яққол кўриниб турибди. Демак, соленоид ичидаги магнит майдон унинг сиртидаги майдондан кучлироқ экан. Шунингдек, соленоид ичида қириндилар деярли тўғри чизик ҳосил қилиб жойлашган. Бу соленоид ичидаги майдон бир жинсли эканини англатади.

Энди симни цилиндрсимон қаттиқ сиртга зич ўраб, *ғалтак* ҳосил қиламиз (32.6-расм). Ғалтакдан ток ўтказиб, унга майда михларни



32.6-рәсм

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.



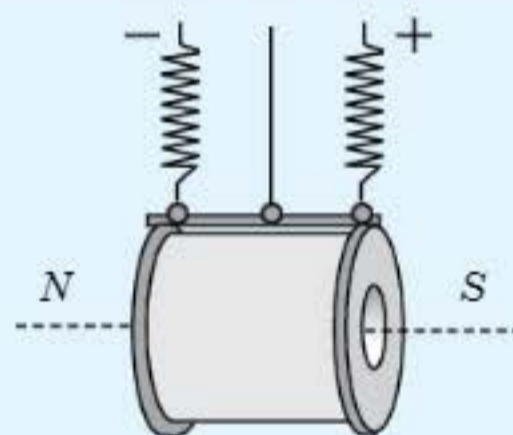
■ Соленоид ичига пўлат ўзакча киритилганда унинг магнит майдонининг кучайиши сабаби нимада?

Соленоиддан ток ўтганда дастлаб у темир ўзакни магнитлайди. Магнитланган темир ўзакча ўзининг магнит майдонини ҳосил қилади, бу майдон йўналиши соленоиддаги магнит майдон йўналиши билан бир хил бўлади. Сиз ғалтакка тортилган михларнинг сони ортганига қараб шундай хулосага келдингиз. Агар ғалтакдан ўтаётган ток кучи орттирилса, магнит майдон ҳам ортади.

Ток кучини ўзгартирмай, ғалтакдаги ўрамлар сонини орттириб 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 таъсирлашади.

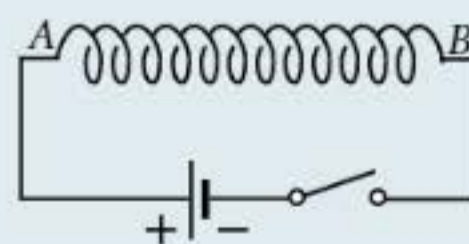


32.7-расм

Индуктив ғалтаклар касса аппаратларида, чипталар ва чекларни кесишда, электр узатмаларда, телефон гўшакларида, турли ажраткичларда, электр ўлчов асбобларида, заводларда юк кўтариш машиналарида, магнитли сепараторларда қўлланилади ва ҳ.к.

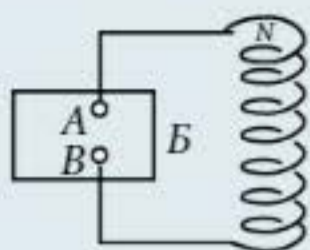


1. Соленоид (бир қатор ўралган симли ғалтак) орқали ток ўтган пайтда ғалтак кутбларини аниқланг (32.8-расм).

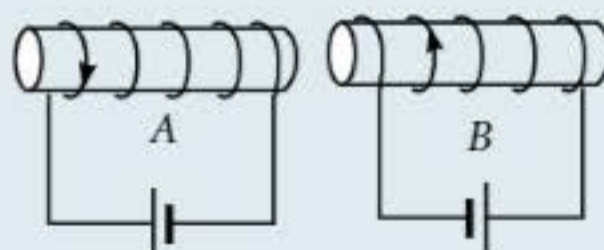


32.8-расм

2. Ғалтақдағи ток йўналиши ва ток манбаи белгиларини аниқланг (32.9-расм). Шимолий магнит қутби ғалтақнинг юқори учида жойлашган.
3. А ғалтақ ўрами соат мили йўналишида, В ғалтақ ўрами эса соат милига қарама-қарши йўналишда ўралган (32.10-расм). Электромагнитларнинг чап томондағи учлари қутблари бир хил бўладими? Тушунтиринг.



32.9-расм



32.10-расм



1. Эрстед тажрибасида магнит кўрсаткичининг бўлиши нима учун муҳим?
2. Эрстед тажрибасининг асосий хулосаси қандай?
3. Темир қуқунларини магнит кўрсаткичлари каби айлана бўйлаб жойлашишга қандай куч мажбур қилади?
4. Токли ўтказгич атрофида куч майдони мавжудлигини қандай тажрибалар исботлайди?
5. Органик шиша сиртига темир қириндилари сепилган. Агар: а) органик шишанинг юзи бармоқ билан туртилса, б) тагига магнитнинг шимолий қутби, сўнгра жанубий қутби яқинлаштирилса нималар кузатилади?
6. Оң қол ережесі қандай мақсадта қолданылади?
7. Ўнг қўл қоидаси қандай мақсадда қўлланилади?
8. Соленоиднинг магнит майдонини ўрганиш учун нима қўлланилади?
9. Соленоид магнит майдонининг куч чизиқлари қандай кўринишга эга?
10. Токли ғалтақнинг магнит таъсирини қандай кучайтириш мумкин?
11. Нима учун электромагнитнинг магнит майдони соленоид майдонидан кучли?
- *12. Қўлдан магнит ясаш усулини тавсия қилинг.
- *13. Соленоид қутблари қандай аниқланади?



20-машқ

1. Дафтарга тўғри ўтказгич чизиб, ундағи ток йўналишини кўрсатинг.
2. Тўғри ток магнит майдонининг куч чизиқларини чизиб, уларнинг йўналишини кўрсатинг. Бунинг учун қандай қоидадан фойдаландингиз?
3. Индуктив ғалтақ чизиб, ундағи токнинг йўналишини кўрсатинг.
4. Ғалтақ магнит майдонининг куч чизиқларини чизиб, уларнинг йўналишини кўрсатинг. Бу ерда қандай қоидадан фойдаландингиз?
5. Агар: а) ғалтақнинг ўрамлари сони орттирилса, б) ундағи ток кучи орттирилса, в) ғалтақка пўлат ўзак киритилса, ғалтақ магнит майдонининг куч чизиқлари манзараси қандай ўзгаради?

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтирди?	Қандай кўникмаларни шаклландирдингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот қўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

33-§. Электромагнитлар ва уларнинг татбиқи



Бугунги дарсда:

- турли шаклдаги ўтказгичдан ўтувчи тоқлар ҳосил қиладиган магнит майдонларни таққослашни;
- электромагнитларнинг ишлаш принципини ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ **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 қараш мумкин. Ток йўналишини ўзгартириш йўли билан электромагнит қутбларини осон ўзгартириш мумкин.

Электромагнитнинг афзалликлари:

1. Уларнинг ўлчамлари микроскопик ўлчамлардан жуда катта қийматларгача бўлиши мумкин.

2. Электромагнит чулғамини ток манбаига улаш, ажратиш орқали уни дарҳол магнитлаш ёки магнитсизлантириш мумкин.

3. Ток кучини, ўрамлар сонини ва ўзакни ўзгартириб, магнит таъсир кучини осон бошқариш мумкин.

4. Ток қутбини ўзгартириб, магнит кучи йўналишини ҳам ўзгартириш мумкин.

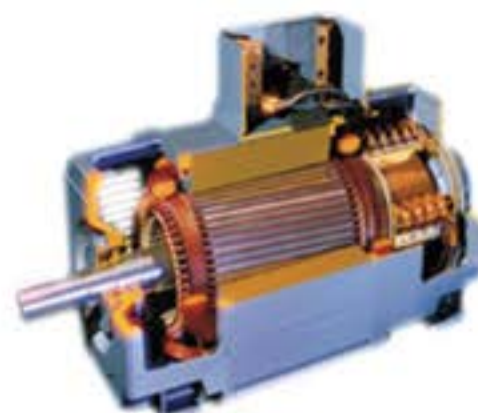
Айнан шу сабабли электромагнитлар кенг тарқалганини тушунтириш мумкин, яъни электротехниканинг электромагнитлардан қўлланмайдиган соҳаси йўқ. Масалан, магнит ажраткичларга ҳароратнинг ўзгариши деярли таъсир кўрсатмайди, шунинг учун улар токнинг оптимал қийматини ушлаб тура олади.



33.1-расм



33.2-рәсм



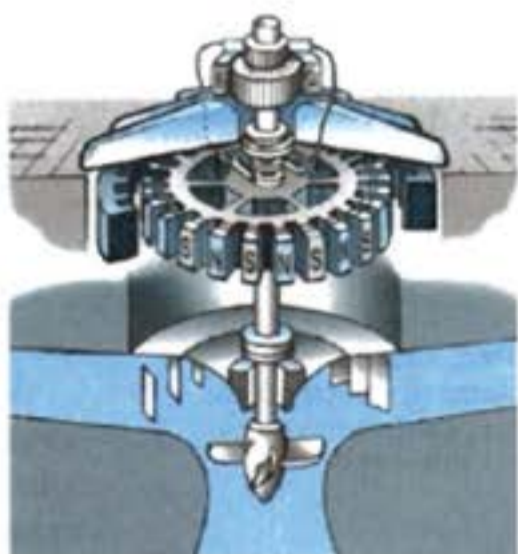
33.3-рәсм

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 қўнғироқлари (33.2-рәсм) 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.

Ҳозирги пайтда электрҳаракатлантиргичлар (33.3-рәсм) ва генераторлар муҳим аҳамият касб этади. Мотор электр энергияни қабул қилиб, уни кинетик энергияга айлантириш учун магнитлардан фойдаланади. Генератор (33.4-рәсм) эса аксинча, магнитлар орқали ҳаракат энергиясини электр энергияга айлантиради. Кўтариш кучи катта бўлган электромагнитлардан (33.5-рәсм) 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-рәсм



33.5-рәсм

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 металлларни рангли металллардан ажратиб олиш имконини яратади.



1. Токли ғалтаклар қандай таъсирлашади?
- 2. Ғалтакнинг қайси учи шимолий, қайси учи жанубий қутб 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 эшитилади. Қуввати (25 Вт ёки 60 Вт) қандай лампа билан алмаштирилганда товуш қаттиқроқ эшитилади?
- *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 ўзлаштирдигиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтирди?	Қандай кўникмаларни шакллантирдигиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот қўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

34-§. Магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсири, электр ҳаракатлантиргичлар, электр ўлчов асбоблари



Таянч сўзлар:

- ✓ ампер тажрибаси
- ✓ ампер кучи
- ✓ чап қўл қоидаси
- ✓ магнит индукциясининг вектори
- ✓ электр ҳаракатлантиргичи
- ✓ электр ўлчов асбоблари
- ✓ электромагнит реле

Бугунги дарсда:

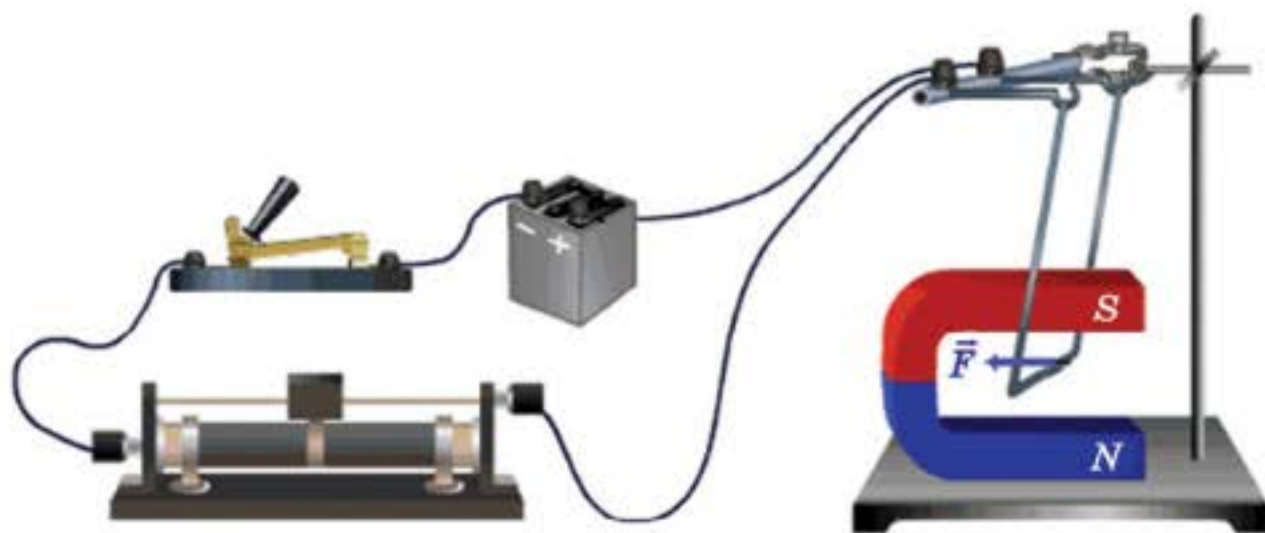
- магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсири;
- электр ҳаракатлантиргич, электр ўлчов асбоблари, электромагнит асбобларнинг тузилиши ва ишлашини тушунтиришни ўрганасиз.



- Кундалик ҳаётда биз электр токидан кўп фойдаланамиз: трамвай, троллейбус, электр асбоблари, чангсўрғич, кир ювиш машиналари ва ҳ. к. Улар қандай ишлайди? Уларни ҳаракатга келтирувчи куч 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 орсидан жойлашган токли тўғри ўтказгичдан фойдаланиб, бир неча тажриба ўтказди (34.1-расм).

Ампер ўтказгичдан ток ўтган пайтда, магнит майдони доим токли ўтказгичга бирор куч билан таъсир қилишини аниқлади. У ток кучини ўзгартириб, *ток кучи ортган сайин магнит майдон томонидан токли ўтказгичга таъсир этувчи куч ҳам ортишини аниқлади.* Шунингдек, магнит майдонида турган ўтказгич узунлиги ортганда унга таъсир этувчи куч ҳам ортиши исботланди. Агар ўтказгич магнит майдонининг куч чизиқларига перпендикуляр жойлашса, унга таъсир этувчи куч қиймати максимал, агар параллел жойлашса, нолга тенг бўлади. Шунингдек, магнит майдоннинг ўтказгичга таъсир кучи магнит майдонининг ўзига ҳам боғлиқ. Тажриба натижаларини умумлаштириб,



34.1-расм

Ампер магнит майдони томонидан токли ўтказгичга таъсир этувчи куч ўтказгичдаги ток кучига, ундаги фаол қисм узунлигига (яъни ўтказгичнинг магнит майдонида турган қисми узунлигига), магнит майдонининг катталигига тўғри пропорционал ва ўтказгичнинг магнит майдонида жойлашиш бурчагига боғлиқ эканлигини аниқлади.

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

бу ердаги I — ўтказгичдаги ток кучи, l — ўтказгичнинг магнит майдонида турган қисми узунлиги, B — магнит индукциясининг вектори (бу катталик магнит майдонини тавсифлайди), α — магнит майдонининг куч чизиқлари ва ўтказгичдаги ток орасидаги бурчак.

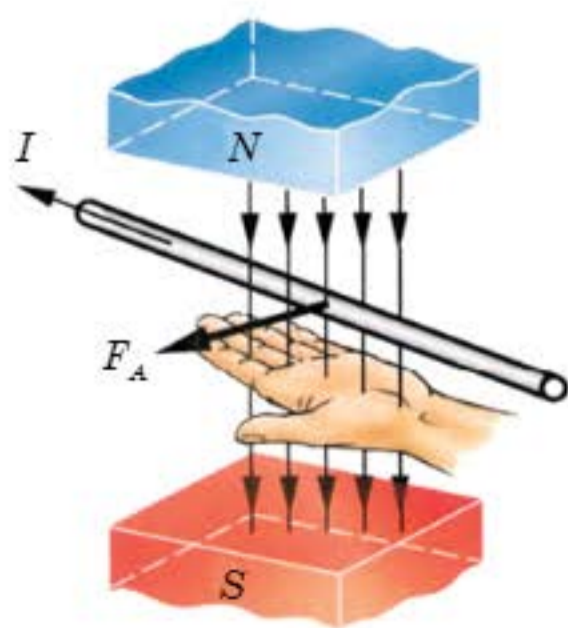
Магнит майдони томонидан токли ўтказгичга таъсир этувчи куч Ампер кучи деб аталади.

Магнит индукциясининг вектори (\vec{B}) деб, магнит майдонининг куч тавсифи бўлган вектор катталикка айтилади. Ўтказгичдаги ток йўналиши ёки магнит қутблари ўзгарганда, Ампер кучининг йўналиши ҳам ўзгаради. Масалан, 34.2-расмда Ампер кучи чапга йўналган, бироқ ўтказгичдаги ток йўналиши ўзгарганда Ампер кучи ўнгга йўналади, яъни ўтказгич магнитдан итарилади. Шунингдек, магнитлар 90° га бурилганда ҳам Ампер кучининг йўналиши ўзгаради.

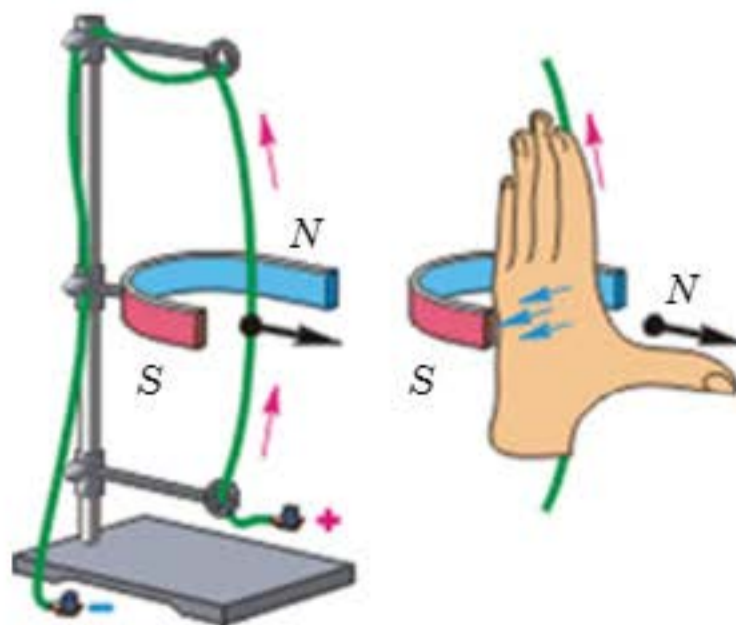
Ампер кучи йўналишини чап қўл қоидаси бўйича аниқлаш мумкин: *агар чап қўл кафтини унга магнит майдони куч чизиқлари кирадиган қилиб жойлаштирилса ва тўрт бармоқ ток йўналишида очилса, 90° га керилган бош бармоқ Ампер кучи йўналишини кўрсатади (34.2-расм).*

Мазкур қоидани изоҳлайдиган яна бир расмга эътибор қаратамиз (34.3-расм).

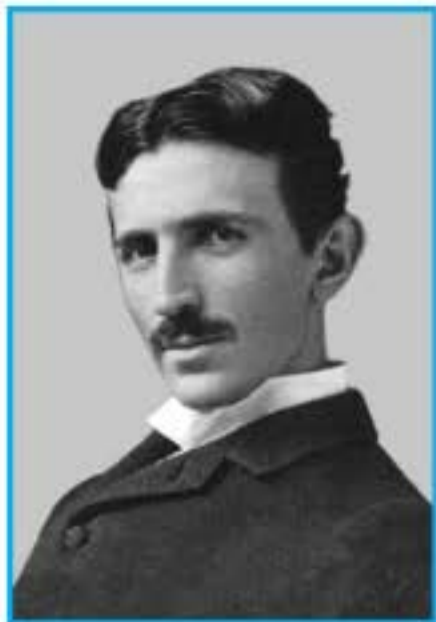
Магнит қутблари орасида магнит майдони куч чизиқлари шимолий қутбдан жанубий қутбга қараб йўналади. Қутблар орасига қўйилган магнит стрелкаси ҳам худди шу йўналишни кўрсатади.



34.2-расм



34.3-расм



Никола Тесла
(1856—1943)

Демак, 34.3-расмда куч чизиқлари кафтга кириши учун тўрт бармоқни юқорига қилиб, уни ўзингиздан тескари томонга қаратиш керак. У ҳолда керилган бош бармоқ ўтказгичнинг ўнгга томон кўчишини кўрсатади. Тажриба ҳам шуни тасдиқлайди.

Эндиликда нега ўтказгич куч чизиқларига перпендикуляр жойлашганда, унга таъсир этувчи куч 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 ўтказгичга таъсир этувчи кучга тенг бўлган физик катталиқка 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 турган узунлиги 1 м, ток кучи 1 А бўлган ўтказгичга 1 Н куч билан таъсир қилувчи магнит майдони индукциясига тенг катталиқ.



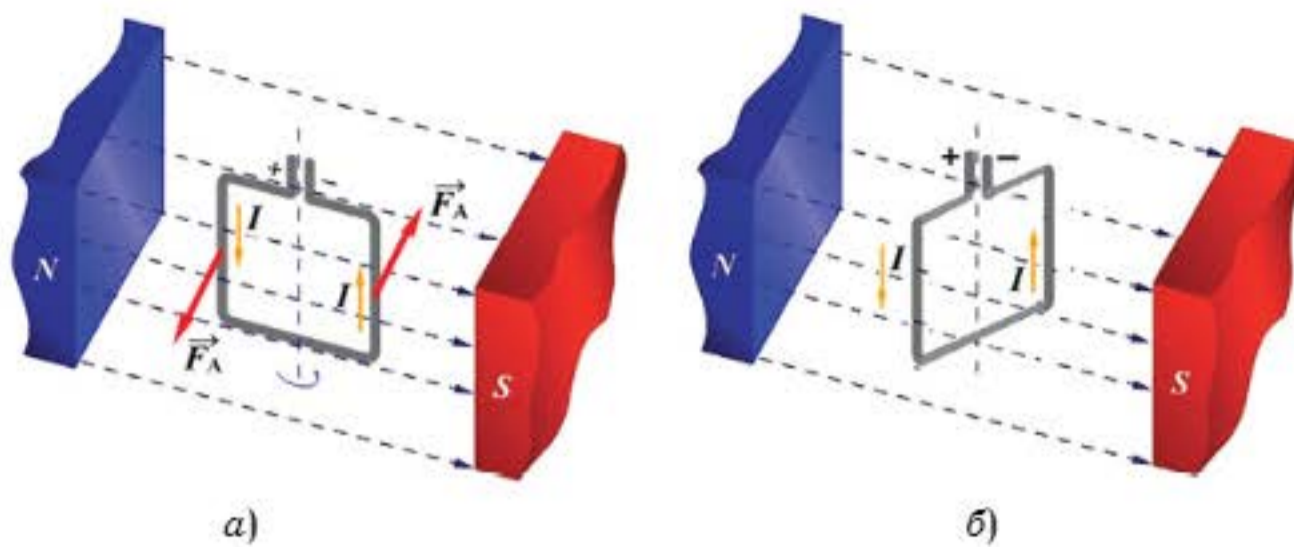
Тақасимон магнит қутблари орасига тўртбурчак рамка шаклдаги токли ўтказгични киритамиз (34.4-расм).

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 куч моментни юзага келтиради, унинг таъсирида рамка текислиги магнит майдонининг куч чизиқларига перпендикуляр жойлашгунча бурилади. Бу тажрибадан магнит майдони токли рамкага айлантирувчи таъсир кўрсатишини кўриш мумкин.



■ 34.4-б расмдаги рамкасимон токка эга ўтказгичдаги 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-рәсм

(34.4-а рәсм). Энди токни қайта уласак, юқоридаги ҳолат яна такрорланади ва рамка 34.4-б рәсмдаги вазиятига қайтиб келади. Шу тариқа электр ҳаракатлантиргичининг моделини оламиз.

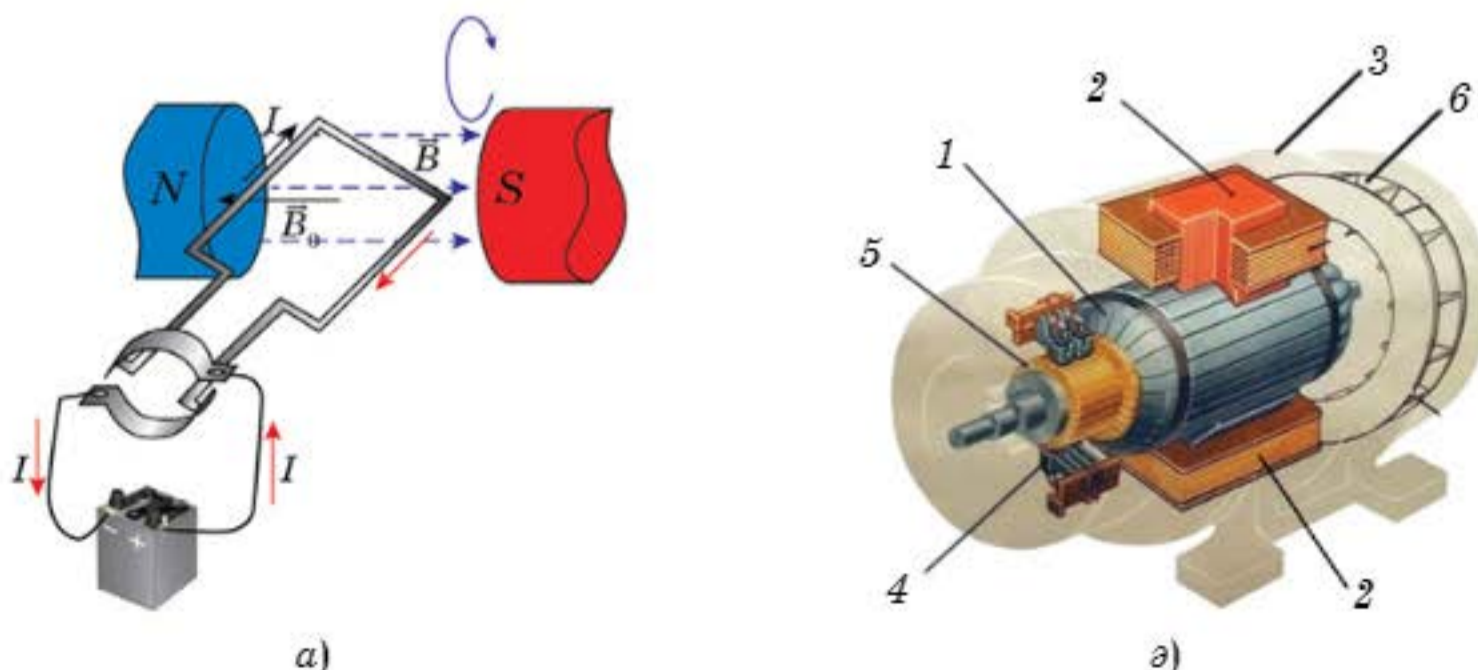
Ёдда тутинг!

Рамканинг магнит майдонида бурилишига, унинг ўнг ва чап томонларига бир-бирига қарама қарши йўналган Ампер кучлари таъсир этиши сабаб бўлади. Бу кучлар рамка марказидан ўтувчи вертикал ўққа нисбатан айланттирувчи моментни юзага келтиради. Мана шу сабабли рамка бурилади.

Электр ҳаракатлантиргичи — инсониятнинг бебаҳо кашфиёти. Электр ҳаракатлантиргичларнинг ишлаш принциплари, тузилиши қандай?

34.5-б рәсмда электр ҳаракатлантиргич, 34.5-а рәсмда эса унинг ишлаш принципи тасвирланган. Электр ҳаракатлантиргичнинг 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 рәсмда оддий электромотор тасвирлан-



34.5-рәсм



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 ҳаракатланади. Бу нейтрал вазият — ўлик нуқта — бу жойда майдоннинг токли ўтказгичга таъсири нолга тенг. Ҳаракат давом этиши учун рамкадаги ток йўналишини дарҳол алмаштириб туриш керак. Бунини коллектор таъминлайди, у ҳар ярим айланишда рамкадаги ток йўналишини қарама-қаршисига алмаштириб туради.

Токли рамканинг магнит майдонида айланишига асосланиб, электр ўлчов асбоблари ишлайди.

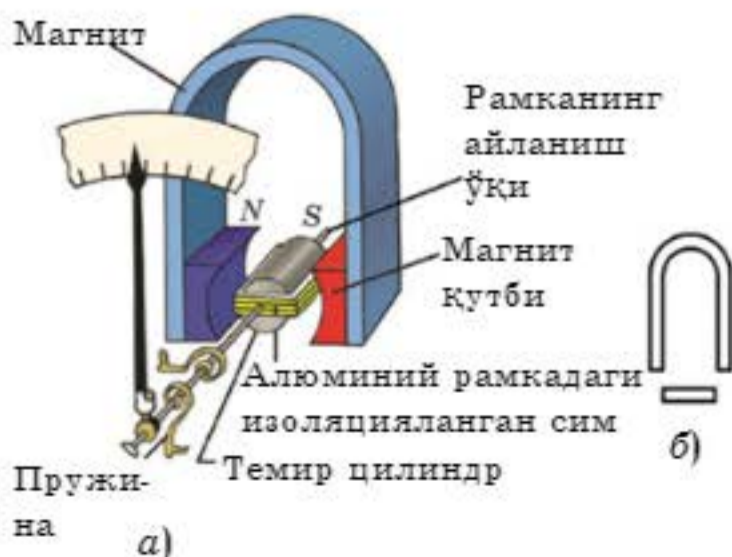
БУ ҚИЗИҚ!

Биринчи бўлиб электр ҳаракатлантргични Б. С. Якоби ўйлаб топган ва ясаган. Бундан ташқари, бу машҳур изтирочи олим биринчи бўлиб ҳарф терувчи телеграф аппаратини изтиро қилган ва шунингдек, гальванопластика асосчиси.

Ўлчов асбоблари магнитоэлектрик ва электромагнитик системаларга бўлинади. Магнитоэлектрик система асбоблари токли рамканинг доимий магнитнинг магнит майдони билан таъсирлашишига 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 қилади.

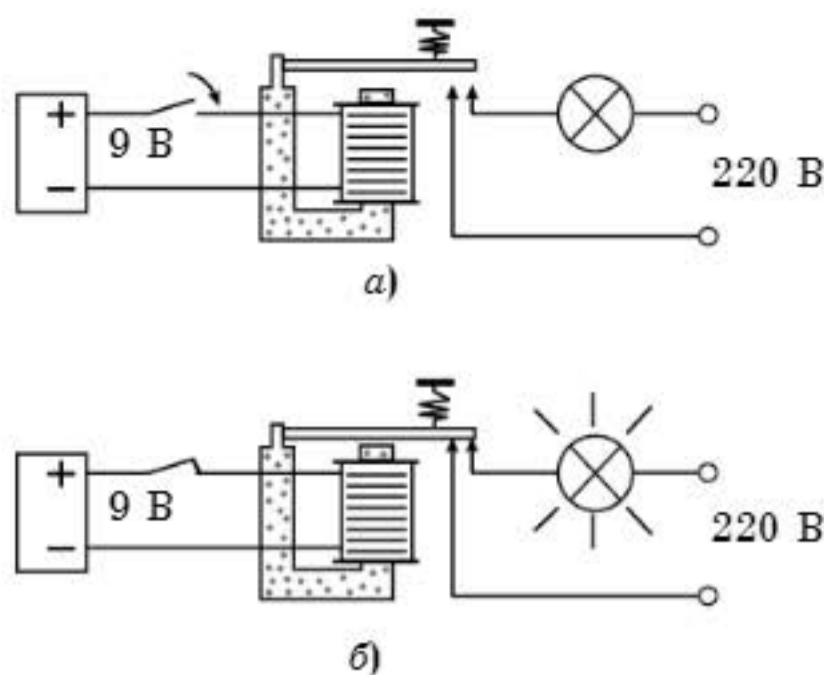


34.6-расм

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

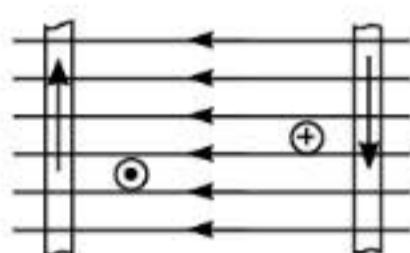
бошланғич вазиятта ушлаб туриш учун унга пружина маҳкамланади. Электромагнитга кучланиш берилганда якор пружина қаршилигини енгиб, унга тортила бошлайди. Шу пайтда қурилмадаги реленинг конструкциясига қараб керакли контактлар уланади ёки ажралади. Агар кучланиш узилса, пружина якорни дастлабки вазиятига қайтаради. Бунинг натижасида лампа ёнади ёки ўчади.



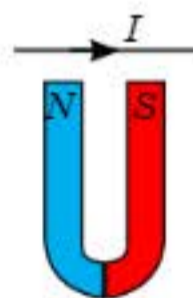
34.7-расм



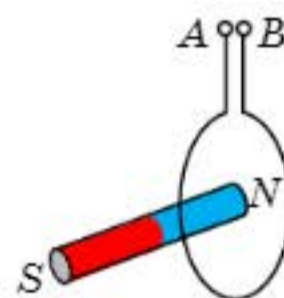
1. Ампер кучи деб қандай кучга айтилади?
2. Ампер кучининг таъсир этиш йўналиши қандай аниқланади?
3. Магнит индукция векторининг физик маъноси қандай?
4. Токли рамка магнит майдонига киритилганда нима бўлади?
5. Токли рамканинг магнит майдонда айланиши хоссасидан қаерда фойдаланилади?
6. 34.8-расмда магнит майдонида турган тўрт ўтказгич берилган. Ушбу ўтказгичларнинг ҳар бири қандай ҳаракатланади? Ҳар бир ўтказгичга таъсир этувчи куч қандай йўналган?
- *7. Ток ўтаётган тўғри ўтказгич тақасимон магнит қутблари устида (34.9-расм) жойлашган. Ўтказгич ҳамма йўналишда эркин ҳаракатлана олади. У магнит майдони таъсирида ҳаракатга келадими?
8. Ингичка илга осилган айланма ток ўтаётган ўтказгичга доимий магнит шимолий қутби билан яқинлаштирилди (34.10-расм). Ўтказгич унга тортилди. Ўтказгичдаги ток йўналиши қандай?



34.8-расм



34.9-расм



34.10-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтирди?	Қандай кўникмаларни шакллантирдигиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот кўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

35-§. Электромагнит индукция. Генератор



Таянч сўзлар:

- ✓ электромагнит индукция
- ✓ индукцион ток
- ✓ индукцион генераторлар
- ✓ Қозоғистон электр энергияси

Бугунги дарсда:

- электромагнит индукция ҳодисасини тавсифлашни ўрганасиз, ер юзида ва Қозоғистонда электр энергиясини ишлаб чиқаришга доир мисоллар билан танишасиз.



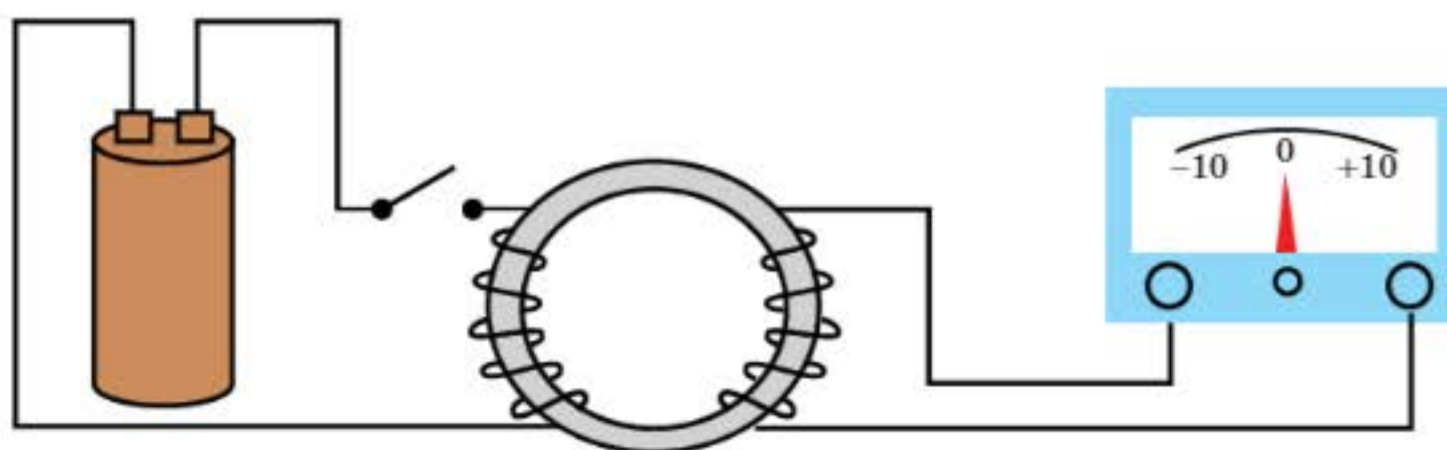
- Ўтган дарслардан сиз электр токи магнит майдонини юзага келтиришини билдингиз. Қандай фикрдасиз, аксинча, магнит майдони ёрдамида электр токини олиш мумкинми?

Ампер ва Эрстед токли ўтказгичнинг атрофида магнит майдони ҳосил бўлишини исботлашгач, кўп олимлар “магнит майдони ёрдамида электр токини олиш мумкинми?” деган саволга жавоб излай бошлашди. Инглиз физиги М.Фарадей ана шу йўналишда 10 йил ишлаб, алал-оқибат 1831 йилда ижобий натижага эришди.

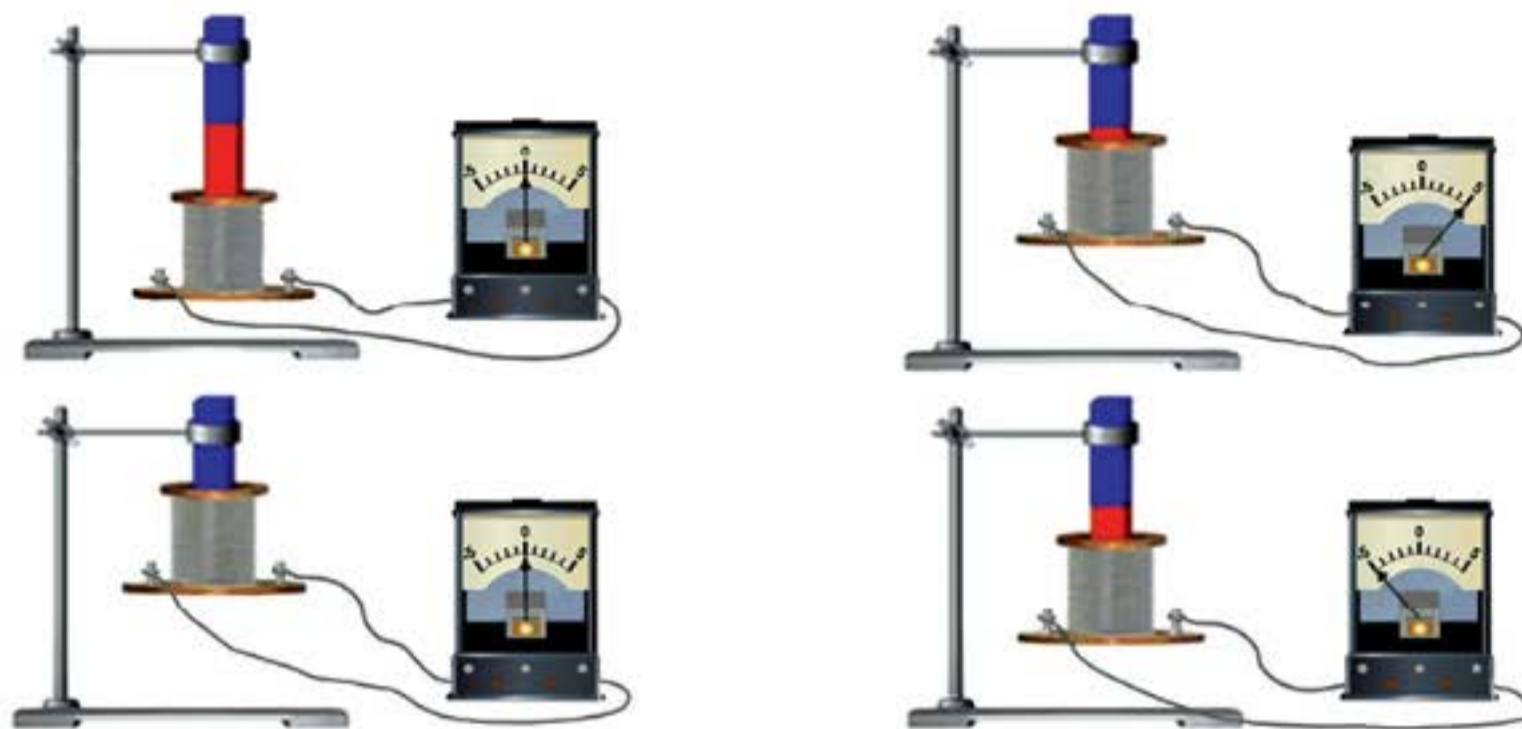
БУ ҚИЗИҚ!

Фарадей магнит майдони ёрдамида электр токини ҳосил қилиш масаласини унутмаслик учун доимо чўнтагига магнит солиб юрган экан.

Фарадей қуйидагича тажриба ўтказди: темир ҳалқага бир-биридан изоляцияланган ва мис симдан ясалган икки ғалтакни ўради; бир ғалтак ҳалқанинг биринчи ярмига, иккинчи ғалтак ҳалқанинг иккинчи ярмига (35.1-расм) ўралди. У бир ғалтакни гальваник элементга улаб, ток ўтказди, иккинчи ғалтак учларига эса гальванометрни улади. Фарадей биринчи ғалтакни ток манбаига улаб ва ажратган пайтларда (ток манбаига уланган ва ундан ажратилган пайтларда темир ҳалқа магнитланиб ёки магнитсизланиб туради) гальванометрнинг стрелкаси



35.1-расм



35.2-рәсм

нолдан озгина оғиб, тебраниб, тез тўхташини пайқади. Бундан, “магнит майдони ўзгарган пайтда иккинчи ғалтакда ўта қисқа вақтда электр токи пайдо бўлади” деган хулосага келди.

Фарадей яна бошқа тажриба ўтказди. У ғалтакка доимий магнитни киритиб, қайта чиқариб олди (35.2-рәсм). Шу пайтда ғалтакда ток ҳосил бўлишини кузатди.

Фарадей қуйидаги хулосага келди: исталган ўзгарувчан магнит майдони берк контурда электр токини юзага келтиради, бу ток таъсири оддий гальваник элементлардан олинадиган электр токи таъсири билан бир хил.

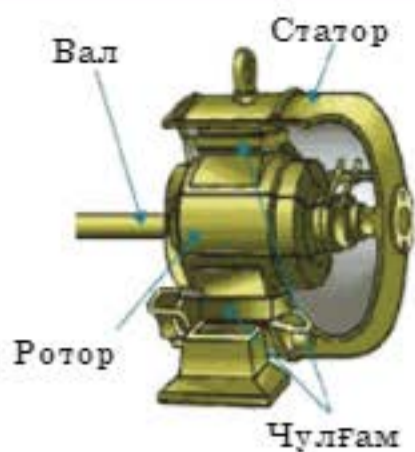
Магнит майдонида ҳаракатланадиган (ёки атропофидаги магнит майдони ҳаракатланадиган тинч ҳолатда турган) ўтказгичда электр токининг пайдо бўлиши ҳодисаси электромагнит индукция деб аталади. Шундай ҳолда пайдо бўлган ток индукцион ток деб, уни ҳосил қиладиган қурилма индукцион электр генератори деб аталади. Бундай генераторларда ҳаракатдаги ўтказгич (ёки магнит)нинг механик энергияси электр энергияга айланади.

Бу усулдан тахминан 100 йилдан ортиқ вақтдан буён саноат электр энергиясини олишда қўлланилмоқда.

БУ ҚИЗИҚ!

“Индукция” атамаси латинча “inductio” сўзидан олинган бўлиб, бу туртки бериш (масалан, бирор бир фикр туғилишига туртки бериш) маъносини билдиради. Туртки бериш, юзага келиш, индукцион токнинг пайдо бўлиши — бу синоним сўзлар.

Индукцион электр генераторининг асосий қисмлари 35.3-рәсmda кўрсатилган. Статор — генераторнинг қўзғалмас қисми. Рамка би-



35.3-рәсм

лан ұтказған тәжрибада статор магнит қутблари ва қисқичлар ҳисобланади, рамка магнит қутблари орасида жойлашған. Генераторнинг айланиб турған қисми — ротор. У биргина рамка эмәс, кўпгина сим ўрамлардан иборат. Қувватли генераторларда сим ўрамлар қўзғалмайди, улар статорга қотирилған, магнит майдони эса роторга маҳкамланған электромагнитлар билан бирга айланиб туради. Барча йирик электростанциялардаги генераторлар шундай ишлайди.

БУ ҚИЗИҚ!

Сув электростанцияси тўғонидан пастга тушаётған сув генераторнинг валини секундига 1—2 айланиш частотасида айлантиради. Агар роторда битта индукцион ўрам бўлса, олинған электр токи частотаси бор-йўғи 2—4 Герц бўлар эди, ундан ишлаб чиқаришда фойдалана олмаймиз. Шү сабабли 50 Гц частота олиш учун бир неча ўнлаб индукцион ўрамлар 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.



35.4-рәсм

Бири бўйлаб ток ўтаётған, иккинчиси эса гальванометрга уланған икки ғалтак билан ҳам тәжриба ўтказиш мумкин. Икки ғалтакнинг қайси бири ҳаракатланса ҳам (35.5-расм) иккинчи ғалтакда ток ҳосил бўлади.

Худди шундай кўп тәжрибалар магнит майдони ўзгарғанда исталған берк контурда электр токи ҳосил бўлишини кўрсатади. Бу ток *индукцион ток* деб аталади.

Фарадей ўз тәжрибаларида агар магнитнинг ҳаракат тезлиги ортирилса, индукцион ток кучи ҳам ортишини аниқлади. Индукцион



35.5-рәсм

ток йўналиши *Ленц қондаси* бўйича аниқланади: ўзгарувчан магнит майдонида турган берк контурда пайдо бўладиган индукцион ток ҳар доим ўзининг магнит майдони билан ташқи магнит майдонининг ўзгаршига қаршилик қиладиган ҳолатда йўналади.

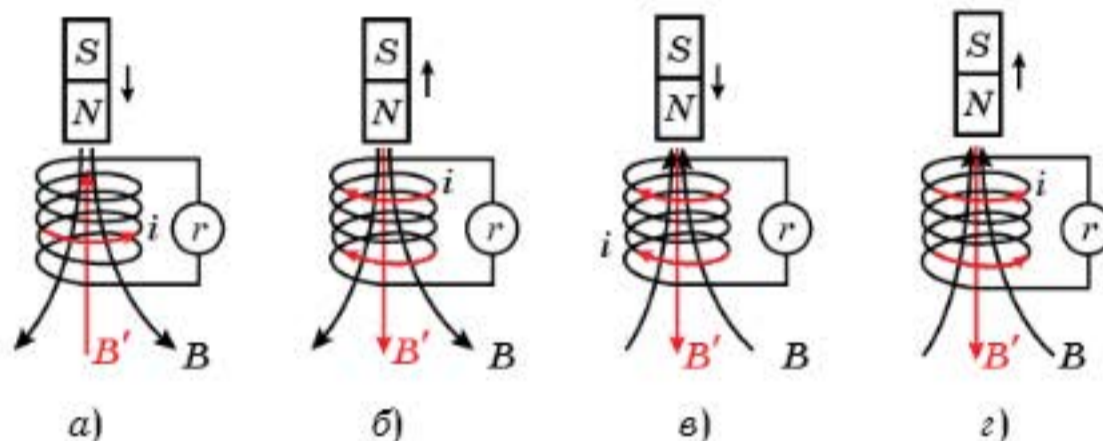
Бу қондани рус физиги Э.Ленц аниқлаган. Ленц қондасига бир неча мисоллар қараймиз.

35.6-расмда магнитни ғалтакка киритган пайтда ғалтак ўрамларини кесиб ўтувчи магнит майдони ортади. Ундай бўлса, ғалтакда пайдо бўладиган индукцион ток ўзининг магнит майдони ташқи майдонни камайтирадиган ҳолатда унга қарши йўналади (яъни индукцион токнинг магнит майдони юқорига йўналган).

Энди ўнг қўл қондасидан фойдаланиб, ғалтакдаги индукцион ток йўналишини аниқлаймиз (у соат мири йўналишига тескари йўналган).

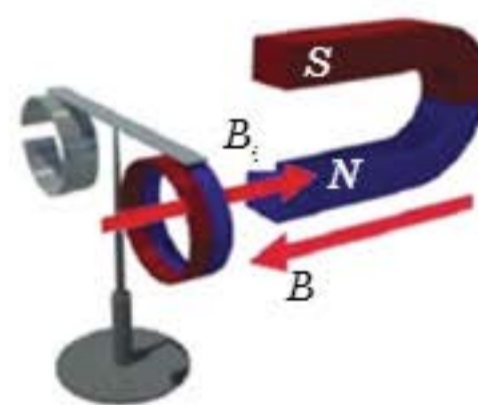


■ Юқорида таъкидланганларга асосланиб, 35.6-а, б, в, г расмлардаги ғалтаклардан ўтаётган индукцион ток нега шундай йўналганлигини тушунтиринг.



35.6-расм

35.7-расмда Ленц қондасини намоён қиладиган асбоб кўрсатилган. Магнит ҳалқа ичига киритилганда унда пайдо бўладиган токнинг магнит майдони ташқи магнит майдонига қарши йўналганлиги яққол кўриниб турибди. Шу сабабли ҳалқа магнитдан итарилади. Агар магнит ҳалқадан чиқарилса ҳалқа магнитга илашиб, тортилади.



35.7-расм



Ленц қондаси асосида ҳалқа нега шундай ҳаракатланишини тушунтиринг. Агар магнитни иккинчи, қирқилган (туташ эмас) ҳалқага яқинлаштирсак, у ҳаракатланмайди. Нега шундайлигини тушунтиринг.

Фарадей кашф қилган электромагнит индукция ҳодисаси электр энергиясини ишлаб чиқарувчи индукцион генераторлар иши асосини ташкил қилади. Бу генераторлар электростанцияларда жойлаштирилади. Гидро электростанцияларда юқоридан пастга оққан 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 турган қуввати (факт бўйича) 15 минг МВт. Қозоғистон йилига 91,9 млрд. кВт·соат электр энергиясини ишлаб чиқаради, яъни Қозоғистоннинг электр билан таъминланиши йилига 4 минг кВт·соат/киши, Россияда эса бу кўрсаткич 6,7 бўлса, АҚШда ~14, Хитойда ~3,5.

Афсуски, кўпгина электростанциялар белгиланган қувватдан кам миқдорда энергия ишлаб чиқаради. Фақат 2012 йилга келиб Қозоғистон 1991 йилдаги электр энергиясини ишлаб чиқариш 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 чиқарса, 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.

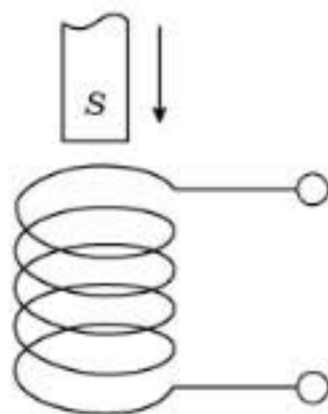
Электр энергияси истеъмолчилари: ишлаб чиқариш (тахминан 70%), маиший ҳаётида (~10%), транспорт (~6%), хизмат кўрсатиш соҳаси (~8%).

БУ ҚИЗИҚ!

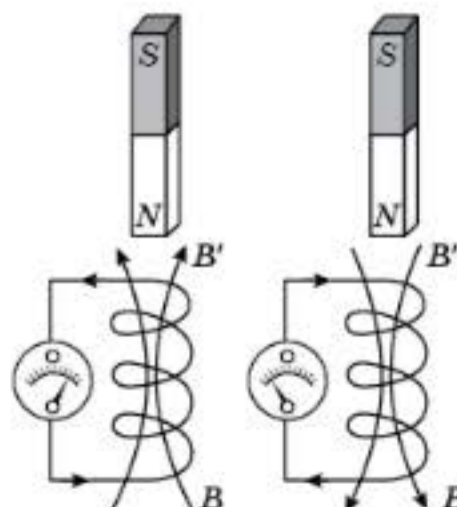
Кучли индукцион генераторлар (15—20) кВт кучланишдаги токни ишлаб чиқаради ва уларнинг ФИКи 97—98% га тенг.



1. Ҳалтадаги индукцион ток йўналишини аниқлаб, қисқичлардаги қутбларни белгиланг (35.8-расм).
2. 35.9-расмда кўрсатилган магнитларнинг ҳаракат йўналишини аниқланг.

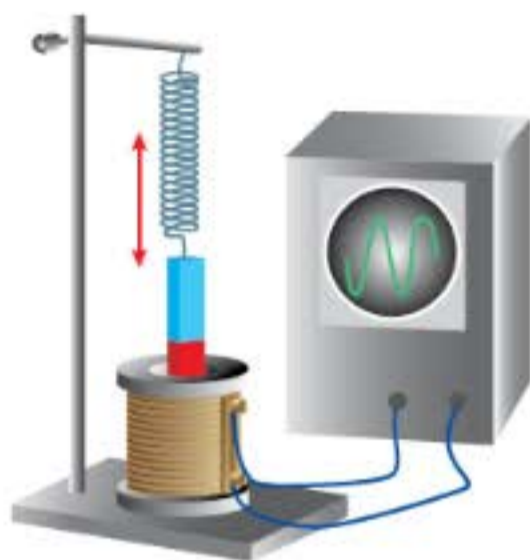


35.8-расм

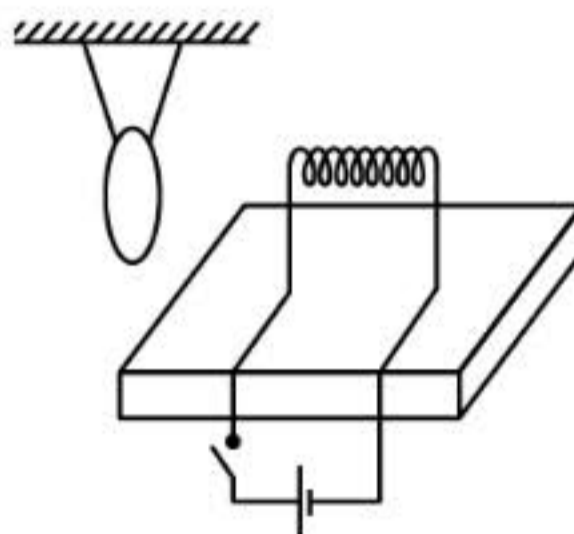


35.9-расм

- 3. Тўғри магнитни пружинага осиб, тебратайлик. Шу вақтда магнит ғалтакка кириб ва қайтиб чиқиб туради. Ғалтакнинг қисқичлари эса осциллографга (тебранмаларни назорат қилишга мўлжалланган ускуна) уланган (35.10-расм). Осциллограф экранидаги тасвир нимани билдиради?
- 4. Индуктив ғалтакнинг ёнида яхлит мис ҳалқа ингичка узун ипга осилиб турибди (35.11-расм). Ғалтак столга маҳкамланиб, доимий ток манбаига уланган. Дастлаб ғалтак ток манбаидан узилиб туради. Занжир уланганда ҳалқа қандай ҳаракатланади? Жавобни тушунтиринг. Изоҳлашда қандай физик ҳодисалар ва қонуниятлардан фойдаландингиз?



35.10-расм



35.11-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Бугунги дарсда нималар қизиқтирди?	Қандай кўникмаларни шакллантирдингиз?	Мавзуларга яна қандай ахборот кўшар эдингиз?	Қайси ахборотлар бўйича саволлар пайдо бўлди?

Электромагнит ҳодисалар

Ўтказгичдан 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 — ичида 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 ичида бир-бирига уланиб кетади.

Ер ва бошқа осмон жисмлари доимий магнит ҳисобланади, яъни улар атрофида магнит майдонлари мавжуд.

Магнит майдон токли ўтказгичларга, яъни ҳаракатдаги зарядларга таъсир қилади. 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 айланиши 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 ҳаётида муҳим ўрин эгаллайди. Ёруғликнинг тарқалиш қонунларидан одамлар қурилиш соҳасида ва турли оптик асбоблар ясашда фойдаланадилар.



Кундалик ҳаётда кўзгулар ва линзаларни кўпишлатамиз. Улар ёрдамида қандай тасвирлар олиш мумкин?



Кундалик ҳаётда биз камалак, дисперсия, ёруғликнинг синиши ва қайтиши, сароб, Қуёш ва Ой тугилиши каби оптик ҳодисаларни кузатамиз.

Ушбу ҳодисалардан одамлар қандай фойдаланишади?



36-§. Ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалиш қонуни



Таянч сўзлар:

- ✓ қуёш нури
- ✓ ёруғлик манбалари
- ✓ ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалиши
- ✓ қуёш тутилиши
- ✓ соялар

Бугунги дарсда:

- соя ҳосил бўлиши, Қуёш ва Ойнинг тутилишини график равишда тасвирлашни ўрганасиз.



- Сиз Қуёш нурлари бир-бирлари билан ўзаро кесишса ҳам ўз йўналишларини ўзгартирмасдан тўғри чизиқ бўйлаб тарқалишини сезгансиз. Буни қандай тушунтириш мумкин?

Ёруғлик ҳодисалари ҳаётимизда муҳим аҳамиятга эга. Ёруғлик жисмларни ёритади, қиздиради, кимёвий таъсир кўрсатади, ёруғлик моддадан электронларни узиб чиқара олади ва бунинг натижасида электр токи пайдо бўлади. Қуёш нури энергияси Ер юзидаги дарахтлар ва ўсимликларнинг ўсишига катта ёрдам беради, шунингдек, Қуёш батареялари орқали ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантириб, ушбу энергия билан уйлар, иссиқхоналар иситилади.

БУ ҚИЗИҚ!

Тахминан уч кун ичида Қуёшнинг Ерга берадиган энергияси Ер бағридаги барча ёқилғи турлари бера олдиган энергиясига тенг. Ҳар бир секундда Ерга Қуёшдан 170 млрд. Ж га тенг энергия миқдори етиб келади. Бу энергиянинг асосий қисми атмосферада, булутларда ютилади ва сочилади, унинг фақат учдан бир қисмигина Ер сиртига етиб келади. Қуёшдан чиқадиган тўлиқ энергия унинг Ерга етадиган қисмидан тахминан 5 млрд. марта кўп экан. Қуёш энергиясининг мана шу озгина қисми ҳам барча бошқа энергия манбалари берадиган иссиқлик миқдоридан 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 «қуюқ 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 “нұсхаси”, кўзга тушганда жисмнинг шакли ва ҳолати ҳақидаги маълумот шаклланади” деб ҳисоблашган. Олимлар XVII асргача рангларни ёруғлик ва қоронғуликнинг турли пропорцияда аралашishi натижаси деб ҳисоблашган.

Инглиз физиги И. Ньютон 1672 йилда ёруғликнинг корпускуляр назариясини яратди. Ушбу назарияга кўра, *ёруғлик — ёруғ жисмлардан чиқадиган майда, тез учадиган зарралар (корпускулалар) оқими*. Бу назария ёруғликнинг қайтиши ва синишини, унинг тўғри чизиқ 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 махсус муҳит — эфирда тарқаладиган тебранишлар” деб ҳисобланди.

Ҳозир ёруғлик деганимиз 300 000 км/с тезлик билан тарқаладиган электромагнит тўлқин эканлиги маълум, уни ёруғлик манбалари ҳосил қилади.

Ёруғлик манбалари деб, кўринадиган ёруғлик нурларини чиқарадиган жисмларга айтамыз. Исталган жисм юқори ҳароратгача қиздирилса, у ёруғлик чиқаради, яъни қизиган жисмлар ёруғлик манбалари ҳисобланади. Улар *иссиқ ёруғлик манбалари* деб аталади. Бундай ёруғлик манбаларига Қуёш, олов, чўғланма лампа ва ҳ.к. лар киради (36.1-расм).



36.1-расм

Шу билан бирга, *совуқ ёруғлик манбалари* ҳам бор. Улар кўринадиган нурлар (ёруғлик)ни одамларга таниш атроф-муҳит ҳароратида чиқаради. Яъни, *совуқ ёруғлик 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 ёруғлик энергиясига айлантиради.



36.2-расм

Кундузги ёруғлик лампалари ҳам совуқ ёруғлик манбаларига киради. Ҳатто ёруғлик чиқарадиган тирик организмлар ҳам бор. Улар ҳам совуқ ёруғлик манбаларига киради. Масалан, ёзги тунда ўрмондаги ялтироқ қўнғизлар ва чуқур денгиз тубида яшайдиган баъзи балиқлар ўзларидан ёруғлик чиқаришади (36.3-расм).



36.3-расм

Ёруғлик манбаларини *табиий* ва *сунъий* манбалар гуруҳларига ажратиш мумкин. Табиий ёруғлик манбаларига кўринадиган ёруғликни 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 ёруғликни қайтарганлиги учун нур сочади. Масалан, Ой ва кўзгулар.

Физикада нуқтавий ёруғлик манбаи деган тушунча тез-тез қўлланилади. Бу нима?

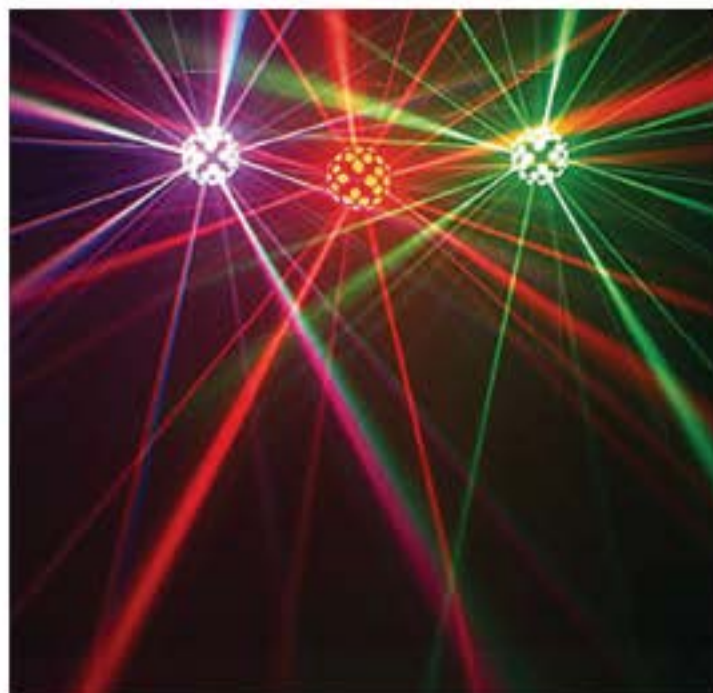
Кузатиш вақтида ўлчамларини ҳисобга олмаса ҳам бўладиган ёруғлик чиқариб турган жисм *нуқтавий ёруғлик манбаи* деб аталади. Нуқтавий ёруғлик манбаига юлдузлар, шам алангаси, кичкина фонар ва бошқа нарсаларни киритиш мумкин. Нуқтавий ёруғлик манбаи тушунчаси ёруғлик ҳодисаларини ўрганишни осонлатиш учун 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 қўнғизлар эди.

Испания-Америка урушида америкалик врачлар бутилкаларга солинган ялтироқ қўнғизлар чиқарган ёруғликда операциялар қилишган, дейилган эсдаликлар бор.

Ёруғликнинг тарқалиш жараёнлари геометрик оптика бўлимида ўрганилади. Бу бўлимда ёруғликнинг тарқалиши геометрия қонуниятларига асосан тадбиқ 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).



36.4-расм

Геометрик оптика қонунлари жуда қадимда, ёруғлик нурларини кузатиш натижасида, тажрибаларда аниқланган. *Геометрик оптиканинг тўртта асосий қонуни бор:* 1) ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалиш қонуни; 2) ёруғликнинг мустақил тарқалиш қонуни; 3) ёруғликнинг қайтиш қонуни; 4) ёруғликнинг синиш қонуни.

Ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалиш қонуни: бир жинсли шаффоф муҳитда ёруғлик тўғри чизик бўйлаб тарқалади.

Сиз буни биласиз

Сув — шаффоф муҳит. Сув ёруғлик ўтказиши. Шунинг учун сувнинг ичидаги жисмларни кўриш мумкин. Уй деразаси ойналари ҳам шаффоф ва ёруғлик ўтказиши, шунинг учун биз деразанинг нариги томонидаги буюмларни кўра оламиз. Уй деворлари эса шаффоф эмас, улар ёруғлик ўтказмайди, шу боис девор ортидаги нарсаларни кўра олмаймиз.



- 36.5-расмдаги фотосуратлар ёрдамида ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалишини қандай исботлаш мумкин?
- 36.5-расмда ёруғлик ўтказадиган ва ўтказмайдиган жисмлар борми? Тушунтиринг.
- Қоронғулик ва соянинг фарқи борми?
- 36.6-расмдаги фотосурат ёрдамида нимани исботлаш мумкин?



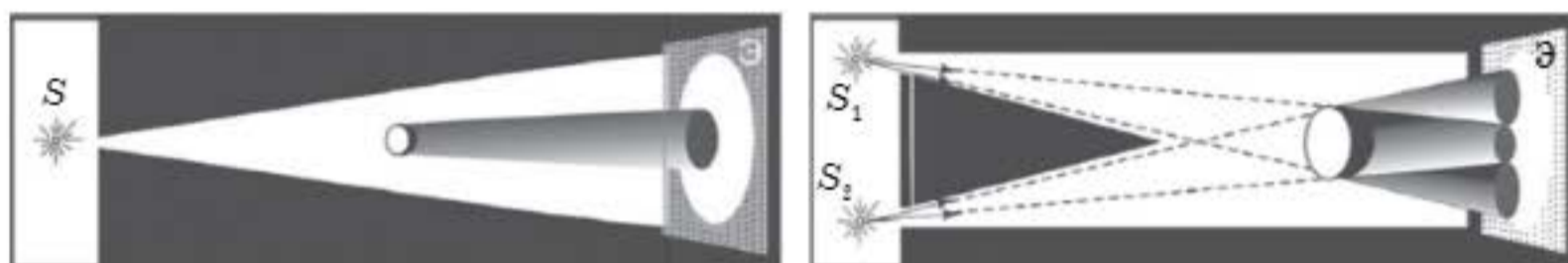
36.5-расм



36.6-расм

Ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалиши соя ва ярим соя ҳодисаларини изоҳлайди.

Соя — бу ношаффоф жисм ортидаги ёруғлик энергияси тушмайдиган фазонинг бир қисми. Ҳаво очиқ кунларида одамлар, дарахтлар, бинолар ва ҳ.к. нарсаларнинг аниқ сояларини кўриш мумкин. Нуқтавий ёруғлик манбаидан чиқадиган ёруғлик дастаси йўлига ношаффоф жисм қўядиган бўлсак, унинг орқасида соя пайдо бўлади (36.7-расм), экранда эса жисм контурини такрорлайдиган соя кўринади. Агар ёруғлик манбаи чўзиқ бўлса, ношаффоф жисм орқасида ярим соя ҳосил бўлади. Агар ношаффоф буюм иккита ёруғлик манбаи билан ёритилса, уч хил соя ҳосил бўлади. Улардан бири *тўлиқ соя*, фазонинг бу қисмига икки манбадан ҳам ёруғлик тушмайди. Қолган икки соя қуюқлиги камроқ, сабаби фазонинг бу қисмига ёруғлик манбаларининг биридан ёруғлик тушади. Бу соя *ярим соя* деб аталади.



36.7-расм

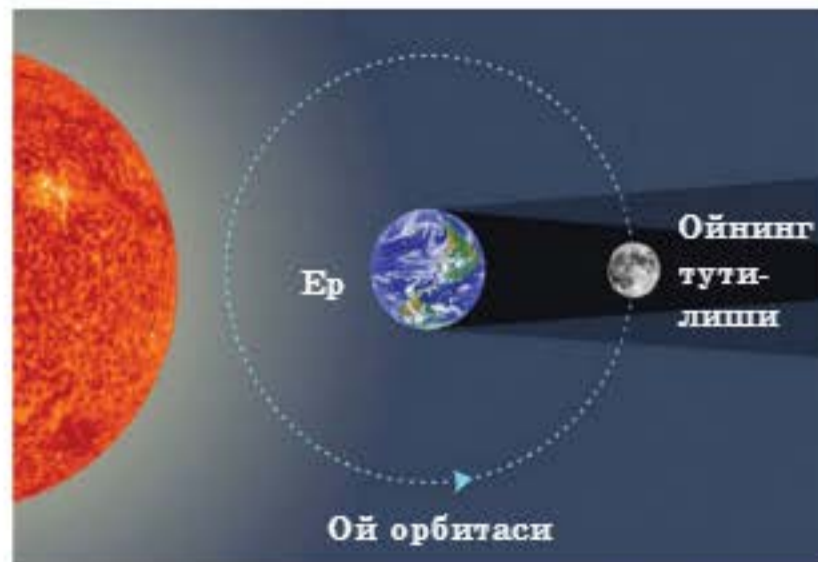
БУ ҚИЗИҚ!

Мил. авв. тахминан 300 йилларда қадимги юнон файласуфи Евклид ёруғлик тўғри чизик бўйлаб таралади деб ҳисоблаб, соя ҳосил бўлишини биринчи бўлиб тушунтирди. Агар ёруғлик манбаи ва кузатувчи одамнинг кўзи орасига ношаффоф жисм қўйилса, тўғри чизик бўйлаб тарқалиб келаётган ёруғлик йўлида учраган тўсиқни айланиб ўта олмайди, шу сабабли ёруғлик манбаи кўринмайди. Натижада фазода ёруғлик тушмайдиган соя ҳосил бўлади, яъни соя ҳосил бўлади. Қадимги юнон ва Мисрда кўп устунли бинолар қурилган вақтда, устунларни тўғри жойлаштиришда ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалишидан фойдаланишган.

Қуёш ва Ойнинг тутилишлари. Ой ва Қуёшнинг тутилишини ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалиши қонунига асосан тушунтириш мумкин. 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 атрофида 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 мумкин. Одатда, у 2—3 минутга чўзилади. Қуёш тутилиши фақат янги ой фазасида бўлади.



36.8-расм



36.9-расм

Агар Ойнинг Ер атрофида айланиш орбитаси Ернинг Қуёш атрофида айланиш орбитасининг текислигида ётганида, ҳар бир янги ой фазасида бу ҳодиса кузатилад эди. Бироқ Ой орбитаси текислиги Ер орбитаси текислиги билан 5° бурчак ҳосил қилади, шу сабабли тугилиш фақат Ер ва Ой орбиталари текисликларининг кесишиш нуқталари яқинига Ой яқин келгандагина кузатилади. Тўлиқ Қуёш тугилиши Ер юзида бир ярим йилда бир марта кузатилади, бироқ у аниқ бир жойда жуда кам такрорланади. Ер ва Ойнинг ҳаракати етарлича аниқ ўрганилган, шунинг учун тугилиш Ой орбитаси вақтларини анча олдиндан аниқ ҳисоблаш мумкин. Ойнинг тугилиши Ернинг сояси Ойга тушганда кузатилади (36.9-расм).



36.10-расм

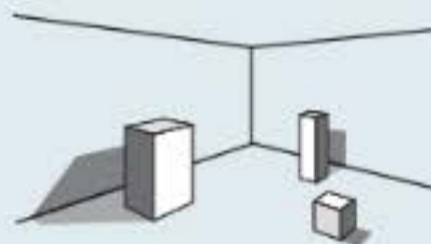
Нурларнинг мустақил тарқалиш қонуни — бу геометрик оптиканинг иккинчи қонуни. Ушбу қонун қуйидагича таърифланади: *ёруғлик нурлари бир-биридан мустақил ҳолда тарқалади ва кесишган вақтда бир-бирларининг бундан кейинги тарқалишларига таъсир кўрсатмайди.*



1. Рассомлар жисмлар сояси расмини солишда ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалишини ҳисобга олишади. 36.11-а расмдаги сояга қараб, бу қонундан қандай фойдаланилганлигини тушунтиринг.
2. 36.11-б, в расмларда эса сояга қараб, ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалишини қўллаб, ёруғлик манбаини топиш мумкинми?



а)



б)



в)

36.11-расм



1. Иссиқ 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 қамаштирмайди? Буни қандай изоҳлайсиз?
6. Жарроҳлик амалиёти пайтида жарроҳ қўлининг сояси жарроҳлик амалиёти ўтказиладиган жойга тушмаслиги учун ёруғлик манбаини қандай жойлаштириш керак?
7. Нега синфда ўқувчиларнинг столи чап томондан ёруғлик тушадиган қилиб жойлаштирилади? Тушунтиринг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

Нималарни ўргандигиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

37-§. Ёруғликнинг қайтиши, қайтиш қонунлари. Ясси кўзгулар



Таянч сўзлар:

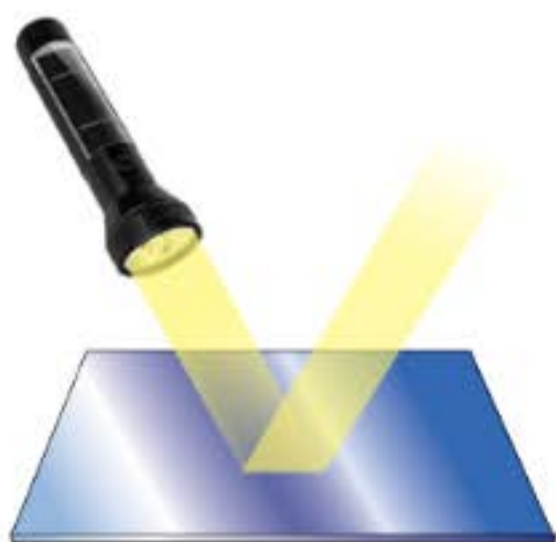
- ✓ ёруғликнинг қайтиши, кўзгусимон ва хира сиртлар,
- ✓ тарқоқ ва кўзгусимон қайтиш,
- ✓ ясси кўзгу

Бугунги дарсда:

- ёруғликнинг қайтиши ҳодисасини ўқиб ўрганасиз ва унинг қонунларини тажрибада аниқлайсиз.

Сиз ҳаммангиз кўзгу ёрдамида Қуёш нурларини турли томонларга йўналтириб, тушириб ўйнагансиз. Шу пайтларда кўзгунинг жойлашиши ўзгарганда ундан қайтган Қуёш нурининг йўналиши ҳам ўзгаришини кузатиш қизиқарли бўлган (37.1-расм).

Қуёш нурлари нега шундай ҳаракатланишини ўйлаб кўрдигизми? Ҳамманинг уйида кўзгу бор, улардан сиз кундалик ҳаётда шахсий гигиенани сақлаш вақтида фойдаланасиз (37.2-расм). Мазкур ҳолларда сиз ёруғликнинг қайтиш ҳодисасига дуч келасиз. *Ёруғликнинг қайтиши* деб ёруғлик нури икки хил муҳит чегарасига тушганда ўзининг тарқалиш йўналишини ўзгариши ҳодисасига айтилади. Бундай ҳолларда ёруғлик нури дастлабки муҳитга қайтади.



37.1-рәсм



37.2-рәсм



Ушбу хәдисани батафсил қараб, тажриба ўтказамиз. Махсус дискка (доирага) маҳкамланган кичкина кўзгуга унга ўтказилган перпендикуляр билан 50° бурчак ҳосил қилган 1-нурни туширамиз (37.3-рәсм). Бундай нур тушган нур, унинг перпендикуляр билан ҳосил қилган бурчагини тушиш бурчаги (α) деб аталади. У ҳолда сиз ёруғлик нури аввалги йўналишидан оғиб, биринчи муҳитга (ҳавога) кўзгуга ўтказилган перпендикуляр билан 50° бурчак ҳосил қилиб қайтганлигини кўрасиз. Ушбу 2-нур қайтган нур, унинг перпендикуляр билан ҳосил қилган бурчаги эса қайтиш бурчаги (γ) деб аталади.



37.3-рәсм

Тушиш бурчагини ўзгартириб, сиз ҳар доим тушиш бурчаги қайтиш бурчагига тенг бўлишини кўра оласиз. Шунингдек, тушган нур ва қайтган нур бир текисликда (тажрибада диск текислигида) ётишини кузатиш мумкин.

Шундай қилиб, тажриба орқали ёруғлик қайтишининг икки қонунини аниқладик:

1. *Тушган нур, қайтган нур ва нурнинг тушиш нуқтасида қайтарувчи сиртга ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади.*
2. *Тушиш бурчаги қайтиш бурчагига тенг:*

$$\alpha = \gamma. \quad (37.1)$$

Қайтишнинг икки тури бор: *кўзгусимон* ва *тарқоқ (диффуз) қайтиш*. Силлиқланган, ялтироқ сиртлардан қайтиш *кўзгусимон қайтиш*, параллел тушган нурларни параллел нурлар тарзида қайтарадиган сиртлар *кўзгусимон сиртлар* деб аталади. Ҳар хил кўзгусимон сиртларнинг қайтариш интенсивлиги турлича бўлади. Масалан, силлиқ кумуш кўзгү ўзига тушган нурнинг 96% ини, силлиқланган қора сирт эса ёруғлик энергиясининг фақат 1% инигина қайтаради. Бундай ҳолларда параллел ёруғлик дастаси қайтгандан сўнг ҳам параллел нурлар дастаси кўринишида тарқалади (37.4-рәсм).

Тарқоқ ёки диффуз қайтиш — бу гадир-будир сиртдан қайтиш (бундай сиртларнинг нотекисликлари юқори). Диффуз қайтиш вақтида



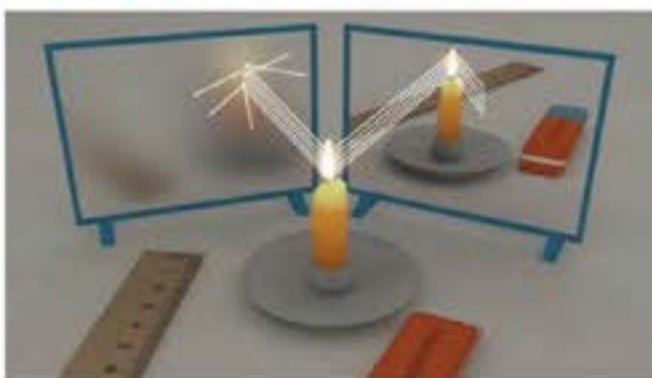
37.4-рәсм



37.5-рәсм



37.6-рәсм



37.7-рәсм

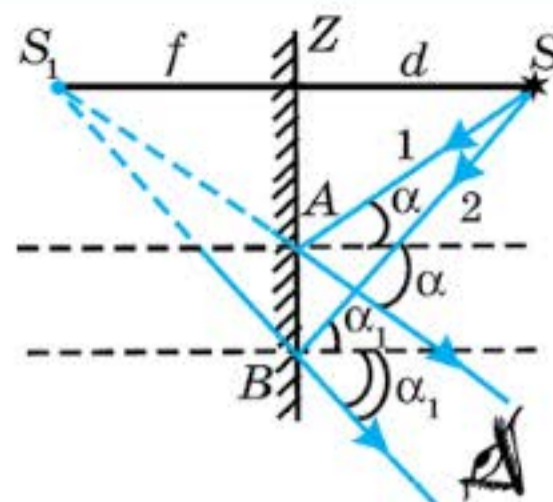
параллел ёруғлик дастаси турли бурчак остида, ҳар томонга сочилиб қайтади. Ёруғликни барча йўналишида бир текис қайтарувчи сирт хира сирт деб аталади. Аниқ шунақа сиртлар бўлмайди, бироқ шунга ўхшаш сиртлар бор. Масалан, бўр. Ёруғлик тушганда исталган жисмининг ғадир-будир сиртига қарасангиз, уни кўрасиз (37.5-рәсм), лекин тоза кўзгунинг силлиқ, ялтироқ сиртига қарасак, кўзгунинг сиртини кўрмайсиз, унинг ўрнига кўзгудаги ўз аксингизни ёки бошқа атрафдаги буюмлар тасвирларини кўришингиз мумкин (37.6-рәсм).

Диффуз ва кўзгусимон қайтиш ўрта-сидаги фарқлар 37.7-рәсмда 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 кўзгү. Кўзгусимон қайтиш кўзгүларда кенг қўлланилади. *Ясси* ва *сферик*

күзгулар бор. Силлиқ қилиб текисланган қайтарувчи сирт билан қопланган, эгрилик радиуси чексизликка интиладиган сирт ясси күзгу деб аталади. Ёруғлик чиқарувчи S нүктанинг Z ясси күзгудаги тасвирини ясаймиз (37.9-рәсм). Күзгуга 1- ва 2-нурларни йўналтирамыз. Буларнинг иккаласи ҳам күзгудан қайтади, бироқ бизга улар бошқа S_1 нүқтадан чиқәётгандай кўринади. Ушбу S_1 нүқта S нүктанинг тасвири бўлади.



37.8-рәсм



S нүқтадан Z күзгугача масофа, Z күзгудан S_1 тасвиргача бўлган масофага тенг, яъни

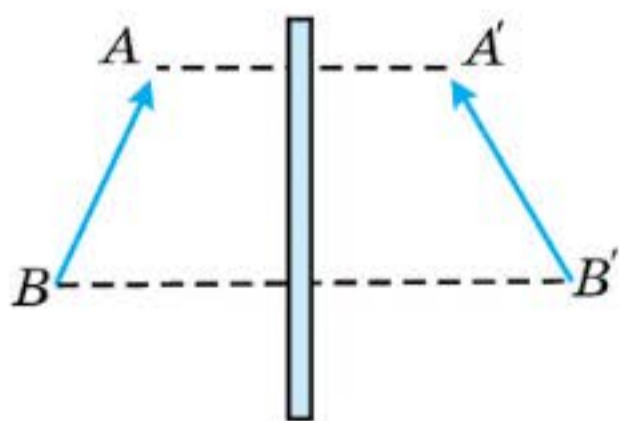
$$d = f \quad (37.2)$$

бўлишини исботланг.

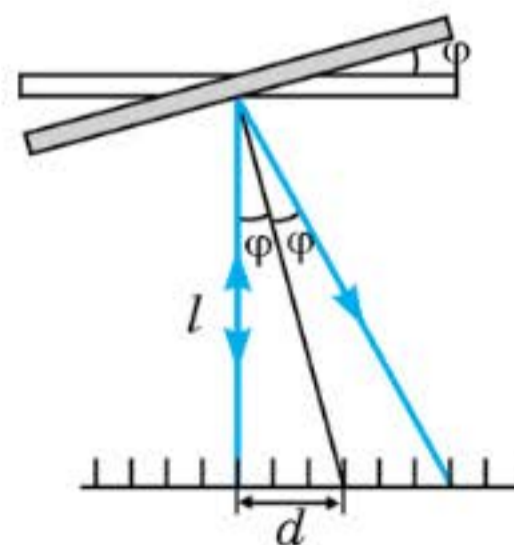
Бу — ясси күзгу формуласи. Формулани келтириб чиқариш учун қайтиш қонунларидан ва геометрия фанидан олган билимларингиздан фойдаланинг. Ясси күзгу буюмнинг мавҳум тасвирини ҳосил қилади.

Ясси күзгудаги тасвир күзгусимон симметрия асосида ҳосил бўлади (37.9-рәсм).

Ясси күзгу күзгусимон саноқ учун ишлатилади (37.10-рәсм). Сизга жуда кичик миқдорни ўлчаш керак бўлсин. Ёруғлик нури күзгуга 90° бурчак остида тушсин. Бундай ҳолда қайтган нур ҳам тушган нур бўйлаб, бироқ унга қарама-қарши йўналишда тарқалади. Агар күзгу ϕ бурчакка бурилса, нур 2ϕ бурчакка оғади ва $\text{tg}2\phi = \frac{d}{l}$. Агар бурчак жуда кичик бўлса, күзгунини микроскопнинг тубуси ичига жойлаштирилади.



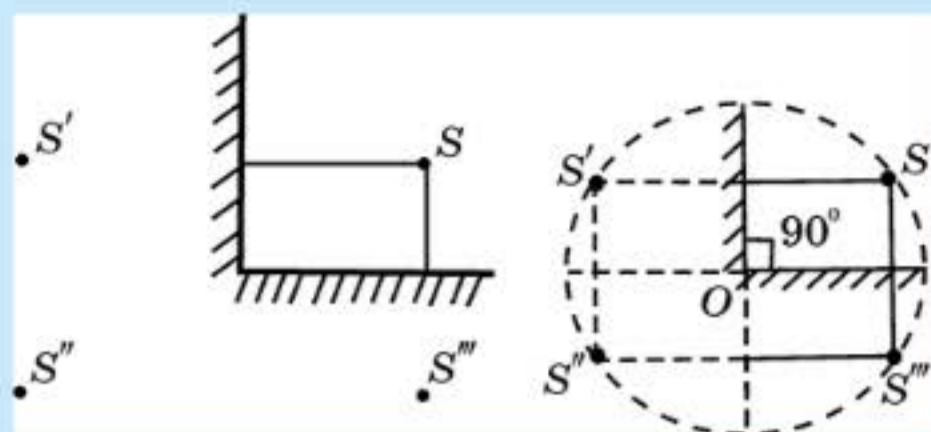
37.9-рәсм



37.10-рәсм

БУ ҚИЗИҚ!

Ұзаро перпендикуляр иккита кўзгу олдида ёруғлик манбаи жойлашган (37.11-расм).



37.11-расм

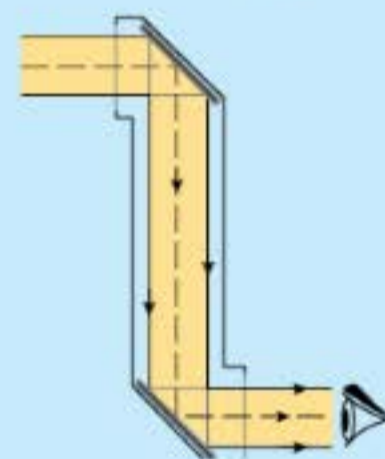
Сиз ёруғлик манбаининг қанча тасвирини кўряпсиз? Тажриба учта тасвир пайдо бўлишини кўрсатади. S' — ёруғ нүктанинг биринчи кўзгудаги, S'' — иккинчи кўзгудаги тасвири бўлсин. S''' — бу биринчи кўзгудаги S тасвирининг иккинчи кўзгудаги тасвири. У биринчи кўзгудаги S'' тасвир билан устма уст тушади. Шундай қилиб, маркази O нуқтада жойлашган айлана бўйлаб учта тасвир олинди. Демак, ўзаро перпендикуляр иккита кўзгу ҳосил қиладиган тасвирлар сонини ҳисоблайдиган формулани осон топиш мумкин: $N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$.

Кўзгулар бир-бири билан исталган α 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 кузатишга мўлжалланган асбобларда — перископларда фойдаланилади (37.12-расм).



37.12-расм

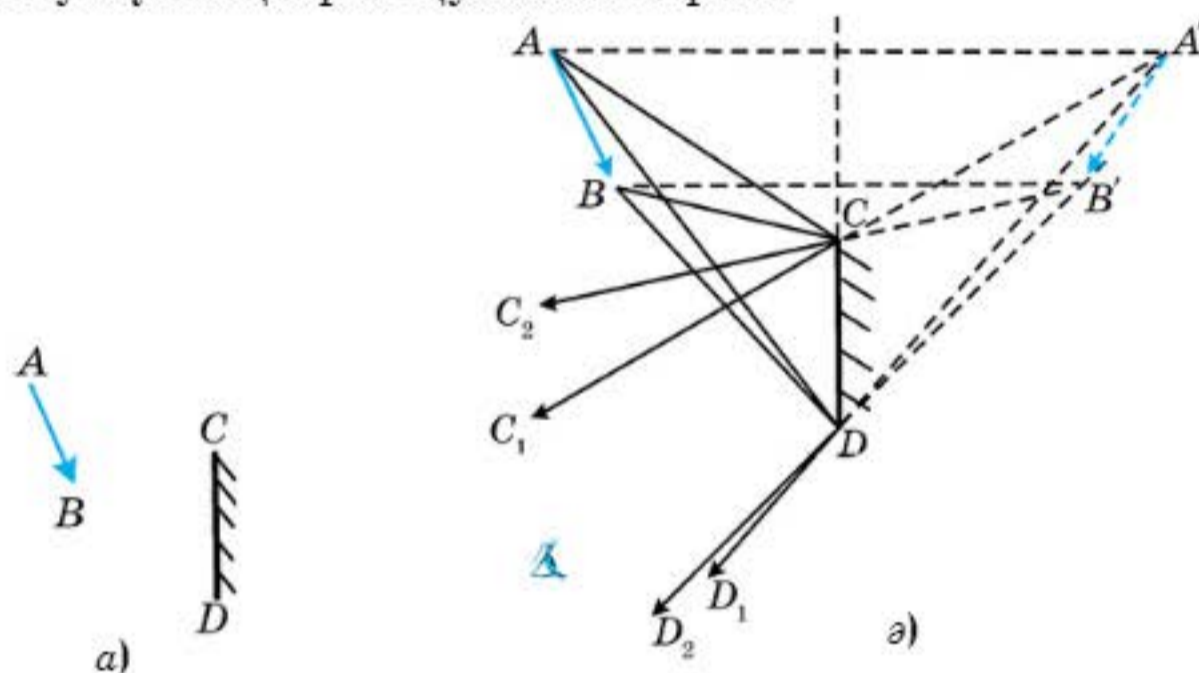


1. Ёруғликнинг қайтиши деб қандай ҳодисага айтилади? У қандай қонунларга бўйсунди?
2. Сиз қайтишнинг қандай турларини биласиз?
3. Қандай кўзгу ясси кўзгу деб аталади?
- *4. Ясси кўзгунинг формуласини келтириб чиқаринг.
5. Ясси кўзгу қандай тасвир беради?
- *6. Ясси кўзгу ҳақиқий тасвир бериши мумкинми?
7. Тушиш 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 кўзгу 37.13-а расмда тасвирлангандек жойлашган. Кўзгудаги AB буюмнинг тасвирини ясанг. Буюмнинг тасвирини тўлиқ кўриш учун кўзни қаерга жойлаштириш керак?

Ечилиши. А нуқтадан чиққан нурлар кўзгудан қайтгандан сўнг CC_1 ва DD_1 (37.13-б расм) тўғри чизиқлар билан чегараланган йўлак ичида таралади (буни қайтиш қонунларидан фойдаланган ҳолда, осон аниқлаш мумкин). Буюмнинг барча нуқталаридан чиқадиган нурлар фақат CC_1 ва DD_2 тўғри чизиқлар орасидаги фазода учрайди. Агар кўз CC_1 ва DD_2 тўғри чизиқлар орасидаги йўлак ичида жойлашса, у буюмнинг тўлиқ тасвирини кўра олади. Бу масаладан яна бир бошқа масала келиб чиқади: одам кўзгудан ўзининг тўлиқ тасвирини кўриш учун ясси кўзгуни қаерга қўйиши керак?



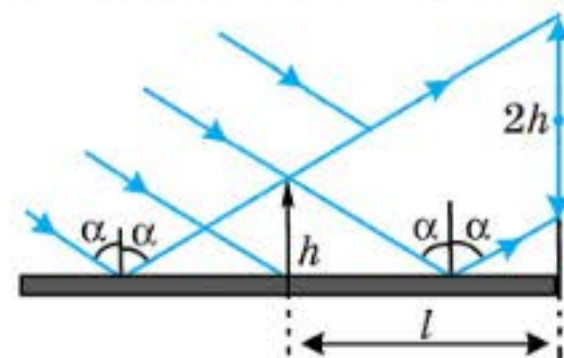
37.13-расм

2. Ёруғлик нурлари горизонтал ясси кўзгудан қайтиб, вертикал экранга тушади. Горизонтал кўзгу сиртида ясси жисм мавжуд. Вертикал экрандаги сояни тавсифлаб беринг.

Ечилиши. Буюмнинг баландлигини h , буюмдан экрангача масофани — l деб белгилаймиз. Ёруғлик кўзгуга α бурчак остида тушади. Икки ҳолни кузатамиз:

1) $l > 2h \cdot \operatorname{tg}\alpha$. Унда экранда икки соя пайдо бўлади: бири тўғри, иккинчиси тўнкарилган, буларнинг асослари бир-бирлари билан қўшилиб кетган. Соянинг умумий узунлиги $2h$ га тенг (37.14-расм). Тўғридан-тўғри келаётган нурлар ва қайтган нурлар билан ёритилган экраннинг бошқа қисмларидан фақат ёруғлик нурлари билан ёритилган соя ўз контрасти бўйича фарқ қилади.

2) $l < 2h \cdot \operatorname{tg}\alpha$. Бу ҳолда соянинг узунлиги $2h$ дан кичик ва бу сояда тўғри нур ҳам, қайтган нур ҳам тушмайдиган қисмлар бўлади (буни ўзингиз исботланг).



37.14-расм



21-машқ

1. Қалам ясси кўзгудан 25 см масофада турибди. Агар қалам кўзгудан 10 см га нари кўчирилса, қалам ва унинг тасвири орасидаги масофа қандай бўлади?
(Жавоб: 70 см)
2. Агар кўзгу буюмнинг мавҳум тасвири ҳосил бўлган жойга кўчирилса буюм ва унинг тасвири орасидаги масофа қандай ўзгаради?
(Жавоб: 2 марта ортади)
- *3. Агар икки ясси кўзгу орасидаги бурчак 45° ; 30° бўлса, қанча тасвир олишга мумкин?
(Жавоб: 7; 11)
- *4. Икки ўзаро параллел ясси кўзгу нечта тасвир беради?
(Жавоб: 3)
- *5. Агар ясси кўзгу 20° га бурилса, ундан қайтган нур қанча бурчакка бурилади?
(Жавоб: 40°)
- *6. Ўзаро 60° бурчак ҳосил қиладиган икки ясси кўзгудан 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 кўзгуни 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 кўзгуда 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 кўзгуни қўйса, дарахт учи тасвирини кўра олади?
(Жавоб: 65 см)

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

38-§. Сферик кўзгулар. Сферик кўзгу ёрдамида тасвир ясаш



Бугунги дарсда:

- сферик кўзгуда буюмлар тасвирини ясашни ва олинган тасвирни тавсифлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ сферик кўзгу
- ✓ оптик ўқ
- ✓ кўзгунинг фокуси
- ✓ фокал текислик
- ✓ учта ажойиб нур



а)



б)



в)

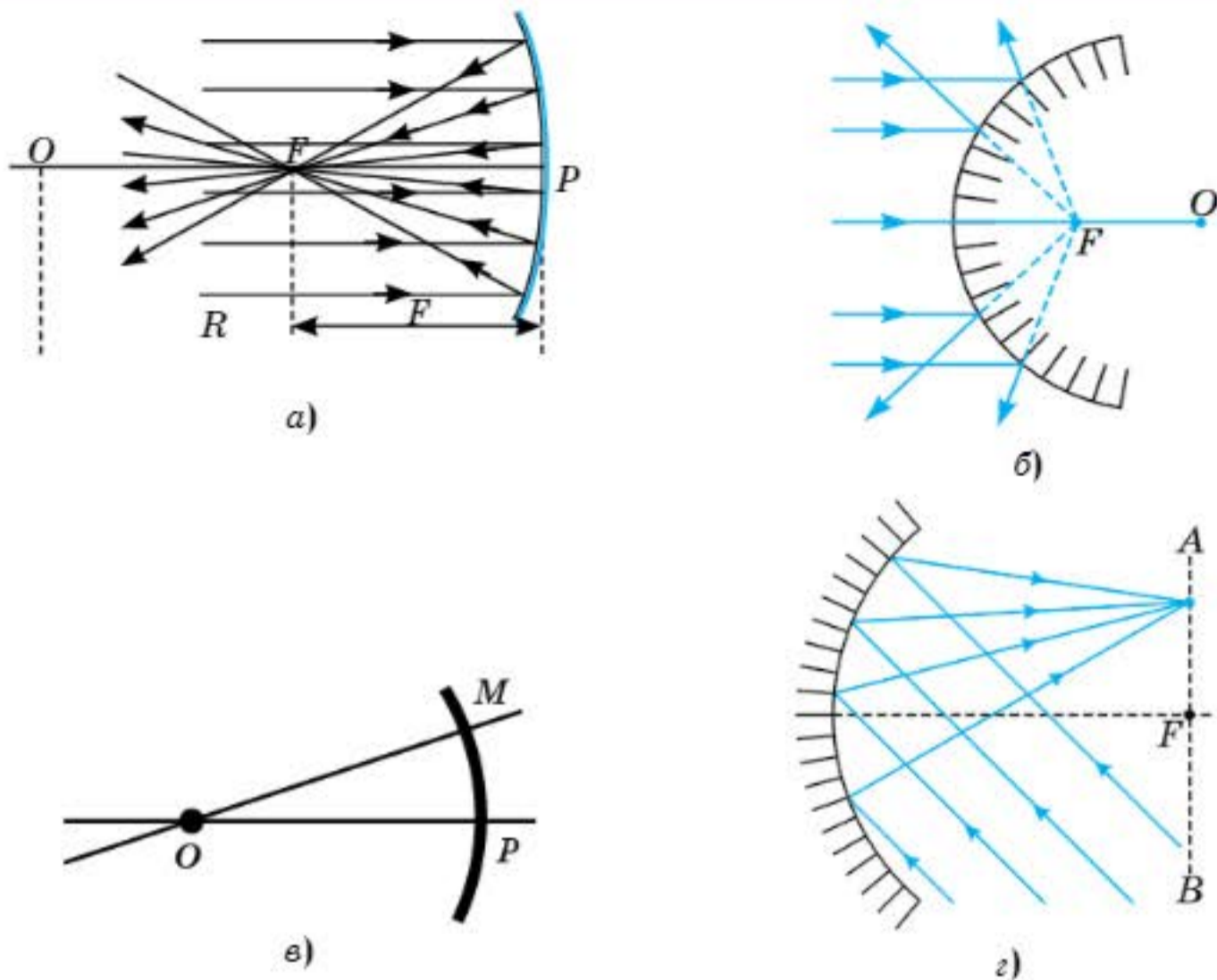


г)

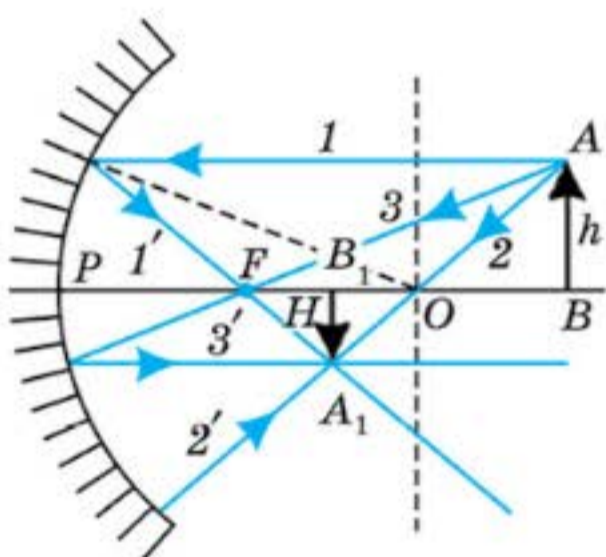
38.1-расм

Ўтган параграфда сиз қайтиш ҳодисалари билан танишдингиз ва ясси кўзгудан қайтишни ўргандингиз. Бироқ ясси кўзгудан ташқари эгри кўзгулар ҳам бор. Уларнинг қайтарувчи сиртлари эгри. Алоҳида ҳол — бу қайтарувчи сиртлари сферик бўлган кўзгулар. Бу кўзгулар ҳайдовчи йўлни кузатиб туриши учун автомобилларда, чорраҳаларда, дўконларда ўрналади. Улардан стоматологлар фойдаланади (38.1-а, б, в, г расмлар).

Сферик кўзгу. Қайтарувчи сирти сферанинг қисми бўлган кўзгу сферик кўзгу деб аталади. Агар ёруғлик сферанинг ички сиртидан қайтса (38.2-а расм) сферик кўзгу ботиқ кўзгу деб, агар сферанинг ташқи сиртидан қайтса (38.2-б расм), қавариқ кўзгу деб аталади. Ботиқ сферик кўзгунини қараб чиқамиз (38.2-б расм). Исталган сферик кўзгунинг O маркази деб радиуси R бўлган сферанинг марказига айтилади. Сферик сегментнинг учи бўлган P нуқта кўзгу учи дейилади. Сферик кўзгунинг P учи ва O маркази орқали ўтадиган тўғри чизиқни сферик кўзгунинг бош оптик ўқи деб аталади. Исталган сферик кўзгунинг бош оптик ўқига параллел тушган нурлар ундан қайтгач бир нуқтада кесишади. Бу нуқта — кўзгунинг фокуси. Кўзгунинг учи ва фокуси орасидаги масофаси фокус масофаси деб аталади. Сферик кўзгунинг фокал текислиги AB деб унинг фокуси орқали бош оптик ўққа перпендикуляр ўтадиган текисликка айтилади (38.2-в расм). Агар кўзгуга тушган параллел



38.2-рәсм



38.3-рәсм

нурлар дастаси бош оптик ўққа параллел бўлмаса, улар кўзгудан қайтгач фокаль текисликнинг бирор нуқтасида йиғилади (38.2-в расм).

Ботик кўзгу ёруғликни тўплайди. Бу кўзгунинг фокуси **ҳақиқий** деб аталади, сабаби унда кўзгудан қайтган нурлар йиғилади. Қавариқ кўзгу ёруғликни сочади. Қавариқ кўзгунинг фокуси **мавҳум** деб аталади, сабаби унда кўзгудан қайтган нурларнинг давомлари йиғилади. Қавариқ кўзгу доим мавҳум тасвир беради. Сферик

кўзгуда тасвир ясаш учун қайтиш қонунларидан фойдаланилади. Тасвир ясаш учун *учта ажойиб нурлардан фойдаланилади* (38.3-расм).

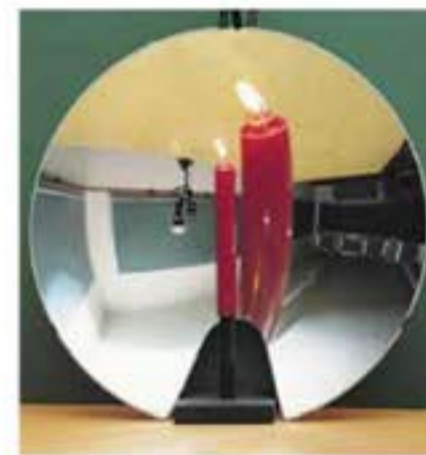
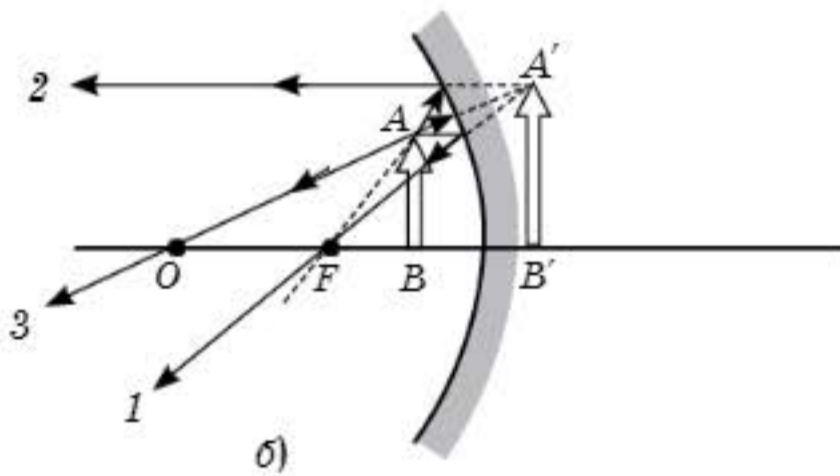
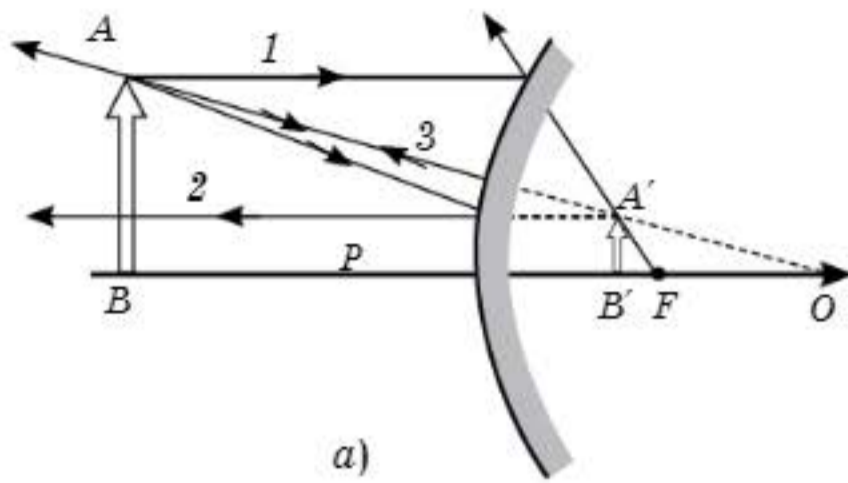
1. **1-нур**, у кўзгу бош оптик ўқига параллел йўналишда тушиб, кўзгудан қайтганда унинг фокуси орқали ўтади (**1'-нур**).

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 ўққа параллел йўналишда кетади (**3'-нур**).

Сферик кўзгу кичиклашган (38.4-а расм) ёки катталашган (38.4-б расм) тасвирлар бериши мумкин.

Сферик кўзгуда тасвир ясаш йўллари қуйидаги жадвалда берилган.



38.4-расм

38.1-жадвал

Сферик кўзгу тури	Тасвир ясаш усули
1	2
<p>I. Ботик кўзгу</p>	<p>Расмда буюм сифатида олинган шам сфера маркази O нуқтанинг ортида жойлашган. Юқорида айтилган уч ажойиб нурлар ёрдамида ясалган тасвир эса F фокус ва O сфера маркази орасида ётибди. Бу ҳақиқий, тўнкарилган, кичиклашган тасвир.</p>
	<p>Буюм сфера марказида жойлашган. Бундай ҳолда $OP = R = 2F$. Ундай бўлса, тасвир буюм турган жойда ҳосил бўлади. Бу — ҳақиқий, тўнкарилган тасвир, унинг ўлчами буюм ўлчамига тенг.</p>

1	2
	<p>Буюм сфера маркази ва фокуси оралтида жойлашган. Бундай ҳолда буюмнинг тасвири марказдан орқада ҳосил бўлади. Бу — ҳақиқий, тўнкарилган, катталашган тасвир.</p>
	<p>Буюм фокус билан кўзгу орасида жойлашган. Тасвир кўзгу орқасида ҳосил бўлади. Бу — тўғри (тўнкарилмаган), катталашган ва мавҳум тасвир. Сабаби кўзгу орқасида қайтган нурлар эмас, уларнинг давомлари кесишишади.</p>
<p>II. Қавариқ кўзгу</p>	<p>Ботик кўзгуга қараганда қавариқ кўзгуда тасвир яшаш осон. Тасвир фақат кўзгунинг орқа томонида ҳосил бўлади. Қавариқ кўзгудаги тасвир — тўғри (тўнкарилмаган), мавҳум, кичиклашган. У кўзгу орқасида жойлашган.</p>

Ҳозирги пайтда параболик ботик кўзгулар кенг қўлланилади. Параболик кўзгу сиртига тушган параллел нурлар бир нуқтада йиғилади. Агар бундай кўзгу фокусига лампа жойлаштирилса, биз параллел ёруғлик дастасини оламиз. Бу автомобиль фарасида, прожекторларда фойдаланилади. Ботик кўзгулар телескоп-рефлекторларда ҳам ишлатилади, улар ёрдамида юлдузли осмон, сайёралар 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 яшашга имкон берадиган учта ажойиб нурларни атанг.
5. Ўзингизга маълум ясси, сферик кўзгуларнинг ишлатилишига мисоллар келтиринг.



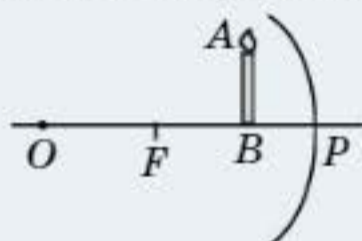
22-машқ

1. Ботиқ кўзгунинг сиртига тушган нурнинг йўлини чизинг (38.5-расм). Фокуси қаерда жойлашганлигини кўрсатинг.

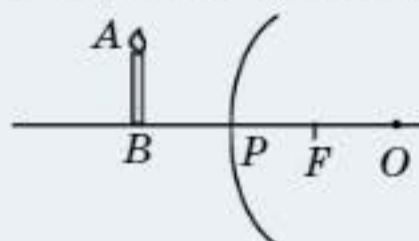


38.5-расм

2. Буюмнинг тасвирини топинг (38.6 ва 38.7-расмлар). Уни тавсифланг.

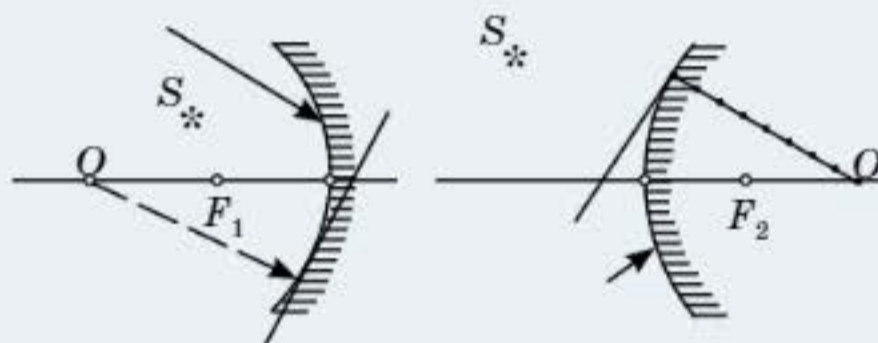


38.6-расм



38.7-расм

3. S ёруғлик манбаининг тасвирини ясанг. Уни тавсифланг (38.8-расм).



38.8-расм

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдингиз?

Нималарни ўргандингиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналишга эга бўлди олди?

39-§. Ёруғликнинг синиши, ёруғликнинг синиш қонуни. Тўла ички қайтиш



Таянч сўзлар:

- ✓ ёруғликнинг синиши
- ✓ синиш бурчаги
- ✓ ёруғликнинг синиш қонунлари
- ✓ абсолют ва нисбий синдириш кўрсаткичлари
- ✓ тўла ички қайтиш

Бугунги дарсда:

- ёруғликнинг синиши ва тўла ички қайтиши ҳодисаларини ўқиб ўрганасиз ва ёруғлик шаффоф муҳитдан ўтган пайтда нурларнинг йўлини яшашни ўрганасиз.

Сувдан чиқиб турган моддалар сув ва ҳавонинг чегарасида озгина синиб, қийшайиб тургандек кўринишларига эътибор берганмисиз? Сув қуйилган стаканга солинган найча худди синган каби кўринади (39.1-а, б расм). Аслида эса, бу моддаларнинг ҳеч қайси бири синмаган, фақат ёруғлик нурлари бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда тарқалиш йўналиши ўзгарганлиги туфайли шундай кўринади. 39.1-в расмда ёруғликнинг қайтиш ва синиш ҳодисаларини кузатиш мумкин.

Энди ёруғлик бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда қандай тарқалишини текширамыз. Ҳаводан сувга тушган ёруғлик нури чегарада иккига ажралади: улардан бири тарқалиш йўналишини ўзгартириб, қайтади, иккинчиси эса йўналишини ўзгартириб, сувга ўтади (39.2-расм). Эътибор бериб қарасак, перпендикуляр билан синган нур орасидаги бурчак перпендикуляр ва қайтган нур орасидаги бурчакдан кичик эканини кўриш мумкин.

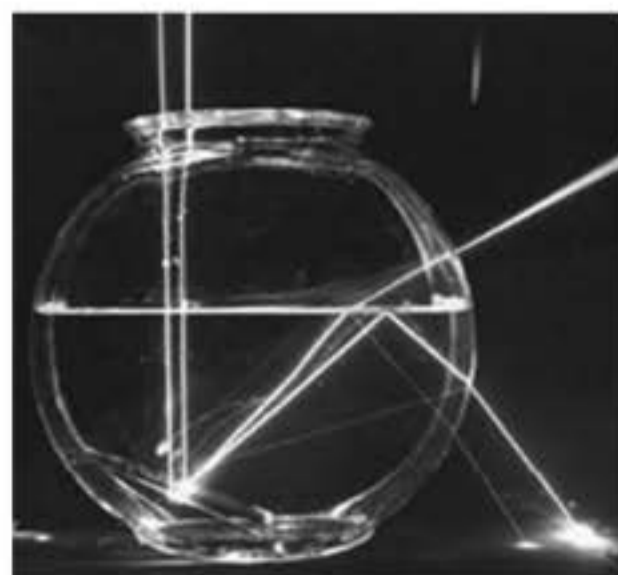
Ёруғликнинг синиши. *Бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда ёруғлик нурлари йўналишининг ўзгариш ҳодисаси ёруғликнинг синиши деб аталади.* Бу ҳодиса ёруғликнинг тарқалиш тезлиги турли муҳитларда турлича бўлиши туфайли рўй беради.



а)



б)



в)

39.1-расм

Ёруғликнинг қайтиш ва синиш қонунлари бизнинг ҳаётимизда кўп ҳодисаларни вужудга келтиради. Мана шу қонуниятларга биноан биз атрофимиздаги оламни қандай бўлса шундайлигича кўраимиз.

Тажрибада аниқланган синиш қонуни қуйидагича таърифланади:

1) *тушган нур, синган нур ва икки муҳит чегарасида тушиш нуқтасига ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади* (39.2-расм);

2) *тушиш бурчаги синусининг синиш бурчаги синусига нисбати ана шу икки муҳит учун ўзгармас катталик бўлиб, иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбатан нисбий синдириш кўрсаткичи* деб аталади:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \quad (39.1)$$

Бу қонуннинг исботи билан юқори синфларда танишасиз.

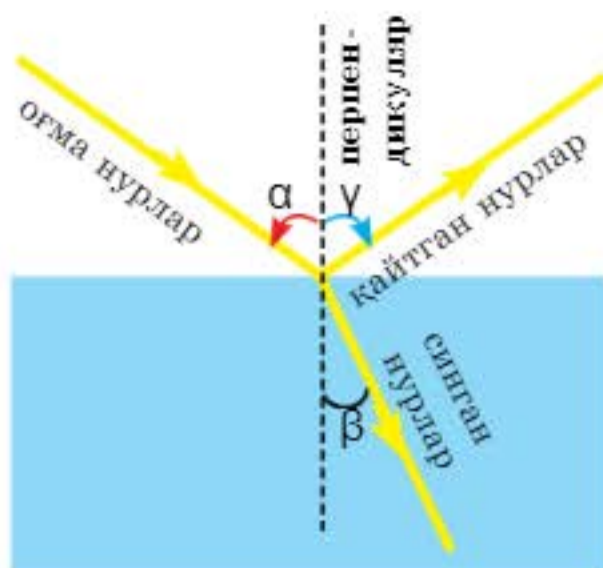
Нисбий синдириш кўрсаткичи биринчи муҳитдаги ёруғликнинг тарқалиш тезлиги иккинчи муҳитдаги ёруғлик тезлигидан катта эканини кўрсатади.

$$n = \frac{v_1}{v_2}, \quad (39.2)$$

бу ерда n — нисбий синдириш кўрсаткичи, v_1 — биринчи муҳитдаги ёруғлик тезлиги, v_2 — иккинчи муҳитдаги ёруғлик тезлиги.

Ёруғликнинг синиш қонунини XVII аср бошларида голланд математиги В. Снеллиус таърифлади.

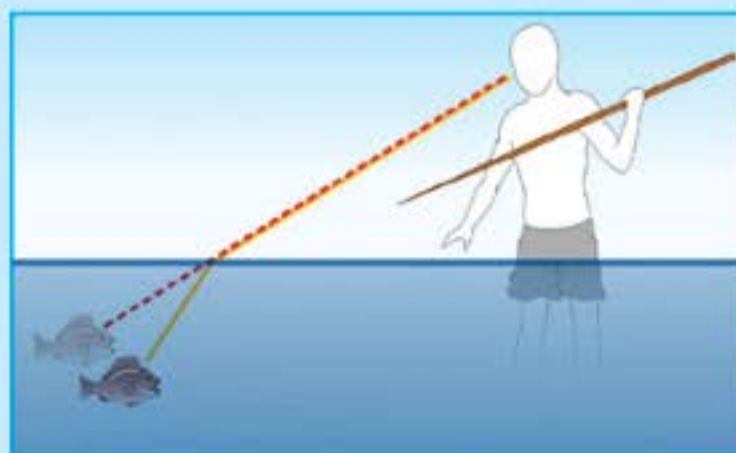
Ёруғлик синишининг иккинчи қонуни (39.1) формуласидан тушиш бурчаги ортганда синиш бурчаги ҳам ортишини кўраимиз.



39.2-расм

БУ ҚИЗИҚ!

Ёруғликнинг синиши ҳодисаси натижасида сув тубидаги моддалар (жисмлар) кўзга яқинроқ бўлиб (39.3-расм), осмондаги юлдузлар эса узоқроқ бўлиб кўринади.



39.3-расм

Ёруғликнинг вакуумда тарқалиш тезлиги (c ҳарфи билан белгиланади) берилган муҳитда тарқалиш тезлигидан неча марта катталигини кўрсатадиган физик катталик ана шу муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи деб аталади, яъни

$$\frac{c}{v_1} = n_1, \tag{39.3}$$

бу ерда n_1 — биринчи муҳитдаги абсолют синиш кўрсаткичи.

Ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги муҳитдаги тезликдан катта ($c > v$), яъни абсолют синдириш кўрсаткичи $n > 1$ бўлади. Масалан, сувнинг абсолют синдириш кўрсаткичи $n = 1,33$, шишаники $1,5 < n < 1,8$, ҳаво учун $n = 1,0003$, олмос учун $n = 2,42$.

Абсолют синдириш кўрсаткичи каттароқ муҳит *оптик зичроқ муҳит* деб аталади.

Шундай қилиб, ёруғлик бир жинсли муҳитда тўғри чизиқ бўйлаб тарқалади, бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда эса тарқалиш йўналиши ва тезлигини ўзгартиради. 39.1-жадвалда баъзи муҳитлардаги ёруғликнинг тарқалиш тезлиги кўрсатилган.

39.1-жадвал

Айрим муҳитлардаги ёруғликнинг тарқалиш тезлиги

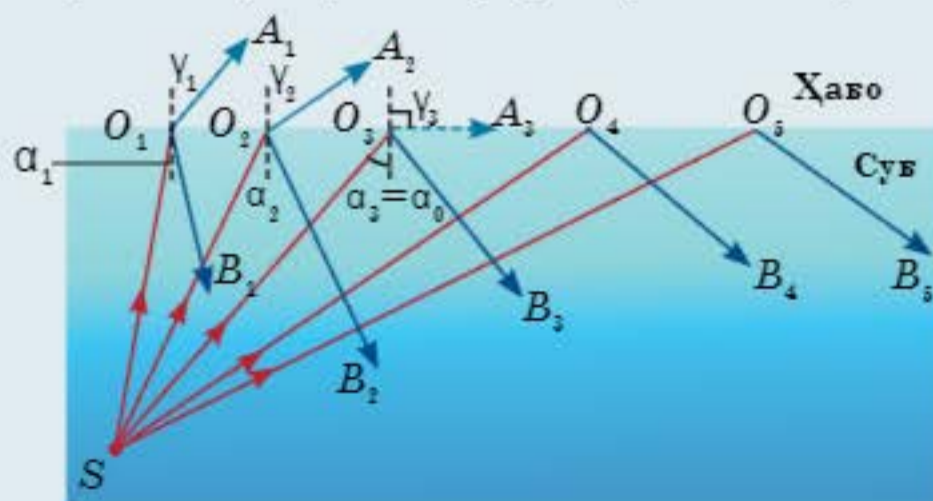
Вакуум (ҳаво)	300 000 км/с	Бензин	214 300 км/с
Сув	226 000 км/с	Туз	194 300 км/с
Сут	220 000 км/с	Қанд	192 300 км/с
Шиша	200 000 км/с	Олмос	124 100 км/с

Абсолют ва нисбий синдириш кўрсаткичлари орасидаги боғланишни аниқлаймиз. (39.3) формуладан: биринчи муҳитдаги ёруғликнинг тарқалиш тезлиги: $v_1 = \frac{c}{n_1}$, иккинчи муҳитда эса: $v_2 = \frac{c}{n_2}$. У ҳолда (39.1) формулага кўра:

$$n = \frac{n_2}{n_1}. \tag{39.4}$$



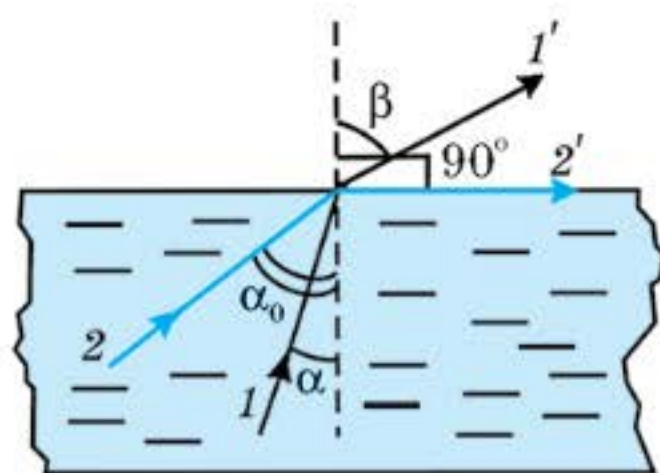
Сувдаги S ёруғлик манбаидан чиқадиган нурларнинг O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 нуқталардаги тарқалиш йўллари тушунтиринг (39.4-расм).



39.4-расм

Ёруғлик нури бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда ўзининг дастлабки йўналишидан оғади ва тушиш бурчаги қанчалик катта бўлса, оғиш ҳам шунчалик катта бўлади.

Ёруғликнинг тўла ички қайтиши. Ёруғликнинг оптик зичроқ муҳитдан оптик зичлиги камроқ муҳитга ўтишини ўрганамиз. Бундай ҳолларда тушиш бурчаги синиш бурчагидан кичик. Шунингдек, тушиш бурчаги ортганда синиш бурчаги ҳам ортишини биламиз.



39.5-расм

Ундай бўлса, тушиш бурчагини орттираверсак, тушиш бурчагининг қиймати α_0 га етганда, синиш бурчаги 90° га тенг бўлади (39.5-расм). Яъни, ёруғлик иккинчи муҳитга ўтмайди. Бу ҳодиса *тўла ички қайтиш* деб аталади.

Тушиш бурчаги α_0 дан катта бўлса, ёруғлик биринчи оптик зичлиги каттароқ муҳитдан умуман чиқмайди. Тўла ички қайтиш ҳолати учун синиш қонуни қуйидагича 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 муҳитдан ҳавога ёки вакуумга ўтган ҳол учун қуйидагича ёзилади: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$. Бундан муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи қийматини аниқлаш мумкин:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_0}. \quad (39.5)$$

Турли шаффоф муҳитларнинг абсолют синдириш кўрсаткичлари тўла ички қайтиш ҳодисаси ёрдамида ҳисоблаб чиқарилган.

Тўла ички қайтиш ҳодисасидан толали, оптикада, шунингдек, тиббиётда, эндоскопик ускуналарда фойдаланилади.



1. Ёруғликнинг синиши деб қандай ҳодисага айтилади? У нима сабабдан кузатилади?
2. Ёруғликнинг синиш қонунларини таърифлаб, уларни келтириб чиқаринг.
3. Абсолют ва нисбий синдириш кўрсаткичларининг физик маъноси қандай? Улар ўзаро 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

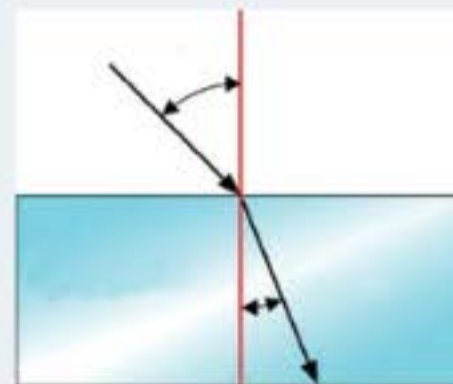
1. Бармоқлар сувға ботирилганда неге қысқа бұйым кўринади? Текшириб кўринг ва тушунтириг
2. Осмон жисмининг горизонтдан баландлиги ўлчанганда у неге ҳақиқий қийматидан катта бұлади?
3. Балиқчининг гарпун отишдаги хатолиги нимада (39.6-расм)?
4. Туманнинг ҳар томчиси шаффоф сувдан иборат бўлса ҳам, неге у яхлит ҳолда шаффоф эмас?
5. 39.7-расмда қандай ҳодиса тасвирланган?
6. 39.8-расмда қайси муҳит 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 ичида тўлиқ 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 чуқурлиги 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 чуқурлиги 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 ўзлаштирдигиз?

Нималарни ўргандигиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

40-§. Линзалар, линзанинг оптик кучи, юпқа линза формуласи. Линза ёрдамида тасвир яшаш



Бугунги дарсда:

- юпқа линзанинг формуласидан ҳисоблашлар учун фойдаланишни;
- юпқа линзада нурларнинг йўлини яшашни ва олинган тасвирни тавсифлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ линза
- ✓ йиғувчи ва сочувчи линза
- ✓ линзанинг фокуси
- ✓ юпқа линзанинг формуласи

Сиз буни биласиз

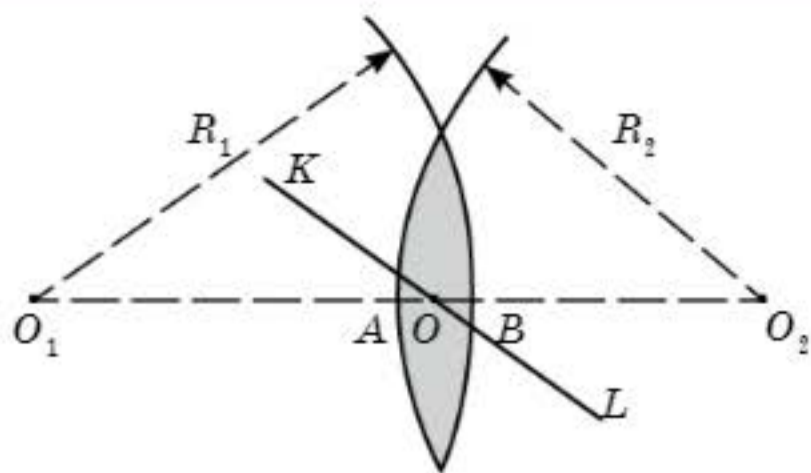
Ёруғликнинг синиш ҳодисаси телескоплар, микроскоплар, фотоаппаратлар, проекцион аппаратлар, дурбинлар, кўзойнақлар каби кўплаб оптик асбобларда қўлланилади (40.1-расм).



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 тавсифлари 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-*



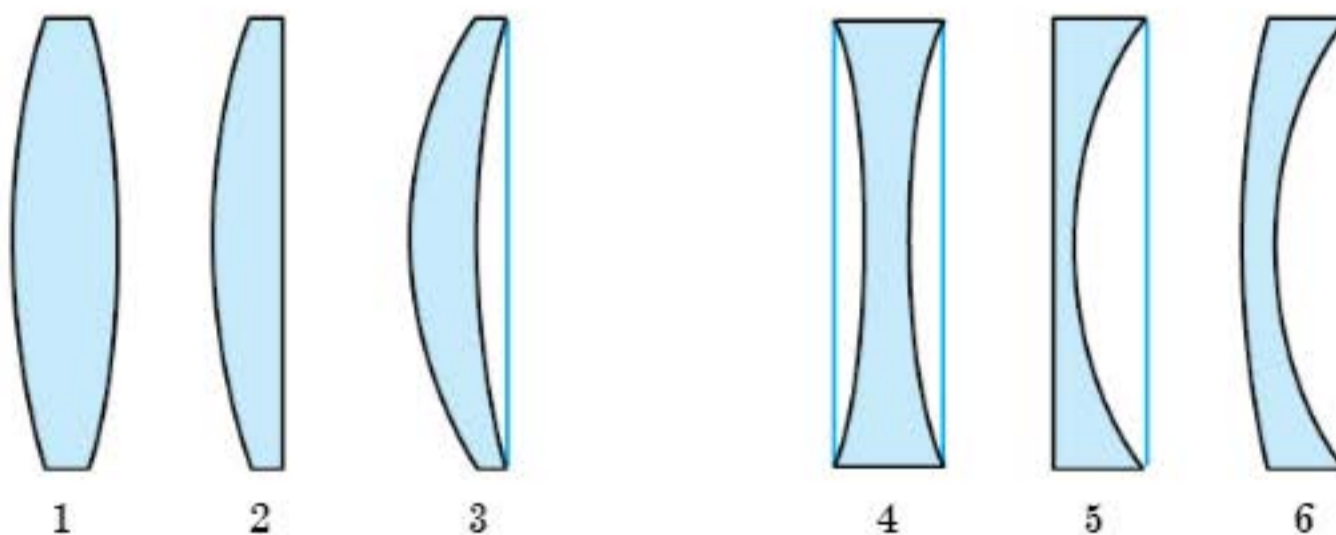
40.2-рәсм

ни ташкил қилган сферик сиртларнинг марказлари орқали ўтадиган тўғри чизик линзанинг бош оптик ўқи деб аталади. Линзанинг ичида бош оптик ўқда ётган нуқта линзанинг оптик маркази деб аталади. Ушбу нуқта орқали ёруғлик нури синмай, тўғри чизик бўйлаб кетади. Оптик марказ орқали ўтувчи исталган KL тўғри чизик ёрдамчи оптик

ўқ деб аталади, улар эгрилик марказлари орқали ўтмайди. Бош оптик ўқ билан линза сиртларининг кесишиш нуқталари A ва B линзанинг учлари деб аталади. Линзанинг учлари орасидаги AB масофа линзанинг қалинлиги деб аталади.

Агар линзанинг қалинлиги эгрилик радиусларига тахминан 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, ботиқ-қавариқ) ва ботиқ (ясси-ботиқ, икки ёқлама ботиқ ва қавариқ-ботиқ) турларига бўлинади (40.3-рәсм).



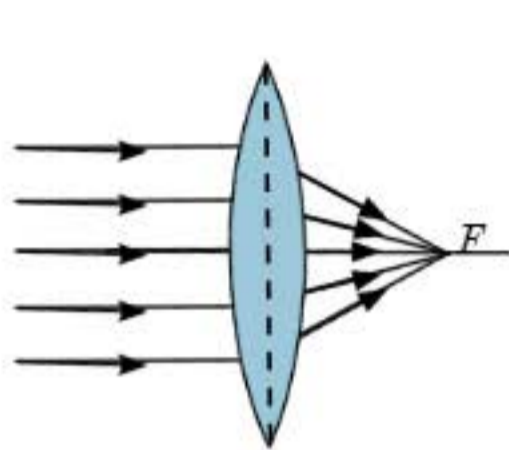
40.3-рәсм. Линзанинг турлари:

- 1 — икки ёқлама қавариқ линза; 2 — ясси-қавариқ линза; 3 — ботиқ-қавариқ линза;
- 4 — икки ёқлама ботиқ линза; 5 — ясси-ботиқ линза; 6 — қавариқ-ботиқ линза

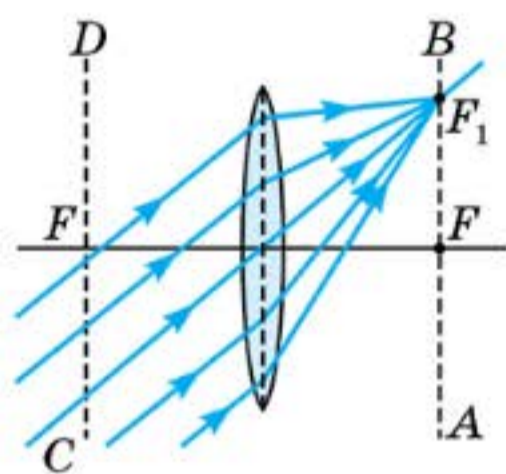
Агар йиғувчи линзага бош оптик ўққа параллел нурлар дастаси туширилса, улар линзадан ўтгач бир нуқтада йиғилади. Бу нуқта F линзанинг бош фокуси деб аталади (40.4-рәсм). Фокус бош оптик ўқда ётади. Линзанинг икки томонида жойлашган икки бош фокус бор. Агар линзанинг ёрдамчи оптик ўқига параллел нурлар дастаси туширилса, улар линзадан ўтгач ёрдамчи ўқда ётган нуқтада — F_1 қўшимча фокусда кесшади. Барча қўшимча фокуслар AB фокаль текисликда

ётади (40.5-расм). Фокаль текислик деб бош фокус орқали бош оптик ўққа перпендикуляр ўтувчи текисликка айтилади. Линзанинг AB ва CD икки фокаль текислиги бор, қўшимча фокуслар эсачексиз кўп. Ўтувчи линзанинг фокуслари ҳақиқий фокуслар деб аталади, сабаби бу нуқталарда линзадан ўтган нурларнинг ўзлари кесишади.

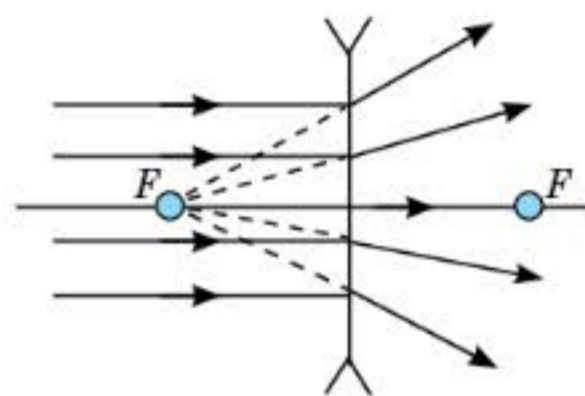
Сочувчи линзанинг фокуслари мавҳум деб аталади, сабаби бу нуқталарда линзада синган нурларнинг давомлари кесишади (40.6-расм).



40.4-расм



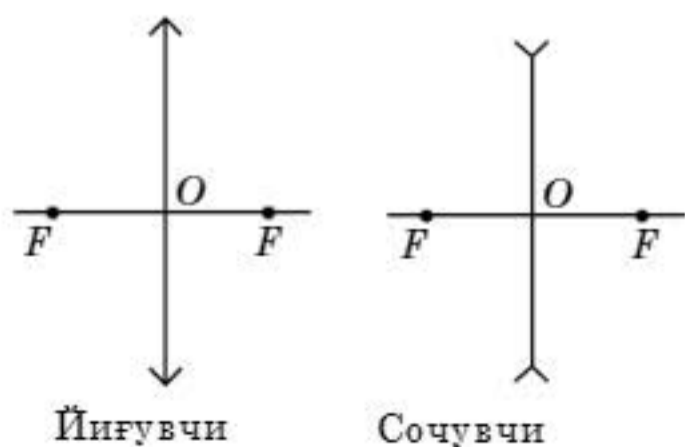
40.5-расм



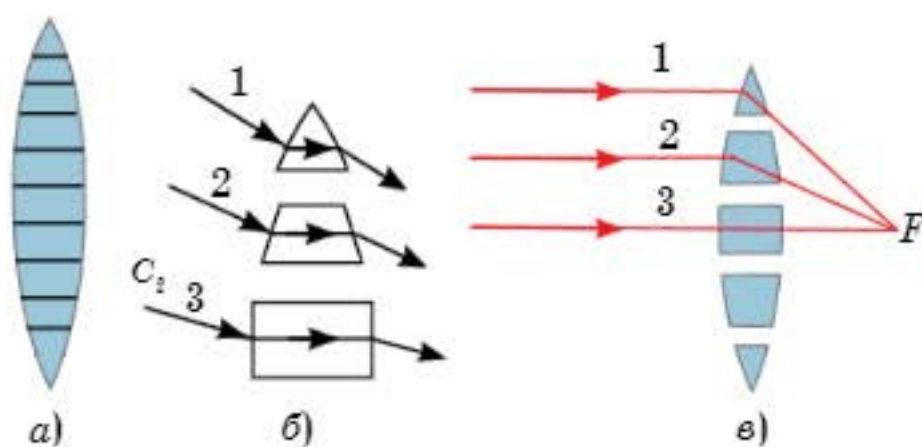
40.6-расм

Амалда кўпинча юпқа линзалар ишлатилади. Линзаларда тасвир ясаш осон бўлиши учун махсус белгилашлар киритилган (40.7-расм).

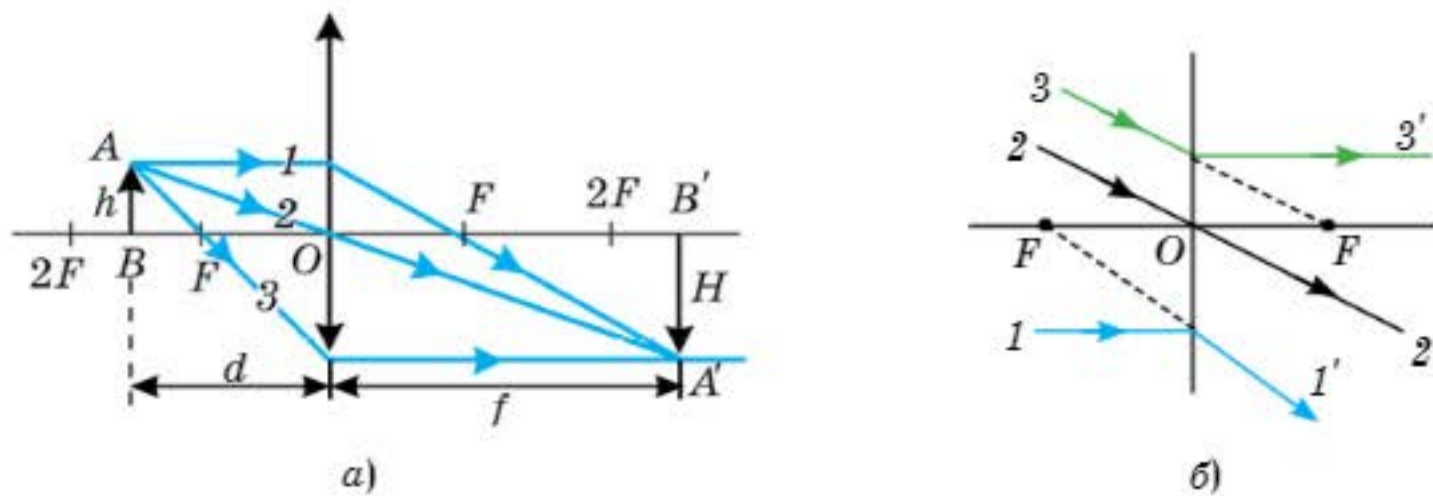
Линзада ёруғликнинг қандай синашини қараб чиқамиз. Исталган линзани кичик призмалар тўплами сифатида қараш мумкин (40.8-а расм). Призмага тушган ёруғлик, 40.8-б расмда кўрсатилгандек, синиб (1-нур), призманинг асосига параллел тарқалади. Призманинг иккинчи томонига етиб келганда нур иккинчи марта синиб, 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 ўтади. Бунинг натижасида барча нурлар бош оптик ўқда ётган бир нуқтада кесишади, бу нуқта линзанинг фокуси деб аталади (40.8-в расм).



40.7-расм



40.8-расм



40.9-рәсм

Линзаларда тасвир ясаш. Линзада тасвир ясаш учун учта ажойиб нурлардан фойдаланилади:

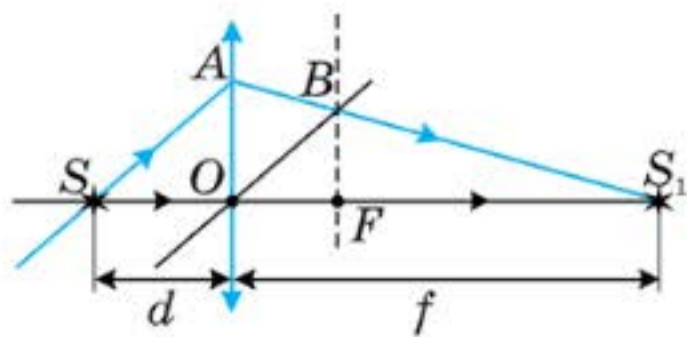
1. *1-нур.* Линзага бош оптик ўққа параллел тушган нурлар унда сингач, линзанинг фокуси орқали ўтади (40.9-а расм). Сочувчи линзада бу нурлар сингандан сўнг уларнинг давомлари мавҳум фокусдан чиқаётгандай бўлиб тарқалади (40.9-б расм).

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 кесшиганда, мавҳум тасвир эса нурларнинг давомлари кесшиганда 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-рәсм

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. Учбурчаклар ўхшашлигининг учинчи

аломатига кўра SAS_1 ва OBS_1 учбурчаклар ўхшаш. Ундай бўлса:

$$\frac{SS_1}{OS_1} = \frac{OS}{OF} \text{ ёки киритилган белгилашлардан фойдаланиб: } \frac{d+f}{f} = \frac{d}{F} \text{ ифо-}$$

дани ўзгартирамиз. Ушбу ифодани турлантирамиз: $\frac{d}{f} + 1 = \frac{d}{F}$. Охирги формуланинг чап томони ва ўнг томонини d га бўлсак:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \tag{40.1}$$

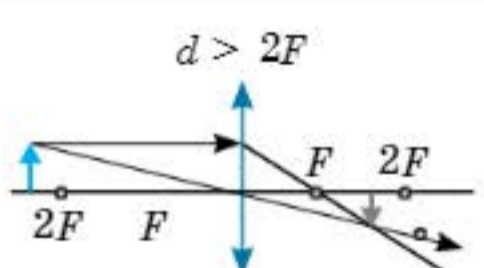
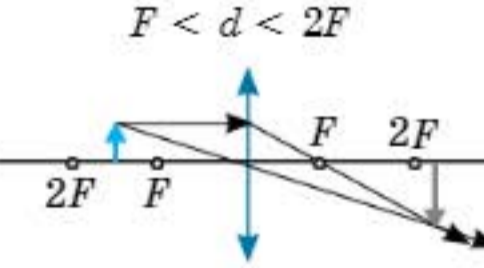
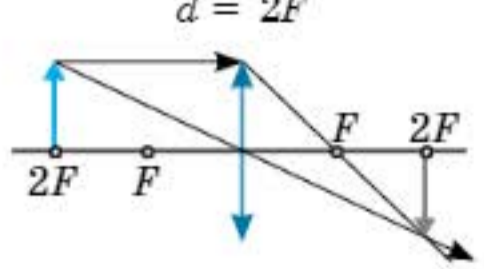
Бу — юпқа линзанинг формуласи.

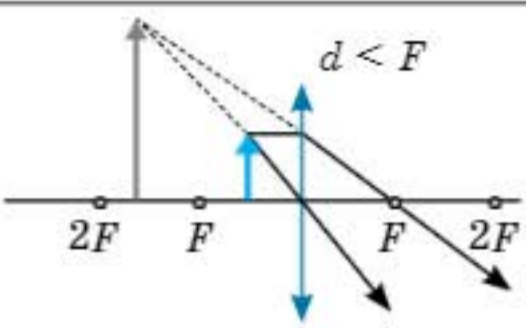
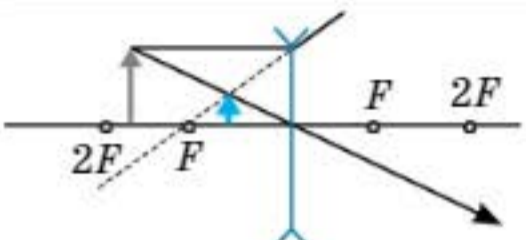


Юпқа линзанинг формуласини бошқа йўл билан ҳам келтириб чиқариш мумкин. Ушбу формулани келтириб чиқаришнинг бошқа йўлларини таклиф қилинг.

Юпқа линзанинг формуласини қўллашнинг хусусий ҳолларини қараб чиқамиз. Буюм қаерда жойлашганига, линза қандай тасвир беришига (ҳақиқий ёки маъхум) ва бу қандай линза эканлигига боғлиқ ҳолда, биз бу формуланинг қуйидаги кўринишларини ва тасвирларнинг қуйидаги турларини олишимиз мумкин (40.1-жадвал).

40.1-жадвал

Тасвир яшаш	Юпқа линзанинг формуласи	Тасвир кўриниши
1 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, кичиклашган, тўнқарилган (тесқари)
$F < d < 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, катталашган, тўнқарилган (тесқари)
$d = 2F$ 	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	Тасвир ҳақиқий, тенг, тўнқарилган (тесқари)

1	2	3
	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Тасвир мавҳум, катталашган, тўғри
	$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$	Сочувчи линза доим мавҳум, кичиклашган, тўғри тасвир беради.

1. Йиғувчи линза ҳақиқий тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f > 0$ (мусбат) ва $F > 0$ (мусбат).

2. Йиғувчи линза, мавҳум тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f < 0$ (манфий) ва $F > 0$ (мусбат).

3. Сочувчи линза. У доим мавҳум тасвир беради. Унда $d > 0$ (мусбат), $f < 0$ (манфий) ва $F < 0$ (манфий).

Линзанинг оптик кучи. Линза нурларни нечоғли кучли “синдиришини” тавсифлаш учун махсус физик катталиқ — *линзанинг оптик кучи* D тушунчаси киритилади. *Линзанинг оптик кучи* деб бош фокус оралиғига тескари катталikka айтилади. Демак, *линзанинг оптик кучининг физик маъноси: у ёруғлик нурлари линзадан ўтгандаги синиш даражасини кўрсатади:*

$$D = \frac{1}{F}. \tag{40.2}$$

Оптик кучнинг ўлчов бирлиги — *диоптрия*: $[1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}]$.

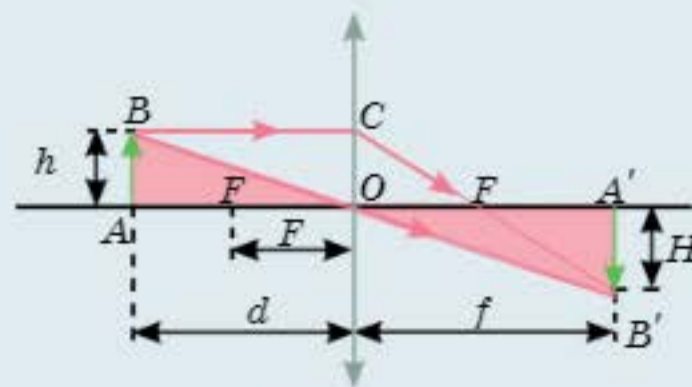
Линзанинг катталаштириши. Линза буюмнинг тасвирини катталаштириши ҳам, кичиклаштириши ҳам мумкин. *Линзанинг чизиқли катталаштириши* деб тасвирдаги чизиқли ўлчамнинг буюмдаги чизиқли ўлчамга нисбатига тенг физик катталikka айтилади:

$$\Gamma = \frac{H}{h}. \tag{40.3}$$



1. 40.3 формулани исботлаш учун, 40.9-а расмдан фойдаланинг.

2. 40.11-расмдан ва учбурчакларнинг ўхшашлик аломатларидан фойдаланиб, $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ бўлишини исботланг.



40.11-расм

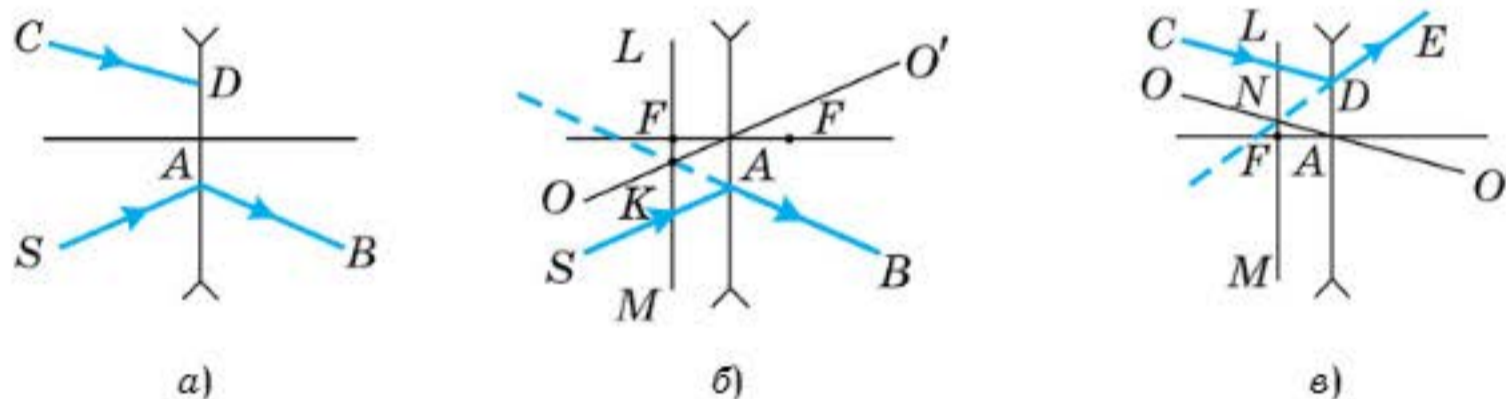
Сочувчи линзада тасвирлар ясасак, у ҳар доим кичиклашган, мавҳум, тўнкарилмаган тасвир беришини кўриш мумкин. Йиғувчи линза эса буюм қайси жойда турганлигига қараб ҳақиқий ёки мавҳум, катталашган ёки кичиклашган тасвирлар бериши мумкин.

Масала ечиш намуналари

40.12-а расмда SA нурининг сочувчи линзада сингандан кейинги йўли тасвирланган. Ясашлар бажариш орқали линзанинг бош фокуслари ўрнини аниқланг. CD нурнинг шундан кейинги йўлини кўрсатинг.

Ечилиши. SA нурига параллел ёрдамчи OO' ўқ ўтказамиз (40.12-б расм). Бу ўқ синган AB нурнинг давоми билан LM фокал текисликда ётган K нуқтада кесишади. Фокал текисликнинг бош оптик ўқ билан кесишиш нуқтаси сочувчи линзанинг бош фокуси бўлади.

CD нурнинг давомини топиш учун, CD нурга параллел линзанинг оптик маркази орқали OO' тўғри чизиқни ўтказамиз (40.12-в 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 нурнинг линзада сингандан кейинги йўлини топамиз. Бу — DE тўғри чизиқ бўлади.



40.12-расм



1. Линза деганимиз нима? Линзанинг қандай турларини биласиз?
2. Сочувчи линзанинг йиғувчи линзадан фарқи қандай?
3. Линзанинг оптик маркази ўрнини қандай аниқлаш 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 мавҳум, сочувчи линзадаги фокуслар эса ҳақиқий деб, иккинчи ўқувчи эса мавҳум фокус бўлмайди деб ҳисоблайди. Тўғри жавобларни айтинг ва тушунтиринг.



- 8. Фокал текислик деб қандай текисликка айтылады?
- 9. Қўшимча фокуснинг ўрнини билган ҳолда линзанинг бош фокуси ўрнини қандай топиш мумкин?
- 10. Қандай тасвир ҳақиқий, қандай тасвир мавҳум тасвир дейилади?
- 11. Линзанинг оптик кучи деб нимага айтылады?
- 12. Қуйидаги ҳоллар учун буюмнинг тасвирини ясанг: а) буюм линзанинг иккиланган фокусидан турибди; б) буюм линза ва унинг бош фокуси орасида жойлашган. Ҳосил бўлган тасвирларга тавсиф беринг.
- 13. "Линзанинг катталаштириши 0,25" деган сўз қандай маънони билдиради.
- *14. Агар линзанинг ярми ношаффоф тўсиқ билан беркитилса, буюмнинг тўлиқ тасвири ҳосил бўладими?



24-машқ

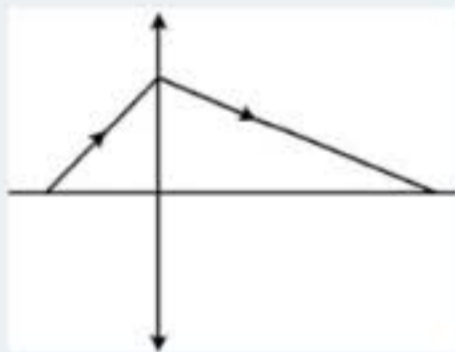
- 1. Қандай ҳолда йиғувчи линза ёрдамида буюмнинг мавҳум тасвирини олиш мумкин? Жавобни линзада ёруғ нурлар йўлини тасвирлаб, тушунтиринг.
(Жавоб: буюм фокус билан линза орасида турганда)
- 2. Қандай ҳолда йиғувчи линзадаги буюм тасвирининг баландлиги буюмнинг ўзининг баландлигига тенг бўлади? Жавобни линзадаги нурлар йўлини тасвирлаб, тушунтиринг.
(Жавоб: буюм линзадан $2F$ масофада турганда)
- 3. Линзанинг бош оптик ўқи MN , буюм AB ва унинг тасвири A_1B_1 берилган (40.13 ва 40.14-расмлар). Линзанинг маркази ва фокус масофасини топинг.
- *4. Линзанинг бош оптик ўқи ва битта нур йўли берилган (40.15-расм). Линзанинг фокусини топинг.
- *5. 40.16-расмда фокус масофаси F линзадан ўтган нур тасвирланган. Нурнинг линзага тушгунча бўлган йўлини кўрсатинг.



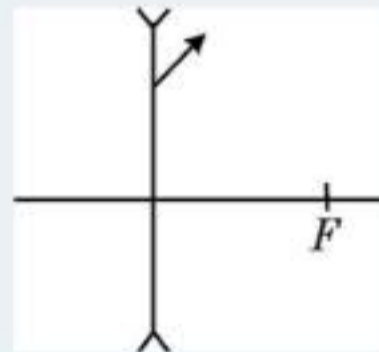
40.13-расм



40.14-расм

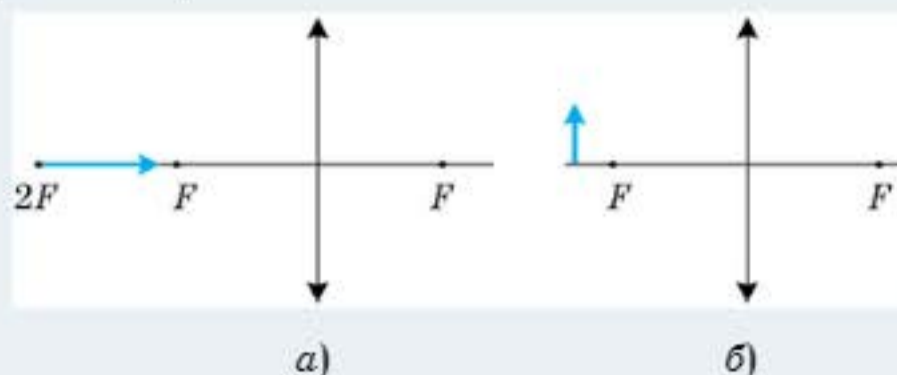


40.15-расм



40.16-расм

*6. Берилган буюмнинг линзадаги тасвирини ясанг (40.17-а, б расмлар). Бу тасвирларни тавсифланг.



40.17-расм

*7. Оптик кучи 5 дптр юпқа йиғувчи линзадан 60 см масофада ёруғ нукта турибди. Ушбу нукта 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 тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

41-§. Кўз — оптик система сифатида.

Кўриш нуқсонлари ва уларни тузатиш усуллари



Бугунги дарсда:

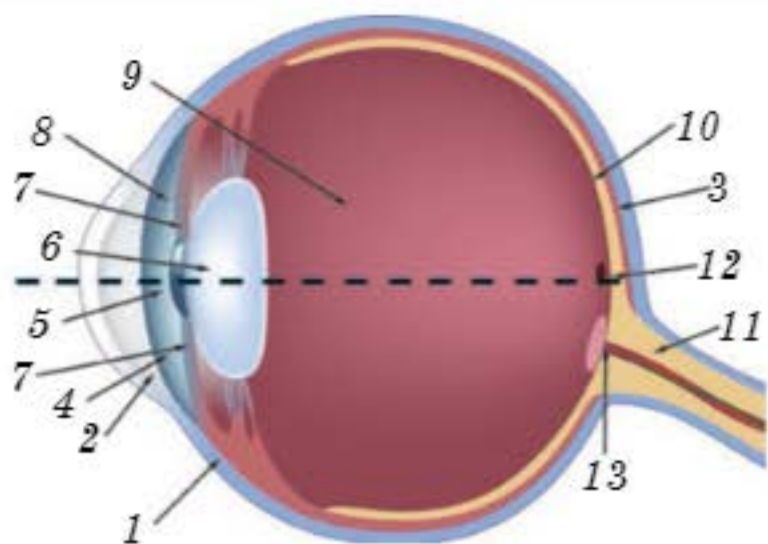
- кўзнинг узоқдан ва яқиндан ёмон кўришга оид нуқсонларни тузатиш йўллари тавсифлашни ўрганасиз.



Таянч сўзлар:

- ✓ кўз
- ✓ узоқдан ёмон кўриш
- ✓ узоқдан яхши кўриш (яқиндан ёмон кўриш)
- ✓ кўзойнак

Инсон атроф-муҳит ҳақидаги ахборотларни ўзининг сезги аъзолари орқали қабул қилади. Кўз — шундай аъзолардан бири. Инсоннинг кўриши — бу инсоннинг кўриш тизими орқали амалга



41.1-рәсм

ошадиган, ёруғлик энергиясини ўзгартириш натижасида ахборот қабул қилиш лаёқати. Ёруғлик сигналини ўзгартириш кўзнинг тўр пардасида бошланади, кейин ёруғлик рецепторлари сигнални кўриш марказига узатади. Инсон кўзи ёрдамида кўради. Олам, атроф-муҳит ҳақида асосий ахборотларни биз кўз ёрдамида оламиз.

Кўз. Кўз — бу инсонга ҳам, ҳайвонларга ҳам атрофимиздаги оламни қабул қилиш учун имкон берадиган “тирик” оптик асбоб. Кўз ўзининг тўр пардасида кичиклашган, ҳақиқий, тўнкарилган тасвир беради. Кўз тузилиши 41.1-рәсмда тасвирланган.

1. *Склера* — кўз соққасининг ташқи қобиғи.
 2. *Шоҳ қобиқ* — склеранинг олдинги шаффоф қисми (унинг синдириш кўрсаткичи $n = 1,38$).
 3. *Томирли қобиқ* — кўзни озиқлантирувчи қон томирлардан иборат.
 4. *Камалак парда* — томирли қобиқнинг олдинги қисми. Ҳар бир инсоннинг кўз ранги, ана шу парда рангига қараб турлича бўлади.
 5. *Қорачиқ* — камалак парда ўртасидаги тешик, у орқали ёруғлик ўтади. Қорачиқ диаметри тушаётган ёруғлик миқдорига қараб, 2 дан 8 мм гача ўзгара олади.
 6. *Кўз гавҳари* — тасвири кўз соққаси тўр пардасига проекцияловчи, икки ёқлама қавариқ линзасимон шаффоф, эластик, қатламли жисм. Кўз гавҳарининг эгри радиуси унинг атрофидаги мушкуллар таъсирида ўзгара олади, шу сабабли турли масофада жойлашган жисмларнинг тасвири тўғри тўр парданинг сезгир қатламига проекцияланади. Бу жараён *аккомодация* деб аталади. Шундай қилиб, *аккомодация* — бу кўз гавҳарининг эгри радиусини ўзгартириб, кўзнинг турли масофадан аниқ кўришига мослашиши. Буюмнинг қисмларини аниқ кўриб, қарашга энг қулай, буюмдан кўзгача бўлган масофани энг яхши кўриш масофаси деб аталади. Нормал кўз учун бу масофа 25 см.
 7. *Мушкуллар*, кўз гавҳарини деформациялаб, эгрилик радиусини ўзгартиради. Шунингдек, мушкуллар кўзнинг керакли жисмга қараб йўналтириш учун кўзни буриб туради. Жисм қанчалик яқин бўлса, чап ва ўнг кўз мушкуллар ўртасидаги кучланиш фарқи ҳам шунчалик катта бўлади. Яқин жойлашган буюмнинг ўнг кўз ва чап кўз тўр пардасидаги тасвирларида озроқ фарқ бўлади. Бу одамга буюмгача ёки унинг қисмларигача бўлган масофани тахминлаш ва буюмнинг ҳажмини кузатиш учун имкон беради.

8. *Сувга ўхшаш суюқлик.*

9. *Шшасимон модда* — бу кўз соққасини тўлдириб турган шаффоф суюқлик.

10. *Тўр парда (қобик)* — кўз соққасининг тубини тўлиқ эгаллаган. У кўриш тизимининг жуда ингичка толаларидан иборат.

11. *Кўриш асаб толалари, унинг учлари колбачалар ёки таёқчалар деб аталади.* Бу — ёруғлик сезувчи элементлар.

12. *Сарик доғ* — тўр пардадаги ёруғликка энг сезгир жой.

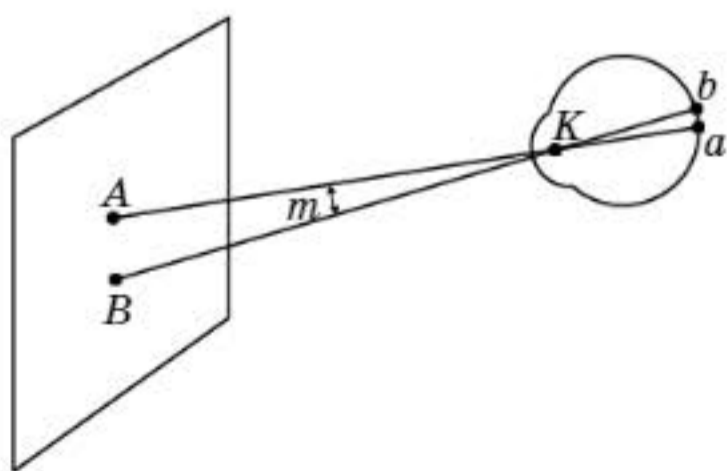
13. *Кўр доғ* — тўр пардадаги кўриш асаблари йиғилиб кирадиган жой.

Кўзни фокус масофаси ўзгарувчан, экрангача (тўр пардагача) масофа ўзгармас бўлган оптик тизим деб қараш мумкин. Ёруғлик тўр пардага проекцияланади ва ундаги асаб учлари (колбачалар ва таёқчалар) миянинг кўриш марказига импульс юборади. Ушбу жараён кўриш тасвирларининг ҳосил бўлишига олиб келади.

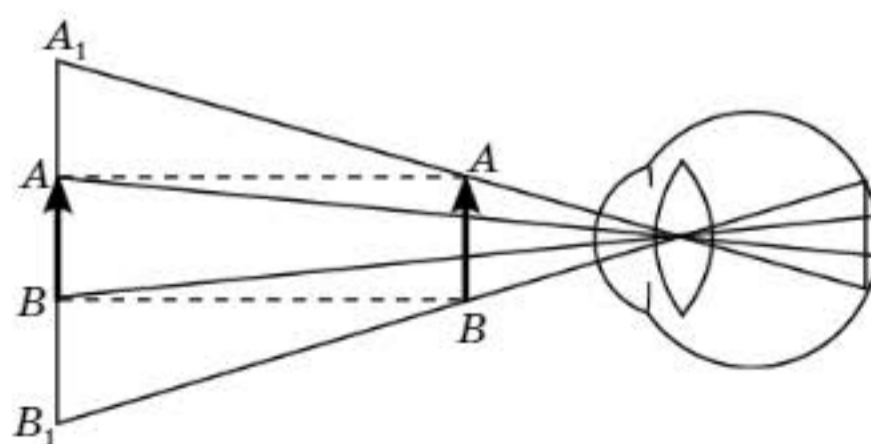
Буюмга қараганда унинг четки A ва B нуқталаридан чиққан (41.2-расм) нурлар кўзга тушиб, кўзнинг синдирувчи муҳитларидан ўтгач, тўр пардада a ва b нуқталарда йиғилади. Нурлар кўзда сингандан сўнг кўриш бурчаги деб аталувчи (41.2-расмда бу bKa бурчак AKB вертикал бурчакка тенг) бурчакни ташкил қилади.

Кўриш бурчагининг катталиги иккита омилга — буюмнинг катталиги ва ундан кўзгача бўлган масофага боғлиқ, бу 41.3-расмда кўриниб турибди.

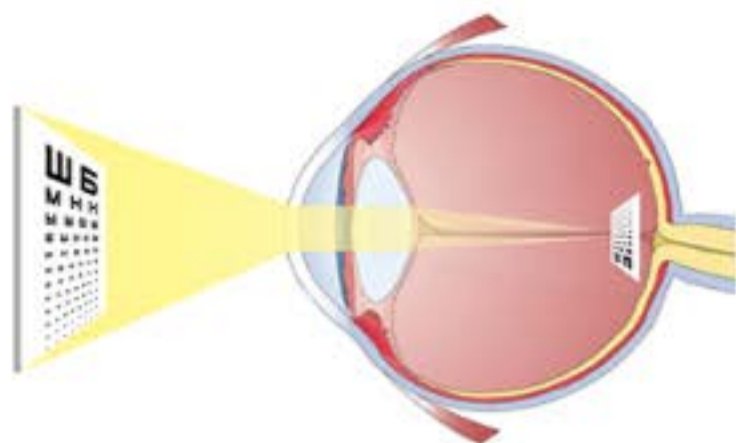
Катталиклари бир хил, бироқ кўздан турли масофаларда турган AB стрелкаларни биз турли кўриш бурчаги билан кўрамиз. Шунингдек, кўздан турли масофада жойлашган, AB стрелкасидан анча катта A_1B_1 , стрелкаси ва AB стрелкасидан чиққан нурлар сингандан сўнг тўр пардага бир хил кўриш бурчаги билан тушади. Шундай қилиб, кўзга яқин турган буюм катта бурчак остида кўринади. Кундалик ҳаётда биз буни яхши биламиз — агар буюмни аниқроқ кўргимиз келса, уни кўзга яқинлаштирамиз, яъни каттароқ кўриш бурчаги билан қараймиз.



41.2-расм



41.3-расм



41.4-расм

Тузилишига кўра кўз фотоаппаратга ўхшайди (41.4-расм). Объективнинг вазифасини кўз гавҳари ва шишасимон жисм бажаради. Тасвир тўр парданинг сезгир сиртида ҳосил бўлади. Аниқ тасвир аккомодация орқали амалга ошади. Қорачиқ ўлчамлари ўзгариб турадиган диафрагма вазифасини бажаради.

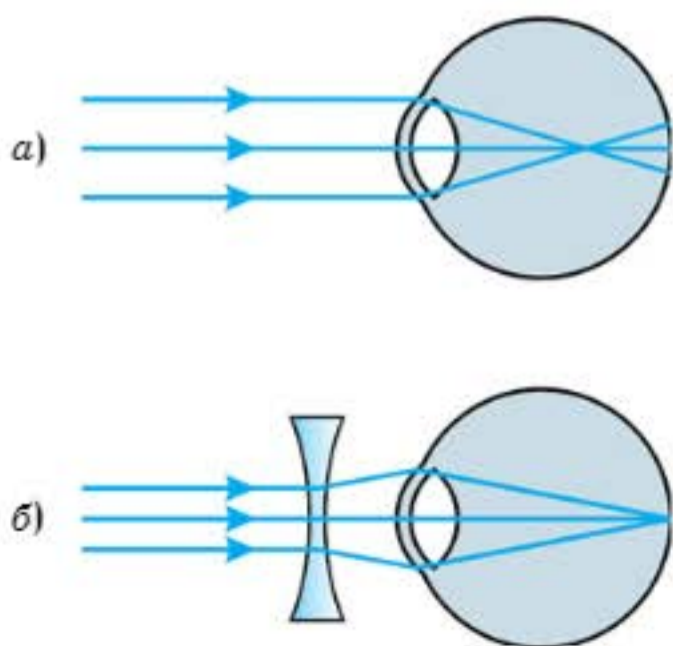
Кўзойнак. Нормал кўрадиган кўз (энг яхши кўриш масофаси 25 см) буюмнинг тасвирини тўр пардага проекциялайди. Айрим одамларнинг кўзи одатда тасвирни тўр пардада эмас, унинг олдида проекциялайди (41.5-а расм). Бундай одамларда *узоқдан ёмон кўриш* деб аталадиган кўз камчилиги бор. Узоқдан ёмон кўрувчи 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 линзалардан тайёрланган кўзойнаклардан фойдаланилади, улар минусли кўзойнаклар деп аталади (41.5-б расм).

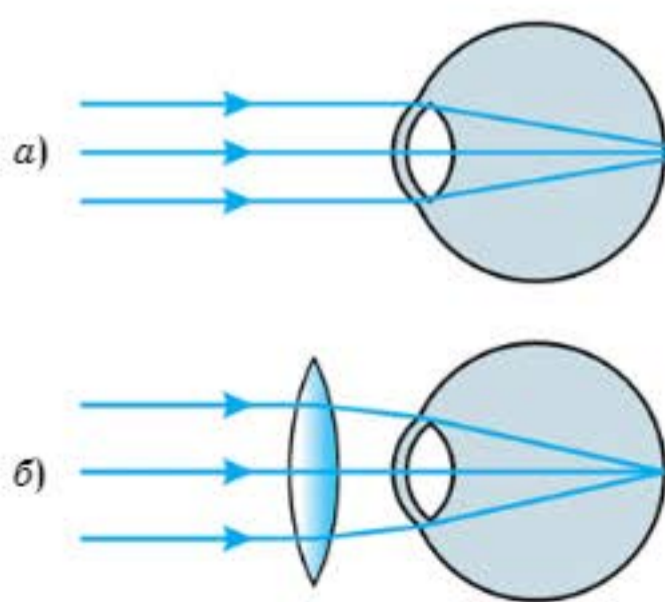
Агар кўз буюмнинг тасвирини тўр парда орқарида ҳосил қилса (41.6-а расм) бундай камчилик *узоқдан яхши кўриш* (яқиндан ёмон кўриш) деб аталади. Бундай одамлар узоқдаги буюмларни кўради, бироқ аниқ кўра олмайди, улардаги майда қисмларни ажрата олмайди. Яқиндаги буюмларни эса улар ёмон, хира кўради. Бундай одамлардаги аккомодациянинг яқин чегараси 25 см дан ортиқ. Узоқдан яхши кўриш қобилиятини йиғувчи линзалардан тайёрланган кўзойнаклар тақиш орқали тuzатилади (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.

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!

Кўриш ва рангларни қабул қилишда ўзига хос хусусиятлар мавжудлиги туфайли баъзан кўзимизга ёлғон тасвирлар (кўриш иллюзиялари) кўринади. 41.7-расмга қараб, рангларни қабул қилиш иллюзиясини кузатиш мумкин. Турли рангдаги квадратлар ичида жойлашган овалларнинг ранглари ҳар хил кўринади. Бироқ, аслида уларнинг ҳаммасининг ранглари бир хил — кулранг.

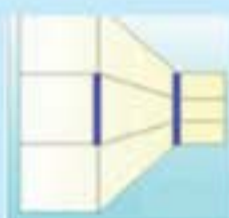


41.7-расм

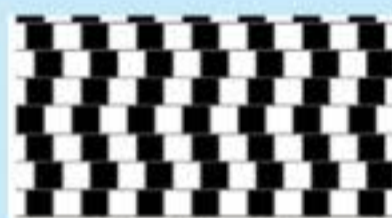
41.8-расмда чап томондаги доира каттага ўхшайди, аслида доиралар бир хил. Худди шундай, 41.9-расмдаги чизиқларнинг узунлиги ҳам ҳар хилга ўхшайди, аслида улар ҳам бирхил узунликда. 41.10-расмдаги горизонтал чизиқларга диққат билан қаралса, улар ўзаро параллел жойлашган.



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 ўзлаштирдиз?

Нималарни ўргандиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

42-§. Оптик асбоблар



Таянч сўзлар:

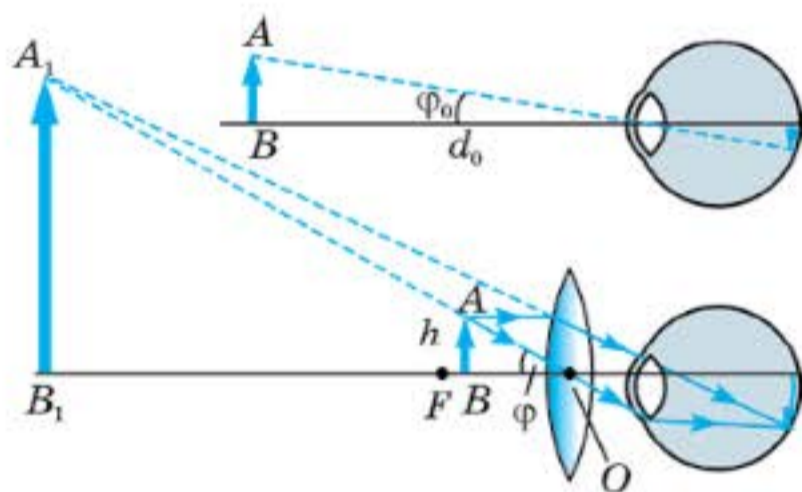
- ✓ оптик асбоблар
- ✓ лупа
- ✓ обскура камераси
- ✓ фотоаппарат
- ✓ микроскоп
- ✓ телескоп

Бугунги дарсда:

- бу дарсда сиз содда оптик асбобларнинг ишлаш принципларини,
- оддий оптик асбобларни яшашни (перископ, обскура камераси ва ҳ. к.) ўрганасиз.



Турли оптик асбобларнинг ишлаш принциплари асосида геометрик оптика қонунлари мужассам топган. Бу асбобларнинг асосий қисми — буюмнинг тасвирини ҳосил қиладиган оптик тизим. Қандай мақсадда фойдаланишига кўра оптик асбобларнинг қуйидаги турлари бор: проекцион аппаратлар, микроскоплар, телескоплар, фотоаппаратлар ва ҳ. к.



42.1-расм

Лупа. Буюмнинг майда деталларини кўриш учун унга катта кўриш бурчаги билан қараш керак. Оптик асбоблар ёрдамида буюмни кўзга яқинлатиш орқали кўз билан кўриш бурчагини катталаштириш мумкин. Катта кўриш бурчагига тўр пардада катта тасвир мос келади.

Майда буюмларни қараб, кўриш 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 тўр 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.

Лупаларни соатсозлар, геологлар, ботаниклар, криминалистлар, филателистлар кўп ишлатади.

БУ ҚИЗИҚ!

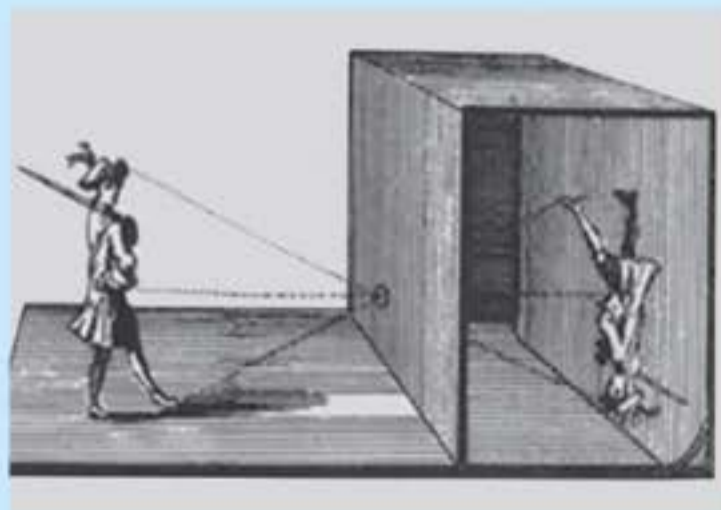
Обскура камераси (лотинча “camera obscura” (“қоронғу хона”) — объектларнинг оптик тасвирларини олиш имконини берадиган энг содда қурилма. У — бир томонида тешиги бор, унга қарама-қарши деворида эса

экран (хира шиша ёки оқ қоғоз) ўрнатилган, ёруғлик ўтказмайдиган қути (42.2-расм).

Диаметри тахминан 0,5—5 мм бўлган тешикдан ўтган нурлар экранда тўнкарилган тасвир беради. Обскура камераси асосида фотокамералар тайёрланган.

Дастлабки обскура камералари мил. ав. V—VI асрларда ясалган. Хитой файласуфларининг асарларида шу тариқа қоронгулаштирилган хона деворида тўнкарилган тасвирлар олинганлиги ҳақида ёзилган.

X асрда араб олими Ибн ал Хайсам (Альгазен) Қуёш тугилишини кузатиш учун махсус палаткалардан фойдаланиб, қарама-қарши деворда Қуёшнинг тасвирини кузатади. Альгазен биринчи бўлиб ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалишига асосланиб, обскура камерасининг ишлаш принципини тушунтирди. Ўрта асрларда обскура камералари астрономик кузатишларда кўп марта қўлланилган.



42.2-расм



Сиз обскура камерасини ўзингиз яшашингиз мумкин. Керакли материаллар: картон қути, шоколад ўрайдиган ялтироқ қоғоз, скотч, оқ қоғоз, канцелярия қайчиси ва пичоғи.

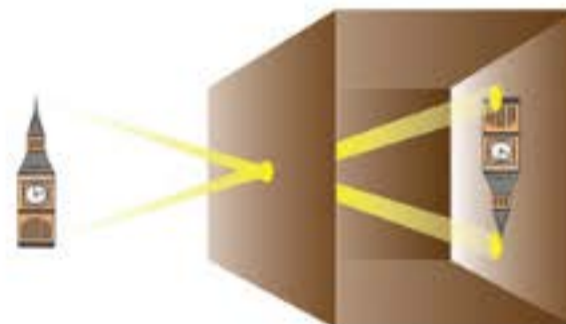
1. Картон қутининг ён деворида идора пичоғи орқали тўғри тўртбурчак шаклида тешик очинг.

2. Ўртасида кичкина тирқиш қолдирилган ялтироқ қоғоз билан бу тешикни беркитинг.

3. Тирқишга қарама-қарши томондаги қути деворига ичидан оқ қоғозни маҳкамланг, у экран вазифасини бажаради. 42.3-расмда экранда тасвир кўриниб турибди.

4. Қутининг остидан бош сиғадиган қилиб тешик очинг; ёруғлик ўтмаслиги учун атрофини скотч билан беркитинг. Сизнинг обскура камерангиз тайёр бўлди. Тирқишни 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 юнонча $\pi\epsilon\rho$ — “атроф” ва $\kappa\omicron\pi\tau\epsilon\omega$ — “қарайман”). Бу — яширин жойдан кузатишга имкон берадиган оптик асбоб. Перископни ҳам ўзингиз осон ясаб олишингиз мумкин.

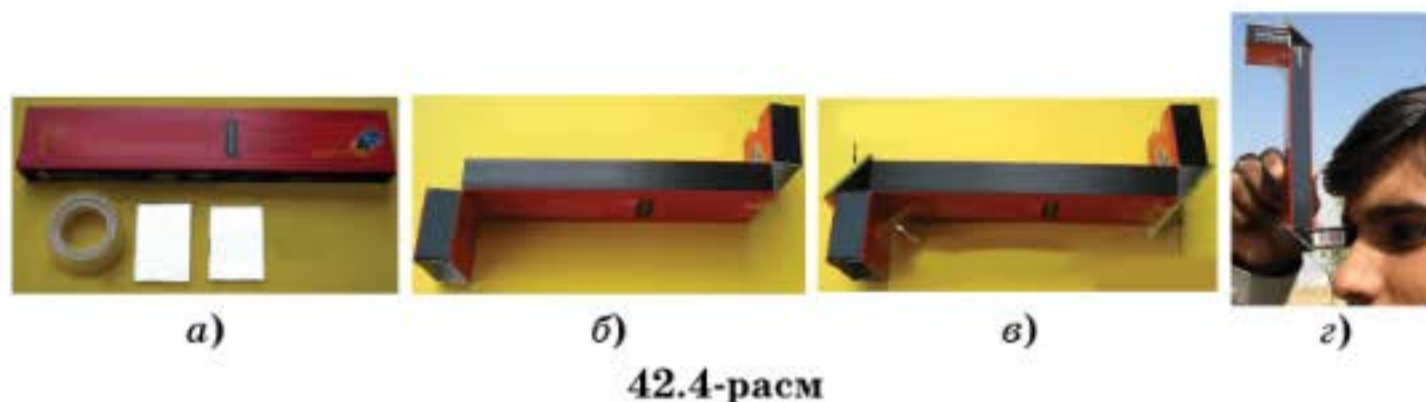


Перископ яшаш учун керакли материаллар: исталган чўзинчоқ қоғоз қути, ўлчамлари бир хил икки ясси кўзгу, скотч, идора пичоғи, қайчи, чизғич, қалам (42.4-а расм).

Ишни бажариш тартиби: Қутининг икки четидан 3 см дан ўлчаб кесинг ва тўғри бурчак ҳосил қилиб букланг. Букланган жойларни скотч билан маҳкамланг (42.4-б расм) ва шу жойга скотч билан кўзгуларни ёпиштиринг.



Кўзгу юзаси қутига қараб турсин (42.4-в расм). Перископ тайёр. Энди уни тикка қўйинг. Перископнинг юқори тирқишини буюмга қаратиб, пастки тирқишидан тасвирни 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 *диа* — “шаффоф”), *у шаффоф буюмларни экранга проекциялайди*; *эпископ* — *экранга ношаффоф буюмларни проекциялайди ва эпидиаскоп* — *у экранга ҳам шаффоф, ҳам ношаффоф буюмларни проекциялайди*. Барча ҳолларда буюм объективнинг фокуси ва иккиланган фокусининг орасига қўйилади. Буюм фокусга қанчалик яқин турса, проекцион аппарат шунчалик кўп катталаштириш беради. Диаскопда қувватли ёруғлик манбаидан чиққан ёруғлик оқими конденсор (линзалар тизими) ёрдамида диапозитив (шаффоф объект)га юборилади. Ёруғлик оқимини орттириш учун баъзан ёруғлик манбаининг орқасига ботиқ кўзгу қўйилади. У ёруғликни қайтариб, уни линзалар тизимига қайта юборади. Конденсорни у ёруғлик манбаининг тасвирини объективга берадиган қилиб жойлаштирилади, объектив эса ўз навбатида диапозитивни экранга проекциялайди.



42.5-расм



- Буюмни нега фокус ва иккиланган фокус оралиғига қўйиш керак эканлиги ҳақида ўйланинг. Ўз фикрингизни график ечим орқали исботланг.

Ношаффоф буюмларни, масалан, китобдаги расмларни экранда кўрсатиш учун улар ботиқ кўзгу фокусига 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 ёруғликка сезгир плёнкада олишга имкон берадиган оптик асбоб. Фотоаппаратнинг асосий қисмлари: объектив, ношаффоф камера, фотоплёнка (42.6-рasm). **Объектив** тасвирини фотоплёнкага проекцияловчи мураккаб линзалар тизими.

Фотоплёнканинг текислигида ҳақиқий, кичиклашган, тўнқарилган тасвир ҳосил бўлади. Ёруғлик энергияси таъсирида фотоплёнкада бром — кумуш реакцияси ўтади ва негатив пайдо бўлади.

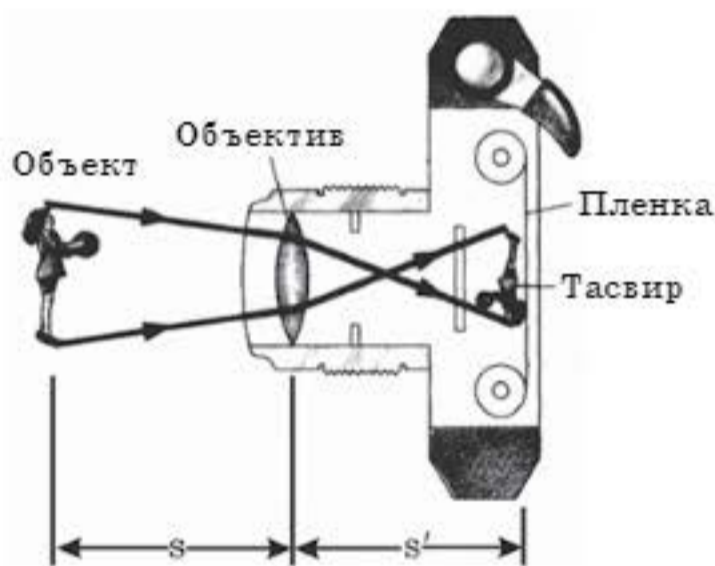
Фотога тушириладиган буюм икки фокус масофадан узоқда туради, унинг тасвири эса фокус ва икки фокус орасида ҳосил бўлади. Буюмдан объективгача масофа турлича бўлади. Шу боисдан аниқ тасвир олиш учун объектив ва фотоплёнканинг орасидаги масофани ўзгартириб туришга тўғри келади. Бунинг учун объектив кўчирилади.

Тасвирининг сифати фотоплёнкага тушадиган ёруғлик энергияси миқдорига боғлиқ. Шу сабабли, фотоаппаратда ёруғликни фақат муайян вақт — экспозиция вақти давомида ўтказадиган махсус 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 объектлар 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 бераётган воқеаларни тўлиқ тасвирлаб етказди.

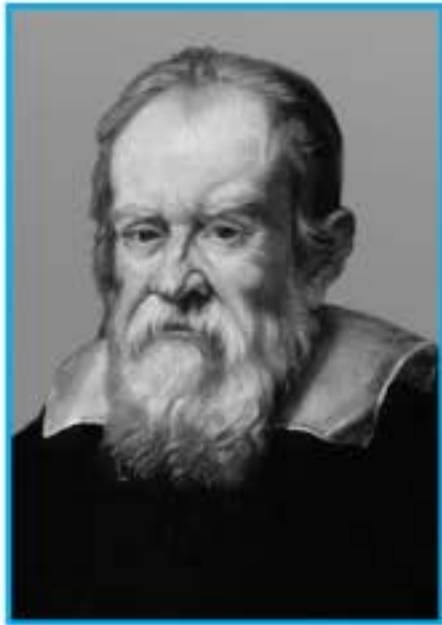
Микроскоп. Жуда майда кичик буюмларни кўриш учун **микроскоплар** ишлатилади (42.7-рasm). Энг содда микроскоп икки линзадан иборат. Буюмга



42.6-рasm



42.7-рasm



Галилео Галилей
(1564—1642)



42.8-расм



42.9-расм

қараб турган 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 қилади, унга лупа каби окуляр орқали қаралади.

Телескоп — осмон жисмларини (сайёралар, юлдузлар, кометалар, ва ҳ.к.) кузатишга мўлжалланган оптик асбоб (42.9-расм). Телескопларнинг линзали (*рефрактор*, латинча “*refractus*” — “синдириш”) ва кўзгули (*рефлектор*, латинча “*reflectere*” — “қайтариш”) турлари бор. Дастлабки кўзгули телескопни И. Ньютон 1671—1672 йилларда яратган. Телескоп-рефлекторда объектив сифатида диаметри катта параболик кўзгу ишлатилади.

Ер юзидан 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, Қозоғистоннинг жанубий туманларига бир неча экспедициялар уюштирилди. Натижада Алматидан 80 километр узоқликда, денгиз сатҳидан баландлиги 2750 м бўлган Асу-Турген ясси тоғлигида қулай жой топилди. Астроиклимнинг энг муҳим талаблари — шаҳар чироқларидан узоқ бўлиши шамолсиз тунлар, атмосферанинг шаффофлиги ва тинчлиги. Ушбу белгилар расадхона



42.10-рәсм



42.11-рәсм

қуриладиган жой танлашда эътибор қаратилиши лозим бўлган асосий талаблар ҳисобланади. Ҳа 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 Қозоғистондаги энг катта телескоп АЗТ-20 ўрнатилган.

Асу-Турген ясси тоғлигида 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 деталли нима?
4. Проекцион аппаратда нега буюм фокус ва иккиланган фокус оралиғига жойлаштирилади? Жавобни тасвирлаб кўрсатинг.
5. Биз нега кўзга оптик тизим сифатида қараймиз?
6. Кўз ва фотоаппарат тузилишида ўхшашликлар борми? Уларнинг фарқлари нимада?
7. Фотосурат олишда буюм нега линзанинг иккиланган фокуси орқасига жойлаштирилади. Тушунтиринг.
- *8. Фотоаппаратга суратга тушириш вақтида объективга капалак кўнди дейлик. У суратнинг сифатига қандай таъсир қилади? Биз фотосуратда капалакнинг тасвирини кўрамизми? Тушунтиринг.

Ушбу мавзуда нимани ўзлаштирдигиз?

Нималарни ўргандигиз?	Қандай тажрибалар кўпроқ ўйлантирди?	Ижодий қобилиятингизни нималар оширди?	Қандай шахсий қизиқишлар пайдо бўлди ва улар қандай йўналиш олди?

Ёруғлик ҳодисалари

Ёруғликнинг тарқалишини ўрганадиган геометрик оптиканинг тўрт қонуни бор:

- Ёруғликнинг тўғри чизиқли тарқалиш қонуни: ёруғлик нури бир жинсли муҳитда тўғри чизиқ 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 α қайтиш бурчаги γ га тенг.

- Ёруғликнинг синиш 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 катталиқ ва у иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбатан нисбий синдириш кўрсаткичи деб аталади: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$.

Ёруғликнинг қайтиш ва синиш ҳодисаларига, уларнинг қонунларига асосланиб кўплаб оптик асбоблар, жумладан, ясси 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 қиладиган 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-иш. ТУРЛИ ҲАРОРАТЛИ СУВЛАР АРАЛАШТИРИЛГАНДА ИССИҚЛИК МИҚДОРЛАРИНИ СОЛИШТИРИШ

Кириш. Иссиқлик узатиш жараёнида иссиқ жисмдан совуқ жисмга иссиқлик энергияси берилади. Агар ана шу вақтда ташқи муҳит билан иссиқлик алмашилиш бўлмаса, совуқ жисм олган иссиқлик миқдор иссиқ жисм берган иссиқлик миқдорига тенг бўлади.

Ишдан мақсад: сувни аралаштириш вақтида иссиқ сув берган ва совуқ сув олган иссиқлик миқдорларини аниқлаш ва юқорида айтилган гапларнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш.

Асбоб ва материаллар: мензурка, термометр, стакан, калориметр, ичида иссиқ суви бор чойнак (синфга битта).

Ишнинг борishi:

- 1) калориметрнинг ташқи идиши ичидаги стаканга $m_1 = 100\text{г}$ иссиқ сув қуйиб, сувнинг t_1 ҳароратини ўлчанг;
- 2) стаканга совуқ сувнинг худди шунча миқдорини қуйиб, унинг t_2 ҳароратини ўлчанг;
- 3) совуқ сувни калориметрнинг ичидаги иссиқ сувга қуйинг. Олинган иссиқ ва совуқ сув аралашмасини термометрнинг учидида аралаштиринг. Олинган сув аралашмасининг t ҳароратини ўлчанг;
- 4) тажрибани уч марта такрорлаб, натижасини жадвалга киритинг:

№	Иссиқ сув мас-саси, m_1 , (кг)	Иссиқ сув ҳарорати, t_1 , (°C)	Совуқ сув мас-саси, m_2 , (кг)	Совуқ сув ҳарорати, t_2 , (°C)	Аралаш-манинг 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 $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ формулага қўйиб, иссиқ сув берган иссиқлик миқдорини ҳисобланг;

6) $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ формула бўйича совуқ сув олган иссиқлик миқдорини ҳисобланг;

7) олинган натижаларни солиштиринг. Хулоса чиқаринг. Тажрибанинг хатолигини баҳоланг, унинг сабабини тушунтиринг.

2-иш. 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 — солиштирма эриш иссиқлиги. Агар эриётган музни t_1 ҳароратли иссиқ сувга солсак, сув $Q_1 = c_s m_{св2} (t_1 - t_2)$ иссиқлик миқдорини беради. Берилган иссиқлик миқдори музни эритишга ва ундан ҳосил бўлган сувни 0°C ҳароратдан аралашманинг t_2 ҳароратгача иситишга сарфланади $Q_2 = m_{св1} \lambda + c_s m_{св1} (t_2 - 0^\circ\text{C})$. Иссиқлик баланси тенгламаси: $c_s m_{св2} (t_1 - t_2) = m_{св1} \lambda + c_s m_{св1} (t_2 - 0^\circ\text{C})$.

Бундан музнинг солиштирма эриш иссиқлиги қуйидагига тенг:

$$\lambda = \frac{c_s m_{сғз} (t_1 - t_2) - c_l m_{мга} \cdot t_2}{m_{мга}}$$

Ишдан мақсад: музнинг солиштирма эриш иссиқликлигини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: калориметр, термометр, мензурка, ичида эриётган музи ва совуқ суви бор стакан, фильтр қоғоз, иссиқ сув қуйилган чойнак (синфга битта).

Ишнинг борши:

- 1) калориметрнинг ички стаканига $m_1 = 100$ г иссиқ сув қуйиб, уни ташқи идишга солиб, сувнинг t_1 ҳароратини ўлчанг;
- 2) эриётган музи билан совуқ суви бор идишдан муз бўлагини олинг, уни фильтр қоғоз билан қуруқ қилиб артиб, иссиқ сув қуйилган калориметрга солинг;
- 3) сувни термометрнинг учида яхшилаб аралаштиринг, термометрнинг кўрсатишини кузатинг. Калориметрдаги муз тўлиқ эриган вақтдаги t_2 ҳароратни аниқланг;
- 4) сувнинг бошланғич ҳажми ва аралашманинг ҳажмини ҳисобга олиб, музнинг ҳажмини қуйидаги формуладан аниқланг; $V = V_1 + V_2$, $V_2 = V - V_1$;
- 5) музнинг ҳажмини эътиборга олиб, массасини ҳисобланг: $m_2 = \rho_{\mu} \cdot V_2$;
- 6) тажриба натижаларини жадвалга киритинг:

Иссиқ сув массаси m_1 , (кг)	Иссиқ сув ҳажми, V (м ³)	Иссиқ сув ҳарорати, t_1 , (°C)	Музнинг ҳарорати, t_2 , (°C)	Аралашманинг ҳарорати t_3 , (°C)	Аралашманинг ҳажми V_1 , (м ³)	Музнинг ҳажми V_2 , (м ³)	Музнинг массаси m_2 , (кг)	Музнинг солиштирма эриш иссиқлиги λ , (Ж/кг)

- 7) олинган ўлчаш натижаларини (1) формулага қўйиб, музнинг солиштирма эриш иссиқлигини топинг;
- 8) хулоса чиқаринг.

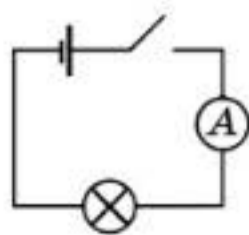
3-иш. ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИНИ ЙИҒИШ ВА УНИНГ ТУРЛИ ҚИСМЛАРИДАГИ ТОК КУЧИ ВА КУЧЛАНИШНИ ЎЛЧАШ

Ишдан мақсад: ток кучи занжирнинг турли қисмларида бир хил эканлигини кўрсатиш ва кучланишни ҳамда ток кучини ўлчашни ўрганиш.

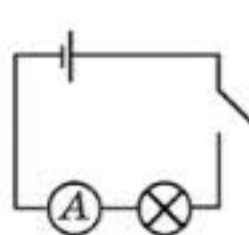
Асбоб ва материаллар: ток манбаи, амперметр, вольтметр, чўғланма лампа, икки симли резистор, калит, улаш симлари.

Ишнинг борши:

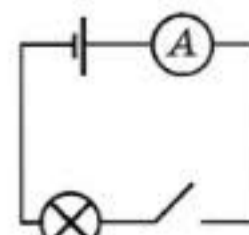
- 1) амперметр ва вольтметрнинг бўлим қийматини аниқланг;
- 2) 1—3-расмлардаги схемалар бўйича электр занжирлар йиғинг;
- 3) ҳар бир ҳол учун амперметр кўрсатишларини жадвалга ёзинг;



1-расм



2-расм



3-расм

- 4) йиғилган занжирларнинг схемаларини чизинг;
- 5) ток манбаини, икки резисторни ва калитни кетма-кет улаб, электр занжирини йиғинг;
- 6) калитни уланг ва ҳар бир резистор учларидаги U_1, U_2 кучланишларни ва икки резистордан иборат занжир қисмидаги U кучланишни ўлчанг;
- 7) $U_1 + U_2$ йиғиндини ҳисобланг ва U кучланиш билан солиштиринг;
- 8) қуйидаги жадвалларни тўлдиринг.

$I_1, (A)$	$I_2, (A)$	$I_3, (A)$	Хулоса

$U_1, (B)$	$U_2, (B)$	$U_3, (B)$	Хулоса

9) хулоса чиқаринг.

4-иш. ЗАНЖИРНИНГ БИР ҚИСМИ УЧУН ОМ ҚОНУНИНИ ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад: занжирнинг бир қисмидаги ток кучи, кучланиш ва қаршилиқни ўлчаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, симлар, реостат, резистор, амперметр, вольтметр, калит.

Ишнинг борishi:

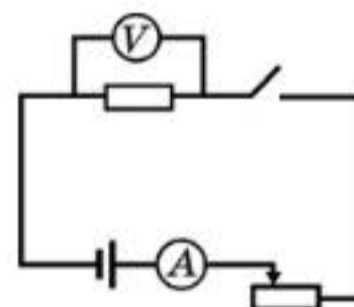
1) амперметр ва вольтметр шкалаларини қаранг ва бўлим қийматини аниқланг;

2) берилган схема бўйича электр занжир йиғинг (4-расм);

3) калитни уланг;

4) реостатнинг учта вазияти учун натижаларни ҳисобланг.

Асбобларнинг кўрсатишларини жадвалга ёзинг:



4-расм

№	$I, (A)$	$U, (B)$	$R, (Om)$
1			
2			
3			

5) Ом қонунидан фойдаланиб, резисторнинг қаршилиқини ҳисобланг: $R = \frac{U}{I}$;

6) ҳисоблаш натижаларини жадвалга киритинг;

7) тажриба натижасини хулосаланг.

Топшириқ. Ўлчаш натижалари бўйича ток кучининг кучланишга боғлиқлик графигини ясанг. Хулоса чиқаринг.

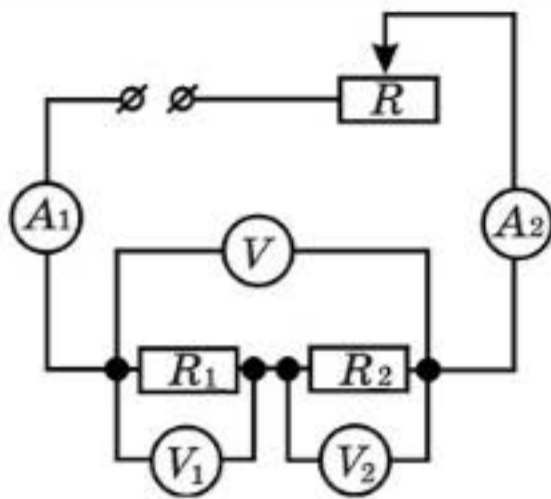
5-иш. ЎТКАЗГИЧЛАРНИ КЕТМА-КЕТ УЛАШНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад: кетма-кет улаш қонунларини текшириш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, иккита симли резистор, реостат, 2 та амперметр, 3 та вольтметр, ўтказгич симлар, калит.

Ишнинг борishi:

1) амперметр ва вольтметрнинг бўлим қийматини аниқланг;

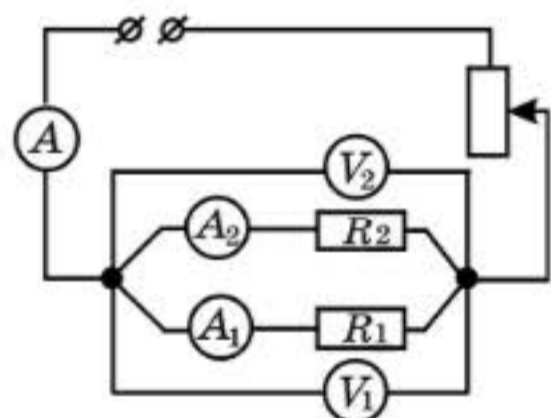


5-расм

- 2) схема бўйича электр занжирини йиғинг (5-расм);
- 3) $V_1, V_2, V, (U_1, U_2, U_{\text{тумм}})$ вольтметрларнинг кўрсатишларини ёзинг;
- 4) умумий кучланишни ушбу $U_{\text{тумм}} = U_1 + U_2$ формула билан ҳисоблаб, V вольтметрнинг кўрсатиши билан солиштиринг. Хулоса чиқаринг.
- 5) $A_1, A_2, (I_1, I_2)$ амперметрларнинг кўрсатишларини ёзинг;
- 6) бўлимнинг умумий қаршилигини $R'_{\text{тумм}} = \frac{U_{\text{тумм}}}{I_{\text{тумм}}}$; $R_{\text{тумм}} = R_1 + R_2$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ формулалари бўйича ҳисобланг;
- 7) ўлчаш натижаларини жадвалга киритинг:

$I_1, (A)$	$I_2, (A)$	$U_1, (B)$	$U_2, (B)$	$U, (B)$	$R_1, (Om)$	$R_2, (Om)$	$R'_{\text{тумм}}, (Om)$	$R_{\text{тумм}}, (Om)$

6-иш. ЎТКАЗГИЧЛАРНИ ПАРАЛЛЕЛ УЛАШНИ ЎРГАНИШ



6-расм

- Ишдан мақсад:* параллел улаш қонунларини текшириш.
- Асбоб ва материаллар:* ток манбаи, иккита симли резистор, реостат, 2 та вольтметр, ўтказгич симлар, калибр, 3та амперметр.
- Ишнинг борishi:*
- 1) схема бўйича электр занжирини йиғинг (6-расм);
 - 2) $V_1, V_2, (U_1, U_2)$ вольтметрларнинг кўрсатишларини ёзинг;
 - 3) вольтметрларнинг кўрсатишларини солиштиринг;
 - 4) $A_1, A_2, A (I_1, I_2, I_{\text{тумм}})$ амперметрларнинг кўрсатишларини ёзинг;

- 5) $I_{\text{тумм}} = I_1 + I_2$ ҳисобланг;
- 6) олинган натижаларни солиштиринг ва хулоса чиқаринг;

- 7) бўлимнинг умумий қаршилигини: $R'_{\text{тумм}} = \frac{U_{\text{тумм}}}{I_{\text{тумм}}}$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$; $\frac{1}{R_{\text{тумм}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ формулалари бўйича ҳисобланг;

- 8) ўлчаш натижаларини жадвалга киритинг:

$I_1, (A)$	$I_2, (A)$	$I_{\text{тумм}}, (A)$	$U_1, (B)$	$U_2, (B)$	$R_1, (Om)$	$R_2, (Om)$	$R'_{\text{тумм}}, (Om)$	$R_{\text{тумм}}, (Om)$

- 7) хулоса чиқаринг.

7-иш. ЭЛЕКТР ТОКИНИНГ ИШИ ВА ҚУВВАТИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан мақсад: электр токининг иши ва қувватини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи, амперметр, вольтметр, чўғланма лампа, калит, улаш симлари, секундомер.

Ишнинг борishi:

- 1) амперметр ва вольтметрнинг бўлим қийматини аниқланг;
- 2) схема бўйича электр занжирини йиғинг (7-расм);
- 3) занжирни улаб, чўғланма лампанинг ёниш вақтини белгиланг;

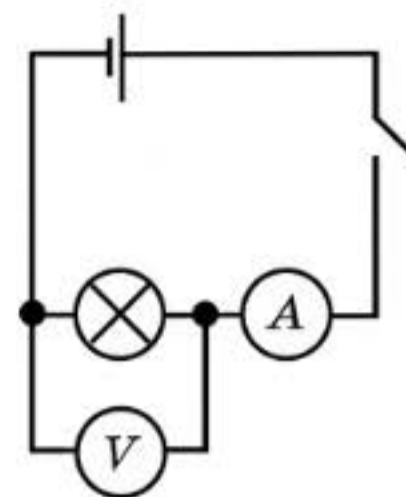
- 4) вольтметр ва амперметрнинг кўрсатишларини ёзинг;
- 5) занжирни узинг ва лампанинг ўчиш вақтини белгиланг.
- 6) электр токининг лампадаги қувватини $P = I \cdot U$ формула бўйича ҳисобланг;

- 7) $A = P \cdot t$ формула бўйича электр токининг ишини ҳисобланг, бу ерда t — чўғланма лампанинг ёниш вақти;

- 8) барча ўлчаш ва ҳисоблашларни жадвалга киритинг:

$I, (A)$	$U, (B)$	$t, (c)$	$P, (Bt)$	$A, (Ж)$	Истеъмолчи

- 9) хулоса чиқаринг.



7-расм

8-иш. ДОИМИЙ МАГНИТ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ ВА МАГНИТ МАЙДОНИНИНГ ТАСВИРЛАРИНИ ОЛИШ

Ишдан мақсад: Доимий магнитлар билан танишиш, тўғри ва тақасимон магнитлар атрофидаги магнит майдонлар қандай чизиқларни ҳосил қилишини кўрсатиш.

Асбоб ва материаллар: турли шаклдаги магнитлар, темир кукунлар, қоғоз стакан, бир варақ қоғоз, турли материаллардан ясалган жисмлар тўплами.

Ишнинг борishi:

I. Моддаларнинг қайси бири магнитга тортилишини, қайси бири тортилмаслигини аниқланг.

- а) ёғоч (қалам, чизғич);
- б) пўлат (скрепка);
- в) алюминий (цилиндр);
- г) пластмасса (қалам, чизғич);
- д) резина (ўчирғич);
- е) мис (сим).

II. Бир-бири билан мустақамланмаган скрепкаларни 8-расмда кўрсатилгандай магнитга илинг. Сўнгра битта қўлингиз 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 варақ қоғоз билан ёпиб, қоғозга юпқа темир кукунини сепинг;
- 6) ҳосил бўлган магнит чизиқларига эътибор беринг;
- 7) 3,6-пунктларда ҳосил бўлган кўринишларнинг расмларини солинг..

9-иш. ЭЛЕКТРОМАГНИТ ЙИҒИШ 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 йиғиш учун керакли жиҳозлар.

Ишнинг борishi:

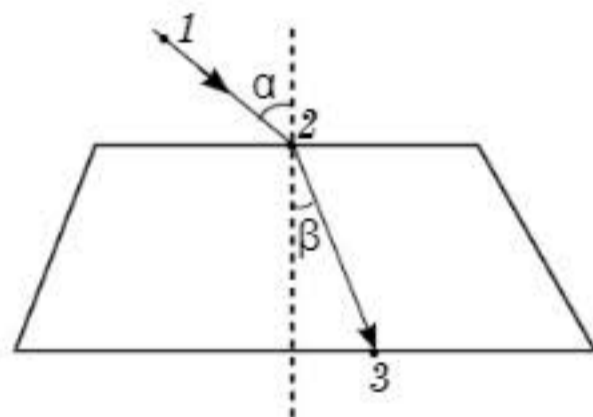
- 1) ток манбаи, ғалтак, реостат ва калитни кетма-кет улаб, электр занжирини йиғинг;
- 2) занжирни улаб, магнит стрелкалардан фойдаланиб, ғалтакнинг магнит қутбларини аниқланг;
- 3) магнит стрелкасини ғалтакнинг магнит майдони таъсири сезилмайдиган энг кичик масофага узоқлаштиринг;
- 4) ғалтакка темир 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 аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: параллел қирралари бор шиша пластинка, ниналар, тоза қоғоз варағи, картон қоғоз, транспортир, тригонометрик катталиклар жадвали.

Ишнинг борishi:



9-расм

1) картон қоғознинг сиртига тоза варақни, варақ устига шиша пластинкани қўйинг ва унинг четини қалам билан айлантириб чизиб чиқинг;

2) шишанинг бир томонига иккита нинани улардан бирини пластинка четига тақаб, иккинчисини четроққа ихтиёрий қаданг. Бунда ниналар орқали ўтадиган тўғри чизиқ 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 нуқталар орқали шишанинг чегаралари билан кесишгунча тўғри чизиқлар ўтказинг. 2-нуқта 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 такрорланг. Ҳар бир тажриба учун синдириш кўрсаткичини аниқланг. Ҳисоблаш натижаларини жадвалга киритинг:

№	Ёруғлик нурунингтушиш бурчаги α , (град.)	Синиш бурчаги β , (град.)	Синдириш кўрсаткичи, n
1.			
2.			
3.			

9) синдириш кўрсаткичининг ўртача арифметик қийматини топинг:

$$n_{\text{орт.}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3};$$

10) Абсолют хатони аниқланг:

$$\Delta n_1 = |n_{\text{орт.}} - n_1|;$$

$$\Delta n_2 = |n_{\text{орт.}} - n_2|;$$

$$\Delta n_3 = |n_{\text{орт.}} - n_3|;$$

$$\Delta n_{\text{орт.}} = \frac{\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3}{3};$$

11) нисбий хатони аниқланг:

$$\Gamma_{\text{нис.}} = \frac{\Delta n_{\text{орт.}}}{n_{\text{орт.}}} \cdot 100\%;$$

12) ҳисоблаш натижасида чиққан қийматни жадвалдаги қиймат билан солиштиринг.

13) хулоса чиқаринг.

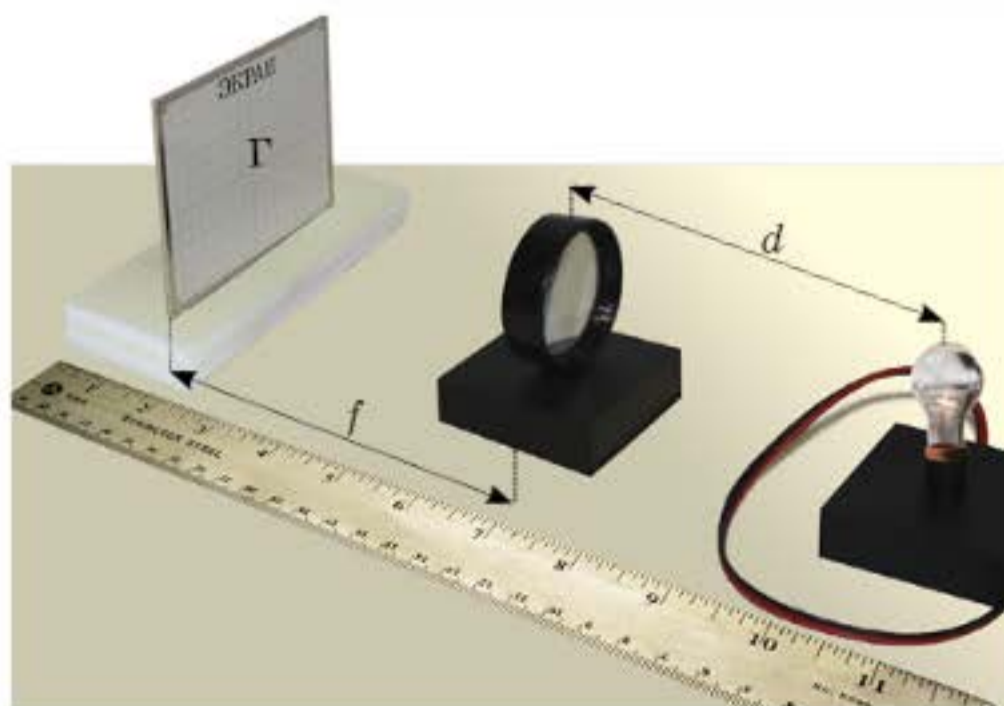
11-иш. ЙИҒУВЧИ ЛИНЗАНИНГ ФОКУС МАСОФАСИ ВА ОПТИК КУЧИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан мақсад: линзанинг фокус масофасини ва оптик кучини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: йиғувчи линза, чизғич, экран, (Г) белгиси бор ёруғлик манбаи.

Ишнинг борishi:

1) ёруғлик манбаи, линза ва экранни бир тўғри чизик бўйлаб жойлаштиринг (10-расм);



10-расм

2) экранда ёруғ нуқта 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 аниқланг;

4) хулоса чиқаринг;

5) лампани линзадан турли масофаларга жойлаштириб ($F < d < 2F$; $d = 2F$; $d > 2F$), Γ 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) $F_{\text{яр.}} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$;

11) хулоса чиқаринг.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. *А. В. Перьяшкин, Н. А. Родина.* Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1998.
2. *И. К. Кикоин, А. К. Кикоин.* Физика. Учебник для 8 кл. средней школы. Просвещение, 1980.
3. *Ландсберг Г. С. (ред.).* Элементарный учебник физики. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: Наука, 1960.
4. *Ландсберг Г. С. (ред.).* Элементарный учебник физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1960.
5. *Ландсберг Г. С. (ред.).* Элементарный учебник физики. Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. М.: Наука, 1960.
6. *Б. А. Кронгарт, В. И. Кем, Н. Койшибаев.* Физика. Учебник для 10 кл (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. *Кривченко И. В.* Физика. Учебник для 8 кл: Бином, 2015.
9. *Енохович А. С.* Краткий справочник по физике, 2-е изд. М.: Высшая школа, 1976.
10. *Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат.* 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-боб. ИССИҚЛИК ҲОДИСАЛАРИ

1-§. Иссиқлик ҳаракати. Броун ҳаракати. Диффузия.....	6
2-§. Ҳарорат, уни ўлчаш усуллари. Ҳарорат шкалалари.....	10
3-§. Ички энергия. Ички энергияни ўзгартириш усуллари	15
4-§. Иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция, нурланиш	20
5-§. Табиатда ва техникада иссиқлик узатиш.....	24
6-§. Иссиқлик ҳодисаларининг тирик организмлар ҳаётидаги ўрни.....	27
7-§. Иссиқлик миқдори. Модданинг солиштирма иссиқлик сифими	31
8-§. Ёқилғи энергияси. Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги	35
9-§. Иссиқлик жараёнларида энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни	39

2-боб. МОДДАНИНГ АГРЕГАТ ҲОЛАТЛАРИ

10-§. Қаттиқ жисмларнинг эриши ва қотиши, эриш ҳарорати.....	46
11-§. Солиштирма эриш иссиқлиги.....	50
12-§. Бугланиш ва конденсация. Тўйинган ва тўйинмаган буглар	53
13-§. Қайнаш. Солиштирма бугланиш иссиқлиги. Қайнаш ҳароратининг ички босимга боғлиқлиги	58

3-боб. ТЕРМОДИНАМИКА АСОСЛАРИ

14-§. Термодинамиканинг биринчи қонуни. Газнинг ва бугнинг иши.....	64
15-§. Иссиқлик жараёнларининг қайтмаслиги. Термодинамиканинг иккинчи қонуни.....	67
16-§. Иссиқлик 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 чизиқлари.....	92
20-§. Электр майдон потенциали ва потенциаллар айирмаси	98
21-§. Ўтказгичлар ва диэлектриклар.....	100
22-§. Электр сифими. Конденсатор	104

4-боб. 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 боғлиқ бўлиши. Ўта ўтказувчанлик.....	137
29-§. Электр иситиш асбоблари, чўғланма лампа, қисқа туташув, эрувчан сақлагичлар	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)**

*Муҳаррир Р. Азимий
Бадий муҳаррир А. Сланова
Техник муҳаррир Л. Садикова
Компьютерда саҳифаловчи И. Олмабоева*

**Нашриётга 2003 йил 7 июлда Қозоғистон Республикаси Таълим ва фан
вазирлигининг № 0000001 давлат лицензияси берилган**

ИБ № 5788

**Нашрга 09.08.18 ружсат этилди. Ҳажми 70 · 100¹/₁₆. Офсет қоғози. Ҳарф тури
«SchoolBook Kza». Офсет наشري. Шартли босма табоғи 18,71+0,32 форзац.
Шартли бўёқ тамғаси 76,77. Нашр ҳисоб табоғи 13,80+0,54 форзац.
Адади 7000 дона. Буюртма №**

**“Мектеп” наشريёти, 050009, Алматы шаҳри, Абай шох кўчаси, 143-уй
Факс: 8(727) 394-37-58, 394-42-30
Тел.: 8(727) 394-41-76, 394-42-34
E-mail: mektep@mail.ru
Web-site: www.mektep.kz**