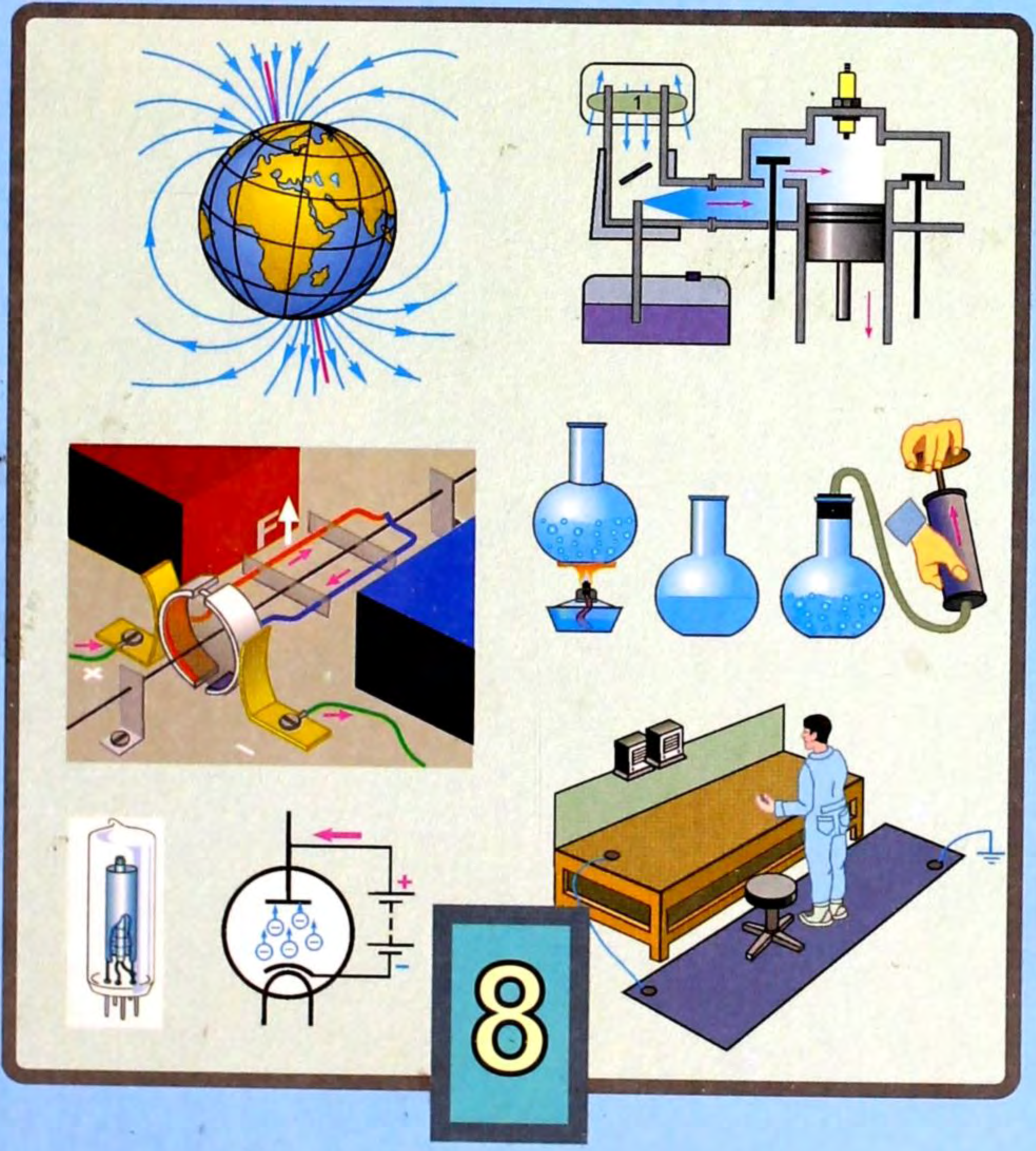
С. Т. Токтогулов

ФИЗИКА



8

Кыргыз Республикасынын Герби

Кыргыз Республикасынын Желеги

Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик Гимни

Сөзү: Ж. Садыков, Ш. Кулуевдики

Муз.: Н. Давлесов, К. Молдобасановдуку

Ак мөңгүлүү аска-зоолор, талаалар,
Элибиздин жаны менен барабар.
Сансыз кылым Ала-Тоосун мекендеп,
Сактап келди биздин ата-бабалар.

Кайырма: Алгалай бер, кыргыз эл,
Азаттыктын жолунда.
Өркүндөй бер, өсө бер,
Өз тагдырың колуңда.

Байыртадан бүткөн мүнөз элиме,
Досторуна даяр дилин берүүгө.
Бул ынтымак эл бирдигин ширетип,
Бейкуттукту берет кыргыз жерине.

Кайырма:

Аткарылып элдин үмүт-тилеги,
Желбиреди эркиндиктин желеги.
Бизге жеткен ата салтын, мурасын,
Ыйык сактап, урпактарга берели.

Кайырма:

С. Т. Токтогулов

ФИЗИКА

Орто мектептин 8-классы үчүн окуу китеби

Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги бекиткен

«Инсанат»
Бишкек – 2012

УДК 373.167.1
ББК 22. 3 я 721
Т 51

Рецензенттери: *Аракеев Ы. Н.*, Жалал-Абад областынын Ала-Бука районундагы А. Жуманазаров атындагы орто мектебинин физика мугалими, Кыргыз Республикасынын билим берүү отличниги

Курманкулова В. И., Жалал-Абад областынын Базар-Коргон районундагы М.Алыкулов атындагы № 11 мектеп-гимназиянын физика мугалими, Кыргыз Республикасынын билим берүү отличниги

Токтогулов С. Т.
Т 51 Физика. Орто мектептин 8-классы үчүн окуу китеби.– Б.: «Инсанат», 2012. – 224 б.

ISBN 978–9967–452–61–9

5

Шарттуу белгилер:

? – Бышыктоо үчүн суроолор

▲ – Сапаттык маселелер

■ – Көнүгүүлөр

Т 4306021200-12

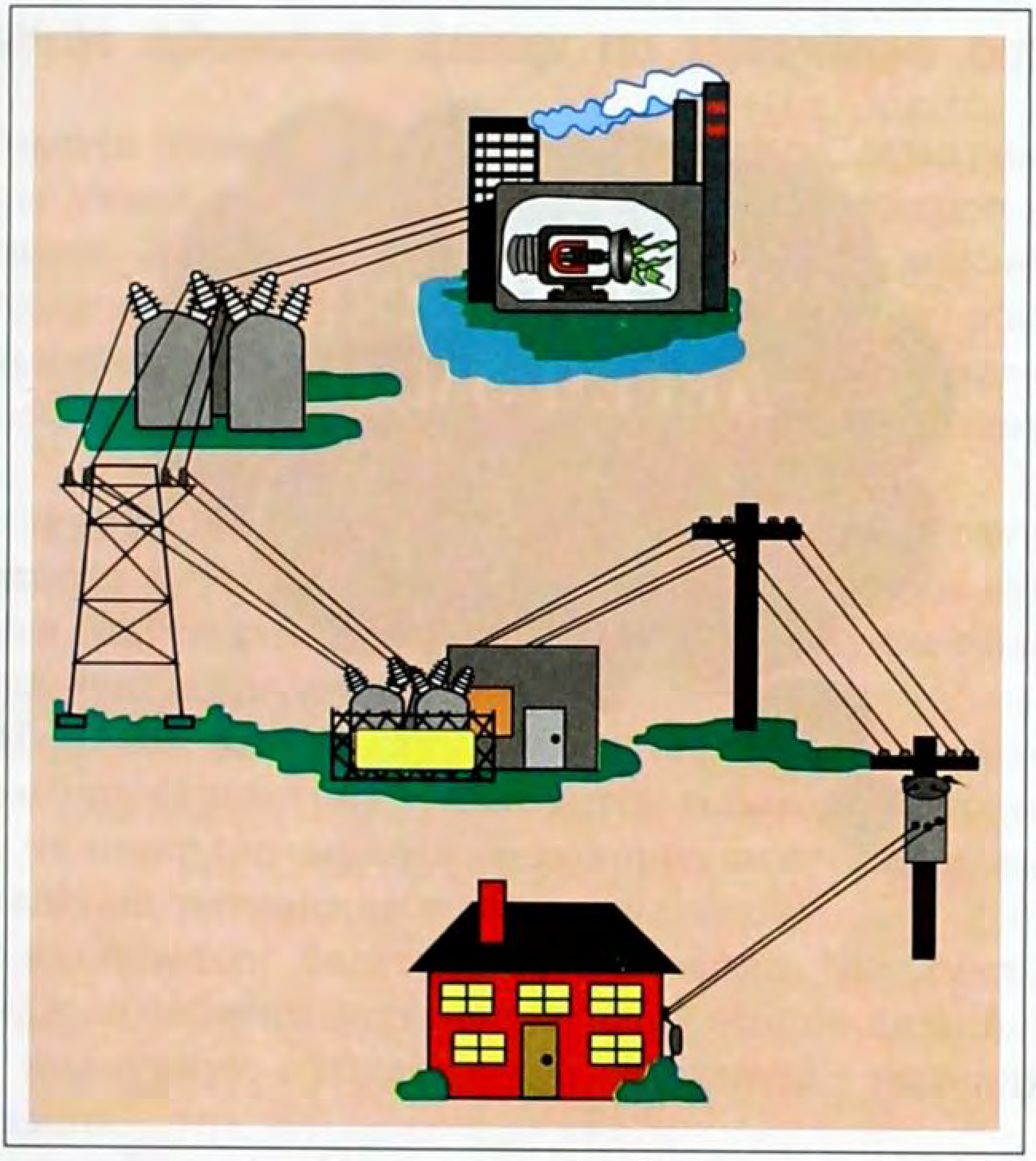
УДК 373.167.1
ББК 22. 3 я 721

ISBN 978–9967–452–61–9

© Токтогулов С. Т. 2012.
© Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги, 2012.
© «Инсанат» басмасы, 2012.

I бөлүм

МОЛЕКУЛАЛЫК ФИЗИКА



ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

БИБЛИОТЕКА

ЖЫЛУУЛУК ДЕГЕН ЭМНЕ?

I глава

ЖЫЛУУЛУК КУБУЛУШТАРЫ

§ 1. Жылуулук кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү

Адамдын турмуш тиричилиги жарык, жылуулук кубулуштары менен да байланыштуу болот. Мына ошол себептен, байыртадан Жаратылыштын оор шартында жашап келген кыргыздар «коломтодогу отуң өчпөсүн» деген жакшы тилектери бекеринен айтылбаган. Жарык менен жылуулуктун булагы катары Күнгө жана отко сыйынууларга негиз болуп калган.

Жылуулук деген эмне? Жылуулук кандайча оттон идишке, идиштен сууга берилип, суу ысыйт? Муздун сууга, суунун бууга, кайрадан буунун сууга, суунун музга айланышын кандайча түшүндүрүүгө болот?

XVII–XVIII кк. жылуулуктун берилишин көзгө көрүнбөгөн өзгөчө «суюктук» – жылуутек алып жүрөт, жылуутек ысыган телолордон муздак телолорго өтөт деген жаңылыш көз караштын негизинде түшүндүрүлгөн.

XX кылымдын башталышына чейин, жылуулук кубулуштарынын себебин заттын түзүлүшү эсепке алынбай түшүндүрүүчү жылуулук кубулушунун теориясы – **термодинамика** калыптанды.

XX кылымдын башталышында гана жылуулук кубулуштарынын себептери, эбегейсиз көп сандагы микробөлүкчөлөрдүн кыймылдарынын натыйжасында түшүндүргөн **молекулалык-кинетикалык теория** негизделди.

Бул теориянын кеч негизделишине көп кыйынчылыктар, тоскоолдуктар себепчи болгон. Алардын бири, өз мезгилинде чиркөөнүн алдында уюштурулган атайын уюм – инквизиция болгон. Алар окумуштуулардын ар биринин жаңы ачылыштарынын мазмундарын көзөмөлдөп турган.

Эгерде жаңы ачылыштар диний көз караштарга дал келсе, эч кандай тоскоолдук болбогон. Эгерде – каршы келсе,

мындай ачылууларга тыюу салынган, макул болбогон окумуштуулар өз изилдөөсүн уланта берсе, катуу жазага кириптер болушкан.

Мисалы, Г. Галилейдин шакирти Винченцо Вивианини чиркөөгө каршы айткандары үчүн, анын тилин кыркып, асышып, сөөгүн өрттөп, күлүн шамалга сапырып жиберишкен.

Ал эми, жылуулук кубулуштарынын себеби, затты түзүп турган микробөлүкчөлөрдүн кыймылдарынын натыйжалары катары эсепке алынган молекулалык-кинетикалык теория, диний көз караштарга дал келген эмес. Ошондуктан, 1626-жылы Францияда Париж парламенти заттын молекулалык түзүлүшү жөнүндөгү окууга тыюу салып, анын негизинде изилдөөлөрдү жүргүзө тургандарга эң жогорку жазага тартыла турган закон чыгарган.

Экинчи жактан, термодинамикалык көз караштын жактоочулары, классикалык физиканын негиздөөчүлөрү болгон атактуу лорд Кельвин, Лоренцтердин жылуулук кубулуштарынын себептерин түшүндүрүүдө эч кандай заттын ички түзүлүштөрүн эске алуунун кажети жок деген пикирлери басымдуулук кылган.

Мына ошол мезгилдерде, немец окумуштуусу Л. Больцман, өзүнүн изилдөөлөрүндө затты түзгөн бөлүкчөлөрүнүн кыймылдарынын өзгөчөлүктөрүн мүнөздөө үчүн, статистикалык методдорду жана ыктымалдуулук теориясы аркылуу жылуулук кубулуштарын түшүндүрүүгө багытталган теориялык эмгектери жарык көрдү.

Анын теориялык көз караштарынын негизи бар экендигин талкуулоо мындай турсун, окумуштуулардын көпчүлүгү келеке кылышып, бул кампанияга газеталар аралашып, акыры аягы Л. Больцман өзүн-өзү атып салуусу менен аяктады.

Качан гана 1905-жылы немец окумуштуусу Альберт Эйнштейн Броун кыймылынын теориясын сунуш кылып, анын натыйжалары француз окумуштуусу Жан Перрендин тажрыйбаларында далилденгенден кийин, молекулалык-кинетикалык теория – заттын ички түзүлүшүнө таянган көз караштарга негизделген жылуулук кубулушунун теориясы экендиги далилденди.

Азыркы мезгилде Адамдын өндүрүштүк, чарбалык ишмердүүлүгүнүн натыйжасында, жылуулук кубулуштарынын Жердин атмосферасына, экологиясына тийгизген терс таасирин азайтуу жолдорун изилдөө зарылдыктары пайда болуп жатат. Анткени, Адам өзүнүн күндөлүк турмушунун керектүүлүгүнүн зарылдыгынан, анын ишмердүүлүгүнүн натыйжасы Жаратылыштын ресурстарын көзүнө карабай пайдаланууга алып келип, экологиялык катастрофа коркунучун пайда кыла турган деңгээлге жетип калды. Андан тышкары, жылуулук энергиясынын булагы болгон отундун түрлөрү (көмүр, нефть, газ) 120–150 жылдан кийин түгөнөт.

Анын натыйжасында, Кыргызстанда болгон токойдогу карагай, шилби, ыргай, арчаларды отун кылып жагып, бир күнү аны да түгөткөн күн келип жетет. Мындай абалдын келип жетишине биздин ата-бабаларыбыз алдын ала билип «бир жыгач кырксаң, экини экпесең тоо токол болоор, жер такыр болоор, заман акыр болоор» деп бекеринен айтышпаган.

Анын үстүнө, биздин мекенибизде болуп жаткан жер көчкү сыяктуу апаттар, көптөгөн жылдар мурда тоолордун боорундагы карагай, арчалар, ыргайлар, шилби ж. б. кыйылып жок болуп кеткендиктен пайда болуп жатат деп айтууга болот. Ошондуктан, эми жаратылышка зыян келтирбөөчү жылуулук энергиясынын булактарын табуу жана пайдалануу зарылдыгы пайда болууда. Энергиянын мындай булактарына Күндүн, агын суулардын жана Жер астындагы геотермалдык энергиялары кирет.

Келечекте жылуулук кубулуштарына тиешелүү проблемаларды чечүү аркылуу илим менен техниканын мүмкүнчүлүктөрүн изилдөө жана өнүктүрүү аркылуу экологиялык тең салмактуулукту камсыз кылууга жетишүүгө болот.

§ 2. Механикалык энергия жана сүрүлүү күчү. Температура

Механикалык процесстер үчүн энергиянын сакталуу законунда, телонун кинетикалык энергиясы менен потенциалдык энергиясынын суммасы, б. а. телонун толук механика-

лык энергиясы өзгөрбөй тургандыгы, бул энергиялар бири бирине айлана тургандыгы далилденген.

Бирок, бул закондо тело абада кыймылдаганда пайда болгон каршылык күчү жана Жердин бетиндеги телонун кыймылында сүрүлүү күчтөрү пайда болору эске алынган эмес. Телолордун бири бирине салыштырмалуу кыймылында пайда болгон сүрүлүү күчүнүн таасири менен жүргөн кубулуштарда, механикалык энергиянын сакталуу закону аткарылбайт. Сүрүлүү күчүнүн аракетинде телонун механикалык энергиясынын азаюусу менен телонун ысый тургандыгы белгилүү.

Мисалы:

1. Байыркы адамдар кургак жыгачтарды бири бирине өтө тез сүрүлүүсүнөн отту тутандырууну билишкен.
2. Жердин жогорку атмосферасына мезгил-мезгили менен майда метеориттер чоң ылдамдыкта учуп келишкендиктен, алар ысып күйүп кетишет. Мындай учурларда жылдыздуу асманды түн ичинде байкагандар «жылдыз учту» деп калышат. Натыйжада бир жылда мындай метеориттердин 10 *т* ашык калдыктары Жерге түшөт.
3. Отунду аралоодо отун да араа да ысыйт, ошондой эле металл зымды бир нече жолу ийип түздөгөндө, зымдын да ысыгандыгына ынанууга болот. ж. б. у. с.

Сүрүлүүдө эмне үчүн телолор ысыйт?

Сүрүлүүнүн натыйжасында телолордун ысышынын себебин, заттын түзүлүшү жөнүндөгү көз караш аркылуу түшүндүрүлөт.

Бардык заттар майда бөлүкчөлөрдөн турары жана Броун кыймылы, диффузия кубулуштарында – молекулалардын баш аламан тынымсыз кыймылда болору далилденген. Бирок, затты түзүп турган бөлүкчөлөрдүн саны эбегейсиз көп болгондуктан, ар бир молекуланын ылдамдыгын аныктоонун зарылдыгы жок. Мында, заттын молекулаларынын кыймылдарынын эсебинен ээ болгон кинетикалык энергиянын жана молекулалардын ылдамдыктарынын орточо маанилери менен болгон байланышты билүү жетиштүү болот. Ошондуктан, жылуулук кубулуштарынын себептерин түшүндүрүү үчүн, молекулалардын орточо кинетикалык энергиясы $(\overline{E})$ менен

орточо ылдамдыктарынын ($\overline{\vartheta}$) ортосундагы байланышты төмөнкүдөй жазып алабыз:

$$\overline{E} = \frac{m_o \overline{\vartheta^2}}{2},$$

мында m_0 – молекуланын массасы, $\overline{\vartheta^2}$ – молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы.

Бул формуланы төмөнкүдөй жазууга болот:

$$\frac{m_o \overline{\vartheta^2}}{2} = \frac{3}{2} kT .$$

Мындан, температура – молекулалардын орточо кинетикалык энергиясынын б. а. молекулалардын орточо ылдамдыгынын маңызы менен аныктала тургандыгы келип чыгат.

Температура – молекулалардын орточо ылдамдыктарынын чени, б. а. температуранын өзгөрүшү молекулалардын орточо ылдамдыктарынын маанилери менен аныкталат.

Демек, сүрүлүүдөн кыймылдагы телолордун ысышынын себеби, молекулалардын орточо ылдамдыктарынын маанилери көбөйгөндүктөн, телонун температурасы жогорулайт.

Бирок, телонун көлөмүн өзгөртүү менен, анын температурасын жогорулатууга болот.

Мисалы, коргошундун бөлүгүн балка менен бир нече жолу ургулаганда коргошундун ысып кеткендигин байкоого болот. Бул учурда, молекулалардын потенциалдык энергиялары өзгөрөт. Анткени, молекулалардын потенциалдык энергиялары, алардын өз ара жайланышынан көз каранды болот. Согууда улам молекулалардын өз ара жайланышы өзгөрө бергендиктен, молекулалардын орточо ылдамдыктарынын маанилери да көбөйөт. Бул өз кезегинде температуранын жогорулашына алып келет.

Демек, сүрүлүү күчүнүн натыйжасында, кыймылдагы телолордун молекулаларынын орточо ылдамдыктарын көбөйтүп жибергендиктен, телолордун механикалык энергиясынын бир бөлүгү молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясын көбөйтүүгө сарпталып, сүрүлүүдөн телолор ысып кетет.

Жаратылышта температуранын өзгөрүшү менен байланышкан кубулуштар – **жылуулук кубулуштары** деп аталат.

Молекулалардын баш аламан тынымсыз кыймылдары **жылуулук кыймылы** деп аталат.

Телолордун ысышы, муздашы, эриши, тоңушу, буланышы, кайрадан суюктукка айланышы сыяктуу жылуулук кубулуштары молекулалардын кыймылдары жана өз ара аракеттенишүүлөрү менен түшүндүрүлөт.

Жылуулук кубулуштарын затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн кыймылы жана өз ара аракеттенишүүлөрүнүн негизинде түшүндүрүүчү теория – **молекулалык-кинетикалык** теория деп аталат.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Жылуулук жөнүндөгү түшүнүктөр, көз караштар жөнүндө айтып бергиле.
2. Эмне үчүн сүрүлүү күчүнүн аракети менен механикалык энергиянын сакталуу закону аткарылбайт.
3. Сүрүлүүнүн натыйжасы, телолордун ысышына алып келген мисалдарды келтиргиле.
4. МКТнын теңдемелеринин физикалык маңызын чечмелегиле.
5. Температуранын физикалык маңызын чечмелегиле.
6. Сүрүлүүдөн телолордун ысышын, МКТнын негизинде түшүндүргүлө.
7. Жылуулук кубулуштарына мисал келтирип, аны түшүндүргүлө.

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн велосипеддин шинасын үйлөгөн насос ысып кетет?
2. Эмне үчүн тегирменден чыккан ун ысык болот?
3. Күкүрттүн даанасы биринчи жолу, анын коробкасына сүрүлгөндө күйөт. Бирок, шамдын жалынына жакын алып барганда да күйөт. Эки учурда тең күкүрттүн даанасынын күйүүсүнүн себептеринин кандай окшоштугу жана айырмасы бар?

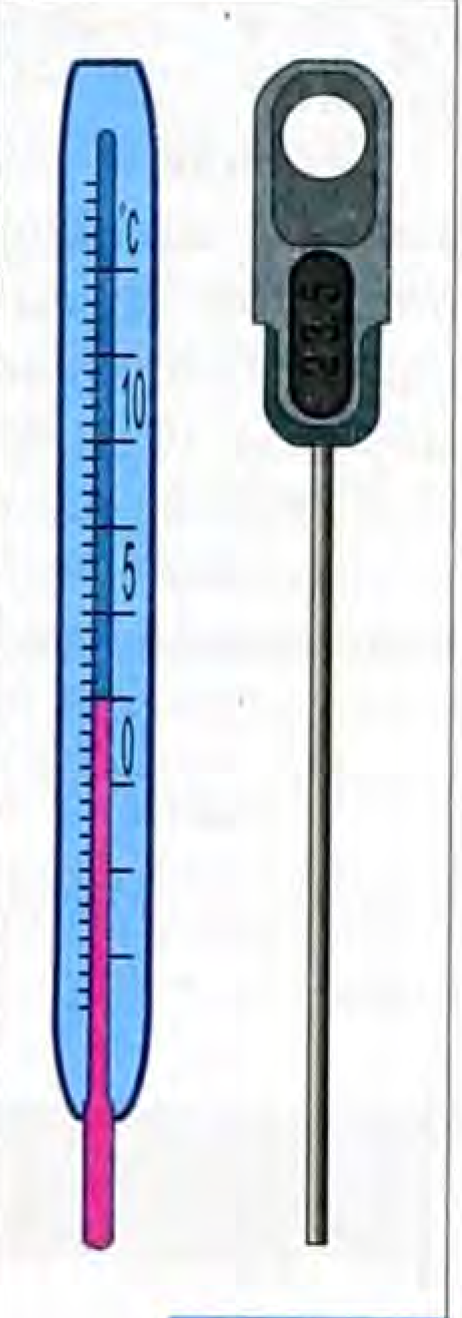
§ 3. Температура. Температураны өлчөө

Жылуулук кубулуштарын изилдөөдө температура, аны өлчөө жөнүндө, техникада жана күнүмдүк турмушта билүү зарылдыгы келип чыккандыктан, алгач термодинамикалык көз караш менен температурага аныктама берилген:

1. Температура – телонун ысыктык даражасын мүнөздөөчү чоңдук; температурасы жогору телодон, анын маңызы төмөн болгон телого жылуулук берилет, б. а. жылуулук энергиясы берилет.

2. Телолордун температуралары теңелгенде жылуулук берүү токтолот. Заттардын бул абалы – заттардын жылуулук **тең салмактуулук абалы** деп аталат.

3. Температура термометр менен өлчөнөт (1-сүрөт). Термометр заттардын жылуулук тең салмактуу абалын аныктайт.



1-сүрөт.

Демек, температура – заттардын тең салмактуулук абалынын четтешин көрсөтөт.

Температураны өлчөө бирдигин жана шкаласын, XVIII кылымда швед физиги Цельсий сунуш кылган. Бул шкала муздун эриши же суунун тоңушу жана суунун кайноо кубулушу менен аныкталган. Идиштеги муз толук эрип бүткөнчө же суу толук тоңгончо температура туруктуу сакталары тажрыйбаларда далилденген. Суюктук ысыгандан кайнаганга чейин температура жогорулайт да, кайнагандан баштап анын маңызы туруктуу сакталат. Суунун ушул эки абалына салыштырмалуу температуранын Цельсий шкаласы аныкталган.

Сымап термометрин даярдоодо, анын резервуары температурасы 300°Cга жакын болгон кайнап турган майга матырылат жана сымаптын төгүлүшүнө тоскоолдук кылбай, түтүкчөнү данакерлеп коюшат. Кайнаган суунун буусунда резервуардан чыккан сымаптын көрсөтүүсү 100°C деп белгиленет, эрий баштаган муздун температурасына туура келген штрих 0°C деп белгиленет. Бул белгиленген аралыкты 100гө бөлүп, бир бөлүгүн бир градус **Цельсий** деп кабыл алынган.

Англиялык физик Кельвин температуранын жаңы шкаласын сунуш кылган. Бул шкала газдардын молекулаларынын орточо ылдамдыгынын температурага көз карандылыгы-

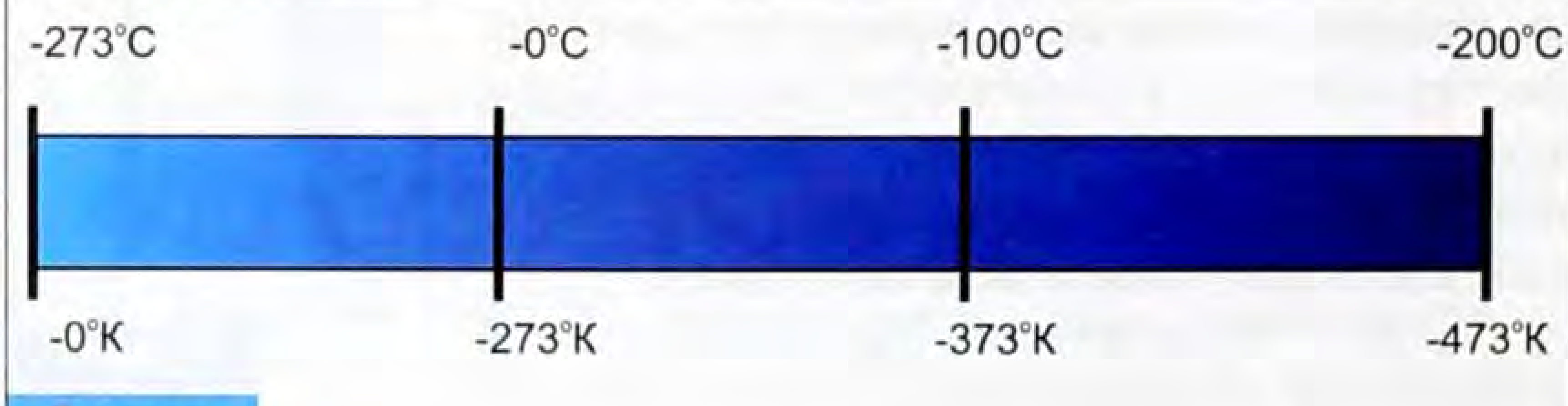
на негизделген. Температура төмөндөгөндө молекулалардын баш аламан кыймылынын орточо ылдамдыгы азая берет. Температуранын Цельсий шкаласы боюнча $-273^{\circ}C$ болгондо, молекулалардын баш аламан кыймылы токтору далилденген. Молекулалардын баш аламан кыймылынын ылдамдыгы нөлгө барабар болгон температура абсолюттук нөл температурасы деп аталат. Бул абалдагы ($-273^{\circ}C$) температураны М. В. Ломоносов «Муздактыктын эң төмөнкү чеги» деп атаган.

Абсолюттук нөлдөн баштап ченелген температура **Кельвиндин шкаласы** деп кабыл алынган. Бул шкаладагы температура, Цельсий шкаласы менен берилген температура аркылуу белгиленет (2-сүрөт). Бирдиктердин Эл аралык системасында (СИ) боюнча температуранын бирдиги үчүн Кельвин (1 K) кабыл алынган. 1 K = $1^{\circ}C$.

Цельсий шкаласы (t) менен Кельвин шкаласынын (T) байланышы төмөнкүдөй аныкталат:

$$T = t + 273.$$

Мисалы, $t = 20^{\circ}C$ абсолюттук температура менен төмөнкүдөй туюнтулат: $T = 20 + 273 = 293^{\circ}\ K$.



2-сүрөт.

Бирок, температуранын бирдей өзгөрүшүндө суюктук термометрлериндеги жумушчу тело болгон сымап, спирт, глицериндин көлөмдөрү бирдей өзгөрбөйт. Мына ушул себептен, суюктук термометрлеринин жардамы менен температуранын чыныгы маанилери, белгилүү бир маанидеги катачылыктар менен аныкталат.

Ошондуктан, температураны өтө так эсептөө зарыл болгону өндүрүштө жана илимий изилдөөлөрдө электрдик, термоэлектрдик термометрлер колдонулат.

§ 4. Ички энергия. Жумуш. Жылуулук берүү

Сүрүлүүдө, кыймылдаган телолордун механикалык энергиясы азайганы менен, бул энергия жоголуп кетпейт. Тело ысытылганда, молекулаларынын кыймылы тездиги жогорулап кинетикалык энергиясы көбөйөт, молекулалардын өз ара жайгашуу аралыгы өзгөргөндүктөн потенциалдык энергиясы да өзгөрөт. Молекулалардын орточо кинетикалык жана потенциалдык энергияларынын суммасы **заттын ички энергиясы** деп аталат.

Демек, кыймылдагы телолордун сүрүлүүнүн натыйжасындагы механикалык энергиянын азайышы, телонун ички энергиясынын көбөйүшү менен коштолот.

Жалпылап айтканда, энергия жоголбойт, ал биринчи түрдөн экинчи түргө өтөт. Жаратылыштын эң негизги закондорунун бири болгон энергиянын сакталуу жана айлануу законунун маңызы мына ушунда. Заттын ички энергиясынын өзгөрүшү, анын молекулаларынын энергиясын өзгөртүү жолдоруна байланыштуу болот.

Сүрүлүү, деформациялоо, согуу аркылуу молекулалардын орточо кинетикалык жана потенциалдык энергиясы өзгөргөндүктөн, заттын ички энергиясы өзгөрөт.

Заттын ички энергиясын мындай өзгөртүү жолдору **жумуш аткаруу** деп аталат.

Демек, жумуш аткаруу жолу менен телонун ички энергиясын өзгөртүүгө болот.

Заттардын ички энергиясын жылуулук берүү жолу менен да өзгөртүүгө болот.

Жылуулук берүү – жумуш аткарылбай туруп, заттын ички энергиясын өзгөртүү процесси.

Мында, жылуулук берүү аркылуу телонун ички энергиясынын көбөйүшүнүн себеби, ички энергиянын бир бөлүгү, температурасы жогору заттан температурасы төмөн болгон затка берилет. Бул процесстерде, температуранын айырмасы – жылуулук берүү багытын көрсөтөт.

Заттардын температуралары бирдей болгондо жылуулук алмашуу токтолот.

Молекулалык-кинетикалык көз караш менен караганда, телолордун ортосундагы жылуулук алмашуунун токтошу, бул телолордун молекулаларынын орточо ылдамдыктары бирдей мааниге ээ болгондугу менен түшүндүрүлөт.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Температуралык шкалалар жөнүндө айтып бергиле.
3. Суюктук термометрлери, суюктуктун кандай касиетине негизделген?
3. Сымап термометри кандай даярдалат?
4. Ички энергия деп эмнени айтабыз?
5. Ички энергияны жумуш аткаруу жолу менен өзгөртүү жолдоруна мисал келтиргиле.
6. Жылуулук берүү деп эмнени айтабыз?
7. Эки телонун ортосундагы жылуулук алмашуу качан токтойт?

Сапаттык маселелер:

1. Биринчи жолу балка менен болоттун бөлүгүн урганда, андан балка кайра артына өз алдынча кайтат. Коргошундун бөлүгүн урганда азыраак аралыкка кайтат. Кайсы металлга көбүрөөк энергия берилген?
2. Эмне үчүн медициналык термометрде сымаптын ордуна спиртти же эфирди пайдаланууга болбойт?
3. Эмне үчүн врач оорулууну көрүп жатып, медициналык термометрди 5–7 минутадан кийин көрөт?

§ 5. Жылуулук берүү түрлөрү. Жылуулук өткөрүмдүүлүк

Негизинен металлдар жылуулук өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болушат.

Мисалы, металл кашык, мык, бир учу кайнап турган сууда же оттун жалынында болсо, бир аз убакыттан кийин бул металлдардын экинчи учу да ысый тургандыгы баарыбызга маалым.

Жылуулук берүүнүн бул түрү **жылуулук өткөрүмдүүлүк** деп аталат. Бул учурда металлдын бир учунан экинчи учуна жылуулук кандайча берилет?

Металлдардын бөлүкчөлөрү иреттүү жайланышуу менен (кристаллдык торчолордун түйүндөрүндө) термелүү абалдарында болушат. Б. а. курчап турган чөйрөнүн температурасына жараша, өз ара тартышуу жана түртүшүү күчтөрүн тең салмактанта турган чекиттерде иреттүү жайланышкан бөлүкчөлөр орточо ылдамдыкта термелишет. Ысытуудан металлдын бир учундагы бөлүкчөлөрдүн ылдамдыгы жогорулайт, анын натыйжасында жанаша бөлүкчөлөргө таасирин тийгизип, алардын да ылдамдыгын жогорулатып жиберет. Ал эми, бул бөлүкчөлөрдүн ылдамдыктарынын жогорулашы, металлды бойлото жылуулуктун берилишине, б. а. температуранын жогорулашына алып келет.

Демек, жылуулук өткөрүмдүүлүк аркылуу жылуулук берилүү механизми, белгилүү бир чекиттерде жайланышкан бөлүкчөлөрдүн кыймылынын бири бирине берилиши менен түшүндүрүлөт.

Аба, жүн, пахта, айнек, суу, пластмасса начар жылуулук өткөргүчтөргө кирет.

§ 6. Конвекция

Конвекция – жылуулук берүүнүн экинчи түрү болуп саналат.

Суюктуктарда, абада жылуулук конвекция аркылуу берилет. Идиштеги суу ысытылганда, эң биринчи идиш, андан кийин суунун төмөнкү катмары ысыйт. Натыйжада, бул катмарлардын молекулаларынын ылдамдыгы жогорулайт. Ошондуктан, суюктуктун төмөнкү катмарынын тыгыздыгы азайып, «жеңил» болуп калгандыктан, Архимеддик күчтүн аракети менен, бул катмар суунун бетине көтөрүлөт. Жогору көздөй жылуу катмардын агымы, идиштин түбүн көздөй багытталган муздак катмардын агымын пайда кылат.

Демек, суюктуктарда жана газдарда агым аркылуу жылуулуктун берилиши **конвекция** деп аталат.

Мисалы, кышында үйдөгү жылытуучу батареялар же мештерден бөлүнүп чыккан жылуулук конвекция аркылуу бөлмөлөргө берилет. 3-сүрөттө күкүрттүн даанасынан пайда болгон түтүндөн, конвекциянын кандай багытта жүрүп жат-

3-сүрөт.

кандыгына ынанууга болот.

Суюктуктардын жана газдардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү начар болот. *Мисалы,* муздак суу куюлган пробирканын жогору жагы спиртовканын жалынына кармалса, суунун бети ысып, кайнап кетет да, пробиркадагы суунун төмөнкү катмары муздак боюнча кала берет. Ошондуктан, көлдөрдө, деңиздерде суунун бети ысык болсо да, төмөнкү катмарлары муздак боюнча кала берет. Шамалдын пайда болушу жана аба ырайынын өзгөрүшү конвекция кубулушунун натыйжалары болуп саналат.

§ 7. Нурдануу

Нурдануу – жылуулук берүүнүн үчүнчү түрүнө кирет. Зат өзүнүн жылуулугун Адамдын көзүнө көрүнбөгөн жылуулук нурларынын жана жарык нурлары аркылуу берүү касиетине ээ болот.

Мисалы, ысытылган телолордун жылуулугу Адамдын көзүнө байкалбаган жылуулук нурлары аркылуу курчап турган чөйрөгө же башка телолорго берилет. Бул жылуулук нурлары – **инфракызыл нурлары** деп аталат (4-сүрөт).

4-сүрөт.

Күн – жылуулук энергиясынын булагы болуу менен, ал жарык, инфра ошондой эле ультракызгылт көк нурлары аркылуу Жерге берилет.

150 млн *км* аралыктагы Күндөн таралган мындай нурлар Жерге келип жеткендиктен, Жердин бети ысыйт. Ак телолор өзүнө түшкөн нурлардын дээрлик баарын

чагылтып жиберет. Мына ушул себептен күзгүдөй жалтыраган самоорлор, металл чайнектер жылуулугун көпкө чейин сактай алышат.

Кара телолор өзүнө тийген нурларды дээрлик баарын жутат. Ошондуктан, жай айларында ак кийим кийгендерге караганда, кара кийим кийгендер аябай тердешет (5-сүрөт).

5-сүрөт.

Жылуулукту алып жүрүүчү нурлар, жарык нурлары жана алардын жутулуулары «парник» эффектисин пайда кылат.

Мисалы, кышында айнек же тунук полиэтилен менен капталган өсүмдүктөрдү, жемиш, жашылчаларды, гүлдөрдү өстүрүүгө ылайыкташтырылган жайлардагы температура курчап турган чөйрөгө караганда жогору болот. Эмне үчүн?

Анын себеби, айнек же тунук полиэтилен Күндүн нурун өткөргөндүктөн Жердин кыртышынын температурасы жогорулай баштайт. Ысыган Жердин кыртышынын жылуулугу инфракызыл нурлары аркылуу тарала баштайт. Бул нурларды айнек же полиэтилен сырткы чөйрөгө өткөрбөгөндүктөн, мындай чөйрөнүн температурасы, курчап турган чөйрөгө караганда жогору болот.

Бул парник эффекттиси Чолпон планетасына да тиешелүү. *Мисалы,* астрономиялык жана космостук изилдөөлөр көрсөткөндөй, Чолпон планетасынын бетинде температура 485°С экендиги далилденген. Мындай температура Чолпон планетасы үчүн көп экендиги айкын.

Бирок, бул планетаны дайыма булуттун тыгыз катмары курчап турат. Мына ошол булуттар айнек, полиэтилен сыяктуу парник эффекттисин пайда кылгандыктан, Чолпон планетасынын температурасы өтө жогору болуп калган.

Демек, жылуулук берүү: **жылуулук өткөрүмдүүлүк, конвекция, нурдануу** аркылуу жүрөт.

БИБЛИОТЕКА

Ысык же муздак суюктуктарды сактоо үчүн термостор колдонулат. Термосторду жасоодо жылуулук берүүнүн үч түрү тең мүмкүн болушунча төмөндөтүлөт.

Ал үчүн термостун ички корпусу күзгүдөй жалтыраган 2 кабат идиштен жасалып, алардын арасындагы аба сордуруп алынып, ийне сыяктуу учу менен сырткы корпусу аркылуу байланышат.

Ошондуктан, мындай термостордо чай, суюк тамактарды көпкө чейин температурасын өзгөртпөй сактоого болот. Ал эми, техникада, илимде суюк азот (–193°C) атайын идиштерде (Дьюардын идиши) сакталат.

§ 8. Жылуулук саны. Заттын жылуулук сыйымдуулугу

Жылуулук берүүнүн кайсы түрүндө болбосун, заттын ички энергиясы өзгөрөт.

Жылуулук алмашуу процесстеринде зат алган же, затка берилген ички энергиянын бөлүгү **жылуулук саны** деп аталат.

Жылуулук саны телонун ички энергиясынын өзгөрүшүнүн чени болуп саналат.

Жылуулук саны – жылуулук алмашуунун сандык мүнөздөмөсү болуп, СИ системасындагы бирдиги үчүн 1 *Дж* кабыл алынган.

Жылуулук санын эсептөө үчүн, алдын ала ар бир заттын бир килограммынын температурасын бир градуска өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук санын аныктап алуу абзел. Массасы 1 *кг* заттын температурасын 1°Ска өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук саны – заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу деп аталат. Математикалык туюнтмасы төмөнкүдөй жазылат:

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}.$$

Мында Q – жылуулук саны;

m – заттын массасы;

Δt – температуранын өзгөрүшү;

C – заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу.

$$[C] = \frac{[Q]}{[m] \cdot [t]} = \frac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}.$$

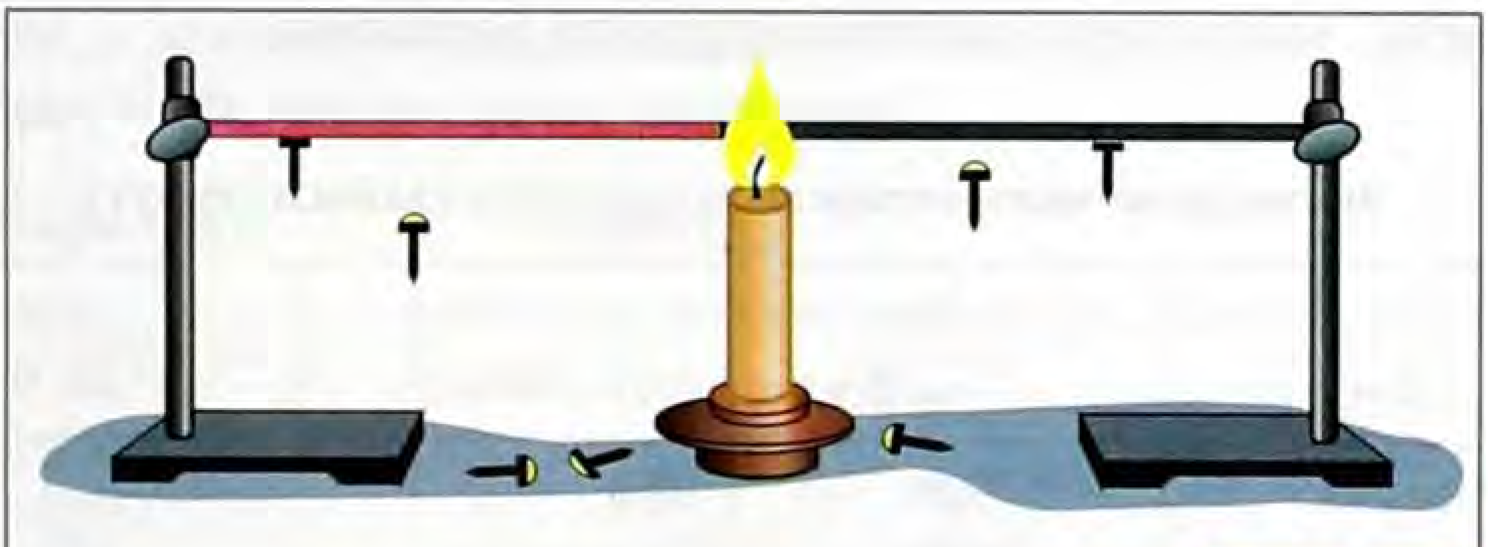
Демек, заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, 1 *кг* заттын температурасын 1°Сге өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук санын көрсөтөт.

Мисалы, суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу 4200 *Дж/кг*°С. Мындан, 1 *кг* суунун температурасын 1°Сге өзгөртүү үчүн 4200 *Дж* жылуулук саны талап кылына тургандыгы көрүнүп турат.

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанилери бири биринен айырмаланат.

Мисалы, бирдей калыңдыктагы, узундуктагы жез жана алюминий зымына, бирдей аралыкка кичинекей мыктарды бал аарысынын мому менен бириктирип, чиймеде көрсөтүлгөндөй шам менен ысыталы. Тажрыйбада жез зымындагы мыктар тез эле түшүп кетет. Эмне үчүн?

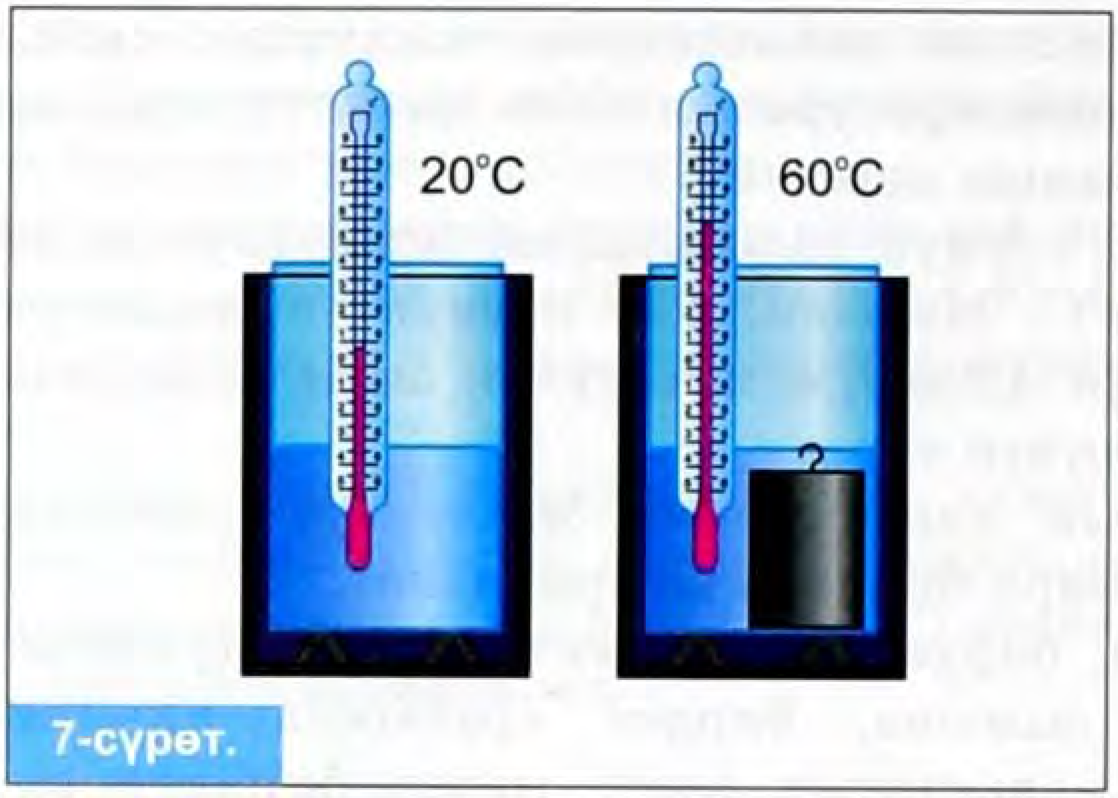
Анын себеби, жездин салыштырма сыйымдуулугу алюминийге караганда аз болгондуктан, жез тез эле ысып кетет (6-сүрөт).


6-сүрөт.

Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу канчалык чоң мааниге ээ болсо, анын температурасын өзгөртүү үчүн ошончолук көп жылуулук саны зарыл болот.

Мисалы, эки бирдей идишке, бирдей массадагы кайнатылган суу куюлган. Бирок, идиштердин биринде металлдын бөлүкчөсү бар. Бир канча убакыттан кийин, термометрлердин көрсөтүүлөрү тиешелүү 20°С жана 60°С болуп калат.

Эмне үчүн? Анын себеби, суунун ичиндеги металлдын бөлүкчөсү менен суунун жалпы жылуулук сыйымдуулугу, биринчи (7-сүрөт) идишке караганда көбүрөөк болот. Ошондук-



7-сүрөт.

тан, экинчи идиш жайыраак муздайт. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун таблицадагы белгилүү маанисинде, затка берилген же берген жылуулук санын аныктоого болот.

Төмөндө заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанилери таблица түрүндө берилген.

1-таблица

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу

Зат	$c, \frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	Зат	$c, \frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$
Алюминий	920	Кум	880
Суу	4200	Сымап	130
Темир	460	Коргошун	140
Керосин	2100	Күмүш	250
Кирпич	880	Спирт	2500
Латунь	380	Болот	500
Муз	2100	Айнек	840
Никель	460	Калай	230
Жыгач	2400	Эфир	3340
Алтын	100	Жез	390

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Жылуулук өткөрүмдүүлүк деп эмнени айтабыз?
2. Конвекция жөнүндө айтып бергиле.

3. Нурдануу деп эмнени айтабыз?
4. «Парник» эффектиси жөнүндө эмнелерди билесиңер?
5. Термосто кандайча ысыктык көпкө чейин сакталат?
6. Жылуулук саны деп эмнени айтабыз?
7. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун физикалык маңызын айтып бергиле.

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн кышында көчөдө металлды кармаганда, жыгачка караганда муздак сезилет? Кандай температурада металл менен жыгач бирдей сезилет?
2. Жапайы жаныбарлар жазга маал түлөсө, күзүндө калыбына келет. Алардын калың жүнүнүн кандай мааниси бар?
3. Эмне үчүн чөлдө күндүзү аябай ысык болсо, түндө температура 0°Стан төмөн болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

800 *г* алюминий мискейинде, 10°Стагы 5 *л* суу кайнашы үчүн канча жылуулук саны сарпталат?

Берилди:

$V = 5$ *л.*
$m = 5$ *кг*
$t_1 = 10°C$
$t_2 = 100°C$
$m_a = 0,8$ *кг*
$C_a = 920 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$
$C_c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$

$Q - ?$

Чыгаруу:

Жалпы жылуулуктун бир бөлүгү мискейде ысытууга кетсе,

$$Q_a = C_a m_a (t_2 - t_1),$$

экинчи бөлүгү сууну ысытууга сарпталат.

$$Q_c = C_c m_c (t_2 - t_1).$$

Ошондуктан жалпы жылуулук саны төмөнкүдөй аныкталат:

$$Q = Q_c + Q_a$$

же $Q = C_a m_a (t_2 - t_1) + C_a m_a (t_2 - t_1)$.

Акыркы алынган формулага маселенин берилишиндеги чоңдуктардын сан маанилери коюлса, Qнун төмөнкү маанисин алууга болот.

$$Q = 920 \cdot 0,8 (100 - 100) + 4200 \cdot 5 (100 - 10) = 2,6 \cdot 10^6 (Дж) \cdot$$

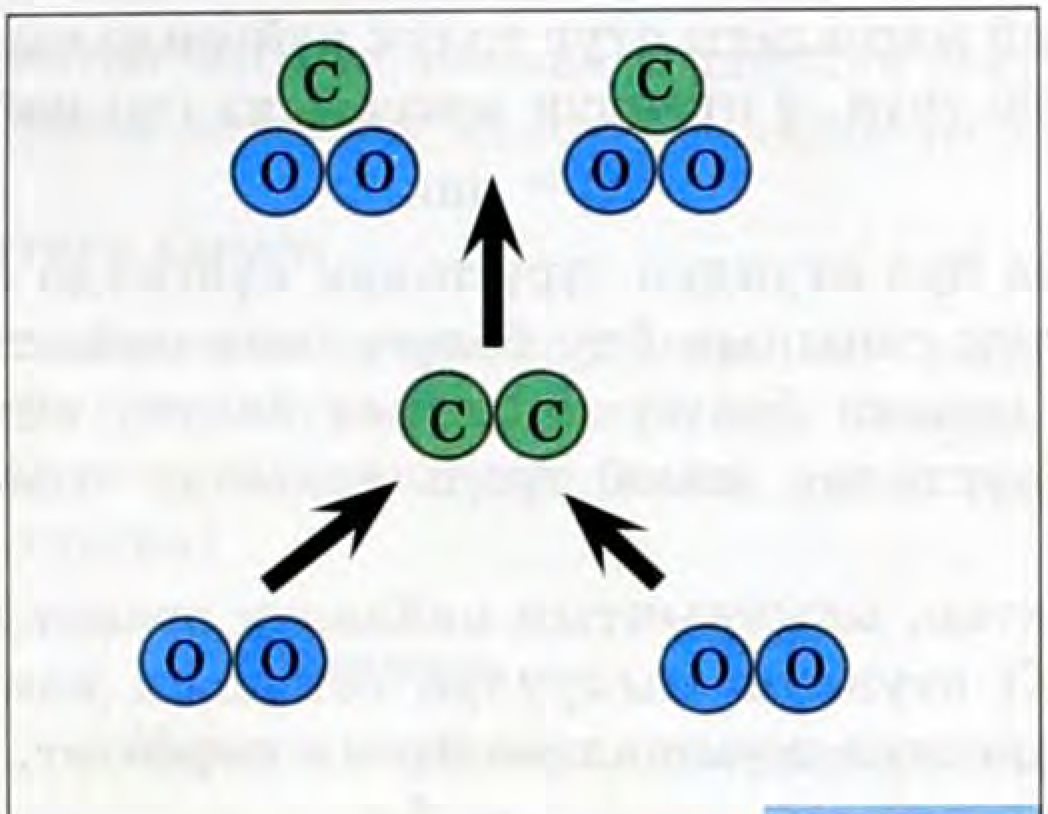
1-көнүгүү

1. 200 *г* алюминий идиште 1,5 *кг* сууну 20°Стан 100°Ска чейин ысытуу үчүн канча жылуулук саны талап кылынат?
2. Жабык бөлмөнүн абасын 4°Ска ысытуу үчүн 258 *кДж* жылуулук саны сарпталды. Бөлмөнүн көлөмү кандай?
3. Эгерде 100 *г* металлды 20°Стан 24°Ска чейин температурасын жогорулатуу үчүн 152 *Дж* талап кылынса, анын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла.
4. 0,2 *кг* чоюн ысытылгандан кийин, 15°Стагы 0,8 *кг* керосини бар идишке салынды. Эгерде жалпы температурасы 20°С болуп калса, чоюндун баштапкы температурасын аныктагыла.
5. Сууну 15°С тан кайнатууга чейин 178,5 *кДж* жылуулук саны керек болот. Суунун массасын аныктагыла.
6. Суу 1200 *м* бийиктиктен түшөт. Эгерде оордук күчүнүн жумушунун 60% сууну ысытууга сарпталса, суунун температурасы канчага жогорулаган?
7. Кубаттуулугу 75 *Вт* кыймылдаткыч 5 минутада идиштеги суунун ичиндеги калакты айландырат. Калактын сууга сүрүлүүсүнүн натыйжасында, суу ысыйт. Энергия толугу менен сууну ысытууга сарпталат деп эсептеп, 0,2 *л* суунун температурасы канчага өзгөргөндүгүн аныктагыла.

§ 9. Отундун күйүү жылуулугу. Отун энергиясы. Ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти

Адамдар байыртадан бери тиричилик жана өндүрүш үчүн ар түрдүү отундардын түрлөрүн пайдаланып келишкен. Азырга чейин эле отун катары жыгач, таш көмүр, жаратылыш газы, нефть ж. б. колдонулат.

Отун күйгөндө эмне үчүн жылуулук бөлүнүп чыгат? Ширеңкени чакканда механикалык энергия ички энергияга айланат. Тез кыймылдаган көмүртектин атомдору менен кычкылтектин атомдору биригишип молекулалардын ылдамдыктары тездеп, ички энергия көбөйөт. Отун күйгөндө, анын курамындагы көмүртектин молекулалары менен абанын курамындагы кычкылтектин молекулалары биригип көмүр кычкыл газы пайда болуп, түтүн менен жогору көтөрүлөт (8-сүрөт).



8-сүрөт.

$$C_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + Q .$$

Отундун курамындагы көмүртектин санына жана отундун молекулалык түзүлүшүнө жараша 1 *кг* отун күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны ар түрдүү болот.

1 *кг* отун толук күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны **отундун салыштырма күйүү жылуулугу** деп аталат. Бул чоңдуктун бирдиги [*Дж/кг*], *q* – тамгасы менен белгиленет.

Отундун салыштырма күйүү жылуулугу аныкталган маанилери 2-таблицада берилген.

2-таблица

Отундун күйүү жылуулугу

Зат	q, $10^6 \frac{Дж}{кг}$	Зат	q, $10^6 \frac{Дж}{кг}$
Бензин	46	Мазут	42
Дизель майы ...	42,7	Нефть	44
Кургак жыгач ...	13	Спирт	27
Таш көмүр......	30	Порох	3,8
Керосин	46	Суутек..........	120
Кокс	30	Табигый газ	44

Мисалы, жыгач үчүн $q = 13 \cdot 10^6$ *Дж/кг*. Бул 1 *кг* жыгач күйгөндө $Q = 13 \cdot 10^6$ *Дж* жылуулук энергиясы бөлүнүп чыгат.

Ар кандай массадагы отун толук күйгөндө чыккан жылуулукту эсептөө үчүн, q отундун массасына (m) көбөйтүлөт.

$$Q = qm.$$

Тигил же бул отундун түрү толук күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санынын бир бөлүгү гана пайдалуу максатка сарпталып, калган бөлүгү пайдасыз болуп, айлана-чөйрөнү ысытууга сарпталат жана түтүн аркылуу атмосферага берилет.

Ошондуктан, ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти (η) (ПАК) отундун жылуулук санынын канча проценти пайдалуу максатка жумшалгандыгын көрсөтөт.

$$\eta = \frac{Q_П}{Q_Ж} 100\,\% . \qquad (6)$$

Мында $Q_П$ – пайдалуу жылуулук саны;

$Q_Ж$ – жалпы жылуулук саны.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Термодинамиканын I законунун физикалык маңызын чечмелегиле?
2. Термодинамиканын I закону жумуш аткарылбаганда кандай түргө ээ болот?
3. Адиабаталык процесс үчүн, термодинамиканын I закону кандайча айтылат?
4. Отундун күйүү жылуулугу деп эмнени айтабыз?
5. Ар кандай массадагы отун күйгөндөгү бөлүнүп чыккан жылуулук санын кандайча эсептөөгө болот?
6. Ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти эмнени көрсөтөт?
7. Ысыткычтын ПАКи кандайча эсептелинет?

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн 1 түрдөгү түбөлүктүк кыймылдаткычты түзүү мүмкүн эмес?
2. 1 *л* суунун температурасын 1°Сга өзгөртүү үчүн, канча жылуулук саны сарпталат? Ошондой эле натыйжага жетүү үчүн, канча жумуш аткарууга туура келет?

3. Ысыткычтан бөлүнүп чыккан жылуулук санын эмне үчүн толугу менен пайдалуу максатка сарптоого болбойт?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. 200 *м/с* ылдамдыктагы коргошун огу топурактан жасалган тоскоолдугуна учурап токтоп калды. Эгерде октун 75% анын ички энергиясына айланган болсо, анын температурасы канчага жогорулаган?

Берилди:	**Чыгаруу:**
$\eta = 0{,}75$ $v = 200$ *м/с* $C = 130$ *Дж/кг°C*	Мында, коргошундун кинетикалык энергиясы $E_K = \frac{mv^2}{2}$ нын 75% жылуулук санына айланат.
$t = ?$	Демек, $\eta = \frac{Cm\Delta t}{mv^2/2}$ $\Delta t = \frac{\eta \cdot v^2}{2 \cdot C}$ $\Delta t = \frac{0{,}75 \cdot 2 \cdot 10^4}{2 \cdot 130} = 57{,}7^\circ C$.

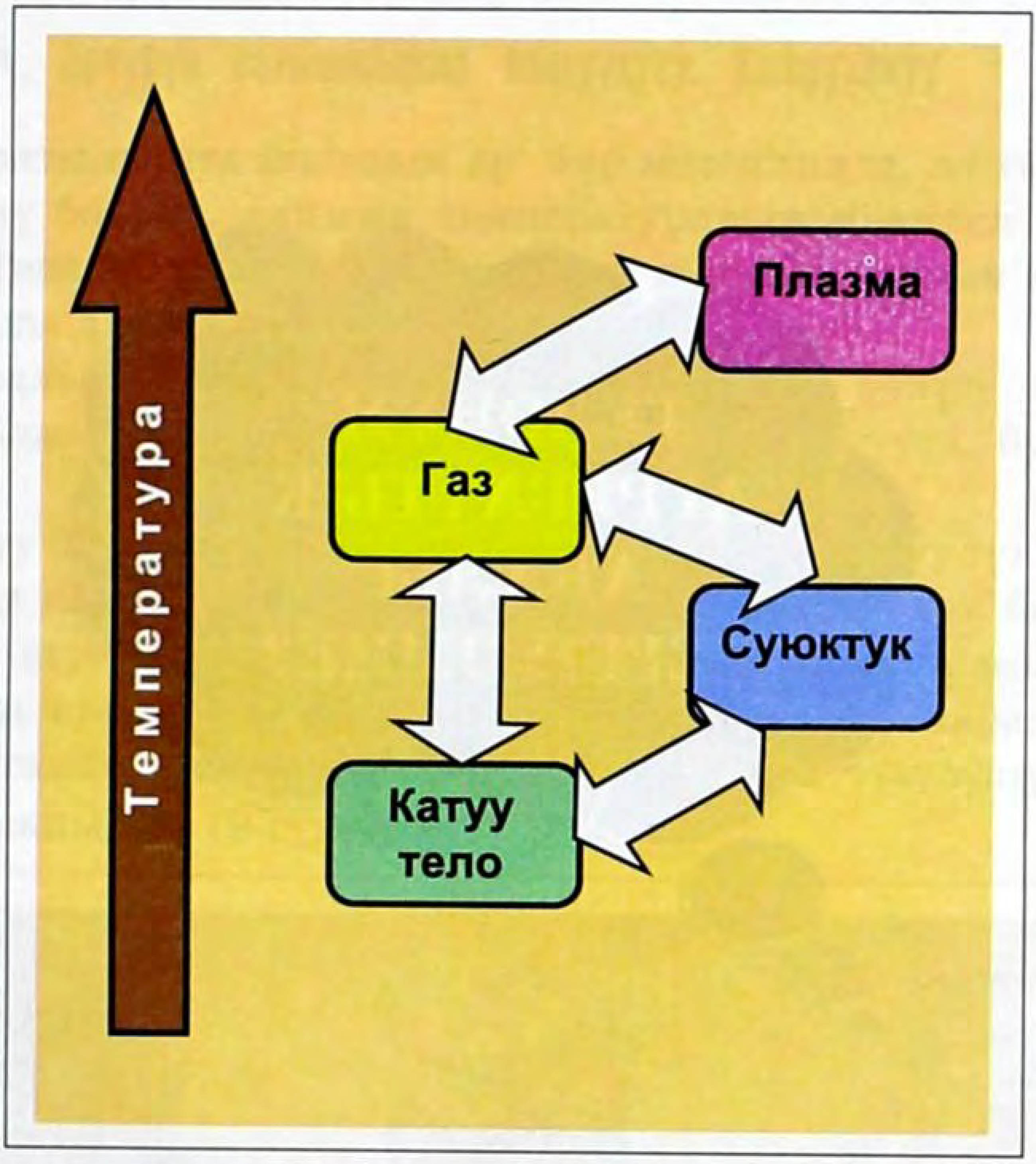
2. Дистиллятордогу 30 *л* суунун температурасы 8°С. 5 *л* дистирленген сууну алуу үчүн, 1,6 *м*³ жаратылыш газы сарпталган. Дистиллятордун ПАКин аныктагыла.

Берилди:	**Чыгаруу:**
$m_с = 30$ *кг* $m_б = 5$ *кг* $t_1 = 8^\circ C$ $t_2 = 100^\circ C$ $L = 2{,}3 \cdot 10^6$ *Дж/кг* $V = 1{,}6$ *м*³ $q = 44 \cdot 10^6$ *Дж/кг*	Дистиллятордун ПАКи, жаратылыш газы күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санынын $Q_ж = qm,$ канча бөлүгү сууну кайнатууга, $Q_c = C\,m_c(t_2 - t_1),$
$\eta - ?$	канча бөлүгү кайноо температурасында бууга айландырууга сарптала тургандыгын көрсөтөт.

$$Q_б = L\,m.$$

2-көнүгүү

1. 600 *Дж* жылуулук саны берилген, газ 200 *Дж* жумуш аткарса, анын ички энергиясы канчага көбөйгөн?
2. Болоттун бөлүгү бийиктиктен 50 *м/с* ылдамдык менен Жерге келип түшөт. Анын температурасы канчага көтөрүлгөн?
3. 50 *кг* сууну 20°Стан кайнаганга чейин канча керосин сарпталат? Ысыткычтын ПАК 35% .
4. 2 *кг* сууну 14°Стан 50°Ска чейин ысытуу үчүн канча спирт сарпталат?
5. 6 $м^3$ бензин күйгөндө бөлүнүп чыккан энергияга барабар болушу үчүн, канча көмүр жагуу зарыл болот?
6. 10 *г* керосин күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны 22 *кг* сууга толугу менен берилсе, суунун температурасы канчага өзгөрөт?
7. Замбиректен 500 *кг* снаряд, 800 *м/с* ылдамдык менен чыгышы үчүн, 200 *кг* дары күйөт. Эгерде дарынын күйүү жылуулугу 3,2 М *Дж* болсо, замбиректин ПАКин аныктагыла.



ЖЫЛУУЛУК АЛМАШУУДА ТЕЛОНУН АГРЕГАТТЫК АБАЛЫНЫН ӨЗГӨРҮШҮ

ТЕЛОНУН АГРЕГАТТЫК АБАЛЫ ДЕГЕН ЭМНЕ?

II глава

ЖЫЛУУЛУК АЛМАШУУДА ТЕЛОНУН АГРЕГАТТЫК АБАЛЫНЫН ӨЗГӨРҮШҮ

§ 10. Эрүү. Эрүүнүн салыштырма жылуулугу. Катуулануу

Жаратылышта жылдын ар бир мезгилинде, ал гана эмес күнү-түнү болобу, дайыма температуранын мааниси өзгөрүп турат. Температуранын өзгөрүшүнө жараша заттын агрегаттык абалы да өзгөрөт.

Мисалы, кышында суунун белгилүү бир бөлүгү муз абалында болсо, жаз, жай айларында муз эрип сууга, бууга айланат.

Катуу абалындагы затка, б. а. телого жылуулук берилгенде, ал кандайча суюктукка айланат? Жылуулук берилген телонун агрегаттык абалынын өзгөрүшү, телонун молекулаларынын кандай мүнөздө жайланышынан көз каранды болот. Анткени, телолор бири биринен ички түзүлүшү менен айырмаланышат (9-сүрөт).

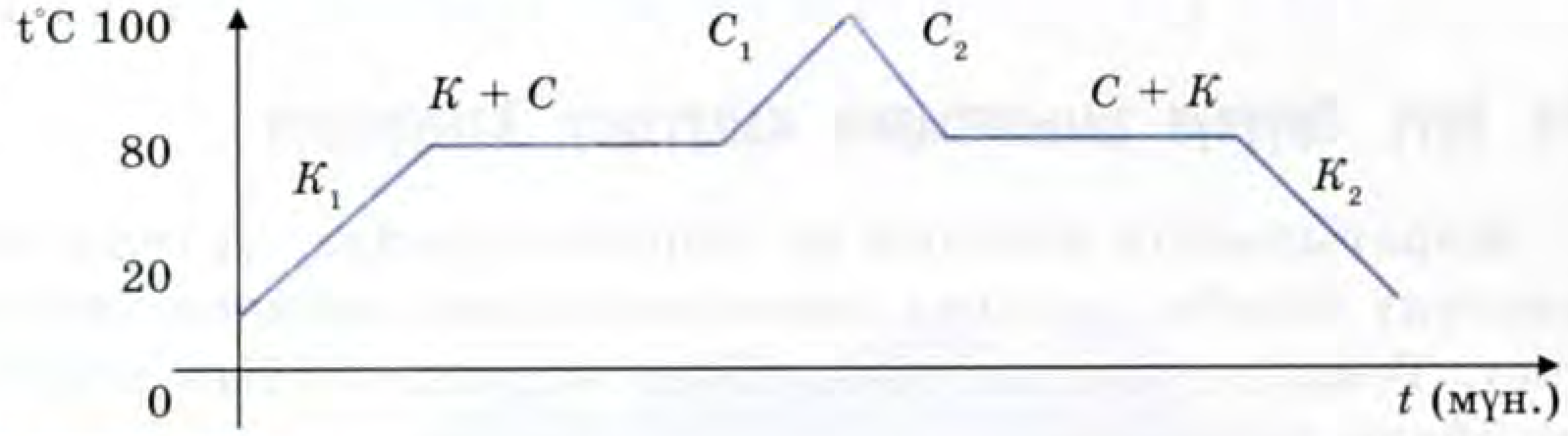
9-сүрөт.

Молекулалары (атомдору, иондору) иреттүү жайланышкан телолор – **кристаллдык телолор** деп аталат. Кристаллдык телолор белгилүү бир температурада эрийт.

Кристаллдык телонун суюктукка айланышы – **эрүү** деп аталат.

Эрүү процессин жана анын натыйжасына байкоо жүргүзүү үчүн, төмөндө пробиркага салынган нафталин кристаллынын ысышында, эригенде жана кайра мурдагы абалына

келүүсүндө, убакыттын өтүшү менен температуранын өзгөрүшүнүн графиги берилген (10-сүрөт).



10-сүрөт.

Графикте нафталиндин ысышы, эрүүсү, суюктуктук абалы, катуулануусу – K_1, $K + C$, C_1, C_2 , $C + K$, K_2 участкалары менен көрсөтүлгөн.

Пробиркадагы нафталиндин температурасы 20°Сты көрсөтөт. Акырындык менен ысытылган нафталиндин температурасы 80°Ска чейин өсөт. Ошондуктан, K_1 – участкасы – кристаллдык телонун (нафталиндин) бөлмөнүн температурасынан эрүү температурасына чейинки ысуу процессин көрсөтөт. Андан кийин, жылуулук берилүү улантылып жатса да нафталиндин температурасы 80°Стан жогорулабайт. Кристаллдык телолор суюктукка айлана баштаган температура, анын **эрүү температурасы** деп аталат. Нафталиндин эрүү температурасы 80°С.

Төмөндө айрым кристаллдык телолордун эрүү температураларынын маанилери таблицада берилген.

3-таблица

Кээ бир заттардын эрүү температуралары

Зат	t°C	Зат	t°C
Муз	0	Нихром	1400
Нафталин	80	Фехраль	1460
Калай	232	Кремний	1415
Коргошун	327	Никель	1435
Алюминий	660	Чоюн	1100–1300
Күмүш	961	Болот	1300–1500
Алтын	1064	Темир	1539
Жез	1084	Вольфрам	3387

Графиктен көрүнүп тургандай, кристаллдык телолор канча градуста эрисе, ошол температурада тоңо баштайт.

Мисалы, кышында эшиктен бөлмөгө алып келинген муз бат эле эрип кетпейт, суукта келген муздун улам ысып, анын температурасы 0°Сга жеткенде, муз эрий баштайт. Муз эрип бүткөнчө суунун температурасы өзгөрбөйт. Андан кийин, 0°Стагы суу ысып, бөлмөнүн температурасына чейин теңелет. Эгерде бөлмөдөгү музу бар сууну суукка чыгарып койсо, суу тоңуп музга айланмайынча, анын температурасы 0°Стан жогорулабайт.

Убакыттын өтүшү менен, бул муздун температурасы курчап турган чөйрөнүн температурасына чейин төмөндөйт.

Мына ошондуктан, Жаңы жылда даярдалган кар кишинин температурасы 0°Сдан жогорулабагандыктан, жаз келгенге чейин эрибей сакталып, жазында эрийт (11-сүрөт).

Суюктуктун катуу абалга өтүшү катуулануу же кристаллдашуу деп аталат. Графиктен, кристаллдык телонун температурасы эрүү температурасына жеткенден кийин, убакыттын өтүшү менен тынымсыз жылуулук берилип турса да, температура турактуу бойдон кала тургандыгы көрүнүп турат.

Эрүү температурасында 1 *кг* кристаллдык телону толук эритүүгө сарпталган жылуулук саны эрүүнүн салыштырма жылуулугу (λ) деп аталат.

4-таблица

Заттардын эрүүсүнүн салыштырма жылуулугу

Зат	λ, 10^4 $\frac{Дж}{кг}$	Зат	λ, 10^4 $\frac{Дж}{кг}$
Алюминий.......	39	Сымап...........	1
Темир............	27	Коргошун........	2,5
Алтын............	6,7	Күмүш...........	10
Муз................	34	Болот............	8,2
Жез...............	21	Парафин........	15
Нафталин........	15	Калай............	6

Ар түрдүү массадагы (m) кристаллдык телону эритүү үчүн зарыл болгон жылуулук саны (Q) төмөнкүдөй аныкталат.

$$Q = \lambda m.$$

Графиктеги К + С – участкасы нафталиндин эрүү процессин көрсөтөт. Андан кийин, температуранын мааниси дагы жогорулайт. C_1 – участкасы суюк нафталиндин ысышын көрсөтөт.

11-сүрөт.

Эми пробиркадагы суюк нафталин оттун ысыктыгынан алыстатылат. Анын ичиндеги термометрдин көрсөтүүсү азая баштайт. Бул C_2 – участкасына туура келет да, суюктук нафталиндин температурасы эрүү температурасына чейин төмөндөгөндүгүн чагылдырат. Андан кийинки термометрдин көрсөтүүсү 80°Ска келгенде бир нече убакыт бою өзгөрбөйт.

Эмне үчүн? Суюк нафталиндеги жылуулук саны кайда сарпталды?

Катуу абалындагы нафталиндин молекулалары туш келген чекиттерге жайланышпайт. Анын молекулалары кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышат. Бирок, молекулалар кристаллдык түйүндөрдө жайланышы үчүн, бул молекулалардын ылдамдыгы көптүк кылат, Ошондуктан, 80°Стагы суюк нафталинден бөлүнүп чыккан жылуулук саны курчап турган чөйрөгө берүүсүн улантат. Качан гана курчап турган чөйрөгө жылуулук саны $Q = \lambda m$ берилип бүткөндө, нафталиндин молекулаларынын ылдамдыгы азайып, кристаллдык түйүндөрүндө жайланышкандыктан, нафталин катуу абалына айланат.

Бул – С + К – участкасына туура келет.

Термометрдин андан кийинки көрсөтүүсү курчап турган чөйрөнүн температурасына чейин төмөндөгөндүгүн көрсөтөт. Бул – $К_2$ – участкасына туура келет.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Эмне үчүн жылдын суук айларында, түн ичинде автомобиль, тракторлордун радиаторлорундагы сууларын төгүп коюшат?
2. Аязда адамдын бутунун алдындагы кар эмне үчүн кычырайт?
3. Эгерде аязда муздун бөлүгүн үйгө алып кирсе, эмне үчүн муз тез эле эрип кетпейт?

▲ Сапаттык маселелер:

1. Болоттон жасалган идишке темирди эритүүгө болобу? Темир идиште коргошундучу? Эмне үчүн?
2. Калай идиштеги коргошунду жыгач менен эритүү ыңгайлуубу же таш көмүр мененби? Жообун негиздегиле.
3. Төмөнкүлөрдөн эрүү процессин тапкыла: бөтөлкөнүн быркыранып сынышы, алаканда турган анча чоң эмес өлчөмдөгү кардын жоголушу, отундун күлгө айланышы, кар кишинин күн өткөн сайын көлөмүнүн кичирейиши, булуттун жаанга айланусу.

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. 0,5 *кг*, 27°Сдагы коргошунду эритүү үчүн, канча жылуулук саны керек болот?

Берилди:

$m = 5$ *кг*
$t_1 = 27^\circ C$
$t_2 = 327^\circ C$
$\lambda = 2{,}5 \cdot 10^4$ *Дж / кг*

$Q - ?$

Чыгаруу:

Коргошунду эритүү үчүн зарыл болгон жылуулуктун бир бөлүгү, коргошунду эрүү температурасына чейин ысытууга сарпталса,

$Q_к = C_к m_к (t_2 - t_1)$

экинчи бөлүгү – эритүүгө кетет.

$Q_э = \lambda \cdot m$

Демек, $Q = \lambda \cdot m + C_к m_к (t_2 - t_1)$.

Физикалык чоңдуктардын сан маанилери, акыркы формулага коёбуз.

$$Q = 2{,}5 \cdot 10^4 \cdot 5 + 140 \cdot 5(327 - 27) = 1{,}25 \cdot 10^5 + 2{,}1 \cdot 10^5 = 3{,}25 \cdot 10^5 (Дж).$$

2. Ысыткычтын ПАК 50% болсо, 2 *т* көмүрдү жагуу менен, 20°Стагы канча болотту – эритүүгө болот?

Берилди:	**Чыгаруу:**
$q = 30 \cdot 10^5$ *Дж / кг*	Ысыткычтан бөлүнүп чыккан жылуулук саны $Q = qm_к$,
$\lambda = 82 \cdot 10^3$ *Дж / кг*	ал эми, болотту ысытууга $Q = Cm_б(t_2 - t_1)$,
$m_К = 2000$ *кг*	аны эритүүгө $Q_э = \lambda \cdot m_б$
$m_б$ – ?	жылуулук сандары сарпталат. Бирок, ысыткычтан бөлүнүп чыккан жылуулук санынын калган бөлүгү пайдасыз болот.

Ошондуктан, болот $\eta = \dfrac{\lambda m_б + Cm_б(t_2 - t_1)}{qm_к}$.

Мындан

$$m_б = \frac{\eta q m_к}{\lambda + C(t_2 - t_1)}$$

формуладагы чоңдуктардын сан маанилерин коёбуз.

3, 4-көнүгүү

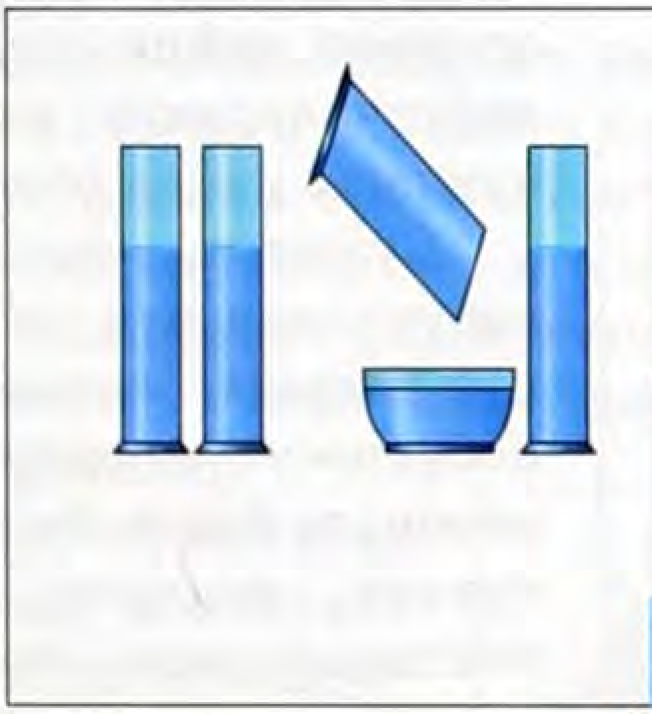
1. Температурасы 660°С болгон 10 *кг* болот тараза ташын 0°С муздун үстүнө койгондо, канча муз эрийт?
2. 27°Стагы 0,5 *кг* коргошунду эриткенге канча жылуулук саны талап кылынат?
3. 27°Стагы коргошун ок тоскоолдукка урунуп, толугу менен эрип кетүүсү үчүн, ал кандай ылдамдыкка ээ болушу зарыл болот?
4. 0°Стагы 2 *кг* музду сууга айлантып, анын температурасын 30°Ска жеткирүү үчүн канча жылуулук саны керек болот?
5. 327°Стагы коргошундан бытыраны алуу үчүн, эриген коргошундун тамчылары сууга түшүп, майда коргошун бытыралары пайда болуу менен, 3 *л* суу 25тен 47°Ска чейин ысыйт. Эгерде ысыктыкты жоготуу 25% болсо, канча коргошун сарпталган?

6. Идиште 200 *г* суунун ичинде 0°Стагы 130 *г* муз бар. Эгерде аларды 25 *г* кайнаган суу менен аралаштырса, акыркы температура канча болуп калат?
7. Температурасы −10°С 200 *кг* кардан 20°Стагы сууну алуу үчүн, ПАК 40% болгон мешке канча кургак жыгач сарпталат?

§ 11. Буу пайда болуу. Буулануу

Суюктук өзүнүн эркин бетинен газга айлануу процесси – буулануу деп аталат. Буулануу тездиги суюктуктун эркин бетинин аянтынан да көз каранды болот.

Мисалы, эки бирдей колбадагы сууну алып, алардын бирөөсүнүн суусу жайык идишке куюлса, бир канча убакыттан кийин бул идиштеги суунун көлөмү тез азайып калгандыгын байкоого болот (12-сүрөт). Суюктуктун бууга айланышынын себеби, суюктуктун бетинен молекулалардын



12-сүрөт.

бөлүнүп чыгышы менен түшүндүрүлөт. Бирок, суюктуктун молекулаларынын көпчүлүгү орточо ылдамдыкка ээ болушуп, бири-бири менен өз ара тартылышып турушат. Аз сандагы орточо ылдамдыктан жогору мааниге ээ болгон (күлүк) молекулалар гана, суюктуктун башка молекулалары менен болгон тартышуу күчүнүн таасиринен бошой алышат. Ошондо гана мындай молекулалар суюктуктун бетинен бөлүнүп чыга алышат.

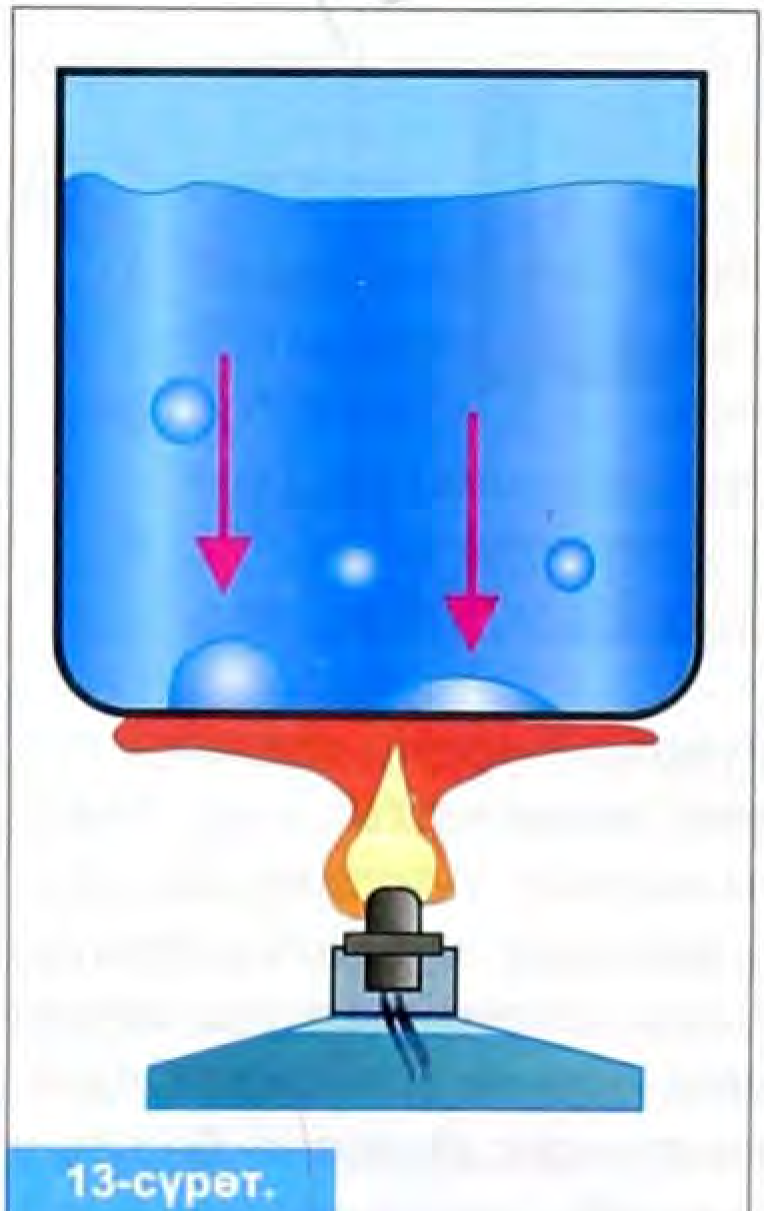
Демек, кандай гана температурага ээ болбосун, аз санда болсо да, суюктукта ылдамдыгы жогору болгон молекулалар дайыма болот. Бирок, ылдамдыгы жогору болгон молекулалар суюктуктан бөлүнүп чыккандан кийин, суюктуктун молекулаларынын орточо ылдамдыктары төмөндөп кетет. Мындай абал суюктуктун температурасынын төмөндөшүнө алып келет.

Демек, бууулануу ар кандай температурада жүрөт. Буулануу суюктуктун температурасын төмөндөтүп жиберет.

§ 12. Кайноо. Конденсация

Буу пайда болуунун экинчи жолу – **кайноо.**

Буу пайда болуу суюктуктун бардык массасы боюнча жүргөн процесс **кайноо** деп аталат. Суюктуктун кайноосуна, суюктуктун ичиндеги жана идиштин майда жаракаларынын ичиндеги аба көбүкчөлөрү себепчи болот. Суюктук ысый баштаганда, аба көбүкчөлөрүнүн өлчөмү көзгө көрүнөрлүк өлчөмгө чейин чоңоёт. Бул аба көбүкчөлөрүнүн ичинде суунун буулары пайда болот.



13-сүрөт.

Суюктук ысыган сайын аба көбүкчөлөрүнүн ичиндеги буунун басымы жогорулап, абанын көбүкчөсү суюктуктун бетине көтөрүлө баштайт. Бирок, суюктуктун жогорку катмарынын температурасы төмөн болгондуктан, абанын көбүкчөсүнүн өлчөмү улам кичирейип суюктуктун бетине жетпей эле жарылып кетет (13-сүрөт). Мындай аба көбүкчөлөрүнүн жарылууларынын натыйжасы, суюктук алгач ысый баштаганда мүнөздүү «үн» чыгаруусу менен коштолот. Суюктуктун жогорку кат-

марларынын температурасы жогорулай баштагандан кийин, суюктуктун бетин көздөй өлчөмү улам чоңоюу менен келип жеткен аба көбүкчөлөрү жарылышат. Бул абалда суюктук кайнайт.

Жабык идиштин ичиндеги суюктукта бир эле мезгилде бууланууда, конденсация да жүрүп турат. Башталышында суюктуктан бөлүнүп чыккан молекулалардын саны, кайра суюктукка айланган молекулалардын санына караганда басымдуулук кылат. Белгилүү убакыт өткөндөн кийин, буулан-ган молекулалардын саны менен кайра суюктукка айланган молекулалардын саны барабар болуп, суюктук өзүнүн буусу менен тең салмактуу абалда болуп калат.

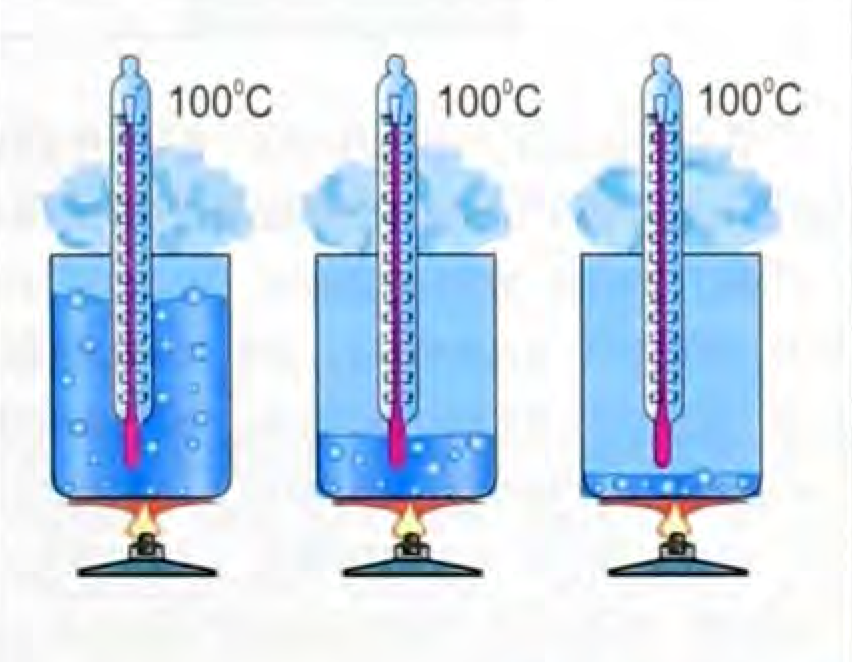
Мындай буу – **каныккан буу** деп аталат. Ачык идиште суюктуктун бетинде жарылган көбүкчөлөрдүн ичиндеги каныккан буулар, суюктуктун бетиндеги абанын ичине сиңип кетишет. Суюктуктун температурасы кайнаганга чейин жогорулай баштайт да, суюктуктун көбүкчөлөрүнүн ичиндеги каныккан буунун басымы тышкы басымга барабар болгондо **кайноо** башталат. Тышкы басым, суюктуктун гидростатикалык басымы менен атмосфералык басымдан турат.

Кайнаган суюктукта буулануу бардык көлөмүндө жүрөт, бирок температурасы өзгөрбөйт. Бул температура – суюктуктун **кайноо температурасы** деп аталат (14-сүрөт).

Суюктук кайнаганда, анын температурасы (14-сүрөт) өзгөрбөсө, тынымсыз суюктукка берилип жаткан жылуулук саны кайда сарпталат?

Бул абалда суюктукка берилип жаткан жылуулук саны, суюктуктун буулануусуна сарпталат.

Демек, суюктук кайнаганда, суюктукка канча жылуулук саны берилсе, буулануу үчүн ошондой жылуулук саны сарпталгандыктан, температура өзгөрбөй кала берет.

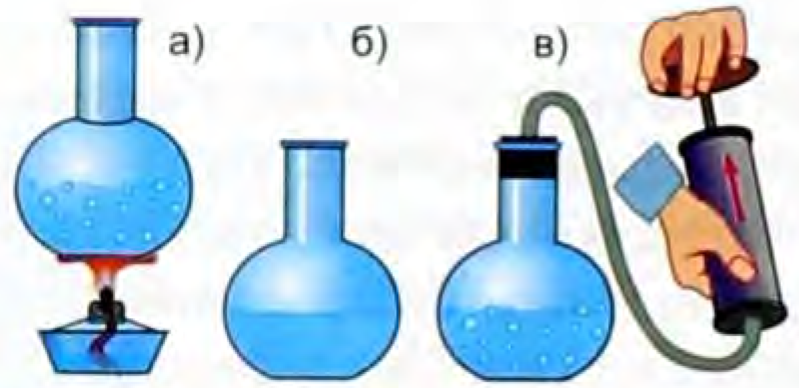


14-сүрөт.

Бирок, бир эле суюктук бардык жерлерде бирдей температурада кайнабайт, б. а. суюктуктун температурасы атмосфералык басымдын маанисинен көз каранды болот. Себеби, суюктуктун ичиндеги абанын көбүкчөсү тышкы басымды түзгөн суюктуктун басымынан жана атмосфералык басымдын маанисинен көз каранды болот.

Эгерде атмосфералык басым жогору болсо, кайноо температурасында да суюктуктун ичиндеги абанын көбүкчөлөрү, суюктуктун бетине чыга алышпай калышат. Эгерде абанын атмосфералык басымынын мааниси азайса, суюктуктун ичиндеги абаны көбүкчөлөрү, суюктуктун бетине оңой эле чыгып кетишет.

Мисалы, кадимки шартта спиртовканын жалынында сууну кайнатууга болот (15*а*-сүрөт). Эгерде жылытылган (15*б*-сүрөт) сууну алып, анын ичинен абасы насос менен сордуруп чыгарылса, бул суунун температурасы 60–70°С болсо да, тез эле кайнап кетет (15*в*-сүрөт).



15-сүрөт.

Анткени, суунун ичиндеги абанын көбүкчөлөрү үчүн, тышкы басым эмненин эсебинен төмөндөп кетиши жана көбүкчөнүн ичиндеги басым кандайча тышкы басымга барабар болуп калары, эч кандай мааниге ээ эмес. Эгерде мындай шарт аткарылса, абанын көбүкчөсү суюктуктун бетин көздөй өлчөмү чоңоюу менен көтөрүлө баштайт. Натыйжада, суюктук кайнайт. Ошондуктан, бийик тоолордо суу бир кыйла төмөн температурада кайнап кеткендиктен, картошка, эт ж. б. у. с. азыктар бышпайт. Эгерде атайын идиштердеги суюктуктардын бети жабылып кайнатылса, суюктуктун

температурасы, анын кайноо температурасынан жогорулап кетет. Мындай суюктуктар **өтө ысытылган суюктуктар** деп аталат. Аларды медицинада дезинфекциялоо үчүн пайдаланышат.

5-таблица

Заттардын кайноо температурасы

Алюминий ……	2467	Жез ………….	2300
Суу ……………	100	Нафталин …….	218
Суюк суутек…	–253	Калай …………	2300
Суюк аба ……	–193	Сымап ……….	357
Суюк гелий …	–269	Спирт …………	78
Темир …………	3200	Эфир ………….	35
Алтын …………	2947	Цинк ………….	906

Кайноо температурада 1 *кг* суюктукту толук бууга айландыруу үчүн зарыл болгон жылуулук саны буу пайда болуунун салыштырма жылуулугу (L) деп аталат. Ар бир суюктук үчүн Lдин маанилери таблица түрүндө белгилүү.

6-таблица

Заттардын буу пайда болуусунун салыштырма жылуулугу

Зат	q, $10^6 \frac{Дж}{кг}$	Зат	q, $10^6 \frac{Дж}{кг}$
Суу ………….	2,3	Спирт ……….	0,9
Сымап ………	0,3	Эфир …………	0,4

Ар кандай массадагы (m) суюктукту туруктуу температурада бууга айландыруу үчүн зарыл болгон жылуулук саны (Q) төмөнкүдөй аныкталат.

$$Q = L\,m.$$

Буунун суюктукка айлануу процесси **конденсация** деп аталат. Суюктук бууланууда канча жылуулук санын алса, конденсацияланганда ошончо жылуулук саны бөлүнүп чыгат. Каныккан буу суюктуктун тамчысына айлануусуна ар кандай чаңдар, иондор себепчи болушат. Ошондуктан, аларды конденсациянын борборлору деп да айтууга болот.

§ 13. Ички энергияны өзгөртүү жолдору

Механикалык энергиянын жылуулук энергиясына айлануусунан жана жылуулук алмашуу менен байланышкан процесстерден, заттын ички энергиясын эки жол менен өзгөртүүгө боло тургандыгы келип чыгат. Мындай процесстерде каерде, кантип, кандайча ички энергия өзгөрүп жаткандыгын мүнөздөө үчүн термодинамикалык система деген түшүнүк пайдаланылат.

Жылуулук берилип жаткан суусу бар идиш болобу же жылуулук берилип жаткан поршендүү идиштин ичиндеги газ ж. б. термодинамикалык системанын мисалдары болуп саналат.

Жылуулук процесстериндеги энергиянын сакталуу закону болгон – **термодинамиканын биринчи закону** адамзаттын көп кылымдык тажрыйбаларынын негизинде, төмөнкүдөй жалпыланган:

Термодинамикалык системанын ички энергиясынын өзгөрүшү (ΔU) системанын үстүнөн аткарылган тышкы телолордун жумушу (A^1) менен, системага берилген жылуулук санынын (Q) суммасына барабар.

$$\Delta U = A^1 + Q.$$

Мында A^1 – системанын үстүнөн тышкы телолордун аткарган жумуш менен системанын тышкы телолордун үстүнөн аткарган жумушу.

$A^1 = -A$ барабардыгы эске алынганда:

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

Демек, термодинамиканын I законуна төмөнкүдөй аныктама берүүгө болот:

Термодинамикалык системага берилген жылуулук саны, анын ички энергиясынын өзгөрүшү менен системанын аткарган термодинамикалык жумушунун суммасына барабар.

Мисалы, термодинамикалык система катары, газга коюлган капкактуу идишти алууга болот. Бул идишке берилген жылуулук санынын бир бөлүгү идишти жана сууну ысытууга, кайноосуна сарпталса, экинчи бөлүгү суу кайнагандан кийин идиштин капкагын көтөрүүдө жумуш аткарууга сарпталат.

Башкача айтканда, системага берилген жылуулук саны, системанын тышкы телолордун үстүнөн аткарган жумушка жана анын ички энергиясын көбөйтүүгө сарпталат.

Бул закондун негизинде төмөнкүдөй жекече учурларды карап көрөлү:

1. $A = 0$;

Бул абалда теңдеме төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ болот.

$$Q = \Delta U.$$

Демек, бул процессте, эгерде системада термодинамикалык жумуш аткарылбаса, системага берилген жылуулук саны толугу менен ички энергиясын көбөйтүүгө сарпталат.

2. $Q = 0$;

Тышкы чөйрө менен жылуулук алмашуу болбогон процесс – адиабаталык процесс деп аталат.

Адиабаталык процесс үчүн $A = -\Delta U$ болот.

Демек, адиабаталык процессте, термодинамикалык система ички энергиянын эсебинен гана жумуш аткара алат.

Жалпылап айтканда, энергия сарпталбай туруп, жумуш аткарууга болбойт.

Термодинамиканын 1-закону ачылганга чейин көп окумуштуулар энергия сарптабай турган түбөлүк кыймылдаткычтарды жасоого убараланып келишкен. Энергияны сарптабай, жумуш аткарган кыймылдаткыч I түрдөгү түбөлүк кыймылдаткыч деп аталат.

Демек, адиабаталык процесстерде I түрдөгү кыймылдаткычты түзүү мүмкүн эмес.

§ 14. Жылуулук кыймылдаткычтары. ПАК

Жылуулук кыймылдаткычтары – күйүүчү заттын бөлүп чыгарган жылуулук санынын эсебинен жумуш аткаруучу кыймылдаткычтар.

Жылуулук кыймылдаткычтардын түрлөрүнө: буу турбинасы, ичтен күйүүчү кыймылдаткычтар – дизель жана карбюратордук кыймылдаткычтар, реактивдик кыймылдаткычтар ж. б. кирет. Бардык эле кыймылдаткычка берилген жылуу-

лук саны (Q_1) толугу менен жумуш аткарууга сарпталбайт. Анын бир бөлүгү гана жумушка айланат. Анын себеби, жылуулук санынын калган бөлүгү пайдасыз болуп (Q_2), кыймылдаткычтын бөлүктөрүн ысытууга сарпталат жана курчап турган чөйрөгө бөлүнүп чыгат.

Ошондуктан, жылуулук кыймылдаткычы аткарган жумуш, анда бөлүнүп чыккан жалпы жылуулук саны менен пайдасыз жылуулук санынын айырмасына барабар болот.

$$A = Q_1 - Q_2.$$

Жылуулук кыймылдаткычынын пайдалуу аракет коэффициенти, жалпы жылуулук санынын канча бөлүгү жумушка, б. а. пайдалуу жылуулук санына сарптала тургандыгын көрсөтөт.

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

Эң алгачкы ойлонуп табылган жылуулук кыймылдаткычтардын түрү болгон буу машиналарынын ПАК (8–12%) төмөн болгондуктан азыр колдонулбай калды.

Идеалдык жылуулук кыймылдаткычынын пайдалуу коэффициенти ысыткычтын (T_1) жана муздаткычтын (T_2) температуралары аркылуу аныкталат.

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Демек, жылуулук кыймылдаткычынын ПАКин жогорулатуу жолдорунун бири – ысыткычтын температурасын көбөйтүү менен байланышкан. Бирок, анын температурасын каалагандай мааниге көбөйтүп болбойт. Анткени, кыймылдаткычтын бөлүктөрү эрип кетиши мүмкүн.

§ 15. Дизель кыймылдаткычы

XIX кылымдын аягында немец окумуштуусу Рудольф Дизель жылуулук кыймылдаткычынын жаңы түрүн ойлоп табууда, күйүүчү зат катары көмүрдүн чаңын пайдаланууну болжолдогон. Ал үчүн, атайын изилдөөчү лабораторияны түзүү

зарыл болгондуктан, көмүр кенинин кожоюндарына акча каражаттарын бөлүп берүүсүн суранып кайрылат. Натыйжада, лаборатория түзүлүп, бир нече жылдан кийин Р. Дизелдин жетекчилиги менен жылуулук кыймылдаткычынын жаңы түрүн ойлоп табышат. Бирок, бул жылуулук кыймылдаткычтын түрүндө күйүүчү зат катары көмүрдүн чаңы эмес, суюк отун катары керосин пайдаланылууга ылайыкташтырылган болуучу.

Р. Дизель ойлоп тапкан жылуулук кыймылдаткычтын жаңы түрүнүн өзгөчөлүгү – күйүүчү камерага таза аба берилгенден кийин, кысуунун натыйжасында, абанын температурасы 700°Ска чейин жетет, басымы да жогорулайт. Кысуунун акырында чоң басым астында цилиндрге майда бүркүлгөн суюк отун чачыратылат. Суюк отун өтө ысытылган аба менен аралашып, адегенде ысыйт да, андан кийин өзүнөн өзү от алып күйөт. Кайрадан бул процесс улантылат. Натыйжада, жогорку температурадагы газдын басымы астында поршень кыймылга келет. Күйгөн газ курчап турган чөйрөгө чыгарылат.

Дизель кыймылдаткычынын цилиндринде төрт такт болуп өтөт:

1) таза абаны киргизүү;
2) таза абаны кысуу;
3) газдын күйүшү (жумушчу жүрүш);
4) иштетилген газды чыгаруу.

Ошондуктан, мындай жылуулук кыймылдаткычтын түрлөрү – төрт тактылуу кыймылдаткычтар деп аталып калды.

Бирок, мындай кыймылдаткычтын ойлоп табылышын камсыз кылган көмүрдүн кожоюндарына, суюк отунда иштеген кыймылдаткычтын кереги жок эле. Анткени, Р. Дизель кыймылдаткыч көмүр чаңында иштейт деп убада кылган болуучу. Эгерде күйүүчү зат катары көмүрдүн чаңы пайдаланылса, көмүр кожоюндары өтө чоң пайдага тунмак. Ошондуктан, сарпталган акча каражаттарын кайтарып берүүнү талап кылышып кысымга алышат.

Р. Дизель бир нече жыл бою тынымсыз эмгектенгенинин натыйжасында, ден соолугу начарлап кетет. 1913-жылы Голландиядан Англияга кемеде бара жаткан Р. Дизель, денизде

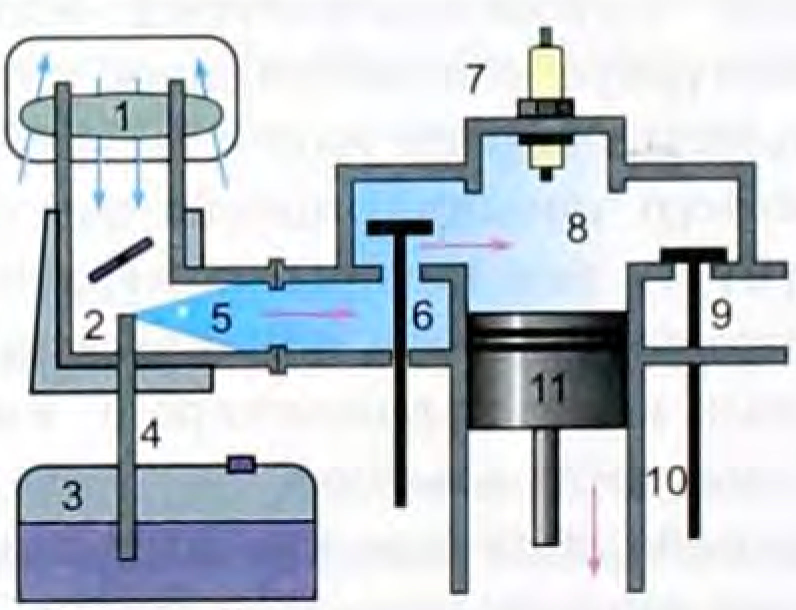
чоң шторм болгонуна карабай палубага өз алдынча чыккандыктан, штормдун бир толкуну менен деңизде кала берген.

Мына, XIX кылымдын башталышында 100 жылдан ашуун убакыт өтүп кетсе дагы, Р. Дизель ачкан жылуулук кыймылдаткычтан өткөн экологиялык жактан салыштырмалуу аз зыян келтирген жаңы кыймылдаткычтын жаңы түрү ойлонуп табыла элек. Дизелдик кыймылдаткычтын ПАКи да эң жогору 40% ке чейин болот.

§ 16. Карбюратордук кыймылдаткыч

Чындыгында Р. Дизель өзүнүн кыймылдаткычын, карбюратордук кыймылдаткычка караганда алда канча кеч ойлоп тапкан. 1862-жылы француз ойлоп табуучусу Бо де Роша ичтен күйүүчү кыймылдаткыч үчүн төрт циклди (такт) пайдаланууну сунуш кылган.

Пайдаланылып жаткан автомобиль жана транспорттук техниканын негизги бөлүгү карбюратордук кыймылдаткычтарда иштейт. Карбюратордук кыймылдаткыч деп аталышынын себеби, бензин алдын ала карбюратор деп аталган атайын аралаштыргычта аба менен аралаштырылат. Күйүүчү аралашма толук күйүүсү үчүн, 1 *кг* бензиндин 15 *кг* аба менен аралашмасы керек болот. Кыймылдаткычтын түзүлүшү (16-сүрөт): (1) чыпка (аба тазалагыч), (2) карбюратор жана



16-сүрөт.

анын түтүкчөсү (4), бензобак (3), киргизүүчү жана чыгаруучу клапандар (6–9), электрдик учкун булагы (7), күйүү камерасы (8), цилиндр (10), цилиндрдин ичиндеги поршень (11), поршендин кыймылы шатун аркылуу муунактуу валга берилет.

Мисалы, бензобактан, түтүкчө (4) аркылуу карбюратордун ичинде аба менен аралаштырылып, күйүүчү аралашма (5) алынат. Поршень төмөн жылып күйүүчү аралашма клапан (6) аркылуу цлиндрге сорулат. Поршендин бул жүрүшү 1-такт соруу деп аталат. 2-такт (кысуу). Клапан (6) жабылып поршень жогору жылып күйүүчү аралашма кысылат. 3-такт (күйүү – жумушчу жүрүш). (6)–(9) клапандар жабылып, электр учкуну пайда болгондо, аралашма күйөт. Температурасы жогорулагандыктан (6000°С) басым көбөйүп, поршенди түртүүчү жумуш аткарылат. 4-такт (чыгаруу). Клапан (9) ачылып поршень жогору жылат. Күйгөн газ курчап турган чөйрөгө чыгат. Бул процесстер ирети менен кайталана бергендиктен кыймылдаткыч жумуш аткарат.

Демек, мында жумушчу тело болуп аба менен бензиндин буу аралашмасы кызмат кылат.

Кыймылдаткычтын иштеши үчүн тышкы күчтөрдүн аракети талап кылынат. Автомобилдерде ал үчүн атайын электр кыймылдаткычы (стартер) поршенди кыймылга келтирет.

§ 17. Жылуулук кыймылдаткычтары жана экологиялык проблемалар

Ичтен күйүүчү кыймылдаткычтардын түрлөрү болуп карбюратордук жана дизелдик кыймылдаткычтар эсептелинет.

Дизелдик кыймылдаткычтар тракторлорго, кубаттуу жүк ташуучуларга, стационардык түзүлүштөргө (электр станцияларга), ал гана эмес жеңил автомобилдерге да коюлууда. Анткени, дизелдик кыймылдаткычтар карбюратордук кыймылдаткычтарга караганда эң жогорку ПАК ээ болот жана алар арзан, суюк отун менен иштейт.

Жылуулук кыймылдаткычтары менен кошо Адамзат өзүнүн муктаждыгын канааттандырууда көптөгөн техникалардын түрлөрүн ойлоп таап, күндөлүк турмушунда пайдаланып келүүдө. Бирок, анын натыйжасы, бир гана жараты-

лыштын табигый жүрүп келген процесстерине кедергисин тийгизип жаткандыгы мындай турсун, Адамдын өзүнүн ден соолугуна зыян келтирүүчү даражага жетип калды.

Анын бир мисалы, ар кандай түрдөгү транспорттогу пайдаланылып келе жаткан ичтен күйүүчү кыймылдаткычтардан бөлүнүп чыккан газдар, курчап турган чөйрөгө бөлүнүп чыгууда. Мындай газдар менен кошо завод, фабрикалардан бөлүнүп чыгып жаткан түтүн, чаңдар менен биригишип, абанын тазалыгын булгап келүүдө. Канчалык жеңил, оор техникалардын саны көбөйгөн сайын, зыяндуу газдардын үлүшү абада дагы көбөйүшүнө алып келет.

Эгерде мындай абалды адамзат көзөмөлгө алса, абанын курамындагы ар кандай түрдөгү аэрозолдук чаңдардын көбөйүшү «парник» эффектисин пайда кылып, Түндүк муз океанынын эрүүсүнө дуушарлантып, Дүйнөлүк океандардын деңгээлин жогорулатып жиберүү коркунучун пайда кылат.

Ошондуктан, XXI кылымда автомобилдик техникага коюлган экологиялык талаптардын бири – бул тышкы чөйрөгө бөлүнүп чыгуучу зыяндуу газдардын үлүшүн азайтуу.

Негизинен автомобиль жана транспорт техникаларынын келечеги чөйрөгө зыян келтирбей турган кыймылдаткычтарды ойлоп табуу жана аны колдонуу менен байланыштуу болот.

Андай багыттардын бири болуп, Күндүн энергиясын электрдик энергиясына айландырып, күчтүү аккумулятордук системаларды ойлоп таап, анын негизинде кыймылдаткычтарды пайдалануу эсептелинет.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Жылуулук кыймылдаткычы жана анын түрлөрү жөнүндө айтып бергиле.
2. Эмне үчүн жылуулук кыймылдаткычтарында бөлүнүп чыккан жылуулук саны толугу менен жумушка айланбайт?
3. Жылуулук кыймылдаткычтарынын ПАКин кандай жолдор менен жогорулатууга болот?
4. Р. Дизель, анын кыймылдаткычы жөнүндө айтып бергиле.
5. Кандайча ичтен күйүүчү кыймылдаткычтарда төрт тактылуу процесстер жүрөт?
6. XXI кылымда Адамзат автомобиль жана транспортко тие-

шелүү глобалдык мүнөздөгү кандай проблемалар менен кездешүүдө?

7. Азыркы пайдаланылып келе жаткан автомобиль транспортунун келечеги барбы?

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар маховик менен камсыз болушат?
2. Кышында ичинен күйүүчү кыймылдаткычтарды муздатуу үчүн, эмнеге суунун ордуна антифризди (55% этилен, 45% суу) пайдаланышат?
3. Ок атуучу мылтык жылуулук кыймылдаткычынын кайсы түрүнө кирет?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

ГАЗ – 24 («Волга») автомобилинин, кыймылдаткычынын ПАК 27%, кубаттуулугу максималдуу кубаттуулугунун (72 *кВт*) 0,4үн түзсө, 100 *км* жолго канча бензин сарптайт? Ылдамдыгы 25 *м/с*.

Берилди:

$\eta = 0{,}27$
$\upsilon = 25$ *м/с*
$S = 10^5$ *м*

$N = 0{,}4 \cdot 72 \cdot 10^3$ *Вт*
$V - ?$

Чыгаруу:

Кыймылдаткычтын ПАК, анда бөлүнүп чыккан жылуулук санынын

$$Q = q \cdot \rho \cdot V,$$

канча бөлүгү пайдалуу жумушка $A = N\,t$ сарпталгандыгын көрсөтөт. $t = S/V$.

$$\eta = \frac{N \cdot t}{q \cdot \rho \cdot V} = \frac{N \cdot S}{\upsilon \cdot q \cdot \rho \cdot V}.$$

$$V = \frac{N \cdot S}{\upsilon \cdot q \cdot \rho \cdot \eta}.$$

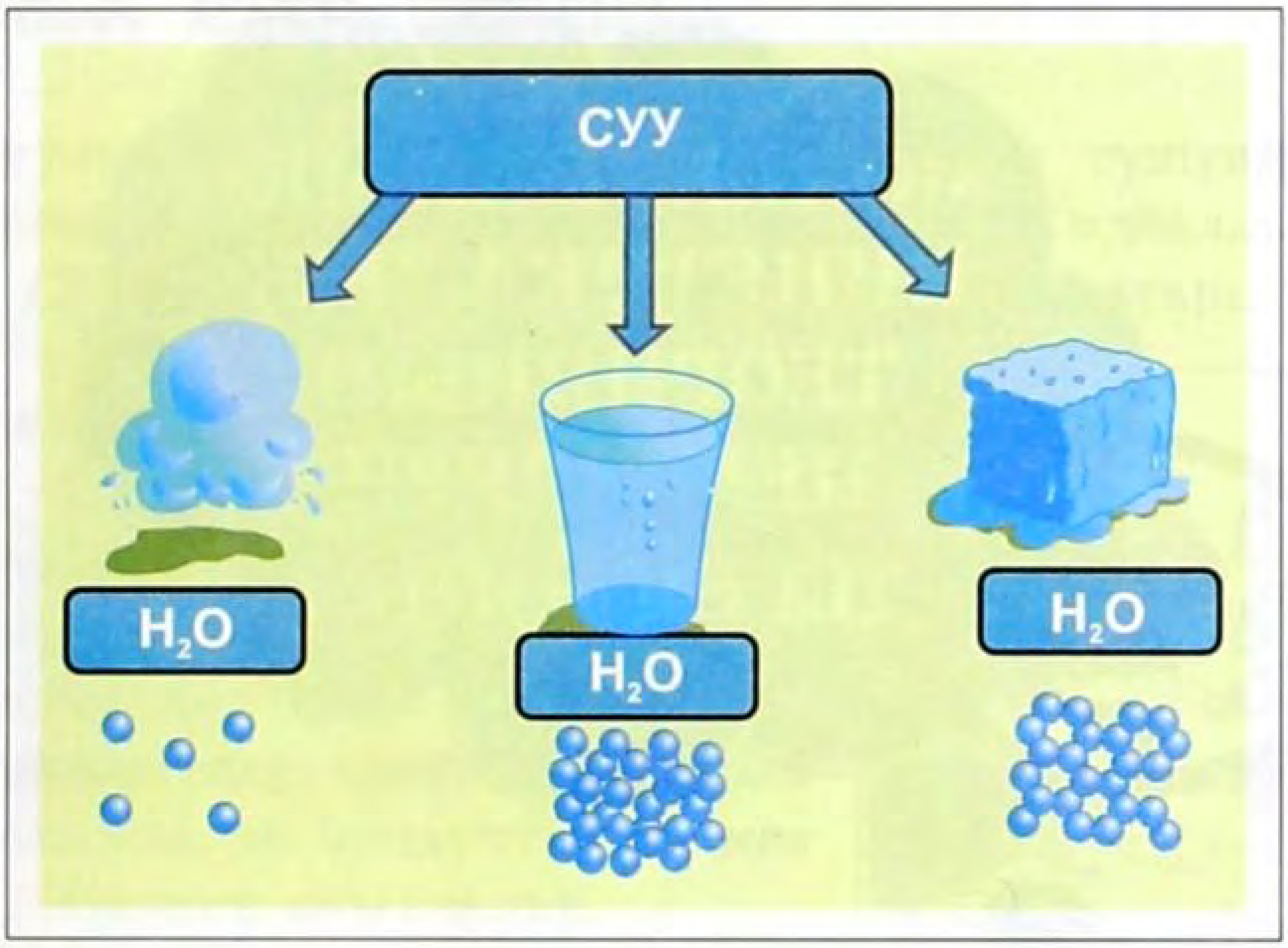
$$V = \frac{28{,}8 \cdot 10^3 \cdot 10^5}{25 \cdot 46{,}2 \cdot 10^6 \cdot 710 \cdot 0{,}27} = \frac{2{,}9 \cdot 10^9}{2{,}5 \cdot 4{,}62 \cdot 7{,}1 \cdot 0{,}27 \cdot 10^{10}} =$$

$$= \frac{2{,}9}{221{,}4} = 0{,}0131\,(м^3).$$

$$V = 13{,}1\ л.$$

5-көнүгүү

1. Эгерде ПАК 25%, кыймылдаткычынын кубаттуулугу 50 *кВт* болсо, автомобиль 1 *саат*та канча бензин сарптайт?
2. Жылуулук кыймылдаткычынын ПАК 30% болуп, 10 минутада 1 *кг* дизелдик отун сарптаган кыймылдаткычтын кубаттуулугун аныктагыла?
3. Мылтыктан атылган октун ылдамдыгы 500 *м/с*, октун массасы дүрмөткө караганда 6 эсе чоң. Эгерде дүрмөттүн күйүү жылуулугу 3 М *Дж/кг* болсо, октун ПАКин аныктагыла.
4. Жылуулук кыймылдаткычынын ПАК 60% болсо, анын муздаткычка берген жылуулук санына караганда, ысыткычтан канча эсе көп жылуулук санын алат?
5. Автобустун кыймылдаткычынын кубаттуулугу 35 *кВт*, 100 *км* жолдо 12 *л* бензин сарпталса, анын ПАКи 22,5% болсо, анын ылдамдыгын аныктагыла.
6. Жылуулук машинасында ПАК максималдуу болуп, анын мааниси 80%ка барабар болушу үчүн, муздаткычтын 300°К маанисинде, ысыткычтын температурасы кандай мааниге ээ болушу керек?
7. ПАК 20% болгон реактивдүү самолёттун кыймылдаткычы 88,2 кН тартуу күчү менен 1800 *км/саат* ылдамдыкка ээ болот. Ал 900 *км*ге канча керосин сарптайт?



МОЛЕКУЛАЛЫК-КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯНЫН НЕГИЗДЕРИ

МОЛЕКУЛАЛЫК-КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯНЫН НЕГИЗДЕРИ ДЕГЕН ЭМНЕ?

III глава

МОЛЕКУЛАЛЫК-КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯНЫН НЕГИЗДЕРИ

§ 18. Идеалдык газ. Идеалдык газ үчүн молекулалык-кинетикалык теориянын негизги теңдемеси

Жылуулук кубулуштарынын себептерин түшүндүрүүдө, молекулалык-кинетикалык теорияда (МКТ) идеалдык газ, реалдык (Жаратылыштагы) газдын модели катары кабыл алынат.

Молекулалардын сызыктуу өлчөмү жана өз ара аракеттенишүүлөрү эсепке алынбаган газ, **идеалдык газ** деп аталат.

Идеалдык газ үчүн МКТнын негизги теңдемесинде, идеалдык газдын басымынын кандай чоңдуктардан көз каранды экендиги аныкталат.

Ал эми, идеалдык газдын басымы төмөнкүдөй аныкталат.

17-сүрөт.

$p = \frac{2}{3} n\overline{E}$, мында; $n = \frac{N}{V}$

n – көлөм бирдигиндеги молекулалардын саны.

$\overline{E}$ – молекулалардын орточо кинетикалык энергиясы.

Бул энергия төмөнкүдөй аныктала тургандыгы белгилүү.

$$\overline{E} = \frac{3}{2} kT .$$

Формулалардан, МКТнын идеалдык газ үчүн негизги теңдемеси келип чыгат.

$$p = nkT \qquad (13)$$

Мында: k – Больцман турактуулугу деп аталат.

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

Эгерде, молекулалардын орточо кинетикалык энергиясы төмөнкүдөй аныктала тургандыгы эске алынса,

$$\overline{E} = \frac{m_o \upsilon^2}{2},$$

идеалдык газ үчүн МКТнын негизги теңдемесин башкача жазууга болот.

$$p = \frac{1}{3} n m_o \overline{\upsilon}^2 .$$

Мында: m_o – молекуланын массасы.

МКТнын туура экендигин далилдөө үчүн, МКТнын негизги теңдемесинен молекулалардын орточо ылдамдыгы аныкталат.

$$\frac{m_0 \overline{\upsilon}^2}{2} = \frac{3}{2} kT .$$

Мындан, молекулалардын орточо ылдамдыгын аныктоого болот.

$$\overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu / N_A}} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{\mu}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} .$$

Мында, kNa = R – газдын универсалдуу турактуулугу

$$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K} .$$

Температурасы $273^{\circ} K$ үчүн, суутектин, кычкылтектин молярдык массаларынын маанилерин жогорку теңдемеге койгондо, суутектин молекулаларынын орточо ылдамдыктары 1845 *м/с*, кычкылтектин молекулаларынын орточо ылдамдыктары 461 *м/с* келип чыгат.

МКТнын негизги теңдемесинен аныкталган газдын ылдамдыктарынын мындай чоң маанилеринин туура экендигин, Штерндин тажрыйбасында далилденген.

§ 19. Штерндин тажрыйбасы

Тажрыйбада күмүш менен капталган зым эки цилиндрдин борборуна жайланышат. Зымдан кийин жайланышкан кичине цилиндрде жылчык болуп, аны чоң цилиндр каптап турат.

Абасы сордурулгандан кийин зым ысытылат. Эки цилиндр тең бирдей ω бурчтук ылдамдыгы менен айландырылганда, ысыган зымдан бөлүнүп чыккан күмүштүн молекулалары кичине цилиндрдин жылчыгы аркылуу өтүп, чоң

цилиндрдин ичине жабышкандыктан S тилкечесин пайда кылат. Тилкеченин орто чени калың болуп, анын эки жаны жукараак болгондугун, эң чоң ылдамдыктагы жана эң кичине ылдамдыктагы молекулалардын саны аз, ал эми молекулалардын көпчүлүгү орточо ылдамдыкта ээ болгондуктары менен түшүндүрүлөт.

Молекулалардын орточо ылдамдыктарын, кичине цилиндр менен чоң цилиндрдин ортосундагы аралыктын убакытка болгон катышы менен аныктоого болот.

$$\bar{\upsilon} = \frac{\ell}{t} \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{S}{\ell \cdot t}.$$

Бул формуладан убакытты таап, анын маанисин 1-теңдемеге коюу менен, орточо ылдамдыкты аныктоого болот.

$$\bar{\upsilon} = \frac{\omega \cdot \ell^2}{S}.$$

Тажрыйбада ω, ℓ, S маанилери белгилүү болгондуктан, бул теңдемеден молекулалардын орточо ылдамдыгын аныктоого болот.

Штерндин мындай тажрыйбасынан аныкталган орточо ылдамдыктын мааниси, МКТнын алдын ала эсептеген молекулалардын орточо ылдамдыктарынын маанилери менен дал келген.

Физикада ар кандай теориянын туура экендиги, анын натыйжасы тажрыйбанын жыйынтыгы менен дал келгенде далилденет.

Демек, Штерндин тажрыйбасы идеалдык газ үчүн МКТнын негизги теңдемеси туура экендигин далилдейт.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. МКТда идеалдык газдын басымы молекулалардын орточо кинетикалык энергиясынан кандайча көз каранды?
2. Идеалдык газдын басымынын температурадан көз карандылыгын далилдегиле.
3. Идеалдык газдын басымынын молекулалардын орточо ылдамдыктарынан көз карандылыгын далилдегиле.
4. МКТнын негизги теңдемесинен кычкылтектин молекулалары үчүн орточо ылдамдыгын эсептегиле.
5. Штерндин тажрыйбасынын максаты эмнеде эле?

6. Штерндин тажрыйбасынын мазмунун айтып бергиле.
7. Штерндин тажрыйбасынын натыйжасында кандай корутундү чыгарууга болот?

Сапаттык маселелер:

1. Броун кыймылын мүнөздөөчү чиймелердеги түз, сынык сызыктардын келип чыгышын кандай түшүндүрүүгө болот?
2. Эмне үчүн температура жогорулаганда Броун кыймылынын тездиги жогорулайт?
3. Штерндин тажрыйбасында алынган тилкечевин эки чети жука, ортосу калың болгон. Мындан кандай корутунду чыгарууга болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Лабораториялык шартта алынган вакуумдун басымы $1{,}33 \cdot 10^{-9}$ *Па*, температурасы $294^{\circ}K$ болсо, 1 $м^3$ газда канча молекулалар калган?

Берилди:

$p = 1{,}33 \cdot 10^{-9}$ *Па*
$T = 294^{\circ}K$
$V = 1\ м^3$

N – ?

Чыгаруу:

$p = nkT$ же $p = \frac{NkT}{R}$.

Мындан, $N = \frac{pR}{kT}$

$$N = \frac{1{,}33 \cdot 10^{-9} \cdot 8{,}31}{1{,}4 \cdot 10^{-23} \cdot 294} = \frac{11{,}05 \cdot 10^{-9}}{1{,}4 \cdot 2{,}94 \cdot 10^{-21}} = 27 \cdot 10^{11}$$

2. Диаметрлери 285 *мм* жана 19 *мм* цилиндрлерди 3000 *айл/мин* айландырып, күмүш тилкечесинин жылышы 8,4 *мм* алуу үчүн, Штерндин тажрыйбасын демонстрациялоодо күмүш зымы кандай температурага чейин ысытылган?

Берилди:

$L = 285 - 19 = 264$ *мм* $= 0{,}3$ *м*
$S = 8{,}4 \cdot 10^{-3}$ *м*
$W = 3000$ *айл/мин* $= 50$ *айл/с*

T – ?

Чыгаруу:

13-тендеменин $\bar{\upsilon} = \frac{\omega \cdot \ell^2}{S}$ сол жагына ылдамдыктын маанисин (11)ди коюп, Тны табууга болот. $\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$.

$$\sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \frac{\omega \cdot \ell^2}{S} \qquad T = \frac{\mu \cdot \omega^2 \cdot \ell^4}{3R \cdot S^2}.$$

$$T = \frac{108 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 50 \cdot 0{,}3^4}{3 \cdot 8{,}31 \cdot (8{,}4 \cdot 10^{-3})^2} = \frac{1{,}08 \cdot 10^{-1} \cdot 2{,}5 \cdot 10^3 \cdot 8{,}1 \cdot 10^{-3}}{2{,}9 \cdot 10^1 \cdot 7{,}1 \cdot 10^1 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{2{,}2}{2{,}1 \cdot 10^{-3}} = 1047{,}6^\circ K.$$

6-көнүгүү

1. Кычкылтектин молекулаларынын 1 *см*³дагы молекулалардын саны $2{,}7 \cdot 10^{19}$, орточо квадраттык ылдамдыгы 400 *м/с* болсо, анын басымын тапкыла.
2. Газдын молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы $1{,}6 \cdot 10^{-19}$*Дж* болсо, газдын температурасын аныктагыла.
3. 27°Сдагы суутектин орточо ылдамдыгын аныктагыла.
4. 1 *кг* газдын молекулаларынын орточо ылдамдыгы 400 *м/с*, орточо басымы 10^5 газдын ээлеген көлөмүн аныктагыла.
5. Лабораториялык шартта түзүлгөн вакуумда, басым 1 *пПа* болсо, 300°*К*де, 1 *см*³ көлөмдүн ичинде, газдын канча молекулалары калган?
6. Штерндин тажрыйбасында, күмүш тилкеченин жылышы 0,95 *мм*, цилиндрлер 3000 *айл/мин* бурчтук ылдамдык менен айланса жана алардын ортосундагы аралык 7 *см* болсо, күмүштүн атомунун орточо ылдамдыгын аныктагыла.
7. Штерндин приборунда айлануу жыштыгы 20 *айл/с*, молекулалардын орточо ылдамдыгы 300 *м/с* натыйжа алынса, тышкы цилиндрдин ички капталындагы тилкенин жылышы канча болгон? Цилиндрдин радиусу 10 *см*.

§ 20. Идеалдык газ абалынын теңдемеси

МКТда идеалдык газ шарттуу материалдык объект деп каралат. Идеалдык газ – реалдык газдын модели.

Массасы өзгөрбөй туруктуу болгон (m = const) процесстерде, идеалдык газдын абалы үч чоңдук менен мүнөздөлөт.

P, V, T чоңдуктарынын бирөөсүнүн өзгөрүшү, идеалдык газдын абалынын өзгөрүшүнө алып келет.

Идеалдык газдын абалы басым (p), көлөм (V), температура (T) жана масса (m) чоңдуктары менен мүнөздөлөт. Бул чоңдуктарды байланыштырган теңдеме идеалдык газ абалынын теңдемеси деп аталат.

Идеалдык газ абалынын тендемесин, МКТнын негизги теңдемесинен келтирип чыгарууга болот.

Ал үчүн, $p = nkt$ ндин $n = \frac{N}{V}$ жана $R = k \cdot N_A$ маанилери, 1-теңдемеге коюлса, МКТнын бул теңдемеси төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ болот.

$$p = \frac{N \cdot R \cdot T}{N_A \cdot V}.$$

Мында $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$ болгондуктан, $p = \frac{m \cdot R \cdot T}{\mu \cdot V}$ же $pV = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$.

Мында: P,V, m – идеалдык газдын басымы, көлөмү, массасы.

T – Абсолюттук температура.

μ – Идеалдык газдын молярдык массасы.

Бул тендеме **идеалдык газ абалынын теңдемеси** же **Менделеев – Клапейрондун теңдемеси** деп аталат.

Клапейрондун теңдемеси.

Идеалдык газ биринчи абалдан (P_1, V_1, T_1) экинчи абалга (P_2, V_2, T_2) өтсө, идеалдык газ абалын мүнөздөөчү чоңдуктардын ортосундагы байланышты Менделеев – Клапейрондун теңдемесинен келтирип чыгарууга болот.

Ал үчүн, Менделеев – Клапейрондун тендемесин идеалдык газдын эки абалы үчүн төмөнкүдөй жазууга болот.

$$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T_1$$

жана $p_2 V_2 = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T_2$. Тендемелерди мүчөлөп бөлгөндө, төмөнкүдөй теңдеме келип чыгат.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Демек, идеалдык газ биринчи абалдан экинчи абалга өткөндө, басымдын көлөмгө болгон көбөйтүндүсүнүн темпера-

турага болгон катышы өзгөрбөйт. Бул катышты тажрыйбада Клапейрон аныктаган.

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

Мындан, идеалдык газдын берилген массасы үчүн, анын басымынын көлөмгө болгон көбөйтүндүсүнүн температурага болгон катышы өзгөрбөйт деген корутундуга келүүгө болот.

§ 21. Газ закондору. Изотермалык процесс

Идеалдык газ абалдарын мүнөздөөчү параметрлердин (P,V,T) бири турактуу калып калган экөөсүнүн бири биринен көз каранды болгон процесстер – **изопроцесстер** деп аталат.

Изотермалык процессте температура турактуу (T = const) болгондуктан, идеалдык газдын басымы анын көлөмүнөн көз каранды болот (18-сүрөт).

Бул көз карандылыкты идеалдык газ биринчи абалдан экинчи абалга өткөндөгү Клапейрондун теңдемесинен аныктоого болот.

$$\frac{p_1V_1}{T} = \frac{p_2V_2}{T}\ .$$

Демек, турактуу температурада, идеалдык газдын басымы менен көлөмүнүн көз карандылыгы төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ болот.

$$T = \text{const болсо } p_1V_1 = p_2V_2\ .$$

Бул теңдемени 1662-жылы англиялык физик Р. Бойль жана андан көз карандысыз франциялык физик Э. Мариот тажрыйба жүзүндө далилдешкендиктен, **Бойль-Мариот закону** деп аталат.

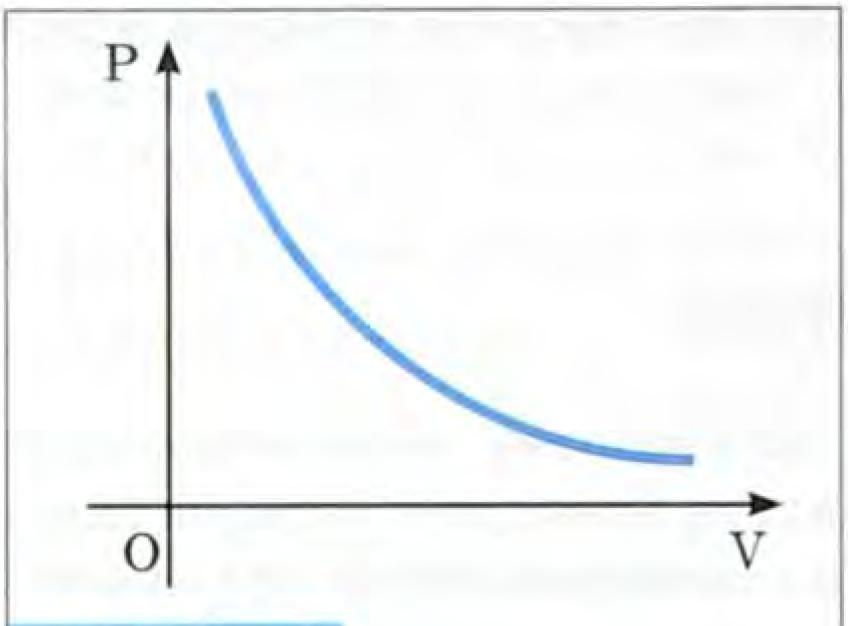
Изотермалык процессте идеалдык газдын берилген массасы үчүн, анын абалы өзгөрсө да, басымдын көлөмгө болгон көбөйтүндүсү өзгөрбөйт.

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

Эгерде басымдын көлөмгө болгон көбөйтүндүсү турактуу болсо, мындан идеалдык газдын басымы көлөмгө тескери пропорциялаштыгы келип чыгат.

Идеалдык газдын мындай көз карандылыгын график түрүндө көрсөтүүгө болот. Бул график **изотерма сызыгы** деп аталат (18-сүрөт).

Графиктен идеалдык газдын көлөмүнүн кичирейиши, анын басымынын чоңоюшуна алып келе тургандыгы көрүнүп турат. Анын себеби, көлөм кичирейгенде идеалдык газдын тыгыздыгынын жогорулашы, анын басымынын маанисин да көбөйтүп жиберет.



18-сүрөт.

Басым менен көлөмдүн ортосундагы мындай байланыштын бар экендигин тажрыйбада далилдөөгө болот.

Тажрыйба көрсөткөндөй идиштин көлөмү канча эсе кичирейсе, идиш менен бириккен манометрдин көрсөтүүсү ошончо эсе жогорулайт.

§ 22. Изобаралык процесс

Изобаралык процесс – туруктуу басым астында ($P = const$), идеалдык газдын көлөмүнүн температурадан көз каранды болгон процесс.

Идеалдык газдын берилген массасында, бул көз карандылыкты Клапейрондун теңдемеси аркылуу аныктоого болот.

$$\frac{pV_1}{T_1} = \frac{pV_2}{T_2} .$$

Мындан, идеалдык газдын массасында, көлөм менен температуранын байланышы төмөнкүдөй болот.

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

Мындан, идеалдык газдын берилген массасы үчүн, көлөмүнүн температурага болгон катышы туруктуу болот деген корутунду келип чыгат.

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

Эгерде, идеалдык газдын абалы өзгөрбөсө, изобаралык процессте, анын көлөмү абсолюттук температурага түз пропорциялаш болот (Гей-Люссактын закону).

$$V = V_o \alpha T.$$

Мында V_o – 0°Стагы (273°К) идеалдык газдын баштапкы көлөмү; α – көлөмдүк кеңейүүнүн температуралык коэффициенти. Анын физикалык маңызы төмөнкү формуладан аныкталат.

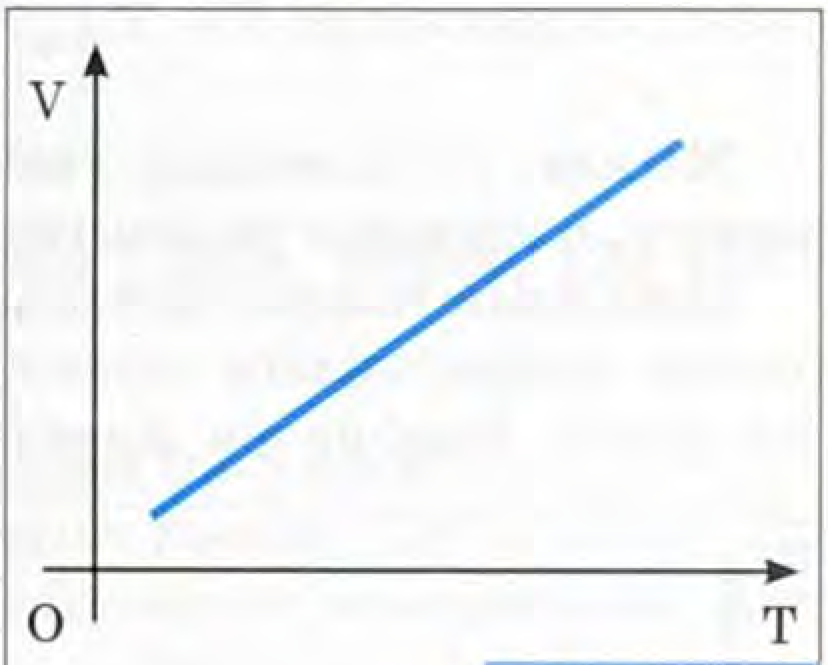
$$\alpha = \frac{V - V_o}{V_o t}.$$

Демек, α – температурасы 1°Ска өзгөргөндө, идеалдык газдын көлөмүнүн салыштырмалуу өзгөрүшүн көрсөтөт.

Идеалдык газдын басымынын температурадан көз карандылыгынын графиги **изобара сызыгы** деп аталат (19-сүрөт).

Графиктен идеалдык газдын температуранын жогорулашы, анын көлөмүнүн да өсүшүнө алып келе тургандыгы көрүнүп турат.

Анын себеби, эгерде басым турактуу болсо, берилген идеалдык газдын массасы үчүн, температуранын жогорулашы анын көлөмүнүн өсүшүн шарттайт.



19-сүрөт.

§ 23. Изохоралык процесстер

Изохоралык процесс – идеалдык газдын берилген массасы үчүн, анын көлөмү өзгөрбөй турактуу абалында (V = const), басымынын температурадан көз каранды болгон процесс.

Клапейрондун теңдемесинен көлөмдү турактуу деп белгилеп, бул көз карандылыкты аныктап алууга болот.

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

Мындан, идеалдык газдын абалын бул процессте мүнөздөй турган теңдеме төмөнкүдөй болот.

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

Демек, турактуу көлөмдө идеалдык газдын берилген массасы үчүн, идеалдык газдын басымынын температурасына болгон катышы турактуу болот.

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

Эгерде идеалдык газдын абалы өзгөрбөсө, анын басымы температурага түз пропорциялаш болот (Шарлдин закону).

$$p = \gamma p_o T.$$

Мында p_o – 0°Сдагы идеалдык газдын басымы;

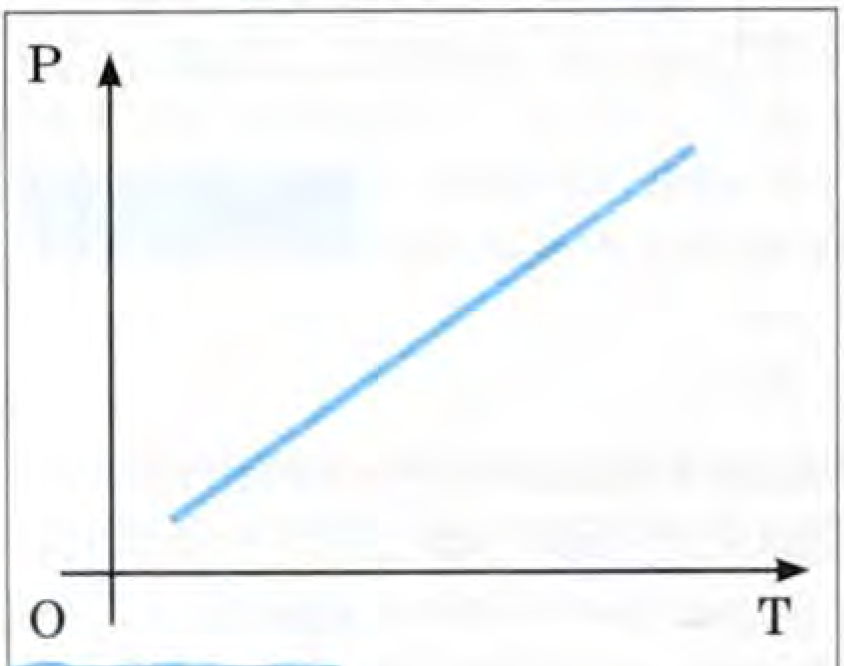
γ – басымдын термикалык коэффициенти.

Анын физикалык маңызын төмөнкү формуладан аныктоого болот.

$$\gamma = \frac{p - p_o}{p_o t}.$$

Мында, γ – идеалдык газдын температурасы 1°Сга өзгөргөндөгү, басымдын салыштырма өзгөрүүсүн көрсөтөт.

Идеалдык газдын басымынын температурадан көз карандылык графигиндеги сызык – **изохора сызыгы** деп аталат (20-сүрөт). Графиктен идеалдык газдын температурасынын жогорулашы, басымынын маанисинин өсүүсүнө алып келе тургандыгы көрүнүп турат. Анын себеби, идеалдык газдын берилген массасында, эгерде көлөмү турактуу болсо, температуранын жогорулашынын эсебинен молекулалардын орточо ылдамдыктары да жогорулайт. Анын натыйжасы, басымдын маанисинин өсүүсүн шарттайт.



20-сүрөт.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Идеалдык газ абалынын теңдемесин келтирип чыгаргыла.
2. Менделеев – Клапейрондун теңдемесинен кандайча Клапейрондун теңдемесин келтирип чыгарууга болот?

3. Изотермалык процесстер үчүн, идеалдык газдын абалы теңдеме жана график түрүндө кандайча аныкталат?
4. Изобаралык процесстер үчүн, идеалдык газ абалы кандай теңдеме жана график менен мүнөздөлөт?
5. Көлөмдүк кеңейүүнүн термикалык коэффициентинин физикалык маңызын чечмелеп бергиле.
6. Изохоралык процесстер үчүн, идеалдык газ абалы кандайча теңдеме түрүндө жана график түрүндө аныкталат?
7. Басымдын термикалык коэффициентинин физикалык маңызын чечмелеп бергиле.

Сапаттык маселелер:

1. Артиллериялык замбиректин стволунун капталын эмне үчүн улам учун карай жука кылып жасашат?
2. Эмне үчүн медициналык банка, анын ичине отту күйгүзгөндөн кийин, Адамдын денесине «жабышып» калат?
3. Ар бир изопроцесс үчүн PV, PT, VT графиктерин сызып бергиле?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Температурасы 27°С, басымы 2 *атм*, көлөмү 120 *л* болгон аба ысытылды.

Эгерде:

а) изохоралык процессте басымы 0,56 *атм*;

б) изобаралык процессте абанын көлөмү 150 *л* болсо, бул процесстер үчүн абанын температурасын аныктагыла. Абанын массасын аныктагыла.

Берилди:

$T_1 = 300°K$

$p_1 = 2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5\,Па$

$p_2 = 2{,}56 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5\,Па$

$V_1 = 120 \cdot 10^{-3}\,м^3$

$V_2 = 150 \cdot 10^{-3}\,м^3$

$\mu = 2910^{-3}\,кг/м^3$

$T_2 - ?\ \ T_2^1 - ?\ \ m - ?$

Чыгаруу:

Изохоралык процесс үчүн

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

$$T_2 = \frac{2{,}56}{2} \cdot 300 = 384\ (°K) \cdot$$

Изобаралык процесс үчүн

$$T_2^{\,1} = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1$$

$$T_2^{\,1} = \frac{150}{120} \cdot 300 = 375\ (°K).$$

Газдын массасын Менделеев – Клапейрондун теңдемесинен аныктоого болот.

$$m = \frac{pV\mu}{RT} \qquad m = \frac{2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5 \cdot 120 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 300} = 0{,}283\ (кг).$$

2. Газдын басымы $8{,}1 \cdot 10^5$ *Па*, температурасы 12°С, көлөмү 855 *л* болсо, газдын ошол эле массасында, температурасы 320°*К*, көлөмү 800 *л* болсо, газдын басымын аныктагыла.

Берилди:

$p_1 = 8{,}1 \cdot 10^5$ *Па*
$t_1 = 12°C$
$T_1 = 285°K$
$V_1 = 0{,}855\ м^3$
$T_2 = 320°K$
$V_2 = 0{,}8\ м^3$

$p_2 - ?$

Чыгаруу:

Клапейрондун теңдемесинен, P_2ни табууга болот.

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{V_2T_1}$$

$$P_2 = \frac{8{,}1 \cdot 10^5 \cdot 0{,}86 \cdot 320}{0{,}8 \cdot 285} = \frac{8 \cdot 0{,}9 \cdot 3 \cdot 10^7}{0{,}8 \cdot 3 \cdot 10^2} = \frac{21{,}6 \cdot 10^7}{2{,}4 \cdot 10^2} = 9 \cdot 10^5\ (Па).$$

7-көнүгүү

1. Аба 0°Ста $10^5\ Н/м^2$ басымда, 1 *л* көлөмдү ээлейт. Кандай температурада, $2 \cdot 10^5\ Н/м^2$ басымга, 2 *л* көлөмгө ээ болот?
2. 500 *кПа* басымда 20 *л* газдын температурасы 546°*К*. Нормалдуу шартта газ кандай көлөмгө ээ болот?
3. Температурасы 17°С, массасы 0,89 *г* суутек 500 $см^3$ көлөмдү ээлесе, газдын басымын аныктагыла.
4. 50 *атм* басым астында, көлөмү 40 *л* көмүр кычкыл газдын температурасы 288°*К* болсо, анын массасын тапкыла.
5. 127°Ста басымы $8{,}3 \cdot 10^5\ Н/м^2$ гелийдин тыгыздыгы кандай болгон?
6. 12 *л* идиште $4 \cdot 10^5$ *Па* газды, абасы толук сордурулуп чыккан 3 *л* идиш менен туташтырылды. Жалпы басым 10^5 *Па* болсо, экинчи идиштин көлөмүн аныктагыла.
7. Ысыткыч мештердин трубасынан атмосферага чыгып жаткан газдардын температурасы 400°*К* болуп, алардын баштапкы көлөмү 3,5 эсе азайса, газдардын баштапкы температурасын аныктагыла.

II бөлүм ЭЛЕКТРДИК КУБУЛУШТАР

ЭЛЕКТР ЗАРЯДДАРЫ

ЭЛЕКТР ЗАРЯДДАРЫ ДЕГЕН ЭМНЕ?

IV глава

ЭЛЕКТР ЗАРЯДДАРЫ

§ 24. Электр кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү

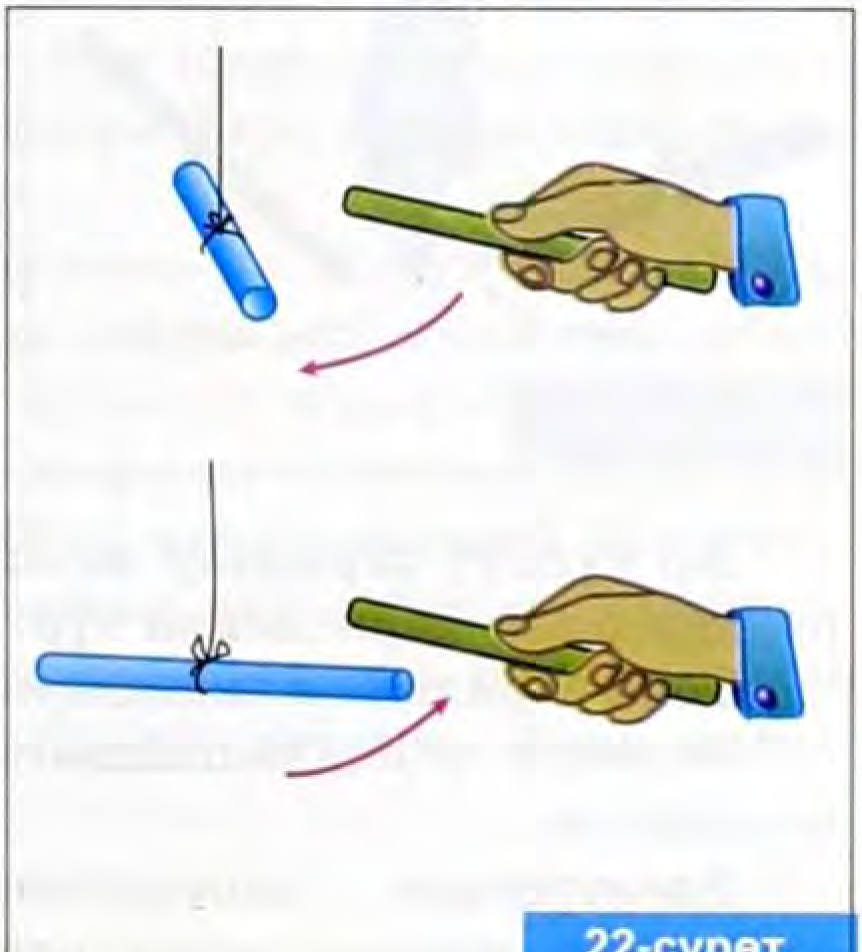
Байыртадан карагайдын чайырлары, айнектин түрлөрү, эбониттин бөлүктөрү, сүрүлүүдө майда предметтерди өздөрүнө тартып алары белгилүү болгон.

Мисалы, калемди кагазга сүргүлөгөндө, калемге майда кагаздар жабышып калат (21-сүрөт). Эмне үчүн мындай болот? Атайын тажрыйбалар, байкоолор көрсөткөндөй жибекке сүрүлгөн айнекти жука станиолдон жасалган эки көңдөй цилиндрге тийгизгенден кийин, бул цилиндрлер бири-бири менен өз ара түртүлүшөт.

21-сүрөт.

Эгерде, бул цилиндрлерди сүрүлгөн эбонит таякчасына тийгизишсе, алар дагы эле өз ара түртүлүшкөн (22-сүрөт).

Ал эми, айнекке сүрүлгөн цилиндр менен, эбонитке сүрүлгөн цилиндр бири-бири менен өз ара тартылышкан. Сүрүлүүдөн кийин бири бирине тартылышуу же түртүлүшүү касиетине ээ болгон телолор электрленди же электр заряды берилди деп айтууга болот. «Электр» деген сөз байыркы грек тилинен келип чыккан. Жогорудагы кубулуштарды байыркы гректер карагайлардын миң жылдык чайырлары – янтардан байкашкан.



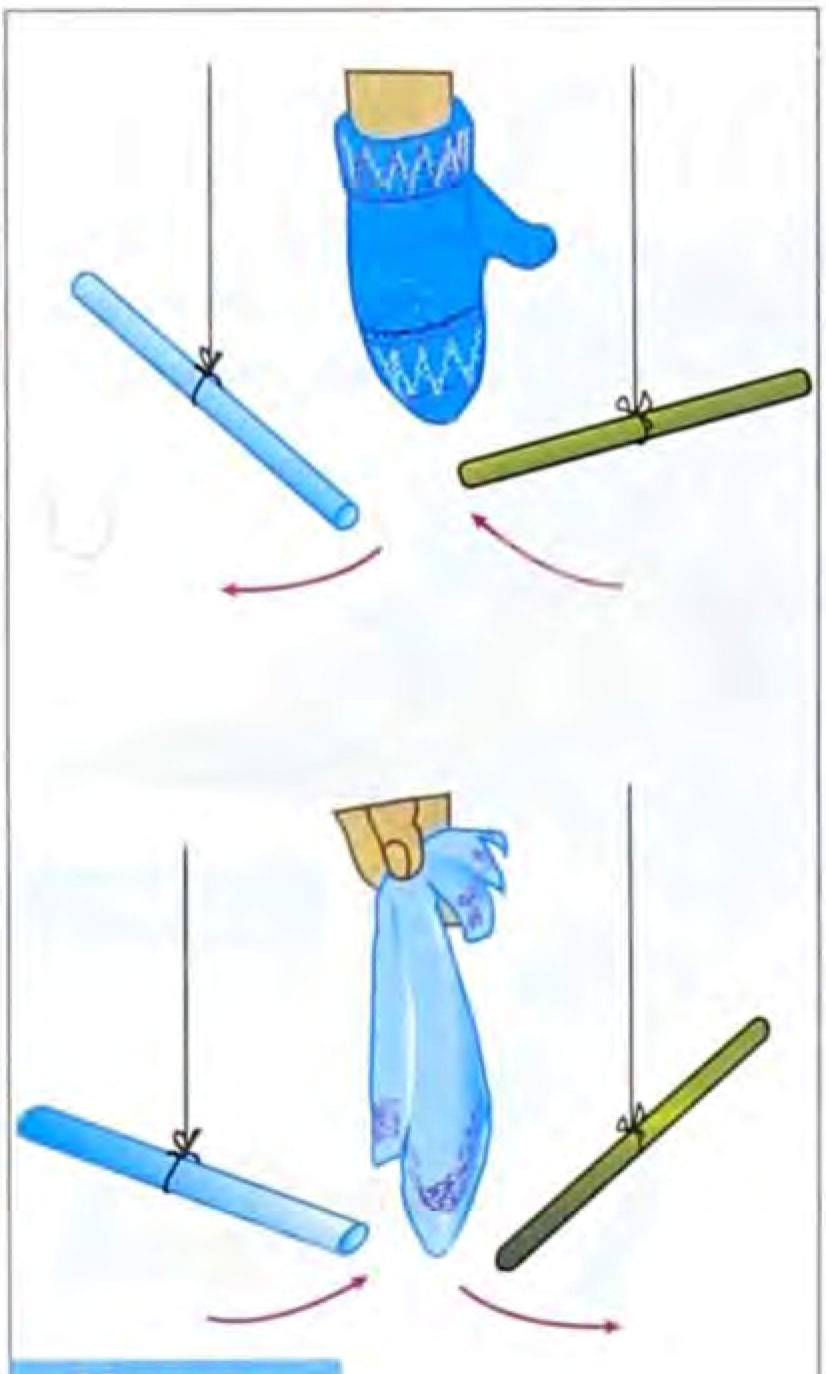
22-сүрөт.

Янтарды ал кезде электрон деп аташкан.

Телолорду электрлөө менен жүргүзүлгөн тажрыйбаларда электр заряддынын эки түрдүү болорун көргөздү.

Ошондуктан, жибекке сүрүлгөн айнек таякча шарттуу түрдө **оң заряддалат**, ал эми жүнгө сүрүлгөн эбонитти **терс заряддалат** деп кабыл алынган.

Тажрыйбада, заряддалган эбонит таякчасы жана айнек таякчасынын ортосуна, эбонитти заряддаган жүн кол капты жакын алып келсе, айнек таякча түртүлөт, эбонит таякча – тартылат. Эгерде жүн кол каптын ордуна, айнек таякчаны заряддаган жибек болсо, айнек таякча тартылса, эбонит таякчасы түртүлөт. Эмне үчүн? Анын себеби, эбонит таякчасына сүрүлгөн жүн кол каптын өзү терс зарядка ээ болуп калган. Ошондуктан, кол капка эбонит таякчасы тартылса, айнек таякча түртүлөт. Ал эми, жибек кол жоолугуна сүрүлүүдөн айнек таякча оң заряддалган болсо, кол жоолуктун өзү терс зарядга ээ болуп калат.



23-сүрөт.

Натыйжада, андан эбонит таякчасы түртүлсө, айнек таякчасы – тартылат. Демек, сүрүлгөн телолор экөө тең заряддалат.

Бири оң, экинчиси терс зарядка ээ болот.

Ар түрдүү заряддар өз ара тартылышат, бир түрдүү заряддар бири-бири менен түртүлүшөт.

Тело зарядка ээ экендигин кандайча аныктоого болот?

Телонун заряддалгандыгын аныктоо үчүн, электроскоп колдонулат.

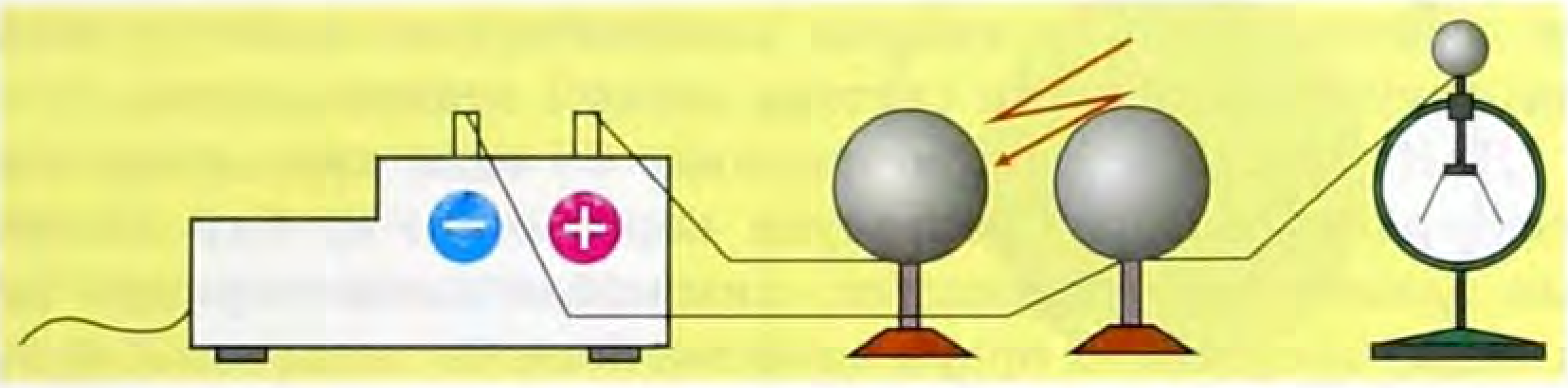
Электроскоп – каптал беттери айнектен жасалган металл корпустун ичинде жука алюминийдин фольгасынын (ста-

ниол) эки баракчасынан же жеңил айлануучу металл жебеден турат. Эгерде электроскоптун корпусунун сыртындагы шарчага кандай түрдөгү заряд берилсе да, эки станиол баракчасы бирдей заряддалгандыктан, алар бири-бири менен түртүлүшөт. Электроскоптун стерженине заряддалган тело тийсе баракчалар ачылат (24-сүрөт).

Заряддалбаган тело тийсе баракчалар кыймылдабайт.

Демек, электроскоптун станиоль баракчаларынын бири биринен түртүлүшү, телонун зарядка ээ болгондугун далилдейт.

Мисалы, оң жана терс заряддардын булагына эки шарча өзүнчө туташтырылып, алардын бири электроскоп менен



24-сүрөт.

туташтырылса, анын эки баракчасы бирдей заряддалгандыктан, бири биринен түртүлүшөт. Бул шарчалардын заряддалгандыгынын далили катары, аларды бири бирине жакындатканда учкун пайда болот.

Бул заряддар адамдын денесинен да Жерге өтөт. Ошондуктан, мындай тажрыйбаларды, шарчаларга кол тийгизбей, алардын пластмасса бөлүктөрү аркылуу жүргүзгөн оң. Мына ушул мааниде өзгөчө жаз айларындагы булуттар оң же терс зарядка ээ болушкандыктан, Жер менен мындай булуттардын ортосунда учкун, б. а. чагылган пайда болот. Ошондуктан, нөшөрлөгөн жамгырда айрыкча тоолордо, бак-дарактын түбүнө бекинген адамдардын өмүрүнө чагылган зыян келтирип коюшу мүмкүн.

§ 25. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасынын ачылышы. Атомдун түзүлүшү

XVII кылымда француз окумуштуусу Ш. О. Кулон заряддардын өз ара аракеттенишүү законун тажрыйбада далилдеген.

Бирок, XX кылымдын башталышына чейин, телолордун электрленишинин себеби так аныкталган эмес. Анын себеби, XX кылымдын башталышына чейинки өнүгүп келген табият иликтөөчү илимдерде: бардык заттар бөлүнбөс бөлүкчөлөрдөн атомдордон турат деп эсептелип келинген. Мында эң майда бөлүкчө – атом деген сөз, грек тилинде – бөлүнбөс деп которулат.

Ал гана эмес Д. И. Менделеев да атомду бөлүнбөс бөлүкчө деп эсептөө менен, химиялык элементтердин ырааттуу жайланышуусун мезгилдик система катары сунуш кылган.

Д. И. Менделеевдин мезгилинде 63 гана химиялык элементтердин белгилүү болгонуна карабастан, ар бир химиялык элементтин физикалык, химиялык касиеттеринин негизинде, алардын өз ордун аныктоо боюнча тынымсыз, күнүтүнү изилдеп көп убакытты кетирген.

Бир күнү уктап жатып, химиялык элементтердин туура жайланышын түшүндө көрөт. Ойгонору менен жазып, дагы калган химиялык элементтер үчүн чакмактарды бош койгон. Бирок, бул – ар бир эле Адам түшүндө көрүп, анан ачылыш жасайт дегендик эмес.

Мындай кокустуктар дайыма тынымсыз окуп, изилдөөнүн гана натыйжасы боло алат.

Д. И. Менделеевдин мындай ачылышы менен кошо, атомдун ички түзүлүшү татаал экендигин далилдөөчү кубулуштар ачылды (катод нурлары, рентген нурлары, фотоэффект, табигый радиоактивдүүлүк.).

Бул кубулуштар – эң жеңил болгон суутектин атомуна караганда массасы боюнча 2000 эсе аз болгон терс заряддалган бөлүкчөнүн бар экендигин далилдейт.

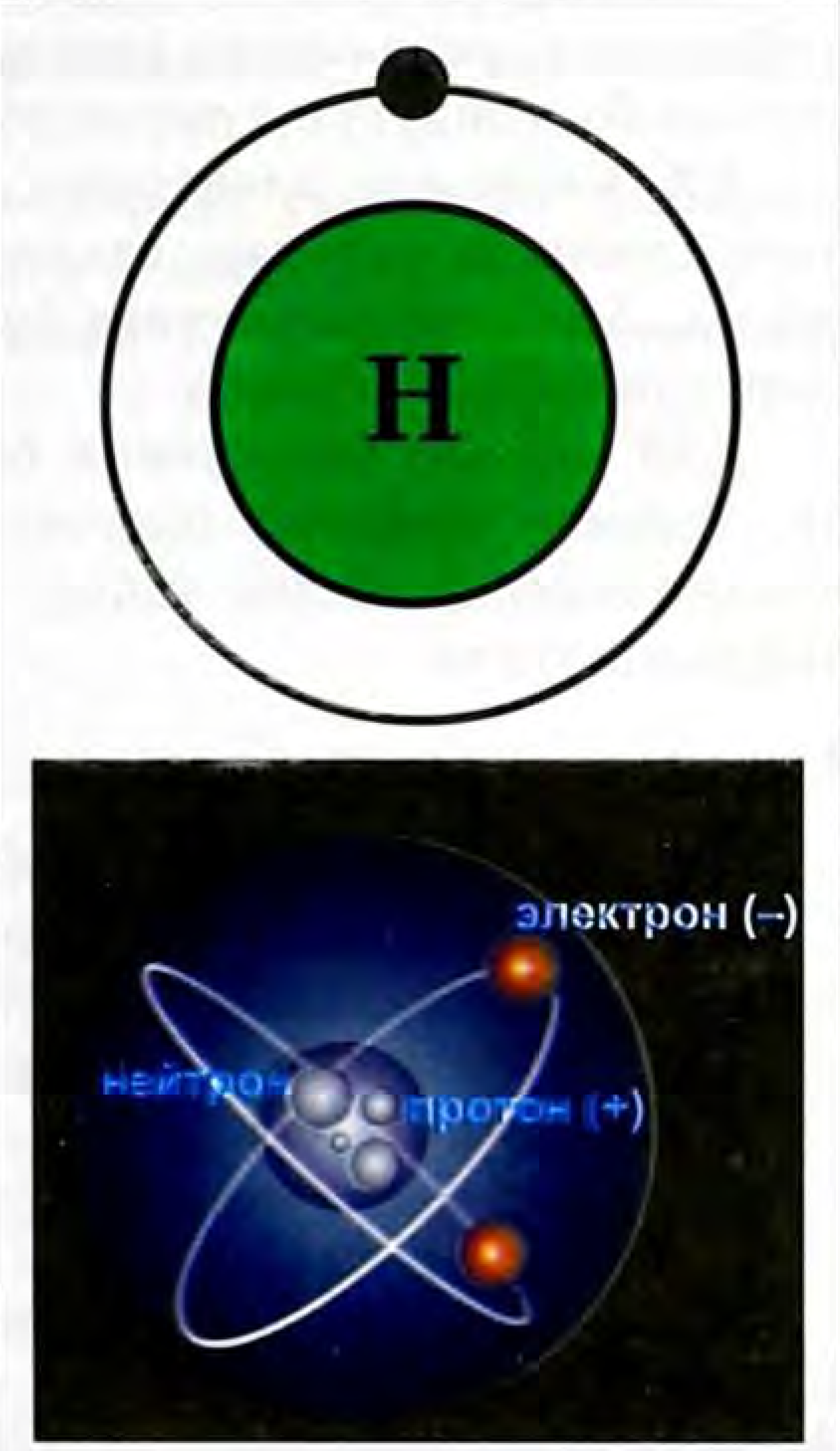
Бул терс заряддалган бөлүкчөгө англиялык физик Джозеф Джон Томсон **электрон** деген ат койду. Эгерде ар бир атомдун ичинде электрон болуп, атом электрдик жактан ней-

тралдуу бөлүкчө болсо, демек, анын ичинде оң заряддалган бөлүкчө да болот.

Анда атомдун ичинде оң заряддалган бөлүкчө (протон) жана электрондор кандайча жайланышат?

1913-жылдары англиялык физик Эрнест Резерфорддун тажрыйбасында атомдун ички түзүлүшү аныкталган. Бул тажрыйбанын натыйжасында, Э. Резерфорд атомдун ортосунда оң заряддалган ядро жайланышып, аны электрондор айланып жүрөт деген жыйынтыкка келген (25-сүрөт).

Көптөгөн окумуштуулардын аракети менен, бул тажрыйбанын негизинде, Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасында жайланышкан химиялык элементтеринин атомдорунун ички түзүлүшүн түшүндүрүүгө мүмкүн болду. Мезгилдик системада жайланышкан химиялык элементтин катар номери, атомдун ядросундагы протондордун санын көрсөтөт. Атомдо электрондордун саны протондун санына барабар.



25-сүрөт.

Э. Резерфорд өзүнүн шакирттерине ядронун ичиндеги бир бөлүкчөнүн түрүн изилдеп, анын бар экендигин далилдөөнү сунуш кылган.

1932-жылы француз окумуштуулары Ф. Жолио, И. Кюрилердин тажрыйбаларынын натыйжаларын, Э. Резерфорддун шакирти Чедвик изилдеп чыгып, ядронун курамында электрдик жактан нейтралдуу бөлүкчө – нейтрондун бар экендиги далилденди. Андыктан атомдун ядросу оң зарядка ээ болгон протондордон жана электрдик жактан нейтралдуу болгон нейтрондор-

дон турат. Химиялык элементтин салыштырмалуу атомдук массасы ядродогу протондордун жана нейтрондордун санына барабар экендигин көрсөтөт.

Мисалы, суутектин катар номери 1, салыштырма атомдук массасы 1. Суутектин ядросунда 1 протон гана бар, аны бир электрон айланат. Гелийдин ядросунда 2 протон жана 2 нейтрон бар, аны 2 электрон айланып жүрөт. Алюминийдин катар номери 13 жана салыштырма атомдук массасы 27. Демек, анын ядросунда 13 протон жана 14 нейтрон бар, ядрону 13 электрон айланып жүрөт.

Мына ушундай, атомдун ички түзүлүшү аныкталгандан кийин гана, телолордун электрлениши, кандай зарядка, эмне үчүн ээ болгондугун түшүндүрүүгө мүмкүндүк болду.

XX кылымда электрдик кубулуштарды изилдөөлөрдүн натыйжалары – электр станцияларды, космостук аппараттарды, Адамдын энергияга болгон муктаждыгын канааттандырууда пайдаланылды.

XXI кылым энергетика багытында арзан, Жаратылышка, Адамга зыянсыз болгон энергетикалык аппараттарды, механизмдерди ойлоп табуу, аларды колдонуу зарылдыгын пайда кылууда.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Электр деген сөз кандай пайда болгон?
2. Сүрүлүүдө телолордун заряддалышын айтып бергиле.
3. Заряддардын өз ара аракеттенишүүлөрүнүн өзгөчөлүгү кандай?
4. Д. И. Менделеев мезгилдик системасын кандай ачкан?
5. Кандай кубулуштар, эмне үчүн атомдун ички түзүлүшүн татаал экендигин ырастоочу кубулуштар деп аталат?
6. Атомдун түзүлүшүн айтып бергиле.
7. Коргошундун атомунда канча протон, нейтрон, электрон бар?

▲ Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн заряддалган электроскопко колдун манжасын тийгизгенде, электроскоптун баракчалары мурдагы абалына келип калат?
2. Эмне үчүн бензин ташуучу автомобилдерде, жерге жакын болгон темир чынжырларды илип коюшат?

3. Текстиль өнөр жайында эң майда жиптерди ийрүүчү станоктордо эмне үчүн жиптер тез-тез үзүлүп турат? Аны менен күрөшүү үчүн цехтерде абанын нымдуулугун жогорулатышат. Эмне үчүн?

§ 26. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасы. Атомдо электрондун жайланышы

Мезгилдик системадагы ар бир химиялык элементтин электрондору K, L, M, N орбиталары боюнча айланышат.

Мезгилдик системанын группалары эң сырткы электрондордун санын көрсөтөт.

Ар бир орбитадагы электрондордун санын $2n^2$ формуласынын негизинде аныктап алууга болот.

Ар бир орбитада, чындыгында электрондор катмарлар боюнча бөлүштүрүлөт.

Мисалы:

K орбитасы 1s;

– L орбитасы 2s, 2p;

– M орбитасы 3s, 3p, 3d;

– N орбитасы 4s, 4p, 4d, 4f;

– O орбитасы 5s, 5p, 5d, 5f;

– P орбитасы 6s, 6p, 6d;

– Q орбитасы 7s катмарларынан турат.

Бирок, электрондор кайсы орбитага жайланышса да:

s катмарында 2ден;

p катмарында 6дан;

d катмарында 10дон;

f катмарында 14дөн ашпайт.

Таблицада берилген химиялык элементтердин электрондорунун катмарлар боюнча жайланышын, атайын символдор менен көрсөтөт.

Мисалы:

алюминийди алсак – $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ болсо,

алтын –$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^6\ 6s^1$ деп белгиленет.

7-таблица

Электрондордун орбиталар боюнча бөлүштүрүлүшү

Z	Элемент	K	L	M	N	O	P	Q
		1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f	5s 5p 5d 5f	6s 6p 6d	7s
1	H	1						
2	He	2						
10	Ne	2	2 6					
13	Al	2	2 6	2				
18	Ar	2	2 6	2 6				
29	Cu	2	2 6	2 6 10	1			
30	Zn	2	2 6	2 6 10	2			
36	Kr	2	2 6	2 6 10	2 6			
46	Pd	2	2 6	2 6 10	2 6 10			
48	Cd	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2		
57	La	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2 6 1	2	
79	Au	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	1	
86	Rn	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6	
90	Th	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6 1	2

§ 27. Иондун түрлөрү. Сүрүлүүдөн телолордун электрлениши түшүндүрүү

Атомдо ядронун ичиндеги протондордун саны, аны айланып жүргөн электрондордун санына барабар болгондуктан, атом электрдик жактан нейтралдуу болот. Атомдо электрондордун саны аз болуп калса, атомдо оң заряддалган бөлүкчөлөрдүн саны басымдуулук кылгандыктан, **оң ион** деп аталат. Эгерде атомдо электрондордун саны көп болуп калса, электрондордун саны басымдуулук кылгандыктан **терс ион** деп аталат. Телолордо электрондордун жалпы саны ядродогу протондордун саны менен тең болот.

Кадимки шартта телолор заряддалбаган б. а. электрленбеген болот. Андагы оң заряддалган бөлүкчөлөр менен терс заряддалган бөлүкчөлөрдүн (электрондордун) саны тең болот. Телолордун сүрүлүүлөрүнүн натыйжасы, бул телолор-

дун ортосунда электрондордун кайра бөлүштүрүлүшүнө алып келет.

Мисалы, сүрүлүүдө электрондорунун саны аз болуп калган телолор оң зарядка ээ болот. Ошондуктан, айнек таякчасы оң заряддалат. Сүрүлүүдө электрондорду тартып алган тело терс зарядга ээ болот. Ошондуктан, эбонит таякчасы терс заряддалат.

Бирок, сүрүлүүнүн натыйжасында пайда болгон заряддар бир телодон экинчи телого берилгени менен, алардын жалпы саны өзгөрбөйт. Б. а. заряддардын жалпы саны өзгөрбөйт. Мында бир дагы заряддалган бөлүкчө өзүнөн өзү себепсиз дайынсыз жок болуп кетпейт. Эгерде, ар кандай себептерден оң заряддалган бөлүкчө пайда болсо, анда жака белинде сөзсүз электрон пайда болот.

Анткени, кадимки шартта телолордун ичинде протондор жана электрондор бири биринин заряддарын компенсациялап турат.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Менделеевдин мезгилдик системасындагы химиялык элементтеринин катар номерлери жана группалары эмнени билдирет?
2. Орбиталар менен s, p, d, f катмарларынын кандай байланышы бар?
3. Коргошундун электрондору орбита боюнча кандай бөлүштүрүлөт?
4. Оң ион деп эмнени айтабыз?
5. Терс ион деп эмнени айтабыз?
6. Телолордун оң зарядка ээ болушу кандай түшүндүрүлөт?
7. Телолордун терс зарядка ээ болушу кандай түшүндүрүлөт?

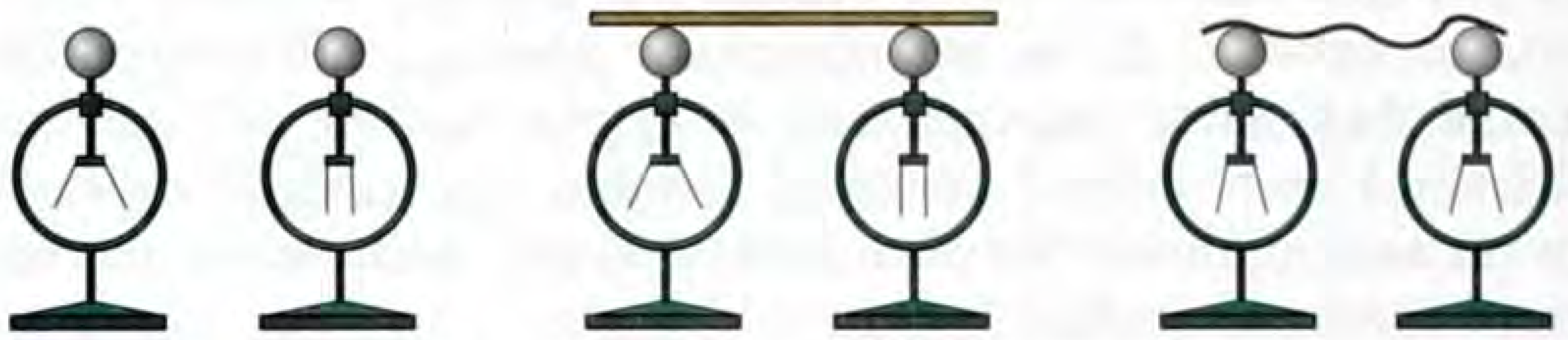
Сапаттык маселелер:

1. Суутектин атомунун массасы чоңбу же анын оң ионубу? Терс ионучу?
2. Эгерде кычкылтектин атому оң ионго айланса, анда анын атомунда кандай өзгөрүүлөр жүргөн?
3. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасындагы элементтердин катар номерлери өскөн сайын, алардын ядросунда кандай өзгөрүүлөр жүрөт?

§ 28. Өткөргүчтөр. Диэлектриктер

Тажрыйбада, эгерде заряддалган электроскоп заряддалбаган электроскоп менен металл зым аркылуу туташтырылса, эки электроскоптун баракчалары бирдей бурчка ачылат.

Демек, 1-электроскоптогу заряддалган бөлүкчөлөр металл зым аркылуу 2-электроскопко өтүп кетти (26-сүрөт). Алар кандайча өтөт?



26-сүрөт.

Металлдарда оң иондор кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышат. Анткени, атом кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышканы менен, анын эң тышкы орбиталарындагы электрондору ядро менен болгон байланыштары начар болот. Ошондуктан, мындай электрондор өздөрүнүн атомдору менен болгон байланыштарын жоготуп жиберишип, металлдын ичинде «эркин» электрондорго айланышат. Мына ушул электрондор электр зарядын алып жүрүүчүлөр болуп эсептелинет. Ал эми электрондору жетишсиз болуп калган атом оң ионго айланып калат.

Заттарды электрдик касиеттери боюнча өткөргүч жана диэлектрик (өткөрбөгүч) деп эки топко ажыратууга болот.

Өткөргүчтөргө: металлдар, туздардын, щелочтордун жана кислоталардын суудагы эритмелери; Жер, Адам жана жаныбарлар кирет.

Металлдарда эркин электрондор болот. Демек, металлдарда электр зарядын алып жүрүүчүлөр болуп эркин электрондор эсептелинет.

Туздар, щелочтор жана кислоталар сууга эригенде молекулалары иондорго ажырап кетет. Демек, эритмелерде иондор электр заряддарын алып жүрүүчүлөр болот.

Эгерде тажрыйбаны кайталап, заряддалган электроскоп менен заряддалбаган электроскопту резина, айнек, пластмассалар аркылуу бириктирсе, заряддалбаган электроскоптун баракчаларынын абалдары өзгөрбөйт.

Анын себеби, бул материалдарда электр зарядын алып жүрүүчү эркин заряддар жок.

Диэлектриктерде эркин электр заряддары болбогондуктан бир учуна берилген заряд экинчи учуна өтпөйт. Диэлектриктерге: пластмасса, фарфор, резина, айнек, таза суу, аба ж. б. у. с. кирет.

§ 29. Жарым өткөргүчтөр

Диэлектриктердин ичинен айрым тобу (кремний, германий, селен ж. б.) белгилүү бир шарттарда өткөргүчтөргө айланып кетишет.

Бул диэлектриктер: ысытылганда, күндүн шооласы, рентген нурлары менен нурлантканда же атайын башка элементтер менен (индий, мышьяк) аралаштырганда өткөргүч болуп калышат. Анткени, мындай абалда, диэлектриктердин ичинде эркин электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болушат.

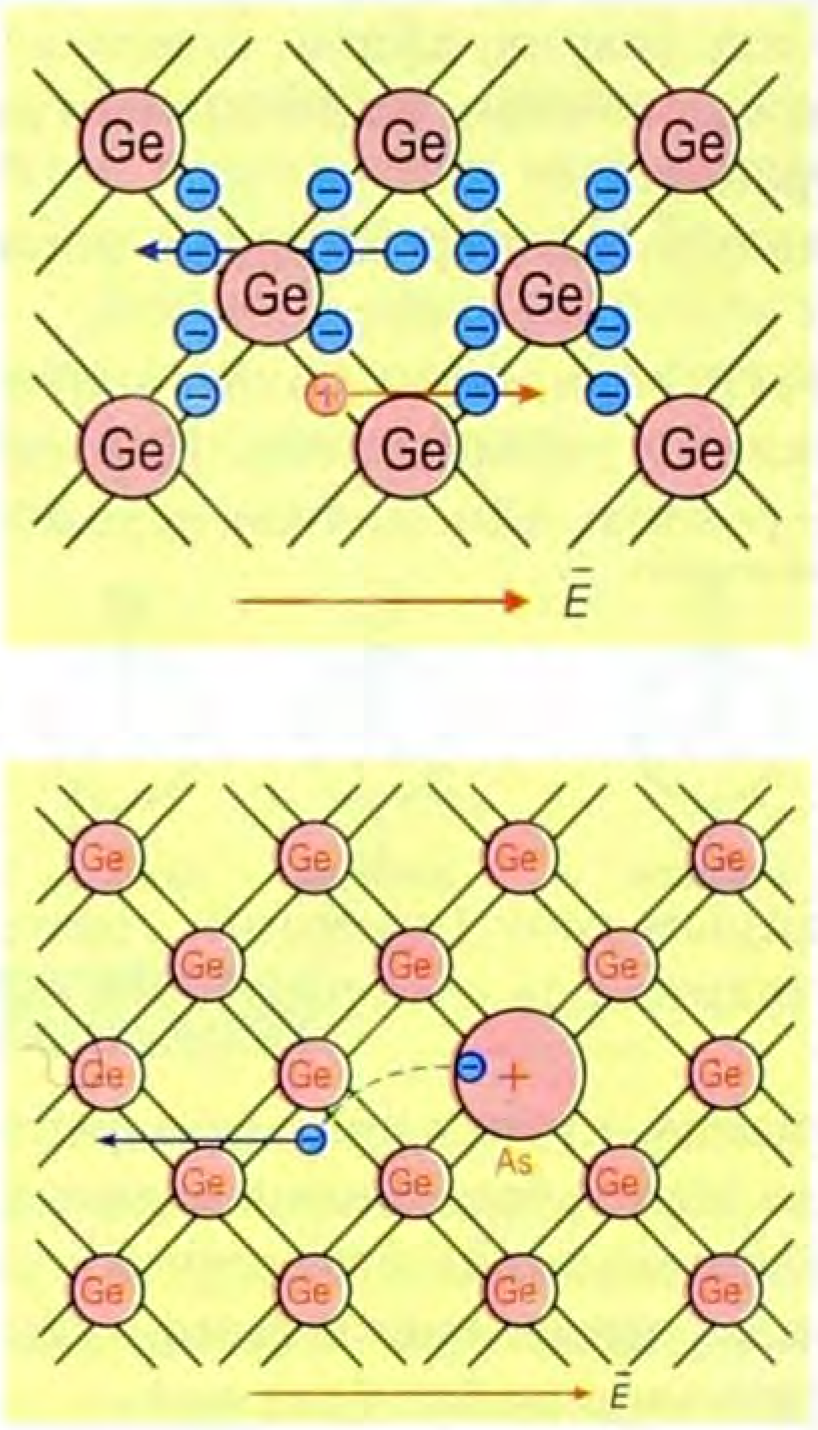
Ошондуктан, мындай диэлектриктер **жарым өткөргүчтөр** деп аталат.

Мисалы, кремний (германий) диэлектрик болуп эсептелинет. Анын себеби, кремний Менделеевдин мезгилдик системасында IV группадан орун алгандыктан, анын атомунун жанаша атомдору менен болгон байланышы коваленттик мүнөзгө ээ болот.

Башкача айтканда, кремнийдин ар бир атомунун эң тышкы орбитадагы төрт электронунун ар бири экиден атомду айланат. Натыйжада, кремнийдин атомунун эң тышкы орбитасында 8 электрон айланып жүрөт.

Ошондуктан, кремнийде электр зарядын алып жүрүүчүлөр болбойт жана ал – диэлектрик болот.

Кремний (германий), Менделеевдин V же III группасындагы элементтер менен аралаштырганда өткөргүчкө айланат (27-сүрөт).



27-сүрөт.

Мисалы: кремнийге же германийге Менделеевдин мезгилдик системасындагы V группасынын элементи болгон мышьяк белгилүү бир катышта аралаштырылса, анда кремний (германий) электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болот.

Себеби, мышьяктын эң тышкы орбитасында беш электрон айланып жүрөт. Ал эми, атомдордун ортосундагы коваленттик байланыштар үчүн төртөөсү жетиштүү болот.

Ошондуктан, жылуулук кыймылынын натыйжасында бешинчи электрон атом менен болгон байланышын жоготот да, «эркин» электронго айланат.

Мына ушул эркин электрондор электр тогун алып жүрүүчүлөр болуп, кремний (германий) **электрондук өткөрүмдүүлүккө** ээ болгон өткөргүч болуп калат.

Электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүч n – тибиндеги жарым өткөргүч деп аталат.

Эгерде, кремнийге (германийге) Менделеевдин мезгилдик системасындагы III группасында жайланышкан индий элементинин белгилүү бир катышы аралаштырылса, кремний (германий) көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болуп калат.

Эмне үчүн?

Анын себеби, кремнийдин (германийдин) атомдорунун коваленттик байланыштарын камсыз кылуу үчүн төрт

электрон жетиштүү болсо, эми ал үчүн бир электрон жетпей калат.

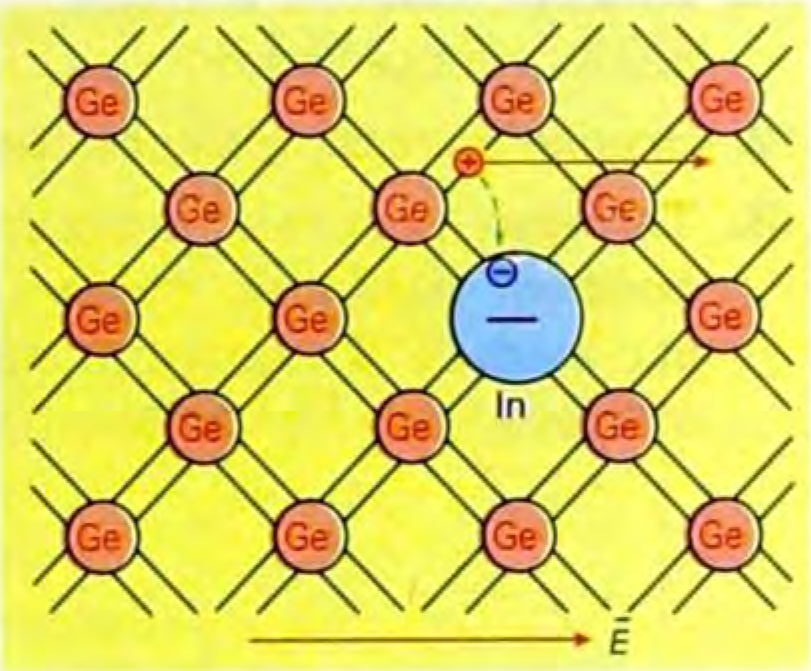
Электрондун бош жайы шарттуу түрдө «көзөнөк» деп аталат.

Бул көзөнөктөрдү оң электр зарядын алып жүрүүчүлөр деп эсептөөгө болот (28-сүрөт).

Мындай кремний (германий) **көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк** касиетине ээ болуп калат.

Көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтөр **p – тибиндеги жарым өткөргүчтөр** деп аталат.

Жарым өткөргүчтөр микроэлектрониканын өсүшүнө негиз болуу менен, компьютердик техниканын, мобилдик байланыштардын практикалык муктаждыктарды канааттандырууда пайдаланылып келүүдө.



28-сүрөт.

Кыргызстанда Таш-Көмүр жарым өткөргүч заводунда поликристаллдык кремнийди Эл аралык стандартка жооп берүүчү деңгээлде чыгаруу максатында, Россиялык иш-каналар менен бирдикте долбоорлор жандануда.

Бул өз кезегинде, эл үчүн жумушчу орундарды көбөйтүүгө жана Республикабыздын экономикалык мүмкүнчүлүктөрүн жогорулатууга алып келсе да, экологиялык тең салмактуулукту бузбай турган долбоорлордун иш жүзүнө ашканы абзел. Анткени, тоонун аркы кыркаларында дүйнөдөгү эң кооз, эң таза жаратылыштын флора, фауналары бар Сары-Челек коругун келечек муундар үчүн сактап калуу, аны асыроо, азыркы муундардын карызы.

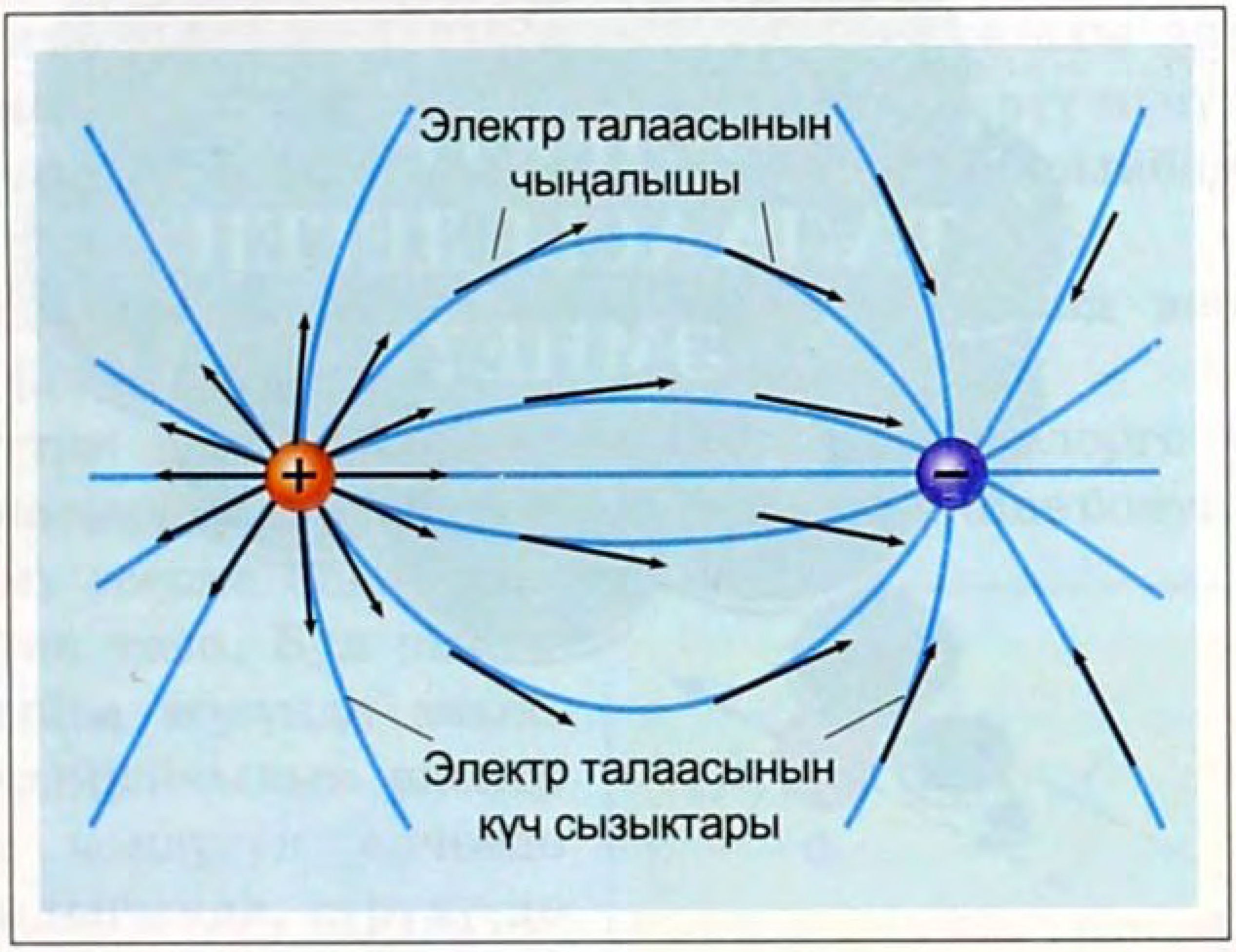
? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Тажрыйбада өткөргүчтөр менен диэлектриктерди кандайча ажыратууга болот?

2. Заттар кандай касиеттери боюнча өткөргүчтөргө, диэлектриктерге ажырайт?
3. Кандай диэлектриктер жарым өткөргүчтөр деп аталат?
4. Жарым өткөргүч электрондук өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болушу үчүн эмне кылуу керек?
5. Жарым өткөргүч көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болушу үчүн эмне кылуу керек?
6. Көзөнөкчөлөр электр тогун кандайча алып жүрөт?
7. Кыргызстанда жарым өткөргүч заводунун курулушунун кандай оң жана терс жактары бар?

Сапаттык маселелер:

1. Кандай шартта жарым өткөргүчтө электрон – көзөнөкчө жубу пайда болот?
2. Эгерде электрон менен көзөнөкчө кошулса эмне болот?
3. Төмөнкү кошулмалардан:
   фосфор, мышьяк, сурьма, геллий, бор, индий, кайсылары жарым өткөргүчкө аралаштырылса, ал электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болот?



ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ

ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ ДЕГЕН ЭМНЕ?

V глава

ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ

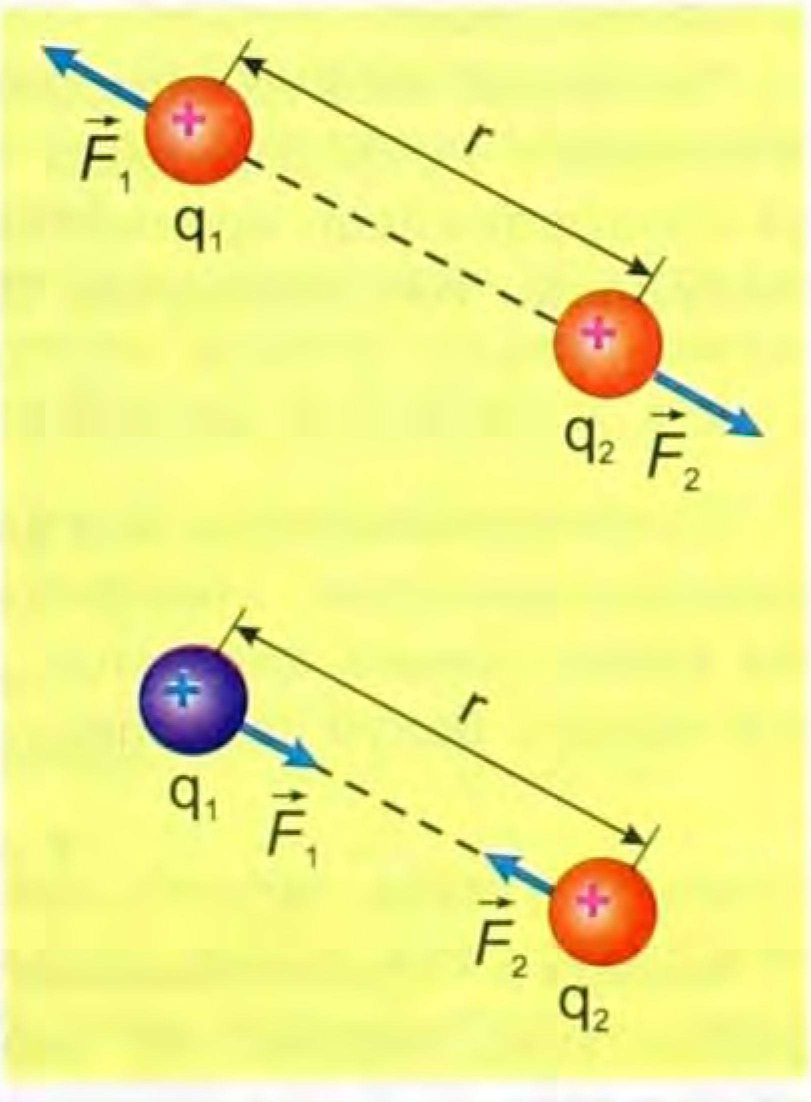
§ 30. Электр заряддарынын өз ара аракеттенишүүлөрү. Кулондун закону. Электр талаасы

XVIII кылымга чейин электрдик кубулуштар сапаттык жактан гана окуп-үйрөнүлүп келген.

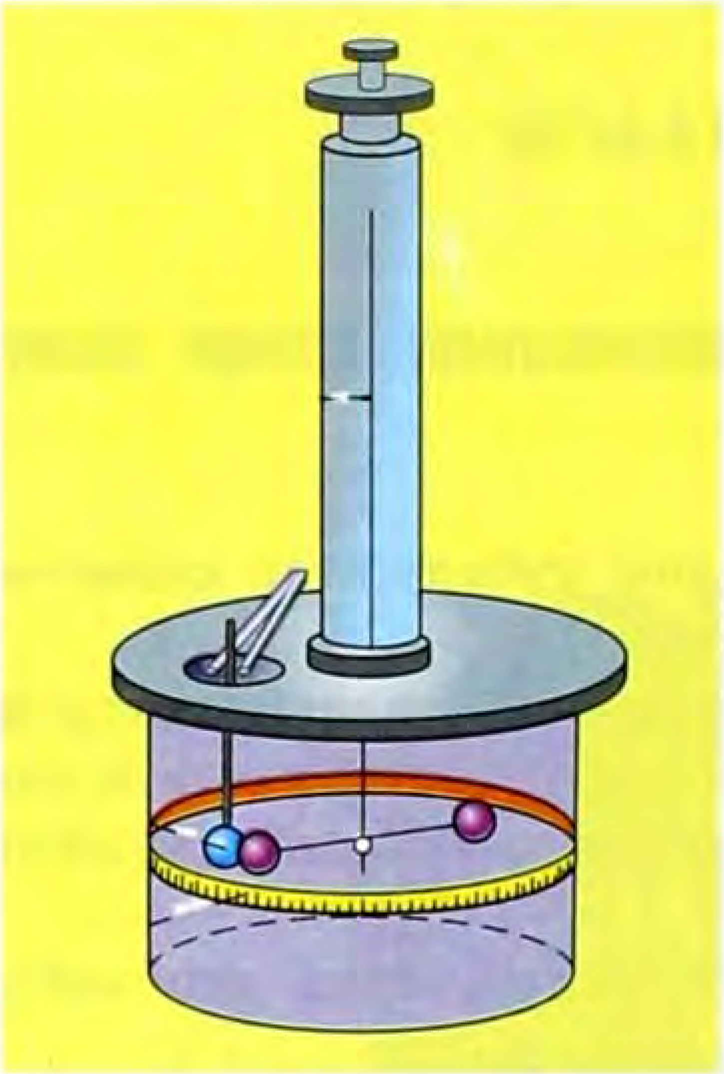
Француз окумуштуусу Ш. Кулон 1785-жылы электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчүнүн кандай чоңдуктардан көз каранды экендигин тажрыйбада аныктаган.

Мында, электр заряддары – **чекиттик заряд** деп кабыл алынган (29-сүрөт).

Чекиттик заряд – башка заряддалган телолорго чейинки аралыгына караганда, өлчөмү бир нече эсе кичине болуп, сызыктуу өлчөмү эсепке алынбаган заряддалган тело. Бул законду тажрыйба жүзүндө аныктоодогу кыйынчылык электр заряддын чоңдугун өлчөөдө эле. Чындыгында, сүрүлүүдө телонун канчага заряддалгандыгын кантип аныктоого болот? Бул проблеманы Ш. Кулон төмөнкүдөй чечкен. Заряддалган шарчаны заряддалбаган ошондой эле шарчага тийгизгенде, заряддалган шарчанын зарядынын чоңдугу эки эсеге кичирейген, дагы бир жолу заряддалбаган шарчага тийгизгенде, заряддын чоңдугу эми төрт эсеге кичирейген.



29-сүрөт.



30-сүрөт.

Заряддардын чоңдугу канча эсеге кичирейгендиги так белгилүү болгондон кийин, ошол мезгилде эң так өлчөөчү таразалардын бири болгон айланма тараза пайдаланылган. Айланма таразанын жардамы менен заряддардын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчү өлчөнгөн (30-сүрөт).

Тажрыйбада заряддар канча эсе көбөйсө, аракеттенишүү күчтөрү ошончо эсе көбөйөрү байкалган. Заряддардын чоңдуктарын өзгөртпөй, алардын ортосундагы аралыкты 2 эсе чоңойткондо, күч 4 эсе кичирейери, аралыкты 3 эсе чоңойткондо күч 9 эсе кичирее тургандыгы аныкталган. Бул тажрыйбадан мындай корутунду чыгарылган.

Чекиттик электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчү, заряддын чоңдуктарынын көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш, аралыктарынын квадратына тескери пропорциялаш. Бул корутунду Кулон закону деп аталат.

$$F \sim \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

Пропорциялаштык белгиден барабардык белгиге өткөндө, пропорциялаштык коэффициент пайда болот. Физикалык көз караш менен караганда, бул коэффициент эми физикалык чондук болуп саналат.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}. \quad (1)$$

Мында k – пропорциялаштыктын коэффициенти, ал – 1 *м* аралыктагы, бирдик оң заряддардын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчүн көрсөтөт.

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

Электр зарядынын бирдиги үчүн 1 Кулон (Кл) кабыл алынган.

Электрондун заряды

$$q = 1{,}6 \cdot 10^{-16} Кл$$

барабар экендиги тажрыйбада аныкталган.

Чындыгында, электр заряддары белгилүү бир аралыкта бири-бири менен өз ара аракеттенишет. Заряддар бири бирине мейкиндикте кандайча өз ара аракеттенишет? Алгач заряддалган телолор аба аркылуу аракеттенип жатат деп ойлошкон. Бирок, тажрыйба көрсөткөндөй, бирдей заряддалган шарларды жипке байлап бир чекитке илип, вакуумдук калпакчанын алдындагы абаны сордуруп алгандан кийин деле шарлар бири-бири менен түртүшкөн бойдон калат.

Демек, шарлардын өз ара аракетине абанын тиешеси жок.

Англиялык физик М. Фарадей заряддын айланасында өзгөчө мейкиндик – электр талаасы пайда болот деп эсептеген. Заряддалган телолор бири бирине электр талаасы аркылуу аракеттенишет. Электр талаасы адамга түздөн-түз сезилбегени менен зарядка жасаган аракети менен аныкталат.

Демек, электр талаасы – заттан айырмаланган материянын башка бир формасына кирет. Жарык, радио-телевизордун жана уюлдук телефондордун байланыштарын камсыз кылган *радиотолкундар* электр жана магнит талааларынын тышкы көрүнүштөрү болуп саналат.

Ал эми, электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенишүүлөрүн, заряддардын түзгөн электр талааларынын бири бирине тийгизген таасирлеринин натыйжасы деп кароого болот.

§ 31. Электр талаасынын чыңалышы. Электр талаасынын күч сызыктары

Заряддын айланасында пайда болгон электр талаасынын ар бир чекитинде, заряддалган телого күч аракет этет. Электр зарядынан пайда болуп, аны курчап турган электр талаасынын ар бир чекиттеги мааниси, **электр талаасынын чыңалышы** менен мүнөздөлөт.

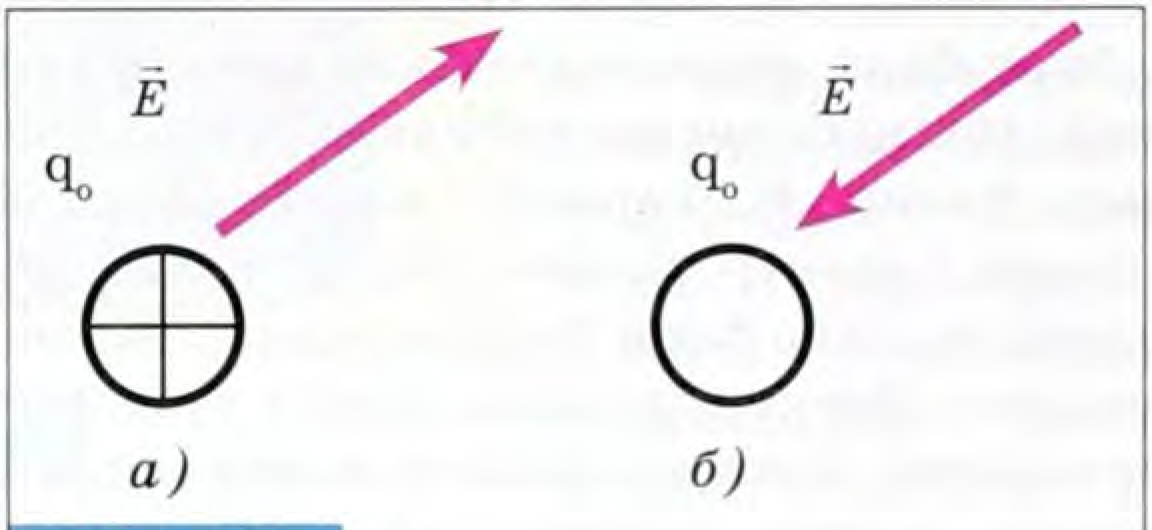
Электр талаасынын чыңалышы – электр талаасынын бирдик оң зарядка аракет эткен күчтү көрсөтөт.

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

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o}$ – талаанын чыңалышы вектордук чоңдук, анын багыты оң зарядга аракет эткен күч менен дал келет.

Талаанын чыңалышынын бирдиги үчүн, талаага коюлган 1 *Кл* зарядга аракет эткен 1 *Н* күч кабыл алынат.

$$[\ E\ ] = [\ Н/Кл\ ].$$



31-сүрөт.

Берилген *q* чекиттик заряддын түзгөн электр талаасынын чыңалышы:

$$\vec{E} = k\frac{q}{r^2}.$$

Демек, берилген чекиттеги электр талаасынын чыңалышынын мааниси, заряддын чоңдугунан, чекитке чейинки аралыктан көз каранды болот. Электр талаасы реалдуу. Ал Адамдын аң-сезиминен көз карандысыз жашайт. Бирок, электр талаасын көз менен көрүп же угуп же даамын, жытын сезип болбойт. Ошондуктан, электр талаасынын мейкиндиктеги бөлүштүрүлүшү сызыктар түрүндө көрсөтүлөт. Электр талаасын сүрөттөгөн сызыктар – **электр талаасынын күч сызыктары** же **электр талаасынын чыңалышынын сызыктары** деп аталат.

Бул сызыктар:

– оң заряддан башталып, терс заряддан бүтөт;

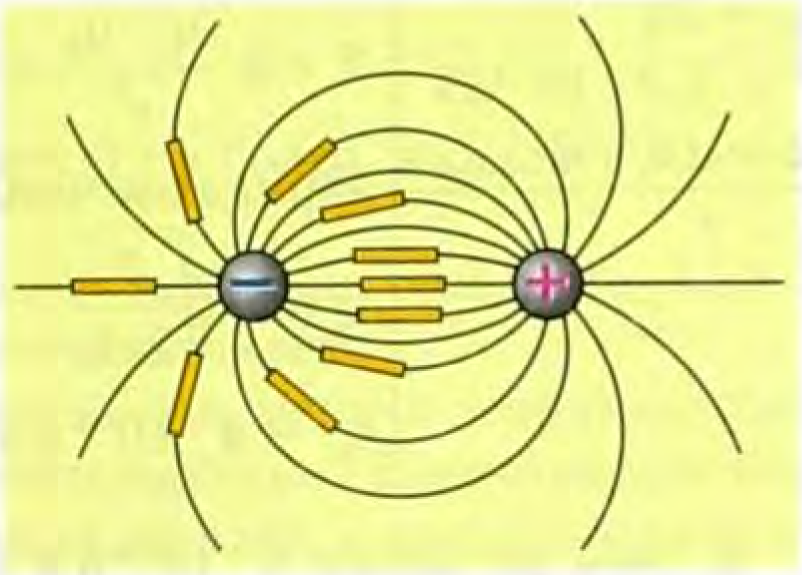
– бири-бири менен кесилишпейт;

– ортосундагы аралык, электр талаасынын чыңалышынын сан маанилерин көрсөтөт.

Бирок, каалагандай сызыктар электр талаасынын күч сызыктары боло албайт. Эгерде сызыктарга жүргүзүлгөн жаныма сызыктардын багыттары, ар бир чекиттеги электр талаасынын чыңалышы менен дал келсе, мындай сызыктар электр талаасынын **күч сызыктары** деп аталат.

Демек, электр талаасынын күч сызыктары аркылуу, заряддардын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн чагылдырууга болот.

Төмөндө оң заряд менен терс заряддын, оң заряд менен оң заряддын күч сызыктарынын кандайча бөлүштүрүлүшү көрсөтүлгөн (32-сүрөт).



32-сүрөт.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Чекиттик электр заряддары деп эмнени айтабыз?
2. Кулондун законун жазып, анын маңызын айтып бергиле?
3. Электр талаасы деп эмнени айтабыз?
4. Электр талаасынын чыңалышы деп эмнени айтабыз?
5. Берилген чекитте оң жана терс заряддалган телодон пайда болгон электр талаасынын чыңалышы кандай багытталат?
6. Электр талаасынын күч сызыктары деп эмнени айтабыз?
7. Электр талаасынын күч сызыктары мейкиндикте кандай бөлүштүрүлөт?

▲ Сапаттык маселелер:

1. Айда электр заряддары өз ара аракеттенише алабы?
2. Электр тармактары жогорку чыңалууга туташтырылганда, анын зымдарында отурган куштар эмне үчүн учуп кетишет?
3. Кандай учурда, берилген чекиттеги электр талаасынын чыңалышы менен, ошол чекиттеги зарядка аракет этүүчү күчтүн багыты карама-каршы болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Эки оң заряд q жана 2 q бири биринен 10 *мм* аралыкта жайланышкан. Эгерде заряддар $7{,}2 \cdot 10^{-4}$ *Н* күч менен өз ара аракеттенишсе, алар кандай зарядка ээ болушат?

Берилди:

$q_1 = q$
$q_2 = 2q$
$F = 7{,}2 \cdot 10^{-4}$ *Н*
$R = 10^{-2}$ *м*

q – ?

Чыгаруу:

Кулондун законун негизинде:

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

заряддын чоңдугун аныктоого болот.

$$q = r \cdot \sqrt{\frac{F}{2 \cdot k}}; \quad q_1 = 2 \cdot 10^{-9}\ Кл;$$

$q_2 = 4 \cdot 10^{-4}$ *Кл*.

2. Эки оң заряд $5 \cdot 10^{-9}$ *Кл* жана $6 \cdot 10^{-9}$ *Кл* өз ара $12 \cdot 10^{-5}$ *Н* күч менен түртүшүүлөрү үчүн, алар кандай аралыкта болушат?

Берилди:

$q_1 = 5 \cdot 10^{-9}$ *Кл*
$q_2 = 6 \cdot 10^{-9}$ *Кл*
$F = 12 \cdot 10^{-5}$ *Н*

r – ?

Чыгаруу:

$$r = \sqrt{\frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{F}}$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{-9}}{12 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{27 \cdot 10^{-8}}{1{,}2 \cdot 10^{-4}}} =$$

$$= 4{,}8 \cdot 10^{-2}\ (м) = 4{,}8\ (см).$$

3. $+4 \cdot 10^{-9}$ Кл жана $-5 \cdot 10^{-9}$ Кл эки заряддын ортосундагы аралык 0,6 *м*ге барабар. Заряддардын ортосундагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла.

Берилди:

$q_1 = 4 \cdot 10^{-9}$ *Кл*
$q_2 = -5 \cdot 10^{-9}$ *Кл*
$r = 0{,}3$ *м*

E – ?

Чыгаруу:

Эки заряддан бирдей аралыктагы чекиттеги натыйжалоочу чыңалыш эки заряддын чыңалышынын айырмасына барабар болот.

$$E = E_1 - E_2$$

$$E_1 = k \cdot \frac{q_1}{r^2} \qquad E_2 = k \cdot \frac{q_2}{r^2}.$$

Демек,

$$E = k \cdot \frac{q_1}{r^2} - k \cdot \frac{q_2}{r^2} = \frac{k}{r^2} \cdot (q_1 - q_2)$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^9}{0,3} \cdot (4 \cdot 10^{-9} - (-5 \cdot 10^{-9}) = 30 \cdot 10^9 \cdot 9 \cdot 10^{-9} = 270\ В/м$$

$$E = 270\ В/м.$$

8-көнүгүү

1. 10 *нКл* эки заряддын аралыгы 3 *см* болсо, кандай күч менен өз ара аракеттенишет?
2. Заряды 1 *мкКл* жана 10 *нКл* заряддар, кандай аралыкта 9 МН күч менен өз ара аракеттенишкен?
3. Бир түрдүү q жана 5 q заряддалган металл шарчалар бири биринен *R* аралыгында жайланышкан. Шарчаларды бири бирине тийиштиргенден кийин, кандай *x* аралыгында өз ара аракеттенишүү күчтөрү өзгөрбөйт.
4. $7,0 \cdot 10^{-8}$ *Кл* заряды глицеринде электр талаасын түзөт. Заряддан 7,0 *см* аралыктагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла.
5. Заряддын чоңдугу $4,5 \cdot 10^{-7}$ *Кл*, андан 5 *см* аралыктагы электр талаасынын чыңалышы $2,0 \cdot 10^4$ *Н/Кл* болсо, ал кандай чөйрөдө жайланышкан?
6. Эки оң *q* жана 2*q* заряд бири биринен 10 *мм* аралыкта турушат. Заряддар $7,2 \cdot 10^{-4}$ *Н* күч менен өз ара таасир этишет. Ар бир заряддын чоңдугу канчалык?
7. Массасы $1,0 \cdot 10^{-4}$ *г* тамчы, чыңалышы 98 *Н/кг* бир тектүү электр талаасында жайланышкан. Тамчынын зарядын аныктагыла.

§ 32. Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөр жана диэлектриктер

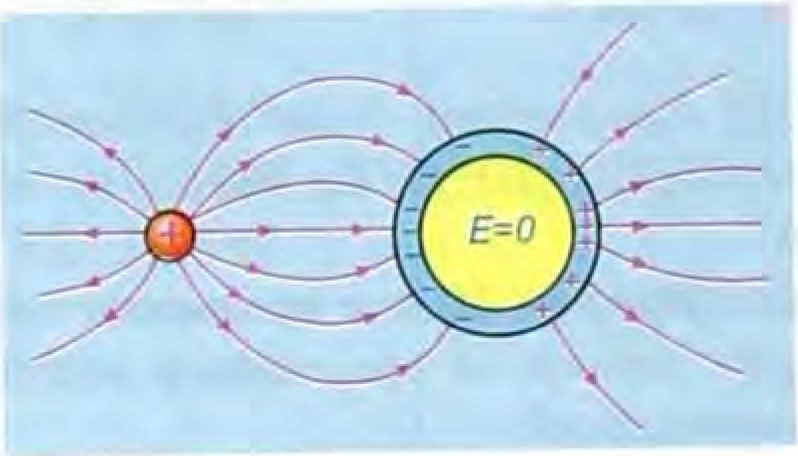
Карама-каршы заряддар топтолгон эки параллель өткөргүчтөрдүн ортосунда бир тектүү электр талаасы пайда болот. Бир тектүү талаанын бардык чекиттеринде электр талаасынын чыңалышы бирдей болот жана анын күч сызыктары параллель болушат.

Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтө кандай өзгөрүүлөр болот?

Мисалы, бир тектүү электр талаасында (E), өткөргүч катары металл шары болсо, андагы эркин электрондор талаанын күч сызыктарынын багытына карама-каршы которулушуп, өткөргүчтүн тышкы бетине топтолушуп калышат да, өткөргүчтүн бул бети терс заряддалып калат. Өткөргүчтүн экинчи жагы электрондор жетишсиз болуп калгандыктан оң зарядка ээ болот.

Натыйжада, өткөргүчтүн эки жагында топтолгон карама-каршы белгидеги заряддар кошумча электр талаасын пайда кылат (E^1). Бул эки талаанын багыттары карама-каршы, чоңдуктары барабар болгондуктан, өткөргүчтүн ичинде эч кандай электр талаасы болбойт, б. а. $\vec{E}=0$ болот.

Мындай чындыкты далилдөө үчүн, англиялык физик М. Фарадей электр талаасынын бар экендигин көрсөтүүчү электроскоп менен, Адам баткыдай өлчөмдөгү атайын жол менен заряддалган тордун ичинде болуп, ал жерде эч кандай электр талаасы жок экендигин тажрыйбада далилдеген.



33-сүрөт.

Өткөргүчтөрдүн мындай касиеттери, эң так өлчөөчү физикалык куралдарды электр талаасынын таасиринен сактоо үчүн пайдаланылат. Ал үчүн мындай приборлорду жука станиоль баракчалары менен ороп койсо жетиштүү болот. Ошондуктан бул жол – **электростатикалык коргоо** деп аталып калды.

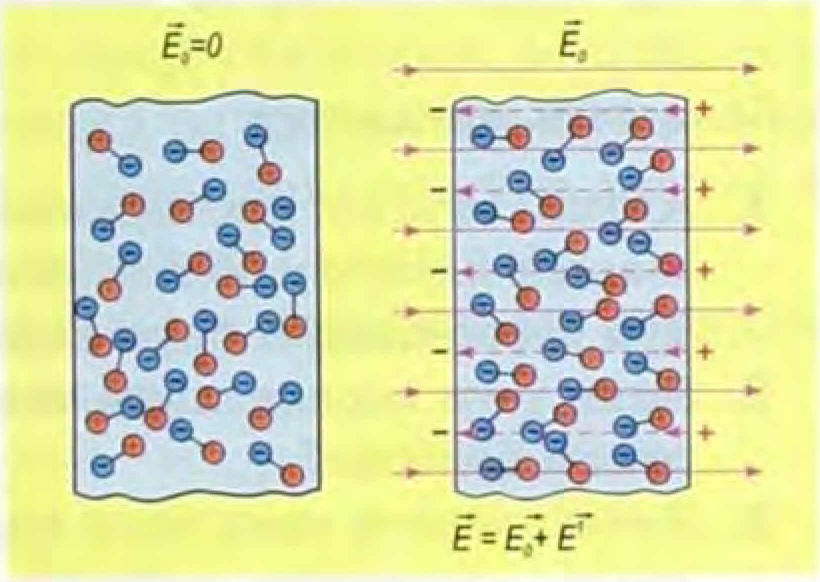
Эгерде бир тектүү электр талаасында диэлектрик болуп калсачы?

Атом же молекула болобу, алар оң жана терс заряддалган бөлүкчөлөрдөн турат. Бул карама-каршы белгидеги заряддар бири-бири менен дайыма тыгыз байланышкан абалда болгондуктан, алар байланышкан заряддар деп аталат. Диэлектриктерде гана **байланышкан заряддар** болот. Бир тектүү

электр талаасында диэлектриктердин байланышкан заряддары тиешелүү багыттар боюнча бурула баштайт. Бул – **диэлектриктердин поляризациясы** деп аталат.

Натыйжада, негизги талаага ($E_о$) каршы багытталган, диэлектриктин беттеринде топтолгон оң жана терс заряддарынын түзгөн кошумча электр талаасы (E^1) пайда болот (34-сүрөт).

Бирок, E^1 талаасы диэлектриктин ичиндеги негизги электр талаасынын ($E_о$) багытына карама-каршы болгондуктан, анын маанисин белгилүү бир даражага чейин төмөндөтүп жиберет.



34-сүрөт.

Чөйрөнүн салыштырмалуу диэлектриктик өткөрүмдүүлүгү – вакуумга караганда, диэлектрикте электр талаасынын чыңалышы канча эсе аз экендигин көрсөтөт.

$$\varepsilon = \frac{E^1}{E_о}.$$

8-таблица

Ар кандай чөйрөлөрдүн диэлектриктердин өткөрүмдүүлүктөрү (ε)

Чөйрө	Диэлектрик өткөрүмдүүлүгү
Аба	1,0006
Керосин	2,1
Эбонит	3 – 4
Айнек	4 – 7
Фарфор	4 – 7
Янтарь	12
Глицерин	43
Суу (дистирленген)	81
Сегнет тузу	1000 – 75000

Ар кандай чөйрө үчүн Кулондун закону төмөнкүдөй түргө ээ болот.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot R^2}.$$

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Эмне үчүн бир тектүү электр талаасында, өткөргүчтүн ичинде электр талаасынын чыңалышы 0гө барабар?
2. Электростатикалык сактоо деп эмнени айтабыз?
3. Бир тектүү электр талаасындагы диэлектриктерде кандай өзгөрүүлөр жүрөт?
4. Диэлектриктердин поляризациясы деп эмнени айтабыз?
5. Кандайча бир тектүү электр талаасындагы диэлектриктердин ичинде, электр талаасы азаят?
6. Диэлектриктик өткөрүмдүүлүк эмнени көрсөтөт?
7. Кулондун закону ар кандай чөйрө үчүн кандай жазылат?

Сапаттык маселелер:

1. Айнек кургак пробирканын ичиндеги заряддалган металл шарын электроскопко жакын алып келишет. Электроскоптун баракчалары бири биринен түртүлүшөбү?
2. Эмне үчүн заряддалган металл шарчанын ичинде электр талаасы болбойт?
3. Электрленген таякчаны магниттик жебеге жакын алып келгенде, магниттик жебенин абалы өзгөрөбү?

§ 33. Электр талаасынын жумушу. Потенциал. Потенциалдардын айырмасы. Электр талаасын мүнөздөөчү чоңдуктардын байланышы

Бир тектүү электр талаасына жайланыштырылган электр зарядына, электр талаасы күч менен аракет этет. Андыктан, электр заряды бир чекиттен экинчи чекитке которулат.

Электр зарядын которуштуруудагы электр талаасынын аткарган жумушу төмөнкүдөй аныкталат.

$$A = F \cdot (d_1 - d_2) = q \cdot E \cdot (d_1 - d_2) = q \cdot Ed_1 - qEd_2 .$$

Эгерде,

$$\Pi = q \cdot E \cdot d$$

деп белгилөө менен,

$$A = \Pi_1 - \Pi_2$$

же

$$A = -(\Pi_2 - \Pi_1).$$

Мында, П – электр талаасындагы берилген чекиттеги заряддын потенциалдык энергиясы.

Демек, электр талаасынын зарядды которуштуруу боюнча аткарган жумушу, заряддын потенциалдык энергиясынын өзгөрүшүнүн терс белгисине барабар.

Бул теңдемеден көрүнүп тургандай, эгерде заряд которулуудан кайра биринчи абалына келсе, электр талаасынын аткарган жумушу нөлгө барабар болот.

Электр талаасынын жумуш аткаруу мүмкүнчүлүгүнөн, электр талаасынын энергияга ээ экендиги келип чыгат. Анткени, жумуш электр талаасынын энергиясынын эсебинен аткарылат. Электр талаасынын энергетикалык мүнөздөмөсү үчүн – электр талаасынын потенциалы кабыл алынган. Мында электр талаасынын энергиясынын мааниси үчүн электр зарядынын потенциалдык энергиясы кабыл алынат.

Электр талаасынын потенциалы – бирдик оң заряддын потенциалдык энергиясын көрсөтөт.

$$\varphi = \frac{П}{q}.$$

Бул формуланы эске алуу менен, электр талаасынын аткарган жумушунан потенциалдардын айырмасын аныктап алууга болот.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \frac{A}{q}.$$

Мында $\varphi_1 - \varphi_2$ – электр талаасынын эки чекитиндеги **потенциалдардын айырмасы** же **чыңалуу** деп аталат.

Демек, потенциалдардын айырмасы же электростатикалык талаанын чыңалуусу – бирдик оң зарядды которуштуруудагы электр талаасынын жумушун көрсөтөт.

Чыңалуунун бирдиги үчүн италиялык физик Вольттун урматына 1 *Вольт* (*В*) кабыл алынган.

$$[U] = \frac{[A]}{[q]} = \frac{1\,Дж}{1\,Кл} = 1\,В.$$

Электр талаасын мүнөздөөчү эки чоңдук: электр талаасынын чыңалышы (Е) менен, электр талаасынын потенциалдардын айырмасынын бири-бири менен байланышын аныктоого

болот. Ал үчүн, формулаларды кайрадан жазып алабыз.

$$A = q \cdot E \cdot (d_1 - d_2)$$

жана

$$A = q \cdot U\ .$$

Сол жактары барабар болсо, оң жактары да барабар болгондуктан, E ни аныктоого болот.

$$E = \frac{U}{d_1 - d_2}\ .$$

Демек, электр талаасынын чыңалышы узундук бирдигине барабар аралыктагы потенциалдардын айырмасын көрсөтөт. Электр талаасынын чыңалышынын СИ системасындагы бирдиги

$$[E] = \frac{[U]}{[м]} = 1\frac{В}{м} \text{ болот.}$$

Адамдын күндөлүк турмушунда дайыма байкалбаса да, жогорку чыңалуудагы электр устундарынын зымдары ар кандай себептерден үзүлүп, Жерге чубалып калган учурлар да кездешет. Мына ушул учурларда, Жерде жаткан зымдын айланасында электр талаасы пайда болот. Бири биринен канчалык алыс болгон чекиттерде потенциалдардын айырмасы ошончолук көп болот. Адатта, мындай кырдаалга түшүп калган Адам, коркуп кеткендиктен чоң кадамдар менен чыгууга аракеттер натыйжасыз аяктап, Адамдын өмүрүнө чоң коркунуч алып келиши мүмкүн. Анткени, чоң кадамдардын ортосундагы потенциалдардын айырмасы бир нече миң вольт болуп калат.

Ошондуктан, бул талаанын ичинде калгандар, мүмкүн болушунча эң майда кадамдар менен коркунучтуу жайдан аман-эсен чыгып кете алышат.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Бир тектүү электр талаасынын зарядды которуу боюнча аткарган жумушун аныктагыла.
2. Бир тектүү электр талаасындагы заряддын потенциалдык энергиясы кандай аныкталат?

3. Электр талаасынын потенциалы деп эмнени айтабыз?
4. Потенциалдардын айырмасы кандай чоңдук?
5. Жогорку чыңалуунун зымдарынын чегине түшүп калгандар, ал зонадан кантип чыгып кетүү сунуш кылынат?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

10 *см* аралыктагы эки параллель эки металл пластинасынын потенциалдарынын айырмасы 1 *кВ*. Пластиналардын арасындагы 10^{-4} *Кл* зарядка кандай күч аракет этет?

Берилди:	**Чыгаруу:**
$\varphi_1 - \varphi_2 = 1000\ В$	$F = q \cdot E = q \cdot \dfrac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$
$q = 10^{-4}\ Кл$	
$d = 10^{-2}\ м$	$F = 10^{-4} \cdot \dfrac{1000}{10^{-2}} = 10\,(H)$
$F - ?$	$F = 10\ H.$

9-көнүгүү

1. Жердин бетиндеги электр талаасынын чыңалышы 130 *В/м*. Радиусу 6400 *км*, Жерди шар формасында деп эсептеп, анын зарядын эсептегиле.
2. 20 *нКл* зарядды потенциалы 700 *В* болгон чекиттен потенциалы 200 *В* болгон чекитке которуштуруудагы электр талаасынын аткарган жумушун аныктагыла.
3. Радиусу 4,0 *см* шарча керосиндин ичинде, потенциалы 180 *В*. Шарчанын зарядын аныктагыла. $0{,}5 \cdot 10^{-10}$ *Кл* зарядды 8 *см*ге которуштуруудагы электр талаасынын аткарган жумушун тапкыла.
4. $0{,}9 \cdot 10^{-8}$ *Кл* заряд глицеринде электр талаасын түзөт. 3 *см* жана 12 *см* заряддан алыстыктагы эки чекиттин потенциалдарын аныктагыла. Бул чекиттердин ортосунда 5,0 *нКл* зарядды которуштурууда электр талаасы канча жумуш аткарган?
5. 10 *см* аралыктагы эки чекиттин чыңалуусу 2 *кВ* болсо, электр чыңалышын аныктагыла.

§ 34. Электр сыйымдуулугу. Конденсаторлор

Ар бир өткөргүч өзүнүн геометриялык өлчөмүнө жараша жана ага берилген заряддын чоңдугуна жараша белгилүү бир потенциалга ээ болот. Ошондуктан, заряддын чоңдугу потенциалга түз пропорциялаш болот.

$$Q \sim \varphi .$$

Пропорциялаштык белгиден барабардык белгиге өткөндө, пропорциялаштык коэффициент пайда болот.

$$Q = C \cdot \varphi .$$

Бул пропорциялаштык коэффициент физикалык чоңдук катары (С) өткөргүчтүн **электр сыйымдуулугу** деп аталат. Электр сыйымдуулугу өткөргүчтүн геометриялык өлчөмүнө көз каранды жана бирдик потенциалдын маанисиндеги өткөргүч ээ болгон заряддын чоңдугун көрсөтөт.

$$C = \frac{Q}{\varphi} .$$

Мындан С – өткөргүчтүн электр сыйымдуулугу.
Q – өткөргүчкө берилген заряддын чоңдугу.

Электр сыйымдуулугунун бирдиги.

Электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн М. Фарадейдин урматына 1 Фарада (1 Ф) кабыл алынган.

$$[C] = 1 Ф = \frac{1 Кл}{1 В} .$$

Практикада электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн, микрофарада (мкФ), пикофарада (пФ) колдонулат.

$$1 мкФ = 10^{-6} Ф, \quad 1 пФ = 10^{-12} Ф.$$

Электр сыйымдуулугуна өткөргүчтөрдүн системасы да ээ болот.

Диэлектрик менен бөлүнгөн өткөргүчтөрдүн системасы **конденсатор** деп аталат. Өткөргүчтөрдүн системасы, конденсатордун пластиналары же обкладкалары деп аталат.

Конденсаторлордун пластиналарында карама-каршы белгидеги чоңдуктагы заряддар топтолот.

Конденсатордун электр сыйымдуулугу, андагы заряддын чоңдугунун обкладкаларынын арасындагы потенциалдардын айырмасына болгон катышына барабар болот.

$$C = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2}.$$

§ 35. Жалпак конденсатордун электр сыйымдуулугу. Заряддалган конденсатордун энергиясы

Диэлектрдик катмар менен бөлүнгөн эки параллель өткөргүч – **жалпак конденсатор** деп аталат.

Жалпак конденсатордун сыйымдуулугу обкладкаларынын аянтына түз, ал эми арасындагы аралыкка тескери пропорциялаш болот.

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_o S}{d}$$

мында S – конденсатордун обкладкаларынын аянты.

d – обкладкалардын ортосундагы аралык.

ε – чөйрөнүн диэлектрдик өткөрүмдүүлүгү.

ε_o – диэлектрдик турактуулук.

Эсептөөлөр боюнча:

$$\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}.$$

Эки өткөргүчтүн ортосундагы диэлектриктин түрүнө карата, мисалы, керамика, слюда болсо, тиешелүү түрдө керамикалык, слюдалык конденсатор деп аталат.

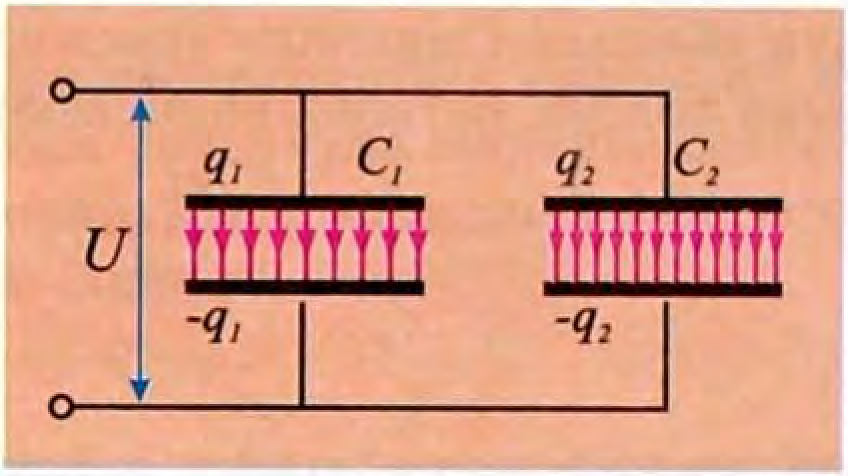
Конденсатордун сыйымдуулугун дайыма өзгөртүп туруу үчүн, анын обкладкаларынын аянттарын өзгөртүүгө туура келет.

Конденсаторлор бири-бири менен эки жол менен туташтырылат:

Биринчиси – **параллель туташтыруу.**

Бул абалда, жалпы сыйымдуулук эки конденсатордун электр сыйымдуулуктарынын суммасына барабар болот (35-сүрөт).

$$C = C_1 + C_2.$$

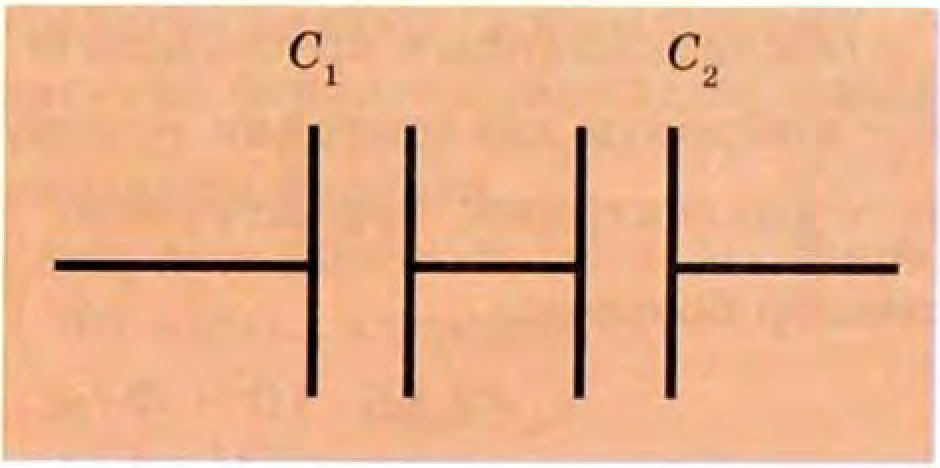


35-сүрөт.

Экинчиси – **удаалаш туташтыруу** (36-сүрөт).

Эгерде, бирдей эки конденсатор удаалаш туташтырылса, жалпы электр сыйымдуулук эки эсеге азаят. Анткени, конденсаторлор удаалаш туташтырылганда, жалпы сыйымдуулук төмөнкүдөй аныкталат.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$



36-сүрөт.

Заряддалган конденсатордун энергиясы. Электр талаасынын энергиясы.

Заряддалган конденсатордун энергиясы, конденсатордун бир обкладкасында топтолгон заряддардын потенциалдык энергиясына барабар.

Ошондуктан, заряддалган конденсатордун энергиясы, эки өткөргүчкө топтолгон заряддардын потенциалдык энергиясынын жарымына барабар болот.

$$W = \frac{\Pi}{2} = \frac{q\Delta\varphi}{2} \text{ же } W = \frac{C \cdot \Delta\varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2 \cdot C}.$$

Электр талаасы конденсатордун пластиналарынын (обкладкаларынын) ортосунда пайда болгондуктан, заряддалган конденсатордун энергиясы – электр талаасынын энергиясынын мүнөздөмөсү болуп саналат.

Электр талаасынын энергиясынын тыгыздыгы, б. а. көлөм бирдигиндеги электр талаасынын энергиясы төмөнкүдөй формула менен аныкталат.

$$w = \frac{W}{V} = \frac{CU^2}{2} = \frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_o S}{d}E^2d^2}{2Sd} = \frac{\varepsilon\varepsilon_o E^2}{2}.$$

Демек, электр талаасынын энергиясынын тыгыздыгы, электр талаасынын чыңалышынын квадратына түз пропорциялаш болот.

Конденсаторлордун ар кандай түрлөрү, типтери радиоэлектрониканын негизин түзөт. Фотоаппараттарда жарк этме лампалар конденсаторго топтолгон заряддар менен иштейт.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Электр талаасынын чыңалышы менен потенциалдарынын ортосунда кандай байланыш бар?
2. Электр сыйымдуулугу деп эмнени айтабыз?
3. Конденсатор деп эмнени айтабыз?
4. Жалпак конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла.
5. Конденсаторлорду кандайча туташтырууга болот?
6. Заряддалган конденсатордун энергиясы кандайча аныкталат?
7. Электр энергиясынын тыгыздыгы кандайча аныкталат.

Сапаттык маселелер:

1. Металл өткөргүчтү керосинге салып, аны заряддагандан кийин, сууга салышты. Мындан өткөргүчтүн сыйымдуулугу өзгөрөбү?
2. Электр тармактарынан ажыратылса да, чынжырдагы конденсатор эмне үчүн коркунучтуу болуп кала берет? Конденсаторду электр чынжырынан ажыраткандан кийин эмне кылуу керек?
3. Суусу бар стаканды кол менен толук кармап туруп, андагы металл кашыкты, иштеп жаткан электрофордук машинага туташтырышты. Эгерде стаканды кармап туруу менен, экинчи колду металл кашыкка жакындатканда, адамдын колу менен кашыктын ортосунда электрдик учкун эмне үчүн пайда болот?

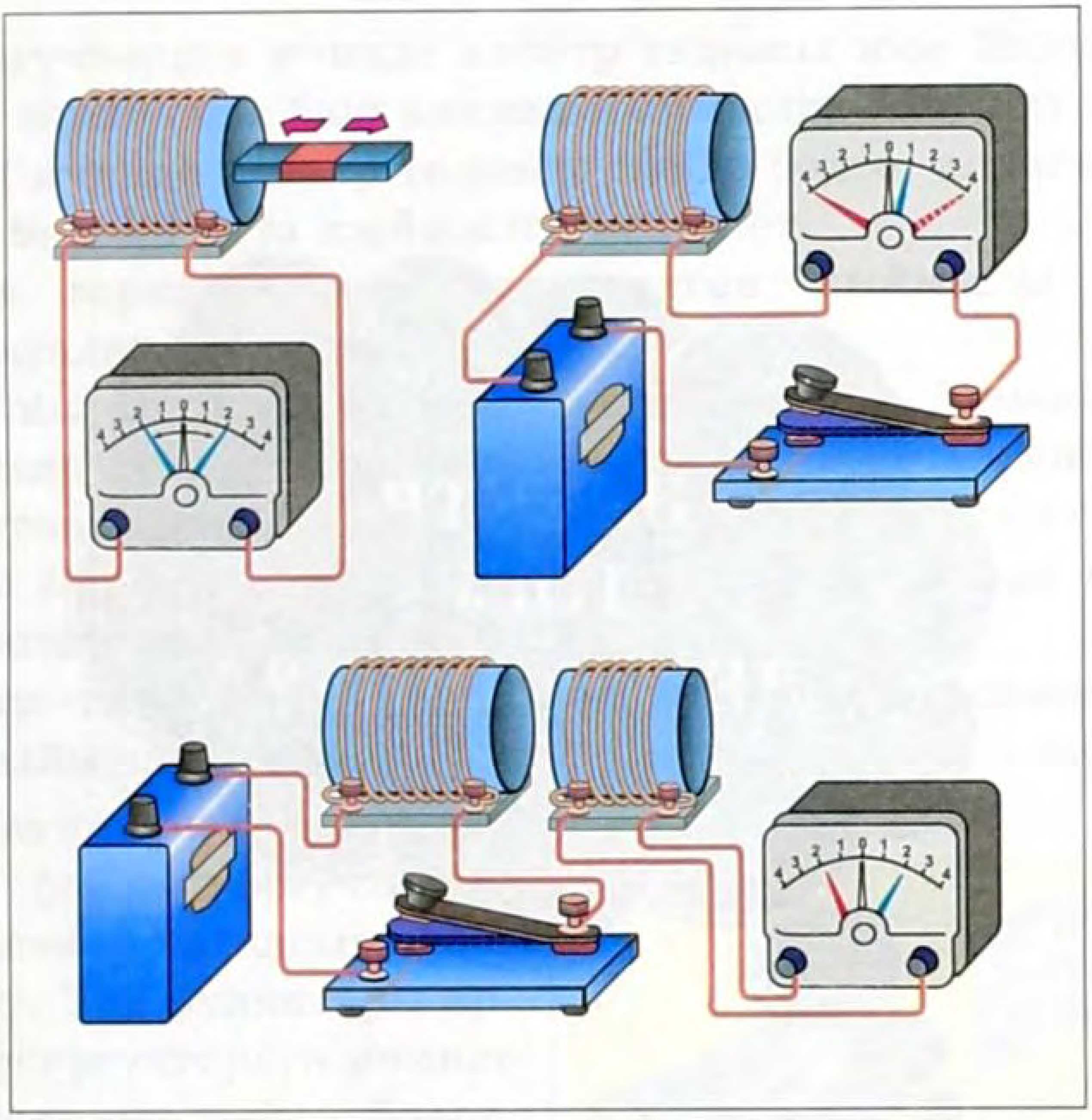
Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Слюдалык конденсатордун пластиналарынын аянты 15 $см^2$, аралыгы 0,02 *см* болсо, конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла.

Берилди:	Чыгаруу:
$S = 15 \cdot 10^{-4}\ м^2$	$C = \dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$
$d = 2 \cdot 10^{-4}\ м$	
$\varepsilon = 6$	$C = \dfrac{6 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 15 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 400\ (пФ)$
$C - ?$	$C = 400\ пФ.$

10-көнүгүү

1. Эки тегерек пластиналарынын диаметри 20 *см*, 1 *мм* калыңдыктагы парафин катмары менен бөлүнгөн конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла.
2. Жалпак аба конденсаторунун обкладкаларындагы заряд 10^{-8} *Кл*. Эгерде пластиналарынын аянты 100 $см^2$, алардын аралыгы 0,9 *мм* болсо, обкладкалардын ортосундагы чыңалууну аныктагыла.
3. Сыйымдуулугу 2 *мкФ* жана обкладкаларындагы чыңалуусу 400 *В* болгон конденсаторду, сыйымдуулугу белгисиз обкладкалардагы чыңалуусу 1000 *В* болгон конденсатор менен удаалаш туташтырылганда чыңалуусу 570 *В* болуп калса, экинчи конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла. Жалпы заряд канча болуп калат?
4. Сыйымдуулуктары 4 *мкФ*, 1 *мкФ* болгон эки конденсатор удаалаш туташтырылып, 220 *В* турактуу токтун булагына эсептелген болсо, жалпы сыйымдуулукту аныктагыла. Бул конденсаторлор эми канча чыңалууга иштей алат?
5. Сыйымдуулугу 10 *мкФ* конденсаторго 4 *мкКл* заряд берилген болсо, заряддалган конденсатордун энергиясын аныктагыла.



ЭЛЕКТР ТОГУ

ЭЛЕКТР ТОГУ ДЕГЕН ЭМНЕ?

VI глава

ЭЛЕКТР ТОГУ

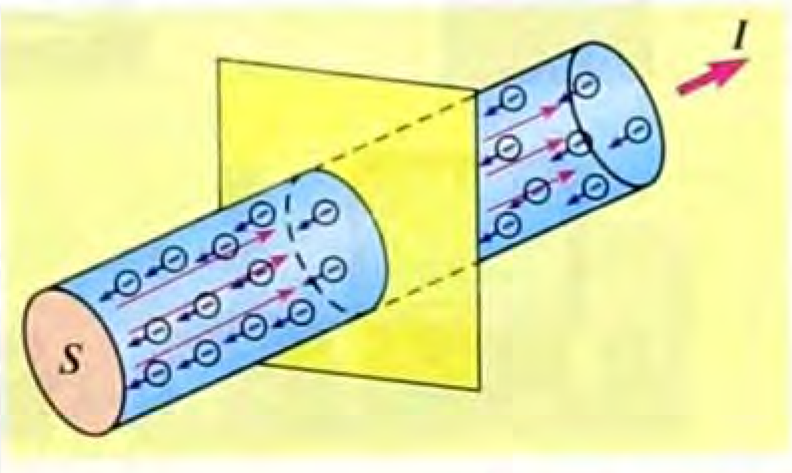
§ 36. Электр тогу жана электр кыймылдаткыч күчү

Өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасы жок болсо, андагы эркин заряддары баш аламан кыймылда болушат. Өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасы пайда болсо, андагы эркин заряддар бир багытта кыймылга келишет.

Эркин заряддарынын багытталган кыймылы – **электр тогу** деп аталат (37-сүрөт).

Ток – кыргыз тилинде агым деп которулат. Демек, электр тогу – эркин заряддалган бөлүкчөлөрдүн багытталган агымы. Өткөргүчтөрдө эркин заряддар оң да терс да болушат. Шарттуу түрдө электр тогунун багыты үчүн оң заряддын кыймылынын багыты кабыл алынган.

Электр талаасында гана, электр заряддарынын багытталган кыймылдары пайда болот. Ошондуктан, электр тогу пайда болушу үчүн, эркин заряддары бар өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасын түзүү жетиштүү. Ток булактары аркылуу өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасы пайда болот. Ток булактарында ар түрдүү энергияларды электр энергиясына айландырат.

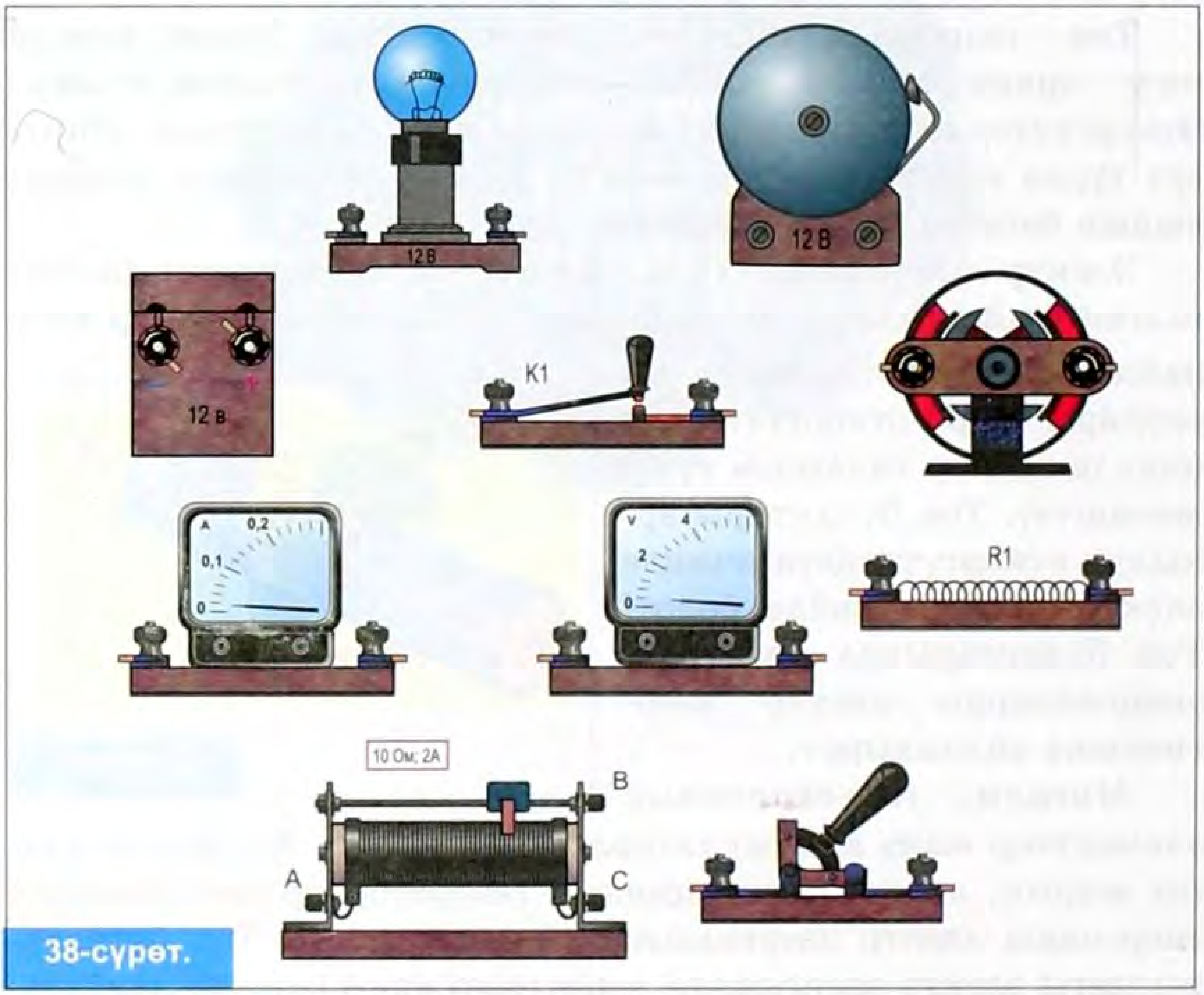


37-сүрөт.

Мисалы, гальваникалык элементтер жана аккумуляторлор химиялык, Күн батареялары жарык, ал эми индукциялык генераторлор механикалык энергияны электр энергиясына айландырышат. Ток булактарындагы электр энергиясын керектөөчүлөргө (электр лампага, ысыткычка, кыймылдаткычка ж. б.) өткөргүчтөр менен туташтырылат. Ток булагы менен электр тогун керектөөчүлөр өткөргүчтөр жана ажыраткычтар менен туташтырылса **электр чынжыры** деп аталат.

Электр чынжырын түзгөн: ток булагы, өткөргүчтөр жана электр тогун керектөөчүлөр, ачкыч, приборлордон: амперметр, вольтметр ж. б. атайын кабыл алынган шарттуу белгилер аркылуу көрсөтүлөт (38-сүрөт).

Анткени, төмөндөгү көрсөтүлгөн электрдик приборлордун так өзүндөй чиймесин тигил же бул электрдик схемаларды көрсөтүү бир кыйла татаал болот. Ошондуктан, ар бир электрдик прибор, өткөргүчтөр, ток булагы ж. б. атайын шарттуу белгилер менен көрсөтүлгөн электр чынжыры – **электр чынжырынын принципиалдык схемасы** деп аталат. Мындан кийинки электр чынжырлары, анын принципиалдык схемалары менен коштолот. Электр тогунун өткөргүчтөн өтүшү ар түрдүү натыйжаларды берет.



38-сүрөт.

Мисалы, электр плиткасынын спиралынан ток өткөндө, спираль ысыйт б. а. электр энергиясы жылуулук энергияга айланат. Электр кыймылдаткычтарында электр энергиясы механикалык энергияга айланат.

Электр тогу токтун күчү деген чоңдук менен мүнөздөлөт.

Ток күчү – өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу, 1 секундада өткөн электр зарядынын чоңдугун көрсөтөт.

$$I = \frac{Q}{t}.$$

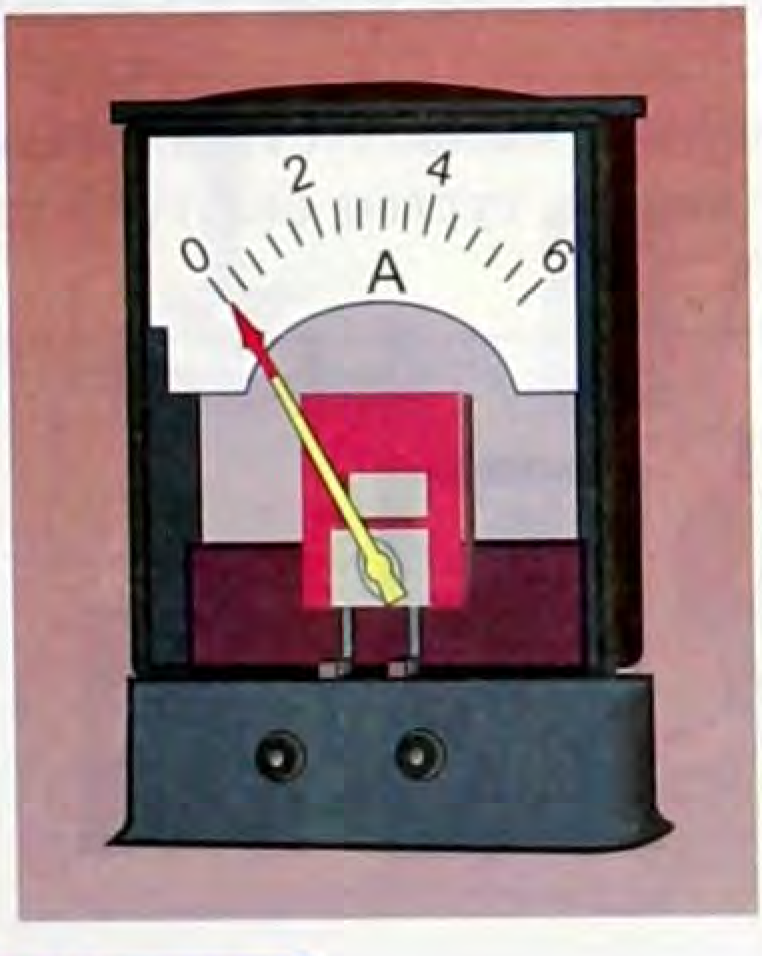
Ток күчүнүн бирдиги үчүн, француз физиги А. Ампердин урматына 1 Ампер (А) кабыл алынган.

$$1\ A = 1\ Кл/1\ с.$$

Ток күчүн өлчөөчү курал – **амперметр** деп аталат (39-сүрөт).

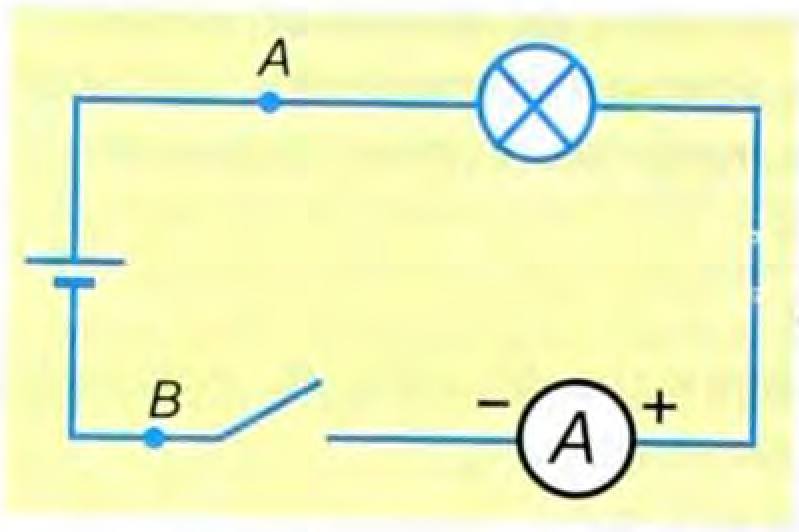
Ток күчүн өлчөө үчүн, амперметр электр чынжырындагы керектөөчүгө удаалаш туташтырылат (40-сүрөт).

40-сүрөттө эң жөнөкөй электр чынжыры көрсөтүлгөн. Анын принципиалдык схемасы 41-сүрөттө. Ток булагы катары гальваникалык элемент, электр лампасы – керектөөчү жана ага удаалаш амперметр туташкан. Ачкыч керектөөчүнү ток булагына кошуп жана ажыратып турат. Амперметрдин көрсөтүүсүнүн эң жогорку чеги 4 *А*. Ошондуктан аны андан ашкан ток күчү бар чынжырга кошууга болбойт. Прибордун шкаласындагы ар бөлүгүнүн баасы аныкталат. Шкалада 0дон 1ге чейин 5 бөлүккө бөлүнгөн, ар бир бөлүк 0,2 *А*ге барабар. Прибордун кыскычтарында (–), (+) белгилерди ток булагы-



39-сүрөт.

40-сүрөт.



41-сүрөт.

нын уюлдарына карап уланат.

Бирок, токтун күчүнүн мааниси аркылуу электр тогу жөнүндө толук маалымат алууга болбойт.

Мисалы, төмөнкү тажрыйбада майда жана чоң лампочкада токтун күчү бирдей мааниге ээ болот. Бири гальваникалык элементке, экинчиси электр тармагына уланган (42, 43-сүрөт). Анда бул чынжырлар эмнеси менен бири биринен айырмаланат? Электр тогу пайда болушу үчүн, өткөргүчтөрүн ичинде дайыма электр талаасын камсыз кылуу зарыл болот.

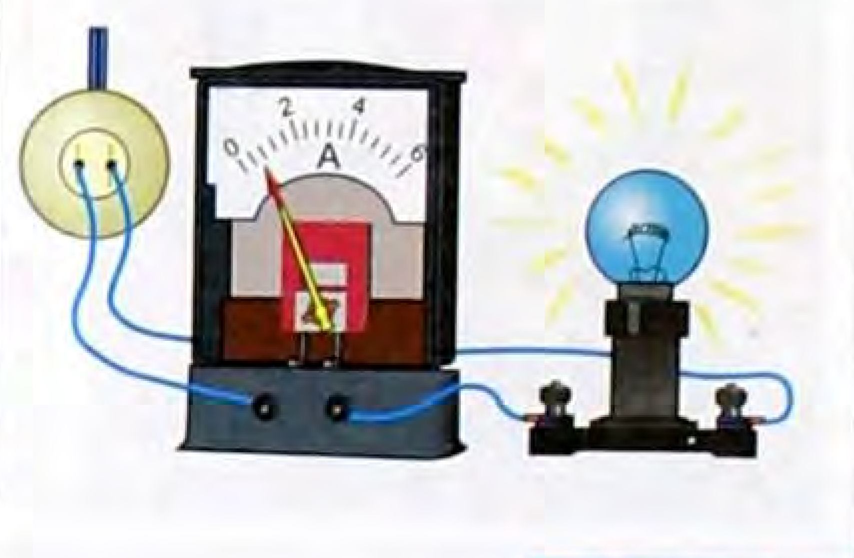
Ал эми, өткөргүчтүн ичинде пайда болгон электр талаасы зарядды которуштуруу боюнча жумуш аткарат. Демек, лампаларда ток күчтөрү бирдей болгон менен экинчи лампада 1 *Кл* заряд которулганда көп жумуш аткарылат.

Бирдик оң зарядды которуштуруу боюнча электр талаасынын аткарган жумушу – **чыңалуу** деген чондук менен мүнөздөлөт: $U = A/q$.

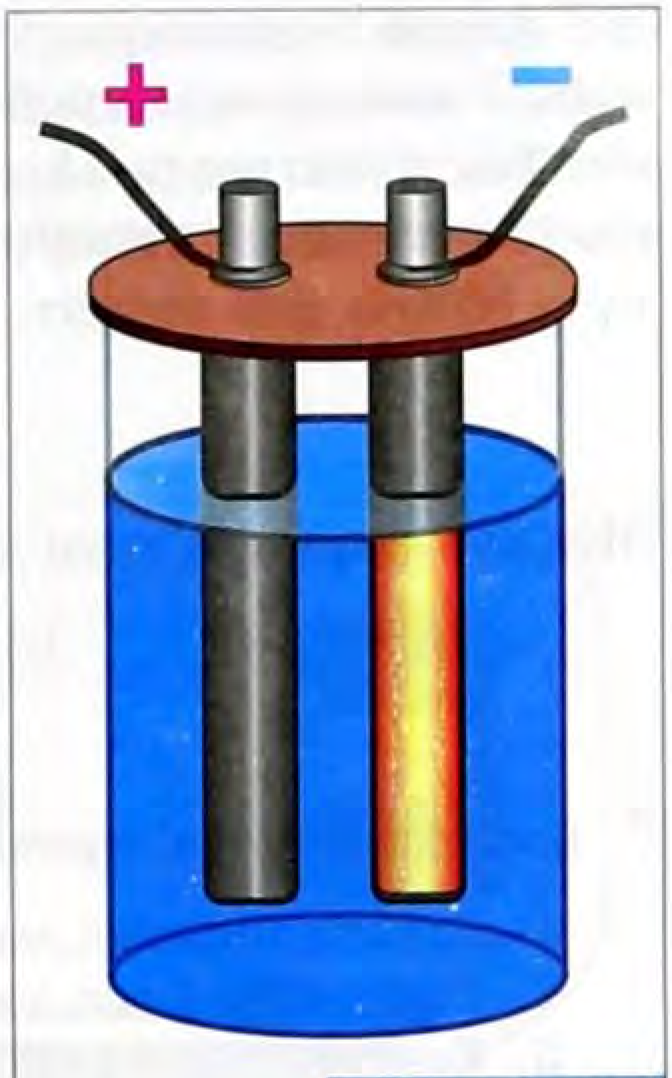
Электр чынжырындагы чыңалууну өлчөөчү курал – **вольтметр** деп аталат.

Электр чынжырынын бөлүктөрүнүн чыңалуусун өлчөөдө, вольтметр чынжырдын чыңалуу ченеле турган бөлүгүнө параллель туташтырылат (45-сүрөт).

42-сүрөт.



43-сүрөт.

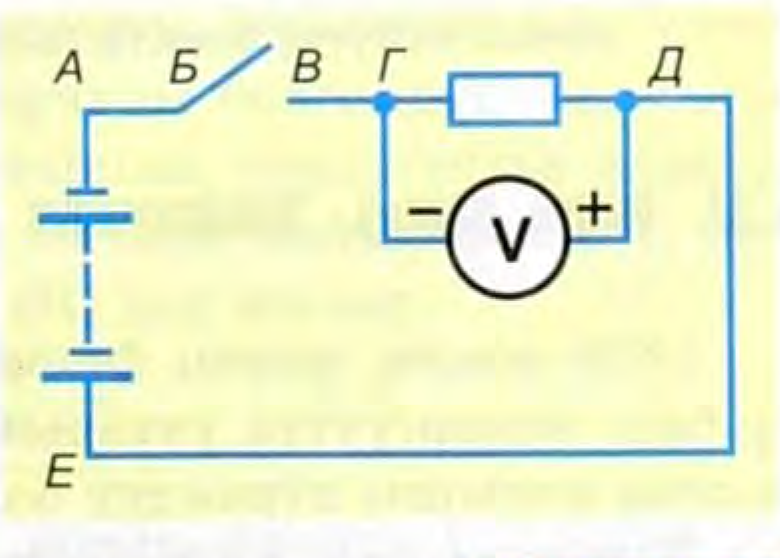


44-сүрөт.

Өткөргүчтүн учуна уланган ток булагы, анын ичинде электр талаасын пайда кылат. Ошондуктан, ток булагы гана өткөргүчтө электр тогун пайда кылат. Гальваникалык элементтер жана аккумуляторлор туруктуу токтун булактары болот. Ток булагынын ичинде заряддарды которуштуруу боюнча тышкы күчтөр жумуш аткарат. Эң алгачкы ток булагын немец окумуштуу А. Вольта ойлоп тапкан. Күкүрт кислотасынын суудагы эритмесине ($CuSO_4$) жез жана цинк стержендери салынат (44-сүрөт). Стержендер кислота менен реакцияга кирип жез оң, ал эми цинк терс заряддалат. Химиялык реакциянын күчү оң жана терс заряддарды которуштуруу боюнча жумуш аткарууга сарпталат. Натыйжада, оң заряддалган жез, ток булагынын оң уюлу, цинк – терс уюлу болуп калат.

Эгерде ток булагы ачкыч аркылуу электр лампасына уланып, вольтметр электр лампасына параллель туташтырылса, вольтметр белгилүү бир чыңалууну көрсөтөт (45-сүрөт). Анын принципиалдык схемасы 46-сүрөттө берилген.

45-сүрөт.



46-сүрөт.

Андан тышкары, ток булагынын эң негизги мүнөздөмөсү – электр кыймылдаткыч күчү эсептелинет.

Ток булагында бирдик оң зарядды которуу боюнча, тышкы күчтөрдүн аткарган жумушу – электр кыймылдаткыч күчү (ЭКК) деп аталат.

$$\varepsilon = \frac{A_{тыш}}{q}.$$

ЭККнүн бирдиги үчүн 1 *Вольт* кабыл алынган.

$$[\varepsilon] = \frac{[A]}{[q]} = 1\frac{Дж}{Кл} = 1B.$$

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Электр тогу деп эмнени айтабыз?
2. Токтун күчү деп эмнени айтабыз?
3. Токтун күчү кандай прибор менен өлчөнөт?
4. Чыңалуу деп эмнени айтабыз?
5. Чыңалуу кандай прибор менен өлчөнөт?
6. Ток булагынын ЭКК деп эмнени айтабыз?
7. Электр чынжыры жана анын элементтери жөнүндө айтып бергиле.

▲ Сапаттык маселелер:

1. Токтун генератору катары: электрофордук машина менен аккумулятордун кандай бири-бири менен айырмасы бар?
2. Окуучу лампочка аркылуу өткөн токтун күчүн өлчөөдө, амперметрдин ордуна вольтметрди туташтырып алды. Эмне болот?
3. Бир бөлмөдөгү лампочканы өчүргөндө, экинчи бөлмөдөгү лампочка күйүүчү электр чынжырынын схемасын сызгыла.

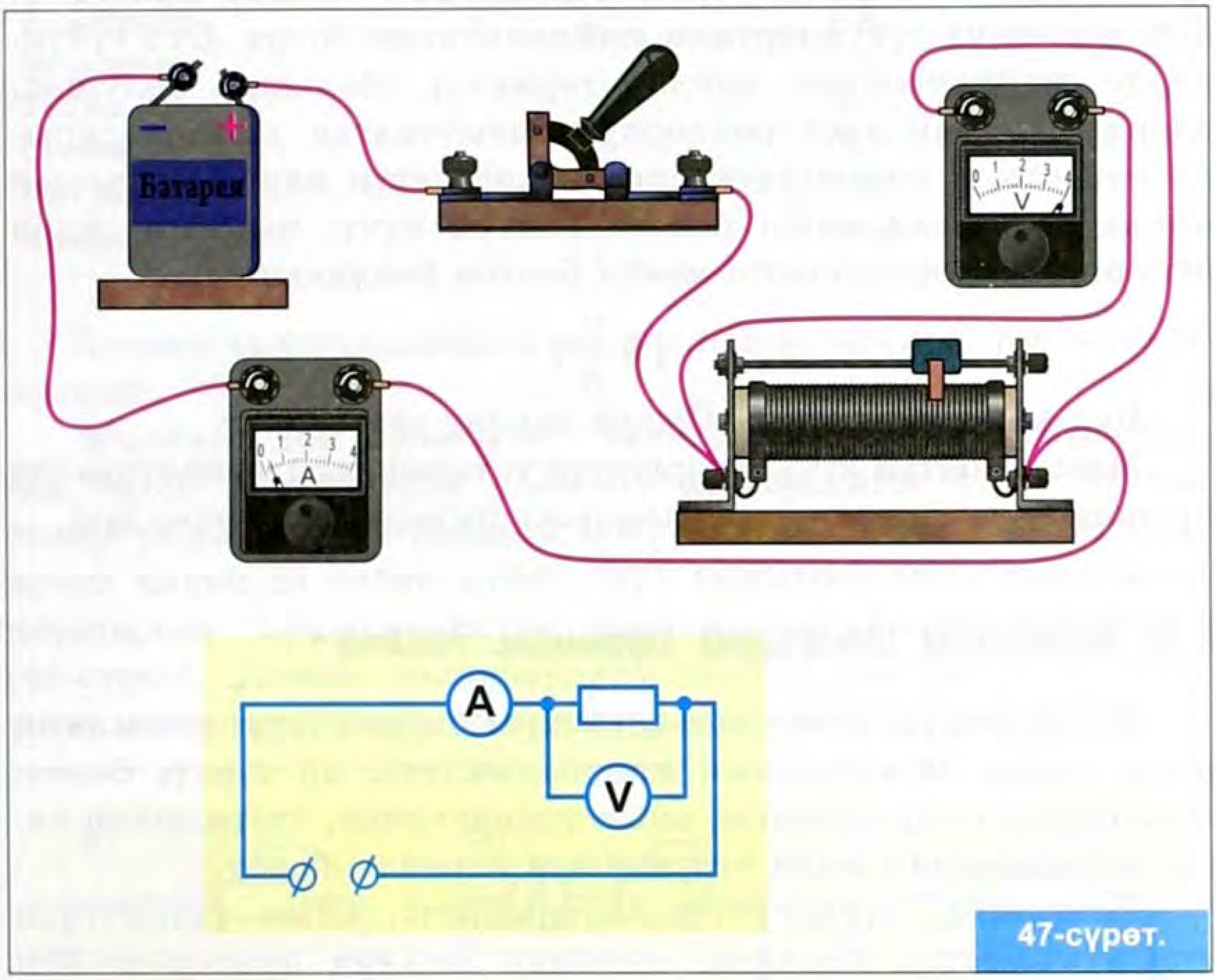
§ 37. Омдун закону. Өткөргүчтүн каршылыгы

1826-жылы немец физиги Георг Ом тажрыйба жүзүндө, ар бир өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуунун токтун күчүнө болгон катышы турактуу боло тургандыгын далилдеген.

Чындыгында, чиймедеги тажрыйбанын натыйжасы көрсөткөндөй, чынжырдагы токтун күчү өзгөргөн сайын, кар-

шылыктагы чыңалуунун мааниси да улам өзгөрө берет. Бирок, чыңалуунун токтун күчүнүн тиешелүү маанисине болгон катышы турактуу бойдон кала берет. 47-сүрөттөгү схеманы улап, ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгын аныктоого болот.

$$\frac{U}{I} = \text{const}\,.$$



47-сүрөт.

Бул турактуу чоңдук, өткөргүчтүн геометриялык өлчөмүнөн, анын материалына көз каранды болгондуктан, чыңалуунун токтун күчүнө болгон катышын өткөргүчтүн электрдик касиетин мүнөздөөчү чоңдук катары кабыл алынат. Бул чоңдук **өткөргүчтүн каршылыгы** (R) деп аталат.

$$\frac{U}{I} = R\,.$$

Каршылыктын бирдиги үчүн немец физиги Г. Омдун урматына 1 *Ом* кабыл алынган. 1 *A* токтун маанисинде, өткөр-

гүчтүн учтарындагы чыңалуу 1 *В* чыңалууга барабар болсо, өткөргүчтүн каршылыгы 1 *Ом*го барабар болот.

$$[R]=\frac{[U]}{[I]}=1\frac{B}{A}=1\,Ом.$$

Эмне үчүн өткөргүч каршылыкка ээ болот? Анын себебин, өткөргүчтүн ички түзүлүшү менен түшүндүрүүгө болот.

Өткөргүчтө, мисал үчүн металлдарда – иондор кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышкан болот. Бул түйүндөрдө жайланышкан иондор термелүү абалында болушат, алардын эркин электрондордун багытталган кыймылдарына көрсөткөн тоскоолдуктары, өткөргүчтүн каршылыгынын пайда болушуна алып келет. Токтун күчү, чыңалуу жана өткөргүчтүн каршылыгы менен болгон байланышы:

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

Бул көз карандылык **Омдун закону** деп аталат.

Мында токтун күчү өткөргүчтүн учтарындагы чыңалууга түз пропорциялаш, анын каршылыгына тескери пропорциялаш.

§ 38. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы. Реостат

Узундуктары жана жоондуктары бирдей жез, алюминий жана темир зымдарынын каршылыктары ар түрдүү болот. Өткөргүчтүн каршылыгы, анын узундугунан, туурасынан кесилиш аянтынан жана түрүнөн көз каранды болот.

Тажрыйба, өткөргүчтүн каршылыгы, анын узундугуна түз, туурасынан кесилиш аянтына тескери пропорциялаш экендигин көрсөтөт.

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

Мында ρ – өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы

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

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы: бирдик аянттагы, бирдик узундуктагы өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт.

$$[\rho]=\frac{[R]\cdot[S]}{[\ell]}=\frac{Ом\cdot м^2}{м}=Ом\cdot м.$$

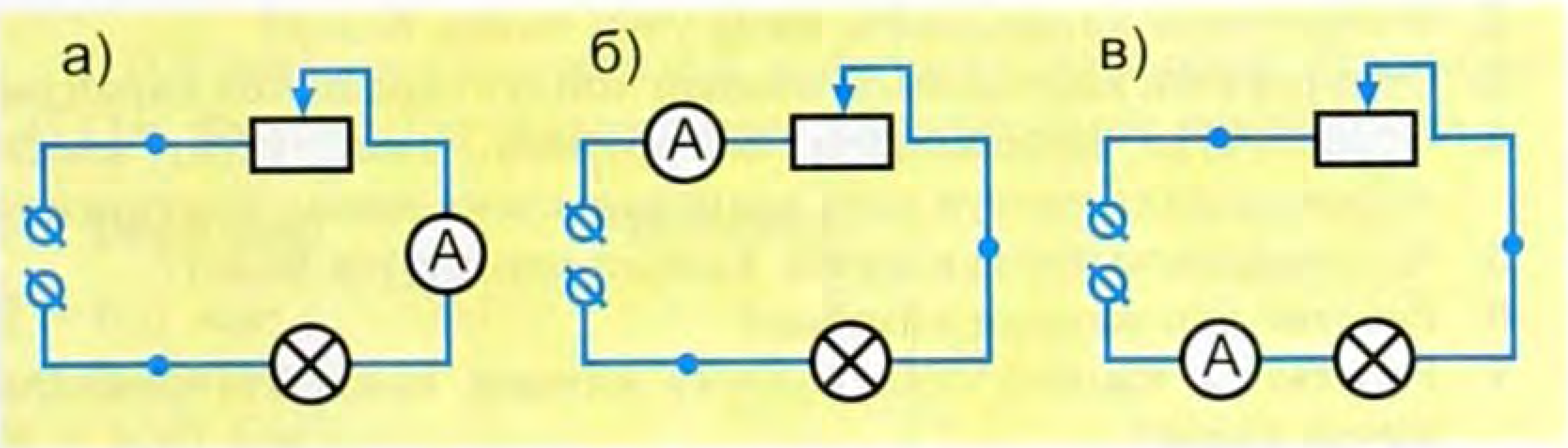
9-таблица

Кээ бир заттардын салыштырма каршылыктары

	p = 10–3 *Ом* . *м*
Күмүш	1,6
Жез	1,7
Алтын	2,4
Алюминий	2,8
Вольфрам	5,5
Темир	10
Сымап	96
Нихром	110
Кремний	1000

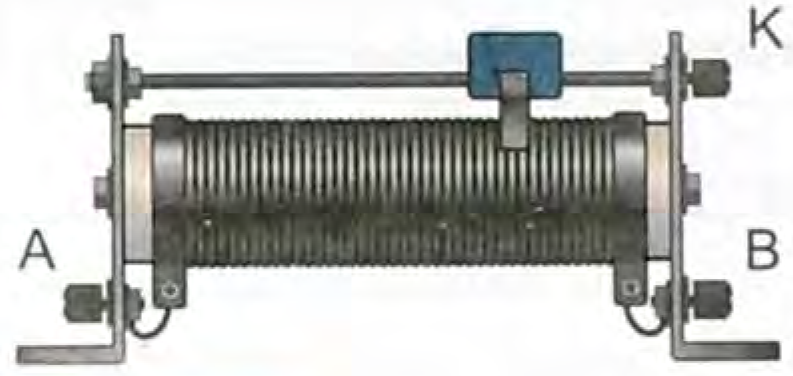
Электр чынжырындагы каршылык өзгөрүлсө, ток күчү да өзгөрөт.

Мисалы, ток булагына уланган лампочка күйүп турган болсо, лампочкага удаалаш каршылыгы 4 *Ом* болгон өткөргүч уланса, ал начар күйөт. Ал эми, 6 *Ом* уланса, лампочка андан да начар күйөт. Бул тажрыйбадагы чынжырда каршылык көбөйгөндүктөн токтун күчү чынжырда азаят (48-сүрөт). Демек, чынжырдагы токтун маанисин азайтуу үчүн, өткөргүчтүн каршылыгын жогорулатуу зарыл болот.



48-сүрөт.

Белгилүү бир каршылыкка ээ болгон өткөргүч резистор деп аталат. Бирок, зарыл болгондо улам резисторлорду алмаштыра бербей, өзгөрүлмө каршылыктагы өткөргүчтү колдонууга болот. Өткөргүчтүн каршылыгын өзгөртүү үчүн, анын узун-



49-сүрөт.

дугун өзгөртүү жетиштүү болот. Ошондуктан, 49-сүрөттө көрсөтүлгөндөй атайын оролгон AB түрмөгүнүн оромолоруна тийишип, жылып жүрүүчү кармагыч аркылуу, өткөргүчтүн жалпы каршылыгын AK клеммалары аркылуу өзгөртүүгө болот.

Каршылыгы өзгөрүлмө резистор – **реостат** деп аталат.

Реостатты чынжырга удаалаш туташтыруу аркылуу, андагы токтун күчүн өзгөртүүгө жетишүүгө болот.

Мисалы, 47-сүрөттө лампочкага удаалаш туташтырылган реостат, амперметрдин кайсы бөлүгүнө туташтырылганына карабай, токтун күчүнүн өзгөрүүсүн камсыз кылат.

Ошондой эле, бул куралды чыңалуунун бөлүүчүсү катары пайдаланууга болот.

Мисалы, эгерде AB клеммаларына, 12 *В* чыңалуудагы аккумулятордун клеммалары туташтырылса, AK клеммаларындагы чыңалууну 0дон 12 *Вольт*ко чейин өзгөртсө болот (49-сүрөт).

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Омдун законун айтып бергиле.
2. Өткөргүчтүн каршылыгы эмне үчүн пайда болот?
3. Өткөргүчтүн каршылыгы кандай чондуктардан көз каранды?
4. Өткөргүчтүн каршылыгы жогоруласа, эмне үчүн, электр чынжырында токтун күчү азайгандыгына мисал келтиргиле.
5. Чынжырдагы токтун күчүн кантип өзгөртүүгө болот?
6. Реостат деп эмнени айтабыз?
7. Реостатты чыңалуунун бөлгүчү катары кандайча пайдаланууга болот?

Сапаттык маселелер:

1. Турактуу токко улануучу жез өткөргүчтүн кайсынысы: бирдей диаметрдеги туташ стерженби же ичи көңдөй болгон түтүк чоң каршылыкка ээ болобу?
2. Эмне үчүн электр ысыткычынын үзүлүп калган спиралын улаганда, ал көбүрөөк кызара баштайт?

3. Чөнтөк фонарынын батареясындагы: 4,5 *В* деп жазылса, лампочкада 3,5 *В* деген жазуу болот. Эмне үчүн мындай лампочканы батареяга уласа боло берет?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Каршылыгы 0,1 *Ом* жана массасы 54 *г* алюминий зымынын туурасынан кесилиш аянтын жана узундугун аныктагыла.

Берилди:	**Чыгаруу:**
$R = 0{,}1$ *Ом* $m = 5{,}4 \cdot 10^{-2}$ *кг* $\rho = 2{,}8 \cdot 10^{-8}$ *Ом · м* $\rho = 2700$ *кг/м³*	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$ (1) (2) мындан узундукту таап, 1-ге коюп, S аныкталат.
$S - ?$	$\ell = \frac{m}{\rho \cdot S}$ $\quad S = \frac{\rho \cdot \ell}{R} = \frac{\rho \cdot m}{R \cdot \rho \cdot S}$

Мындан, $S^2 = \frac{\rho \cdot m}{R \cdot \rho}$ же $S = \sqrt{\frac{\rho \cdot m}{R \cdot \rho}}$

Демек,

$$S = \sqrt{\frac{2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot 5{,}4 \cdot 10^{-2}}{0{,}1 \cdot 2700}} = \sqrt{\frac{2{,}8 \cdot 5{,}4 \cdot 10^{-10}}{2{,}7 \cdot 10^{2}}} = \sqrt{5{,}6 \cdot 10^{-12}} = 2{,}4 \cdot 10^{-6} (м^2)$$

$$\ell = \frac{m}{D \cdot S} = \frac{5{,}4 \cdot 10^{-2}}{2700 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-6}} = \frac{5{,}4 \cdot 10^{4}}{2{,}7 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{3}} = 8{,}3\ (м).$$

2. 0,5 *мм²* кесилиштеги 2,5 *м* фехраль зымынын каршылыгы 5,47 *Ом*. Фехралдын салыштырма каршылыгын аныктагыла.

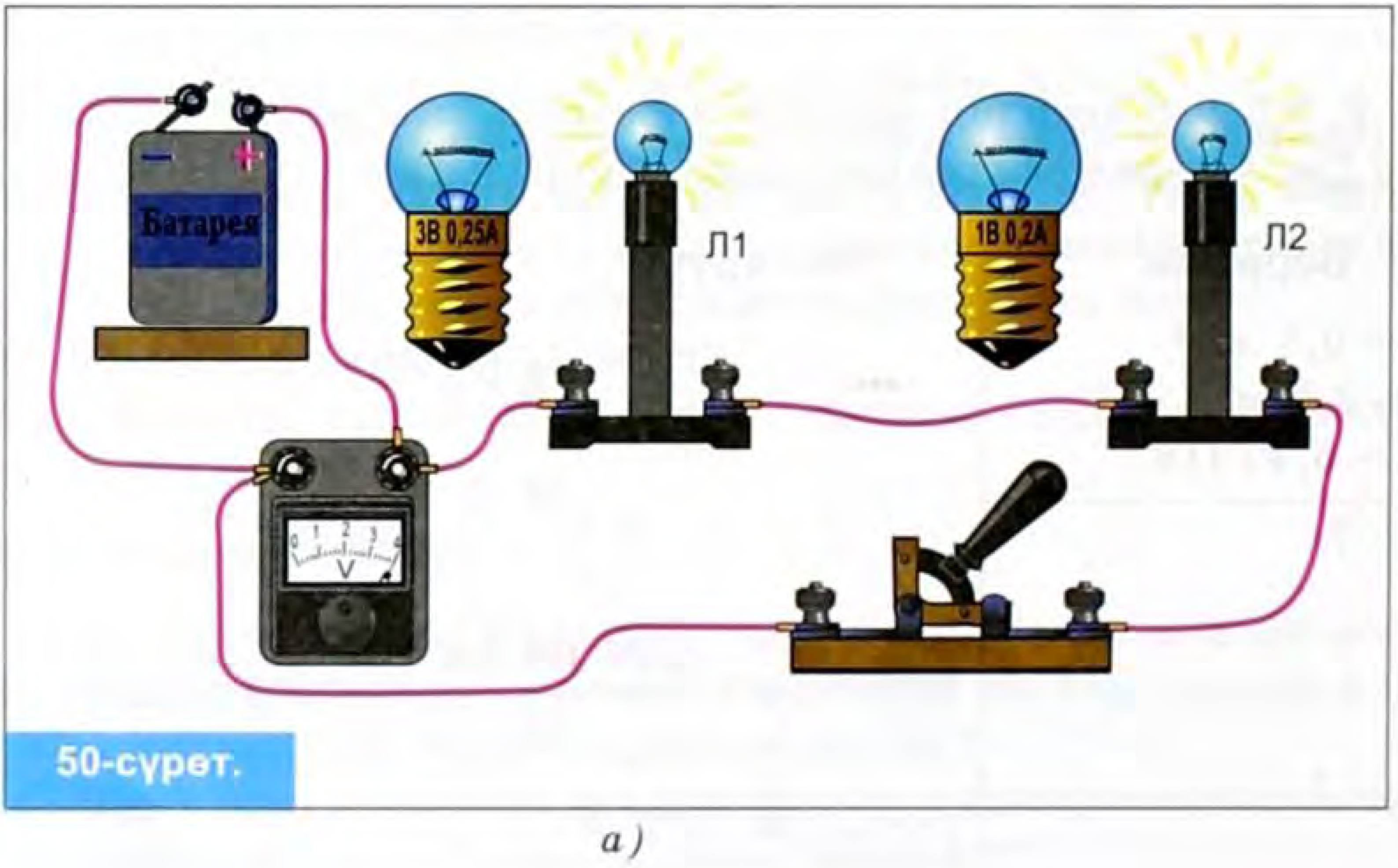
Берилди:	**Чыгаруу:**
$S = 0{,}5$ *мм²* $l = 2{,}5$ *м* $R = 5{,}47$ *Ом*	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$
$\rho - ?$	$\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}$ мындан Демек, $\rho = \frac{5{,}47 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6}}{2{,}5} = 1{,}1 \cdot 10^{-6}$ (*Ом · м*) $\rho = 1{,}1 \cdot 10^{-6}$ *Ом · м*.

11-көнүгүү

1. 32 *мкА* токтун күчүндө, өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу 1 *нс* ичинде канча электрон өткөн?
2. 10 *м* узундуктагы, кесилиши 2 $мм^2$, 12 *мВ* чыңалуу берилген болот өткөргүч аркылуу өткөн токтун күчүн аныктагыла.
3. Кесилиши 1,4 $мм^2$, токтун күчү 1 *А* болгон алюминий өткөргүчтөгү электр талаасынын чыңалышын аныктагыла?
4. Чыңалуусу 125 *В* болгон электр тармагына электр ысыткычы уланган. Эгерде 10 *мин*да ысыткыч аркылуу 4800 *Кл* заряды өткөн болсо, канча энергия сарпталган? Ысыткычтын каршылыгын аныктагыла.
5. Каршылыгы 16,8 *Ом* оромону даярдоо үчүн 4,45 *кг* жез сарпталды. Оромодо канча узундуктагы жез зымы бар? Кесилиш аянты канча?

§ 39. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу

Бир нече резисторлорду электр чынжырына удаалаш туташтыруунун жолун карап көрөлү.

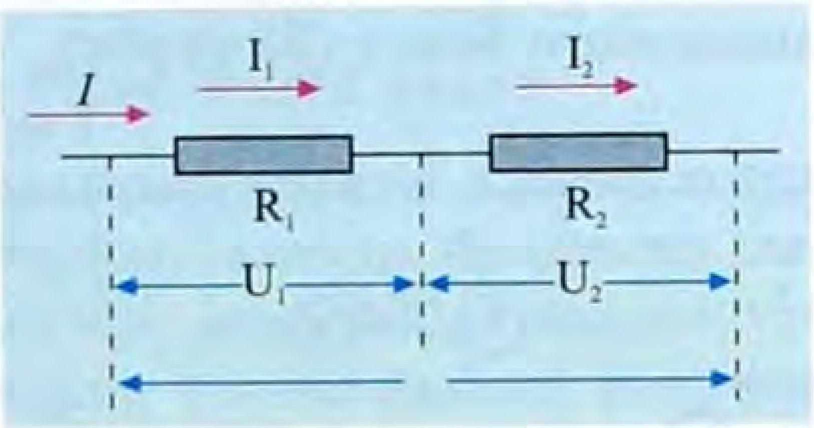


50-сүрөт.

а)

Эгерде эки резисторду, биринчи резистордун учу менен экинчи резистордун учу бириктирилсе, удаалаш туташтырылган болот (51-сүрөт).

Резисторлорду туташтыруунун мындай түрүндө, токтун күчү чынжырдын бардык бөлүгүндө бирдей мааниге ээ болот.



51-сүрөт.

Мисалы, 50-сүрөттө тажрыйбада чынжырдын ар кандай участкасына туташтырылган амперметр токтун күчүнүн бирдей мааниге ээ экендигин көрсөтөт.

$$I = I_1 = I_2 .$$

Жалпы чыңалуу резистордогу чыңалуулардын суммасына барабар болот.

$$U = U_1 + U_2 .$$

$U = IR$, $U_1 = IR_1$, $U_2 = IR_2$, болгондуктан $IR = IR_1 + IR_2$. Теңдемени I ге кыскартып

$$R = R_1 + R_2.$$

Электр чынжырына удаалаш туташтырылган резисторлордун жалпы каршылыгы, бул резисторлордун каршылыктарынын суммасына барабар болот.

Жаңы жылдагы балатыларды ороп турган майда жарык чыгаруучулар (гирляндаларда) төмөнкү вольттуу лампаларды удаалаш туташтыруу менен жогорку чыңалуудагы тармакка кошууга мүмкүн болот.

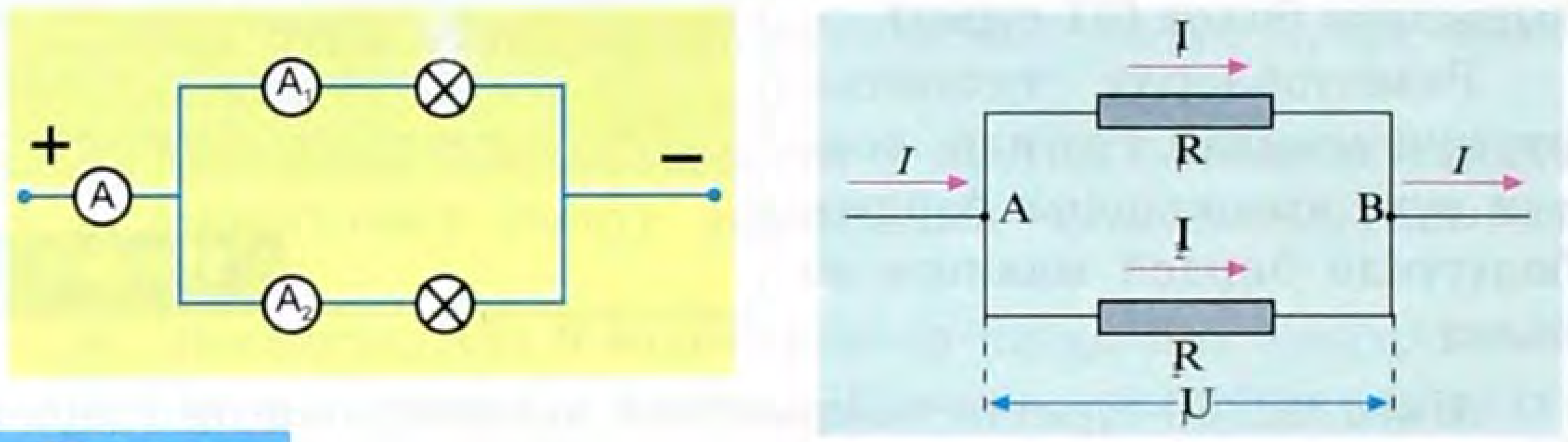
§ 40. Өткөргүчтөрдү параллель туташтыруу

Эки резистордун, эки учу бири-бирине туташтырылышы **параллель туташтыруу** деп аталат.

Электр чынжырынын тармакталбаган бөлүгүндөгү токтун күчү, тармакталган R_1 жана R_2 (лампочкалардын) резисторлорундагы токтун күчтөрүнүн суммасына барабар экенди-

гин, схема боюнча улашкан амперметрлердин көрсөтүүсүнөн аныктоого болот (52-сүрөт).

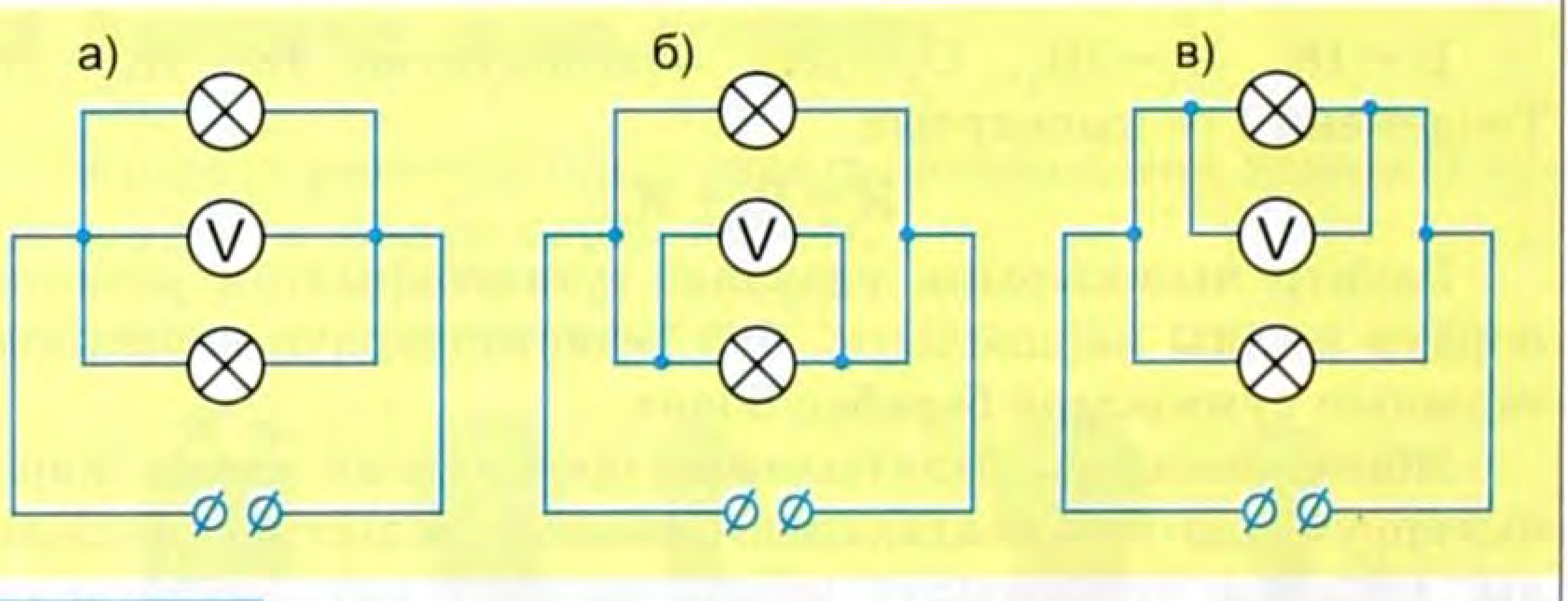
$$I = I_1 + I_2.$$



52-сүрөт.

Өткөргүчтөр параллель туташтырылганда, чыңалуу бирдей мааниге ээ боло тургандыгы, чиймедеги схема боюнча вольтметрлерди туташтыруу менен далилденет (53-сүрөт).

$$U = U_1 = U_2.$$



53-сүрөт.

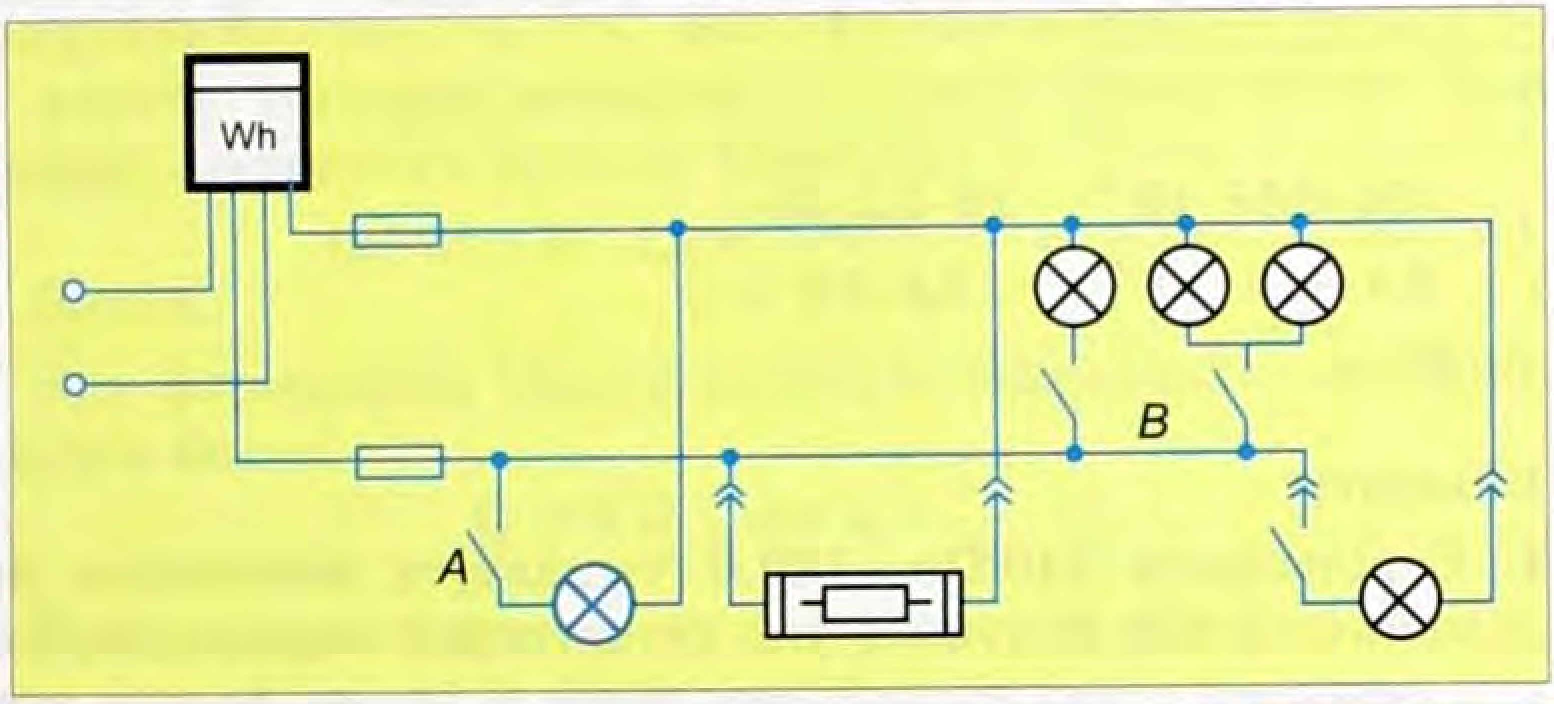
Токтун күчүн чыңалуу аркылуу туюнтуп, $I = \frac{U}{R}$ $I_1 = \frac{U}{R_1}$ $I_1 = \frac{U}{R_2}$; жогорку теңдемеге коюп, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.

Мындан, $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$.

Өткөргүчтөрдү параллель туташтырганда жалпы каршылык азаят.

Мисалы, $R_1=10$ *Ом*, $R_2=15$ *Ом* болгон эки резистордун жалпы каршылыгы $R = \frac{10 \cdot 15}{10+15} = 6 (Ом)$ болуп калат.

Күндөлүк турмушта пайдаланылып жүргөн электр тогун керектөөчүлөрдүн дээрлик көпчүлүгү, электр булагына параллель туташтырылат. Ошондуктан, алар 220 *В* чыңалууга эсептелип чыгарылат. Үйдөгү электр чынжырынын схемасы 54-сүрөттө көрсөтүлгөн, чынжырга электр эсептегичи, сактагыч, лампалар жана электр ысыткычы уланган.



54-сүрөт.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтырганда: чыңалуу, токтун күчү, каршылыгы кандай аныкталат?
2. Өткөргүчтөрдү параллель туташтырганда: чыңалуу, токтун күчү, каршылыгы кандай аныкталат?
3. Өткөргүчтөрдү туташтыруунун дагы кандай түрүн билесиңер?

Сапаттык маселелер:

1. Чынжырдын участкасына параллель уланган вольтметр чыңалуунун азайгандыгын көрсөтсө, анда чынжырда кандай өзгөрүүлөр болгон?
2. Чынжырдын участкасына удаалаш туташтырылган амперметр токтун күчүнүн маанисинин көбөйгөндүгүн көрсөтсө, чынжырда кандай өзгөрүүлөр жүргөн?
3. 220 *В*ко эсептелген электр утюгун пайдаланып, 6 *В* лампочканын кандай күйө тургандыгын, 220 *В*ко туташтырып билсе болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Резисторду 120 *В* чыңалуудагы тармакка улаганда ток 2,4 *А*, кесилиши 0,55 *мм*^{2} болсо, резистордогу нихром зымынын узундугун аныктагыла.

Берилди:	**Чыгаруу:**
$U = 120\ В$ $S = 0{,}55\ мм^2$ $I = 2{,}4\ А$ $\rho = 110 \cdot 10^{-8} Ом \cdot м$	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$ жана $\frac{U}{I} = R$ Демек, $\frac{U}{I} = \frac{\rho \cdot \ell}{S}$. Мындан $\ell = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho}$
$\ell - ?$	

$$\ell = \frac{120 \cdot 0{,}55 \cdot 10^{-6}}{2{,}4 \cdot 110 \cdot 10^{-8}} = \frac{12 \cdot 5{,}5 \cdot 10}{2{,}4 \cdot 11} = 2{,}5 \cdot 10 = 25\ (м)$$

$\ell = 25\ м$.

12-көнүгүү

1. Каршылыгы 240 *Ом*, 120 *В* чыңалууга эсептелген лампочканы 220 *В* чыңалууга туташтыруу зарыл. Ал үчүн, лампочкага туурасынан кесилиши 0,55 *мм*^{2} болгон канча узундуктагы нихром зым керек болот?
2. Чыңалуусу 24 *В* электр чынжырында үч өткөргүч удаалаш туташтырылган. Биринчисинин каршылыгы 4 *Ом*, экинчисиники – 6 *Ом* жана үчүнчүсүнүн учтарындагы чыңалуу 4 *В* болсо, чынжырдагы токтун күчүн, үчүнчү өткөргүчтүн каршылыгын жана биринчи, экинчи өткөргүчтөрдөгү чыңалууларды аныктагыла.
3. Жалпы каршылыгы 20 *Ом* болгон өткөргүчтү алуу үчүн, кандай каршылыктагы жана каршылыгы 24 *Ом* өткөргүчкө кантип туташтыруу керек?
4. Каршылыгы 64 *Ом* болгон өткөргүчтү барабар бөлүккө бөлүп, аларды параллель тутуштыргандан кийин, жалпы каршылыгы 1 *Ом* болуп калышы үчүн, өткөргүчтү канча бөлүккө бөлүү керек болот?
5. Эгерде эки өткөргүчтү удаалаш туташтырса, жалпы каршылыгы 20 *Ом*, параллель туташтырса, жалпы каршылыгы 5 *Ом* болсо, ар бир өткөргүчтүн каршылыгын аныктагыла.

§ 41. Электр тогунун жумушу. Джоуль-Ленцтин закону. Электр тогунун кубаттуулугу

Электр тогунун жумушу, чыңалуунун заряддын чоңдугуна болгон көбөйтүндүсүнө барабар болот.

$$A = U\,q; \qquad q = I\,t; \qquad A = U\,I\,t.$$

Электр тогунун жумушу, электр энергиясынын башка энергиянын түрлөрүнө айлануу ченин көрсөтөт.

Мисалы, эгерде электр тогунун аракети менен өткөргүчтө жылуулук бөлүнүп чыкса, энергиянын сакталуу закону боюнча, электр тогунун аткарган жумушу өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар.

$$A = Q.$$

Демек,

$$Q = U\,I\,t. \qquad (21)$$

Бул формуланы Омдун законун пайдаланып, төмөнкүдөй жазууга болот.

$$Q = I^2 R\,t \text{ же } Q = \frac{U^2}{R}\cdot t\,.$$

Бул формула биринчи жолу англиялык физик Дж. Джоуль жана орус физиги Г. Ленц тарабынан бири биринен көз карандысыз тажрыйба жүзүндө ачылгандыктан, **Джоуль-Ленц закону** деп аталат.

Токтун жумушунун бирдиги.

$$[A] = [U]\cdot[I]\cdot[t] = В\cdot А\cdot с = 1 Дж\,.$$

Мындан 1 *с* ичинде, чыңалуу 1 *В*, токтун күчү 1 *А* токтун күчүндө, электр тогунун аткарган жумушу 1 *Дж*го барабар.

Электр тогунун кубаттуулугу, электр тогун керектөөчүлөрдүн техникалык негизги мүнөздөмөсү болуп эсептелинет.

Кубаттуулук – 1 *с* ичинде, электр тогунун аткарган жумушун көрсөтөт.

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

Электр тогунун кубаттуулугу 1 *с* ичинде, электр энергиясынын башка энергиянын түрлөрүнө айлангандыгын көрсөтөт.

Жумуштун маанисинин ордуна, тиешелүү чоңдуктарды коюу менен, кубаттуулуктун көз карандылыгы төмөнкүдөй

көрүнүшкө ээ болот.

$$P = U \cdot I.$$

Демек, токтун кубаттуулугу чыңалуунун токтун күчүнө болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

Ошондой эле $P = \frac{U^2}{R}$ же $P = I^2 \cdot R$.

Кубаттуулуктун бирдиги.

$$[P] = [U] \cdot [I] \quad [P] = 1В \cdot 1А = 1Вт.$$

$$1\ кВт = 10^3\ Вт; \quad 1\ МВт = 10^6\ Вт.$$

Кубаттуулуктун бирдигинин негизинде, жумуштун экинчи бирдиги практикада көп пайдаланылат.

Мисалы, жумушту кубаттуулуктун убакытка болгон көбөйтүндүсү катары аныктоого болот.

$$A = P\,t.$$

Демек, жумуштун бирдиги кубаттуулуктун бирдигинин убакытка болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

$$[A] = [P] \cdot [t]; \qquad [A] = Вт \cdot с.$$

Практикада жумуштун бирдиги үчүн, $[A] = кВт \cdot саат$ пайдаланылат.

$$1\ кВт \cdot саат = 1000\ Вт \cdot 3600\ с = 3600000\ Дж.$$

Ар бир үйдөгү электр эсептегичтер, электр тогунун аткарган жумушун *кВт · саат* менен эсептейт. Бир айдагы сарпталган электр энергиясын аныктоо үчүн, айдын башталышындагы көрсөтүүсүнөн, айдын аягындагы көрсөтүүсүн кемитүү керек. Төлөнүүчү сумманы табыш үчүн 1 *кВт · саат* энергиянын баасын сарпталган энергияга көбөйтүү керек.

55-сүрөт.

Мисалы,

$$254{,}5\ кВт \cdot саат \cdot 0{,}62\ сом/кВт \cdot саат = 157{,}79\ сом$$ төлөнөт.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Электр тогунун аткарган жумушун кандай аныктоого болот?
2. Электр тогунун жумушунун бирдиги кандай болот?
3. Джоуль-Ленцтин закону кандай ачылган жана кандай формулалар менен аныкталат?

4. Джоуль-Ленцтин законун кандай негиздөөгө болот?
5. Токтун кубаттуулугун кандай аныктоого болот?
6. Электр тогунун аткарган жумушунун экинчи бирдигин далилдеп бергиле.
7. Чиймедеги электр эсептегичинин көрсөтүүсү боюнча, эгерде 1 *кВт · саатка* 18 тыйындан төлөнсө, электр тогунун аткарган жумушун эсептегиле.

Сапаттык маселелер:

1. Суусу бар стакандагы эки ысыткычты кандай туташтырганда, стакандагы суу тез кайнайт? Удаалаштабы же жарыш туташкандабы?
2. Ар түрдүү кубаттуулуктагы, бирдей чыңалууга эсептелген эки лампочка чынжырга удаалаш туташтырылган. Эмне үчүн алардын бири өтө жарык күйөт?
3. Эмне үчүн сууну ысытып жаткан ысыткычты, суунун ичинен алып болбойт?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Электр ысыткычында 3,5 *кВт · саат* электр энергиясын сарптоо менен, 10°С канча сууну кайнатууга болот? Эгерде ысытуу 35 *мин* созулса, ысыткычтын кубаттуулугун аныктагыла.

Берилди:

$A = 0,35$ *кВт · саат* $=$
$= 12,6 \cdot 10^5$ *Вт · с*
$t_1 = 10°C$
$t_2 = 100°C$
$t = 2100$ с

$m - ?$ $P - ?$

Чыгаруу:

Электр тогунун аткарган жумушу ысыткычта бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болот.

$A = Q$. Демек, $A = Cm(t_2 - t_1)$.

Мындан $m = \dfrac{A}{C \cdot (t_2 - t_1)}$

$$m = \frac{12,6 \cdot 10^5}{4200 \cdot (100 - 10)} = \frac{12,6 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 9 \cdot 10^4} = 3,3\ (кг)$$

$$m = 3,3\ кг$$

$$P = \frac{A}{t} \qquad P = \frac{12,6 \cdot 10^5}{2100} = \frac{12,6 \cdot 10^2}{2,1} = 600\ (Вт)$$

$$P = 600\ Вт.$$

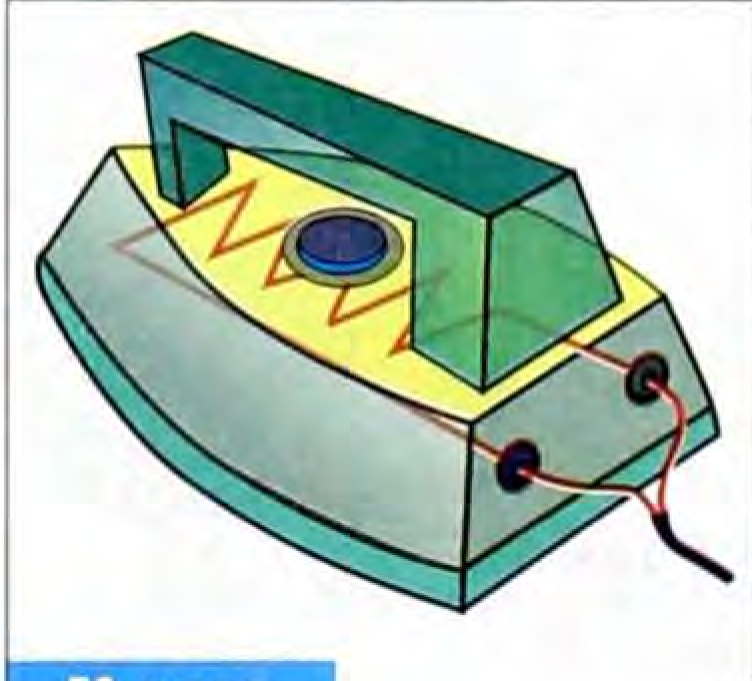
13-көнүгүү

1. 30 *мин* да 220 *В* чыңалуудагы кубаттуулугу 660 *Вт* ысыткычта канча электр энергиясы сарпталат? Токтун күчүн аныктагыла.
2. Кубаттуулугу 800 *Вт* ПАК 87% болгон чайнекте 3 *л* суу 18°С тан кайнаганга канча убакыт сарпталат?
3. Каршылыгы 6 *Ом* болгон реостат аркылуу 5 *мин*да 600 *Кл* заряд өтсө, канча жылуулук бөлүнүп чыгат?
4. Жумушчу абалындагы лампочканын зымынын каршылыгы 144 *Ом*, чыңалуусу 120 *В* лампочка аркылуу өткөн токтун күчүн, 10 *саатта* канча пайдаланылган кубаттуулугун, энергиянын сарпталгандыгын аныктагыла.

§ 42. Электр ысыткыч приборлор. Чукул туташтыруу

Электр ысыткыч приборлорунда электр тогу жылуулукка айланат. Кандай гана электр тогунда иштөөчү прибор болбосун, алардын ичинде ысытуучу элементтин каршылыгы, азыркы шартта пайдаланылып жаткан 220 *В* чыңалууга эсептелинген болот.

Электр ысыткыч прибордун ысыткыч элементтери салыштырма каршылыктары чоң болгон жана эрүү температурасы жогору болгон вольфрам, нихром же фехраль зымдарынан жасалат. Вольфрамдын эрүү температурасы (3387°С) өтө жогору болгондуктан лампалардын спиралдары жасалат. Нихром жана фехраль өткөргүчтөрү темир, никель жана хромдун куймаларынан жасалат. Электр ысыткыч прибор чынжырга туташтырылганда, пайда болгон токтун күчүнүн мааниси эки себептен көз каранды болот.



56-сүрөт.

Омдун закону боюнча, токтун күчү чыңалуудан жана каршылыктан көз каранды. Электр

плиткасынын спиралында ток күчү менен туташтыруучу зымдагы ток күчү бирдей. Спиралдын каршылыгы чоң болгондуктан көп жылуулук бөлүп чыгат, туташтыруучу зымдын каршылыктары кичине болгондуктан анчалык көп ысыбайт.

Эгерде, туташтырылган керектөөчүлөрдүн каршылыктары кичирейсе, анда чынжырдагы токтун мааниси көбөйөт.

Мисалы, 220 *В* чыңалууга уланган электр лампасынын каршылыгы 880 *Ом* болсо, токтун күчү

$$I = \frac{220\,В}{880\,Ом} = 0{,}25\,А$$

болот.

Эгерде электр лампасынын ордуна, каршылыгы 88 *Ом* электр ысыткычы туташтырылса, анда токтун күчү:

$$I = \frac{220\,В}{88\,Ом} = 2{,}5\,А$$

болуп калат.

Эгерде, электр чынжырына каршылыгы 1 *Ом* болгон өткөргүч уланып калса, анда токтун күчү:

$$I = \frac{220\,В}{1\,Ом} = 220\,А$$

болот.

Бул эң чоң маанидеги токтун күчү.

Джоуль-Ленцтин закону боюнча, бөлүнүп чыккан жылуулук саны токтун күчүнүн квадратына түз пропорциялаш болгондуктан, ток күчүнүн мындайча кескин өсүшүнүн натыйжасында, өрт чыгуу коркунучу пайда болот. Анткени, бул жылуулук электр тогун камсыз кылган өткөргүчтөрдөн да бөлүнүп чыгат.

Электр чынжырындагы каршылык өтө азайганда, ток күчүнүн кескин көбөйүшү – **чукул туташтыруу** деп аталат.

Бул кубулуш чоң кырсык алып келүүчү кубулуш. Чукул туташтыруу кокустугун алдын алуу үчүн, атайын сактагычтар жана автоматтар колдонулат. Мындай сактагычтардын ичинде, токтун күчү кескин өсүп кетсе, эрип кетүүчү өткөргүчтөр болот. Натыйжада чукул туташтыруу жүз берсе, сактагычтардагы зым эрип, электр чынжырын ажыратат.

Адамдар жашаган үйлөрдө, электр тогун керектөөчүлөрүнүн жалпы кубаттуулугу 2 *кВт*ка эсептелет. Мына

ушул эсепке ылайык электр тогун камсыз кылуучу өткөргүчтөр, сактагычтар пайдаланылат.

Бирок, кыш айларында бөлмөнү ысытуу үчүн, электр ысыткычтын ар кандай түрлөрүн ченемсиз пайдалануу, сактагычтардын тез жараксыз болушуна алып келет.

Мындай учурларда, туташтырылган электр ысыткычтарынын санын азайтуунун же кубаттуулугун азайтуунун ордуна, сактагычтын зымын бир кыйла жоон зым менен алмаштыруу өрт чыгып кетүү коркунучун пайда кылат.

Электр тогунда иштөөчү приборлорду колдонууда, дайыма коопсуздук эрежелерин толук сактоо талап кылынат.

Анткени, анын талаптарынын ар бир сүйлөмү, канчалаган адамдардын өмүрүнө зыян жана коркунуч алып келген электр тогунун Адамга тийгизген таасирлеринин натыйжасында жазылган.

Эгерде, Адамдын денеси аркылуу өткөн токтун күчү 0,05 – 0,1 *А* болсо, жүрөгү сокпой калып, адам майып болуп калышы мүмкүн. Мына ушул чектеги токтун күчүнүн маанилери, Адамдын өмүрү үчүн эң чоң коркунуч алып келет. Андан чоң токтун күчүнүн маанилеринде, Адам тирүү калганы менен, анын денеси күйүп калат.

§ 43. Туюк чынжыр үчүн Омдун закону

Ток булагы менен өткөргүч ажыраткыч аркылуу туташтырылган туюк чынжырды карап көрөлү.

Мында, ток булагы электр кыймылдаткыч күчү жана ички каршылык менен мүнөздөлөт.

Чынжыр туюкталганда, тышкы күчтөр жумуш аткарат.

$$A = \varepsilon \cdot I \cdot t.$$

Натыйжада, тышкы каршылыкта жана ички каршылыкта, жылуулук саны бөлүнүп чыгат. Чынжырдын ички жана тышкы бөлүгүндөгү жылуулук саны ток булагынын жумушуна барабар.

$$Q = I^2R \cdot t + I^2r \cdot t.$$

Энергиянын сакталуу закону боюнча, $A = Q$.

Демек, $\varepsilon \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t \cdot$

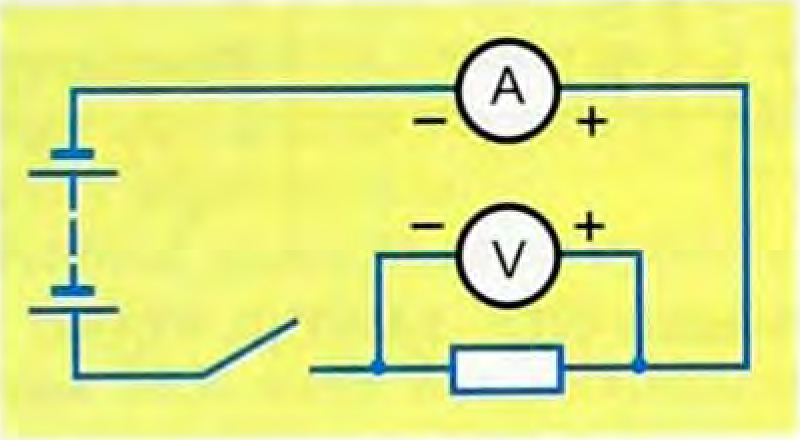
Мындан $\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r = I \cdot (R + r)$; $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r}$.

Демек, токтун күчү электр кыймылдаткыч күчүнө түз пропорциялаш, тышкы жана ички каршылыктын суммасына тескери пропорциялаш. Бул формуланы башкача түрдө жазууга болот.

$$\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r = U + Ir$$

мындан чыңалуунун мааниси төмөнкүдөй аныкталат.

$$U = \varepsilon - Ir. \qquad (27)$$



57-сүрөт.

Демек, туюк чынжырда, чыңалуу дайыма электр кыймылдаткыч күчүнө караганда, ички каршылыктагы чыңалуунун төмөндөшүнө аз болот.

Ток булагына керектөөчү кошулбаса, булактын кыскычтарына улашкан вольтметр ЭККны көргөзөт.

$$U = \varepsilon.$$

Ошондуктан, чөнтөк батареясы же аккумулятор болобу, анда көрсөтүлгөн чыңалууну, ток булагынын электр кыймылдаткыч күчүнүн мааниси деп алынат.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Эмне үчүн электр ысыткыч приборлору белгилүү бир каршылыкка эсептелинип чыгарылат?
2. Чукул туташтыруу деп эмнени айтабыз?
3. Ток күчүнүн кандай маанилери Адам үчүн коркунучтуу?
4. Эмне үчүн электр тогун керектөөчүлөр үчүн атайын электр сактагычтары колдонулат?
5. Туюк чынжыр үчүн *Ом*дун закону кандай жазылат?
6. Туюк чынжырда чыңалуу менен ЭККнын кандай байланышы бар?
7. Эгерде чынжыр туюк болбосо, чыңалуу менен ЭКК кандай байланышта болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Чынжырдагы чыңалуу 5 *В*, токтун күчү 3 *А* болсо, чыңалуу 8 *В*ко чоңойгондо, токтун күчү 4 *А* болот. Булактын ЭККүн аныктагыла.

Берилди:	**Чыгаруу:**
$I_1 = 4\ A$ $I_2 = 3\ A$ $U_1 = 8\ B$ $U_2 = 5\ B$	$\varepsilon = U_1 + I_1 r \quad \varepsilon = U_2 + I_2 r$ $I_1 r = \varepsilon - U_1 \quad I_2 r = \varepsilon - U_2$ Тиешелүү өзгөртүүлөрдөн кийин $\frac{\varepsilon - U_1}{I_1} = \frac{\varepsilon - U_2}{I_2}$.
$\varepsilon - ?$	

Мындан $\varepsilon(I_2 - I_1) = U_1 I_2 - I_1 U_2$.

Демек, $\varepsilon = \frac{U_1 I_2 - I_1 U_2}{I_2 - I_1}$. Мындан $\varepsilon = \frac{8 \cdot 3 - 4 \cdot 5}{4 - 3} = 4(B)$ $\varepsilon = 4B$.

2. Кубаттуулугу 800 *Вт*, ПАКи 87% электр чайнеги 3 *л* 18°Стагы сууну кайнатууга канча убакыт сарпталат?

Берилди:	**Чыгаруу:**
$P = 800\ Bm$ $m = 3\ кг$ $t_1 = 18^\circ C$ $t_2 = 100^\circ C$ $\eta = 0{,}87$	$\eta = \frac{C \cdot m(t_2 - t_1)}{P \cdot t}$ Мындан $t = \frac{C \cdot m(t_2 - t_1)}{P \cdot \eta}$
$t - ?$	

Демек,

$$t = \frac{4200 \cdot 3(100 - 18)}{800 \cdot 0{,}87} = \frac{1{,}26 \cdot 10^4 \cdot 8{,}2 \cdot 10}{6{,}96 \cdot 100} = 1{,}5 \cdot 1000 = 1500\ (c)$$

$t = 25$ *мин*.

14-көнүгүү

1. Аквариумдагы суунун ысыткычы ЭКК 12 *В* ички каршылыгы 3,2 *Ом* болгон электр энергиясынын булагына туташтырылса, 10 *кВт* кубаттуулукту пайдаланат. Чын-

жырдагы токтун күчүн жана түзүлүшүнүн ПАКин аныктагыла.

2. ЭКК 1,5 *В* элементке туташтырылган лампочкадагы токтун күчү 0,2 А, 1 *мин*да тышкы күчтөрдүн аткарган жумушун аныктагыла.
3. Чөнтөк фонарынын ЭКК 4,5 *В,* 7,5 *Ом* каршылык аркылуу өткөндө токтун күчү 0,5 *А* болсо, чукул туташтыруудагы токтун күчүн аныктагыла.
4. ЭКК 12 *В* жана ички каршылыгы 1 *Ом* болгон электр энергиясынын булагына туташтырылган диаметри 0,5 *мм* никелин зымынан 0,8 *А* ток өтсө, зымдын узундугун жана анын учтарындагы чыңалууну аныктагыла.
5. Эгерде токтун күчү 30 *А* тышкы чынжырдагы кубаттуулук 180 *Вт*, ал эми 10 *А* токтун күчүндө, кубаттуулугу 100 *Вт* болсо, ток булагынын ЭКК жана ички каршылыгын аныктагыла.

§ 44. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү. p – n өтүүсү. Жарым өткөргүчтүк приборлор

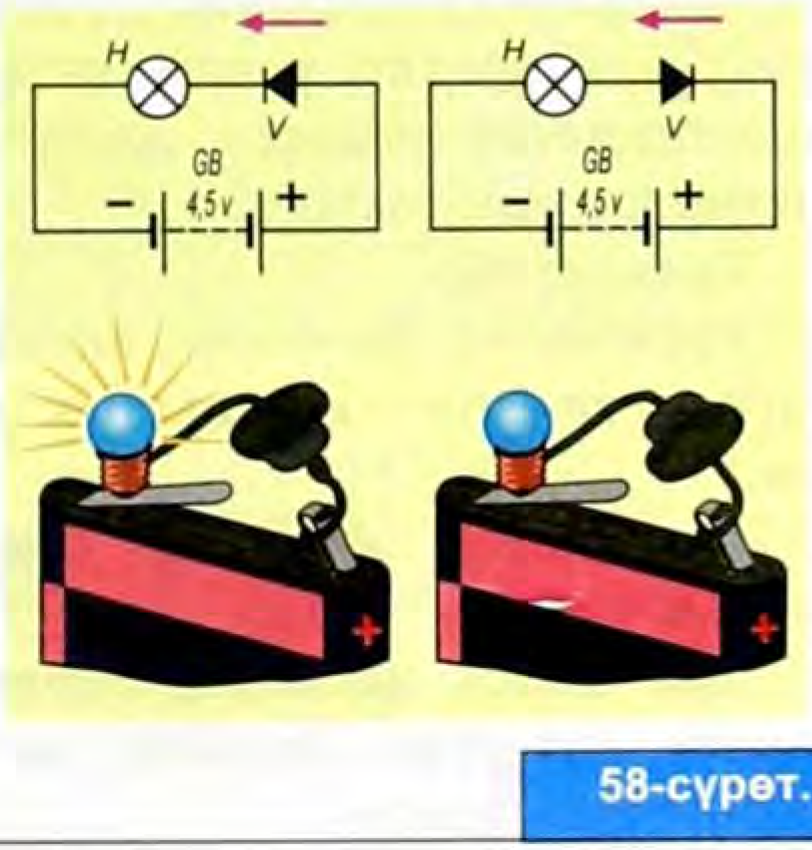
Кадимки шартта диэлектрик болгон жарым өткөргүчтөр алардын ичиндеги кошулманын түрүнө жараша, электрондук (n) жана көзөнөктүк өткөрүмдүүлүккө (p) ээ болот.

Эки түрдүү типтеги жарым өткөргүчтөрдүн бири бирине удаалаш туташтырылышы **p – n өтүүсү деп аталат**.

Жарым өткөргүчтөрдүн p жана n түрүн, бири бирине атайын жол менен бириктирилген аралашманы 58-сүрөттөгүдөй туташтырып көрөлү.

Чынжырды туюктаганда, лампочка күйөт. Эгерде, ток булагынын уюлу алмаштырылса, лампочка күйбөйт.

Эмне үчүн?



58-сүрөт.

Лампочканын күйгөндүгү, жарым өткөргүч эки түрдүү экендигине карабастан, p жана n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн чегинен ток өтүп жаткандыгын далилдейт. Анын себебин, p тибиндеги жарым өткөргүчтөрдөгү көзөнөктөр жана n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдө болсо, электрондор, чек ара аркылуу өткөндүктөрү менен түшүндүрүлөт. Ал эми, чынжырдагы ток булагынын уюлу алмаштырылганда лампочканын күйбөгөндүгүнүн себеби, бул абалда p жана n тибиндеги негизги электр тогун алып жүрүүчүлөр токтун пайда болушуна катыша алышпайт.

Демек, p – n өтүүсү бир жактуу өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болот.

Жарым өткөргүчтүү диод.

Бир жактык өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтүн кошулмасы – **жарым өткөргүчтүү диод** деп аталат.

Жарым өткөргүчтүү диоддор өзгөрүлмө токту туруктуу токко айландырууда, модуляция жана демодуляцияда, радиоэлектрондук аппаратураларда колдонулат.

Тиристор.

Тиристорлор – башкарылуучу диоддор болуп саналат.

Диоддон токтун өтүшү же өтпөшү, башкаруучу электроддо электрдик сигналдын бар экендигине жараша болот.

Мисалы, айрым электр тогунда иштөөчү түзүлүштөрдү башкаруу үчүн, алар керектөөчү токту зарыл шарттарда тиристор аркылуу өткөрүп туруу керек болот. Ал үчүн башкаруучу электродко тиешелүү электрдик сигнал келип түшсө гана тиристор ачылып, токту өткөрөт. Калган учурларда тиристордон ток өтпөйт.

Транзистор.

Транзистор деген сөз, англис тилинин: *transfer* – өзгөртүп түзүүчү, *resistor* – каршылык деген эки сөзүнөн келип чыккан.

Транзистор ар түрдүү өткөрүмдүүлүккө ээ болгон үч катмардан турат.

Эки четки катмары бирдей өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүч, ортоңку катмары башка типтеги жарым өткөргүчтөр болот.

Мисалы, n – p – n жана p – n – p түзүлүштөрүндөгү жарым өткөргүчтөр деп аталат.

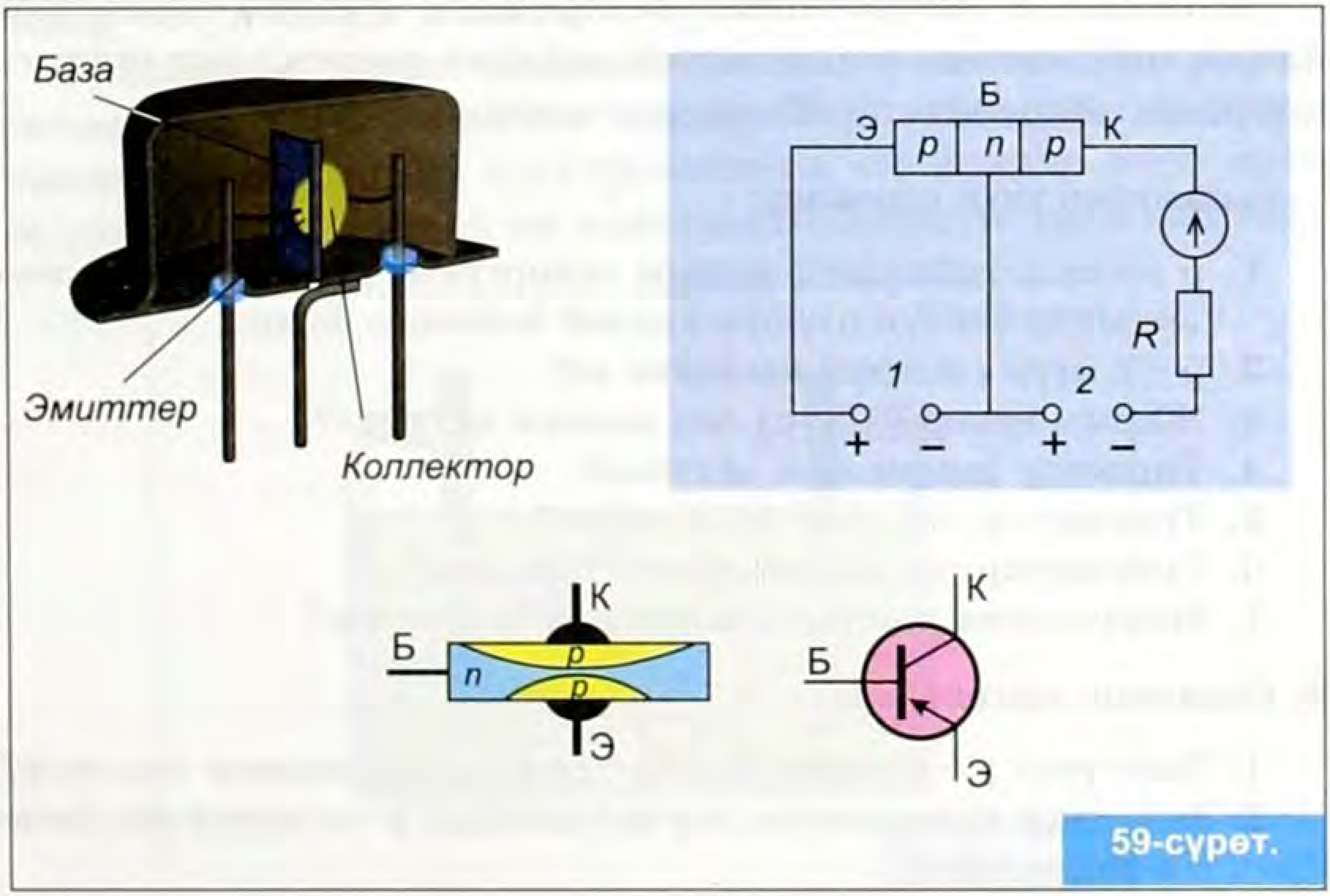
Транзисторлор эки режимде: ачкыч жана электрдик сигналдарды күчөтүүчү болуп иштейт:

1. Ачкыч режиминде тиристор сыяктуу, транзистордун бир электродуна сигнал келип түшсө, анда транзистор аркылуу ток өтөт. Бул учурда, электр тогун керектөөчүгө ток транзистор аркылуу өтөт.

Сигнал келсе, транзистор ачылып, андан ток керектөөчүгө жетет. Сигнал жок болсо, транзистордон ток керектөөчүгө өтпөйт. Транзистордун мындай режимде иштөөсү электрондук автоматика аппаратураларында колдонулат.

2. Күчөтүүчү режимде транзистордун электроддорунун бирине электрдик сигнал берилет. Күчөтүлгөн электрдик сигнал транзистордун электроддорунун экинчисинен чыгат.

Мисалы, үн жыштыгындагы күчөткүчтө микрофондон пайда болгон электрдик сигнал конденсатор аркылуу транзистордун базасына берилет. Транзистордо сигнал 30–50 эсе күчөтүлгөндөн кийин, аз кубаттуулуктагы динамикке берилип, анда күчөтүлгөн электрдик сигнал үнгө айланат (59-сүрөт).

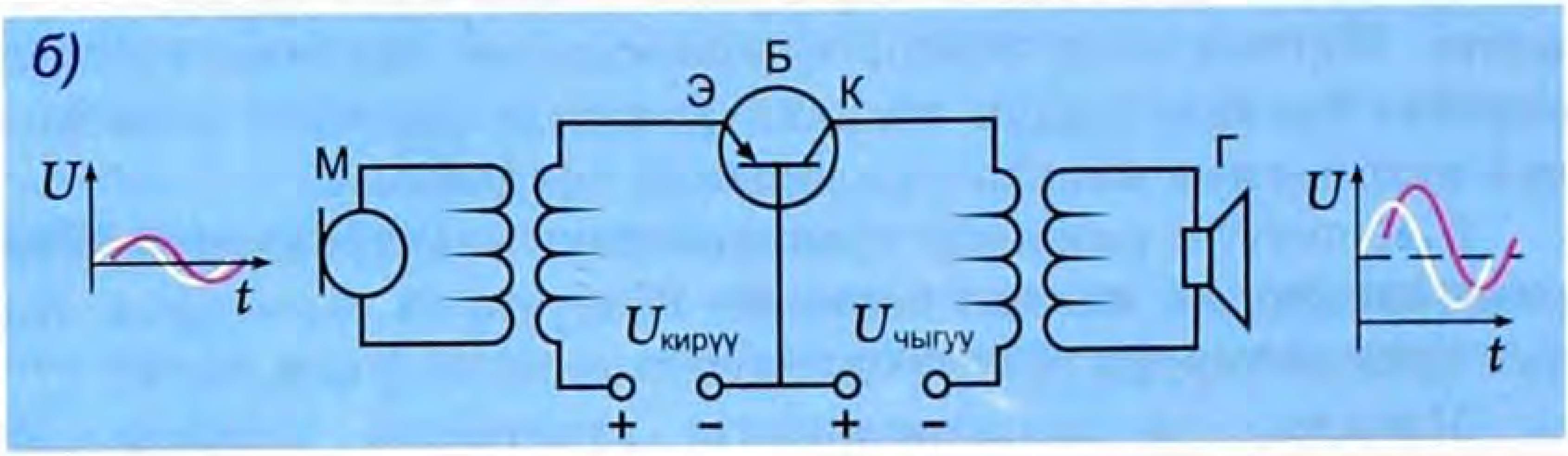


59-сүрөт.

Транзисторду бул эки режимден тышкары жогорку жыштыктагы токтун генератору катары пайдаланууга болот.

Азыркы мезгилде, микроэлектрониканын өнүгүүсүнүн натыйжасында электрондук күчөткүчтүн ар кандай түрлөрү микросхемалардын деңгээлинде чыгарылууда.

Микросхемалар өздөрүнүн аткарган кызматтары боюнча, аналогдук (же сызыктуу – импульстук) жана логикалык (же санариптик) болуп экиге бөлүнөт (60-сүрөт).



60-сүрөт.

Аналогдук микросхемалар электрдик сигналдарды күчөтүү, генерациялоо, өзгөртүү үчүн колдонулуп, радио, магнитофондордо, телевизорлордо пайдаланылат.

Логикалык микросхема электрондук эсептөө машиналарында, автоматика жана теле башкаруу системаларында, санариптик эсептөөчү приборлордо колдонулат.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. p жана n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн кошулган жери аркылуу токтун өтүшүн кандай байкоого болот?
2. p – n өтүүсү кандай касиетке ээ?
3. Жарым өткөргүч диод деп эмнени айтабыз?
4. Тиристор деп эмнени айтабыз?
5. Транзистор деп эмнени айтабыз?
6. Транзистордун кандай касиеттери бар?
7. Микросхема жөнүндө эмнелерди билесинер?

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн p – n өтүүсү бир багытта чоң маанидеги ток өтөт?
2. Эмне үчүн температура жогорулаганда, p – n өтүүсүнүн касиети төмөндөйт?

3. Эмне үчүн транзистордо, базага караганда эмиттерде кошулмалардын концентрациясы көп болот?

§ 45. Суюктуктардын электр өткөрүмдүүлүгү. Фарадейдин закондору

Суюктуктарда электр тогу кандайча пайда болот? Ал үчүн, тажрыйбада идиштеги дистирленген сууга эки электродду салып, аларды лампочка аркылуу токтун булагына туташтырылат. Тажрыйбада чынжыр туюкталса, лампочка күйбөйт. Демек, дистирленген суу – диэлектрик. Эгерде, сууга көк таш тузун ($CuSO_4$) аралаштырса, лампочканын күйгөндүгүн байкоого болот. Эмне үчүн лампочка күйөт? Сууда бул туздун түрү эригенде электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болгондугунун күбөсү. Алардын пайда болушунун себеби, суунун молекулаларынын жылуулук кыймылдары, көк таштын тузунун молекулаларын иондорго ажыратып жиберишет.

$$CuSO_4 \rightarrow Cu^+ + SO_4^- \ .$$

Натыйжада, суунун ичинде туздун молекуласын түзүп турган оң жана терс иондор пайда болуп, суунун ичинде электр тогун пайда кылат (61-сүрөт).

Туздардын, кислоталардын жана щелочтордун суудагы эритмелери электролит деп аталат. Тажрыйбадагы идиштин ичинде пайда болгон электролиттеги оң иондор терс электроддордо, терс иондор оң электродго бөлүнүп чыга баштайт.

61-сүрөт.

Электролиттерден электр тогу өткөндө, электроддорго заттар бөлүнүп чыгышы **электролиз кубулушу** деп аталат. Жогорудагы тажрыйбада, катодго жездин оң иондору жабышып, анда жез бөлүнүп чыгат.

Англиялык физик М. Фарадей тажрыйба жүзүндө электролиз кубулушунун эки законун ачкан.

Электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы, электролит аркылуу өткөн заряддын чоңдугуна барабар.

$m = k \cdot Q$ же $Q = I\,t$ болгондуктан, $m = k \cdot I \cdot t$ (Фарадейдин 1-закону).

Мында, k – пропорциялаштык коэффициенти – **заттын электрохимиялык эквиваленти** деп аталат. Бул чоңдуктун физикалык маңызы – ал электролиттен 1 *Кл* заряд өткөндө электродго бөлүнүп чыккан заттын санын көрсөтөт.

Бирдиги $[k] = [m] / [Q] = 1$ *кг/Кл.*

10-таблица

Кээ бир заттардын электрохимиялык эквиваленти

Заттар	Электрохимиялык эквиваленти, $k \cdot 10^{-6}$ *кг/Кл*
Алтын	0,681
Алюминий	0,093
Күмүш	1,118
Жез	0,329
Никель	0,300
Хром	0,180

Фарадейдин 2-закону.

Заттын электрохимиялык эквиваленти, анын химиялык эквивалентине түз пропорциялаш.

$$k \sim \frac{A}{n} \quad k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}.$$

Фарадейдин эки законун бириктирип, төмөнкүдөй жазууга болот.

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot Q \text{ же } m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot I \cdot t.$$

Мында F – пропорциялаштык коэффициенти, **Фарадейдин саны** деп аталат.

A – заттын атомдук массасы; n – валенттүүлүгү.

Фарадейдин санынын физикалык маңызы.

Фарадейдин санынын физикалык маңызын аныктоодо, электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы, заттын химиялык эквивалентине барабар деп эсептейли, б. а.

$$m = \frac{A}{n} \cdot$$

Анда $F = Q$ келип чыгат.

Демек, Фарадей саны электроддо бөлүнүп чыккан заттын массасы химиялык эквивалентине барабар болгондо, электролит аркылуу өткөн заряддын чоңдугун көрсөтөт.

$$F = 96500\ Кл/кг.$$

Электролиз кубулушу, азыркы өндүрүштө кеңири пайдаланылат.

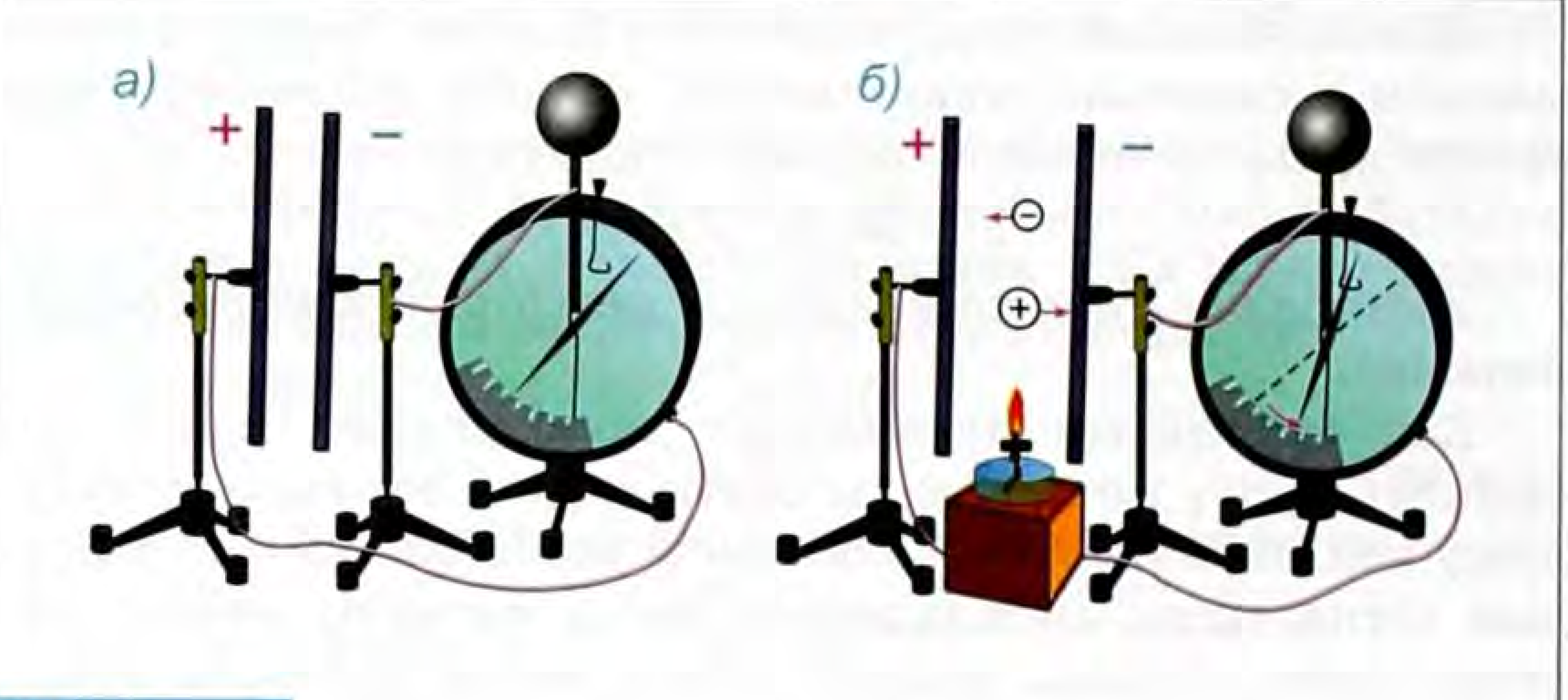
Кен байлыктын курамынан жез, никель, алюминий сыяктуу түстүү металлдарды бөлүп алууда электролиз кубулушу колдонулат. Электролиз жолу менен башка металлдардын бетин түстүү металлдардын жука катмары менен, мисалы, хром, никель, күмүш, алтын менен каптоого болот. Буюмдарды жука металлдардын катмары менен каптоонун электролиттик жолу *гальваностегия* деп аталат.

Белгилүү бир убакытта электролит аркылуу токтун өтүүсүнүн натыйжасында, буюмдардын тышкы формасын сактаган металлдын калың катмарын алууга болот. Мындай жол менен, искусство үчүн баалуу болгон чыгармалардын, скульптуранын копияларын алууга болот. Ар кандай буюмдардын өзүндөй болгон көчүрмөлөрүн алуунун электролиттик жолу *гальванопластина* деп аталат. Бул кубулуш менен китеп басмасында формаларды даярдоо эң арзан жана ылдам жолу болуп калды.

§ 46. Газдардагы жана вакуумдагы электр тогу

Жалпак конденсатор заряддалып, электрометрге туташтырылса, гальванометрдин жебеси белгилүү бир бурчка которулат. Конденсатордун пластиналарынын арасындагы аба кадимки шартта электр тогун өткөрбөгөндүктөн, жебенин

абалы өзгөрбөйт (62*а*-сүрөт). Шамдын жалыны менен аба ысытылганда гальванометрдин жебеси кыймылга келип, тең салмактуу абалына жакындайт. Эмне үчүн? Анын себеби, конденсатордун пластиналарынын ортосундагы аба ысытылганда, анын молекулаларынан оң иондор жана эркин электрондор пайда болуп, электр талаасынын аракети менен багытталган кыймылга келишет (62*б*-сүрөт). Газ аркылуу

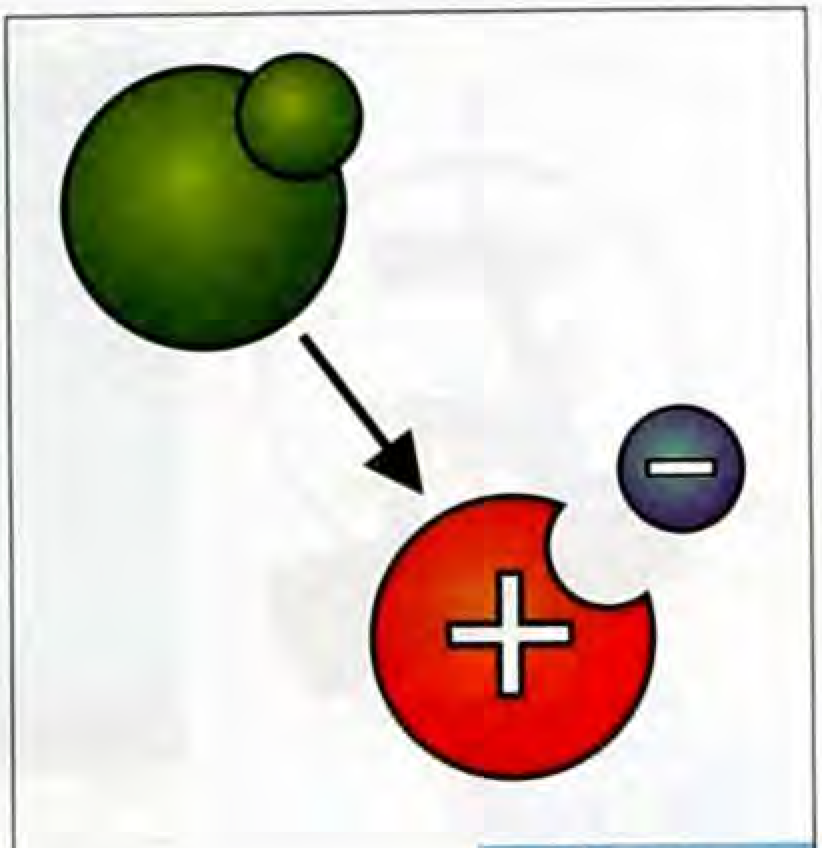


62-сүрөт.

электр тогу пайда болот. Натыйжада, конденсатордун заряддарынын чоңдугу азаят.

Пластиналардын арасынан жалынды алып койгондо электр тогу пайда болбойт. Себеби, температура төмөндөгөндө оң иондор менен эркин электрондор кайрадан биригип нейтралдуу молекулаларга айланып кетишет. Газдардагы электр тогун оң иондор жана эркин электрондор пайда кылат (63-сүрөт). Газдардагы электр тогу – **газ разряды** деп аталат.

Электр разрядынын түрлөрүнүн ичинен, учкундук разрядынын келип чыгышын карап көрөлү. Ток булагынан ачкычты ажыратканда учкундук разряд пайда болот. Ошондой эле, заряддалган телолордун арасындагы электр талаасынын чыңалышы 30 000 *В*/*м*ден ашканда нормалдуу атмосфералык басымда учкун чыгарган газ разряды пайда болот. Бул кубулушту караңгы бөлмөдө синтетикалык буладан жасалган кийимдерди чечкенде байкоого болот.



63-сүрөт.

Электр учкуну карбюратордук кыймылдаткычта күйүүчү аралашманы тутандырууда колдонулат.

Атмосферадагы учкун разряддары – **чагылган** катары белгилүү (64-сүрөт).

Чагылган – эң коркунучтуу электрдик кубулуш. Жердин атмосферасынын төмөнкү катмары – эң жакшы диэлектрик. Жазга маал Жердин бетиндеги абанын катмары ысыгандыктан, абанын агымы чаң жана суунун буулары менен чоң ылдамдыкта жогору көтөрүлөт. Буу коюланып булутка айланат да, жамгырдын тамчысы түрүндө түшөт. Бирок, шамалдын агымынан майда тамчы түрүндө чачырап кайра жогорулайт. Чоң ылдамдыктагы булуттар сүрүлүүдөн жана чачырандыдан заряддалган суунун майда тамчыларын жана чаңдын майда бөлүкчөлөрүн алып жүрүшөт. Булуттарда бир түрдүү заряддар чогулуп, талаанын чыңалышы көбөйө баштайт.

Натыйжада, булут менен Жер эбегейсиз чоң өлчөмдөгү конденсаторду элестетет. Акырында Жер менен булуттун ортосундагы потенциалдардын айырмасы, аба аркылуу электр тогу өткөргөн деңгээлге чейин жогорулап, Жер менен булуттун же булут менен булуттун ортосунда электр разряды пайда болот (64-сүрөт). Газ разряды пайда болгондо ачык жарык менен коштолот, температура өтө жогорулап, басым кескин чоңоёт. Атмосфералык газдардын кескин тез кеңейишинен жарылуу толкуну пайда болот.

Адамдын кулагына эң биринчи жарылуу толкунун үнү келип жетсе, андан кийин ар кандай тоскоолдуктарга урунуп келген үн толкундары Күндүн күркүрөөсүн пайда кылат. Чагылгандын орточо узундугу 1–2 *км*ге барабар, анын каналынын диаметри 60 *см*ге жакын болот. Чагылган өзүнө оңой өтүүчү жолду тандап алат, б. а. каршылыгы өтө кичине чөйрө аркылуу өтөт.

64-сүрөт.

Мисалы, ал кумга караганда ылайга, бийик жана учтуу предметтерге, нымдуу жерде өскөн дарактарга көп түшөт. Учтуу предметтерде башка бөлүктөрүнө караганда электр талаасынын чыңалышы чоң болот. Жалгыз турган даракка чагылгандын түшүү ыктымалдуулугу көбүрөөк. Ошондуктан, чагылгандуу жаанда жалгыз даракка жашынбай топ даракка жашынуу керек.

Чагылган өткөргүч, чагылгандан ишенимдүү сактайт. Чагылган өткөргүч бийик тирөөчкө бекитилген жоон зымдан турат. Зымдын экинчи учу терең көмүлгөн массивдүү металлга ширетилет. Чагылган өткөргүч, өзүнүн айланасындагы заряддарды Жерге өткөрүп жибергендиктен, талаанын чыңалышы төмөндөп, чагылган пайда болбойт.

Вакуумдагы электр тогу.

Вакуум – басымы өтө кичине болгон чөйрө. Вакуум, атайын идиштен ар кандай түрдөгү насостордун жардамы менен абасы сордуруп чыгаруу менен алынат.

Абасы сордурулган айнек идиштин ичине ысыткыч зым жана эки өткөргүчү (электрод) бар прибор **эки электроддуу электрондук лампа** же **вакуумдук диод** (65-сүрөт) деп аталат.

Ысыткыч зымга жакын жайгашкан электродду (катоду) ток булагынын терс уюлуна, экинчисин (аноду) оң уюлга амперметр аркылуу улаштырылса, электр тогу өтпөйт. Вакуумда эркин заряддар болбогондуктан, ал электр тогун өткөрбөйт. Бирок, катод ысытылганда идиштеги түзүлгөн

вакуум аркылуу ток өтө баштайт. Себеби, катод ысытылганда, андан электрондор учуп чыгып анодду көздөй кыймылга келет.

Ысытылган металлдардан электрондордун бөлүнүп чыгуу кубулушу термоэлектрондук эмиссия деп аталат. Бул кубулуш телевизордун вакуумдук кинескопторунда колдонулат.

65-сүрөт.

Вакуумдук диоддун катодун ток булагынын оң уюлуна, анодун терс уюлуна бириктирсе ток өтпөйт. Вакуумдук диоддун мындай бир жактуу өткөрүмдүүлүк касиети, өзгөрмө электр тогун турактуу электр тогуна айландырууда колдонулуп келген. Жарым өткөргүчтүү диод ойлонуп табылгандан кийин, вакуумдук диоддор сейрек колдонулуп калды. Ошондой эле, өткөн кылымдын 70–90-жылдары электрондук аппаратуралардын дээрлик бардыгы ар кандай түрдөгү электрондук лампаларда иштеп келген. XXI кылымдын башталышында, алардын ордуна жарым өткөргүчтүк жана санариптик аппаратуралар колдонулууда.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Суюктуктарда кандайча электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болот?
2. Электролиз үчүн Фарадейдин 1-законун айтып бергиле.
3. Фарадейдин 2-законун айтып бергиле.
4. Электролиздин колдонулушу жөнүндө айтып бергиле.
5. Газдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр кандай пайда болот?
6. Чагылган жөнүндө эмнелерди айтып бере аласыңар?
7. Вакуумда кандайча электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болот?

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн чөнтөк фонарынын батареясынын эки уюлуна, тилди тийгизгенде ачкыл даам сезилет?

2. Эгерде көмүр электроддору пайдаланылса, жез купоросунун электролизи канчага чейин уланат?
3. Суюктуктардагы иондоштурууга караганда, газдардагы иондоштуруу эмнеси менен айырмаланат.

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Буюмду атайын күмүш менен каптоодо, каршылыгы 1,2 *Ом* болгон тиешелүү тузда 2 *саатта* 40,32 *г* бөлүнүп чыккан. Ваннадагы токтун күчү, учтарындагы чыңалууну жана күмүш менен каптоо убактысы ичинде сарпталган энергияны аныктагыла.

Берилди:

$R = 1,2$ *Ом*
$t = 7200$ *с*
$m = 4,032 \cdot 10^{-2}$ *кг*
$k = 1,118 \cdot 10^{-6}$ *кг/Кл*

$I - ?$
$U - ?$
$Q - ?$

Чыгаруу:

$m = k \cdot I \cdot t$

Мындан $I = \dfrac{m}{k \cdot t}$

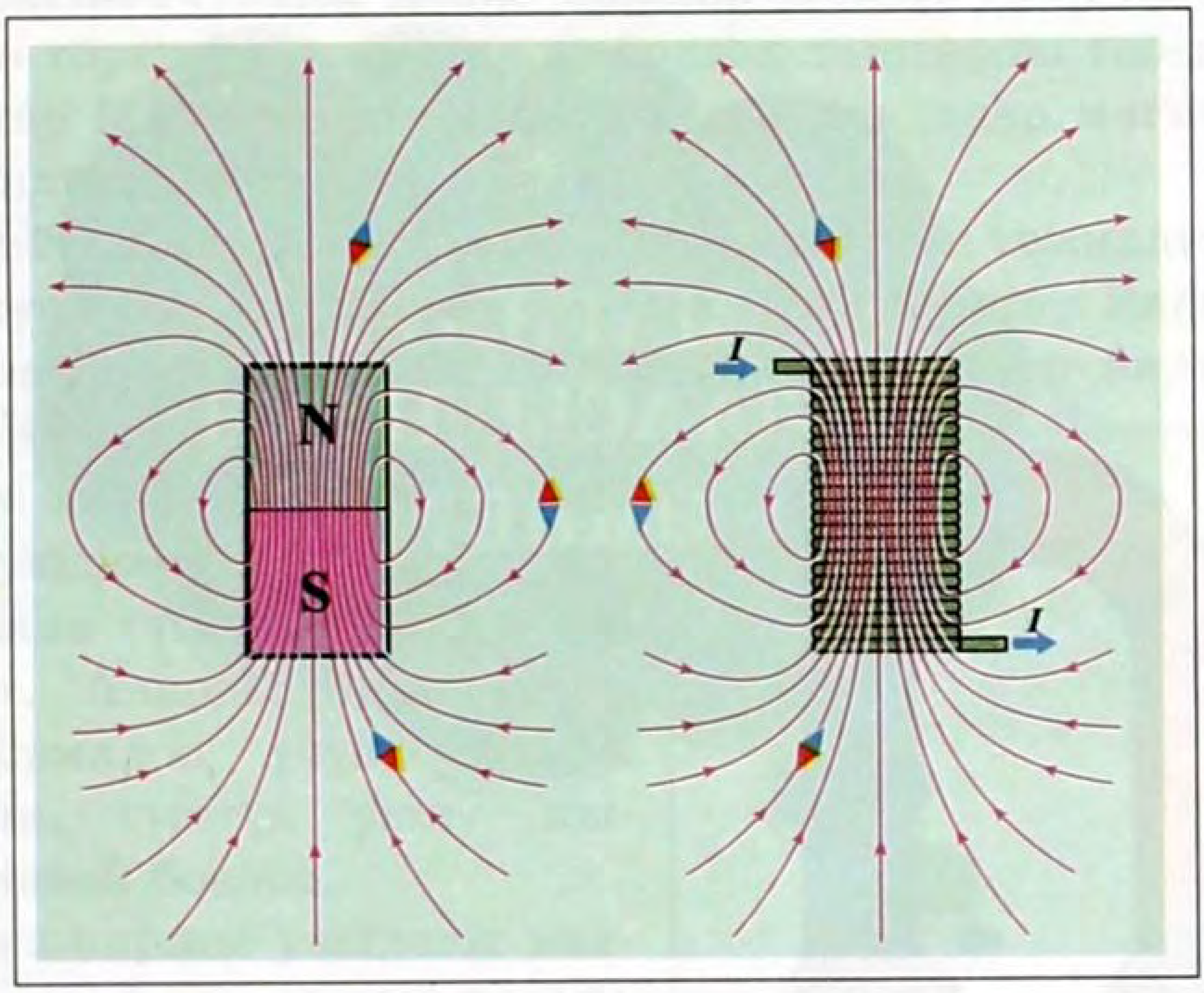
Демек, $I = \dfrac{4,032}{1,118 \cdot 10^{-6} \cdot 7200} = \dfrac{4032 \cdot 10^{3}}{111,8 \cdot 72} =$

$0,5 \cdot 1000 = 500\,(A)$.

$U = I\,R$
$U = 500\;1,2 = 600\;B$;
$Q = I^2R\,t$
$Q = 25 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 7200 = 2,5 \cdot 1,2 \cdot 7,2 \cdot 10^{10} = 6,2 \cdot 10^{11}$ (*Дж*)
$Q = 6,2 \cdot 10^{11}$ *Дж.*

15-көнүгүү

1. Эгерде 50 *мин*да катоддо 6 *г* жез бөлүнүп чыкса, токтун күчүн аныктагыла.
2. Электролиз менен 1 *кг* жез алынган. Электролит аркылуу ошондой эле сандагы электр заряды өтсө, канча күмүштү алууга болот?
3. Эгерде буюмга 1,8 *г* никель бөлүнүп чыкса, токтун күчү 2 *А* болсо, электролиз канча убакыт жүргөн?
4. Электрдик жол менен алюминийди алууда, ваннада чыңалуу 5 *В* болсо, токтун күчү 40 *кА* болот. 1 *т* алюминий алуу үчүн канча убакыт кетет жана канча энергия сарпталат?
5. Күмүштүн электрохимиялык эквиваленти $1,118 \cdot 10^{-6}$ *кг/Кл* болсо, натрийдин, алюминийдин электрохимиялык эквиваленттерин аныктагыла.



МАГНИТ ТАЛААСЫ

МАГНИТ ТАЛААСЫ ДЕГЕН ЭМНЕ?

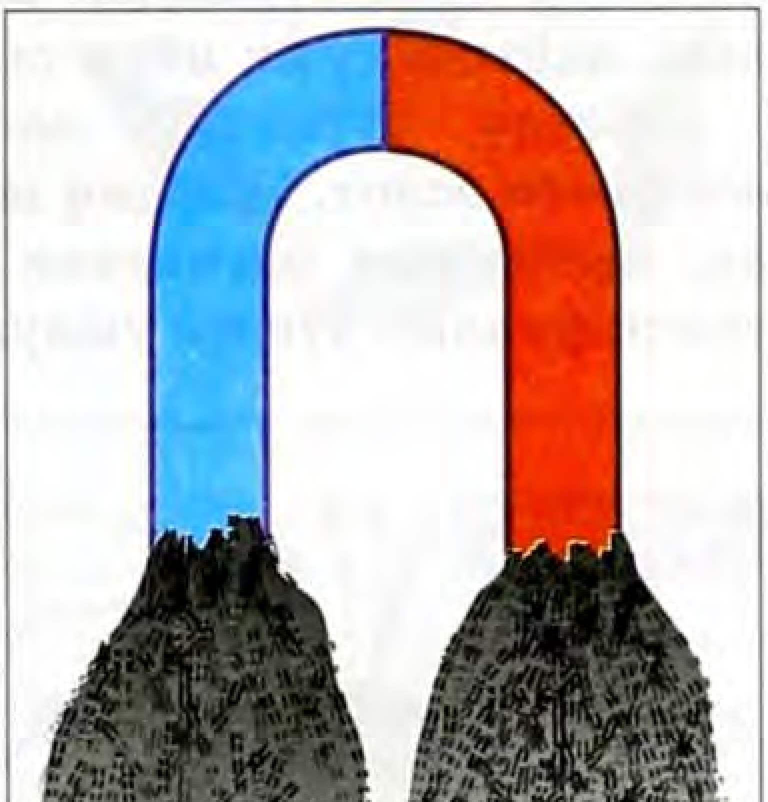
VII глава

МАГНИТ ТАЛААСЫ

§ 47. Магнит талаасы. Магнит талаасынын күч сызыктары

Мындан 2000 жыл мурда Магнезия шаарынын (Кичи Азияда) жашоочулары деңиз боюнан жеңил темир буюмдарын өзүнө тартуучу касиетке ээ болгон таштарды табышкан. Бул таштар Магнезиядан табылгандыктан, алар **магнит** деп аталып калган (66-сүрөт).

Магниттик касиетин узакка сактап калган темирдин куймалары **турактуу магниттер** деп аталат. Турактуу магниттер дайыма эки уюлдуу болот. Турактуу магниттер бири-бири менен тартышуу жана түртүшүү касиетине ээ болгондуктан, магниттик уюлдар шарттуу түрдө түндүк жана түштүк уюлдар деп аталышат. Аларды бири биринен айырмалоо үчүн, түндүк уюлу – **көк**, түштүк уюлу – **кызыл** түс менен боёлот.



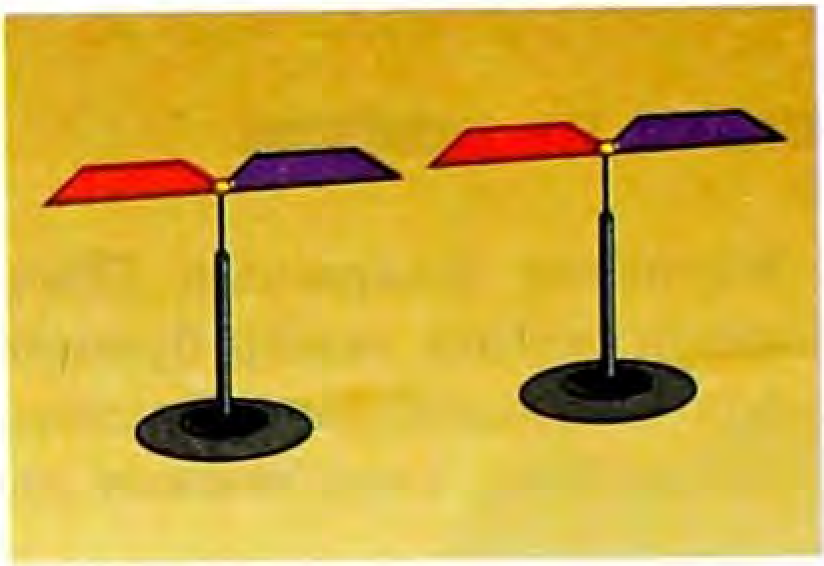
66-сүрөт.

Карама-каршы уюлдагы магниттер бири-бири менен өз ара тартышат, ал эми, бирдей уюлдагылар – өз ара түртүлүшөт. Бул магниттердин өз ара аракеттенишин кандай түшүндүрүүгө болот?

Ар бир турактуу магнит өзүнүн айланасында магнит талаасын түзөт.

Турактуу магниттер, өздөрү түзгөн магнит талаасы аркылуу өз ара аракеттенишет. Турактуу магниттен пайда болгон магнит талаасынын бар экендигин жана магнит талаасынын мейкиндикте кандайча бөлүштүрүлгөндүгүн, ага жакындатылган **магниттик жебенин** абалынын өзгөрүшү боюнча

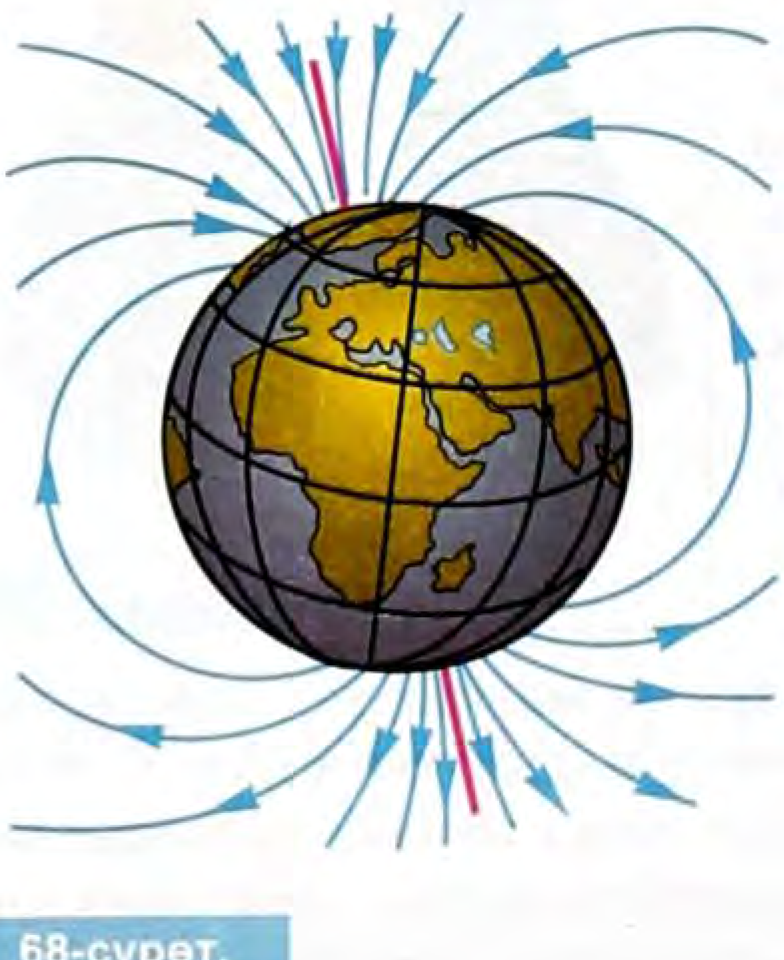
аныктоого болот (67-сүрөт). Магнит талаасы электр талаасы сыяктуу реалдуу, материянын жашоосунун бир формасына кирет. Бирок, магнит талаасын түздөн-түз көрүүгө же сезип болбойт. Андыктан, магнит талаасынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн магнит талаасынын күч сызыктары аркылуу көрсөтүүгө болот.



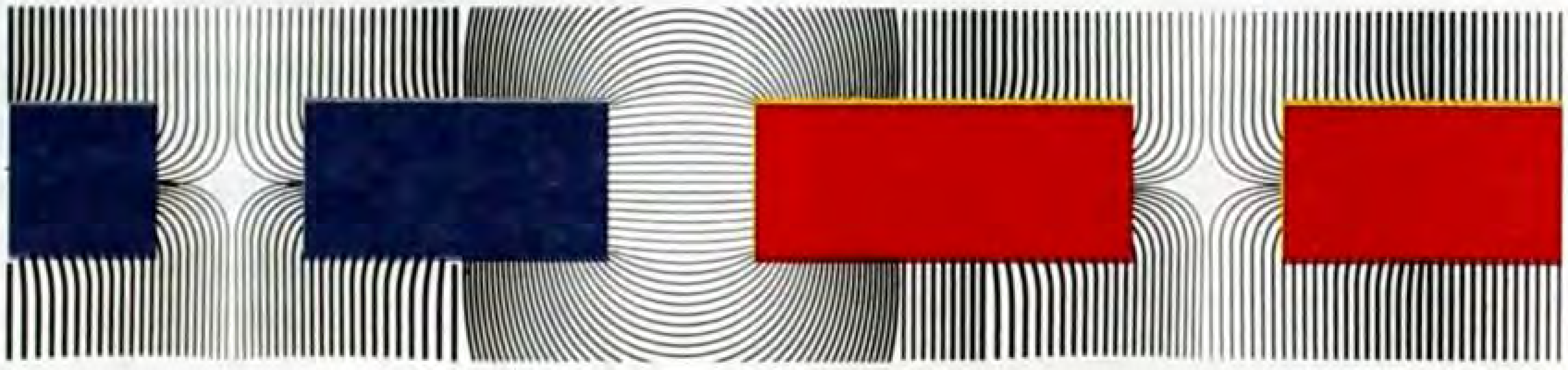
67-сүрөт.

Магнит талаасынын күч сызыктары, туруктуу магниттин айланасына жайланыштырылган магниттик жебелердин сызыктарын бойлото багытталат. Туруктуу магниттердин күч сызыктары түндүк уюлдан башталып, түштүк уюлга багытталып, дайыма туюк ийри сызыктар болот.

Жерди туруктуу магниттин бир көрүнүшү катары эсептөөгө болот. Жердин магнит талаасынын таасири астында, компастын магниттик жебесинин түштүк уюлу жердин географиялык түндүк уюлун көрсөтөт. Жердин географиялык түндүк уюлу жакта магнит талаасынын түштүк уюлу жайгашканы байыртадан белгилүү болгон (68-сүрөт). Тажрыйбада, туруктуу магниттин түзгөн магнит талааларынын мейкиндикте кандайча бөлүштүрүлүшүн, суюк глицеринге темирдин майда күкүмдөрүн бир калыпта аралаштырып, магниттер бири бирине жакын жайланышса, чиймедегидей көрүнүшкө ээ болот (69-сүрөт). Чиймеден бирдей жана ар түрдүү уюлда-



68-сүрөт.

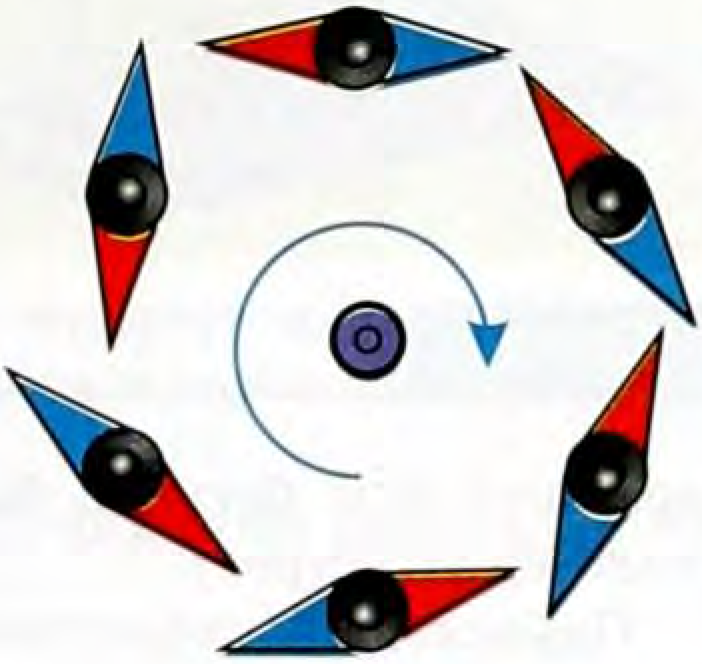


69-сүрөт.

гы магниттердин түзгөн магнит талааларынын өзгөчөлүктөрүн байкоого болот.

Ошондой эле, тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасынын мейкиндикте кандайча бөлүштүрүлгөндүгүн магниттик жебе аркылуу да аныктоого болот

Чиймелердеги металл күкүмдөрүнүн жана магниттик (70-сүрөт) жебелердин жайланышынан магниттик күч сызыктары туюк боло тургандыгы көрүнүп турат.

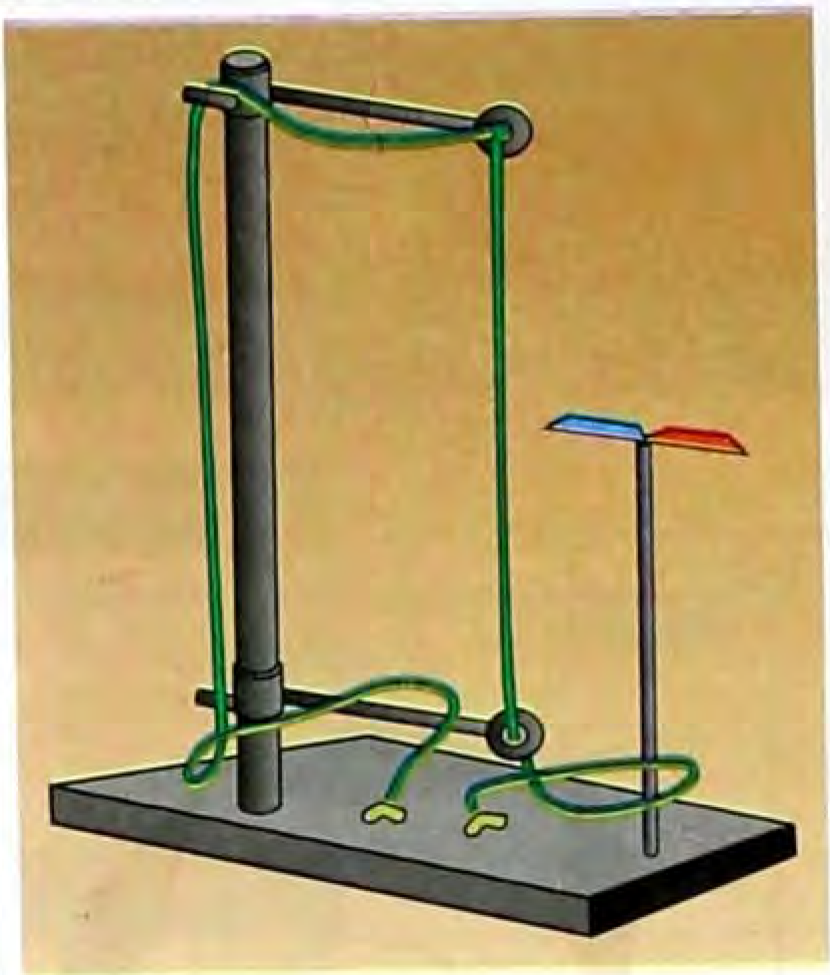


70-сүрөт.

§ 48. Тогу бар өткөргүчтөрдүн магнит талаасы. Магниттик индукция. Магниттик агым

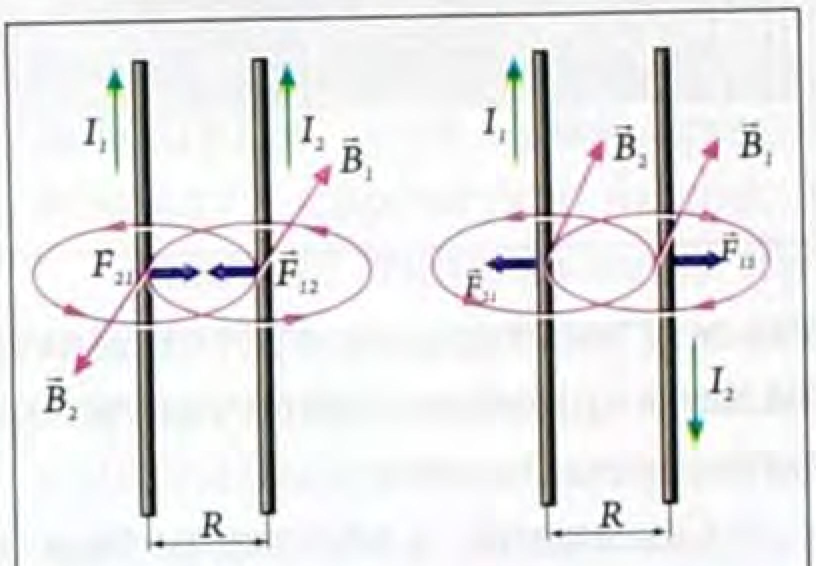
1820-жылы даниялык физик Г. Эрстед тажрыйбанын натыйжасында, тогу бар өткөргүчтүн жанындагы магниттик жебенин абалы өзгөргөндүгүн байкаган (71-сүрөт). Демек, бир гана турактуу магниттердин айланасында магнит талаасы пайда болбостон, ар кандай тогу бар өткөргүчтүн айланасында да магнит талаасы пайда болот.

Тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасынын пайда болушунун ачылышы, аны менен байланышкан көптөгөн ачылуулар менен коштолду.



71-сүрөт.

Мисалы, француз физиги А. Ампер, тажрыйба жүзүндө эгерде, эки параллель өткөргүчтө электр тогу бир-



72-сүрөт.

дей багытта болсо, алар өз ара тартылышкандыгын, карама-каршы багытта болсо, өз ара түртүлүшкөндүгүн далилдеген (72-сүрөт).

Параллель өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенишүүлөрү, алардын ортосундагы пайда болгон магнит талааларынын өз ара аракеттенишүүлөрүнүн натыйжасы болуп саналат.

Мисалы, эгерде өткөргүчтөрдөгү токтун багыттары, бирдей багытта болуп калса, алардын түзгөн магнит талаалары, бирдей уюлдагы туруктуу магниттердей өз ара тартылышат.

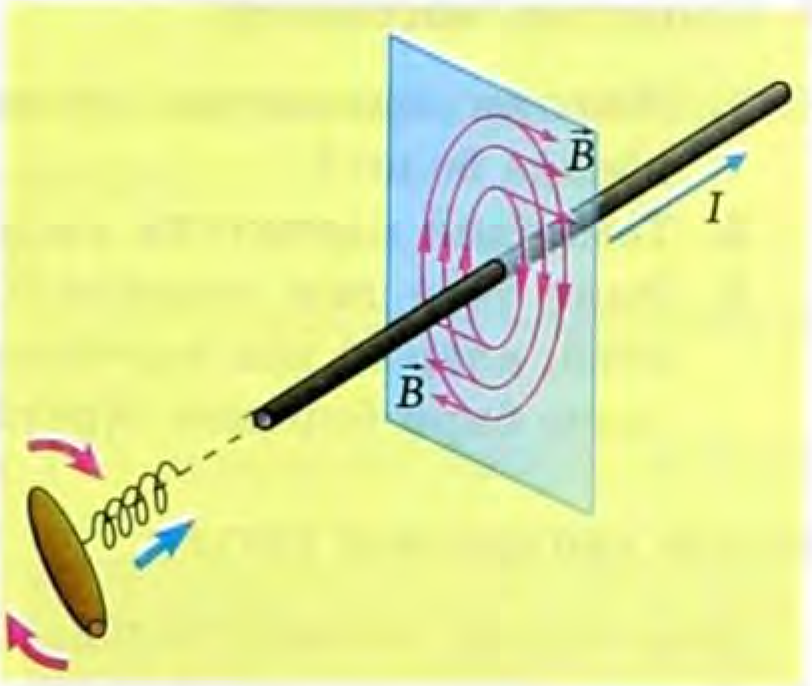
Эгерде, бул өткөргүчтөрдөгү токтордун багыттары карама-каршы болсо, анда алардын түзгөн магнит талаалары, туруктуу магниттердей болуп өз ара түртүлүшөт.

Тогу бар өткөргүчтүн айланасындагы ар бир чекиттеги магнит талаасынын мааниси – магниттик индукция чондугу менен мүнөздөлөт.

Магниттик индукциянын багыты оң бурама эрежеси менен аныкталат.

Мисалы, өткөргүчтөгү токтун багыты бураманын алга умтулуу кыймылына дал келсе, бураманын туткасынын айлануу кыймылынын багыты магнит индукциясынын багытын көрсөтөт (73-сүрөт).

Эл аралык бирдиктер системасында (СИ) магниттик индукциянын бирдиги үчүн серб окумуштуусу Н. Тесланын урматына *Тесла* (1 *Тл*) кабыл алынган.



73-сүрөт.

Магнит талаасы магниттик агым чоңдугу менен мүнөздөлөт.

Чындыгында, магниттик индукциянын физикалык маңызын чечмелегенде, ал бирдик аянттан өткөн магнит талаасынын күч сызыктарынын санын көрсөтөт.

Ал эми, магниттик агым, туюк өткөргүч менен чектелген аянттан өтүүчү магнит талаасынын күч сызыктарынын санын мүнөздөйт.

Магниттик агым магниттик индукциянын аянтка болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

$$\Phi = B \cdot S.$$

Магнит агымынын бирдиги үчүн немец физиги В. Вебердин урматына Вебер (1 *Вб*) кабыл алынган.

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Турактуу магнит жана магнит талаасы жөнүндө эмнени билесиңер?
2. Жердин магниттик уюлу жана компас жөнүндө айтып бергиле.
3. Магниттик индукция жана магниттик агым чоңдуктарынын физикалык маңызын айтып бергиле.
4. Эрстеддин тажрыйбасын айтып бергиле.
5. Ампер кандай тажрыйба жүргүзгөн?
6. Берилген чекиттеги магниттик индукциянын маанисин кандай аныктоого болот?
7. Тогу бар өткөргүчтөн белгилүү бир аралыктагы чекиттеги магниттик индукциянын багытын кантип аныктоого болот?

Сапаттык маселелер:

1. Жердин магниттик уюлдарында магниттик жебе кандай абалда болот?
2. Темирдин магниттик касиетин кандай жок кылса болот?
3. Эмне үчүн эки параллель өткөргүчтөн бирдей багытта ток өтсө, алар өз ара тартылышат да, эки параллель катод нурлары бири биринен түртүлүшөт?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Бир тектүү магнит талаасында, узундугу 10 *см* өткөргүчтөн 10 *А* ток өтсө, өткөргүчкө 20 *мН* күч аракет этет. Магниттик индукцияны тапкыла.

Берилди:	Чыгаруу:
$I = 10\ A$ $R = 0{,}1\ м$ $F = 0{,}02\ H$ $\mu_o = 1{,}3 \cdot 10^{-6}\ Гн/м$	$B = \frac{\mu \cdot \mu_o \cdot I}{2\pi \cdot R}$ Мындан
$B - ?$	$B = \frac{1 \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{2 \cdot 3.14 \cdot 0{,}1} = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-5}}{0{,}628} = 2{,}1 \cdot 10^{-5}\ (Тл)$.

16-көнүгүү

1. 600 *А* ток өткөн өткөргүчтөн 10 *см* аралыктагы магниттик индукцияны тапкыла.
2. Өткөргүчтөн 50 *А* ток өтсө, 1 *см* аралыктагы магниттик индукцияны тапкыла.
3. Өткөргүчтөн 10 *см* аралыктагы чекитте магниттик индукция $4 \cdot 10^{-6}$ *Тл* болсо, өткөргүчтөгү токтун күчүн аныктагыла.
4. Зымдагы ток 250 *мА* болсо, абада андан кандай аралыкта магниттик индукция 10^{-6} *Тл* болот?
5. Аянты 60 $см^2$ туюк контурдун ичинде магниттик агымы 0,3 *Вб* болсо, контурдун ичиндеги магниттик индукциянын маанисин тапкыла.
6. Эгерде туюк контурдун 50 $см^2$ аянтына 0,4 *Тл* магниттик индукциясы: перпендикуляр; 45° бурч менен багытталса, магниттик агымдарын аныктагыла.

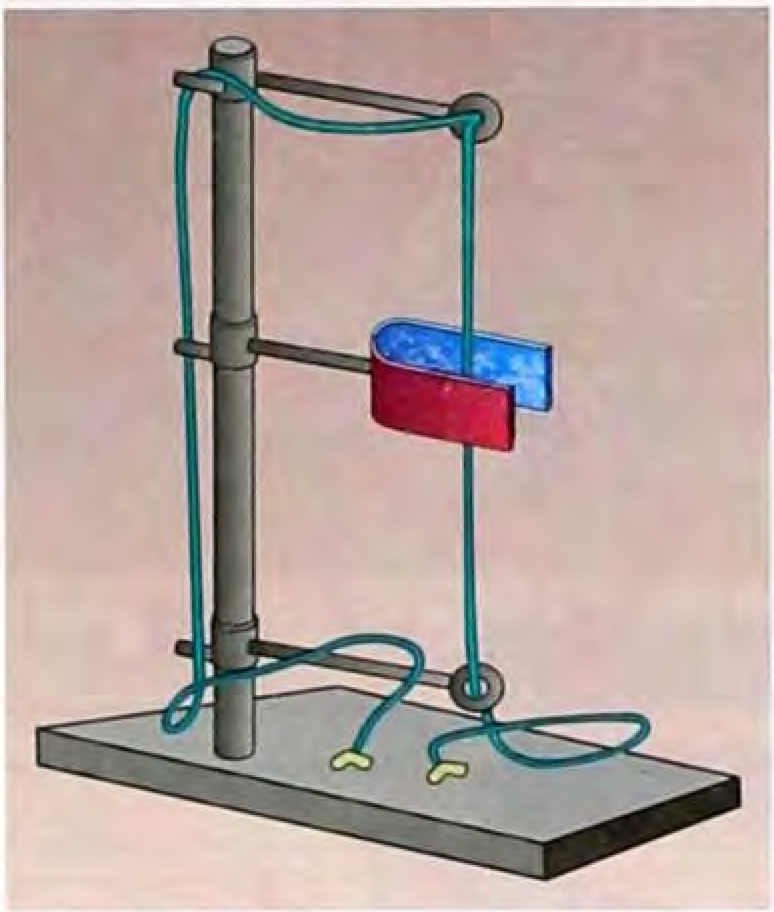
§ 49. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракети. Ампердик күч

Тогу бар өткөргүчкө магнит талаасы тарабынан аракет эткен күч – **Ампердик күч** деп аталат.

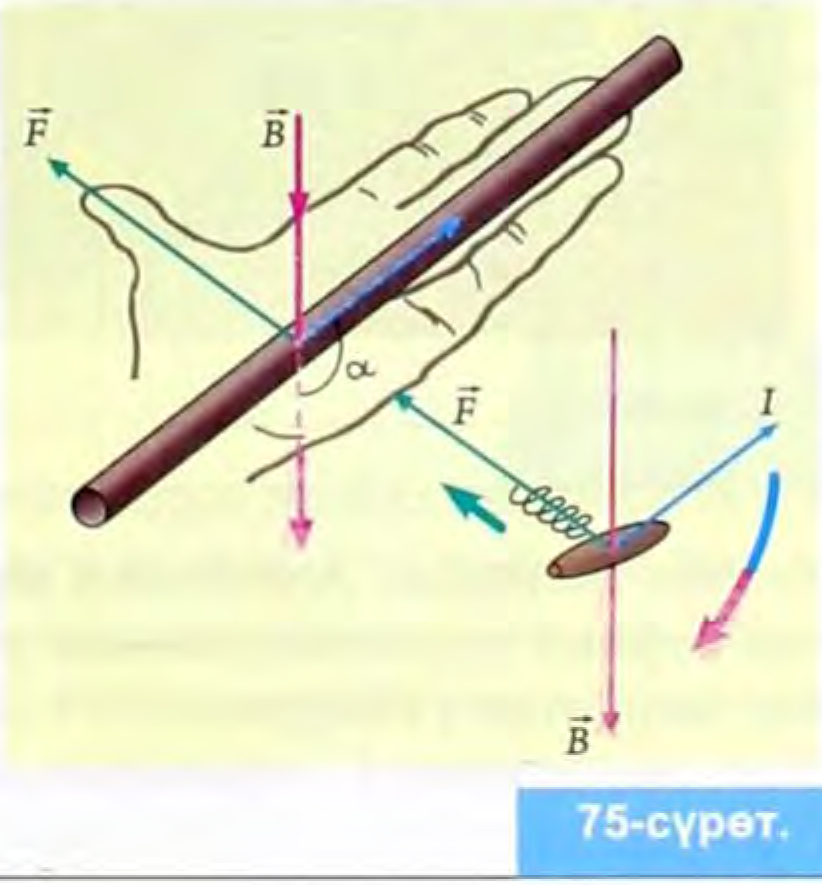
$$F = I \cdot B \cdot \ell.$$

Мында F – Ампер күчү, I – токтун күчү; B – магниттик индукция; ℓ – өткөргүчтүн узундугу.

Мисалы, эгерде чиймедеги (74-сүрөт) туруктуу магнит түзгөн магнит талаасындагы өткөргүчтөгү ток жогорудан ылдыйга багытталса, анда Ампер күчүнүн аракети бул өткөргүчтү магниттин ичин көздөй тартат.


74-сүрөт.

Эгерде токтун багыты ылдыйдан жогоруга багытталса, тогу бар өткөргүчтү магниттин сыртын көздөй түртүп жиберет. Бул күчтүн багыты магниттик индукциянын жана токтун багытына жараша өзгөрүлөт. Ампердик күчтүн багытын сол кол эрежеси менен аныктоо кабыл алынган (75-сүрөт). Ал үчүн, сол колдун төрт манжасы токтун багытын, магниттик индукциянын күч сызыктары алаканга перпендикуляр багытталса, 90° бурчка ачылган баш бармак Ампердик күчтүн багытын көрсөтөт.

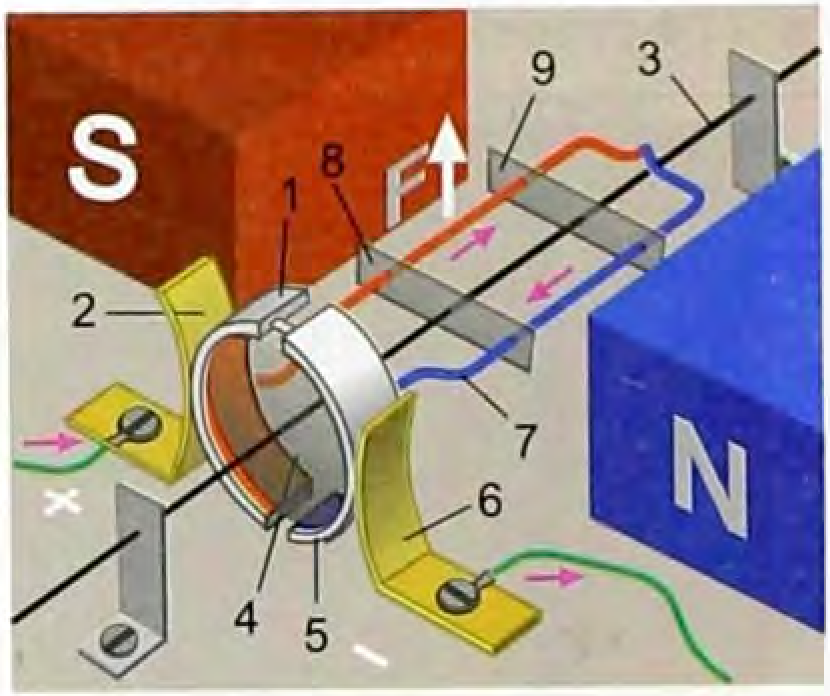


75-сүрөт.

Азыркы завод, фабрика, станоктордун негизин ар кандай типтеги, кубаттуулуктагы электр кыймылдаткычтары пайдаланылат.

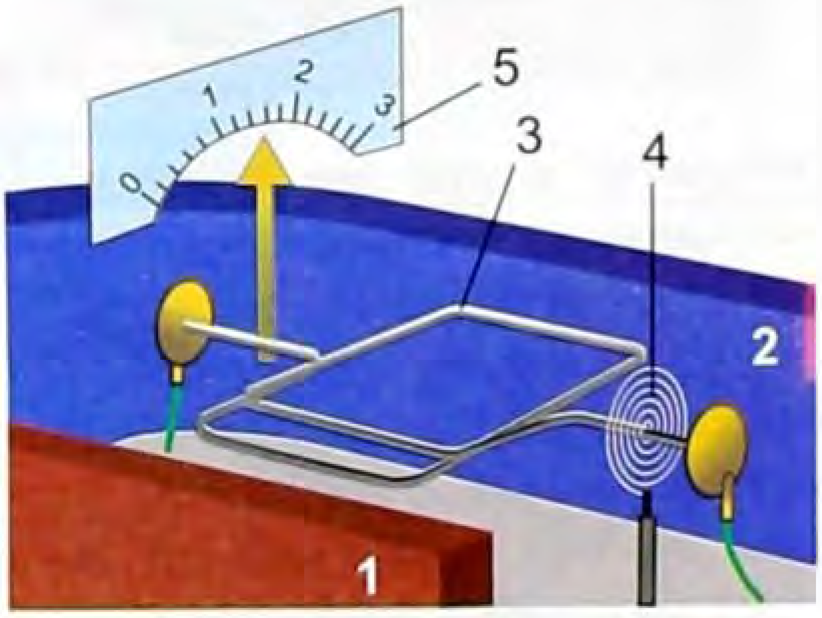
Бул электр кыймылдаткычтарынын иштөөсү Ампер күчүнүн аракетине негизделген. Анткени, тогу бар рамка магнит талаасында айланат (76-сүрөт).

Магнит талаасы турактуу магниттер же электромагниттердин жардамы менен түзүлөт. Айлануу огу (3)кө рамка түрүндөгү өткөргүчтөрдүн (1) учтары жарым шакекчелерге (4), (5) бекитилет. Шакекчелерге жылма контактуу щеткалар (2), (6) тийип турат. Булакка улашкан щеткалар менен рамка аркылуу өткөн электр тогуна аракет эткен Ампер күчүнүн аракети менен айланат.



76-сүрөт.

Рамканын учу ток булагына үзгүлтүксүз тийип турган болсо, рамка айланбастан алдыга артка термелип турмак. Шакекчелер экиге бөлүнгөндүктөн рамканын ар бир жарым айлануусунда ток күчүнүн багыты өзгөрүшүнүн натыйжасында үзгүлтүксүз айланат.



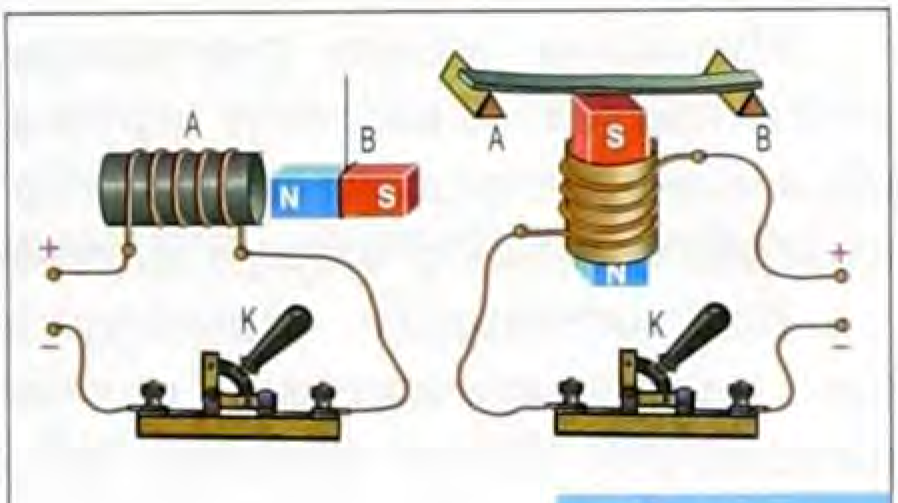
77-сүрөт.

Электрдик өлчөөчү приборлор иштөө принциби магнит талаасында тогу бар рамканын айланышына негизделген. Мында, өлчөнүүчү ток түздөн-түз рамка менен туташтырылат. Токтун күчүнүн маанисине жараша, Ампердик күчтүн аракетинен жебе белгилүү бир бурчка бурулушу менен ток күчүнүн тиешелүү сан маанисин көрсөтөт (77-сүрөт).

§ 50. Электромагнит. Электромагниттик реле

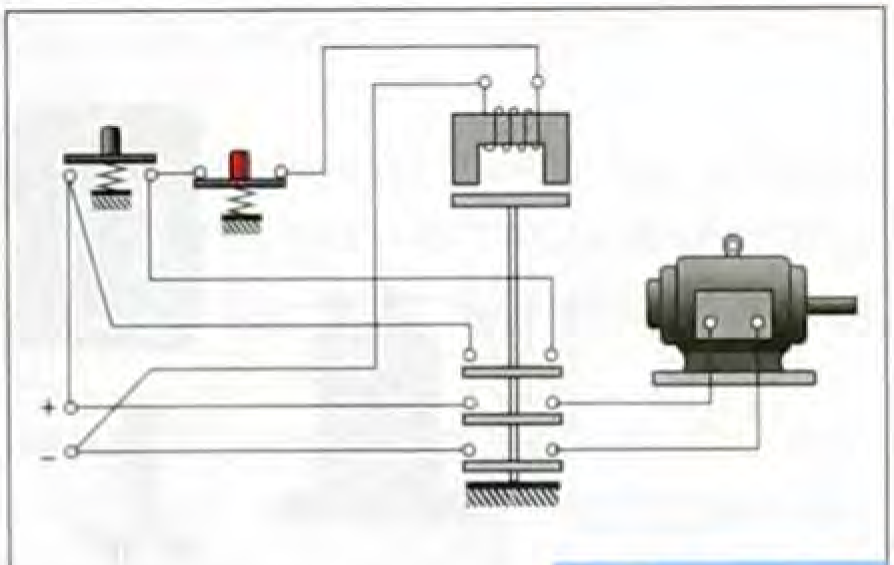
Цилиндр формасындагы өзөкчөгө оролгон зымдардын түрмөгү аркылуу ток өткөндө айланасында күчтүү магнит талаасы пайда болот. Түрмөккө болот өзөкчөсү киргизилгенде магнит талаасынын индукциясы кескин көбөйөт. Болот өзөкчө күчтүү магнитке айланып, өзүнө майда металл предметтерин тартып алат жана туруктуу магниттер менен токтун багытына жараша тартылышат же түртүлүшөт. Болот өзөкчөсү бар катушка (түрмөк) **электромагнит** деп аталат (78-сүрөт). Электромагниттер электр коңгуроосунда, электромагниттик кранда, электромагниттик реледе ж. б. колдонулат.

Электромагниттик реле (жөнгө салгыч) ар кандай электр тогунда иштөөчү приборлорду же электрдик керектөөчүлөрдү автоматтык режимде башкаруу үчүн колдонулат.



78-сүрөт.

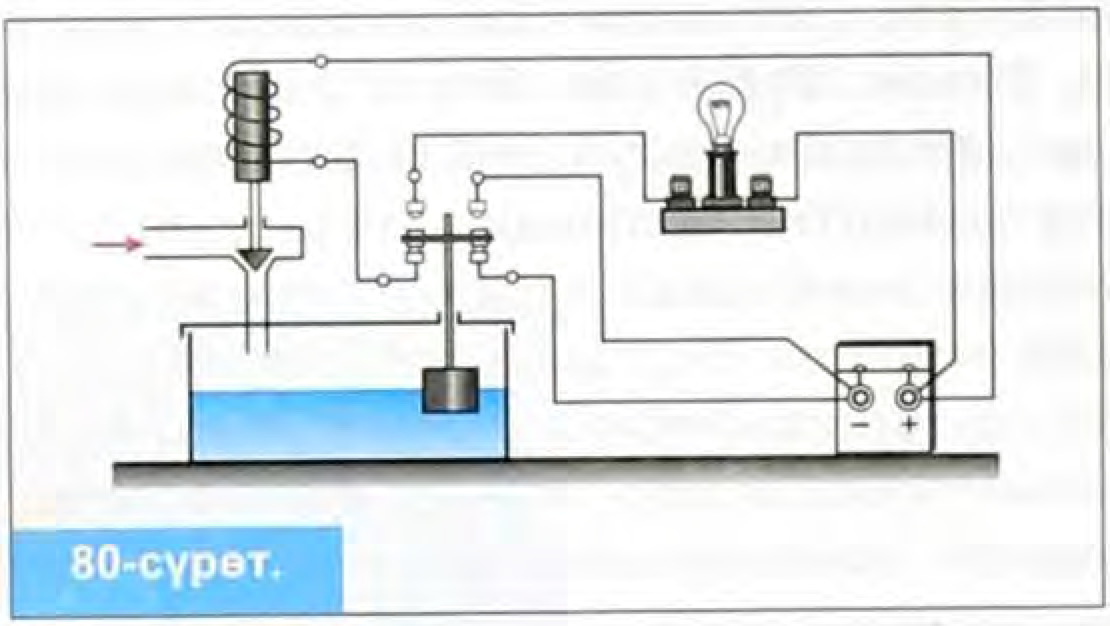
Кубаттуу электр кыймылдаткычтарды тармакка кошууда электромагниттик жөнгө салгычтар колдонулат. Кичине чыңалуудагы токтун жардамы менен чоң чыңалуудагы электр тогун бириктирип же ажыратууга болот.



79-сүрөт.

Мисалы, эгерде релени 79-сүрөт оромосуна 12–24 *В* чыңалуудагы ток пайда болсо, анда анын ичиндеги темир өзөкчө магниттелет да, жанында жайланышкан темир якорду өзүнө тартат. Бул якордун кыймылга келиши менен, электр чынжырын туюктоочу пружиналык контакт аркылуу бириктирилет. Натыйжада, тигил же бул чоң чыңалууда иштөөчү приборлордун электр чынжыры туюкталып, кыймылдаткыч иштей баштайт.

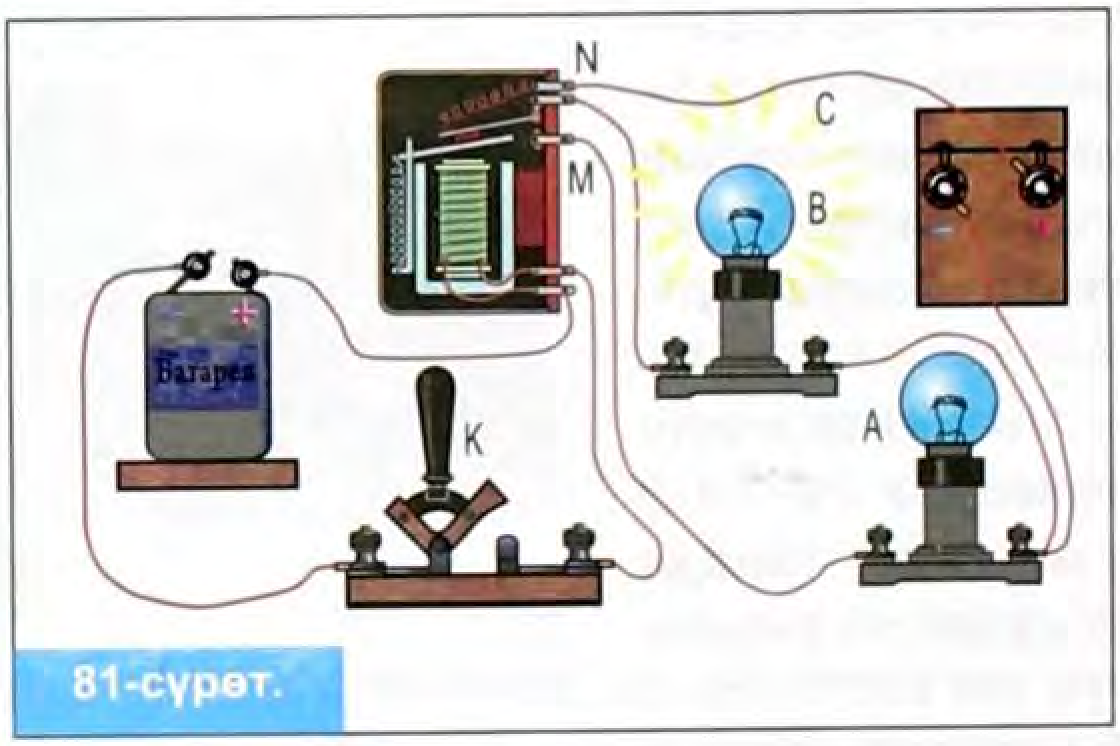
80-сүрөттө атайын идиштеги суунун деңгээлин жөнгө салгыч көрсөтүлгөн. Эгерде, релени оромосуна келген ток токтосо, анын темир өзөкчөсү магниттик касиетин жоготот.



80-сүрөт.

Пружина менен тартылып турган якорь мурдагы абалына кайтат. Тиешелүү пружиналык контакт да баштапкы абалына келгендиктен, электр приборлор уланган чынжыр ажырайт, прибор өзүнүн иштөөсүн токтотот.

Контакттардын конструкциялык өзгөчөлүгүнө жараша электромагниттик релелер ажыратуучу, туюктоочу, алмашуучу болуп бөлүнөт (81-сүрөт). Ажыратуучу контакттарда түрмөктөгү оромодо ток жок болсо, чынжырды ажыратып турат, ток болгондо алар биригип калышат, чынжыр



81-сүрөт.

туюкталат. Туюк контакттарда релени оромосунда ток жок болсо, *B* лампасынын электр чынжыры *N* контакт менен туюкталып турат. Релени кошкондо, *N* контакты ажырап *M* контакты кошулуп *A* лампасы күйөт.

§ 51. Магнит талаасынын кыймылдуу зарядка аракети. Лоренц күчү

Магнит талаасы тарабынан дайыма кыймылдуу зарядка күч аракет этет. Бул күч – Лоренц күчү деп аталат. Лоренц күчүнүн бар экендиги, Ампердик күчтөн келип чыгат. Себеби, Ампердик күч – бул магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракет эткен күчү. Ал эми, өткөргүчтөгү ток – эркин электрондордун багытталган кыймылы.

Демек, магнит талаасы тогу бар өткөргүчкө аракет эткен Ампердик күч, чындыгында магнит талаасынын кыймылдаган зарядка аракет этишинин натыйжасы болот. Лоренц күчү Ампер күчүнүн жалпы заряддардын санынын катышы менен аныкталат.

$$F_Л = \frac{F_A}{N}\ ;\quad F_A = I \cdot B \cdot l\ .$$

Мында, $I = q \cdot n \cdot \upsilon \cdot S$ болгондуктан, Лоренц күчү төмөнкүдөй аныкталат.

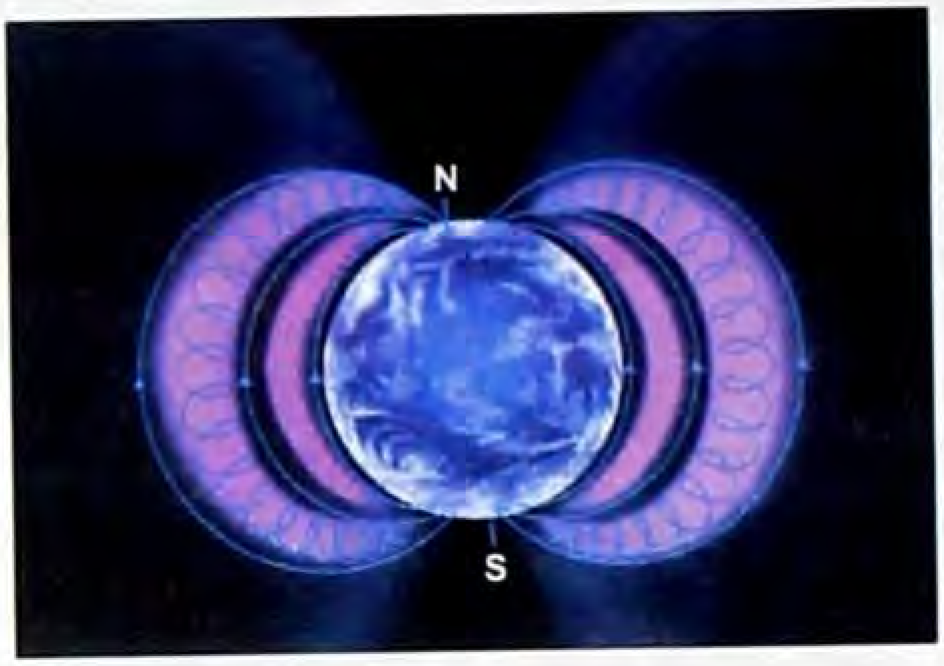
$$F_Л = \frac{F}{N} = q \cdot \upsilon \cdot B\ .$$

Лоренц күчүнүн багыты заряддын ылдамдыгына жана индукция векторуна жараша болуп, сол колдун эрежеси менен аныкталат.

Эгерде, төрт манжа оң заряддалган бөлүкчөнүн багытына дал келсе, магниттик индукциянын күч сызыктары алаканга перпендикуляр багытталса, 90° ачылган баш бармак Лоренц күчүнүн багытын көрсөтөт.

Лоренц күчү Космостон жана Күндөн маал-маалы менен чоң ылдамдыкта Жерге келип туруучу заряддалган бөлүкчөлөрдөн сактап турган калкандын милдетин аткарат. Анткени, мындай заряддалган бөлүкчөлөр Жердин бетине келип жетсе, Адамдын өмүрү үчүн чоң зыян алып келмек.

Жердин бетине жакындаган заряддалган бөлүкчөлөр Лоренц күчүнүн натыйжасында, Жердин географиялык уюлдарынын багытында кыймылдашат (82-сүрөт). Чоң ылдамдыкта кыймылдаган заряддык бөлүкчөлөр Жердин атмосферасын түзгөн молекулаларына урунуу менен, алардын



82-сүрөт.

нурдануусу уюлдук жаркыроолорду пайда кылат. Лоренц күчүнүн жардамы менен, магнит талаасындагы заряддалган бөлүкчөлөрдү, керектүү багытка кыймылга келтирүүгө болот. Мындай мүмкүнчүлүк, телевизордун кинескопторунда, видео камерада, монитордо жана атайын заряддалган бөлүкчөлөрдү тездетүүчү түзүлүштөрдө пайдаланылып келе жатат.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Ампердик күчтү жана анын багытын кандайча аныктоого болот?
2. Ампердик күч электр өлчөөчү приборлордо жана электр кыймылдаткычтарында кандай колдонулат?
3. Электромагнит жана электромагниттик реленин иштөө принциптери жөнүндө эмнелерди билесиңер?
4. Лоренц күчү жана анын багытын кандай аныктоого болот?
5. Лоренц күчү Жер үчүн калкандын кандай ролун аткарат?

Сапаттык маселелер:

1. Катуу сүйлөгүчтөрдүн ички түзүлүшүн карап көргөндө, күчтүү магниттин тегерек бөлүгүнө, кагаз гильзага оролгон жез зымдарынын бир нече оромолорунан турганын көрүүгө болот. Үн кандай пайда болот?
2. Эгерде электромагнитте токтун күчү кичине болушу талап кылынса, анда кандай күчтүү электромагнитти алса болот?
3. Эмне үчүн учуп бара жаткан самолёттордун канаттарынын учунда индукциялык ЭКК пайда болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Узундугу 88 *см* өткөргүчтөн 23 *А* ток өтүп, магнит талаасынан 1,6 *Н* күч аракет этсе, магниттик индукциянын мааниси кандай мааниге ээ болгон?

Берилди:

$l = 0{,}88\ м$
$I = 23\ A$
$F = 1{,}6\ H$

$B - ?$

Чыгаруу:

$F = I \cdot B \cdot \ell$

Мындан $B = \dfrac{F}{I \cdot \ell}$.

Демек, $B = \dfrac{1{,}6}{23 \cdot 0{,}88} = \dfrac{1{,}6}{20{,}24} = 0{,}079\ (Тл)$.

$B = 79\ мТл.$

2. Эгерде, магниттик индукциясы 0,2 *Тл* магнит талаасында протон радиусу 5 *см* болгон айлана боюнча кыймылга келсе, протондун ылдамдыгын аныктагыла.

Берилди:

$B = 0{,}2\ Тл$
$R = 0{,}05\ м$
$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$
$m = 1{,}6 \cdot 10^{-27}\ кг$

$\upsilon - ?$

Чыгаруу:

$$F_Л = q \cdot \upsilon \cdot B.$$

Лоренц күчү бир тектүү магнит талаасындагы протонду айлана боюнча кыймылдоого мажбурлайт.

$$F = \frac{m \cdot \upsilon^2}{R}.$$

Ошондуктан, Лоренц күчү борборго умтулуучу күч болуп саналат.

Б. а. $q \cdot \upsilon \cdot B = \dfrac{m\upsilon^2}{R}$

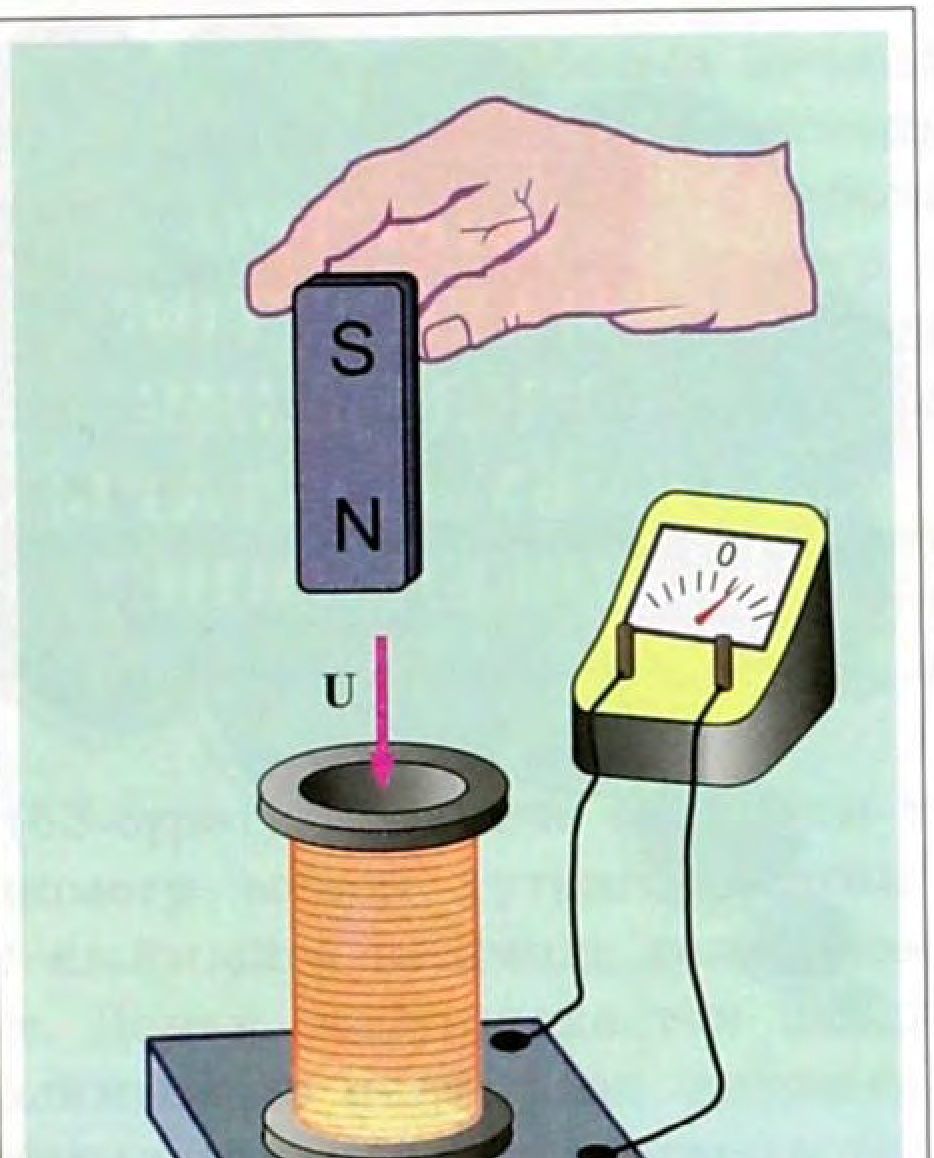
$$\upsilon = \frac{q \cdot B \cdot R}{m}$$

$$\upsilon = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}05}{1{,}7 \cdot 10^{-27}} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{27}}{1{,}7} = 0{,}84 \cdot 10^{6} (м/с)$$

$\upsilon = 0{,}84\ Мм/с.$

17-көнүгүү

1. Тогу бар өткөргүчтөн 4,5 *см* аралыктагы чекиттеги магниттик индукциянын мааниси $2{,}8 \cdot 10^{-4}$ *Тл* болсо, өткөргүчтөгү токтун күчүн аныктагыла.
2. 25 *А* токтун күчү өткөн 5 *см* узундуктагы өткөргүчкө 50 *мН* күч аракет этсе, магниттик индукциянын маанисин аныктагыла.
3. Узундугу 0,1 *м* өткөргүч аркылуу 50 *А* токтун күчү өтсө, бул өткөргүчкө магниттик индукциясы 10 *мТл* болгон магнит талаасы, кандай күч менен аракет этет?
4. Массасы 4 *г* узундугу 20 *см* горизонталь абалындагы өткөргүчтөн 10 *А* токтун күчү өтөт. Магниттик индукциянын кандай маанисинде, бул өткөргүчкө аракет эткен күч оордук күчү менен тең салмактуу абалда боло алат?
5. Индукциясы 0,2 *Тл* болгон магнит талаасында 10 *Мм/с* ылдамдыктагы протонго кандай күч аракет этет?
6. Индукциясы 0,01 *Тл* болгон магнит талаасында протон 10 *см* радиуска ээ болот. Протондун ылдамдыгын аныктагыла.
7. Индукциясы 4 *мТл* болгон магнит талаасында кыймылдаган электрондун айлануу мезгилин аныктагыла.



ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИНДУКЦИЯ КУБУЛУШТАРЫ

ЭЛЕКТРО-МАГНИТТИК ИНДУКЦИЯ КУБУЛУШТАРЫ ДЕГЕН ЭМНЕ?

VIII глава

ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИНДУКЦИЯ КУБУЛУШТАРЫ

§ 52. Электромагниттик индукция кубулушунун ачылышы

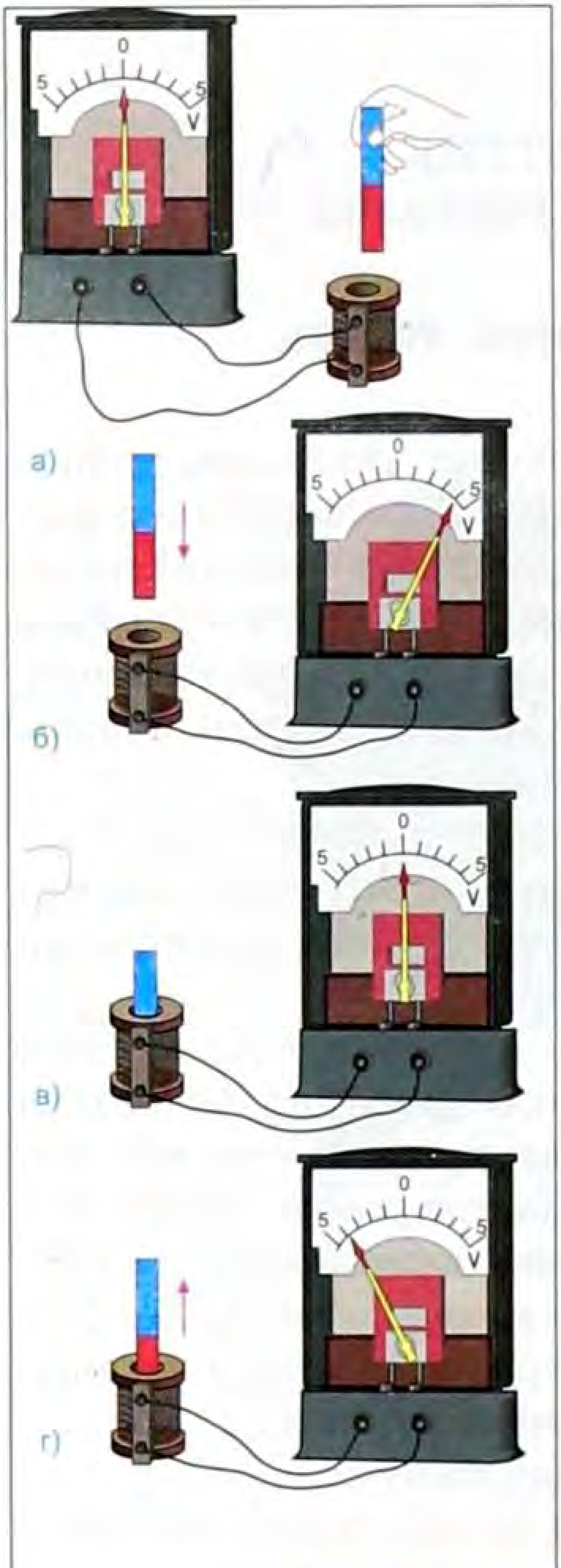
М. Фарадей, Эрстеддин тажрыйбасын анализдеп көрүп, электр тогу магнит талаасын пайда кылса, тескерисинче магнит талаасы да электр тогун пайда кылат деп божомолдогон. Көптөгөн тажрыйбалардан М. Фарадей электр тогу менен магнит талаасынын өз ара байланышы бар экендигин аныктаган. Тажрыйба жүргүзүүдө ар кандай варианттагы лабораториялык иштердин саны 16048ге жеткен.

Натыйжада, М. Фарадейдин мындай талбаган көп жылдык аракетинен, 1831-жылы 29-августта, өзгөрүлмө магнит талаасынан туюк өткөргүчтө электр тогу пайда болорун далилдеген.

Тажрыйбада (83-сүрөт), бир нече оромодон турган туюк өткөргүч гальванометр менен туташтырылган. Оромонун ичиндеги магнит кыймылга келгенде гальванометрдин жебеси кыймылдайт. Демек, катушкада ток пайда болуп жатат. Магнитти кыймылсыз калтырып, катушканы магниттин жанында кыймылдатканда гальванометр ток пайда болгонун көрсөтөт. М. Фарадейдин тажрыйбаларынын ар кандай түрлөрүндө, туюк өткөргүчтү курчаган магнит талаасы өзгөргөндө, туюк өткөргүчтө ток пайда болгон.

Ошондуктан, магнит талаасынын өзгөрүшүнөн туюк контурда электр тогунун пайда болушу электромагниттик индукция кубулушу деп аталат.

Бирок, электр тогу ток булагынан да пайда болот. Ал эми, электромагниттик индукция кубулушунда болсо, электр тогу туюк контурда магнит талаасынын өзгөрүшүнүн эсебинен пайда болот. Ошондуктан, бул электр тогу кандай себептен пайда болуп жаткандыгын жана бири биринен айырмалоо үчүн, магнит талаасы өзгөргөндө туюк контурда пайда болгон электр тогу **индукциялык ток** деп аталат. Индукциялык



83-сүрөт.

токтун багыты өзгөрмөлүү болот. Тажрыйбада катушкага магнит жакындаганда гальванометрдин жебеси оңго кыйшаят. Магнит алыстаганда жебе солго кыйшаят. Туюк контурдагы индукциялык токтун багытын кандайча аныктоого болот? Ал үчүн, Ленцтин эрежесин пайдаланууга болот:

Туюк контурдагы индукциялык токтун түзгөн магнит талаасынын багыты, бул токту пайда кылган негизги магнит талаасынын багытына карама-каршы болот.

Индукциялык токтун багытын аныктоо үчүн алдын ала:

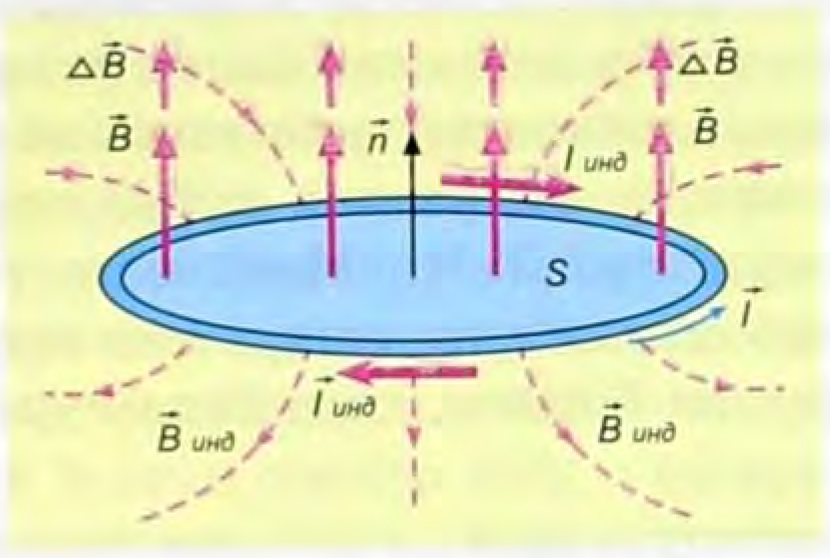
1. Магниттик индукциянын (B);

2. Ленцтин эрежеси боюнча *B*нын багытына карама-каршы болгон $B_{инд}$нын;

багыттары аныкталгандан кийин, $B_{инд}$нын багыты боюнча, бурама эрежесинин негизинде индукциялык токтун багыты аныкталат.

Мисалы, индукциялык токтун багытын аныктоо жолун төмөнкү тажрыйбадан толук түшүнүүгө болот. Мында, туюк контурдун S аянты аркылуу өткөн негизги магнит талаасынын багыттары, магниттик индукциянын (B) багыты менен аныкталат. Ленцтин эрежеси боюнча, контурдагы индукциялык токтун магнит талаасынын ($B_{инд}$) багыты, Внын багытына каршы болот (84-сүрөт). Мына эми, индукциялык токтун багытын бурама эрежеси боюнча аныктап алууга болот.

Ал үчүн, бураманын туткасы, $B_{инд}$ багыты боюнча айландырылса, бураманын учунун багыты – туюк контурдагы ин-



84-сүрөт.

дукциялык токтун багытын көрсөтөт. Чиймеден мына ушул жол менен аныкталган индукциялык токтун багыты саат жебесинин багыты боюнча багытталгандыгы көрүнүп турат.

§ 53. Электромагниттик индукция закону. Өзгөрүлмө электр тогу. Индукциялык генератор. Трансформатор

Электромагниттик индукция кубулушунун математикалык туюнтмасын аныктоо үчүн, бул кубулуштун маңызын чечмелеп көрөлү:

Өзгөрүлмө магнит талаасы, туюк контурдагы эркин электрондорду котоорууга жөндөмдүү болгон тышкы күчтү пайда кылат. Бирдик оң зарядды которуштуруудагы тышкы күчтөрдүн аткарган жумушу - индукциялык электр кыймылдаткыч күчү деп аталат. Индукциялык электр кыймылдаткычынын сан мааниси, магнит талаасынын өзгөрүү ылдамдыгына жараша болот.

Магнит талаасынын өзгөрүү тездиги, магниттик агымдын өзгөрүү ылдамдыгы менен мүнөздөлөт $(\frac{\Delta\Phi}{t})$.

Ошондуктан, электромагниттик индукция кубулушунун математикалык туюнтмасы төмөнкүдөй аныкталат.

$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{t}$ мында, (–) белгиси Ленц эрежеси боюнча индукциялык токтун багытын көрсөтөт.

Демек, индукциялык электр кыймылдаткыч күчү магниттик агымдын өзгөрүү ылдамдыгына түз пропорциялаш.

Бул формуланын келип чыгышын жана М. Фарадей ачкан электромагниттик индукция кубулушунун маңызын, англиялык окумуштуу Д. К. Максвелл теория жүзүндө жалпылап, электромагниттик индукция законун жогоруда белгиленген формула боюнча аныктала тургандыгы далилденген.

Мында, барабардыктын сол жагындагы **индукциялык ЭКК** – бирдик оң зарядды которуштуруудагы тышкы күчтөрдүн аткарган жумушу деп каралат. Бирок, чындыгында тышкы күчтөр заряддарды которуштуруу боюнча жумуш аткарышы үчүн, бирок, мындай тышкы күчтөрдү жаратылышы жагынан бир гана электр талаасы пайда кыла алышы мүмкүн. Анткени, өзгөрүлмө магнит талаасы түздөн-түз заряддарды которуштуруу боюнча жумуш аткара албайт.

Ошондуктан, электромагниттик индукция кубулушунун маңызын төмөнкүдөй түшүндүрүүгө болот:

Өзгөрүлмө магнит талаасы электр талаасын пайда кылат. Бирок, электр талаасы кыймылсыз заряддан же токтун булагынан пайда болору белгилүү. Ошондуктан, өзгөрүлмө магнит талаасынан пайда болгон электр талаасы – **куюн сымал электр талаасы** деп аталат жана өзүнүн касиеттери боюнча заряддардын, ток булактарынын түзгөн электр талааларынан дээрлик чоң айырмасы болот.

Демек, электромагниттик индукция законунун физикалык маңызын чечмелегенде, чындыгында өзгөрүлмө магнит талаасы куюн сымал электр талаасын пайда кылат. Ал эми, куюн сымал электр талаасы бирдик оң зарядды которуштуруу боюнча жумуш аткарат. Ал, маңызы боюнча – индукциялык ЭКК болуп эсептелет.

Мындан, электромагниттик индукция законунун теңдемеси электр жана магнит талааларынын байланышын чагылдырган теңдеме экендиги көрүнүп турат.

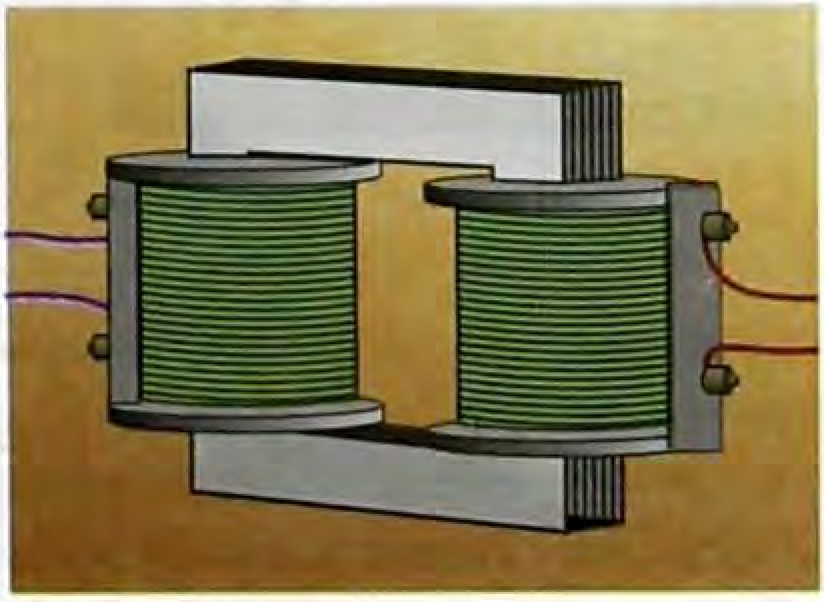
Практика жүзүндө ГЭС, ТЭЦтерде өзгөрүлмө электр тогунун булагы катары пайдаланылган электр генератордун жана трансформатордун иштөөсү, электромагниттик индукция кубулушуна негизделген.

Эгерде магнит же электромагнит кыймылсыз окто айландырылса, катушканын айланасынын курчап турган магнит талаасы өзгөрүлөт. Генератордун кыймылдуу бөлүгүнүн (статор) айлануусунан пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасынан, анын корпусунда (статор) атайын ыкма менен оролгон түрмөктөрдө индукциялык электр тогу пайда болот.

Түрмөктөрдөгү индукциялык ЭКК өзгөрүлмө болгондуктан, андан пайда болгон электр тогу – **өзгөрүлмө ток** деп аталат. Андыктан чынжырдагы чыңалуу, токтун күчү өзгөрүлмө болот.

Азыркы гидроэлектростанцияларда өндүрүлүп чыккан өзгөрүлмө электр тогунун чыңалуусу 6000–10000 *В* болот. Эгерде, чыңалуунун мындай маанисинде электр тогу керектөөчүлөргө чейин берилсе, анда электр энергиясы, аларды бириктирип турган өткөргүчтөрдү ысытууга сарпталат. Бул электр энергиясын ыксыз коромжу болушуна алып келет. Мындай мүнөздөгү электр энергиясынын техникалык жоголуусун азайтуу үчүн, аралыкка берүүдө чыңалууну 110 *кВ*, 220 *кВ*, 500 *кВ* чыңалууга чейин жогорулатууга туура келет. Ал үчүн, өзгөрүлмө электр тогун аралыкка берүүдө **трансформатор** колдонулат.

Трансформатор туюк болот өзөкчөдөгү эки же андан көп түрмөктөн турат (85-сүрөт). Эгерде, биринчи түрмөк өзгөрүлмө электр тогунун булагына туташтырылса, анда пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасы болот өзөкчөдө топтолуп, экинчи түрмөк аркылуу өтөт. Натыйжада, экинчи оромодо



85-сүрөт.

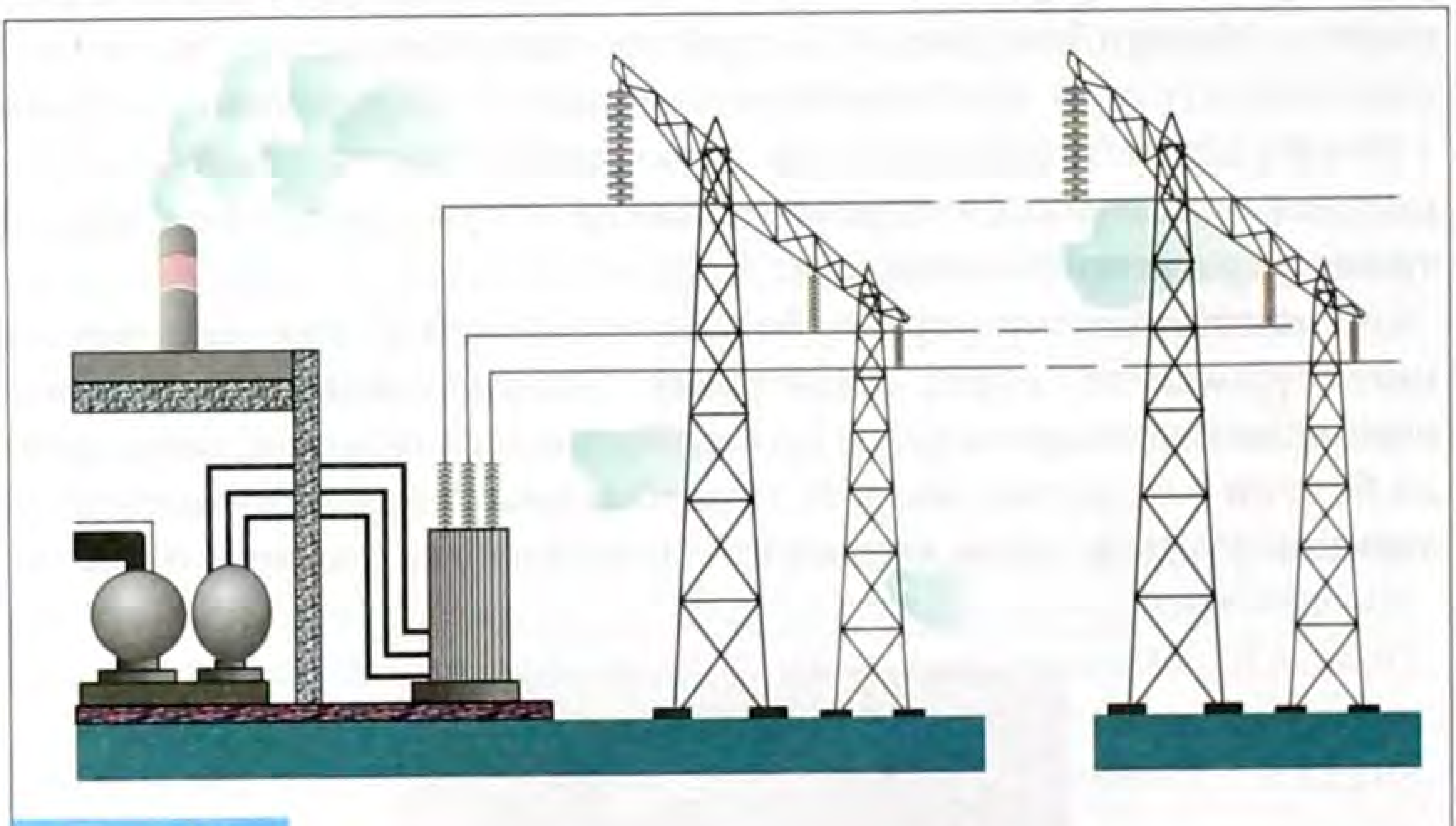
өзгөрүлмө электр тогу пайда болот. Бирок, экинчи оромодогу чыңалуунун мааниси, бул оромонун санына жараша болот.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Мындан, эгерде экинчи оромодогу өткөргүчтүн оромосунун саны канчалык көп болсо, анда бул оромодо чыңалуу ошончолук жогору болот.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Бул абалда, экинчи оромодо чыңалуу канча эсе жогоруласа, токтун күчү ошончо эсе азаят. Ошондуктан, электр энергиясын аралыкка берүүдө, техникалык жоголууну азайтуу үчүн трансформатор пайдаланылат (86-сүрөт). Анткени, ток күчүнүн азайышы, бул чынжырда бөлүнүп чыгуучу жылуулук санын кескин төмөндөтүп жиберет. Жогорку чыңалуудагы электр тогу керектөөчүлөргө жеткирилгенден кийин, төмөндөтүүчү трансформатордук станцияларда өндүрүшкө жана турмуш тиричиликке керектүү чыңалууга (380 *В*, 220 *В*) чейин төмөндөтүлөт.



86-сүрөт.

§ 54. Өзүнчө индукция

Өзүнчө индукция электромагниттик индукциянын натыйжасында пайда болот.

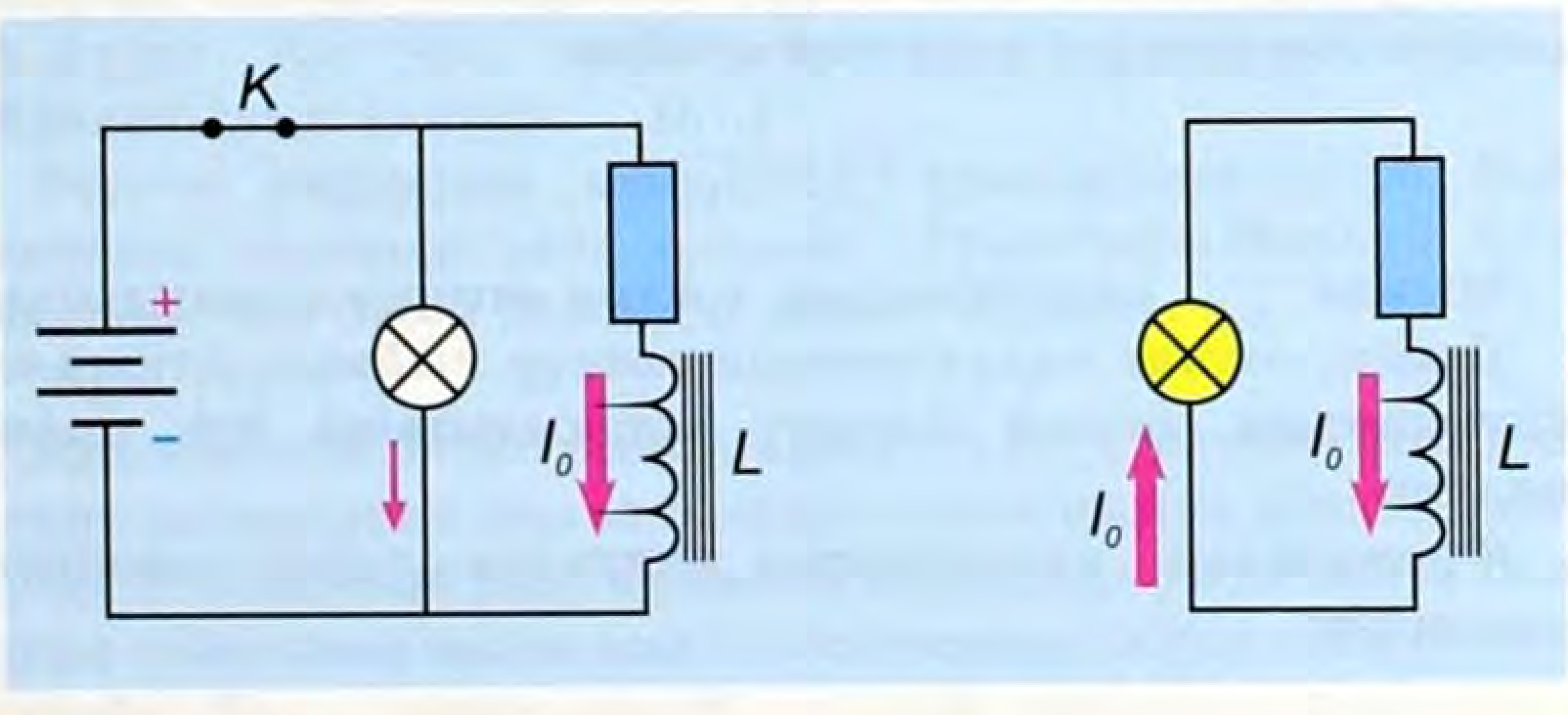
Трансформатордун мисалынан, биринчи түрмөктө пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасы туюк болот өзөкчө аркылуу, экинчи түрмөк аркылуу өтөт. Натыйжада, индукциялык ЭККдан, экинчи түрмөктө өзгөрүлмө электр тогу пайда болот.

Өзүнчө индукция кубулушу бир эле түрмөктүн өзүндө пайда болот. Турактуу токтун булагына туташтырылып, бирок, андан ажыратылганда же ага бириктирилгенде, мындай түрмөктүн айланасында пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасы, мына ошол түрмөктүн өзүндө индукциялык ЭККны пайда кылат. Ал өз кезегинде индукциялык токту пайда кылат.

Өзүнчө индукция электромагнит же катушка уланган электр чынжырын туюктаганда же ажыратканда ачык байкалат.

Мисалы, эгерде электромагнит менен параллель туташтырылган лампочка турактуу токтун булагына бириктирилсе, лампочка акырындык менен жарык болот (87-сүрөт). Эмне үчүн?

Чынжырды туюктоо учурунда, электромагниттин же катушканын айланасында өзгөрүлмө магнит талаасы пайда бо-



87-сүрөт.

лот. Андан келип чыккан индукциялык ток, негизги токтун багытына карама-каршы болгондуктан, бул токтун мааниси-нин акырындык менен өсүшүнө алып келет. Эгерде, электр чынжырындагы лампочкага удаалаш туташтырылган катуш-касы ток булагынан ажыратылса, лампочка бир кыйла убакытка чейин күйүп тургандыгын байкоого болот. Эмне үчүн?

Ток булагынан ажыратылганда катушканын айланасындагы магнит талаасы азая баштайт. Магнит талаасы азайган боюнча өзүнчө жок болуп кетпейт. Азайып бара жаткан магнит талаасы, катушканын оромолорунда индукциялык токту пайда кылат. Натыйжада, ток булагынан ажыратылган катушка менен удаалаш туташтырылган лампочка бир кыйла убакытка чейин күйүп турат.

Демек, бир түрмөктөгү магнит талаасынын өзгөрүшүнөн, мына ошол түрмөктүн өзүндө индукциялык токтун пайда болуу кубулушу – өзүнчө индукция кубулушу деп аталат.

Өзүнчө индукциянын закону.

Магниттик агым токтун күчүнө түз пропорциялаш болот. $\Phi \sim I$; Пропорциялаштык белгиден барабардык белгиге өткөндө $\Phi = LI$ (*) болот.

Мында L – **катушканын (түрмөк) индуктивдүүлүгү** деп аталат. Катушканын индуктивдүүлүгү түрмөктөгү оромонун санынан жана анын геометриялык өлчөмүнөн көз каранды болот.

(1) формуланын негизинде, электромагниттик индукция законун төмөнкүдөй туюнтууга болот.

$$\varepsilon = -\frac{L \cdot \Delta I}{t}.$$

Мында $\frac{\Delta I}{t}$ – индукциялык токтун өзгөрүү ылдамдыгы.

Демек, өзүнчө индукциянын электр кыймылдаткыч күчү **индукциялык токтун өзгөрүү ылдамдыгына түз пропорциялаш.**

Формуладан катушканын индуктивдүүлүгү төмөнкүдөй аныкталат:

$$L = \frac{\varepsilon}{\Delta I / t}.$$

Мындан катушканын индуктивдүүлүгүнүн физикалык маңызын аныктоого болот. Катушканын индуктивдүүлүгү – катушкада 1 *с* да ток күчү 1 *А* өзгөргөндө пайда болгон индукциянын ЭККүн көрсөтөт. Катушканын индуктивдүүлүгүнүн бирдиги 1 Генри (*Гн*) деп аталат.

$$[L] = \frac{[\varepsilon]}{\frac{[I]}{[t]}} = \frac{[1\ B]}{\frac{[1\ A]}{[1\ c]}} = 1\ Гн.$$

Электр тармактарында ачкычтын ролун аткаруучу коммутациялык аппараттар өзүнчө индукция кубулушун эсепке алуу менен жасалат.

Мисалы, 10 *кВ* чыңалуудагы электр аппаратын электр тармагынан ажыратуу үчүн, абада иштөөчү ажыраткычтар пайдаланылат. Ажыратуу убактысында газдардагы электр тогунун бир түрү болгон электр жаасы пайда болот.

Аны өчүрүү үчүн, туташтыруучу жана ажыратуучу бычактарынын бири бирине тийише турган бөлүктөрү атайын материалдан капталат. Ажыратуу же туташтыруу процесинде пайда болгон электр жаасынан бул материалдардан газ бөлүнүп чыгып, электр жаасы өчүрүлөт.

Жогорку чыңалуу тармактарында (110 *кВ*, 220 *кВ*, 500 *кВ*) ачкычтын ролун аткаруучу коммутациялык аппараттарда, атайын идиштеги майдын ичинде электр тармактарын жогорку чыңалууга туташтыруучу же ажыратуучу процесстер жүрөт. Ал үчүн, атайын вакуумдук ажыраткычтар да пайдаланылып келүүдө.

Өзүнчө индукция кубулушу, трансформатордун болот өзөкчөсүн жасоодо эске алынат. Трансформатордун болот өзөкчөсүн бир бүтүн болоттон жасап болбойт.

Эмне үчүн?

Анын себеби, болот өзөкчө аркылуу өтүп жаткан өзгөрүлмө магнит талаасынан келип чыккан куюн сымал электр талаасы, болот өзөкчөдө индукциялык электр тогунун пайда болушунун себепчиси болуп калат. Андыктан, болот өзөкчө ысый баштайт. Бул – электр энергиясынын пайдасыз коромжолонушуна алып келет.

Ошондуктан, техникалык коромжону азайтуу максатында, болот өзөкчөсү 3% ке чейин кремнийдин аралашмасы бар жука электромагниттик болот пластиналардан куралат.

Электр талаасы сыяктуу, магнит талаасы да энергияга ээ болот.

Индуктивдүүлүк катушкасында пайда болгон магнит талаасынын энергиясы ($W_м$), анын индуктивдүүлүгүнүн (L) ток күчүнүн (I) квадратынын көбөйтүндүсүнүн жарымына барабар болот.

$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}.$$

? Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Фарадей кандай ой жүгүртүүлөрдүн негизинде электромагниттик индукция кубулушунун мүмкүн экендигине ишенген жана электромагниттик индукция кубулушу кандайча ачылган?
2. Электромагниттик индукция законунун маңызын түшүндүрүп бергиле.
3. Ленцтин эрежесинин маңызын түшүндүргүлө.
4. Электромагниттик индукция кубулушуна негизделген электрогенератордун иштөө принцибин айтып бергиле.
5. Өзүнчө индукция законунун маңызын түшүндүрүп бергиле.
6. Эмне үчүн электр тармактарына электр тогун керектөөчүлөрдү туташтыруу үчүн, өзүнчө индукцияга негизделген коммутациялык аппараттар колдонулат?
7. Трансформатордун түзүлүшү, иштөө принциби, анын колдонулушу жөнүндө айтып бергиле.

Сапаттык маселелер:

1. Вертикалдык багытта жайланышкан электромагниттин үстүндө металл предмети жайланышкан. Эмне үчүн катушканын оромолору аркылуу өзгөрүлмө ток өтсө, металл ысыйт да, турактуу ток өтсө ысыбайт?
2. Электр чынжырынан ажыратылганда, эмне үчүн магнитоэлектрдик приборлордун жебелеринин термелиши тез эле токтоп калат?
3. Өзүнчө индукциянын ЭККсы качан көп болот? Турактуу токтун чынжырын туташтыруудабы же ажыраткандабы?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. 0,1 *с* ичинде токтун күчү 10 *А*ге чейин өзгөргөндө, өзүнчө индукциянын ЭКК 60 *В* болсо, катушканын индуктивдүүлүгүн тапкыла. 0,6 *Гн*.

Берилди:	Чыгаруу:
$t = 0{,}1$ *с* $\varepsilon = 60$ *В* $I = 10$ *А*	$L = \frac{\varepsilon \cdot t}{\Delta I}$ $L = \frac{60 \cdot 0{,}1}{10} = 0{,}6\,(Гн)$
L – ?	$L = 0{,}6$ *Гн*.

2. Индуктивдүүлүгү 95 *мГн* болгон катушканын энергиясы 0,19 *Дж* болсо, катушкадагы токтун күчүн аныктагыла.

Берилди:	Чыгаруу:
$L = 95 \cdot 10^{-3}$ *Гн* $W = 19$ *Дж*	$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$ $I = \sqrt{\frac{2 \cdot W_M}{L}}$.
I – ?	Мындан $I = \sqrt{\frac{2 \cdot 19}{95 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{380 \cdot 10^2}{95}} = 20\,(A)$ $I = 20$ *А*.

18-көнүгүү

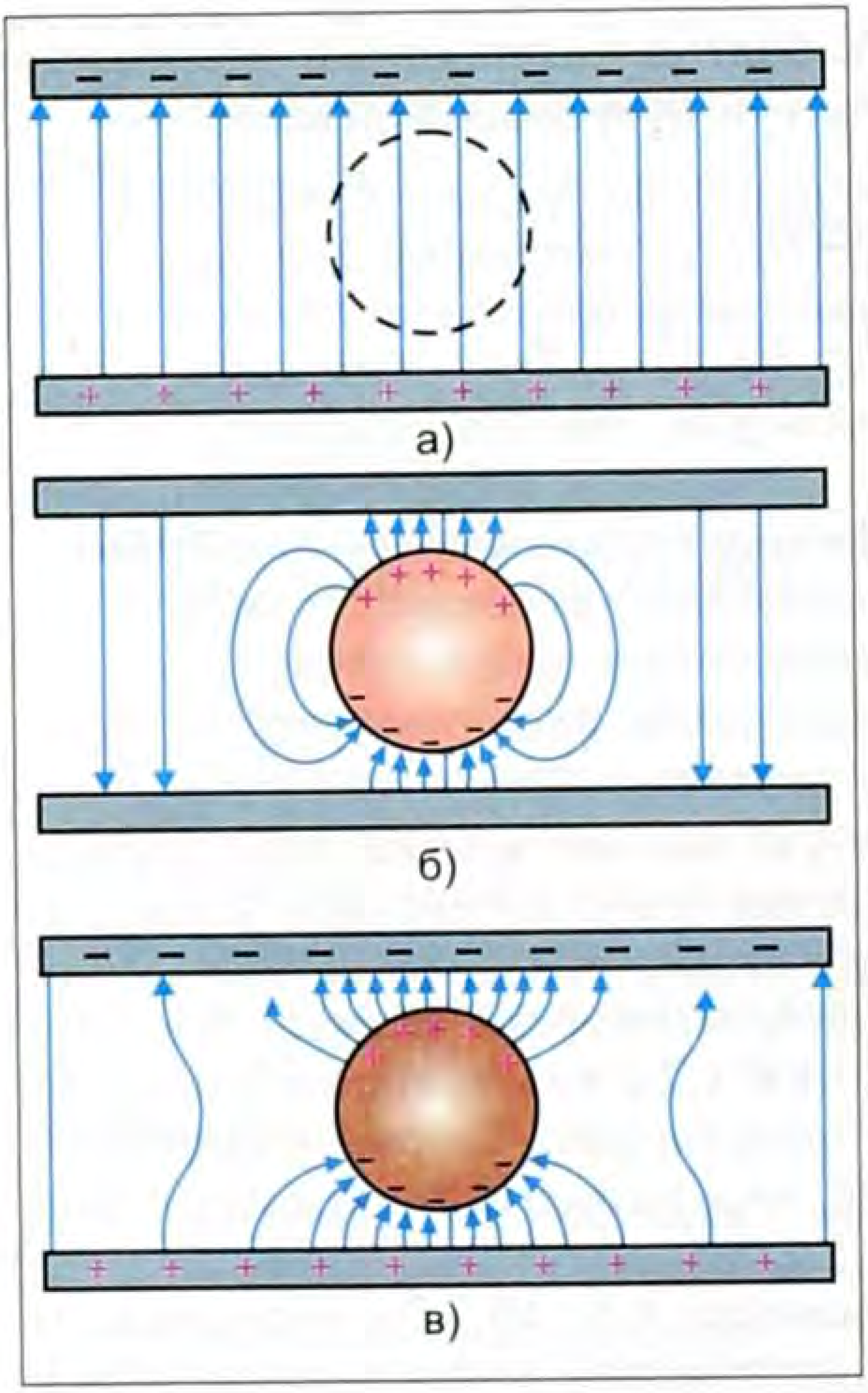
1. Туюк контурду кесип өтүүчү магнит агымы 0,3 *с* ичинде 0,006 *Вб*ге өзгөрдү. Магниттик агымдын өзгөрүш ылдамдыгын, индукциянын ЭКК-сын аныктагыла.
2. Туюк контур аркылуу өтүүчү магниттик агымын 0,6 *Вб*ге өзгөргөндө, индукциянын ЭКК 1,2 *В* болот. Магниттик агымдын өзгөрүү убактысын аныктагыла. Эгерде өткөргүчтүн каршылыгы 0,24 *Ом* болсо, индукциялык токтун күчүн тапкыла.
3. Магниттик индукциянын мааниси $4{,}8 \cdot 10^{-3}$ *Вб*, катушкадагы оромонун саны 75 болсо, катушкада индукциялык 0,74 *В* ЭКК пайда болушу үчүн канча убакыт керек болот?
4. Эгерде катушканын индуктивдүүлүгү 68 *мГн*, 0,012 *с* ичинде 3,8 *А* ток жок болсо, индукциялык ЭКК-ны аныктагыла.
5. Эгерде катушкадагы ток 6,2 *А*, магнит талаасынын энергиясы 0,32 *Дж* болсо, анын индуктивдүүлүгүн аныктагыла.

КОШУМЧА ОКУУ ҮЧҮН

§ 55. Өткөргүчтө электр заряддарынын бөлүштүрүлүшү

Өткөргүчтүн ичинде электр талаасынын чыңалышы нөлгө барабар экендиги белгилүү (§ 32).

Мисалы, ичи көңдөй металл шары бир тектүү электр талаасына жайланыштырылсын дейли. Анда металл шарынын сыртындагы электрондор тышкы электр талаасынын күч сызыктарына карама-каршы жагына топтолушат. Электрондордун кайра бөлүштүрүү процессинде, шардын бир жагында топтолгон электрондор терс заряддалган болушуп, карама-каршы жагында электрондор жетишсиз болгондуктан оң зарядка ээ болуп калат (*б*).

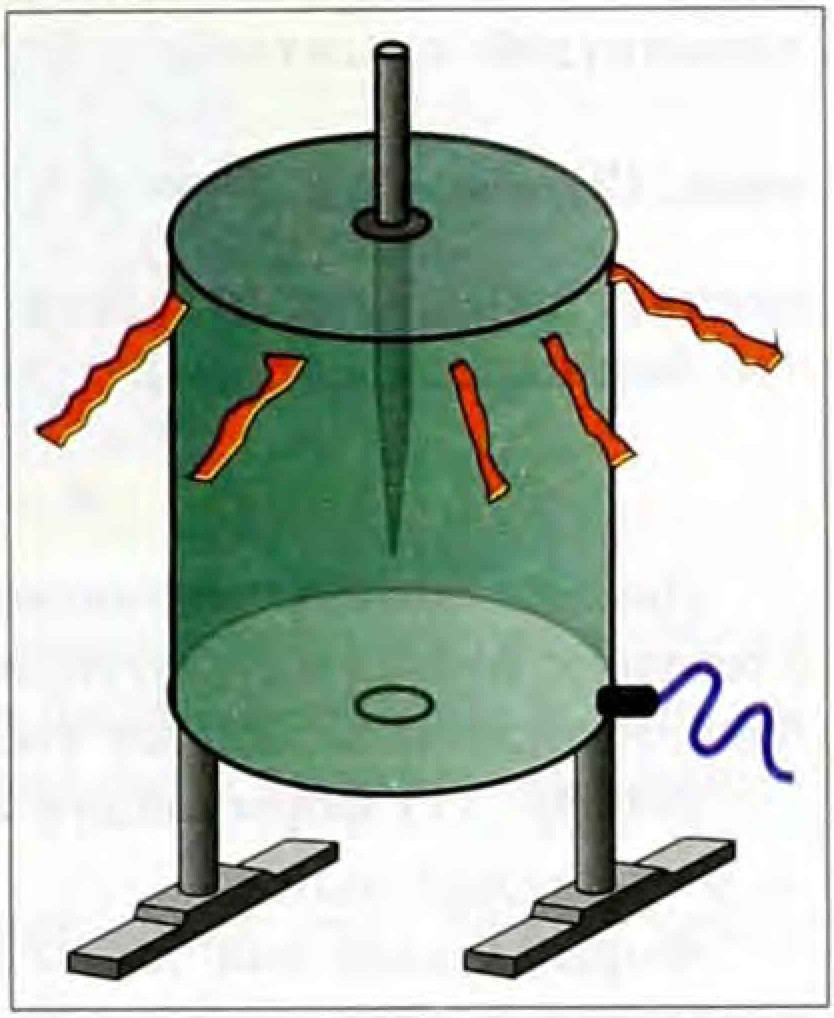


Натыйжада, металл көңдөй шарынын тышкы бетиндеги топтолгон заряддардын өзү кошумча электр талаасын пайда кылат. Бул эки талаалардын багыттары карама-каршы багытталышкандыктан, шардын ичиндеги электр талаасы нөлгө барабар болуп калат (*в*).

Окуу материалында белгиленгендей, М. Фарадей Адам баткыдай клетканын (Фарадейдин клеткасы) ичине металл торчосунун ичине электроскоп менен кирип, металл торчолорунун ортосунда учкундар пайда болгончо электрдик машина менен заряддалат.

Бирок, Фарадейдин колундагы электроскоптун жука фольгаларынын абалдары өзгөргөн эмес.

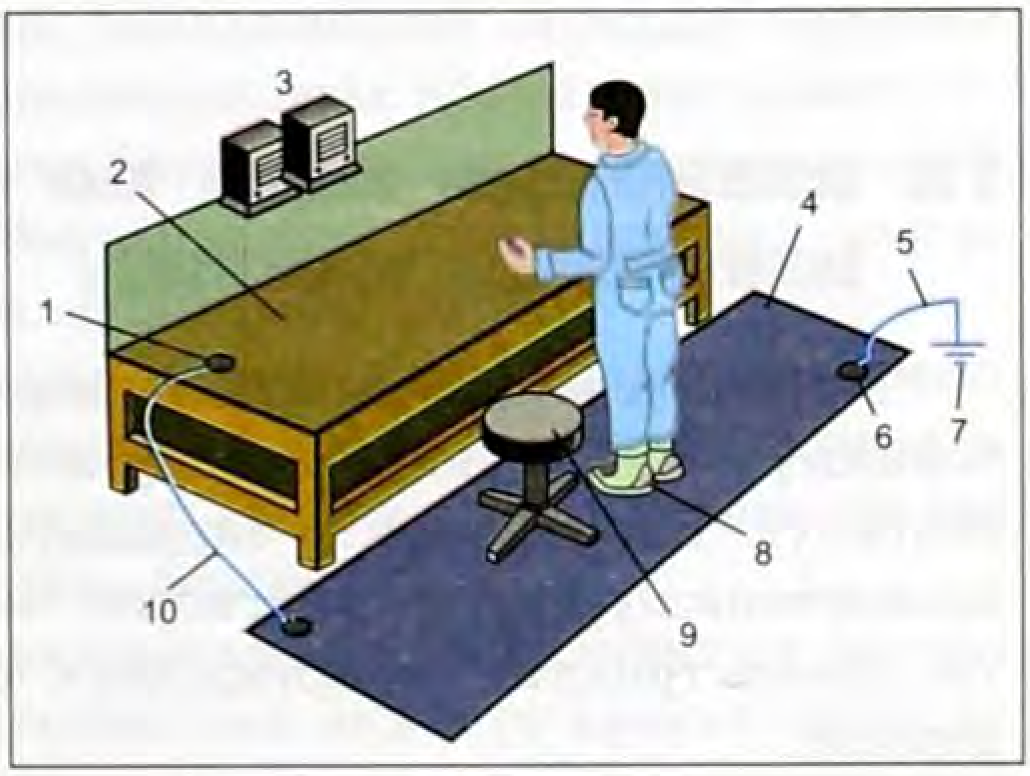
Мына ушундай көптөгөн тажрыйбалардын негизинде, Фарадейдин клеткасында болобу же ар кандай формадагы өткөргүчтөр болобу, бардыгында электр заряддары өткөргүчтөрдүн тышкы беттери боюнча бөлүштүрүлө тургандыгы тажрыйбаларда аныкталды (сүрөттү кара).



Ошондуктан ичи көңдөй металл шары канча заряддалбасын, анын ички бетинде электр талаасынын чыңалышы нөлгө барабар болот. Демек, өткөрүүчүнүн сырткы бети курчап турган чөйрөдө ар кандай электр талааларынын таасирлеринен сактоо касиетине ээ болот. Анткени, мындай металл беттердин жардамы менен сезгич, назик электрдик, электрондук приборлорду сактоо жолу **электростатикалык сактоо** деп аталат.

Электростатикалык сактоонун зарылдыгынын себеби, азыркы микроэлектроника багытында иштеген кызматкер нейлон, синтетикалык кийимдерди, буюмдарды жана жөн эле стол, стулду кармаганда статистикалык заряддар, приборлордун же аппаратуралардын ишине терс таасирин тийгизет. Андыктан кызматкерлер атайын материалдардан жасалган кийимдерди кийип иштөөлөрү талап кылынат.

Лабораториянын полу Жерге туташтырылат (сүрөттү кара).



Заряддын беттик тыгыздыгы (σ) өткөргүчтүн тышкы бети боюнча заряддын бөлүштүрүлүшүн мүнөздөйт.

Заряддын беттик тыгыздыгы – бирдик аянттагы заряддын чоңдугун көрсөтөт. Б. а. $\sigma = \frac{q}{s}$ (1). Электр талаасынын чыңалышы менен заряддын беттик тыгыздыгынын байланышы төмөнкүдөй аныкталат: $E = k \cdot \frac{q}{\varepsilon \cdot R^2}$ (2), (1ден qнун маанисин таап, (2)ге коёбуз $q = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi R^2$ $E = k \cdot \frac{4\pi \cdot \sigma}{\varepsilon}$ же $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ экендигин эске алсак, электр талаасынын чыңалышын аныктоо бир кыйла жөнөкөй түргө келет:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} \quad .$$

Демек, электр талаасынын чыңалышы, чөйрөнүн диэлектрик өткөрүмдүүлүгүнөн жана өткөргүчтүн бети боюнча бөлүштүрүлгөн заряддын тыгыздыгынан көз каранды болот.

Эгерде, (1) формуладан заряддын чоңдугун тапсак, анда $\sigma \cdot S = q$ келип чыгат.

Формуланын сол жагы S аянты аркылуу өткөн электр талаасынын **күч сызыктарынын агымы** катары түшүнүлөт, оң жагында заряддын чоңдугу көрсөтүлгөн.

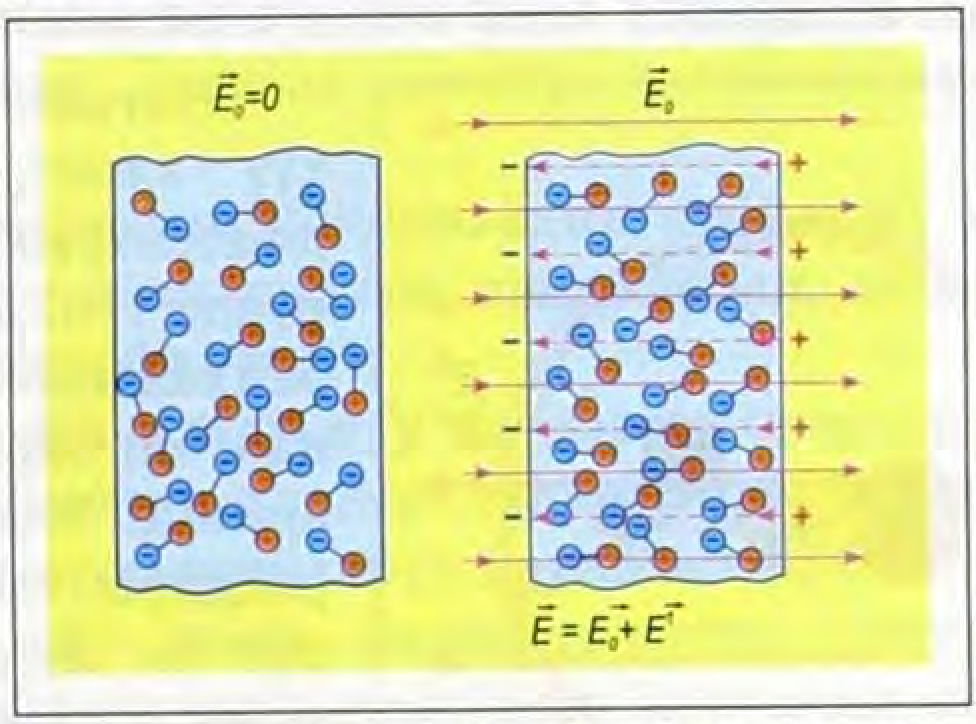
Мындан, электр заряды, аны чектеген аянт аркылуу өткөн электр талаасынын күч сызыктарынын агымына түз пропорциялаштыгы келип чыгат.

§ 56. Диэлектриктердин полярдык жана полярдык эмес молекулалары. Диэлектриктердин поляризациясы

Вакуумда чекиттик электр заряддарынын өз ара аракеттенишүүлөрү Кулондун закону менен аныктала тургандыгы белгилүү. Бирок, электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенишүүлөрүнө тийгизген чөйрөнүн электрдик касиети, диэлектриктик өткөрүмдүүлүк чоңдугу (ε) аркылуу эсепке алынат.

Бир тектүү электр талаасында диэлектриктин абалын жана диэлектриктик туруктуулуктун физикалык маңызын толугураак карап көрөлү.

Ар бир заттын молекуласынын курамы оң жана терс заряддардан турат.



Бардык диэлектриктердин молекулаларын эки түргө бөлүүгө болот. Диэлектриктердин биринчи түрүнө, молекуланын ичинде оң жана терс заряддар бири бирине симметриялуу эмес жайланышкан.

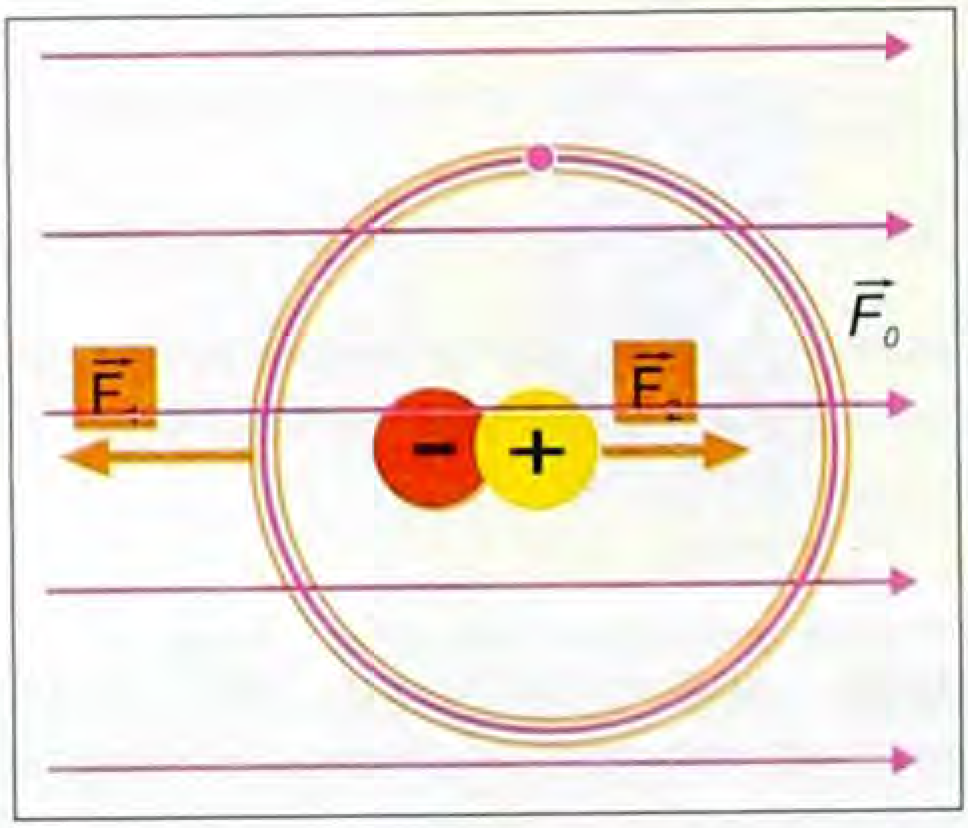
Диэлектриктин биринчи группасына суу, эфир, көмүр кычкыл газы ж. б. тиешелүү.

§ 32де чындыгында, полярдык диэлектриктердин электр талаасындагы байланышкан заряддардын жылышы жөнүндө сөз болгон. Мында карама-каршы белгидеги байланышкан заряддар, чындыгында, полярдык молекулалардын модели катары түшүнүлөт. Анын үстүнө, байланышкан заряддар термини диэлектриктердин электр талаасындагы абалын тагыраак чагылдырат. Сүрөттүн сол жагы, бир тектүү электр талаасы жокто полярдык диэлектриктин байланышкан заряддарынын хаотикалык жайланышынын абалдарын чагылдырат.

Диэлектриктердин экинчи түрүнүн молекулалары симметриялык түрдө жайланышкандыктан, оң жана терс заряддар бирин-бири компенсациялашат. Ошондуктан молекулалар электрдик жактан нейтралдуу болушат.

Бир тектүү электр талаасындагы диэлектриктин заряддарына карама-каршы багытталган эки күч аракет кылган-

дыктан, анын молекулалары созулушат. Мындай абалда деформацияланган молекулалар оң жана терс уюлдарга ээ болушуп, **полярдык эмес молекулалар** деп аталат. Мындай молекулалар карама-каршы белгидеги байланышкан заряддын бир түрү болуп саналат. Углеводороддор, азот, суутектин молекулалары полярдык эмес молекулаларга тиешелүү.



Натыйжада, бир тектүү электр талаасында, диэлектриктердин эки түрүндө тең, бир беттеринде байланышкан заряддардын оң заряды топтолсо, экинчи бетинде – терс заряддары топтолот. Сүрөттүн оң жагында, полярдык диэлектриктерде бир тектүү талаада байланышкан заряддарынын жылышуу абалдары чагылдырылган. Мындай молекулалар поляризацияланган молекулалар деп аталат. Поляризацияланган молекулалар электр талаасынын багыты боюнча түздөлүшөт. Алардын түздөлүшүнө дайыма молекулалардын баш аламан тынымсыз кыймылдары тоскоол болуп турат.

Бир тектүү электр талаасында байланышкан заряддардын жылышы **диэлектриктердин поляризациясы** деп аталат.

Бир тектүү электр талаасындагы полярдык эмес диэлектриктердин молекулалары менен эки түрдүү процесс жүрөт: адегенде, тышкы электр талаасы тарабынан аракет эткен багыттары карама-каршы болгон эки күчтүн таасиринде симметриялуу жайланышкан молекулалардын оң заряддар менен терс заряддардын уюлдарынын пайда болушуна алып келет, б. а. байланышкан заряддар пайда болот. Андан кийин, эки карама-каршы уюлдан турган полярдык эмес молекулалардын, б. а. байланышкан заряддардын жылышуу процесси жүрөт, б. а. полярдык эмес молекулалардын поляризациясы пайда болот.

Диэлектриктердин поляризация кубулушунун натыйжасында, диэлектриктин бетиндеги байланышкан карама-каршы белгидеги заряддар кошумча электр талаасын пайда кылат. Анын багыты тышкы бир тектүү электр талаасынын чыңалышынын багытына каршы болот. Натыйжада, бир тектүү электр талаасындагы (тышкы электр талаасы) диэлектриктин ичинде тышкы электр талаасынын чыңалышы азаят.

Диэлектриктердин поляризация кубулушу менен байланышкан электр талаасынын маанилерин дагы бир чоңдук менен мүнөздөөгө болот (D).

D – электрдик жылышуу вектору. Электрдик жылышуу вектору – бир тектүү электр талаасында байланышкан заряддардын поляризациялануу даражасын, б. а. түздөлүү деңгээлин мүнөздөйт жана диэлектриктин ичиндеги азайган электр талаасынын чыңалышынын маанисин көрсөтөт.

Ал эми, **диэлектриктик өткөрүмдүүлүк** (ε) чоңдугу – диэлектриктин ичинде электр талаасынын чыңалышынын мааниси вакуумга караганда канча эсе азайгандыгын көрсөтөт.

D менен Енин байланышы төмөнкүдөй аныкталат:

$$D = \frac{E}{\varepsilon\varepsilon_0} \text{ же } E = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot D.$$

Диэлектриктердин поляризация процессинде, б. а. байланышкан заряддардын жылышуу процессинде ток пайда болот. Аны башка токтордон айырмалоо үчүн **жылышуу тогу** деп атоого болот.

Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөрдө жана диэлектриктерде пайда болгон токтун күчү төмөнкүдөй аныкталат.

$$I_{ж} = I_{өт} + I_{к}.$$

Мында:

$I_{ж}$ – жалпы токтун күчү,

$I_{өт}$ – өткөргүчтөгү токтун күчү,

$I_{к}$ – жылышуу тогунун күчү.

§ 57. Чыңалуунун чынжыр боюнча бөлүштүрүлүшү. Өткөргүчтөрдөгү техникалык жоготуу

Ар түрдүү чынжырлар ар кандай кубаттуулуктагы электр тогун пайдалануучулардан жана ток булагы менен туташтыруучу өткөргүчтөрдөн турат.

Мисалы, ар бир үйдө жаратылыш газы менен бирге, кызытуучу электр лампасы, өзгөчө электр ысыткычтары, теле жана радиолор ж. б. у. с. электр тогун пайдалануучулар токтун булагына туташтырылат. Булардын бардыгы белгилүү бир каршылыкка ээ болгондуктан, Омдун закону аткарылат. Ошол себептен, удаалаш туташтырылган ар бир электр тогун пайдалануучунун электр чынжырларынын учтарында чыңалуунун тиешелүү маанисине ээ болот. Бул чыңалуулардын суммасы, чынжырдагы электр тогун керектөөчүлөрдүн учундагы жалпы чыңалуусуна барабар болот.

Демек, чынжырдагы чыңалуунун бөлүштүрүлүшү, чынжырга удаалаш туташтырылган электр тогун пайдалануучу керектөөчүлөрдүн каршылыктарынан көз каранды болот.

Мисалы, эгерде электр лампасынын каршылыгы R жана аны ток булагына туташтыруучу өткөргүчтөрдүн каршылыктары r деп эсептей турган болсок, анда лампадагы чыңалуу

$$U_{ламп} = I\,R,$$

туташтыруучу өткөргүчтөрдөгү чыңалуу.

$U_{өтк} = I\,r$ болгондуктан, жалпы каршылык лампанын каршылыгы менен туташтыруучу өткөргүчтөрдүн каршылыгынын суммасына барабар болот.

$$U = U_{ламп} + U_{өтк}.$$

Мындан, электр лампасындагы чыңалуу, жалпы чыңалуунун туташтыруучу өткөргүчтөрдүн чыңалуусунун айырмасына барабар экендиги келип чыгат.

$$U_{ламп} = U - U_{өтк}.$$

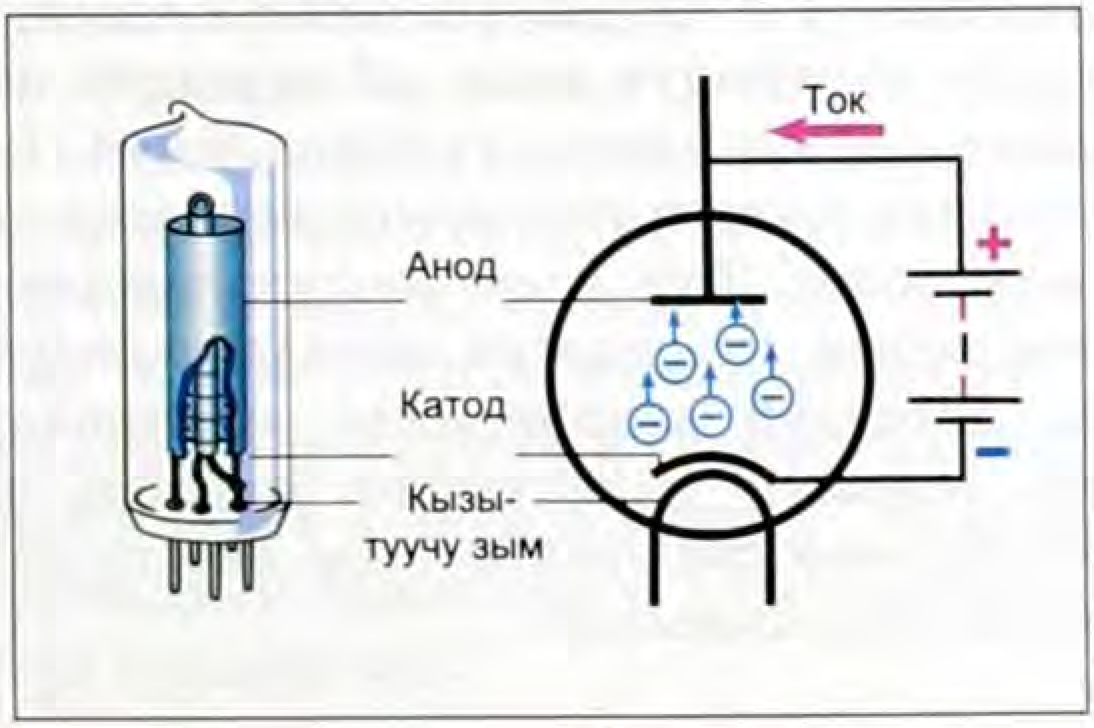
Демек, адамдын жашоосун толук кандуу камсыз кылуу үчүн пайдаланылып жаткан электр тогун керектөөчүлөр менен кошо, дагы аларды ток булагы менен туташтыруу-

чу өткөргүчтөрдү кошо электр энергиясын сарптоого туура келет. Канчалык бул өткөргүчтөрдө чыңалуу көп болсо, ошончолук аз чыңалуунун мааниси электр лампасында аз болот. Ошондуктан, туташтыруучу өткөргүчтөгү чыңалуунун төмөндөшүн **техникалык жоголуу** деп аташат. Линия боюнча өткөн токтун жана туташтыруучу өткөргүчтөрдүн (зымдардын) каршылыгы жогорулаган сайын, техникалык жоголуу пайызы көбөйө берет.

Техникалык жоготууну азайтуу үчүн, электростанциялар үчүн кесилиш аянты бир нече квадраттык сантиметрдеги жез өткөргүчтөрү, шиналар пайдаланылса, электр коңгуроолор жана телефондук байланыштар үчүн туташтыруучу бир нече ондогон миллиметр диаметрдеги зымдар колдонулат.

§ 58. Электрондук лампалар

Вакуумдагы электр тогун төмөнкү басымдагы (10^{-8}, 10^{-9} *мм* сым. мам.) термоэмиссияланган электрондор алып жүрөт (§ 46, 131-бет). Адегенде америкалык ойлоп табуучу Томас Эдисон төмөнкү басым астындагы ичинде эки металл пластиналары бар айнек түтүкчөсүнүн ичиндеги электр тогунун табиятын изилдөөдөн баштаган. Абасы сордурулган айнек түтүкчөнүн ичиндеги металл электродунун бирин ысытуу менен, ток булагынын терс уюлуна (металл пластинасы – **катод**), экинчисин (оң уюлга туташтырылганы – **анод**) оң уюлуна туташтырат. Анда чынжырга удаалаш туташтырылган



амперметр айнек түтүкчөнүн ичинде ток пайда болгондугун көрсөтөт. Эгерде ток булагынын уюлдары алмаштырылса, амперметрдин жебесинин абалы өзгөрбөй, токтун жок экендигин көрсөтөт.

Ошондуктан, вакуумда электр тогун алып жүрүүчүлөр болуп, катод ысытылганда, андан бөлүнүп чыккан электрондор эсептелинет.

Практикалык максатта көп электрондук лампаларды пайдалануу үчүн, алардын ичине вольфрам электроддору пайдаланылат.

Мисалы, катод 6,3 *В* же 1 *В* чыңалууга эсептелинген, аны кыйыр жол менен ысытуучу зым, анод, анод менен катоддун ортосуна коюлган биринчи башкаруучу торчо, экинчи торчо, антидинатрондук торчо, төртүнчү торчолор тиешелүү функцияларды аткарышат. Электрондук лампалардын ички бети атайын кара түстөгү боёк – **геттер** менен капталат. Эгерде ар кандай себептер менен электрондук лампанын ичинде аба пайда болсо, лампа агыш түскө ээ болуп калат. Бул абалда электрондук лампаны алмаштыруу зарылдыгы пайда болот.

Электрондук лампалардын маркировкалары жана алардын иштөө принциптери.

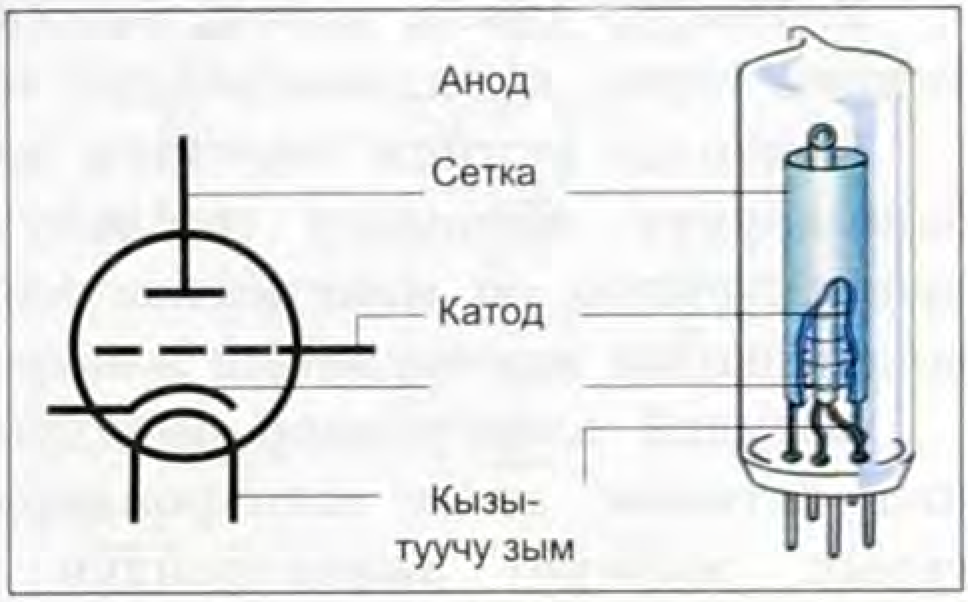
Өндүрүштүк лампалык электроникада пайдаланылып келген электрондук лампалардын маркировкаларын кандайча окуу керек экендигин карап көрөлү.

1. Лампалык диод (катод, анод).

Мисалы: 1Ц21П – биринчи номери электрондук лампанын кызытуучу зымы канча чыңалууга эсептелгендигин көрсөтөт, б. а. бул – 1 *В* чыңалууга эсептелинген. Экинчи номери – *Ц* же *Д* – вакуумдук диод, 21-заводдун койгон номери, *П* – бармактуу (Пальчиковые) лампа. 6Д14 *П* же 6Д20 *П*, биринчи лампадан кызытуучу зымга берилген 6,3 *В* менен гана айырмасы болот. Бул электрондук лампанын иштөөсү кызытма зым менен ысытылган катоддон бөлүнүп чыккан электрондор, катоддун айланасында электрондук булутту пайда кылат. Аноддун чыңалуусуна жараша, электрондук булуттан бөлүнүп чыккан электрондор анодго келип жетип, аноддук токту пайда кылышат.

2. Лампалык триод (анод, катод, башкаруучу торчо).

Бир электрондук лампанын ичинде эки триод жайланыштырылган болот.



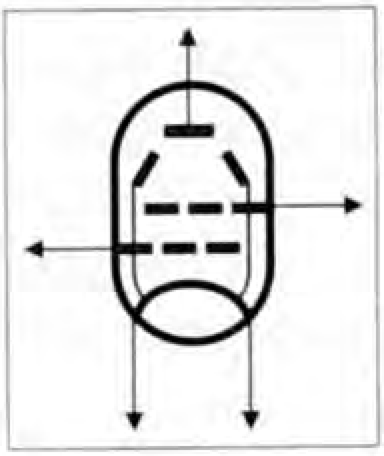
Мисалы, 6Н1П же 6Н21П. Бул электрондук лампалар бири биринен вольт-ампердик мүнөздөмөлөрү боюнча айырмалангандыктан, ар түрдүү күчөтүүчү касиетке ээ болот. Мында, триоддун башкаруучу торчосуна төмөнкү жыштыктагы чыңалуусу аз (100–200 *мВ*) пайдалуу сигнал (микрофондон же детектордук радионун сигналы ж. б.) башкаруучу торчосуна берилет.

Натыйжада, өзгөрүлмөлүү пайдалуу сигналдын мүнөзүнө жараша анод менен катоддун ортосундагы торчого бирде оң, бирде терс чыңалуу берилет. Эгерде торчодо чыңалуу оң болсо, электрондук булуттардан көбүрөөк электрондор анодко келип жетип, аноддук токтун маанисин көбөйтүп жиберет. Эгерде торчодо чыңалуу терс болсо, анодго өтүп жаткан электрондордун санын азайтып, аноддук токтун мааниси азайып кетет. Демек, триоддо башкаруучу торчо аркылуу анодго өтүп жаткан электрондордун санын башкаруу менен, аноддук токтун маанилерин өзгөртүүгө жетишилет.

1. Тетрод (анод, катод, башкаруучу торчо, экинчи торчо). Мында экинчи торчонун коюлушунун себеби, триод негизинен аз чыңалуудагы төмөнкү жыштыктагы күчөткүч катары, тетрод электрдик сигналдын чыңалуусун, кубатын жогорулатуу үчүн колдонулат.

Андан тышкары, пентод жогорку жыштыктагы күчөткүч катарында да пайдаланылат.

Мисалы, 6П14П.



2. Пентод (анод, катод, башкаруучу торчо, экинчи торчо, антидинатрондук торчо).

Пентоддо экинчи торчонун пайда болушу, башкаруучу торчодогу пайдалуу сигналдын чыңалуусунун оң маанисинде электрондордун ылдамдыгын жогорулатып жиберет.

Мындай электрондор аноддун материалынын бетинен, анын электрондорун бөлүп чыгарып жиберет (динатрондук эффект) да электрондук лампанын ичинде паразиттик байланыштардын пайда болушуна себепчи болот. Ошондуктан мындай электрондорду кайра артына, б. а. анодго жөнөтүү үчүн үчүнчү торчого катоддун терс чыңалуусун берүү керек болот.

Пентод жогорку жыштыктагы күчөткүч катары пайдаланылат.

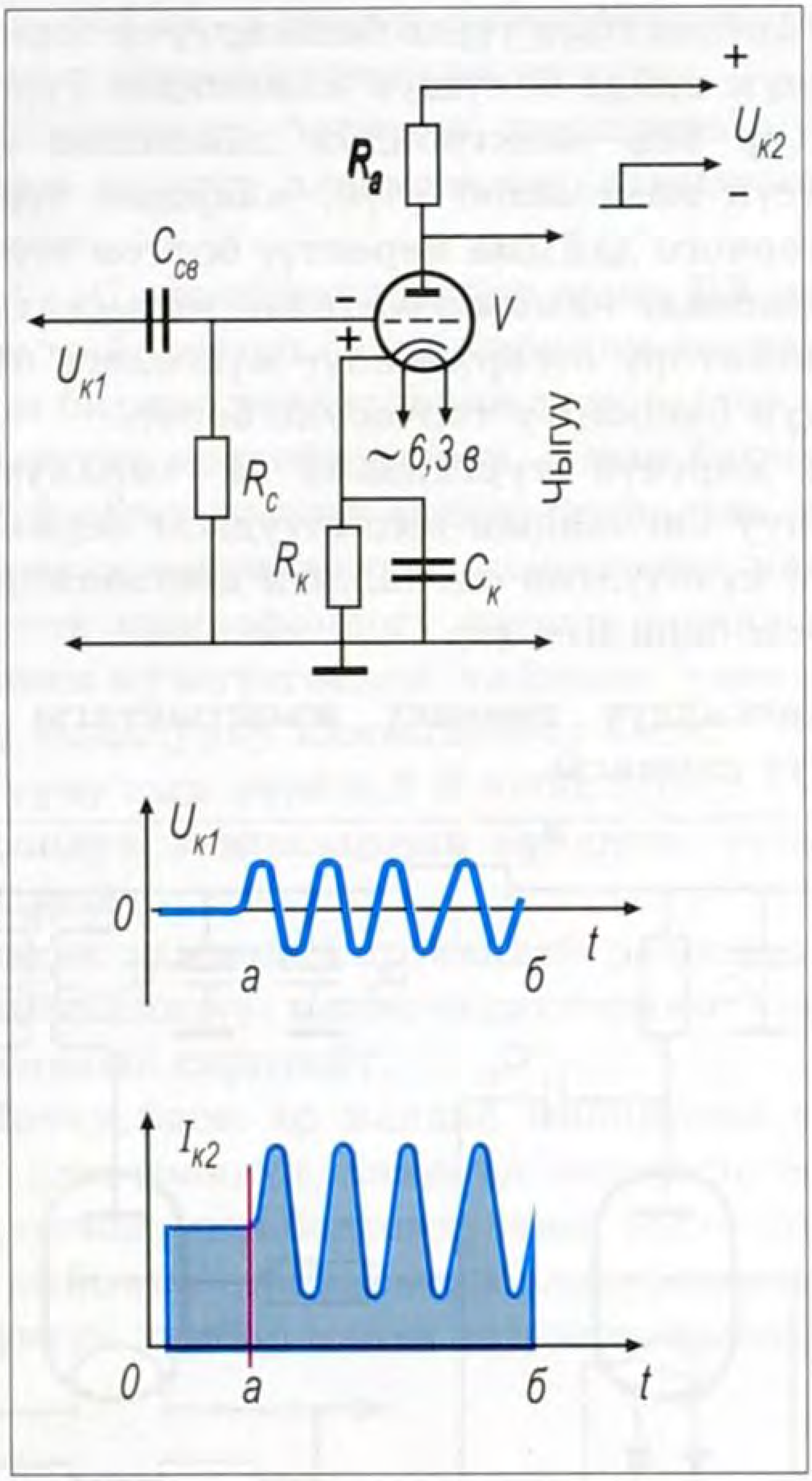
Мисалы, 6Ж1П электрондук лампасында антидинатрондук торчосу катод менен байланышкан. 6П36 С (стеклянный) электрондук лампасында нурдуу тетрод деп аталып, аноддун эки жанында перпендикуляр эмес, белгилүү бир бурчка кыйшайтылган абалда катод менен туташтырылат.

Көбүнчө бир электрондук корпустун ичинде, пентод жана триод (Ф) жайланыштырылгандыктан, 6Ф3П, 6Ф5П деп белгиленет.

§ 59. Электрондук лампалардагы төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтөрдүн иштөө принциптери

1. Бир каскаддуу төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтүн принципиалдуу схемасы.

Бир каскаддуу төмөнкү жыштыктагы күчөткүч: триод, триоддун күчөтүү режимин камсыз кылуучу радиоэлементтерден жана керектүү чыңалууну камсыздоочу блоктон турат.



Электрондук лампанын, б. а. триоддун иштөөсүн камсыз кылуучу радиоэлементтер:

$R_п$ – резистору анодко ток булагынан керектүү чыңалууну камсыз кылат;

$R_с$ – резистору торчодон өтүп жаткан электрондордун айрымдары, торчого жабышып калып, улам алардын саны көбөйүп отуруп, электрондук лампанын иштөөсүн токтотуп коёт. Ошондуктан, $R_с$ резистору мындай электрондорду корпуска (массага) өткөрүп жиберет;

$R_к$ – резистору жана ага параллель туташтырылган $C_к$

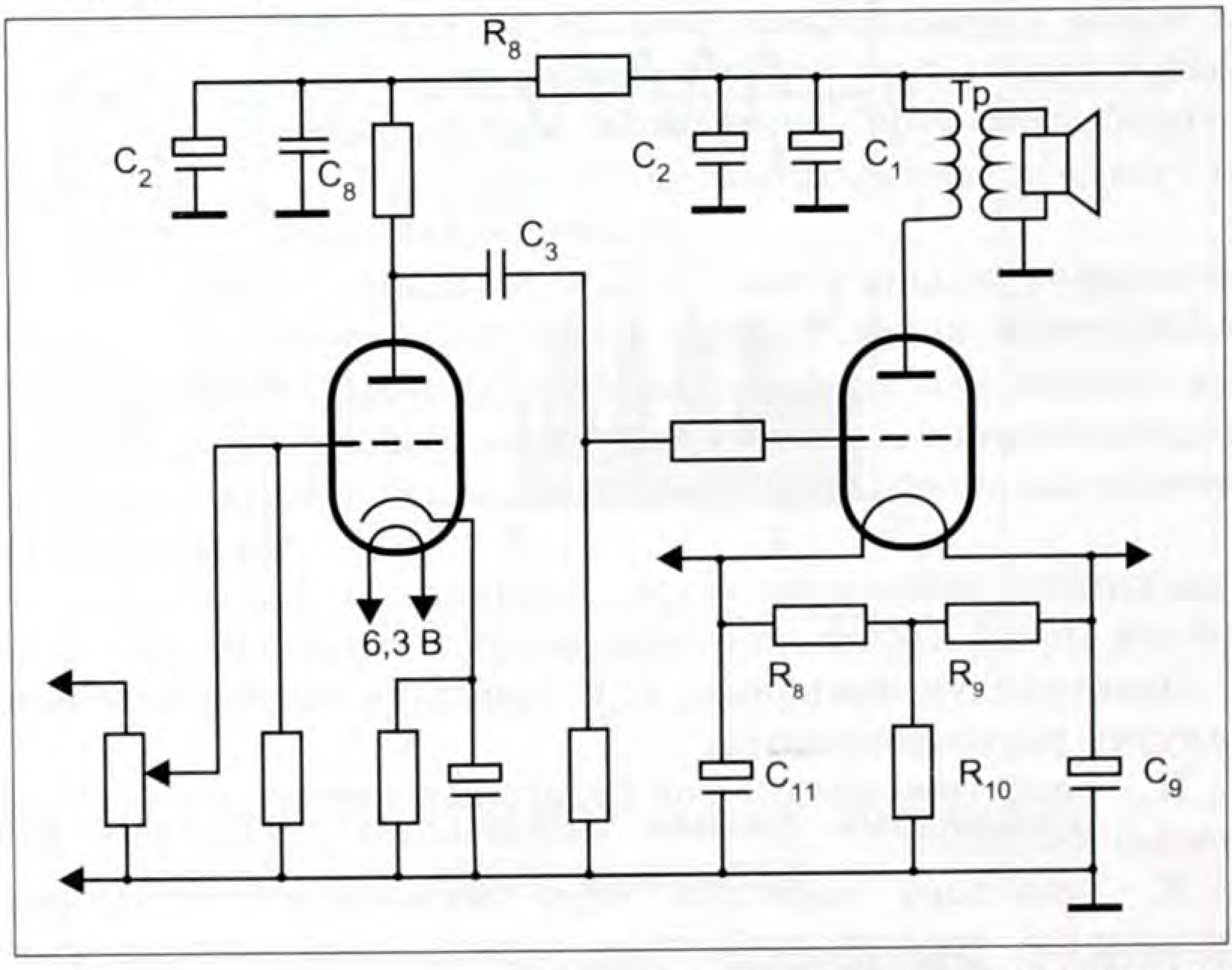
конденсатору автоматтык түрдө башкаруучу торчодо керектүү терс чыңалуунун пайда болушун камсыздап турат.

Анткени, ар бир электрондук лампанын эсептелинген чекте күчөтүүсүн камсыздоо үчүн, алардын түрүнө жараша башкаруучу торчого дайыма керектүү болгон терс чыңалууну автоматтык режимде камсыздоо талап кылынат;

$C_{св}$ – конденсатору өзгөрүлмөлүү мүнөздөгү пайдалуу сигналды триоддун башкаруу торчосуна берет.

Чиймеден көрүнүп тургандай, аз чыңалуудагы пайда болгон пайдалуу сигналдын амплитудасы берилсе (*а*), анын таасири менен күчөтүлгөн сигналдын деңгээлиндеги аноддук токтун формасы берилген (*б*).

2. Эки каскаддуу төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтүн принципиалдуу схемасы.



Эки каскаддуу төмөнкү жыштыктагы күчөткүч эки триоддон турат. Биринчисинде катод кыйыр жол менен ысытылат. Экинчиси түз жол менен ысытылат. Мында:

– C_4, C_9 – электролиттик конденсаторлору жана *T* түрүндө

уланган R_8,R_9 – МЛТ 2 *Ватт* кубаттуулуктагы резисторлору, R_{10} – зымдуу (проволочное) резистору;

– C_3 – конденсатору биринчи лампадагы күчөтүлгөн сигналды аноддон экинчи электрондук лампанын башкаруучу торчосуна берет;

– C_1, C_2, C_7, C_8 конденсаторлору жана R8 резистору ажыратуучу фильтр болушуп, алар биринчи каскад менен экинчисинин бири бирине таасирлерин жок кылат.

– Тр – чыгуучу трансформатор. Анын биринчи оромосундагы пайдалуу өзгөрүлмөлүү электр сигналын, экинчи оромосунда динамикке эсептелинген чыңалууну камсыздайт. Ал эми, динамикте микрофондогу электр сигналы электрондук лампалар менен күчөтүлгөндөн кийинки үнгө айланат.

Керектүү чыңалууну камсыздоочу блок:

– кызытуучу зым үчүн 6,3 *В* чыңалууну;

– электрондук лампалардын аноддору үчүн 300 *В* чыңалууну камсыздайт.

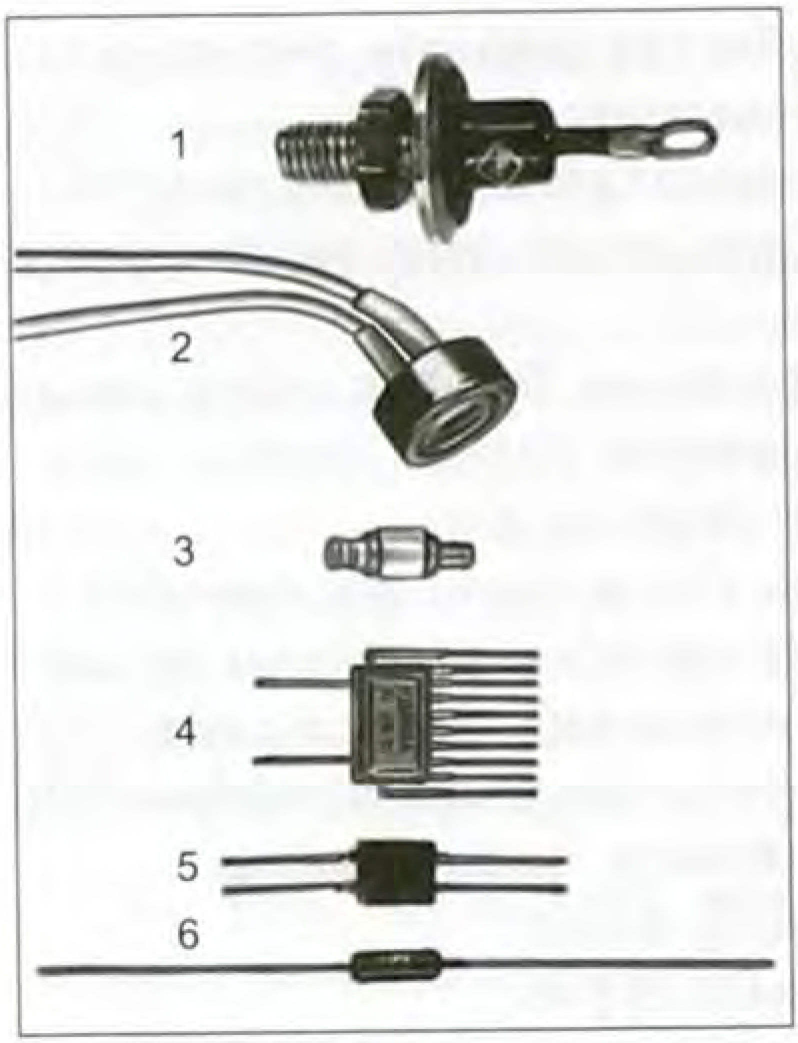
Электрондук лампалар ар кандай радиоэлектрондук системаларда ийгиликтүү иштегендиктерине карабастан, көп электр энергиясын сарптайт.

Камсыздоочу блок ар кандай маанидеги чыңалууну талап кылат, электрондук лампада иштеген аппаратуралардын тышкы өлчөмү чоң болгондуктан, радиоэлектроникaнын өнүгүшүнүн кийинки этаптарында электрондук лампалар жарым өткөргүчтүк прибор менен алмаштырылды.

§ 60. Жарым өткөргүчтүк диод. Өзгөрүлмө электр тогун туруктуу токко айландыруу

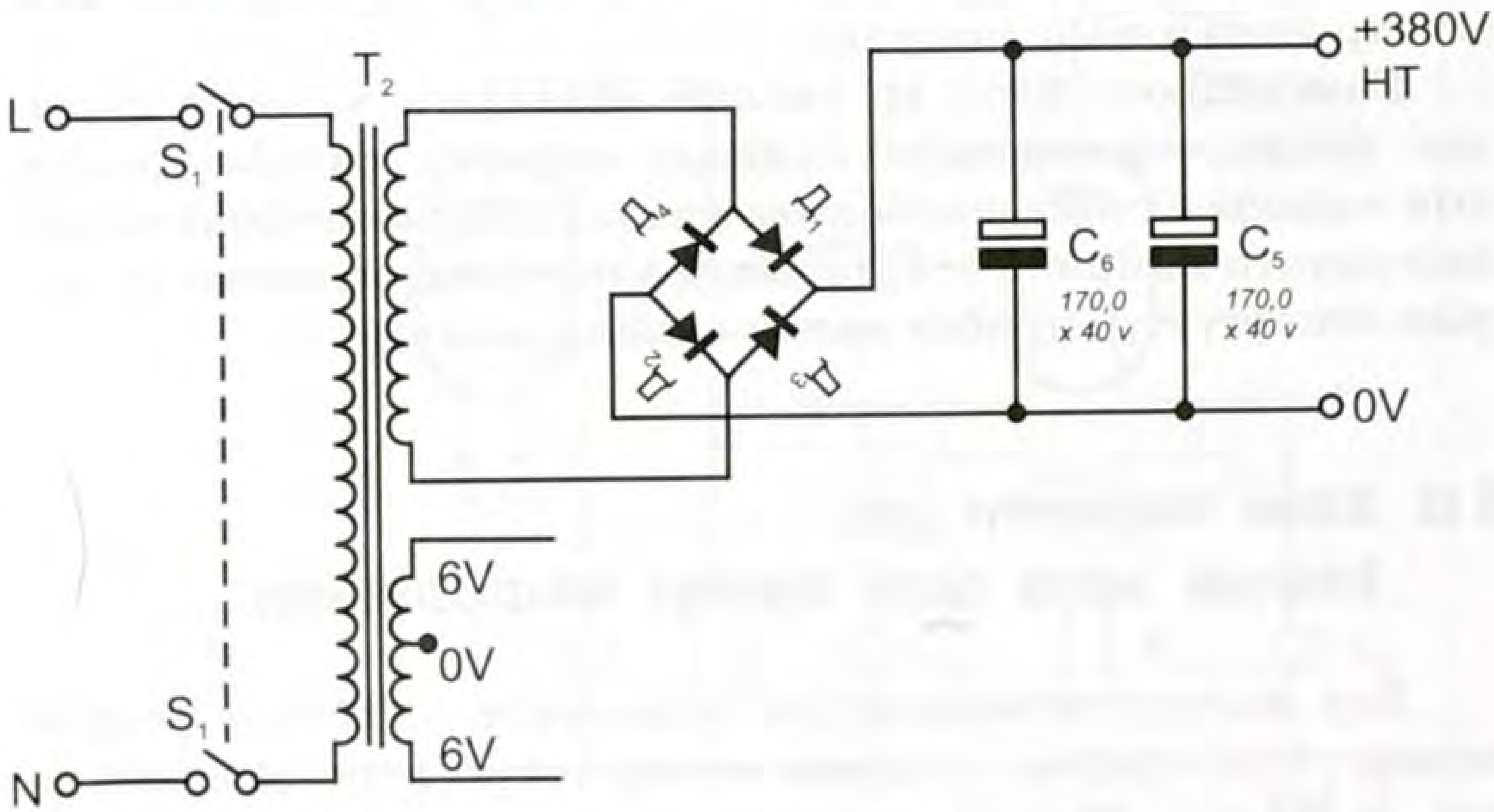
Бир жактуу өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтүк прибор – жарым өткөргүчтүк диод деп аталары белгилүү. Жарым өткөргүчтөрдүн түрлөрүнүн тышкы көрүнүштөрү чиймеден көрүнүп турат.

Жарым өткөргүчтүк диод – p-тибиндеги жана n-тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн кошулмаларынан турат. Жарым өткөргүчтүк диод азыркы радиоэлектрондук аппаратуралар-



дын бардык түрлөрүндө азыктандыруучу блогунун негизги элементи катарында пайдаланылат. Анын себеби, бардык радиоэлектрондук аппаратураларда (телевизор, радио, магнитофон ж. б.) туруктуу ток пайдаланылат. Ал эми өндүрүштө, адамдын турмуш тиричилигинде өзгөрүлмө ток пайдаланылып келүүдө. Ошондуктан ар бир радиоаппаратурада өзгөрүлмө токту туруктуу токко айландыруучу блок болот. Аны камсыздандыруучу блок (блок питания) деп атоого болот.

Электрондук лампалар иштеген радиоаппаратуралар үчүн азыктандыруучу блоктун принципиалдык схемасы.



Блоктун түзүлүшү: трансформатордон, бири-бири менен туташтырылган төрт жарым өткөргүчтөрдөн жана фильтрден турат. Трансформатордун биринчи оромосу 220 *В* чыналуудагы өзгөрүлмө токко туташтырууга эсептелинген. Анын

экинчи оромосунда ~380 *В* жана өзүнчө кызытуучу зымдар үчүн ~6,3 *В* чыңалуусу пайда болот.

Азыктандыруучу блоктун иштөө принциби:

Экинчи оромодогу чыңалуунун убакыттан көз карандылык графигинде эки мезгилдеги 1- жана 2-чекиттеги амплитудаларынын абалдарын карап көрөлү. Мында 1-чекитте чыңалуунун оң маанисине туура келгендиктен, ток $Д_1$ жарым өткөргүчтүк диодунан өтүп, 3-чекиттеги фильтрге келет. 2-чекитте чыңалуунун терс мааниси болгондуктан, $Д_2$ аркылуу ток фильтрдин 4-чекитине келип, ал чекит блоктун корпусуна бириктирилип, ток булагынын терс уюлун түзүп калат.

Чыңалуунун мааниси өзгөрүлмө болгондуктан, 1-чекитте анын терс мааниси, ал эми, 2-чекитте – оң мааниси пайда болот.

Мындай абалда, $Д_3$ диоду чыңалуунун оң маанисиндеги токту 3-чекитке өткөрсө, $Д_4$ диоду чыңалуунун терс маанисине туура келүүчү токту 4-чекитке, б. а. корпуска (массага) өткөрөт.

Натыйжада, 1- жана 2-чекиттерде чыңалуунун өзгөрүлмө маанилеринде дайыма 3-чекитте ток булагынын оң уюлу пайда болсо, 4-чекитте терс уюлу пайда болот.

Бирок, төрт жарым өткөргүчтөн кийин пайда болгон чыңалуунун маанилери, убакыт өткөн сайын улам жогорулап, андан кийин нөлгө чейин азайып турат. Мындай токту пульсацияланган ток деп айтышат.

Мындай токту туруктуу токко айландыруу үчүн түздөөчү фильтрлер пайдаланылат.

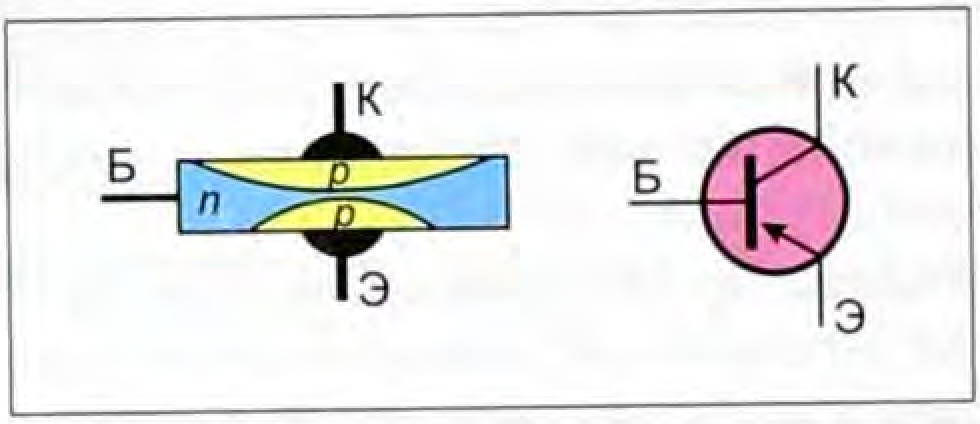
Түздөөчү фильтрлер: эки электролиттик конденсатордон турат. Же аларды бириктирүү үчүн резистор (RC фильтр) же дросселль (LC фильтр) колдонулат.

Натыйжада электрондук лампалардын талабына жооп берүүчү ток булагынын оң (+) уюлу пайда болот.

Жыйынтыгында, мындай түрдөгү азыктандыруучу блоктор лампалык аппаратураларда пайдаланылып келген.

§ 61. Транзистор. Транзистордун төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтө колдонулушу

Транзистор жарым өткөргүчтүк триод болуп эсептелет. Анткени, транзистордун курамы эки n-тибиндеги (эмиттер, коллектор) жарым өткөргүчтөрдүн ортосуна бир p-тибиндеги жарым өткөргүчтүн жука катмарынан (база) же эки p-тибинин ортосуна (эмиттер, коллектор) бир n-тибиндеги жарым өткөргүчтүн жука катмарынан (база) турат. Ошондуктан, транзисторлор p-n-p же n-p-n тибинде пайдаланылат.



Мындай абалда, транзистордун эки тибинде тең көбүнчө төмөнкү жыштыктагы күчөтүү үчүн, пайдалуу сигнал конденсатор аркылуу транзистордун базасына берилет.

Натыйжада, базадагы өзгөрүлмөлүү мүнөздөгү пайдалуу сигналы, коллектордон эмиттерге өтүүчү электр заряддарын санын башкарып турат. Ошондуктан, күчөтүлгөн электрдик сигналы коллектордо пайда болот.

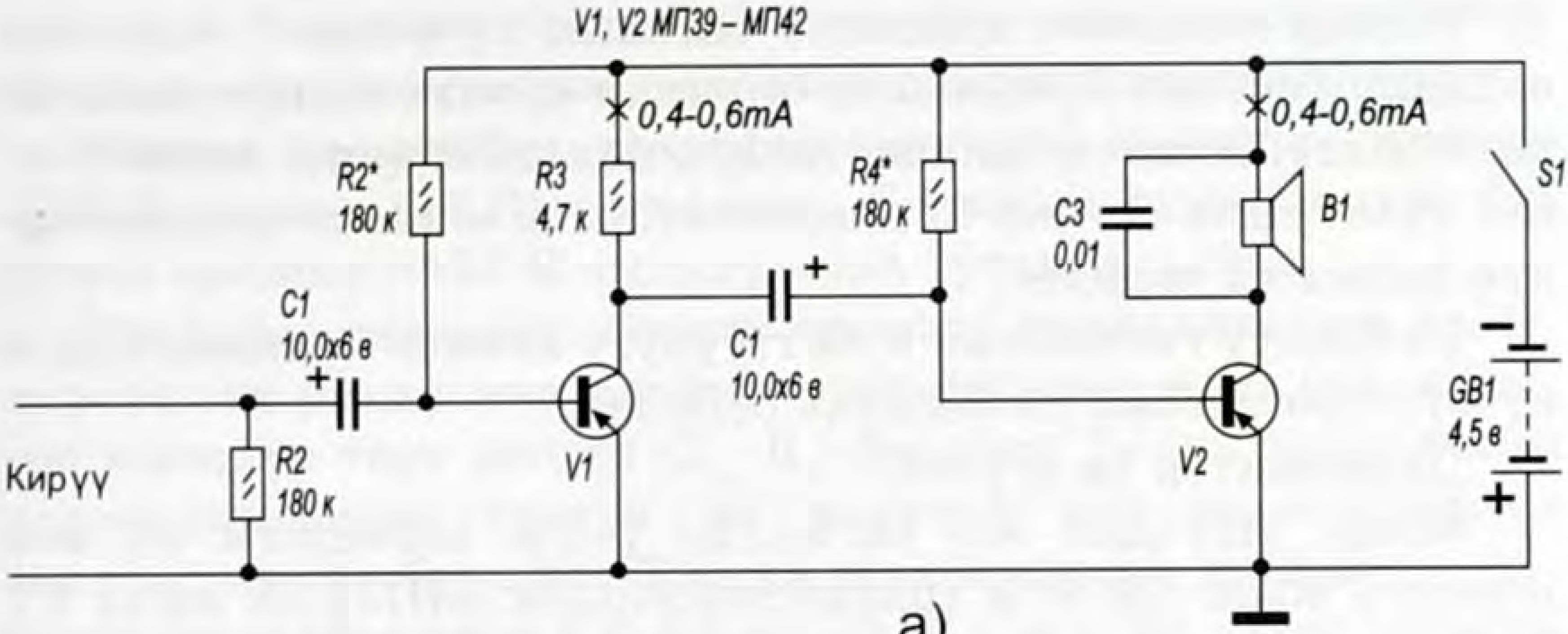
Төмөндө транзистордун жардамы менен төмөнкү жыштыктагы пайдалуу сигналы кандайча күчөтүлө тургандыгын карап көрөлү.

Эки каскаддуу төмөнкү жыштыктагы транзистордук күчөткүчтүн принципиалдуу схемасы.

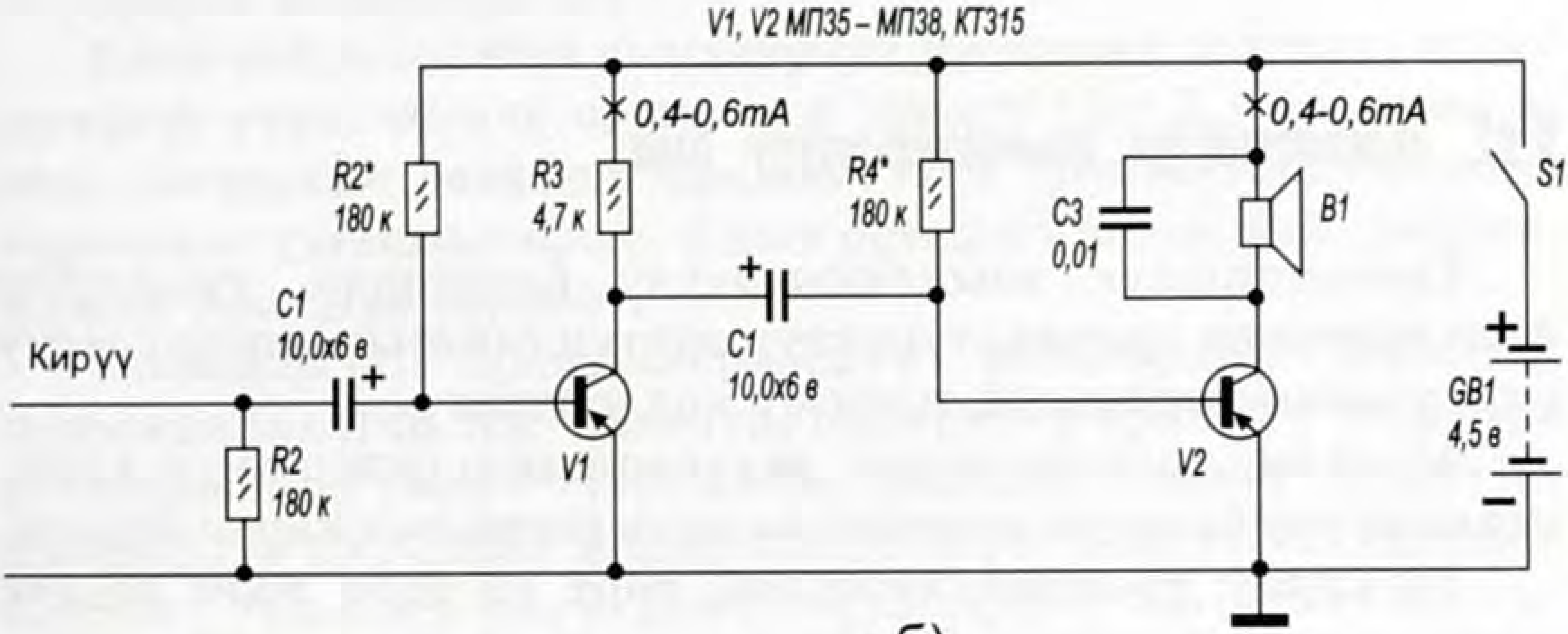
Транзистордук күчөткүчтүн түзүлүшү (а): n-p-n тибиндеги эки төмөнкү жыштыктагы транзистордон (МП39 жана МП42), транзисторлордун күчөтүү режимин камсыздоочу радиоэлементтерден, динамиктен жана 4,5 *В* чыңалуудагы батареядан турат.

Транзистордук күчөткүчтүн иштөө принциби:

– C_1 электролиттик конденсатору жана R_1 резистору төмөнкү жыштыктагы өзгөрүлмөлүү пайдалуу сигналды би-



а)



б)

ринчи транзистордун базасына өткөрүүгө ылайыкташтырылган фильтр болуп саналат;

– R_2 резистору биринчи транзистордун базасына керектүү чыңалууну камсыздайт;

– R_3 резистору коллекторго керектүү чыңалууну камсыздайт;

– R_4 резистору экинчи транзистордун базасына керектүү чыңалууну камсыздайт;

– C_2 электролиттик конденсатору биринчи транзистордун коллекторунан күчөтүлгөн пайдалуу сигналын экинчи транзистордун базасына өткөрөт;

– C_3 конденсатору экинчи транзистордун коллектордун жогорку жыштыктагы паразиттик синалдарды динамикке өткөрбөйт.

Мында кандайча пайдалуу сигналы күчөтүлөт? Адегенде пайдалуу сигнал C_1 аркылуу биринчи транзистордун базасына берилет. Экинчи транзистордун коллекторунда пайда болгон күчөтүлгөн сигнал C_2 конденсатордон экинчи транзистордун базасына берилет.

Пайдалуу сигналдын кубаттуулугу экинчи транзистордон күчөтүлгөн сигнал динамикке берилет.

Динамиктен үн угулат.

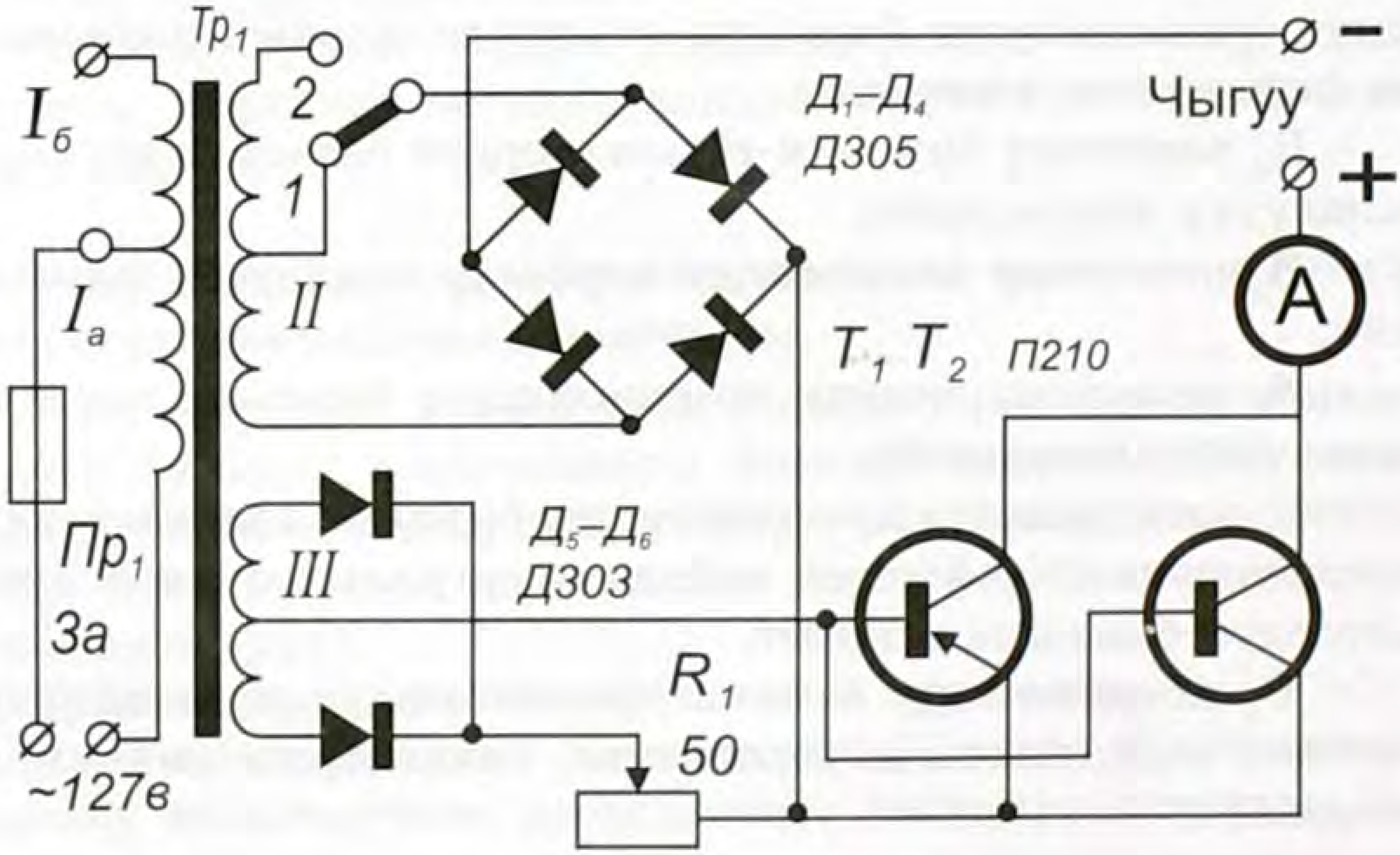
Мына ушундай эле сигналды p-n-p тибиндеги (*б*) эки төмөнкү жыштыктагы транзисторлордун (МП35-38 жана КТ 315) жардамы менен күчөтүүгө болот.

§ 62. Транзистордук азыктандыруучу блок

Транзистордук азыктандыруучу блоктордо, түздөтүүчү фильтрлердин ордуна, туруктуу токтун сапатын жогорулатуу үчүн транзисторлордун топтому колдонулат.

Мисалы, транзистордук радиоаппаратуралар үчүн азыктандыруучу блоктун принципиалдык **схемасын** карап көрөлү.

Түзүлүшү: трансформатордон, төрт диоддон жана өзүнчө уланган эки диоддон, 50 *Ом* каршылыктагы өзгөрүлмө ре-



зистордон, түздөөчү фильтрдин ордун аткарган эки кубаттуу П210 маркасындагы транзисторлордон, амперметрден турат.

Иштөө принциби: трансформатордун биринчи оромосу ~220 *В* жана ~127 *В* эсептелген. Берилген түздөткүчтүн биринчи оромосу ~127 *В* чыңалуусуна туташтырылат.

Трансформатордун экинчи оромосу төмөндөтүлгөн чыңалуунун эки маанисине ылайыкташтырылган. Анда пайда болгон чыңалуу төрт диодго ($Д_1$–$Д_4$) берилет. Толук түздөлбөгөн пульсацияланган токтун оң мааниси эки транзистордун эмиттерлерине берилет. Токтун терс мааниси түздөн-түз ток булагынын терс уюлун түзүп калат. Ал эми, оң уюлу блоктун корпусуна бириктирилет.

Блок пайда кылган чыңалуунун маанисин белгилүү чекке өзгөртүү үчүн, үчүнчү оромо эки диодго ($Д_5$–$Д_6$) бириктирилип, өзгөрүлмө резистор аркылуу эки транзистордун эмиттерлерине туташтырылат. Анын ортодогу зымы эки транзистордун базасына берилет.

Натыйжада, транзисторлордун базаларына берилген пульсацияланган ток түздөлүп, амперметр аркылуу өтүп, ток булагынын оң уюлун түзүп калат. Мындай түрдөгү түздөтүүчү блоктордун ар кандай модификациялары уюлдук телефондон баштап, транзистордук аппаратуралардын азыктандыруучу блогу катарында калктын ичинде колдонулуп келүүдө.

§ 63. Жердин магнит талаасы

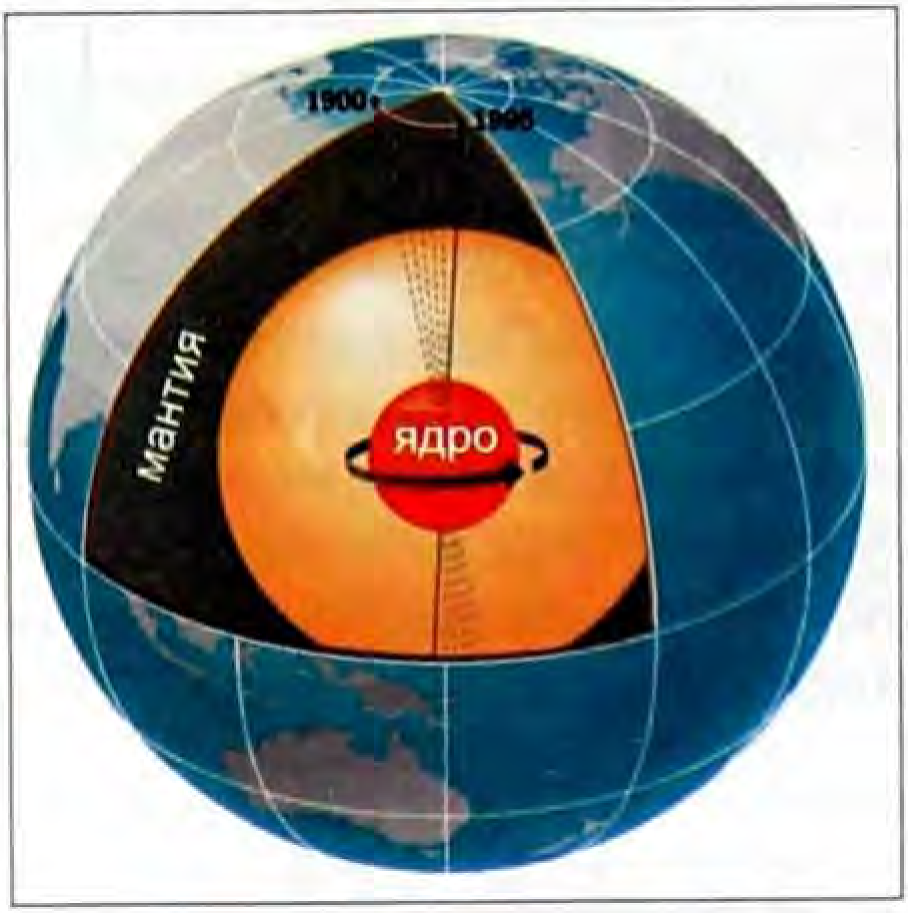
Суу кемелердеги же Жер бети боюнча саякатчылар токойдун ичинде болобу, компастын жебесинин абалынын өзгөрүшүнө жараша картадагы өздөрүнүн абалын азимут боюнча аныкташкан. Анткени, Жер магниттик касиетке ээ болгондуктан, анын магниттик уюлдары, географиялык уюлдарына карама-каршы болот. Андыктан, компастын

жебесинин көк түсү (магниттик түштүк уюлу) Жердин географиялык уюлунун багытын аныктайт. Чындыгында Жер сүрөттө көрсөтүлгөндөй аябай чоң өлчөмдөгү гиганттык туруктуу магнитти элестетет.

Жер эмненин эсебинен магниттик касиетке ээ болот? М. Фарадейдин гипотезасы боюнча, Жердин ички түзүлүшүнүн кайсы бир бөлүгүндө электр тогунан анын магнит талаасы пайда болот.

Жердин ички түзүлүшү, тооктун жумурткасын элестетет.

Жумуртканын сарысы – Жердин ядросун, ак бөлүгү – мантиясын, кабыгы – Жер бетин чагылдырат. Жердин борборунда радиусу 1900 *км* болгон ядро жайланышкан.



Ядро – 3000–4000 градус температурадагы плазмадан турат. Плазмадагы термоядролук реакциянын эсебинен жогорку температураны кармап турат деп болжолдоого болот. Ядродогу плазманын туруктуу багыттагы заряддарынын кыймылдарынан Жердин магнит талаасы пайда болот. Андан кийин, Жердин ядросун мантия катмары курчап турат. Ал эми мантияда жогорку температурадагы көлкүлдөгөн масса улам Жердин бетине жакындаган сайын температурасы жана тыгыздыгы 12,1ден 9,9 $г/см^3$ азайып, мантиянын тышкы чегине жакындаганда 5,5 $г/см^3$га чейин төмөндөйт. Жердин бетине жакындаганда, тыгыздыктын мааниси кескин 2,7 $г/см^3$га чейин азаят.

Эгерде ядронун курамы темирден, ал эми мантия FeO темирдин окиси жана күкүрттүү темирден FeS турат деп болжолдосок, анда биздин планетанын толугу менен курамы жагынан көмүрдүү хондритке жакын келет.

Жердин бети 25–30 километр калыңдыктагы массасы, калыңдыгы 15–20 *км* болгон граниттик «жаздыктын» (плитанын) үстүндө сүзөт. Ал эми, гранит жана базальттын

түбүнөн мантия башталат. Жердин «титиреши» плиталардын сүрүлүшү жана кысылышынын натыйжасы. Мантиядан улам муздаган массанын бөлүктөрү Жердин ички бетине такалып, кайра артына кайтканда, Жердин бетиндеги жайланышкан тоолордун өсүшүн жана континенттердин абалын өзгөртүп жиберет. Ошондуктан, Жердин титирөөсү, анын ички чегиндеги тектоникалык плиталарынын конвективдик жылышууларынан пайда болгон деформацияланган бөлүктөрүнүн өз абалына келишинен пайда болот.

Демек, мантияда конвективдик процесстер дайыма болуп турат. Мындай процесстердин натыйжасы, бир жагынан континенттердин дрейфин пайда кылса, экинчи жактан, жылына 3–4 *см* тоолордун өсүшүнө алып келет.

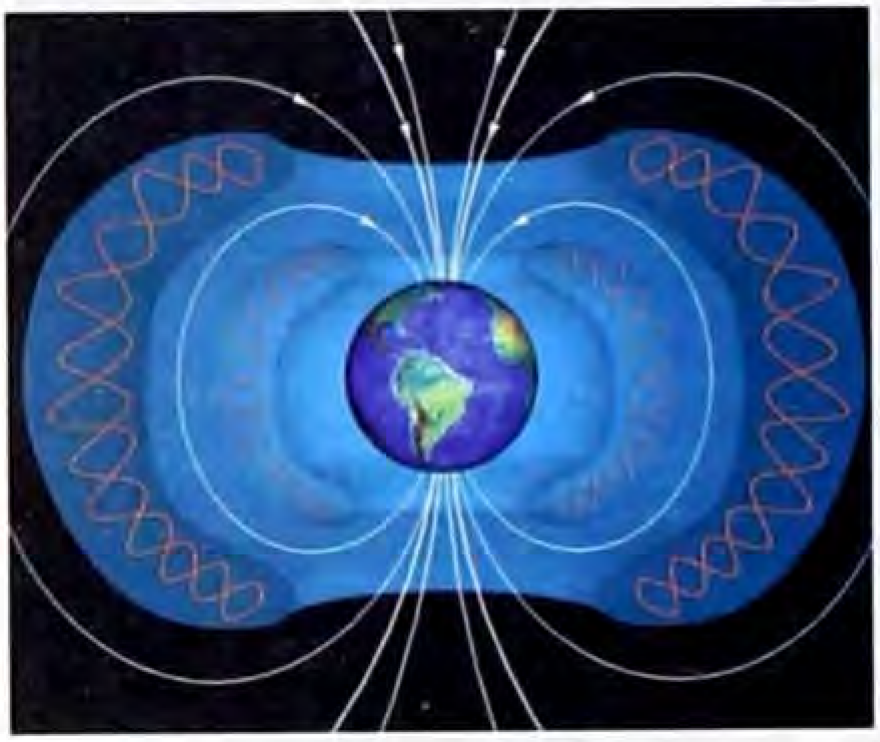
Мисалы, Жердин географиялык картасын же глобусту үңүлүп караганда, Африка жана Түштүк Американын жээктеринин сызыктары бири бирине дал келе тургандыгын байкоого болот. Анткени, мындан 200 миллион жыл мурда алар бир бүтүн материк болгон. Австралиялык кенгурунун сөөктөрү Антарктидадан табылган. Чындыгында, континент эмес эле, аларды жана деңиздердин түбү менен кошо бириктирген плиталар жылыга бир нече *см*ге которулушуусунан, континенттер пайда болгон.

Жердин ички түзүлүшүнүн мындай модели, вулканологдон Жердин бетине агып чыккан вулкандын курамын жана космостон Жердин бетине түшүп турган метеориттердин курамынын изилдөөлөрүнүн натыйжалары деп кароого болот.

Мисалы, байыртадан асмандан түшкөн кара таштардан, өз мезгилинде согуштук максатта даярдалган Дамаск кылычтарынын сапаты жогору болгон. Анткени, асмандан түшкөн кара таштар метеориттердин бир түрүнө кирет.

Ал эми, метеориттер качандыр бир мезгилде кандайдыр планетанын борборуна жакын жайланышкандыктан, анын тыгыздыгы жогору болот. Мына ушул себептен, планета жок болуп, майдаланып кеткенден кийин пайда болгон метеориттер, алардын ички түзүлүшүнүн кайсы чекиттеринде жайланышкандыгынан кабар берет. Ушундай эле маалымат лава муздагандан кийин, анын курамындагы телолордун тыгыздыгын аныктоо аркылуу алынат.

Эгерде мантияда конвективдик процесстер пайда болбосо, мындан 10000 жыл мурда, жыл мезгил ичиндеги температуранын өзгөрүшүнөн жана эрозия процесстеринен, тоолор жок болуп кетмек. Жердин бетинин калыңдыгы 20–30 *км*ге жакын болуп, андан да жука катмарлары бар.



Жердин бетине чейин келип жеткен мантия менен байланышкан көңдөйлөр аркылуу мезгил-мезгили менен лавалардын сыртка чыгышы же «эски» өчкөн вулкандар «(Этна) ойгоно» тургандыгы белгилүү.

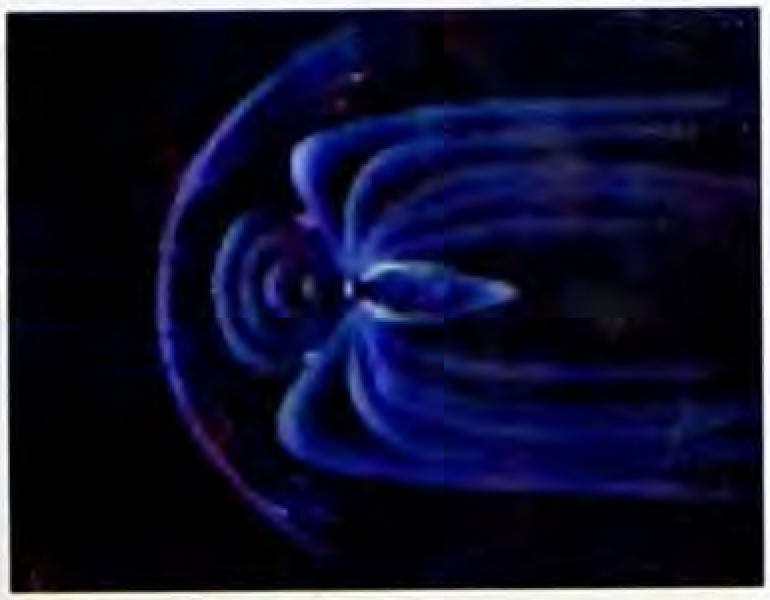
Мисалы, «Санников жери» аттуу көркөм фильмде вулкандык процесстер, б. а. сыртка чыккан газдар, ылайлар менен кошо суунун кайнаган, Жер титирөөлөрдүн көз ирмемдери тартылган.

Демек, Жердин ядросундагы плазманын заряддалган бөлүкчөлөрүнүн белгилүү бир багыттагы кыймылдарынан, анын магнит талаасы пайда болот деп айтууга толук негиз бар. Ошону менен бирге компастын жебеси туруктуу абалда дайыма боло бербей тургандыгын байкоолор көрсөткөндүктөн, кээде Жердин ядросундагы токтордун багыттарын анчалык көп эмес чекте өзгөртүп тургандыгынан далалат берет.

Жердин магнит талаасын адамзат үчүн чоң зыяндарды алып келүүчү космостон келүүчү ар кандай заряддалган бөлүкчөлөрдүн топтомунан сактап, магниттик калкандын ролун аткарат.

Мисалы, алардын көпчүлүгү Күндөн келет. Күндүн борборунда зат плазма абалында 13 млн. градуска жакын, бетинде 6000 градуска жакын болот.

1608-жылдары Г. Галилей биринчи жолу Күндүн тактары бар экендигин телескоп аркылуу байкаган. Күндө кара тактар көбөйгөн мезгилде, Күн ылдамдыгы 1000 *км* көп заряддалган бөлүкчөлөрдү (электрондорду, протондорду) «бүркүп» турат. Мындай заряддалган бөлүкчөлөр Жердин бетине жакындап



келе баштаганда, анын магнит талаасынан Лоренц күчүнүн аракети менен спираль боюнча кыймылга келишип, уюлга жакын атмосферанын жогорку катмарларын «бомбалашат».

Натыйжада, уюлдук жаркыроолор пайда болот.

Күндүн активдүүлүгү ар бир 11 жылда кайталанып турат. Күндүн активдүүлүгү күчөгөндөгү Жердин магнит талаасынын тышкы көрүнүштөрүнүн формалары сүрөттө берилген.

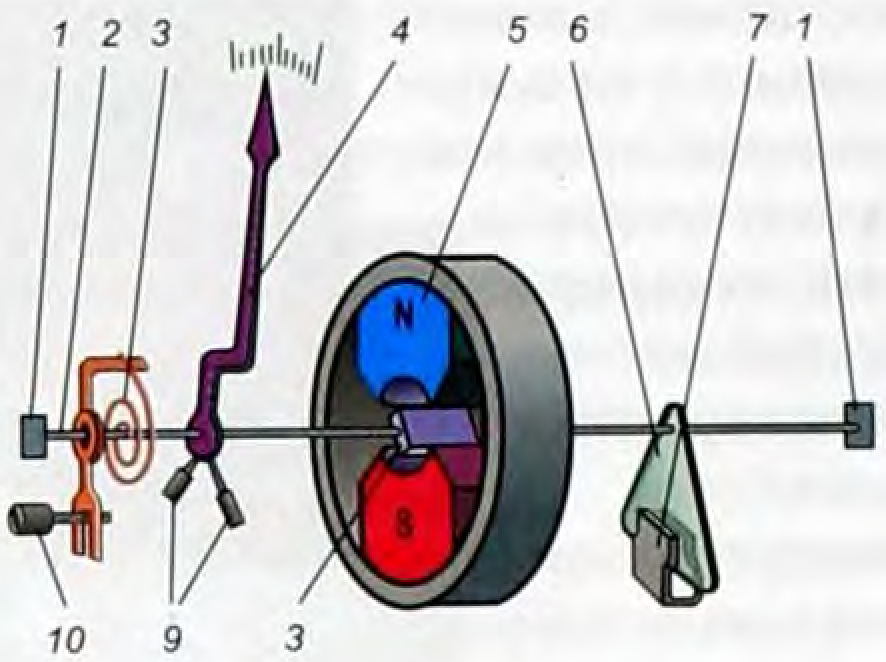
Мындай мезгилде, Жердин бетинде пайда болгон «магниттик бороондон» радио байланыштарды, уюлдук телефондордун байланыштары жоголуп кетет. Адамдар грипптин ар кандай түрлөрү менен ооруга дуушар болушат. Мындай мезгилдерде жүрөгү ооругандардын көчөгө чыгууларына кеңеш берилбейт.

Күндүн активдүүлүгү Жердин магнит талаасынын жана жогорку катмарынын физикалык касиеттерин гана өзгөртүү менен чектелип калбастан, кала берсе, дарактарды кыйганда, алардын «жашын» аныктоочу шакектерде да «изин» калтыргандыгын аныктоого болот.

§ 64. Аналогдук амперметр, вольтметр, Омметр жана алардын өлчөө чегин көбөйтүү

Электр тогун өлчөөчү приборлорго амперметр, вольтметр жана өткөргүчтүн каршылыгын өлчөөчү омметрлер кирет. Аталган приборлордун ар кандай көптөгөн түрлөрүнө карабастан, алардын бардыгы бир эле принципте иштейт.

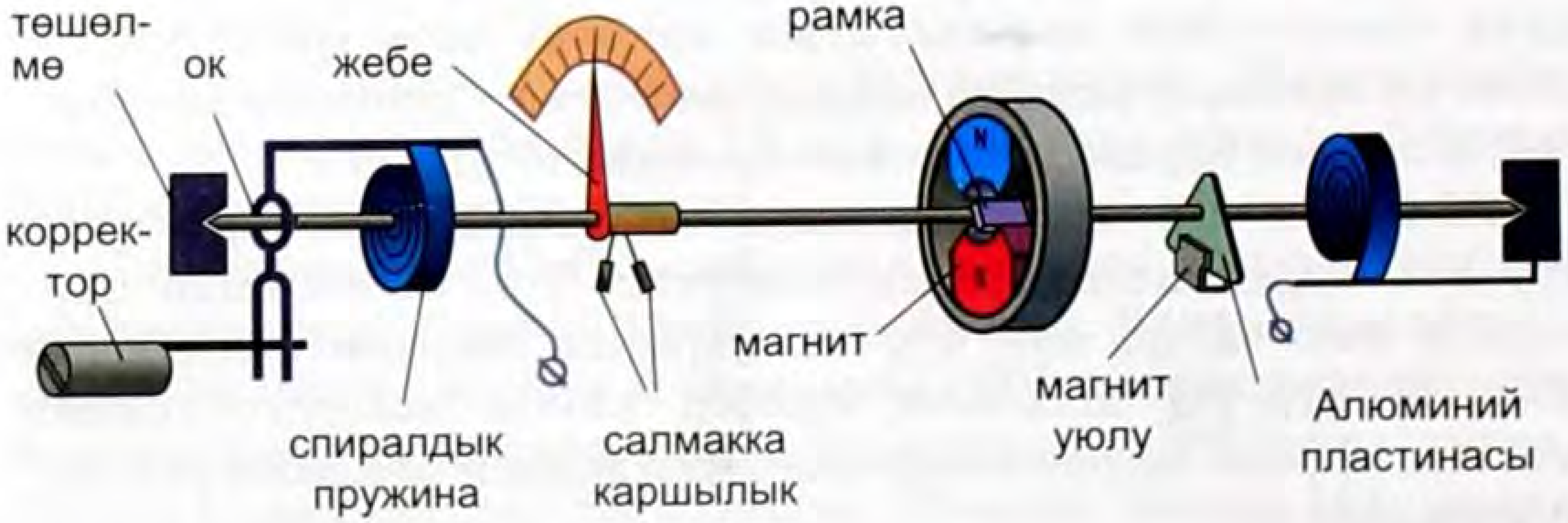
Жебенин (0) **нөл** абалынан жылышы – прибор аркылуу ток өтүп жаткандыгын көрсөтөт. Ток көбөйгөндө прибордун жебеси да чоң бурчка кыйшая баштайт. Жебенин жылып жүрүүчү шкаласы прибор кайсы чоңдукту өлчөп жаткандыгына жараша амперде, миллиамперде, вольтто градуировкаланат.



Жебелүү (аналогдук) приборлордун бир нече түрү: магнитоэлектрдик, электродинамикалык, электромагниттик системалары бар: магнитоэлектрдик системасы – магнит талаасындагы тогу бар өткөргүчкө Ампердик күч аракет эте тургандыгына негизделген. Прибордун жебесин тең салмактуу абалын камсыз кылуучу эки оромонун «муруту» болуп, ток өлчөнгөндөн кийин, жебени кайра мурдагы абалына кайтаруу үчүн пружина менен бириктирилет.

Прибордун кыймылдуу бөлүгү менен биригип, туруктуу магниттин борбору аркылуу өтөт. Айлана түрүндөгү кыймылсыз туруктуу магнитти түзгөн бир тектүү магнит талаасында, айлана турган бир нече оромодон турган түрмөктөн турат. Түрмөктүн эки учу прибордун чыгуучу клеммаларына туташтырылат. Дагы бир магнитоэлектрдик прибордун ички түзүлүшүндө, анын бөлүктөрүнүн белгилениши орус тилинде берилди.

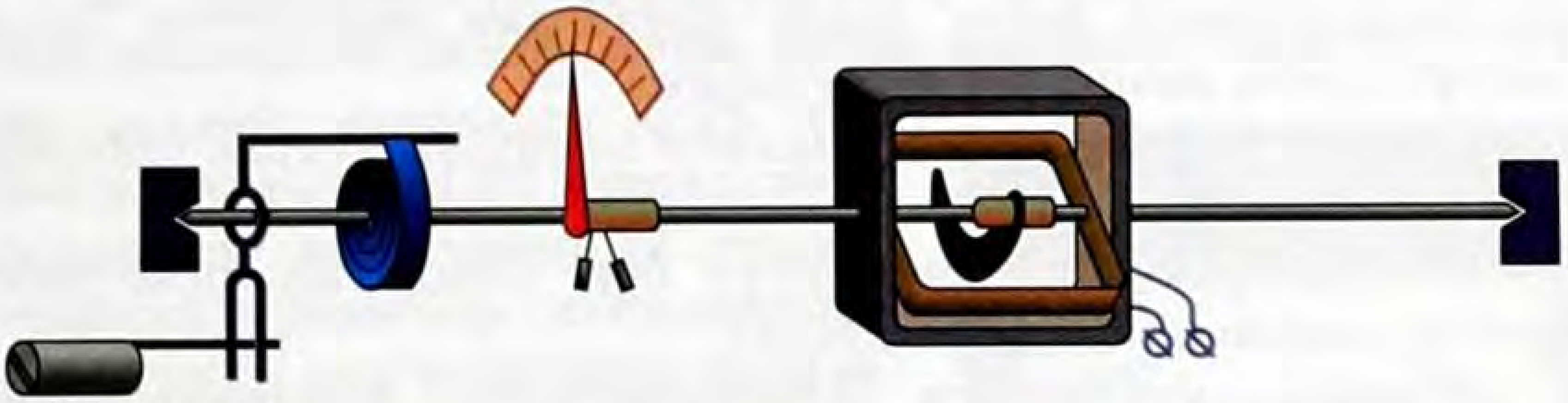
Магнитоэлектрдик прибор



Прибор өчүрүлгөндөн кийин, жебенин термелүүсүн токтотуу үчүн, дагы бир туруктуу магниттин ичинде туташ алюминий пластинасы, анын кыймылдуу бөлүгүнө бириккен болот. Прибордун кыймылдуу бөлүгү менен кошо бул туташ алюминийдин пластинасынын туруктуу магниттин талаасында айланышы, анда индукциялык токтун пайда болушуна алып келет. Өз кезегинде индукциялык токтун магнит талаасы менен туруктуу магниттин магнит талаасынын өз ара аракетинен, алюминий пластинасынын токтошу камсыз болот. Аны менен кошо жебенин да термелиши кыска убакытта токтойт. Мында прибордун кыймылдуу бөлүгүнүн окто айланышында пайда болгон сүрүлүүнү азайтуу үчүн ок атайын (корундга) материалга кийгизилет.

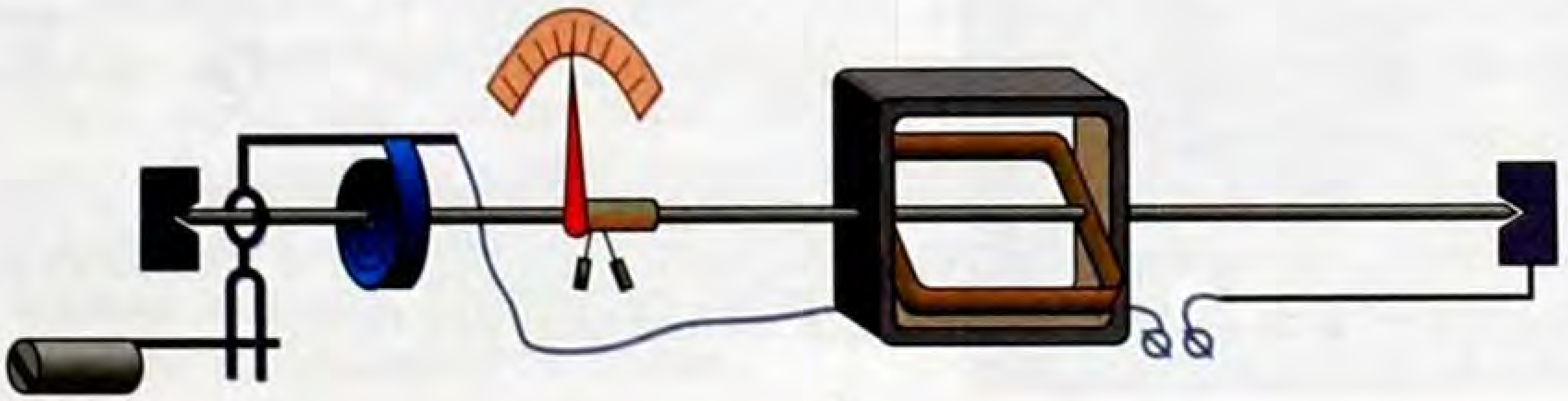
Электромагниттик прибордун магнитоэлектрдиктен, магнит талаасын прибордун индуктивдүүлүк катушканын түзгөндүгү менен айырмаланат.

Электромагниттик прибор



Электродинамикалык прибор эки катушкадан турат: бири – кыймылсыз болуп, прибордун магнит талаасын түзсө, экинчиси – жебе менен кошо кыймылга келет. Аны негизинен кубаттуулукту өлчөөчү ваттметрде колдонот.

Электродинамикалык прибор



Радиотехникалык башка системаларга караганда, магнитоэлектрдик система жогорку сезгичтеги, аныктоо тактыгы жана шкалалардын бир калыптануулугу менен айырмаланат.

Приборду тигил же бул электрдик чондуктун маанисин өлчөөдө колдонуу үчүн, аны мүнөздөөчү эки параметри эске алынат:

– жебени толук бурчка жылдыруучу токтун $\mathbf{I}_{пр}$, б. а. шкаланын акыркы маанисине чейин жебени жылдыра ала турган пределдик ток жана прибордун рамкасына оролгон түрмөктүн каршылыгы $R_{пр}$;

– прибордун биринчи параметри жөнүндө, анын шкаласы боюнча аныктоого болот.

Мисалы, сүрөттө көрсөтүлгөндөй mA деп жазылган болсо миллиамперметр жана анын пределдик көрсөтүүсү 5 mA токтун күчүн аныктайт деп түшүнөт.

Экинчи параметринин мааниси көпчүлүк учурда шкалага жазылып коюлат.

Электр чынжырында токтун бар экендигин аныктоочу прибор **гальванометр** деп аталат.

Мисалы, мектептеги гальванометрдин жардамы менен туздалган помидордун ичинде электр тогу пайда боло тургандыгын далилдөөгө болот. Ал үчүн, диаметри ~0,1 $мм^2$, ПЭЛ (провод эмалированный лакированный) жука зымдын сыртын лактан тазалап, кара карандаштын 2–3 сөңгөгү бири бирине бириктирип оролот. Алардын экинчисинен даярдалган эки өткөргүчтү помидордун ичинде бири бирине жакын жайланыштырса, бир аз убакыттан кийин гальванометрдин жебесинин абалы өзгөрүп, чынжырда токтун пайда болгондугун маалымдайт.

Гальванометрди электр чынжырындагы токтун күчүн өлчөөчү амперметр же чынжырдын учтарындагы чыналууну өлчөөчү вольтметр катарында пайдаланууга болот.

Гальванометрди амперметр катары пайдалануу же амперметрдин өлчөө чегин кеңейтүү үчүн, анын ички каршылыгына параллель **шунт** уланат. Мындай абалда, токтун негизги бөлүгү шунт аркылуу өтүп, гальванометр аркылуу белгиленген токтун күчү өтөт. Амперметрдин шкаласы токтун күчүнүн маанилери менен градиуровкаланат. Шунттун каршылыгын төмөнкү формула менен аныктап алууга болот.

$$R_{ш} = I_{пр} R_{пр} / (I_{пр.max} - I_{пр}).$$

Гальванометрди вольтметр катары пайдалануу үчүн, анын ички каршылыгына удаалаш **кошумча каршылык** уланат.

Кошумча каршылыктын маанисин төмөнкү формула менен аныктоого болот.

$$R_{к.к.} = U_{пр.max} / I_{пр.} - R_{пр}.$$

Өткөргүчтүн каршылыгын өлчөө үчүн омметр пайдаланылат. Өз алдынча омметрди топтоп алса да болот. Ал үчүн, гальванометрдин ички каршылыгына удаалаш резистор (R^*) жана 1,5 *В* чыңалуудагы токтун булагы бириктирилет.

R^* резисторунун каршылыгын, формуланы пайдаланбай аныктоого болот. Анын туура маанисин аныктоо үчүн, ар кандай маанидеги 0,25 кубаттуулуктагы МЛТ (металлизированный лакированный теплостойкий) резистор пайдаланып, омметрдин эки учун бири бирине бириктиргенде, анын жебеси оң жакка жылып кетет. Качан гана жебенин абалы прибордун максималдуу шкаласына туура келгенде, каршылыктын мааниси нөлгө барабар деп эсептелет.

Адегенде каршылыгы белгилүү резисторлорду приборго улап, алардын маанилери жебенин абалына жараша, анын тушуна кара түстөгү калем менен жазып коюлат. Приборду омметр катары пайдаланууга болот.

Электр чынжырындагы чыңалууну, токтун күчүн, ар кандай түрдөгү өткөргүчтөрдүн каршылыктарын күнүгө аныктап туруу Амперметрди, Вольтметрди, Омметрди (АВ Омметр) бир корпуста топтоо зарылдыгы келип чыккандыктан, электр тармактарындагы иштеген энергетиктер дайыма тестерди (АВ Омметрди) пайдаланышат. Аналогдук жана санариптик тестерлердин тышкы көрүнүштөрүн сүрөттөн көрүүгө болот.

Ал эми, электрдик тармактарда өлчөөчү приборлордун тышкы көрүнүштөрүн тиешелүү сүрөттөн көрүүгө болот.

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШТЕР

№ 1 лабораториялык иш.

Жылуулук алмашуу процесси аркылуу металлдын салыштырма сыйымдуулугун аныктоо.

Жабдуулар: суусу кайнаган идиш, массасы белгилүү металл, суусу бар идиш, термометр (100°С).

Кыскача теория.

Жылуулук алмашууда ысытылган телонун жылуулук санынын бир бөлүгү (Q), суугa (Q_1), калган бөлүгү идишке (Q_2) берилет б. а.

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (1)$$

Эгерде кайнап турган суунун ичиндеги металл, бөлмөнүн температурасындагы суугa малынганда, ысыган суунун температурасы тез өлчөнсө, $Q_2 = 0$ деп эсептөөгө болот.

Бул учурда $Q = Q_1$ (2) болгондуктан, металлдан бөлүнүп чыккан жылуулук саны төмөнкүдөй аныкталат.

$$Q = C_м \cdot m_т (t_2 - t). \quad (3)$$

t_2 – суунун кайноо температурасы.

t – ысыган суунун температурасы.

Суугa берилген жылуулук саны.

$Q_1 = C_c \cdot m_c (t - t_1)$ t_1 – суунун башталгыч температурасы.

Демек, $C_м m_т (t_2 - t) = C_c m_c (t - t_1)$ мындан $C_m = \dfrac{C_c m_c (t - t_1)}{m_т (t_2 - t)}$.

Бул формуладан көрүнүп тургандай, тигил же бул металлдын салыштырма сыйымдуулугун аныктоо үчүн, C_c, m_c, $m_т$– чондуктары белгилүү болгондуктан жана $t = 96–97°С$, $t_1 = 20°С$ деп алынса, анда лабораториялык ишти аткарууда бир гана ысыган суунун температурасын өлчөөгө туура келет. Мындай термометрди жана кичинекей тараза, анын таштарын жакын арадагы дарыканалардан табууга болот.

Лабораториялык ишке көрсөтмө:

1. Суунун, металлдын массасын аныктап алгыла.

2. Кайнаган суунун температурасын жана экинчи идиштеги суунун баштапкы температурасын (t_1) термометр менен өлчөгүлө.

3. Идиштеги кайнап турган суунун ичине жипке илинген металлды жайланыштыргыла.

4. Бир нече минутадан кийин металлды бөлмө температурасындагы суусу бар идишке түшүргүлө.

5. Ысыган суунун температурасын өлчөгүлө.

6. Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанисин таблицага жазгыла.

Таблицаны толтургула.

№ п/п	$C_с$	$m_с$	$m_т$	t	t_1	t	$C_т$	$C_{орт}$
1								
2								
3								

$C_т$ дин маанисин бир кыйла тагыраак аныктоо үчүн тажрыйбаны (1) формуланын негизинде, кошумча өлчөөлөр аркылуу аракет кылып көргүлө.

Лабораториялык шартта аныкталган чоңдуктардын негизинде табылган металлдын салыштырма сыйымдуулугун, таблицадагы мааниси менен салыштырып көргүлө жана бул мааниге лабораториялык иште канчалык жакындаганын жана тактыгын анализдеп көргүлө.

? Суроолор:

1. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун физикалык маңызын чечмелегиле.
2. Бирдей массадагы, бирдей температурадагы жез менен алтындын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу бирдей болобу?
3. Эгерде тажрыйбадагы суунун бир бөлүгү (20 *г*) буугa айланса, (1) – формула кандайча жазылат? Бул абал үчүн жылуулук санын аныктагыла.

№ 2 лабораториялык иш.

Августтун психрометри менен бөлмөнүн салыштырма нымдуулугун аныктоо.

Жабдуулар: Августтун психрометри, психрометрдик таблица.

Кыскача теория:

Жердин көпчүлүк бөлүгүн суу мейкиндиги каптап турат. Ошондуктан, абада суунун буулары дайыма болот. Бирок температурага жараша суунун бууларынын кандай абалда болушуна жараша, Жердин бетинде туман, булуттар пайда болушат. Ал эми үйдө, жумушта, бөлмөнүн ичиндеги абанын курамында кандай өлчөмдө суунун буусунун бар экендиги жана бул суунун буулары каныгуу абалынан канчага алыс экендиги, Адамдын эмгекке болгон аракетин аныктайт. Эгерде суунун буусу абада көп болсо **нымдуу аба** деп аталат. Адатта абадагы суунун буусу каныкпаган абалда болот. Эгерде температура төмөндөй баштаса, анын белгилүү бир маанисинде суунун буусу каныккан абалга өтөт.

Бул температура – **шүүдүрүм чекити** деп аталат. Анткени, температуранын андан төмөнкү мааниге ээ болушу, суу буусунун конденсацияланышына, б. а. суюктуктун тамчыга айланусуна алып келет. Ошондуктан, абанын салыштырма нымдуулугу – бул суунун буусунун каныгуу абалынан канчага алыс экендигин көрсөтөт.

Абанын салыштырма нымдуулугу берилген температурада, абадагы суунун басымынын ошол температурадагы каныккан буунун басымынын катышына барабар болот.

Августтун психрометринин жардамы менен абанын салыштырма нымдуулугун аныктоого болот. Августтун психрометри эки термометрден турат.

Биринчиси, кургак термометр.

Ал бөлмөдөгү температуранын маанисин көрсөтүп турат.

Экинчиси, нымдуу термометр.

Термометрдин резервуары атайын чүпүрөк менен байланып, ал суунун ичинде болот. Ал эми, суунун бетинен суунун бууланусу тынымсыз жүрүп тургандыктан, суунун температурасы, чөйрөнүн температурасынан төмөн болот. Ошондуктан, нымдуу термометрдин көрсөткүчү кургак термометрге караганда төмөн болот.

Психрометрдин жардамы менен бөлмөнүн салыштырма нымдуулугун аныктоо үчүн температуранын эки маанисин аныктап алуу талап кылынат:

1. Кургак термометрдин көрсөтүүсү;
2. Кургак жана нымдуу термометрдин көрсөтүүсүнүн айырмасы.

Натыйжада, психрометрдик таблицадагы жогорудагы эки көрсөткүчтүн кесилишкен чакмагындагы маани – бул өлчөө жүргүзүлгөн бөлмөнүн салыштырма нымдуулугун көрсөтөт.

Абанын салыштырма нымдуулугу аныкталган күндү жана анын маанисин жазып койгула.

? Суроолор:

1. Абанын салыштырма нымдуулугунун физикалык маңызын чечмелегиле?
2. Эмне үчүн жайдын ысык күндөрүндө, эртең менен чөптөр шүүдүрүм болуп калат?
3. Кышында эмне үчүн көчөлөрдө, тоолордо туман пайда болот?

№ 3 лабораториялык иш.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы аркылуу анын узундугун аныктоо.

Жабдуулар: амперметр, вольтметр, ток булагы 4,5 *В* өткөргүч.

Кыскача теория.

Өткөргүчтүн узундугун, анын салыштырма каршылыгын аныктоо үчүн тиешелүү формула пайдаланылат:

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

Мында: l – өткөргүчтүн узундугу

S – туурасынан кесилиш аянты

R – каршылык

ρ – өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы бирдик узундуктагы (1 *м*) бирдик аянтка ээ болгон (1 $м^2$) өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт. Мындан l = RS/r эгерде R = U/I l = US/pI мында U– өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуу, I – ток күчү. lди аныктоо үчүн, вольтметр менен Uну, амперметр менен Iни ченөө керек болот.

ρнун мааниси таблицадан белгилүү. Өткөргүчтүн туурасынан кесилиш аянтын аныктоо үчүн, өткөргүчтү карандашка тыгыз кылып 15–20 жолу ороп, оромдордун узундугун Lди N – оромдордун санына бөлүп диаметрин аныктайбыз.

$$D = L/n, \quad S = \frac{\pi D^2}{4}.$$

Ошондуктан өткөргүчтүн узундугун аныктоо үчүн төмөнкү формуланы пайдаланууга болот.

$$l = \frac{\pi D^2 U}{4\rho I}.$$

Ишти аткаруунун тартиби.

1. Зымды карандашка ороп, Lди сызгыч менен ченеп, Dны эсептегиле.

2. Өткөргүчтү ток булагына схема боюнча улагыла. Амперметрдин жана вольтметрдин көрсөтүүлөрүн таблицага жазгыла.

3. Өткөргүчтүн материалын аныктап, справочниктен ρ нун маанисин таап таблицага жазгыла.

4. Формула боюнча lдин эсептегиле.

5. Чыңалууну өзгөртүү менен тажрыйбаны 2–3 жолу кайталагыла.

Таблицаны толтургула.

N	L; *м*	D; *м*	I; *А*	U; *В*	ρ; *Ом · м*	l; *м*	$l_{орт}$; *м*	$\Delta l = l_{орт} - l$; *м*
1								
2								
3								

6. Формула менен аныкталган өткөргүчтүн узундугу (L) менен, лабораториялык иште пайдаланган өткөргүчтүн узундугун (l) сызгыч менен текшерип көргүлө. Тажрыйбанын жыйынтыгын жазгыла. Эгерде өткөргүчтүн сызгыч менен өлчөнгөн узундугу лабораториялык иште аткарылган узундук менен дал келсе же ага жакын жыйынтык алынса, бул лабораториялык иштин туура аткарылгандыгын көрсөтөт. Эгерде, бул узундуктардын айырмасы чоң болсо, лабораториялык иште токтун күчүн амперметр, чыңалууну вольтметр менен өлчөө жана узундукту эсептөөдө катачылыктарга жол берилген. Мындай эксперименталдык өлчөөлөрдү кайталап, анын оң натыйжасын алууга аракеттенгиле.

№ 4 лабораториялык иш.

Өткөргүчтү удаалаш жана параллель туташтыруунун жолдорун үйрөнүү.

Жабдылышы: лабораториялык амперметр, лабораториялык вольтметр, эки кызытуучу лампочка, аны туташтыруучу зымдар, ток булагы (4,5 *В*).

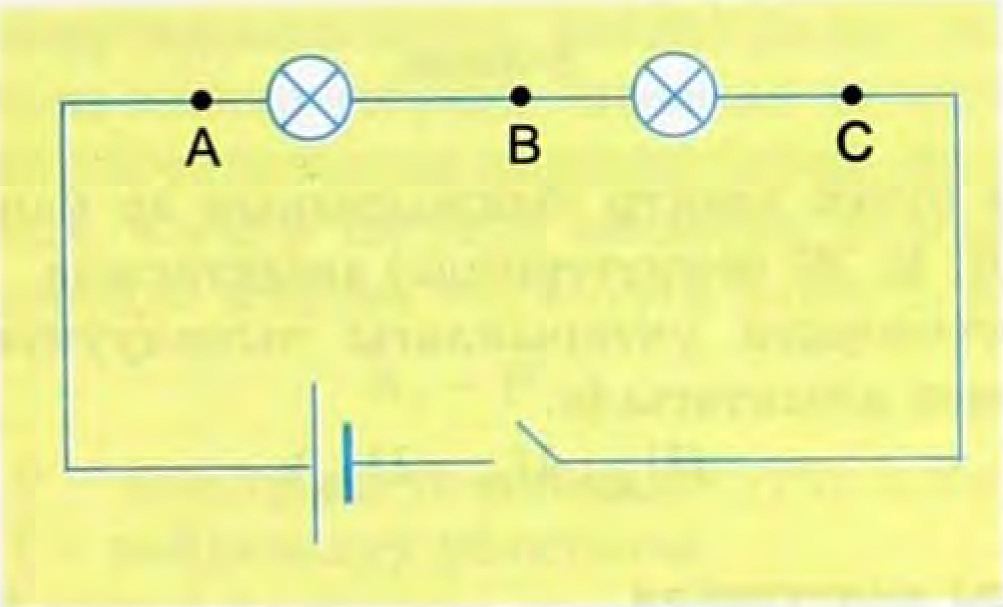
Лабораториялык ишти аткаруу тартиби.

а) Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу.

1. Эки өткөргүчтү 1-чийме боюнча удаалаш туташтыргандан кийин, ачкыч аркылуу токтун булагына (4,5 *В*) бириктиргиле.

2. Амперметрди электр чынжырынын ар кандай бөлүгүндө (*A, B, C* чекиттеринде) маанилерин аныктагыла.

3. Вольтметр менен ар бир өткөргүчтүн (лампочканын) учтарындагы жана эки өткөргүчтүн жалпы учтарындагы (*AC*) чыңалуусунун маанисин аныктагыла.



1-чийме.

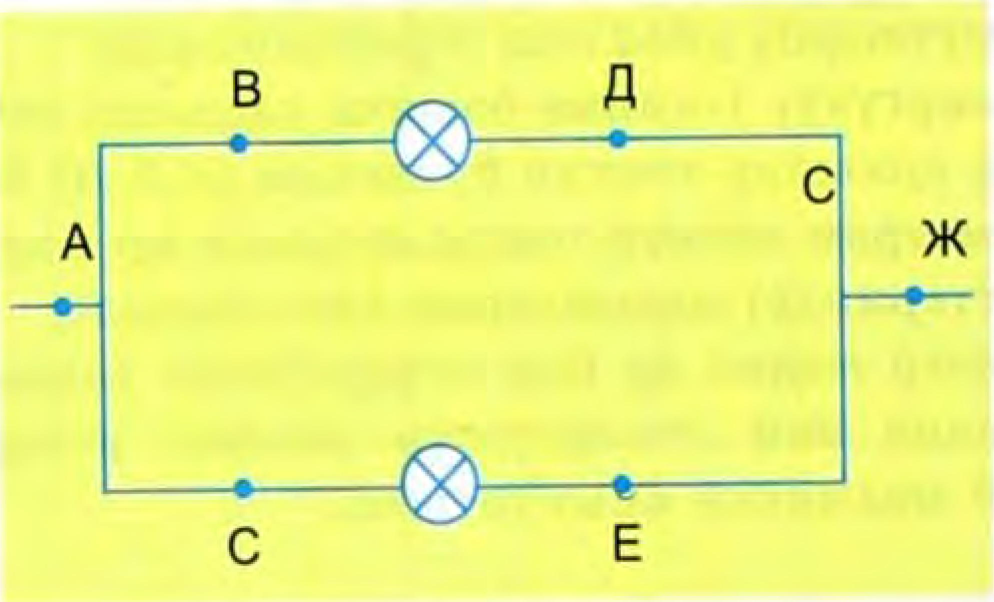
Таблицаны толтургула.

№ п/п	I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}
1						
2						
3						

4. Тажрыйбада аныкталган токтун күчтөрүнүн жана чыңалуулардын маанилерин салыштырып чыгып, тиешелүү корутундуларды чыгаргыла.

б) Өткөргүчтөрдү параллель туташтыруу.

1. Эки өткөргүчтү 2-чийме боюнча туташтыргандан кийин, ачкыч аркылуу токтун булагына (4,5 В) бириктиргиле.



2-чийме.

2. Токтун күчүн электр чынжырынын ар кандай бөлүгүндө (А, В, С, же Д, Е, Ж чекиттеринде) аныктагыла.

3. Өткөргүчтөрдүн учтарындагы чыңалуунун маанилерин вольтметр менен аныктагыла.

$(U_{ВД}, U_{СЕ}, U_{АЖ})$.

Таблицаны толтургула.

№	I_A	I_B	I_C	$U_{ВД}$	$U_{СЕ}$	$U_{ДМ}$
1						
2						
3						

Тажрыйбада аныкталган токтун күчтөрүнүн жана чыңалуулардын маанилерин салыштырып чыгып, тиешелүү корутунду чыгаргыла.

№ 5 лабораториялык иш.
(Үй шартында)

Электр тогунун аткарган жумушун аныктоо.

Пайдалануучу жабдуулар: үйдөгү кызытуучу лампочка же телевизор ж. б. у. с. (1 даана) электр эсептегич.

Кыскача теория.

Электр энергиясы, энергиянын башка түрлөрүнө (механикалык, жылуулук, жарык ж. б.) айлануучу эң ыңгайлуу энергиянын түрү болуп саналат.

Электр тогунун жумушу башка энергияларга айлануусунун ченин көрсөтөт.

Эгерде электр энергиясы жылуулук энергиясына айланса, анда электр тогунун аткарган жумушу өткөргүчтө бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болот.

$$A = Q.$$

Ал эми, үй шартында пайдаланып жаткан электр приборлорунун электр энергиясына канча, кандай бөлүгү пайдаланылгандыгын көрсөткөн электр тогунун аткарган жумушунун сандык маанисин электр эсептегичтин көрсөткүчүнөн аныктоого болот.

Чындыгында, электр тогунун аткарган жумушунун маанисин формула түрүндө эсептеп чыгарууга болот б. а.

$$A_т = P \cdot t.$$

Мында P – электр тогун пайдалануучу кубаттуулук
t – пайдалануу убактысы.

Мындан P менен t мааниси аркылуу A нын мааниси аныкталат. Электр счетчиги да $A_{сг}$нын маанисин аныктайт. Бирок, формула менен аныкталган ($A_т$)нын мааниси, электр счетчиги көрсөткөн маанисине ($A_{сг}$) дал келеби?

Теориялык көз караш менен караганда $A_т = A_{сг}$, б. а. дал келет. Практика жүзүндө дайыма $A_т < A_{сг}$. A нын себеби, электр счетчиги чагылдырылган $A_т$нын мааниси жалпы сарпталган энергиясын көрсөтөт б. а. электр тогун пайдалануучу жана туташтыруучу зымдарда бөлүнүп чыккан жылуулук санына сарпталган жалпы электр тогунун жумушун көрсөтөт.

$A_ф$– берилген электр тогунун сарпталган электр энергиясынын бөлүгүн көрсөтөт.

Лабораториялык ишти аткаруу тартиби:

1. Үйдөгү пайдаланылган бир бөлмөнүн электр лампочкасынын кубаттуулугун бетиндеги жазуу боюнча аныктагыла.
2. Электр счетчигинин көрсөткүчүнүн маанисин жазып алгыла.
3. Үйдө электр тогун керектөөчүлөрдү ток булагынан ажыратып (телевизор, радио, магнитофон, муздаткыч ж. б. у. с.) бир гана электр лампочкасын алдын ала кубаттуулугун аныктап алып, бир эле электр тогун пайдалануучусу катары ток булагына бириктиргиле (5–10 *мин*).

Эскертүү: үй шартында сөзсүз эле бир электр лампочкасы менен чектелбей, ар кандай электр тогун пайдалануучу кубаттуулугу белгилүү болгон (телевизор, муздаткыч ж. б. у. с.) пайдаланууга болот.

4. Электр лампочкасын чынжырдан ажыратып, электр счетчигинин көрсөткүчүнүн маанисин аныктагыла. Берилген убакытта канча электр энергиясы сарпталгандыгын аныктоо үчүн, электр счетчигинин көрсөткүчүн алдын ала жазып алгыла. Көрсөткүчтүн айырмасын ченегиле.

$$A_{cr} = A_a - A_б.$$

A_a – акыркы көрсөткүч, $A_б$ – баштапкы көрсөткүч.

Таблицаны толтургула.

№	A_{cr}	A	P /кВт	t/саат	$A_ф$	$A_{ф. орт}$
1						
2						
3						

Формулада аныкталган электр энергиясынын мааниси менен электр эсептегичинин көрсөтүүсүнүн айырмачылыгы эмнеден келип чыккандыгын түшүндүргүлө.

? Суроолор.

1. Электр тогунун аткарган жумушунун физикалык маңызын эсептегиле.
2. Эмне үчүн формулада ($A_т$ = P · t) эсептелген электр тогунун жумушун ($A_ф$), электр счетчигинде көрсөтүлгөн жумуштан (A_{cr}) аз болуп чыгат?
3. Эмне үчүн электр тогунун аткарган жумушу Джоуль менен эмес, *КВт · саат* бирдигинде өлчөнөт?

№ 6 лабораториялык иш.

Тема: Электр ысыткычынын пайдалуу аракет коэффициенитин аныктоо.

Кыскача теория.

Электр ысыткычтын ПАК – бул электр энергиясы канча бөлүгү пайдалуу жылуулук санына сарптала тургандыгын көрсөтөт.

$$\eta = \frac{Q}{A}:$$

мында

$$Q = Q_1 + Q_2 \cdot$$

$$Q_1 = C_c \cdot m_c(t_2 - t_1).$$

$$Q_2 = C_u \cdot m_u(t_2 - t_1).$$

Эгерде $Q_2 = 0$ деп эсептелсе, электр ысыткычынан бөлүнүп чыккан жылуулук саны толугу менен идиштеги сууну ысытууга сарпталат, $Q = Q_1$ анда ал эми $A = P \cdot \tau$ натыйжасында

$$\eta = \frac{Cm(t_2 - t_1)}{P \cdot \tau}$$

же $\eta = \dfrac{C\ m \cdot \Delta t}{P \cdot \tau}$ келип чыгат.

Эскертүү:

Эгерде термометр мектепте жок болуп калса, суунун кайноо температурасы $t_2 = 100^\circ C$ бөлмө температурасында $20^\circ C$ эсептеп, $\Delta t = 80^\circ C$ге барабар деп алуу сунуш кылынат.

Бул учурда $C_1 t_2$, $t_1 P$ маанилери белгилүү болгондуктан, η – аныктоо үчүн суунун кайноого чейинки τ убакыты жана m суунун массасы аныктоо талап кылынат.

Лабораториялык ишти аткаруу тартиби:

1. Электр ысыткычынын кубаттуулугу, анын ПАКин аныктагыла.

2. 1,5 *л* айнек идишке анчалык толтурбай, 1 *л* (1 *кг*) өлчөмдү

сууну куюп, анын ичине салынган электр ысыткычын стандарттык 220 *В* булагына туташтыргыла.

3. Суунун кайноого чейинки убактысын аныктагыла.

Таблицаны толтургула.

№	P *Вт*	τ с	C *Дж/кг.*°C	m *кг*	Δt °C	η	$\eta_{орт}$
1							
2							
3							

Тажрыйбада аныкталган физикалык чоңдуктардын маанилерин формула аркылуу η, $\eta_{орт}$ маанилерин аныктагыла, тиешелүү корутунду чыгаргыла.

? Суроолор:

1. Эмне үчүн электр ысыткычынын бөлүгүнөн чыккан жылуулук саны толугу менен сууну ысытууга сарпталбайт?
2. ПАКнын физикалык маңызын чечмелеп бергиле?
3. Тажрыйбада электр ысыткычынын ПАК (η) бир кыйла ток маанисин аныктоо үчүн, деги кандай кошумча эсептөөлөр талап кылынат?

№ 7 лабораториялык иш.

Ток булагынын ЭККсынын жана ички каршылыгын аныктоо.

Жабдуулар: Ток булагы (1,5 В же 4,5 В), лабораториялык амперметр жана вольтметр, туташтыруу зымдар, электр лампочкасы (3,5 *В*).

Кыскача теория.

Туюк чынжыр ЭККсы ε , ички каршылыгы r ток булагынан жана тышкы каршылыгы R барабар керектөөчүдөн турат. Туюк чынжыр үчүн Омдун закону боюнча

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}. \qquad (1)$$

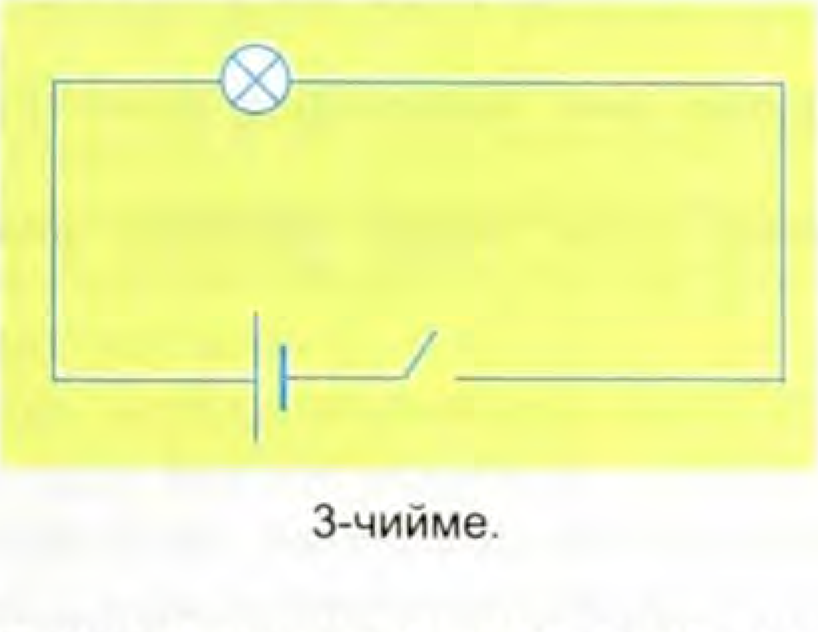
Мындан $\varepsilon = IR + Ir$, эгерде IR = U болсо,

$$U = \varepsilon - Ir. \qquad (2);$$

Демек, туюк чынжырда чыңалуунун мааниси ток булагынын ЭККнөн аз болот.

Эгерде, чынжыр туюкталбаса, $I = 0$ болгондуктан $U = \varepsilon$; мындан, эгерде чынжыр туюкталбаса, өлчөнүлгөн чыңалуу, ток булагынын ЭКСсына барабар.

Чынжырды ачкыч менен ток булагынан ажыраткан абалда, ток булагына бириктирилген вольтметр аркылуу (3-чийме) аныкталган чыңалуунун мааниси, булактын ЭККсынын маани-



3-чийме.

син көрсөтөт. Чынжыр туюкталганда амперметр токтун күчүнүн маанисин көрсөтөт. Ал эми, вольтметр лампочкага параллель туташтырылганда, чыңалуунун маанисин көрсөтөт. Тажрыйбада I, ε, U физикалык чоңдуктарынын маанилерин аныктоо аркылуу, $r = \frac{U - \varepsilon}{I}$ формуласынан ток булагынын ички каршылыгынын маанисин келтирип чыгарууга болот.

Лабораториялык ишке көрсөтмө

1. Электр чынжырын чогултуп, ачкыч аркылуу туюкталганда лампочканын күйө тургандыгына жетишкиле.

2. Ачкычты ажыратып, вольтметрди ток булагына параллель туташтырып, ЭККны аныктагыла.

3. Амперметрди лампочкага удаалаш туташтырып, токтун күчүн аныктагыла.

4. Вольтметрди лампочкага параллель бириктирип, чыңалуунун маңызын аныктагыла.

5. Таблицага J, U, ε маанилерин толтуруп, rдин маанисин формула аркылуу чыгаргыла.

№	I; *А*	ε ; *В*	U; *В*	r; *Ом*	$r_{орт}$; *Ом*
1					
2					
3					

1. Электр кыймылдаткыч күчүнүн физикалык маңызын чечмелегиле?

2. Эмне үчүн туюк эмес чынжырда чыңалуу ЭККга барабар болот?

3. Туюк чынжыр үчүн Омдун законун далилдеп чыгарып бергиле.

№ 8 лабораториялык иш.
(Үй шартында).

Тема: Электромагнитти чогултуу, магниттик өз ара аракеттенишүүсүнө байкоо жүргүзүү.

Жабдуулар: туурасынан кесилиш аянты кичине болгон (~0,1$мм^2$) өткөргүч зымдар, мык, ток булагы (1,5 B, 4,5 B)

Кыскача теория.

Электромагнит – темир өзөкчөсү бар зымдын түрмөгү. Эгерде зымдын түрмөгү аркылуу ток берилсе, зымда темир өзөкчө (мык) магниттелет да башка металлдарды өзүнө тартуу касиетине ээ болуп калат. Ал эми, эки электромагнит бири бирине параллель жакындатылса, алар өз ара аракеттенишет. Эгерде эки электромагниттеги токтор бирдей багытта болсо, алар өз ара түртүлүшөт. Ал эми, токтун багыттары бул электромагниттерде карама-каршы болсо, өз ара тартылышат.

Лабораториялык ишти аткаруу тартиби:

1. Мыкка зымдарды ороонун түрлөрүнөн эң жеңил жолу менен бир жактуу орогула (оромонун саны 200–500).
2. Экинчи мыкты да мына ошол жол менен ороп чыккыла.
3. Мыкта оролгон оромону ток булагына (4,5 B) бириктирип, мыктын майда металлдан жасалган предметтерди өзүнө тартуу касиетине ээ болуп калгандыгын байкап көргүлө.
4. Эки электромагнитти бири бирине параллель жайгаштырып илип койгула.
5. Ток булагына (4,5 B), эки электромагнитти туташтыргыла, кандайча өз ара аракеттенишине байкоо жүргүзгүлө.
6. Электромагниттин биринин оромосундагы ток булагынын уюлдарын алмаштыргыла.
7. Бул абалда электромагниттер кандайча өз ара аракеттенише тургандыгына байкоо жүргүзүп, себебин түшүндүргүлө.
8. Лабораториялык иштердин натыйжасын, отчётун мугалимге тапшырып, аны классташтарыңар менен талкуулагыла.

КӨНҮГҮҮЛӨРДҮН ЖООПТОРУ

1-көнүгүү. **1.1.** 684 *кДж.* **1.2.** 2,47 $м^3$. **1.3.** 380 *Дж/кг*°С **1.4.** 89°С. **1.5.** 0,5 *кг.* **1.6.** 1,7°С. **1.7.** 28°С.

2-көнүгүү. **2.1.** 80(*Дж.* **2.2.** 0,3°С **2.3.** 0,9 *кг.* **2.4.** 0,01 *кг.* **2.5.** 6,44 *т.* **2.6.** 5°С. **2.7.** 0,25.

3, 4-көнүгүү. **3.1.** 9,2 *кг.* **3.2.** 2,7 *МДж.* **3.3.** 900 *м/с.* **3.4.** 0,9 *МДж* **3.5.** 44,4 *кг.* **3.6.** 77°С. **3.7.** 2,63 *кг.*

5-көнүгүү. **5.1.** 10,5 *кг.* **5.2.** 21 *кВт.* **5.3.** 50%. **5.4.** 2,25 *эсе.* **5.5.** 36 *км/саат.* **5.6.**1500°К. **5.7.** 882 *кг.*

6-көнүгүү. **6.1.** $7{,}6 \cdot 10^4$ *Н/м*^{2}. **6.2.** 7700°*К.* **6.3.** 1,9 *км/с.* **6.4.** 0,54 $м^3$. **6.5.** 240 *м.* **6.6.** 450 *м/с.* **6.7.** 4,2 *мм.*

7-көнүгүү. **7.1.** 820°С. **7.2.** 5 *л.* **7.3.** $21 \cdot 10^5$ *Н/м*^{2}. **7.4.** 3,6 *кг.* **7.5.** 1 *кг/м*^{3}. **7.6.** $3{,}2 \cdot 10^5$ *Па.* **7.7.** 1400°К.

8-көнүгүү. **8.1.** 1 *мН.* **8.2.** 10 *см.* **8.3.** $x = 1{,}25\ R$. **8.4.** 3300 *Н/Кл.* **8.5.** суу. **8.6.** $2{,}0 \cdot 10^{-9}$*К*; $4{,}0 \cdot 0^{-9}$ *К.* **8.7.** 10^{-8} *Кл.*

9-көнүгүү. **9.1.** $5{,}9 \cdot 10^5$ *Кл.* **9.2.** 10 *мкДж.* **9.3.** $1{,}6 \cdot 10^{-9}$*Кл*; $6 \cdot 10^{-9}$ *Дж.* **9.4.** 52 *В*; $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ *Дж.* **9.5.** 20 *кВ/м.*

10-көнүгүү. **10.1.** 580 *пФ.* **10.2.** $1{,}25 \cdot 10^4$ В. **10.3.** 0,8 *мкФ;* $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ Кл. **10.4.** 0,8 *мкФ*; 44 *В.* **10.5.** 800 *нДж.*

11-көнүгүү. **11.1.** $2 \cdot 10^5$. **11.2.** 20 *мА.* **11.3.** 20 *мВ/м.* **11.4.** 600 *кДж;* 8 *А.* **11.5.** 710 *м*; 0,71 *мм.*

12-көнүгүү. **12.1.** 100 *м.* **12.2.** 2 *А*; 2 *Ом*; 8 *В*; 12 *В.* **12.3.** 120 *Ом.* **12.4.** 8 ге. **12.5.** 100 *м.*

13-көнүгүү. **13.1.** $1{,}2 \cdot 10^6$ *Дж*; 3 *А.* **13.2.** 24,7 *мин.* **13.3.** 7200 *Дж.* **13.4.** 0,8 *А*; 100 *Вт*; $3{,}6 \cdot 10^6$ *Дж.*

14-көнүгүү. **14.1.** 1,25 *А*; 40%. **14.2.** 18 *Дж.* **14.3.** 3 *А.* **14.4.** 6,5 *м*; 11,2 *В.* **14.5.** 12 *В*; 0,2 *Ом.*

15-көнүгүү. **15.1.** 6 *А.* **15.2.** 3,4 *кг.* **15.3.** 50 *мин.* **15.4.** 3,1 *сутка;* 15 *МВт · саат.* **15.5.** $0{,}24 \cdot 10^{-8}$ *кг/Кл*; $9{,}4 \cdot 10^{-8}$ *кг/Кл.*

16-көнүгүү. **16.1.** $1{,}2 \cdot 10^{-3}$ *Гл.* **16.2.** 10^{-3} *Гл.* **16.3.** 2 *А.* **16.4.** 5 *см.* **16.5.** 50 *мТл.* 16.6. 2 *мВб*; 1,4 *мВб.*

17-көнүгүү. **17.1.** 63 *А.* **17.2.** 60 *мТл.* **17.3.** 50 *мН.* **17.4.** 20 *мТл.* **17.5.** 0,32 *пН.* **17.6.** 96 *км/с.* **17.7.** 8,9 *мс.*

18-көнүгүү. **18.1.** 0,2 *Вб/с*; 0,2 *В.* **18.2.** 0,5 *с*; 5 *А.* **18.3.** 0,49 *с.* **18.4.** 22 *В.* **18.5.** 17 *мГн.*

КАЙТАЛОО ҮЧҮН МАСЕЛЕЛЕР

1. Жылуулук саны. Салыштырма жылуулук саны

1.1. Ысытылган 5 *кг* таш суунун ичинде 1°Cка муздаганда, сууга 2,1 *кДж* жылуулук санын берет. Таштын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла.

1.2. Бала үйүндө апасына идишти жууганга жардам берүү үчүн, идиштеги 10°Стагы 3 *л* сууга канча кайнаган сууну аралаштырганда, суунун температурасы 50°С болуп калат.

1.3. 4 *кг* кирпичти 63°Ска ысытуу үчүн зарыл болгон жылуулук саны, ошондой эле массадагы сууну 13,2°Ска ысытууга сарпталган жылуулук санына барабар болсо, кирпичтин салыштырма жылуулук санын аныктагыла.

1.4. 100 *г* калайдын температурасын 32°Ска чейин төмөндөткөндө 5 *кДж* энергия бөлүнүп чыкты. Калай кандай температурага чейин ысытылган.

1.5. 5 *л* кайнаган суудан чөйрөгө 1680 *Дж* жылуулук бөлүнүп чыкса, суу кандай температурага чейин төмөндөгөн.

1.6. 800 *г* алюминий идиште 5 *л* суу 10°Стан кайнаганга чейин ысытылат. Сууга жана идишке канча жылуулук саны сарпталат.

1.7. 25°Стагы 30 *л* сууга, 95°Стагы канча сууну аралаштырганда, жалпы температура 67°С болуп калат.

1.8. Температурасы 20°С 185 *г* суусу бар 50 *г* айнек колбага, 100°Стагы сымап куюлганда, колбадагы суунун температурасы 22°Ска жогоруласа, сымаптын массасын аныктагыла.

1.9. 85°Ска чейин ысытылган 300 *г* пластина, 22°Стагы 250 *г* суусу бар 42 *г* алюминий калориметрдин ичине салынганда, андагы суунун температурасы 28°С болуп калат. Пластинанын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла.

2. Заттын агрегаттык абалдарынын өзгөрүүлөрү. Отундун күйүү жылуулугу. ПАК

2.1. Айнек идиштин ичинде, 80°Стагы 3 *л* сууну 5°Ска чейин төмөндөтүү үчүн, °Стагы канча муз керек болот?

2.2. 5 *кг* темир бак, 0°Стагы 20 *кг* суу жана 6 *кг* муз менен толтурулган. Музду эритип жана сууну 70°Ска чейин ысытуу үчүн, канча суунун буусу керек болот?

2.3. 17 °Стагы 400 *г* суусу бар идишке, 100 °Стагы суунун буусу берилгенде, ал сууга айланат. Суунун акыркы температурасын аныктагыла.

2.4. Казанда 10 °Стагы 3000 *л* сууну ысытууга 40 *кг* таш көмүр жагылды. Очоктун жылуулук бериши 60% болсо, суу канча градус Цельсияга ысыган?

2.5. ПАК 40% газ горелкасында, 100 *л* пропан газы жагылса, 15 °Стагы канча сууну кайнатууга болот?

2.6. 6 $м^3$ бензин күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болушу үчүн, канча таш көмүр жагууга туура келет?

2.7. Эгерде 500 *г* жыгач көмүр толук күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны, 100 *л* сууну ысытууга сарпталса, суунун температурасы канчага өзгөрөт?

2.8. Бала 300 *г* темир кутучада 100 *г* калайды эриткен. Эгерде алардын баштапкы температурасы 32 °С болсо, темир кутучаны жана калайды эритүү үчүн канча жылуулук саны керек болот?

2.9. Температурасы 800 °Стан 0 °Ска чейин төмөндөгөн болот буюму, 3 *кг* 0 °Стагы музду эритет. Эгерде темир буюмдан бөлүнүп чыккан энергия толугу менен музга берилген болсо, болот буюмдун массасын аныктагыла.

3. Жылуулук кыймылдаткычтары

3.1. 1888-жылдагы А. Ф. Блиновдун конструкциясындагы алгачкы каз тамандуу трактору эки буу кыймылдаткычына ээ болгон. Ал бир саатта 5 *кг* отун сарптаган. (Отундун күйүү жылуулугу $30 \cdot 10^6$ *Дж/кг*). Эгерде кыймылдаткычтын кубаттуулугу 1,5 *кВт* болсо, трактордун ПАКин аныктагыла.

3.2. 1,89 *кДж* жумуш аткаруусу үчүн трактордун кыймылдаткычына күйүү жылуулугу $4{,}2 \cdot 10^6$ *Дж/кг* болгон 1,5 *кг* күйүүчү зат талап кылынса, анын ПАКин аныктагыла.

3.3. 2 *кг* бензин сарптаган ичтен күйүүчү кыймылдаткычы $2{,}3 \cdot 10^4$ *кДж* жумуш аткарган болсо, кыймылдаткычтын ПАКин аныктагыла.

3.4. ПАКи 25% болгон автомобиль 3 *саатта* 24 *кг* бензин сарптаган болсо, анын кубаттуулугун аныктагыла.

3.5. Кубаттуулугу 36 *кВт* ичтен күйүүчү кыймылдаткыч 1 *саатта* 14 *кг* бензин сарптаса, анын ПАКин аныктагыла.

3.6. Кубаттуулугу 8,8 *кВт* ПАКи 21%, 70 *км/саат* ылдамдыктагы мотоциклдеги 8 *л* бензин канча километр жолго жетет?

3.7. Жылуулук машинасы бир цикл ичинде ысыткычтан 800 *Дж* алса, муздаткычка 600 *Дж* берет. Машинанын ПАКин аныктагыла.

3.8. Жылуулук машинасынын ысыткычынын температурасы 427°C, муздаткычынын температурасы 27°C болсо, машинанын ПАКин аныктагыла.

3.9. Жылуулук машинасынын ПАКи 80%, муздаткычтын температурасы 300°K болушу үчүн, ысыткычтын температурасы кандай мааниге ээ болот?

4. Идеалдык газ үчүн молекулалык-кинетикалык теориянын негизги теңдемеси. Идеалдык газ абалынын теңдемеси

4.1. Азоттун молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 500 *м/с*, тыгыздыгы 1,35 $кг/м^3$ болсо, анын басымын аныктагыла.

4.2. 6 *кг* газ 5 $м^3$ көлөмгө ээ болуп, басымы 200 *кПа* болсо, газдын молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгын аныктагыла.

4.3. Кычкылтектин басымы 0,2 МПа, молекулалардын орточо квадратык ылдамдыгы 700 *м/с* болсо, анын молекулаларынын концентрациясын аныктагыла.

4.4. 20 *кПа* басымдагы бир атомдуу газдын концентрациясы $3 \cdot 10^{25}$ $м^{-3}$ болсо, анын молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясын аныктагыла.

4.5. Кандай температурада гелийдин молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы, 15°Стагы суутектин молекулаларынын орточо ылдамдыктарына барабар болот?

4.6. Бир атомдуу газдын көлөмү үч эсе азайып, орточо кинетикалык энергиясы эки эсе көбөйсө, анын басымы канча эсе өзгөрөт?

4.7. Чолпон планетасынын бетинин температурасы 750°*K*, басымы 9120 *кПа*. Планетанын бетинин атмосферасы көмүр кычкыл газынан турат деп эсептеп, анын тыгыздыгын аныктагыла.

4.8. $9 \cdot 10^5$ $Н/м^2$ басым астында, 288°C температурада 12 *л* көмүр кычкыл газы бар. Газдын массасын тапкыла?

4.9. 500 $см^3$ идиште 17°C температурада 0,89 *г* суутек бар. Газдын басымын аныктагыла.

5. Электр кубулуштары. Кулондун закону. Электр талаасынын чыңалышы

5.1. Бири биринен $2 \cdot 10^{-8}$ *см* аралыктагы эки электрон кандай күч менен түртүлүшөт?

5.2. Эки заряд $-2 \cdot 10^{-8}$ *Кл* жана $-9 \cdot 10^{-8}$ *Кл* парафинде бири биринен 9 *см* аралыкта болуп, кандай күч менен өз ара аракеттенишет?

5.3. Абадагы чекиттик заряд $8 \cdot 10^{-6}$ *Кл* түзгөн электр талаасы, андан 30 *см* аралыкта кандай мааниге ээ болот?

5.4. $4 \cdot 10^{-9}$ *Кл* жана $-5 \cdot 10^{-9}$ *Кл* эки чекиттик заряддын ортосундагы аралык 60 *смге* барабар болсо, заряддардын ортосундагы талаанын чыңалышын аныктагыла.

5.5. 120 *мкКл* зарядды которуштурууда, электр талаасы $6 \cdot 10^{-4}$ *Дж* жумуш аткарса, бул чекиттеги электр талаасынын потенциалын аныктагыла.

5.6. $5 \cdot 10^{-8}$ *Кл* зарядын эки чекиттин потенциалдарынын айырмасы 1600 *В* болгон электр талаасында кандай жумуш аткарылган?

5.7. Шарды абада 1 *МВ* потенциалга чейин заряддоо үчүн, анын радиусу кандай болушу керек?

5.8. 100 *мкФ* 1,2 *кВ* потенциалдардын айырмасына чейин заряддалган конденсаторду разряддаган өткөргүчтө канча жылуулук саны бөлүнүп чыгат?

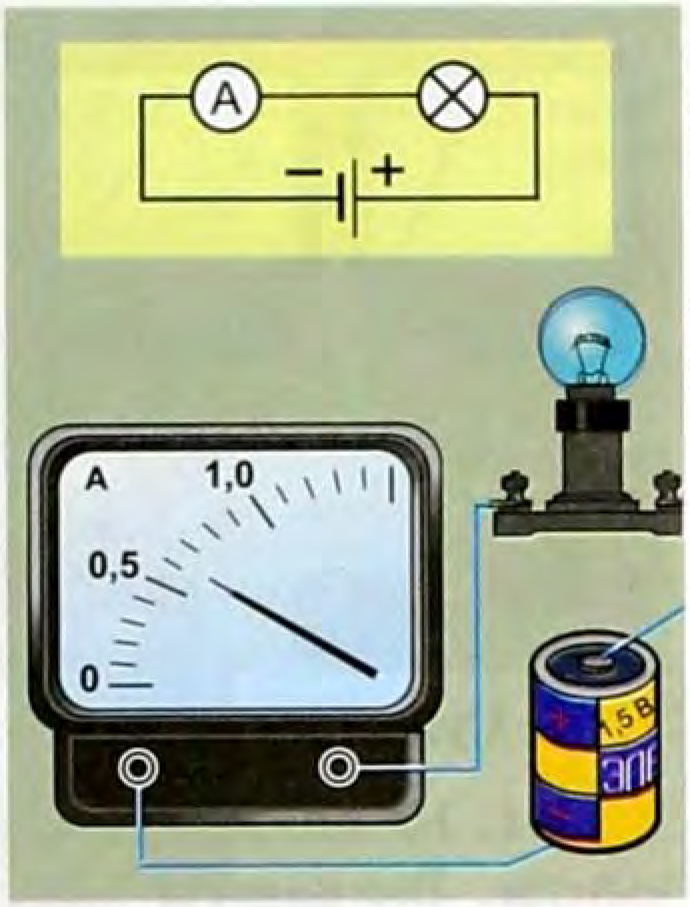
5.9. Пластиналары 200 $см^2$, аралыгы 1 *см* болгон жалпак конденсатордо электр талаасынын чыңалышы 500 *кВ/м* болсо, анын энергиясын аныктагыла.

6. Электр тогу

6.1. Вольтметрдин көрсөтүүсүн пайдаланып, анын бөлүнүү шкаласын тапкыла.

6.2. Айдын башталышында электр эсептегичинин көрсөтүүсү 22978 *кВт · саат* болсо, анын төмөнкү көрсөткүчүнүн негизинде, бул пайдаланган электр энергиясынын баасын аныктагыла. 1 *кВт · саат*-тын баасы 0,4 *сом/кВт · саат*.

6.3. Амперметрдин көрсөтүүсүн пайдаланып, 12 минутада лампочканын кызытуучу зымынан өткөн заряддын чоңдугун аныктагыла.

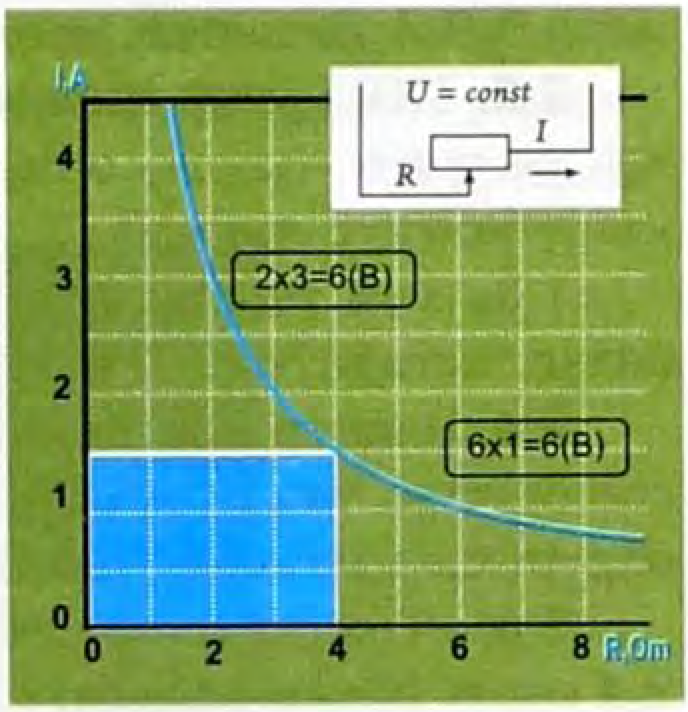


6.4. Токтун күчүнүн каршылыктан көз карандылык графигин пайдалануу менен, чыңалууну аныктагыла.

6.5. Волтьметр канча чыңалууну көрсөтүп турат.

6.6. Амперметрдин көрсөтүүсү боюнча лампочканын каршылыгын аныктагыла.

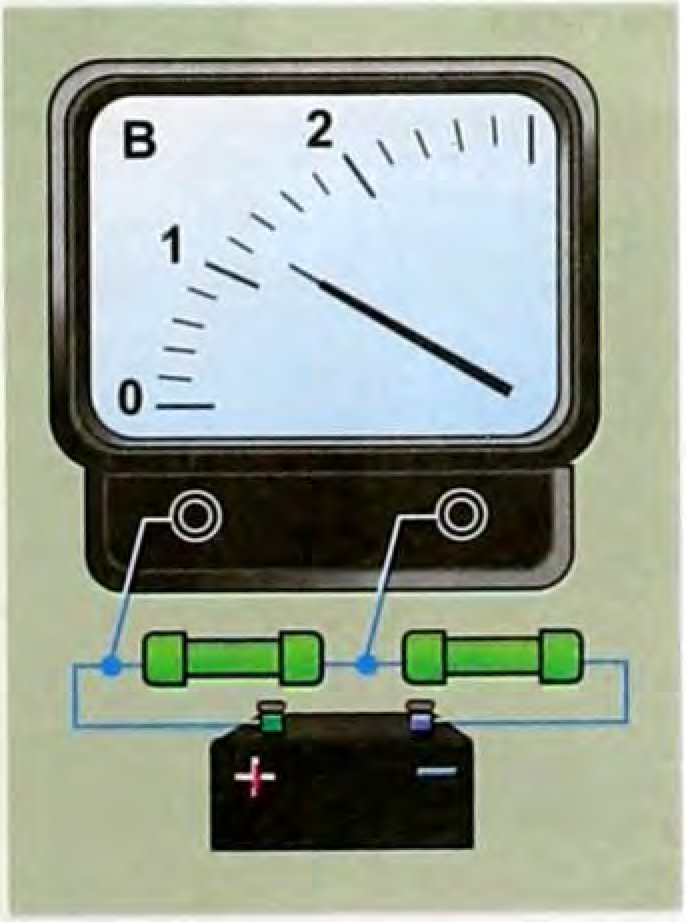
6.7. Берилген каршылыкта токтун күчү 2 *А*, анын учтарындагы чыңалуу 5 *В* болсо, 10 *В* чыңалуудагы токтун күчүн аныктагыла. Чыңалуу 0дон 10 *В*ко чейин өзгөргөндөгү токтун күчүнүн чыңалуудан көз каранды болгон графикти түзгүлө.

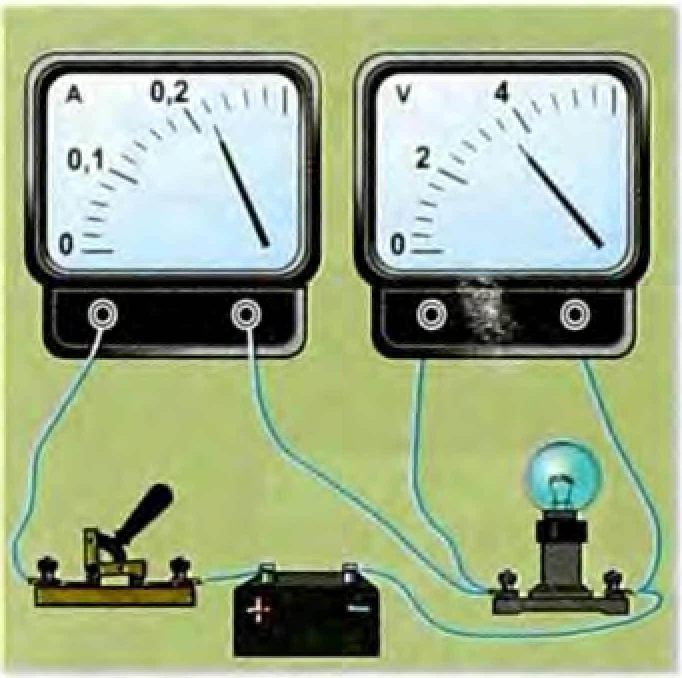


6.8. Жалпы каршылыкты тапкыла:

а) 2,5 *Ом* болгон беш лампочка удаалаш туташкан;

б) бири 10 *Ом*, бири 150 *Ом* болгон эки лампочка параллель туташкан.





6.9. Вольтметр жана амперметрлердин көрсөткөн маанилери боюнча, экинчи лампочканын каршылыгын аныктагыла.

7. Суюктуктардагы электр тогу

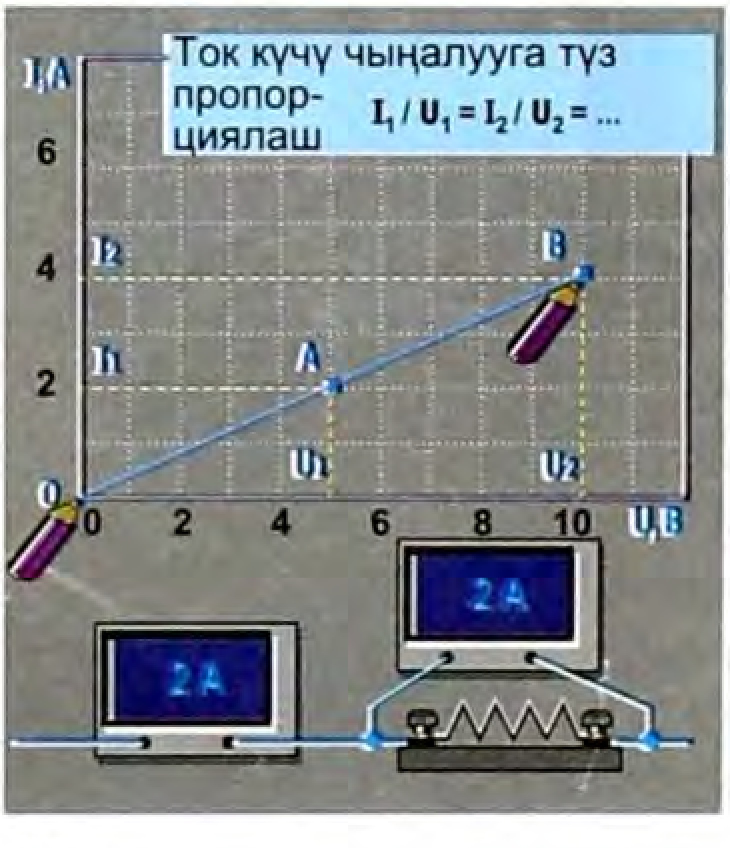
7.1. 10 *мин*да гальваникалык ваннада 0,67 *г* күмүш бөлүнүп чыкты. Ваннадагы электроддор менен туташтырылган амперметр 0,9 *А* көрсөтсө, амперметрдин көрсөтүүсү туурабы?

7.2. HCl эритмеси электролизделген учурда катоддо 1 *г* суутек бөлүнүп чыкса, ошол эле убакыттын ичинде аноддо канча хлор бөлүнүп чыгат?

7.3. 1 *А* токтун күчү, суудан 1 *г* суутекти канча убакытта бөлүп чыгарат? (k = 0,20 *мг/Кл*).

7.4. Электр станцияда генераторду муздатуу үчүн зарыл болгон суутек, ток күчү 300 *А* кезинде алынат. Электролиздегичтин өндүрүмдүүлүгүн $м^3/саат$ менен аныктагыла.

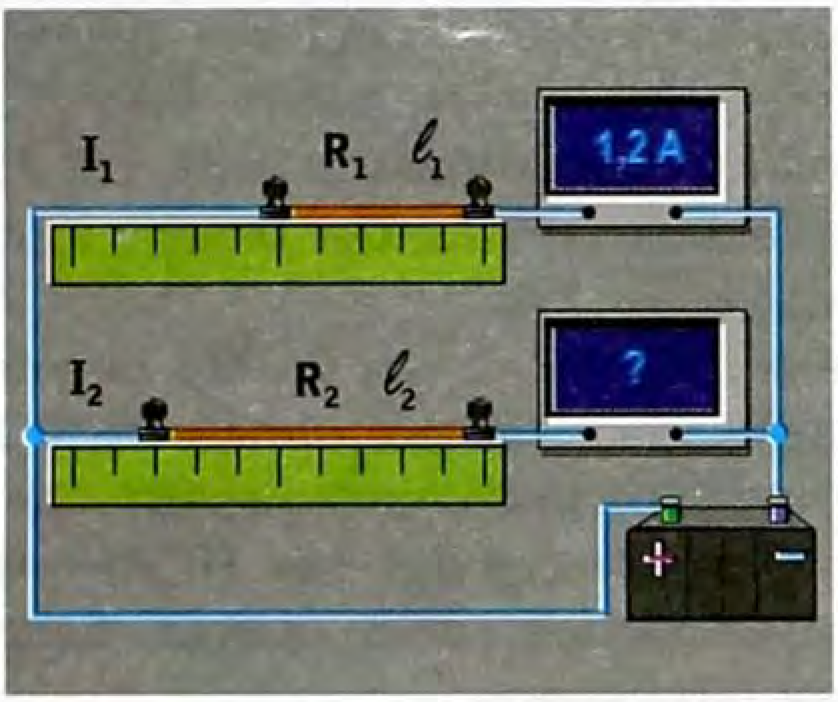
7.5. Токтун тыгыздыгы 100 $A/м^2$, чайнекти никелдөөгө 2,4 *саат* убакыт кетсе, никель катмарынын калыңдыгын аныктагыла.



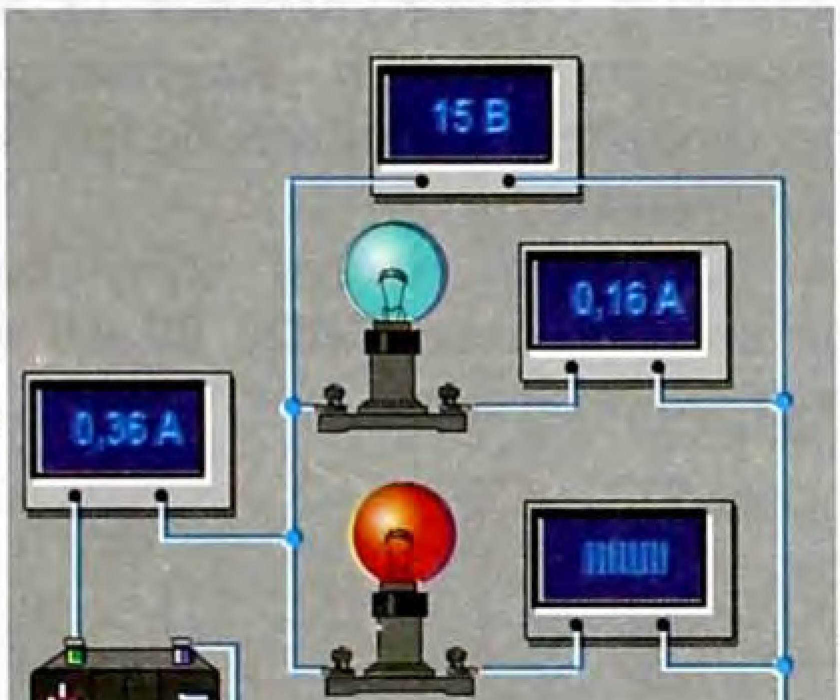
7.6. Жездин электрохимиялык эквивалентин аныктоо боюнча алынган натыйжалары: токтун күчү 1,8 *А*, 1,5 *мин* убакыт, тажрыйбага чейинки катоддун массасы 28360 *мг*, кийинки массасы 28870 *мг* болсо, жездин электрохимиялык эквивалентин аныктагыла.

7.7. Ваннадан 20 *мин*да 1,98 *г* жез бөлүнүп чыкты. Ваннадагы эритиндинин каршылыгы 0,80 *м* болсо, электролитти ысытуу үчүн кеткен кубаттуулукту тапкыла.

7.8. 20 *мин*да ваннадан 2,5 A ток өтсө, 1017 *г* эки валенттүү металл бөлүнүп чыкты. Металлдын атомдук массасын аныктагыла.



7.9. Эгерде 50 *мкм* калыңдыктагы хром менен буюмду каптоо керек болсо, 2 $кА/м^2$ токтун тыгыздыгында канча убакыт зарыл болот?



8. Токтун магнит талаасы. Ампердик күч. Лоренц күчү. Электромагниттик индукция закону. Өзүнчө индукция

8.1. Абада 13,2 *А* түз өткөргүчтөн 9,2 *см* аралыктагы магниттик индукциянын маанисин аныктагыла.

8.2. Узундугу 88 *см* өткөргүч бир тектүү магнит талаасынын индукциясына перпендикуляр жайланышкан. Эгерде 23 *А* токтун күчүндө өткөргүчкө 1,6 Н күч аракет этсе, магниттик индукциянын маанисин аныктагыла.

8.3. Магниттик индукциясы 0,085 *Тл* магнит талаасына электрон $4{,}6\cdot 10^7$ *м/с* ылдамдык менен, магниттик индукциянын сызыктарына перпендикуляр багытта кыймылдайт. Магнит талаасында электронго кандай күч аракет этет?

8.4. Өткөргүчтүн контурун кесип өтүүчү магниттик агымы 0,6 *Вб*ге өзгөргөндө индукциянын ЭКК 1,2 *В*ко барабар болот. Өткөргүчтүн каршылыгы 0,24 *Ом* болсо, индукциялык токтун күчүн аныктагыла.

8.5. 0,32 *с*да магниттик агым 0, 024 *Вб*ден 0,056 *Вб*ге чейин өзгөргөндө, анда орточо индукциянын ЭКК 10 *В* болушу үчүн катушка канча оромого ээ болушу керек?

8.6. Катушкадагы токту 0,1 *с*да 10 *А*ге чейин өзгөрткөндө, 60 *В* өздүк индукциянын ЭКК пайда болгон. Катушканын индуктивдүүлүгүн тапкыла.

8.7. Индуктивдүүлүгү 10 О*мГн* болгон катушкада 80 *В* өздүк индукциянын ЭКК пайда болсо, катушкадагы токтун өзгөрүш ылдамдыгын аныктагыла.

8.8. Каршылыгы 5 *Ом* катушкадан 17 *А* ток өтөт. Катушканын индуктивдүүлүгү 50 *мГн*. Катушкадагы ток 1000 *А/с* ылдамдыкта бир калыпта көбөйгөн болсо, анын учтарындагы чыңалууну аныктагыла.

8.9. Эгерде 0,25 *с*да токтун күчү бир калыпта 2 *А*ге өзгөрсө, өзүнчө индукциянын ЭКК 20 *мВ* болсо, өткөргүчтүн индуктивдүүлүгүн аныктагыла.

Кайталоо үчүн маселелердин жооптору

1.1. 420 *Дж/кг* °С
1.2. 1,5 *л*
1.3. 880 *Дж/кг* °С
1.4. 232°С
1.5. 20°С
1.6. 1956,24 *кДж*
1.7. 45 *л*
1.8. 168 *г*
1.9. *Дж/кг* °К
2.1. 2,9 *кг*
2.2. 4,1 *кг*
2.3. 32°С
2.4. 67°С
2.5. 10 *кг*
2.6. 6,53 *т*
2.7. 40°С
2.8. 38,5 *кДж*
2.9. 27 *кг*
3.1. 3,6 %
3.2. 30 %
3.3. 25 %
3.4. 25 *кВт*
3.5. 20 %
3.6. 120 *км*
3.7. 25 %
3.8. 57%
3.9. 1500°К
4.1. 0,11 *МПа*
4.2. 710 *м/с*
4.3. $2,3 \cdot 10^{25} м^{-3}$
4.4. 10^{-21} *Дж*
4.5. 576°К
4.6. 6 эсе көбөйөт
4.7. 64,4 $кг/м^3$
4.8. 0,2 *кг*
4.9. $21 \cdot 10^5\ Н/м^2$
5.1. $2,3 \cdot 10^{-12}$ *Н*
5.2. 10^{-3} *Н*
5.3. $8 \cdot 10^5$ *Н/Кл*
5.4. 0,9 *Н/Кл*
5.5. 5 *В*
5.6. $8 \cdot 10^{-5}$ *Дж*
5.7. 50 *см*
5.8. 72 *Дж*
5.9. 220 *мкДж*
6.1. 0,2 *В*
6.2. 191,2 *сом*
6.3. 720 *Кл*
6.4. 6 *В*
6.5. 1,2 *В*
6.6. 2,5 *Ом*
6.7. 4 *А*
6.8. 12,5 *Ом*, 6 *Ом*
6.9. 16,36 *Ом*
7.1. (Жок. Каталыгы 0,1*А*)
7.2. 32,2 *г*
7.3. 10^5 *с*
7.4. 0,13 $м^3/саат$
7.5. 30 *мкм*
7.6. 0,32 *мгр/Кл*
7.7. 20 *Вт*
7.8. 66
7.9. 16,7 *мин.*
8.1. $2,9 \cdot 10^{-5}$ *Тл*
8.2. 0,079 *Тл*
8.3. $6,3 \cdot 10^{-13}$ *Н*
8.4. 5 *А*
8.5. 100
8.6. 0,6 *Гн*
8.7. 800 *А/с*
8.8. 135 *В*
8.9. 2,5 *мГн*

МАЗМУНУ

I бөлүм

МОЛЕКУЛАЛЫК ФИЗИКА

I глава.

Жылуулук кубулуштары.

§ 1. Жылуулук кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү 5

§ 2. Механикалык энергия жана сүрүлүү күчү. Температура .. 7

§ 3. Температура. Температураны өлчөө 10

§ 4. Ички энергия. Жумуш. Жылуулук берүү 13

§ 5. Жылуулук берүү түрлөрү. Жылуулук өткөрүмдүүлүк 14

§ 6. Конвекция 15

§ 7. Нурдануу 16

§ 8. Жылуулук саны. Заттын жылуулук сыйымдуулугу 18

§ 9. Отундун күйүү жылуулугу. Отун энергиясы. Ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти 22

II глава.

Жылуулук алмашууда телонун агрегаттык абалынын өзгөрүшү.

§ 10. Эрүү. Эрүүнүн салыштырма жылуулугу. Катуулануу 29

§ 11. Буу пайда болуу. Бууйлануу 35

§ 12. Кайноо. Конденсация 36

§ 13. Ички энергияны өзгөртүү жолдору 40

§ 14. Жылуулук кыймылдаткычтары. ПАК 41

§ 15. Дизель кыймылдаткычы 42

§ 16. Карбюратордук кыймылдаткыч 44

§ 17. Жылуулук кыймылдаткычтары жана экологиялык проблемалар 45

III глава.

Молекулалык-кинетикалык теориянын негиздери.

§ 18. Идеалдык газ. Идеалдык газ үчүн молекулалык-кинетикалык теориянын негизги теңдемеси 51

§ 19. Штерндин тажрыйбасы 52

§ 20. Идеалдык газ абалынын теңдемеси 55
§ 21. Газ закондору. Изотермалык процесс 57
§ 22. Изобаралык процесс 58
§ 23. Изохоралык процесстер 59

II бөлүм

ЭЛЕКТРДИК КУБУЛУШТАР

IV глава.

Электр заряддары.

§ 24. Электр кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү 65
§ 25. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасы. Атомдун түзүлүшү 68
§ 26. Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасы. Атомдо электрондордун жайланышы 71
§ 27. Иондун түрлөрү. Сүрүлүүдөн телолордун электрленишин түшүндүрүү 72
§ 28. Өткөргүчтөр. Диэлектриктер 74
§ 29. Жарым өткөргүчтөр 75

V глава.

Электр талаасы.

§ 30. Электр заряддарынын өз ара аракеттенишүүлөрү. Кулондун закону. Электр талаасы 81
§ 31. Электр талаасынын чыңалышы. Электр талаасынын күч сызыктары 83
§ 32. Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөр жана диэлектриктер 87
§ 33. Электр талаасынын жумушу. Потенциал. Потенциалдардын айырмасы. Электр талаасынын мүнөздөөчү чоңдуктардын байланышы. 90
§ 34. Электр сыйымдуулугу. Конденсаторлор. 94
§ 35. Жалпак конденсатордун электр сыйымдуулугу. Заряддалган конденсатордун энергиясы 95

VI глава.

Электр тогу.

§ 36. Электр тогу жана электр кыймылдаткыч күчү 101
§ 37. Омдун закону. Өткөргүчтүн каршылыгы 106
§ 38. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы. Реостат 108
§ 39. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу 112
§ 40. Өткөргүчтөрдү параллель туташтыруу 113
§ 41. Электр тогунун жумушу. Джоуль-Ленцтин закону. Электр тогунун кубаттуулугу 117
§ 42. Электр ысыткыч приборлор. Чукул туташтыруу 120
§ 43. Туюк чынжыр үчүн Омдун закону 122
§ 44. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү. p–n өтүүсү. Жарым өткөргүчтүк приборлор 125
§ 45. Суюктуктардын электр өткөрүмдүүлүгү. Фарадейдин законлору 129
§ 46. Газдардагы жана вакуумдагы электр тогу 131

VII глава.

Магнит талаасы.

§ 47. Магнит талаасы. Магнит талаасынын күч сызыктары ... 139
§ 48. Тогу бар өткөргүчтөрдүн магнит талаасы. Магниттик индукция. Магниттик агым 141
§ 49. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракети. Ампердик күч 145
§ 50. Электромагнит. Электромагниттик реле 147
§ 51. Магнит талаасынын кыймылдуу зарядка аракети. Лоренц күчү 149

VIII глава.

Электромагниттик индукция кубулуштары.

§ 52. Электромагниттик индукция кубулушунун ачылышы 155
§ 53. Электромагниттик индукция закону. Өзгөрүлмө электр тогу. Индукциялык генератор. Трансформатор 157
§ 54. Өзүнчө индукция 161

Кошумча окуу үчүн
§ 55. Өткөргүчтө электр заряддарынын бөлүштүрүлүшү 166
§ 56. Диэлектриктердин полярдык жана полярдык эмес молекулалары. Диэлектриктердин поляризациясы 168
§ 57. Чыңалуунун чынжыр боюнча бөлүштүрүлүшү. Өткөргүчтөрдөгү «техникалык жоголуу»..........172
§ 58. Электрондук лампалар..........173
§ 59. Электрондук лампалардагы төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтөрдүн иштөө принциптери 176
§ 60. Жарым өткөргүчтүк диод. Өзгөрүлмө электр тогун турактуу токко айландыруу 179
§ 61. Транзистор. Транзистордун төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтө колдонулушу 182
§ 62. Транзистордук азыктандыруучу блок 184
§ 63. Жердин магнит талаасы..........185
§ 64. Аналогдук амперметр, вольтметр, Омметр жана алардын өлчөө чегин көбөйтүү 189

Лабораториялык иштер.......... 195

Көнүгүүлөрдүн жооптору.......... 210

Кайталоо үчүн маселелер 211

Кайталоо үчүн маселелердин жооптору.......... 219

Окуу басылмасы

Токтогулов Сатылган Токтогулович

ФИЗИКА

Орто мектептин 8-классы үчүн окуу китеби

Редакторлору *Мундузбаева Ж., Ташболотова Н.А.*
Көркөм редакторлору *Исаков Э., Васильев И.*
Корректорлору *Эмилбек уулу Айбек, Сакелова Р.*
Техникалык редактору *Жолдошева Ж.*
Компьютердик калыпка салган *Керимбаева Ж.*

Терүүгө 10.09.2011-ж. берилди. Басууга 07. 07. 2012-ж. кол коюлду.
Офсет ыкмасы менен басылды. Форматы 60x90 $^{1}/_{16}$. Офсет кагазы № 1.
Көлөмү 14,0 басма табак. Нускасы 27 000 даана. Заказ № 5/09-8

«Инсанат» басмасы
Бишкек ш., Ж. Бөкөнбаев көч., 99

«Принт Экспресс» басма-полиграфиялык комплексинде басылды.
Бишкек шаары, Куренкеев көчөсү, 89.
Тел.: +996 550 242040, +996 556 910-720