С.Т. Токтогулов.

Ф И З И К А – 8

БИШКЕК - 2007

Молекулалык физика

1 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 буугa, кайрадан буунун сууга, суунун музга айланышын кандайча түшүндүрүүгө болот?

XVII–XVIII к. 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 уюму – инкивизация 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 тыйуу 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 түзүлүштөрүнүн 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 таасиринин 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 апааттар, көптөгөн жылдар мурда тоолордун боорундагы карагай, арчалар, ыргайлардын, 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 менен, илим менен техниканын мүмкүнчүлүктөрүн изилдөө жана өнүктүрүү аркылуу эклогиялык 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 механикалык 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 энергиясы азайуусу 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 Жердин бетинде бир жылда мындай метеориттердин 10т.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 себеби, заттын түзүлүшү жөнүндөгү көз караштын негизинде негизинде түшүндүрүлөт.

Бардык заттар майда бөлүкчөлөрдөн турарын жана Броун кыймылы, диффузия кубулуштары – 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, орточо молекулалардын кинетикалык энергиясы $(\overline{E})$ менен орточо ылдамдыктарынын ($\overline{\vartheta}$) ортосундагы байланышы төмөнкүдөй аныкталат.

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

m_o- молекуланын массасы, $\overline{\vartheta^2}$ - молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы.

Бул формуланы төмөнкүдөй жазууга болот.

$$\frac{m_o \overline{\vartheta}^2}{2} = \frac{3}{2} \kappa T$$

Мындан, Температура - молекулалардын орточо кинетикалык энергиясынын б.а. молекулалардын орточо ылдамдыгынын мааниси 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 энергиясын 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, бууланышы, кайрадан суюктукка айланышы сыяктуу жылуулук кубулуштары молекулалардын кыймылдары жана өз ара аркеттенүүлөрү менен түшүндүрүлөт.

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

Бышыкт оо 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 даанасын биринчи жолу, анын коробкасына сүрүлгөндө күйөт. Бирок, шамдын жалынына жакын алып барганда да күйөт. Эки учурда тең күкүрттүн даанасынын күйүүсүнүн себептеринин кандай окшоштугу жана айырымасы 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:

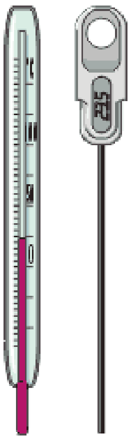
1. Температура - телонун ысыктык даражасын мүнөздөөчү чоңдук;

Температурасы жогору телодон, анын мааниси 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 өлчөнүлөт.(1-сүрөт). Термометр заттардын жылуулук тең салмактуу абалын аныктайт.

Демек, температура – заттардын тең салмактуулук абалынын четтешин көрсөтөт.



1-сүрөт

Күндөлүк практикада суюктук термометри менен температураны өлчөө кеңири таралган. Мындай термометрдин иштөө принциби, идиш ысытылганда, анын ичиндеги суюктуктун көлөмүнүн кеңейүү кубулушуна негизделген

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 мааниси туруктуу сакталат. Суунун ушул эки абалына салыштырмалуу температуранын Цельсий шкаласы аныкталган.

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

Англиялык физик Кельвин температуранын жаңы шкаласын сунуш кылган. Бул бул шкала газдардын молекулаларынын орточо ылдамдыгынын температурага көз карандылыгына негизделген. Температура төмөндөгөндө молкулалардын баш аламан кыймылынын орточо ылдамдыгы азая берет. Температуранын Цельсий шкаласы боюнча -273°С болгондо, молекулалардын баш аламан кыймылы токтоору далилденген. Молекулалардын баш аламан кыймылынын ылдамдыгы нөлгө барабар болгон температура **абсолюттук нөл температурасы** деп аталат. Бул абалдагы (-273°С) температураны М.В. Ломоносов «Муздактыктын эң төмөнкѝ чеги.», деп атаган.

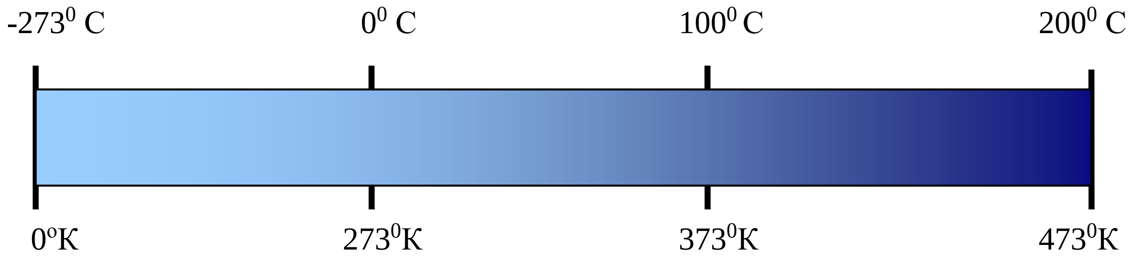
Абсолюттук нөлдөн баштап ченелген температура **Кельвиндин шкаласы** деп кабыл алынган. Бул шкаладагы температура, **Цельсий шкаласы** менен берилген температура менен белгиленет. Бирдиктердин Эл аралык системасында (СИ) боюнча температуранын бирдиги үчүн Кельвин (1К) кабыл алынган. 1К=1°С

Цельсий шкаласы(**t**) мененКельвин шкаласынын(**Т**) байланышы төмөнкүдөй аныкталат.

$$T = t + 273$$

Мисалы, t=20°С ду абсолюттук температура менен төмөнкүдөй туюнтулат:

Т=20+273 =293°К.



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, температуранын өтө так эсептөөнү 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 потенцилдык 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 законун маңызы мына ушунда. Заттын ички энергиясынын өзгөрүшү, анын молекулаларынын энергиясын өзгөртүү жолдорунан 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 энергиясы көбөйүшүнүн себеби, ички энергиянын бир бөлүгү, температурасы жогору заттан температурасы төмөн болгон затка берилет. Бул процесстерде, температуранын айрымасы – 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.

Бышыкт оо үчүн суроолор:

1. Температуралык шкалалар жөнүндө айтып бергиле?
2. суюктук термометрлери, суюктуктун кандай касиетине негиздеген? 3. Сымап термометри кандайча даярдалат?
3. 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 энегия берилген?
2. Эмне үчүн медициналык термометрде сымаптын ордуна спиртти же эфирди пайдаланууга болбойт?
3. Эмне үчүн врач ооруну көрүп жатып, медициналык термометрди 5 – 7минутадан 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 өт көрүмдүүлүк* деп аталат. Бул учурда металлдын бир учунан экинчи учуна жылуулук кандайча берилет?

Металлдардын бөлүкчөлөрү ирээтүү 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 ирээттүү жайланышкан бөлүкчөлөр орточо ылдамдыкта термелишет. Ысытуудан металлдын бир учундагы бөлүкчөлөрдүн ылдамдыгы жогорулайт, анын натыйжасында кошуна 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, жỳн, пахта, айнек, суу, пластмасса начар жылуулук өткөргὺчтөргө 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 азаят да, «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.

3-сщрёт

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 күкүрттөн даанасы ...олгон түтүндөн, конвекциянын кандай багытта жүрүп жаткандыгына ынанууга болот.

Суюктуктардын жана газдардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү начар болот.

Мисалы, муздак суу куюлган пробирканын жогору жагы спиртовканын жалынына кармалса, суунун бети ысып, кайнап да 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. Күн – жылуулук энергиясынын булагы болуу менен, ал жарык, инфра ошондой эле ультракызгылт көк нурлары аркылуу Жерге берилет.

150млн. км. аралыктагы Күндөн таралган мындай нурлар Жерге келип жеткендиктен, Жердин бети ысыйт. Ак телолор өзѝнө тѝшкөн нурлардын дээрлик баарын чагылтып жиберет. Мына ушул себептен күзгүдөй жалтыраган самоварлар, металл чайнектер жылуулугун көпкө чейин сактай алышат.

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

5-сщрёт

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 сыртта чөйрөгө өткөрбөгөндүктөн, мындай чөйрөнүн температурасы, курчап турган чөйрөгө караганда жогору болот.

Бул парник эффектиси 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 планетанын дайыма булуттун тыгыз катмары курчап турат. Мына ошол булуттар айнек, полиэтилен сыяктуу парник эффектисин пайда кылгандыктан, Чолпон планетасынын температурасы өтө жогору болуп калган.

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

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

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

Ошондуктан, мындай термостордо чай, суюк тамактарды көпкө чейин температурасын өзгөртөй сактоого болот. Ал эми, техникада, илимде суюк азот (-193°С) 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 1Дж. 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 1кг. заттын температурасын $1^oС$ка 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; С – заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу.

$$[C] = \frac{[Q]}{[m] \cdot [t]} = \frac{Дж}{кг \cdot {}^0C}$$

Демек, заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, 1кг. заттын температурасын $1^oС$ка өзгөртүү үчүн зарыл болгон жылуулук санын көрсөтөт.

Мисалы, суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу 4200Дж/кг^{o}С. Мындан, 1кг суунун температурасын $1^oС$ка өзгөртүү үчүн 4200Дж жылуулук саны талап кылына тургандыгы көрүнүп турат.

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанилери бири биринен айрымаланат.

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?

6-сүрөт

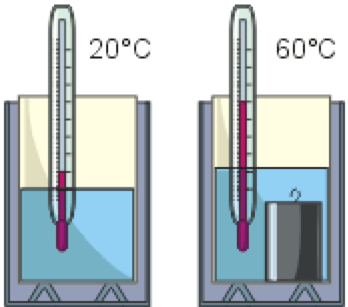
Анын себебин, жездин салыштырма сыйымдуулугунун алюминийге караганда аз болгондуктан, жез тез эле ысып кетет.

Төмөндө заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанилери таблица түрүндө берилген.

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдулугу. Таблица 1

Зат	$c, \frac{Дж}{кг*{}^0C}$	Зат	$c, \frac{Дж}{кг*{}^0C}$
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

Массасы1кг



Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу канчалык чоң мааниге ээ болсо, анын температурасын өзгөртүү үчүн ошончолук көп жылуулук саны зарыл болот. Мисалы, эки бирдей идиште, 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. Ошондуктан, экинчи идиш жайыраак муздайт. Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун таблицадагы белгилүү маанисинде, затка берилген же берген жылуулук санын аныктоого болот.

$$Q = c\,m\,\Delta t$$

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 үлгүлөрү:

1. 800г алюминий кастрюлясында, 10°Сдагы 5л 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

$C_a = 920\dfrac{Дж}{кг\cdot{}^oC}$

$C_c = 4200\dfrac{Дж}{кг\cdot{}^oC}$

Q - ?

Чыгаруу

Жалпы жылуулуктун бир бөлүгү кастрюляны 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.

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

1 - көнүгүү

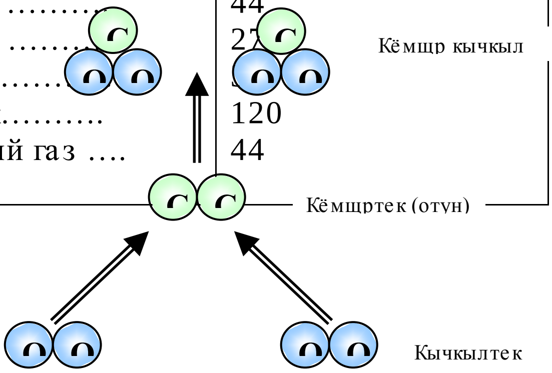
1. 200г алюминий идиште 1,5кг сууну 20°Стан 100°Ска чейин ысытуу үчүн канча жылуулук саны талап кылынат?
2. Жабык бөлмөнүн абасын 4°Ска ысытуу үчүн 258кДж жылуулук саны сарпталды. Бөлмөнүн көлөмү кандай?
3. Эгерде 100г металлды 20°Стан 24°ска чейин температурасын жогорулатуу үчүн 152 Дж талап кылынса, анын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла?

4. 0,2кг чоюн ысытылгандан кийин, 15°Стагы 0,8кг керосини бар идишке салынды. Эгерде жалпы температурасы 20°С болуп калса, чоюндун баштапкы температурасын аныктагыла?
5. Сууну 15° С тан кайнатууга чейин 178,5кДж жылуулук саны керек болот. Суунун массасын аныктагыла?
6. Суу 1200м бийиктиктен түшөт. Эгерде оордук күчүнүн жумушунун 60% сууну ысытууга сарпталса, суунун температурасы канчага жогорулаган?
7.Кубаттуулугу 75Вт кыймылдаткыч 5минутада идиштеги суунун ичиндеги калакты айландырат. Калактын сууга сүрүлүүсүнүн натыйжасында, суу ысыйт. Энергия толугу менен сууну ысытууга сарпталат деп эсептеп, 0,2л суунун температурасы канчага өзгөргөндүгүн аныктагыла?

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

Адамдар байыртадан бери тиричилик жана өндùрùш ùчùн ар тùрдùù отундардын түрлөрүн пайдаланып келишкен. Азырга чейин эле отун катары жыгач, таш көмùр, жаратылыш газы, нефть ж.б. колдонулат.
Отун кùйгөндө эмне ùчùн жылуулук бөлùнùп чыгат? Ширенкени чакканда

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	[illegible]
Керосин	46	Суутек..........	120
Кокс	30	Табигый газ	44



механикалык энергияга ички энергияга айланат. Тез кыймылдаган көмùртектин атомдору менен кычкылтектин атомдору биригишип молекулалардын ылдамдыктары тездеп, ички энергия көбөйөт. Отун күйгөндө, анын составындагы көмүртектин молекулалары менен абанын составындагы кычкытектин молекулалары биригип көмүр кычкыл газы пайда болуп, түтүн менен жогору көтөрүлөт. (8-сүрөт)

$C_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$

Отундун составындагы көмùртектин санына жана отундун молекулалык тùзùлùшùнө жараша 1кг отун кùйгөндө бөлùнùп чыккан жылуулук саны ар тùрдùù болот.
1кг отун толук кùйгөндө бөлùнùп чыккан жылуулук саны **отундун салыштырма кùйùù жылуулугу** деп аталат. Бул чоңдуктун бирдиги [Дж/кг], **q** - тамгасы менен белгиленет.

8-сүрөт

Отундун салыштырма кùйùù жылуулугу аныкталган маанилери 2-таблицада берилген.

Отундун күйүү жылуулугу. **Таблица 2**

Мисалы, жыгач ùчùн $q = 13 \cdot 10^6 Дж/кг$. Бул 1кг жыгач кùйгөндө $Q = 13 \cdot 10^6 Дж$ жылуулук энергиясы бөлùнùп чыгат.
Ар кандай массадагы отун толук кùйгөндө чыккан жылуулукту эсептөө ùчùн, **q** ну отундун массасына (m) көбөйтùлөт.

$$Q = qm$$

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 коэффциенти (η) (П.А.К.) отундун жылуулук санынын канча проценти пайдалуу максатка жумшалгандыгын көрсөтөт.

$$\eta = \frac{Q_П}{Q_Ж}100\% \quad (6)$$

Мында $Q_П$ - пайдалуу жылуулук саны;

$Q_Ж$ - жалпы жылуулук саны

Бышыкт оо үчүн суроолор:

1. Термодинамиканын I законунун физикалык маңызын чечмелегиле?
2. Термодинамиканын I закону жумуш аткарылбаганда кандай түргө ээ болот?
3. Адиабаттык 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 П.А. К. и кандайча эсептелинет?

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн 1 түрдөгү түбөлүктүк кыймылдаткычты түзүү мүмкүн эмес?
2. 1л суунун температурасын 1°Cга 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. 200м/с ылдамдыктагы коргошун огу топурактан жасалган тоскоолдугун учурап токтоп калды. Эгерде октун 75% анын ички энергиясына айланган болсо, анын температурасы канчага жогорулаган?

Берилди

$\eta = 0{,}75$

$\upsilon = 200 м/с$

C = 130Дж/кг°C

Δt - ?

Чыгаруу

Мында, коргошундун кинетикалык энергиясы

$K = \frac{m\upsilon^2}{2}$ 75% жылуулук санына айланат

$\eta = \frac{Cm\Delta t}{m\upsilon^2/2}$ Демек, $\Delta t = \frac{\eta \cdot \upsilon^2}{2 \cdot C}$

$$\Delta t = \frac{0{,}75 \cdot 2 \cdot 10^4}{2 \cdot 130} = 57{,}7^o C$$

2. Дистиллятордогу 30л суунун температурасы 8°C. 5л дистиллирленген сууну алуу үчүн, 1,6м³ жаратылыш газы сарпталган. Дистиллятордун п.а.к.ин аныктагыла?

Берилди

$m_с$ =30кг

$m_б$ =5кг

t_1 = 8°C

t_2 = 100°C

L = 2,3 10⁶Дж/кг

V =1,6м³

q = 44 10⁶Дж/кг

$\eta - ?$

Чыгаруу

Дистиллятордун п.а.к.и, жаратылыш газы күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санынын $Q_ж$ = qm, канча бөлүгү сууну кайнатууга $Q_c = C\, m_c(t_2 - t_1)$, канча бөлүгү кайноо температурасында буруга айландырууга $Q_б$ = Lm сарптала тургандыгын көрсөтөт.

$Q = Q_g + Lm$

$$\eta = \frac{C \cdot m_c \cdot (t_2 - t_1) + L \cdot m}{\rho \cdot V \cdot q}$$

$$\eta = \frac{4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 30 \cdot (100 - 8) + 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 5}{0{,}72 \cdot 1{,}6 \cdot 44 \cdot 10^6} = \frac{23{,}5}{50{,}7} = 0{,}46$$

2 - көнүгүү

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

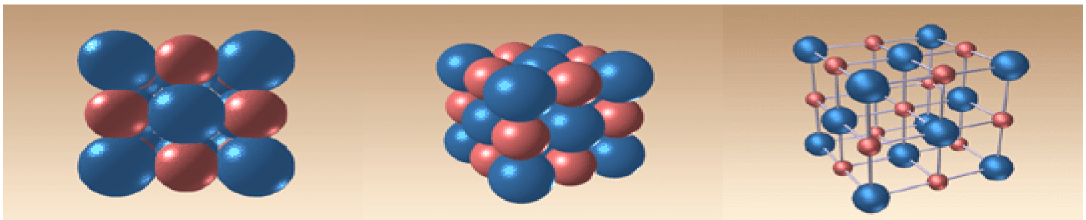
II Глава. Жылуулук алмашууда телонун агрегаттык абалынын өзгөрүшү.

§9. 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, буугa айланат.

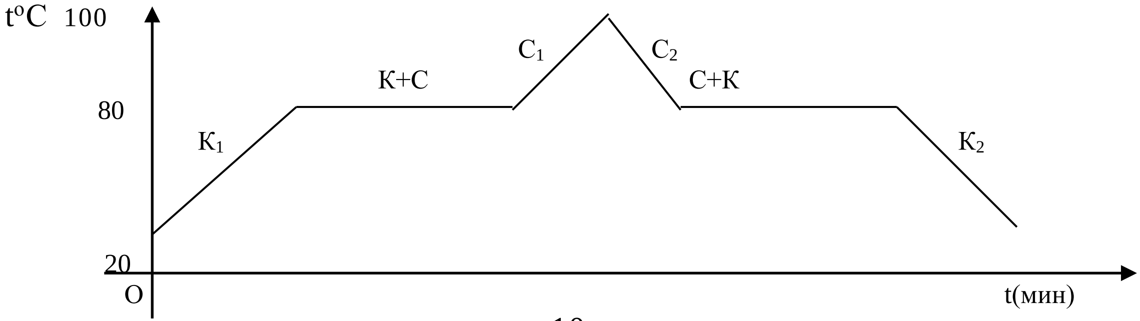
Катуу абалындагы затка, б.а. телого жылуулук берилгенде, ал кандайча суюктукка айланат? Жылуулук берилген телонун агрегаттык абалынын өзгөрүшү, телонун молекулаларынын кандай мүнөздө жайланышынан көз каранды болот. Анткени, телолор бири биринен ички түзүлүшү менен айрымаланышат(9-сүрөт).



9-сүрөт

Молекулалары(атомдору, иондору) ирээтүү 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 – **К$_1$, К+С, С$_1$, С$_2$, С+ К, К$_2$** участкалары менен көрсөтүлгөн.

Пробиркадагы нафталиндин температурасы, бөлмөнүн 20°Сты көрсөтөт. Акырындык менен ысытылган нафталиндин температурасы 80°Ска чейин өсөт. Ошондуктан, К$_1$ – 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 **эрùù температурасы** деп аталат. Нафталиндин эрùù температурасы 80°С.

Төмөндө айрым кристаллдык телолордун эрүү температураларынын маанилери таблицада берилген.

Кээ бир заттардын эрүү температуралары: *Таблица 6*

зат	t^0C	Зат	t^0C
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 бирден эле эрип кетпейт, суукта н кирген муздун улам ысып, анын температурасы 0°Cга 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 суука чыгарып коюлса, суу тоңуп музга айланмайынча, анын температурасы 0°С тан жогорулабайт.

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

Мына ошондуктан, Жаңы Жылда даярдалган кар бабанын температурасы 0°Сдан жогорулабагандыктан, жаз келгенге чейин эрибей сакталып, жазында эрийт.

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

Заттардын эрүүсүнүн салыштырма жылуулугу.

Таблица 3

Зат.	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$	Зат.	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$
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 санын (**Q**) төмөнкүдөй аныкталат.

$$Q = \lambda\ m$$

Графиктеги **К + С** - участкасы нафталиндин эрүү процессин көрсөтөт. Андан кийин, температуранын мааниси дагы жогорулайт. **$С_1$** - участкасы суюк нафталиндин ысышын көрсөтөт.

Эми пробиркадагы суюк нафталинди оттун ысыктыгынан алыстатылат. Анын ичиндеги термометрдин көрсөтүүсү азая баштайт. Бул **$С_2$** – участкасына туура келет да, суюктук нафталиндин температурасы эрүү температурасына чейин төмөндөгөндүгүн чагылдырат. Андан кийинки термометрдин көрсөтүүсү $80^oС$ка 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, $80^oС$тагы 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 – **$К_2$** – учаскасына туура келет.

Бышыкт оо үчүн суроолор:

Сапаттык маселелер:

1. Эмне үчүн жылдын суук айларында, түн ичинде автомобиль, тракторлордун радиаторлрорундагы 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?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. 0,5кг, $27^oС$дагы коргошунду эритүү үчүн, канча жылуулук саны керек болот?

Берилди

$m = 5$кг

$t_1 = 27^oC$

$t_2 = 327^oC$

$\lambda = 2{,}5 \cdot 10^4$ 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 койобуз.

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

2. Ысыткычтын п.а.к. 50% болсо, 2т көмүрдү жагуу менен, $20^oС$тагы канча болотту эритүүгө болот?

Берилди:

$q = 30 \cdot 10^5$ Дж / кг

$\lambda = 82 \cdot 10^3$ Дж / кг

$m_к = 2000$кг

$m_б$-?

Чыгаруу

Ысыткычтан бөлүнүп чыккан жылуулук саны $Q = qm_к$, ал эми, болотту ысытууга $\eta = 0{,}5$ $Q = Cm_б(t_2 - t_1)$, аны эритүүгө $Q_э = \lambda \cdot m_б$ жылуулук сандары сарпталат.

Бирок, ысыткычтан бөлүнүп чыккан жылуулук санынын калган бөлүгү пайдасыз болот.

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

Мындан $m_б = \dfrac{\eta q m_к}{\lambda + C(t_2 - t_1)}$ Формуладагы чоңдуктардын сан маанилерин койобуз.

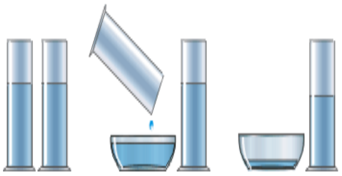
$$m_б = \frac{0,5\cdot 3\cdot 10^6\cdot 2\cdot 10^3}{8,2\cdot 10^4 + 0,5\cdot 10^3(1400-20)} = \frac{3\cdot 10^9}{77\cdot 10^4} = 3,9\cdot 10^3(кг) = 3,9т$$

3 - көнүгүү

1. Температурасы 660°С болгон 10кг болот гирясын 0°С муздун үстүнө койгондо, канча муз эрийт?
2. 27°Стагы 0,5кг 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 2кг 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, 3л суу 25тен 47°Ска чейин ысыйт. Эгерде ысыктыкты жоготуу 25% болсо, канча коргошун сарпталган?
6. Идиште 200гр суунун ичинде 0°Стагы 130гр муз бар. Эгерде аларды 25гр кайнаган суу менен аралаштырылса, акыркы температура канча болуп калат?
7. Температурасы –10°С 200кг кардан 20°Стагы сууну алуу үчүн, п.а.к. 40% болгон печкага канча кургак жыгач сарпталат?

§10. 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 11-сүрөт калгандыгын байкоого болот. (11-сүрөт). Суюктуктун бууга айланышынын себеби, суюктуктун бетинен молекулалардын 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, буулануу ар кандай температурада жүрөт. Буулануу суюктуктун температурасын төмөндөтүп жиберет.

§11. Кайноо. Конденсация.

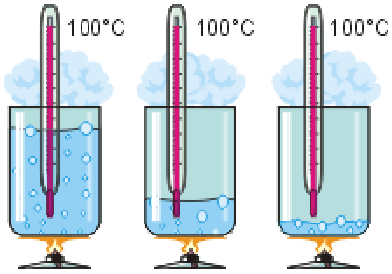
Буу пайда болуунун экинчи жолу – **кайноо**.

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 чоңойот. Бул аба көбүкчөлөрүнүн ичинде суунун буулары пайда болот.

12-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(12-сүрөт). Мындай аба көбүкчөлөрүнүн жарылууларынын натыйжасы, суюктук алгач ысый баштаганда мүнөздүү «үн» чыгаруусу менен коштолот. Суюктуктун жогорку катмарларынын температурасы жогорулай баштагандан кийин, суюктуктун бетин көздөй өлчөмү улам чоңойуу менен келип жеткен аба көбүкчөлөрү жарылышат. Бул абалда суюктук кайнайт.

Жабык идиштин ичиндеги суюктукта бир эле мезгилде бууланую да конденсация да жүрүп турат. Башталышында суюктуктан бөлүнүп чыккан молекулалардын саны, кайра суюктукка кайткан молекулалардын санына караганда басымдуулук кылат. Белгилүү убакыт өткөндөн кийин, бууланган молекулардын саны менен кайра суюктукка кайткан 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 көбѝкчөлөрүнүн ичиндеги каныкан буунун басымы тышкы басымга барабар болгондо **кайноо** башталат. Тышкы басым, суюктуктун гидростатикалык басымы менен атмосфералык басымдан турат.



Кайнаган суюктукта бууланую бардык көлөмѝндө жѝрөт, бирок температурасы өзгөрбөйт. Бул температура – суюктуктун **кайноо температурасы** деп аталат. (13-сүрөт). Суюктук кайнаганда, анын температурасы өзгөрбөсө, тынымсыз суюктукка

13-сүрөт

берилип жаткан жылуулук саны кайда сарпталат?

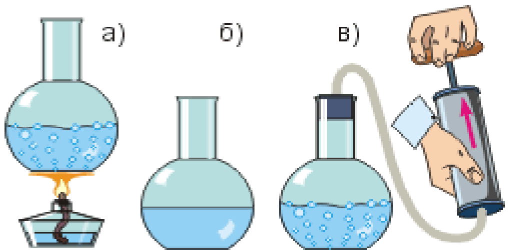
Бул абалда суюктукка берилип жаткан жылуулук саны, суюктуктун бууланууусуна сарпталат.

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

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 мамычасынын жана атмосфералык басымдын маанисинен көз каранды болот.

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

Мисалы, кадимки шартта спиртовканын жалынында сууну кайнатууга болот(14а-сүрөт). Эгерде жылытылган(14б-сүрөт) сууну алып, анын ичинен абасы насос менен сордуруп чыгарылса, бул суунун температурасы 60-70°С болсо да, тез эле кайнап кетет.(14в- сүрөт).



Анткени, суунун ичиндеги абанын көбүкчөрү 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
14-сүрөт чоңойуу 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.

Заттардын кайноо температурасы.

Таблица 4

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

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

Заттардын буу пайда болуусунун салыштырма жылуулугу

Таблица 4

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

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

$$Q = L m$$

1. Буунун суюктукка айлануу процесси **конденсация** деп аталат. Суюктук буулануда канча жылуулук санын алса, конденсацияланганда ошончо жылуулук саны бөлүп чыгат. Каныккан буу суюктуктун тамчысына айлануусуна ар кандай чаңдар, иондор себепчи болушат. Ошондуктан, ал арды 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 жылуулулук 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 **с**истеманын 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 ѝстѝнөн тышкы телолордун аткарган жумуш менен системанын тышкы телолордун үстүнөн аткарган жумушу.

A' = -A барабардыгын 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

Б.а. 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 = O; 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 = O; Тышкы чөйрө менен жылуулук алмашуу болбогон процесс - **адиабаттык процесс** деп аталат.

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

Демек, адиабаттык 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 кыймылдаткыч** деп аталат.

Демек, адиабаттык процесстерде **I түрдөгү кыймылдаткычты түзүү мүмкүн эмес.**

§14. Жылуулук кыймылдаткычтары. П.А.К.

Жылуулук кыймылдаткычтары – күйүүчү заттын бөлүп чыгарган жылуулук санын 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 жылуулук 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 түрѝ болгон буу машиналарынын ПАК (8-12%)төмөн болгондуктан азыр колдонулбай калды.

Идеалдык жылуулук кыймылдаткычынын пайдалуу коэффициенти ысыткычтын (T1) жана муздаткычтын (T2) температуралары аркылуу аныкталат.

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

Демек, жылуулук кыймылдаткычынын п.а.к.ин жогорулатуу жолдорунун бири - ысыткычтын температурасын көбөйтүү менен байланышкан. Бирок, анын температурасын каалагандай мааниге көбөйтүп болбойт. Анткени, кыймылдаткычтын бөлүктөрү эрип кетиши мүмкүн.

§15. Дизель кыймылдаткычы.

Х1Х 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°С ка 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 кѝйѝшѝ (жумушчу жүрүш);
4. иштетилген газды чыгаруу;

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

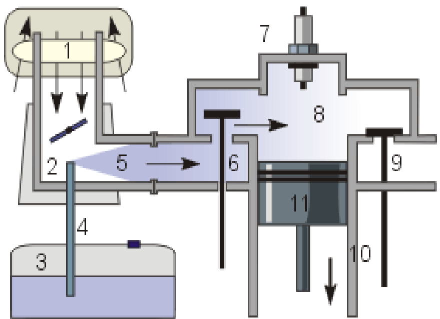
Бирок, мындай кыймылдаткычтын ойлоп табылышын камсыз кылган көмүрдүн кожоюндарына, суюк отунда иштеген кыймылдаткычтын кереги жок эле. Анткени, Р. Дизель кыймылдаткыч көмүр чаңында иштейт деп убада кылган болуучу. Эгерде күйүүчү зат катары көмүрдүн чаңы пайдаланылса, көмүр кожоюндары өтө чоң пайдага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

Р. Дизель бир нече жыл бою тынымсыз эмгектенгенинин натыйжасынан, ден соолугу начарлап кетет. 1913 – жылы Голландиядан Англияга кемеде бара жаткан Р.Дизель, деңизде чоң шторм болгонуна карабай палубага өз алдынча чыккандыктан, штормдун бир толкуну менен деңизде кала берген.

Мына ХХ1 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.



Пайдаланыып 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, бир кг бензиндин 15кг аба менен аралашмасы керек болот. Кыймылдаткычтын тѝзѝлѝшѝ(17-сүрөт): (1) чыпка (аба тазалагыч), (2) карбюртор жана анын тѝтѝкчөсѝ (4), бензобак (3), киргизѝѝчѝ жана чыгаруучу клапандар (6)-(9), элктрдик учкун булагы(7), кѝйѝѝ 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 кѝйѝѝчѝ аралашма клапан (6) аркылуу цлиндрге сорулат. Поршендин бул жѝрѝшѝ 1-такт **соруу** деп аталат. 2-такт **(кысуу**). Клапан (6) жабылып поршень жогору жылып кѝйѝѝчѝ арралашма кысылат. 3-такт (**кѝйѝѝ - жумушчу жѝрѝш**).(6)-(9) клапандар жабылып, электр учкуну пайда болгондо, аралашма кѝйөт. Температурасы жогорулагандыктан(6000°С) басым көбөйүп, поршенди тѝртѝүчү жумуш аткарылат. 4-такт (**чыгаруу)**. Клапан (9) ачылып поршень жогору жылат. Кѝйгөн газ курчап турган чөйрөгө чыгат. Бул процесстер ирээти менен кайталана бергендиктен кыймылдаткыч жумуш аткарат.

17-сүрөт

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

Кыймылдаткыч иштөөсү башталышы үчүн тышкы күчтөрдүн аракети талап кылынат. Автомобилдерде ал үчүн атайын электр кыймылдаткычы (стартер)поршендин кыймылын баштап берет.

§17. Жылуулук кыймылдаткычтары жана экологиялык проблемалар.

Ичтен күйүүчү кыймылдаткычтардын түрлөрү болуп карбюратордук жана Дизелдик кыймылдаткычтар эсептелинет.

Дизелдик кыймылдаткычтар тракторлорго, кубаттуу жүк ташуучуларга, стационардык установкаларга(электостанцияларга), ал гана эмес жеңил автомобилдерге да коюлууда. Анткени, Дизелдик кыймылдаткычтар карбюратордук кыймылдаткычтарга караганда эң жогорку П.А.К. 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 жаратылыштын 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 абал Адамзаттын көзөмөлдөөсүнө колго алынбаса, абанын составындагы ар кандай түрдөгү аэрозолдук чаңдардын көбөйүшү «парник» эффектисин пайда кылып, Түндүк муз океанынын эрүүсүнө дуушарлантып, Дүйнөлүк океандардын деңгээлин жогорулатып жиберүү коркунучун пайда кылууда.

Ошондуктан, XX1 кылымда автомобилдик техникага коюлган экологиялык талаптардын бири – бул тышкы чөйрөгө бөлүнүп чыгуучу зыяндуу газдардын үлүшүн азайтуу.

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

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

Бышыкт оо 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 П.А.К.ин кандай жолдор менен жогорулатууга болот? 4. Р. Дизель, анын кыймылдаткычы жөнүндө айтып бергиле? 5. Кандайча ичтен күйүүчү кыймылдаткычтарда төрт тактылуу процесстерде жүрөт? 6.ХХ1 кылымда Адамзат автомобиль жана транспортко тиешелүү 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) пайдаланылат?

3. Ок атуучу мылтык жылуулук кыймылдаткычынын кайсы түрүнө кирет?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. ГАЗ – 24 («Волга») автомобили, кыймылдаткычтын п.а.к. 27% , кубаттуулугу максималдуу кубаттуулугунун(72кВт) 0,4үн түзсө, 100км жолго канча бензин сарптайт?

Берилди:	Чыгаруу
$\eta = 0,27$	Кыймылдаткычтын п.а.к., анда бөлүнүп
$\upsilon = 25 м/с$	бөлүнүп чыккан жылуулук санынын
$S = 10^5$ м	$Q = q \cdot \rho \cdot V$, канча бөлүгү пайдалуу
$N = 0,4 \cdot 72 \cdot 10^3 Вт$	
	жумушка $A = N t$ сарпталгандыгын
υ - ?	көрсөтөт. $t = S/\upsilon$

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

$$V = \frac{28,8 \cdot 10^3 \cdot 10^5}{25 \cdot 46,2 \cdot 10^6 \cdot 710 \cdot 0,27} = \frac{2,9 \cdot 10^9}{2,5 \cdot 4,62 \cdot 7,1 \cdot 0,27 \cdot 10^{10}} = \frac{2,9}{221,4} = 0,0131(м^3)$$

V = 13,1л

5 - көнүгүү

1. Эгерде п.а.к. 25%, кыймылдаткычынын кубаттуулугу 50кВт болсо, автомобиль 1 саатта канча бензин сарпталат?

2. Жылуулук кыймылдаткычынын п.а.к. 30% болуп, 10 минутада 1кг дизелдик отун сарптаган кыймылдаткычтын кубаттуулугун аныктагыла?

3. Мылтыктан атылган октун ылдамдыгы 500м/с, октун массасы дүрмөткө караганда 6 эсе чоң. Эгерде дүрмөттүн күйүү жылуулугу 3МДж/кг болсо, октун п.а.к.ин аныктагыла?

4. Жылуулук кыймылдаткычынын п.а.к. 60% болсо, анын муздаткычка берген жылуулук санына караганда, ысыткычтан канча эсе көп жылуулук санын алат?

5. Автобустун кыймылдаткычынын кубаттуулугу 35кВт, 100км жолдо 12л бензин сарпталса, анын п.а.к.и 22,5% болсо, анын ылдамдыгын аныктагыла?

6. Жылуулук машинасында п.а.к. максималдуу болуп, анын мааниси 80%ка барабар болушу үчүн, муздаткычтын 300°К маанисинде, ысыткычтын температурасы кандай мааниге ээ болушу керек болуп калат?

7. П.а.к. 20% болгон реактивдүү самолеттун кыймылдаткычы 88,2кН тартуу күчү менен 1800км/саат ылдамдыкка ээ болот. Ал 900км.ге канча керосин сарптайт?

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 аракеттенүүлөрү 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. $p = \frac{2}{3} n\overline{E}$

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. $p = nkT$ (13) Мында: k - Больцман турактуулугу деп аталат. $k = 1{,}38 \cdot 10^{-3}$ $Дж/К$.

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 ылдамдыгын аныкталат

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

Мындан, молекулалардын орточо ылдамдыгын аныктоого болот

$\overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu / N_A}} = \sqrt{\frac{3kN_A}{\mu}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ Мында, kNa=R - газдын универсалдуу турактуулугу $R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

Температурасы 273°К үчүн, суутектин, кычкылтектин молярдык массаларынын маанилерин жогорку теңдемеге койгондо, суутектин молекулаларынын орточо ылдамдыктары 1845м/с, кычкылтектин молекулаларынын орточо ылдамдыктары 461м/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 w 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 аз 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.

$\overline{\upsilon} = \frac{\ell}{t}$ $w = \frac{\varphi}{t} = \frac{S}{\ell \cdot t}$ Бул формуладан убакытты таап, $t = \frac{S}{w \cdot \ell}$

анын маанисин 1– теңдемеге койуу менен, орточо ылдамдыкты аныктоого болот

$\overline{\upsilon} = \frac{w \cdot \ell^2}{S}$ Тажрыйбада w, 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 эндигин далилдейт.

Бышыкт оо 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 эсептеп чыккыла?

5. Штерндин тажрыйбасынын максаты эмнеде эле? 6. Штерндин тажрыйбасынын мазмунун айтып бергиле? 7. Штерндин тажрыйбасынын натыйжасында кандай корутунду чыгарууга болот?

Сапаттык маселелер:

1.Броун кыймылын мүнөздөөчү чиймелердеги түз, сынык сызыктардын келип чыгышын кандайча түшүндүрүүгө болот?

2. Эмне үчүн температура жогорулаганда броун кыймылынын тездиги жогорулайт?
3. Штерндин тажрыйбасында алынган тилкеченин эки чети жука, ортосу калың болгон. Мындан кандай корутунду чыгарууга болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Лабораториялык шартта алынган вакуумдун басымы 1,33 10^{-9}Па, Температурасы 294°К болсо, 1м^3 газда канча молекулалар калган?

Берилди	Чыгаруу
$p = 1{,}33\ 10^{-9}$Па	$p = nkT$ же $p = \frac{NkT}{R}$
$T = 294^oK$	Мындан, $N = \frac{pR}{kT}$
$V = 1м^3$	Демек,
N - ?	

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

2. Цилиндрлердин диаметрлери285мм жана 19мм цилиндрлерди 3000айл/мин айландырылып, күмүш тилкечесинин жылышы 8,4мм алуу үчүн, Штерндин тажрыйбасын демонстрациялоодо күмүш зымы кандай температурага чейин ысытылган?

Берилди	Чыгаруу
L = 285 – 19 =264мм = 0,3м	13 – теңдеменин $\overline{\upsilon} = \frac{w \cdot \ell^2}{S}$
S = 8,4 10^{-3}м	сол жагына ылдамдыктын
W = 3000айл/мин = 50айл/с	маанисин (11) ди коюп, T ны табууга болот.
T - ?	$\overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$

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

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

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

6 - көнүгүү:

1. Кычкылтектин молекулаларынын 1см^{3}дагы молекулалардын саны $2{,}7 \cdot 10^{19}$, орточо квадраттгык ылдамдыгы 400м/с болсо, анын басымын тапкыла?

2. Газдын молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы $1{,}6\cdot10^{-19}$Дж болсо, газдын температурасын аныктагыла?
3. 27°Сдагы суутектин орточо ылдамдыгын аныктагыла?
4. 1кг газдын молекулаларынын орточо ылдамдыгы 400м/с, орточо басымы 10^5 газдын ээлеген көлөмүн аныктагыла?
5. Лабораториялык шартта түзүлгөн вакуумда, басым 1пПа болсо, 300°Кде, $1см^3$ көлөмдүн ичинде, газдын канча молекулалары калган?
6. Штерндин тажрыйбасында, күмүш тилкеченин жылышы 0,95мм, цилиндрлер 3000айл/мин бурчтук ылдамдык менен айланса жана алардын ортосундагы аралык 7см болсо, күмүштүн атомунун орточо ылдамдыгыгын аныктагыла?
7. Штерндин приборунда айлануу жыштыгы 20айл/с, молекулалардын орточо ылдамдыгы 300м/с натыйжа алынса, тышкы цилиндрдин ички капталындагы тилкенин жылышы канча болгон?Цилиндрдин радиусу 10см.

§20. Идеалдык газ абалынын теңдемеси.

МКТда идеалдык газ шарттуу материалдык обңект деп каралат. Идеалдык газ - реалдык газдын модели.

Массасы өзгөрбөй турактуу 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 теңдемесин, МКТнын негизги теңдемесинен келтирип чыгарууга болот.

Ал үчүн, $p = nkT$, **n**дин $n = \frac{N}{V}$ 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 теңдеме **идеалдык газ абалынын теңдемеси** же **Менделеев - Клайперондун теңдемеси** деп аталат.

Клайперондун 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 – Клайперондун теңдемесинен келтирип чыгарууга болот.

Ал үчүн, Менделеев – Клайперондун теңдемесин идеалдык газдын эки абалы үчүн төмөнкүдөй жазууга болот.

$p_1V_1 = \frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T_1$ жана $p_2V_2 = \frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T_2$ Теңдемелерди мүчөлөп бөлгөндө, төмөнкүдөй теңдеме келип чыгат.

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

Демек, идеалдык газ биринчи абалдан экинчи абалга өткөндө, басымдын көлөмгө болгон көбөйтүндүсүнүн температурага болгон катышы өзгөрбөйт. Бул катышты тажрыйбада Клапейрон аныктаган.

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

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

Бул көз карандылыкты идеалдык газ биринчи абалдан экинчи абалга өткөндөгү Клайперондун 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.

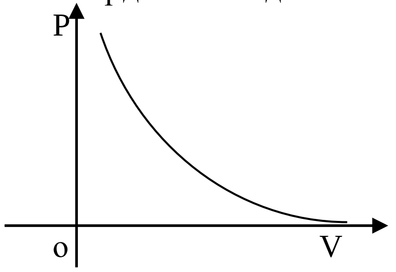
T= const болсо $p_1V_1 = p_2V_2$

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 = const

Эгерде басымдын көлөмгө болгон көбөйтүндүсү турактуу болсо, мындан идеалдык



18-сүрөт

газдын басымы көлөмгө тескери пропорциялаштыгы келип чыгат.

Идеалдык газдын мындай көз карандылыгын график түрүндө көрсөтүүгө болот. Бул график **изотерма сызыгы** деп аталат.

Графиктен идеалдык газдын көлөмүнүн азайышы, анын басымынын көбөйүшүнө алып келе тургандыгы көрүнүп турат.Анын себеби, көлөм азайганда идеалдык газдын тыгыздыгынын жогорулашы, анын басымынын маанисин да көбөйтүп жиберет.

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

Тажрыйбада көрсөтүлгөн идиштин көлөмүн канча эсе азайса, идиш менен бириккен манометрдин көрсөтүүсү ошончо эссе жогорулайт.

§22. Изобаралык процесс.

Изобаралык процесс – турактуу басым астында(P=const), идеалдык газдын көлөмүнүн температурадан көз карандылы болгон процесс.

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

$$\frac{pV_1}{T_1} = \frac{pV_2}{T_2}$$ Мындан, идеалдык газдын берилген массасында, көлөм менен температуранын байланышы төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ болот.

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

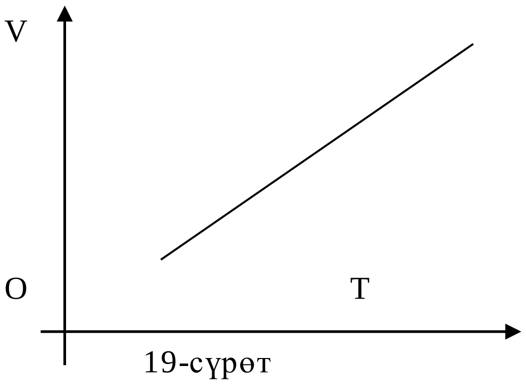
Мындан, **идеалдык газдын берилген массасы үчүн, көлөмүнүн температурага болгон катышы туруктуу болот** деген корутунду келип чыгат.

$$\frac{V}{T} = const$$ 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- $0^oС$тагы ($273^oК$) 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 $1^oС$ка өзгөргөндө, идеалдык газдын көлөмүнүн салыштырмалуу өзгөрүшүн көрсөтөт.

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



19-сүрөт

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

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

§23. Изохоралык процесстер.

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

Клайперондун теңдемесинен көлөмдү туруктуу 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 көрүнүшкө ээ болот.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$ Демек, **туруктуу көлөмдө идеалдык газдын берилген массасы үчүн, идеалдык газдын басымынын температурасына болгон катышы туруктуу болот.**

$\frac{p}{T} = const$ Эгерде идеалдык газдын абалы өзгөрбөсө, анын басымы температурага түз пропорциялаш болот(**Шарлдин закону).**

$p = \gamma p_o T$

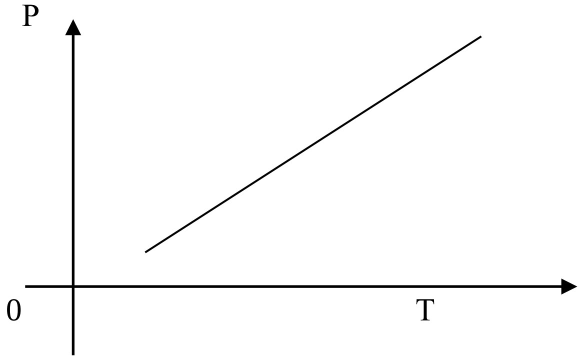
Мында p_o - 0^oCдагы идеалдык газдын басымы;

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^oCга өзгөргөндөгү, басымдын салыштырма өзгөрүүсүн көрсөтөт.

Идеалдык газдын басымынын температурадан көз карандылыгын графигиндеги сызык - **изохора сызыгы** депаталат..



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.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Идеалдык газ абалынын теңдемесин келтирип чыгаргыла?
2. Менделеев – Клайперондун теңдемесинен кандайча Клайперондун 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 графиктеринде сызып бергиле?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Температурасы 27оС, басымы 2атм, көлөмү 120л болгон аба ысытылды. Эгерде: а) изохоралык процессте басымы 0,56атм;

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

Берилди: Чыгаруу

$T_1 = 300^oK$ | Изохоралык процесс үчүн

$p_1 = 2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5 \, Па$ | $$T_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot T_1$$

$p_2 = 2{,}56 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5 \, Па$ | $$T_2 = \frac{2{,}56}{2} \cdot 300 = 384(^oK)$$

$V_1 = 120 \cdot 10^{-3} м^3$

$V_2 = 150 \cdot 10^{-3} м^3$

Изобаралык процесс үчүн

$\mu = 2910^{-3} кг/м^3$ | $$T_2^1 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1$$

T_2 -? T^1_2 -? m -?

$$T_2^1 = \frac{150}{120} \cdot 300 = 375(^oK)$$ Газдын массасын Менделеев – Клайперондун теңдемесинен аныктоого болот. $m = \frac{pV\mu}{RT}$

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

1. Газдын басымы $8{,}11 0^5$Па, температурасы 12^oC, көлөмү 855л болсо, газдын ошол эле массасында, температурасы 320^oK, көлөмү 800л болсо, газдын басымын аныктагыла?

Берилди

$p_1 = 8{,}1 \cdot 10^5$Па

$t_1 = 12^oC$ $T_1 = 285^oK$

$V_1 = 0{,}855 м^3$

$T_2 = 320^oK$

$V_2 = 0{,}8 м^3$

p_2 - ?

Чыгаруу

Клайперондун теңдемесинен, P_2ни табууга болот.

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \qquad p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{V_2T_1}$$

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

7 - көнүгүү:

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

II бөлүм ЭЛЕКТРДИК КУБУЛУШТАР

V ГЛАВА. Электр заряддары.

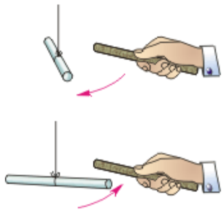
§24. Электр кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү.

Байыртадан карагайдын чайырлары, айнектин түрлөрү, эбониттин бөлүктөрү, сүрүлүүдө майда предметтерди өздөрүнө тартып алары белгилүү болгон. Мисалы, ручканы кол жоолукка сүргүлөгөндө, ручкага майда кагаздар жабышып калат. (21-сүрөт)Эмне үчүн мындай болот?

21-сүрөт

Атайын тажрыйбалар, байкоолор көрсөткөндөй жибекке сүрүлгөн айнекти жука станиолдон жасалган эки көңдөй цилиндрге тийгизгенден кийин, бул цилиндрлер бири бири менен өз ара түртүшүшкөн.

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



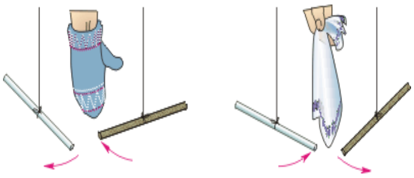
22-сүрөт

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. Янтарды ал кезде **электрон** аташкан.

Телолорду электрлөө менен жѝргѝзѝлгөн тажрыйбаларда электр зарядынын эки тѝрдѝѝ болорун көргөздѝ.

Ошондуктан, жибекке сүрүлгөн айнек таякча шарттуу тѝрдө **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 кол оромолчосу болсо, айнек таякча тартылса, эбонит таякчасы



23-сүрөт

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.

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 түртүшүшөт.

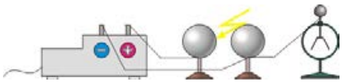
Тело зарядка ээ экендигин кандайча аныктоого болот?

Телонун заряддалгандыгын аныктоо үчүн, **электроскоп** колдонулат.

Электроскоп – каптал беттери айнектен жасалган металл корпустун ичинде жука алюминийдин фольгасынын (станиол) 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. 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 туташтырылса, анын эки баракчасы бирдей заряддалгандыктан, бири биринен

түртүлүшөт. Бул шарчалардын заряддалгандыгын далили катары, аларды бири бирине жакындатканда учкун пайда болот.

Бул заряддар Адамдын денесинен да Жерге өтөт. Ошондуктан, мындай тажрыйбаларды, шарчаларга кол менен тийбей, алардын пластмасса бөлүктөрү аркылуу жүргүзгөн оң. Мына ушул мааниде өзгөчө жаз айларындагы булуттар оң же терс зарядка ээ болушкандыктан, Жер менен мындай булуттардын ортосундагы 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.

XV11 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 илимдер: 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, күнү түнү изилдеп көп убакытты кетирет. Бир күнү уктап жатып, химиялык элементтердин туура жайланышын түшүндө көрөт. Ойгоноору 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, излдөөнүн 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 2000эсе 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 нейтралдуу бөлүкчө болсо, демек, анын ичинде оң заряддалган бөлүкчө да болот!

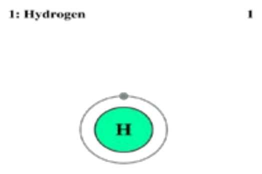
Анда атомдун ичинде оң заряддалган бөлүкчө(протон) жана электрондор кандайча жайланышат?

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 жыйынтыка келген. (24 -сүрөт).

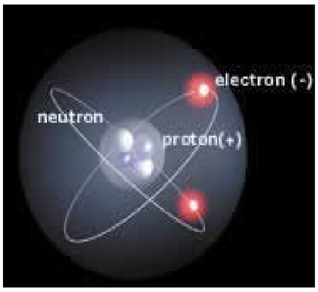
Көптөгөн окумуштуулардын аракети менен, бул тажрыйбанын негизинде, Д. И. Менделеевдин мезгилдик системасында жайланышкан химиялык элементтеринин атомдорунун ички түзүлүшүн түшүндүрүүгө мүмкүн болду. Мезгилдик системада жайланышкан химиялык элементтин катар номери, атомдун ядросундагы протондордун санын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

Э. Резерфорд өзүнүн шакирттерине ядронун ичинде дагы 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 составында электрдик жактан нейтралдуу бөлүкчө – **нейтрондун** бар экендиги далилденди. Андыктан атомдун ядросу оң зарядка ээ болгон **протондордон** жана электрдик жактан нейтралдуу болгон **нейтрондордон** 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 нейтрону бар, аны 2 электрон айланып жѝрөт. 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

24-сүрөт

муктаждыгын канааттандырууда пайдаланылды.

XX1 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 кандайча пайда болгон? 2. Сүрүлүүдө телолордун заряддалышын айтып бергиле? 3. Заряддардын өз ара аракеттенүүлөрүнүн өзгөчөлүгү кандай? 4. Д.И. Менделеев өзүнүн мезгилдик системасын кандайча 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 абалын 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 систамасы. Атомдо электрондордун 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.

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

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

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.

§ 27. Иондун түрлөрү. Сүрүлүүдөн телолордун электрленишин түшүндүрүү.

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

Кадимки шартта телолор заряддалбагаган б.а. электрленбеген болот. Андагы оң заряддалган бөлѝкчөлөр менен терс заряддалган бөлѝкчөлөрдѝн(электрондордун) саны тең болот. Телолордун сүрүлүүлөрүнүн натыйжасы, бул телолордун 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 кошуп 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, анын 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 кандайча бөлүштүрүлөт? 4. Оң ион деп эмнени айтабыз?

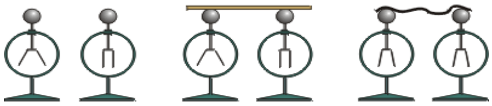
5. Терс ион деп эмнени айтабыз? 6. Телолордун оң зарядка ээ болушу кандайча түшүндүрүлөт? 7. Телолордун оң зарядка ээ болушу кандайча түшүндүрүлөт?

Сапаттык маселелер:

1. Суутуктин 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 жогорулаган сайын, алардын ядросунда кандай өзгөрүүлөр жүрөт?

§28. Өткөргүчтөр. Диэлектриктер.

Тажрыйбада, эгерде заряддалган электроскопту заряддалбаган электроскоп менен металл зым аркылуу туташтырылса, эки электроскоптун баракчалары бирдей бурчка ачылат. Демек, 1- электроскоптогу заряддалган бөлùкчөлөр металл зым аркылуу 2- электроскопко өтùп кетти. (25 -сүрөт) Алар кандайча өтөт?



25-сүрөт

Металлдарда оң иондор кристаллдык решетканын түйүндөрүндө жайланышкан болот. Анткени, атом кристаллдык решетканын түйүндөрдүндө 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 оү ионго айланып калат.

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

Өткөргүчтөргө: металлдар, туздардын, шелочтордун жана кислоталардын суудагы эритмелери кирет. Жер, адамдын жана жаныбарлардын денелери кирет.

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

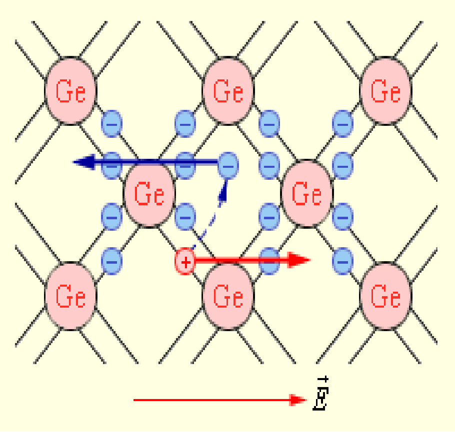
Туздар, шелочтор жана кислоталар сууга эригенде молекулалары иондорго ажырап кетет. Демек, эритмелерде **иондор** электр заряддарын алып жүрүүчүлөр болот.

Эгерде тажрыйбаны кайталап, заряддалган электроскоп менен заряддалбаган электроскопту резина, айнек, пластмассалар аркылуу

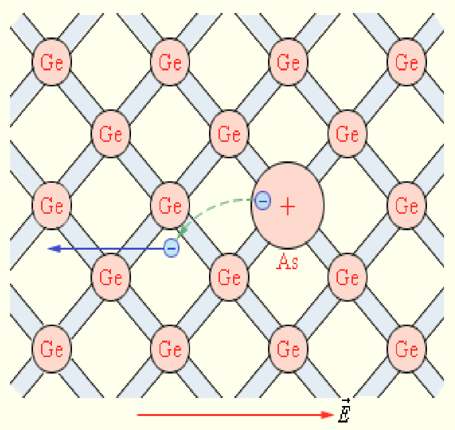
бириктирилсе, заряддалбаган электроскоптун баракчаларынын абалдары өзгөрбөйт.
Анын себеби, бул материалдарда электр зарядын ташып жүрүүчү эркин зарядар жок. Диэлектриктерде эркин электр заряддары болбогондуктан бир учуна берилген заряд экинчи учуна өтпөйт. Диэлектриктерге: пласстмасса, фарфор, резина, 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, диэлетриктердин ичинде эркин электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болушат.
Ошондуктан, мындай диэлектриктер **жарым өткөргүчтөр** деп аталат. Мисалы, кремний (германий) диэлектрик болуп эсептелинет. Анын себеби, кремний



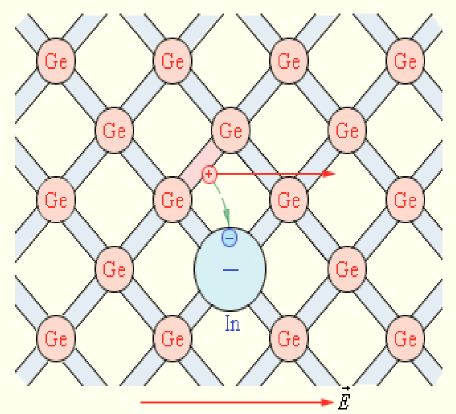
Менделеевдин мезгилдик системасында 1V группадан орун алгандыктан, анын атомунун кошуна атомдору менен болгон байланышы коваленттик мүнөзгө ээ болот. Б.а. кремнийдин ар бир атомунун эң тышкы орбитадагы төрт электронунун ар бири экиден атомду айланат. Натыйжада, кремнийдин атомунун эң тышкы орбитасында 8 электрон айланып жүрөт.
Ошондуктан, кремнийде электр зарядын алып жүрүүчүлөр болбойт жана ал – диэлектрик болот. Кремний (германий), Менделеевдин V же Ш группасындагы элементтер менен аралаштырылганда өткөргүчкө айланат(26-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.



26-сүрөт

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 мезилдик системасындагы Ш 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. (27-сүрөт). Мындай кремний(германий) **көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк** касиетине ээ болуп калат.

27-сүрөт Көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтөр **р – тибиндеги жарым өткөргүчтөр** деп аталат.

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

Кыргызстанда Ташкөмүр жарым өткөргүч заводунда поликристаллдык кремнийди Эл аралык стандартка жооп берүүчү деңгээлде чыгаруу максатында, Россиялык ишканалар менен бирдикте проектилер жандануудa. Бул өз кезегинде, эл үчүн жумушчу орундарды көбөйтүүгө жана Республикабыздын экономикалык мүмкүнчүлүгүбүздү жогорулатууга алып келсе да, экологиялык тең салмактуулукту бузбай турган проектилердин 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 карзы.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Тажрыйбада кандайча өткөргүчтөр менен диэлектриктерди 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 кандайча электр тогун алып жүрөт? 7. Кыргызстанда жарым өткөргүч заводунун курулушунун кандай ң жана терс жактары бар?

Сапаттык маселелер:

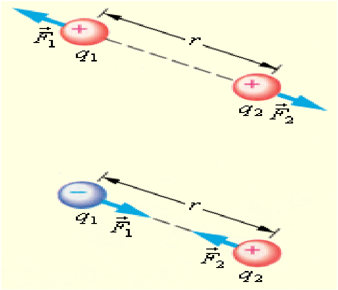
1. Кандай шартта жарым өткөргүчтө электрон - көзөнөкчө жубу пайда болот?
2. Эгерде электрон менен көзөнөкчө кошулса эмне болот?
3. Төмөнкү кошулмалардан: фосфор, мышьяк, сурьма, галлий, бор, индий, кайсылары жарым өткөргүчкө аралаштырылса, ал электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болот?

VI ГЛАВА. ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ.

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

XV111 кылымга чейин электрдик кубулуштар сапаттык жактан гана үйрөнүлүп келген.

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



28-сүрөт

Мында, электр заряддары – **чекитттик заряд** деп кабыл алынган(28-сүрөт).

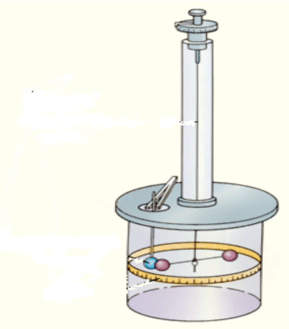
Чекиттик заряд – башка заряддалган телолорго чейинки аралыгына караганда, өлчөмү бир нече эсе аз болуп, сызыктуу өлчөмү эсепке алынбаган заряддалган тело.

Бул закондү тажрыйба жүзүндө аныктоодогу кыйынчылык электр заряддын чоңдугун өлчөөдө эле.

Чындыгында, сүрүлгүдө телонун канчага заряддалгандыгын кантип аныктоого болот?

Бул проблеманы Ш. О. Кулон төмөнкүдөй чечкен. Заряддалган шарчаны заряддалбаган ошондой эле шарчага тийгизгенде, заряддалган шарчанын зарядынын чоңдугу эки эсеге азайган, дагы бир жолу заряддалбаган шарчага тийгизгенде, заряддын чоңдугу эми төрт эсеге азайган.

Заряддардын чоңдугу канча эсеге азайгандыгы так белгилүү болгондон кийин, ошол мезгилде эң так өлчөөчү таразалардын бири болгон айланма таразаны пайдаланылган. Айланма таразанын жардамы менен заряддардын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчү ченелген.



Тажрыйбада заряддар канча эсе көбөйсө аракеттенүү күчтөрү ошончо эсе көбөйөрүн байкалган. Заряддардын чоңдуктарын өзгөртпөй, алардын ортосундагы аралыкты 2эсе чоңойткондо, күч 4эсе азаяры,

аралыкты 3эсе чоңойтгондо күч 9 эсе азая тургандыгы аныкталган. Бул тажрыйбадан мындай корутунду чыгарылган.

Чекиттик электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчү, заряддын чоңдуктарынын

29-сүрөт 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 чоңдук болуп саналат.

$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ (1) Мында **k** - пропорциялаштыктын коэфициенти, ал - 1м аралыктагы, бирдик оң заряддардын ортосундагы өз ара аракетенишүү күчүн көрсөтөт.

$$F = k = 9 \cdot 10^9 H \cdot м^2 / Кл^2$$

Электр зарядынын бирдиги үчүн 1Кулон(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 аракетенип 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 тийешеси 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 айрымаланган материянын башка бир формасына кирет. Жарык, радио-телевизордун жана уюлдук телефондордун байланыштарын камсыз кылган *радиот олкундар* электр жана магнит талааларынын тышкы көрүнүштөрү болуп саналат.

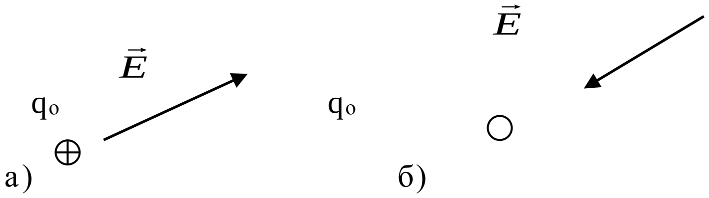
Ал эми, электр заряддарынын ортосундагы өз ара аракеттенүүлөрүн, заряддардын түзгөн электр талааларынын бири бирине тийгизген таасирлеринин натыйжасы деп кароого болот.

§31. Электр талаасынын чыңалышы. Электр талаасынын күч сызыктары.

Заряддын айланасында пайда болгон электр талаасынын ар бир чекитинде, заряддалган телого күч аракет этетет. 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 күч менен дал келет.
Талаанын чыңалышынын бирдиги үчүн, талаага коюлган 1Кл зарядга аракет эткен 1Н күч кабыл алынат. [E]=[Н/Кл]



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 бөлүштүрүлүшүн 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 чекитеги электр 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 зарядынын, оң заряд менен оң заряддын күч сызыктарынын кандайча бөлүштүрүлүшү көрсөтүлгөн.

30-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 болон электр талаасынын чыңалышы кандай багытталат? 6. Электр талаасынын күч сызыктары деп эмнени айтабыз? 7. Электр талаасынын күч сызыктары кандайча мейкиндикте бөлүштүрүлөт?

Сапаттык маселелер:

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

Маселе чыгаруунун үлгүлөрү:

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

Берилди
$q_1 = q$
$q_2 = 2q$
$F = 7,2\ 10^{-4}$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 аныктооого болот.

$$q = r\cdot\sqrt{\frac{F}{2\cdot k}}$$

$$q = 10^{-2}\cdot\sqrt{\frac{7,2\cdot 10^{-4}}{2\cdot 9\cdot 10^{9}}} = 2\cdot 10^{-9}(Кл)$$ $q_1 = 2\ 10^{-9}$Кл; $q_2 = 4\ 10^{-4}$Кл

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

Берилди
$q_1 = 5\ 10^{-9}$Кл
$q = 6\ 10^{-9}$Кл
$F = 12\ 10^{-5}$Н
r - ?

Чыгаруу

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

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

R = 4,8см

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

Берилди
$q_1 = 4\ 10^{-9}$Кл
$q_2 = -5\ 10^{-9}$Кл
r = 0,3м
E -?

Чыгаруу

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

$E = E_1 - E_2$ $\quad E_1 = k\cdot\frac{q_1}{r^2}\quad E_2 = k\cdot\frac{q_2}{r^2}$ 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. 10нКл эки заряддын аралыгы 3см болсо, кандай күч менен өз ара аракеттенишет?
2. Заряды 1мкКл жана 10нКл заряддар, кандай аралыкта 9МНкүч менен өз ара аракеттенишкен?

3. Бир түрдүү q жана 5q заряддалган металл шарчалар бири биринен R аралыгында жайланышкан. Шарчаларды бири бирине тийиштиргенден кийин, кандай x аралыгында өз ара аракеттенишүү күчтөрү өзгөрбөй кала берет?
4. 7,0 10^{-8}Кл заряды глицеринде электр талаасын түзөт. Заряддан 7,0см аралыктагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла?
5. Заряддын чоңдугу 4,5 10^{-7}Кл, андан 5см аралыктагы электр талаасынын чыңалышы 2,0 10^{4}Н/Кл болсо, ал кандай чөйрөгө жайланышкан?
6. Эки оң q жана 2q заряд бири-биринен 10мм аралыкта турушат.

Заряддар $7{,}2\cdot10^{-4}$Н күч менен өз ара таасир этишет. Ар бир заряддын чоңдугу канчалык?

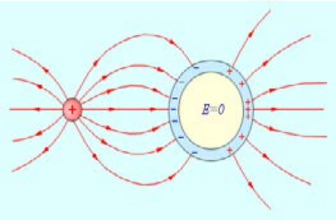
7. Массасы 1,0 10^{-4}гр тамчы, чыңалышы 98Н/кг бир тектүү электр талаасында жайланышкан. Тамчынын зарядын аныктагыла?

§32. Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөр жана диэлектриктер.

Карама каршы заряддар топтолгон эки параллель өткөргүчтөрдүн ортосунда бир тектүү электр талаасы пайда болот. Бир текттүү 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 (Е), 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 болуп калат. Натыйжада, өткөргүчтүн эки жагында

31-сүрөт

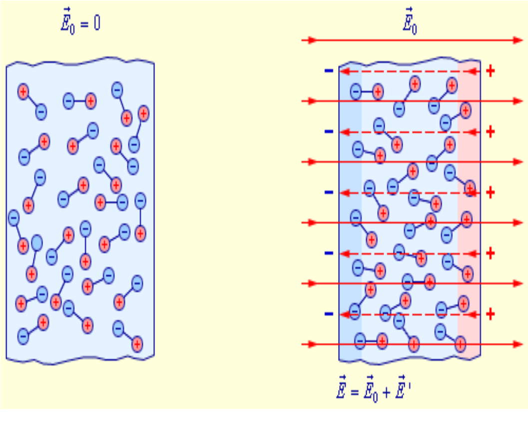
топтолгон карама каршы белгидеги заряддар кошумча электр талаасын пайда кылат(E^1). Бул эки талаанын багыттары карама каршы, чоңдуктары барабар болгондуктан, өткөргүчтүн ичинде эч кандай электр талаасы болбойт, б.а. $\vec{E} = 0$ болот

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.

Өткөргүчтөрдүн мындай касеттерин, эң так өлчөөчү физикалык куралдарды электр талаасынан тасиринен 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_0) каршы багытталган, диэлектриктин беттеринде топтолгон оң жана терс заряддарынын түзгөн кошумча электр талаасы (E^1)

32-сүрөт пайда болот. (32-сүрөт)

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

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

$$\varepsilon = \frac{E^1}{E_o}$$

Ар кандай чөйрөлөрдүн диэлекриктердин өткөрүмдүүлүктөрү (ε) Таблица 7

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 0го 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 кандайча жазылат?

Сапаттык маселелер:

1. Айнек кургак пробирканын ичиндеги заряддалган металл шарын электроскопко жакын алып келишет. Электроскоптун баракчалары бири биринен түртүшөбү?

2. Эмне үчүн заряддалган металл шарчанын ичинде электр талаасы болбойт?

3. Электрленген таякчаны магниттик стрелкага жакын алып келгенде, магниттик стрелканын абалы өзгөрөбү?

§33. Электр талаасынын жумушу. Потенциал. Потенциалдардын айрымасы. 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

А = - ($П_2$ – $П_1$) 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 нолго 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. $\varphi = \dfrac{П}{q}$ Бул формуланы эске алуу менен, электр талаасынын аткарган жумушуннан потенциалдардын айрымасын аныктап алууга болот.

$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \dfrac{A}{q}$ Мында $\varphi_1 - \varphi_2$ - Электр талаасынын эки чекитиндеги **потенциалдардын айрымасы** же **чыңалуу** деп аталат.

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

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

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

Электр талаасын мүнөздөөчү эки чоңдук:
электр талаасынын чыңалышы(Е) менен, электр талаасынын потенциалдардын айрымасынын 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, **Е**ни аныктоого болот.

$E = \dfrac{U}{d_1 - d_2}$ Демек, электр талаасынын чыңалышы узундук бирдигине барабар аралыктагы потенциалдардын айрымасын көрсөтөт. Электр талаасынын чыңалышынын СИ системасындгы бирдиги $[E] = \dfrac{[U]}{[м]} = 1\dfrac{В}{м}$ 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 айрымасы 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 айрымасы 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 энергиясын кандайча аныкталат? 3. Электр талаасынын потенциалы деп эмнени айтабыз? 4. Потенциалдардын айрымасы кандай чоңдук? 5. Жогорку чыңалуунун сымдарынын чегине түшүп калгандар, ал зонадан кантип чыгып кетүү сунуш кылынат?

Маселе чыгаруунун үлгүлөрү:

1. 10см аралыктагы эки паралелль эки металл пластинкасынын потенциалдарынын айрымасы 1кВ. Пластиналардын арасындагы
10^{-4}Кл зарядка кандай күч аракет этет?

Берилди

$\varphi_1 - \varphi_2 = 1000B$

q = 10^{-4}Кл Чыгаруу

d = 10^{-2}м

F -?

$$F = q \cdot E = q \cdot \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$

$$F = 10^{-4} \cdot \frac{1000}{10^{-2}} = 10(H)$$ F = 10Н

9 - көнүгүү

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

Q ~ φ 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 өлчөмүнүн көз каранды жана бирдик потенциалдын маанисиндеги өткөргүч ээ болгон заряддын чоңдугун көрсөтөт.

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

Мында С – өткөргүчтүн электр сыйымдуулугу.

Q – өткөргүчкө берилген заряддын чоңдугу.

Электр сыйымдуулугунун бирдиги

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

$$[C] = 1\Phi = \frac{1K\lambda}{1B}$$

Практикада электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн, микрофарада(мкФ), пикофарада(пФ) колдонулат. 1мкФ = 10^{-6}Ф, 1пФ = 10^{-12}Ф

Электр сыйымдуулугуна өткөргүчтөрдүн системасы да ээ болот.

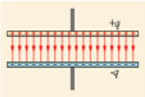
Диэлектрик менен бөлүнгөн өткөргүчтөрдүн системасы **конденсатор** деп аталат. Өткөргүчтөрдүн системасы, конденсатордун пластиналары же обкладкалары деп аталат.

Конденсаторлордун пластиналарында карама каршы белгидеги чоңдуктагы заряддар топтолот.

Конденсатордун электр сыйымдуулугу, андагы заряддын чоңдугунун обкладкаларынын арасындагы потенциалдардын айрымасына 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 пропоциялаш болот..

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

мында S–конденсатордун обкладкаларынын аянты.

d – обкладкалардын ортосундагы аралык.

ε –чөйрөнүнүн диэлекрддик өткөрүмдүүлүгү.

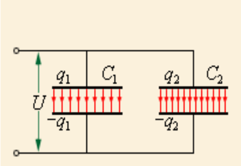
ε_0- диэлектрдик туруктуулук.

Эсептөөлөр боюнча: ε_0=8.85*10^{-12}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 – **паралелль туташтыруу.**



Бул абалда, жалпы сыйымдуулук эки конденсатордун электр сыйымдуулуктарынын суммасына барабар болот. C = C_1 +C_2

Экинчиси – **удаалаш туташтыруу.**

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

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

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.

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

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

Электр талаасынын энергиясынын тыгыздыгы, б.а. көлөм бирдигиндеги электр талаасынын энергиясы төмөнкүдөй формула 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 квадратыны 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?

Сапатык маселелер:

1. Металл өткөргүчтү керосинге салып, аны заряддагандан кийин, сууга салышты. Мындан өткөргүчтүн сыйымдуулугу өзгөрөбү?

2. Электр тармактарынан ажыратылса да, чынжырдагы конденсатор эмне үчүн Адам үчүн коркунучтуу болуп кала берет? Конденсаторду электр чынжырынан ажыратылгандан кийин эмне кылуу керек?

3. Суусу бар стаканды колдун манжалары 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 эмне үчүн учкун пайда болот?

Маселе чыгаруунун үлгүлөрү:

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

Берилди

$S = 15\ 10^{-4}$м^2

$d = 2\ 10^{-4}$м

$\varepsilon = 6$

Чыгаруу

С - ?

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_o S}{d}\qquad C=\frac{6\cdot 8{,}85\cdot10^{-12}\cdot15\cdot10^{-4}}{2\cdot10^{-4}}=400(n\Phi)$$

С = 400пФ

10 - көнүгүү

1. Эки тегерек пластиналарынын диаметри 20см, 1мм 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 0,9мм болсо, обкладкалардын ортосундагы чыңалууну аныктагыла?
3. Сыйымдуулугу 2мкФ жана обкладкаларындагы чыңалуусу 400в болгон конденсаторду, сыйымдуулугу белгисиз обкладкалардагы чыңалуусу 1000В болгон кондесатор менен удаалаш туташтырылганда чыңалуусу 570В болуп калса, экинчи конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла? Жалпы заряд канча болуп калат?
4. Сыйымдуулуктары 4 мкФ, 1мкФ болгон эки конденсаор удаалаш туташтырылып, 220В туруктуу токтун булагына эсептелген болсо, жалпы сыйымдуулукту аныктагыла? Бул конденсаторлор эми канча чыңалууга иштей алат.?
5. Сыйымдуулугу 10мкФ конденсаторго 4мкКл заряд берилген болсо. заряддалган конденатордун энергиясын аныктагыла?

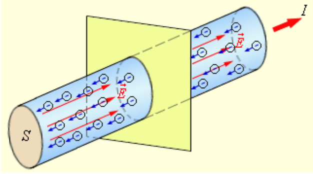
VII ГЛАВА ЭЛЕКТР ТОГУ.

§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.
«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

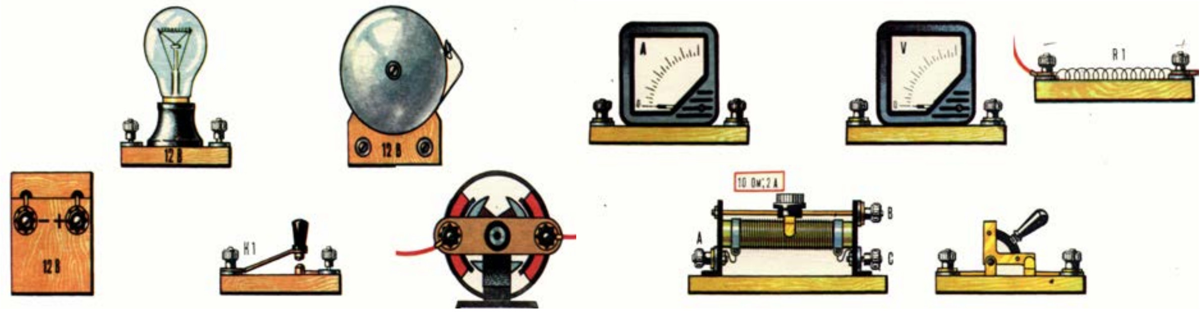


пайда болот. Ошондуктан, электр тогу пайда болушу үчүн, эркин заряддары бар өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасын түзүү жетиштүү болот. Ток булактары аркылуу өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасын пайда болот.. Ток булактарында ар түрдүү энергияларды электр энергиясына айландырат. Мисалы, гальваникалык элементтер жана аккумляторлор химиялык энергияны, Күн батареялары жарык энергиясын, индукциялык генераторлор механикалык энергияны электр энергиясына айландырышат. Ток булактарындагы электр энергиясын керектөөчүүлөргө (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 катары көрсөтүлөт.

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

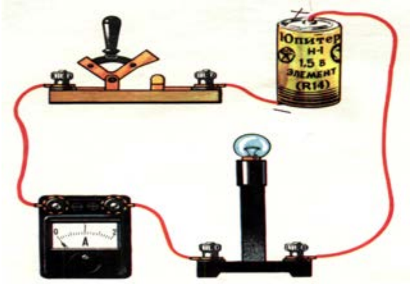
Электр тогу **токтун күчү** деген чоңдук менен мүнөздөлөт.

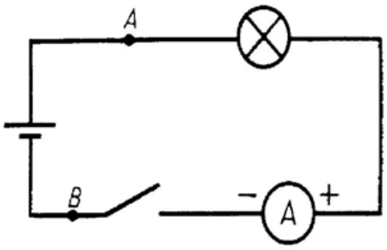
Ток күчү - өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу, 1секундада өткөн электр зарядынын чоңдугун көрсөтөт.

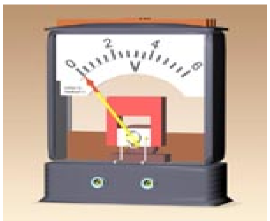
$$I = \frac{Q}{t}$$

Ток күчүнүн бирдиги үчүн, француз физиги А. Ампердин урматына 1 Ампер (А) кабыл алынган.1А=1Кл·1с. Ток күчүн өлчөөчү курал – **амперметр** деп аталат(34-сүрөт).

Ток күчүн өлчөө үчүн, амперметр электр чынжырындагы керектөөчүгө удаалаш туташтырылат(35-сүрөт)



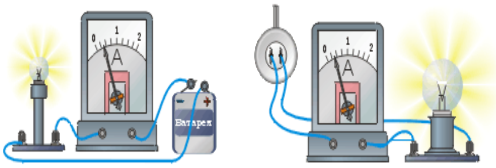




34-сүрөт 35-сүрөт 36-сүрөт

35-сүрөттө эң жөнөкөй электр чынжыры көрсөтүлгөн. Анын принципиалдык схемасы 36-сүрөттө. Ток булагы катары гальваникалык элемент, электр лампасы – керектөөчү жана ага удаалаш амперметр туташкан. Ачкыч керектөөчүнү ток булагына кошуп жана ажыратып турат. Жогорудагы амперметрдин көрсөтүүсүнүн эң жогорку чеги 2А. Ошондуктан аны андан ашкан ток күчү бар чынжырга кошууга болбойт. Прибордун шкаласындагы ар бөлүгүнүн баасын аныкталат. Шкалада 0 дон 1ге чейин 10 бөлүккө бөлүнгөн, ар бир бөлүк 1Аге барабар. Прибордун кыскычтарында (-) (+) белгилерди ток булагынын 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. (37-сүрөт) Анда бул чынжырлар эмнеси менен бири биринен айрымаланат? Электр тогу пайда болушу болушу үчүн, өткөргүчтөрүн ичинде дайыма электр талаасын камсыз кылуу зарыл болот.



37-сүрөт

Ал эми, өткөргүчтүн ичинде пайда болгон электр талаасы зарядды которуштуруу боюнча жумуш аткарат.

Демек, лампаларда ток күчтөрү бирдей болгон менен экинчи лампада 1Кл заряд которулганда көп жумуш аткарылат.

Бирдик оң зарядды которуштуруу боюнча электр талаасынын аткарган жумушу - **чыңалуу** деген чоңдук менен мүнөздөлөт. U=A/q

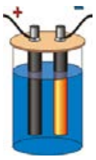
Электр чынжырындагы чыңалууну өлчөөчү курал – **вольтметр** деп аталат. (38 - сүрөт)

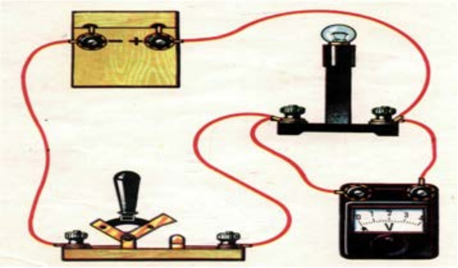
Электр чынжырынын бөлүктөрүнүн чыңалуусун өлчөөдө, вольтметр чынжырдын чыңалуу ченеле турган бөлүгүнө паралелль туташтырылат. (39-сүрөт)

Өткөргүчтүн учуна уланган ток булагы, анын ичинде электр талаасын пайда кылат. Ошондуктан, ток булагы гана өткөргүчтө

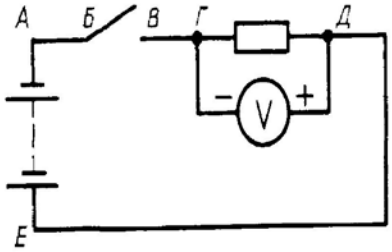
38-сүрөт

электр тогу пайда кылат. Гальваникалык элементтер жана аккумляторлор туруктуу токтун булактары болот. Ток булагынын ичинде заряддарды которуштуруу боюнча тышкы күчтөр жумуш аткарат. Эң алгачкы ток булагын италиялык окумуштуу А.Вольта ойлоп тапкан. Күкүрт кислотасынын суудагы эритмесине ($CuSO_4$) жез жана цинк стерженьдери салынат. Стерженьдер 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.



39-сүрөт

Эгерде ток булагы ачкыч аркылуу электр лампасына уланып, вольтметрди электр лампасына параллель туташтырылса, вольтметр белгилүү бир чыңалууну көрсөтөт(39-сүрөт). Анын принципиалдык схемасы 40-сүрөттө берилген.

40-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 (э.к.к.)** деп аталат.

$$\varepsilon = \frac{A_{тыш}}{q}$$

ЭКК нүн бирдиги үчүн1 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 күчүн кандай прибор менен өлчөнөт? 4. Чыңалуу деп эмнени айтабыз? 5. Чыңалуу кандай прибор менен өлчөнөт? 6. Ток булагынын э.к.к.ы деп эмнени айтабыз? 7. Электр чынжыры жана анын элементтери жөнүндө айтып бергиле?

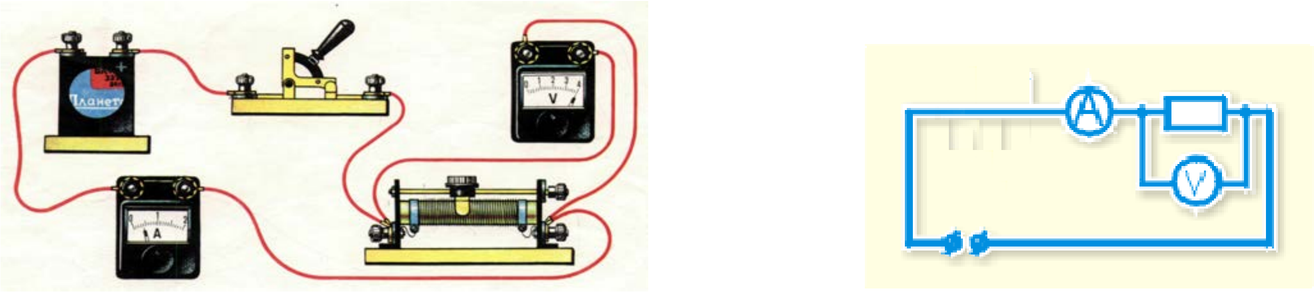
Сапаттык маселелер:

1. Токтун генератору катары: электрофордук машина менен аккумлятордун кандай бири бири менен айрымасы бар?
2. Окуучу лампочка аркылуу өткөн токтун күчүн өлчөөдө, амперметрдин ордуна вольтметрди туташтырып алды. Эмне болот?
3. Бир бөлмөдөгү лампочканы өчүргөндө, экинчи бөлмөдөгү лампочкасы 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, каршылыктагы чыңалуунун мааниси да улам өзгөрө берет. Бирок, чыңалуунун токтун күчүнүн тиешелүү маанисине болгон катышы турактуу бойдон кала берет. 41-сүрөттөгү схеманы улап, ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгын аныктоого болот.



41-сүрөт

$$\frac{U}{I} = const$$

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 1Ом кабыл алынган. **1А** токтун маанисинде, өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуу **1В** чыңалууга барабар болсо, өткөргүчтүн каршылыгы **1Омго** барабар болот.

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

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

Өткөргүчтө, мисал үчүн металлдарда - иондор кристаллдык решетканын 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 калыңдыктарыры 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

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

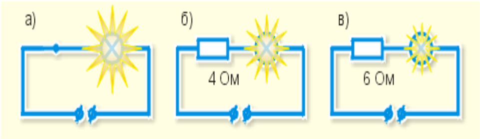
Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы: бирдик аянттагы, бирдик узундуктагы өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт.

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

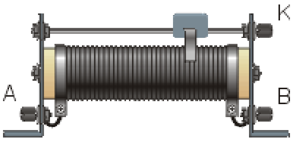
Кээ бир заттардын салыштырма каршылыктары Таблица8

.	$\rho;10^{-8} Ом \cdot м$
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 4Ом болгон өткөргүч уланса, ал начар күйөт. Ал эми, 6Ом уланса, лампочка андан да начар күйөт. Бул тажрыйбадагы чынжырда каршылык көбөйгөндүктөн токтун күчү чынжырда азайат.(42-сүрөт) Демек, чынжырдагы токтун маанисин азайтуу үчүн, өткөргүчтүн каршылыгын жогорулатуу зарыл болот. Белгилүү бир каршылыкка болгон өткөргүч **резистор** деп аталат. Бирок, зарыл болгондо улам резисторлорду алмаштыра бербей, өзгөрүлмө каршылыктагы өткөргүчтү колдонууга болот. Өткөргүчтүн каршылыгын өзгөртүү үчүн, анын узундугун өзгөртүү жетишүү болот. Ошондуктан, 43-сүрөттө көрсөтүлгөндөй атайын оролгон АВ түрмөгүнүн оромолоруна тийишип, жылып жүрүүчү кармагыч аркылуу, өткөргүчтүн жалпы каршылыгын АК клеммалары аркылуу өзгөртүүгө болот.



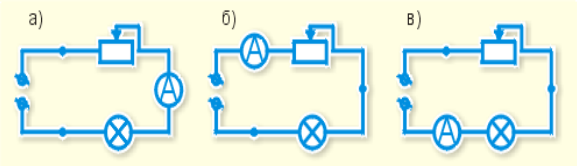
42-сүрөт



43-сүрөт

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

Реостатты чынжырга удаалаш туташтыруу аркылуу, андагы токтун күчүн өзгөртүүгө жетишүүгө болот. Мисалы, 38-сүрөттө лампочкага удаалаш туташтырылган реостат, амперметрдин кайсы бөлүгүнө туташтырылганына карабай, токтун күчүнүн өзгөрүүүсүн камсыз кылат.



44-сүрөт

Ошондой эле, бул куралды чыңалуунун бөлүүчүсү катары пайдаланууга болот.

Мисалы, эгерде АВ клеммаларына, 12В чыңлуудагы аккумлятордун клеммалары туташтырылса, АК клеммаларындагы чыңалууну 0дон 12Вольтко чейин өзгөртсө

Бышыктоо үчүн суроолор:

болот

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

Сапаттык маселелер:

1. Турактуу токко уланууучу 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: 4,5В деп жазылса, лампочкада 3,5В деген жазуу болот. Эмне үчүн мындай лампочканы батареяга уласа боло берет?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

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

Берилди

R = 0.1 Ом

m =5,4 10^{-2}кг

$$\rho = 2{,}8 \cdot 10^{-8}\, Ом \cdot м$$

D =2700кг/м^3 Чыгаруу

S - ?

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

(1) (2) Мындан узундукту таап, 1 – ге коюлуп, S аныкталат.

$$\ell = \frac{m}{D \cdot S} \quad S = \frac{\rho \cdot \ell}{R} = \frac{\rho \cdot m}{R \cdot D \cdot S}$$ Мындан $$S^2 == \frac{\rho \cdot m}{R \cdot D}$$ же

$$S = \sqrt{\frac{\rho \cdot m}{R \cdot D}}$$

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. 0,5мм^2 кесилиштеги 2,5м фехраль сымынын каршылыгы 5,47Ом. Фехралдын салыштырма каршылыгын аныктагыла?1,110-6

Берилди

S = 0,5мм^2

l= 2,5м

$\rho - ?$

R = 5,47Ом   Чыгаруу

$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$ мындан $\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}$ Демек, $\rho = \frac{5{,}47 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6}}{2{,}5} = 1{,}1 \cdot 10^{-6} (Ом \cdot м)$

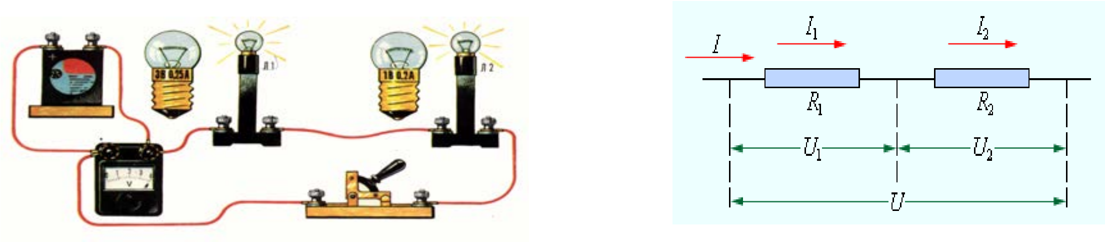
$\rho = 1{,}1 \cdot 10^{-6} Ом \cdot м$

11 - көнүгүү

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

§39. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу.

Бир нече резисторлорду электр чынжырына удаалаш туташтыруунун жолун карап көрөлү.



45-сүрөт а) б)

Эгерде эки резисторду, биринчи резистордун учу менен экинчи резистордун учу бириктирилсе, удаалаш туташтырылган болот (39б-сүрөт).

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

Мисалы, 39а-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

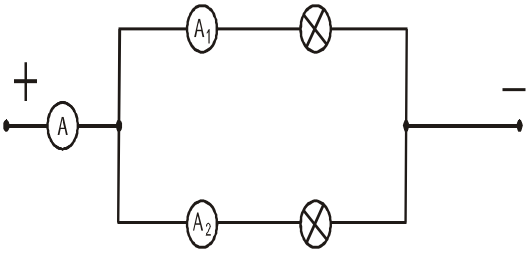
$$R=R_1+R_2$$

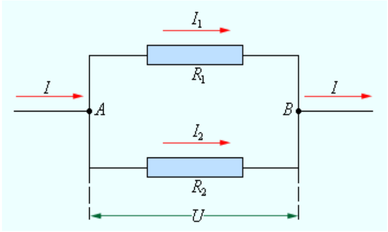
Электр чынжырына удаалаш туташтырылган резисторлордун жалпы каршылыгы, бул резисторлордун каршылыктарынын суммасына барабар болот.

Жаңы Жылдагы балатыларды ороп турган майда жарык чыгаруучулар гирляндаларда төмөнкү вольтуу лампаларды удаалаш туташтыруу менен жогорку чыңалуудагы тармакка кошууга мүмкүн болот.

§40. Өткөргүчтөрдү паралелль туташтыруу.

Эки резистордун, эки учу бири бирине туташтырылышы паралелль туташтыруу деп аталат.



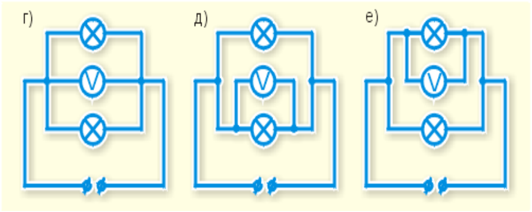


46-сүрөт а) б)

Электр чынжырынын тармакталбаган бөлүгүндөгү токтун күчү, тармакталган R_1 жана R_2 (лампочкалардын)резисторлорундагы токтун күчтөрүнүн суммасына барабар экендигин, схема боюнча улашкан амперметрлердин көрсөтүүсүнөн аныктоого болот(46б-сүрөт).

$I = I_1 + I_2$

Өткөргүчтөр паралелль туташтырылганда, чыңалуу бирдей мааниге ээ боло тургандыгы, чиймедеги схема боюнча вольтметрлерди туташтыруу менен далилденет(47-а сүрөт). **$U = U_1 = U_2$**



Токтун күчүн чыңалуу аркылуу туюнтуп,

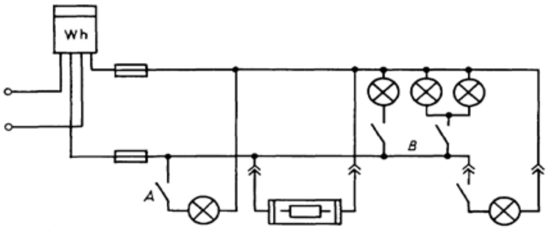
$I = \dfrac{U}{R}$ $I_1 = \dfrac{U}{R_1}$ $I_1 = \dfrac{U}{R_2}$; Жогорку теңдемеге коюп

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

Мындан

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Өткөргүчтөрдү паралелль туташтырганда жалпы каршылык азят. Мисалы, R_1=10 Ом, R_2=15 Ом болгон эки резистордун жалпы каршылыгы $R = \dfrac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6(Ом)$ болуп калат. Күндөлүк турмушта пайдаланылып жүргөн электр тогун керектөөчүлөрдүн дээрлик көпчүлүгү, электр булагына паралелль туташтырылат. Ошондуктан, алар 220В чыңалууга эсептелип чыгарылат. Үйдөгү электр чынжырынын схемасы 48-сүрөттө көрсөтүлгөн, чынжырга электр эсептегичи, сактагыч, лампалар жана электр ысыткычы уланган.



48-сүрөт

Бышыктоо үчүн суроолор:

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

Сапаттык маселелер:

1. Чынжырдын участкасына паралелль уланган вольтметр чыңалуунун азайгандыгын көрсөтсө, анда чынжырда кандай өзгөрүүлүр болуп кетти?
2. Чынжырдын участкасына удаалаш туташтырылган амперметр токтун күчүнүн маанисинин көбөйгөндүгүн көрсөтсө, чынжырда кандай өзгөрүүлөр жүргөн?
3. 220Вко эсептелген электр утюгун пайдаланып, кандайча 6В лампочканын күйө тургандыгын, 220Вко туташтырып билсе болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

Резисторду 120В чыңалуудагы тармакка улаганда ток 2,4А, кесилиши 0,55мм^2 болсо, резистордогу нихром сымынын узундугун аныктагыла?

Берилди

U = 120

S = 0,55мм^2

I = 2,4А

$\rho = 110 \cdot 10^{-8} Ом \cdot м$

$\ell - ?$

Чыгаруу

$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$ жана $\frac{U}{I} = R$ Демек, $\frac{U}{I} = \frac{\rho \cdot \ell}{S}$ Мындан $\ell = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho}$

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

$\ell = 25м$

12 - көнүгүү

1. Каршылыгы 240Ом, 120В чыңалууга эсептелген лампочканы 220в чыңалууга туташтыруу зарыл. Ал үчүн, лампочкага удаалаш кесилиши 0,55мм^2, болгон канча узундуктагы нихром сым керек болот?
2. Чыңалуусу 24В электр чынжырында үч өткөргүч удаалаш туташтырылган. Биринчисинин каршылыгы 4Ом, экинчисиники – 6 Ом жана үчүнчүсүнүн учтарындагы чыңалуу 4В 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 паралелль 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, паралелль туташтырса жалпы каршылыгы 5 ом болсо, ар бир өткөргүчтүн каршылыгын аныктагыла?

§41. Электр тогунун жумушу. Джоуль – Ленцтин закону. Электр тогунун кубатуулугу.

Электр тогунун жумушу, чыңалуунун заряддын чоңдугуна болгон көбөйтүндүсүнө барабар болот. A = Uq ; q=It 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 (21) Бул формуланы Омдун законун пайдаланып, төмөнкүдөй жазууга болот.

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

Токт ун жумушунун бирдиги.

$$[A]=[U]\cdot[I]\cdot[t]=B\cdot A\cdot c=1Дж$$

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

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

Кубаттуулук - 1с. ичинде, электр тогунун аткарган жумушун көрсөтөт.

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

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

Жумуштун маанисинин ордуна, тиешелүү чоңдуктарды коюу менен, кубатуулуктун көз карандылыгы төмөнкүдөй көрүнүшкө ээ болот.

$$P=U\cdot I$$

Демек, токтун кубатуулугу чыңалуунун токтун күчүнө болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

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

Кубат уулукт ун бирдиги.

$[P]=[U]\cdot[I]$ $[P]=1B\cdot 1A=1Bm$

1кВт = 10^3Вт; 1МВт = 10^6Вт

Кубатуулуктун бирдигинин негизинде, жумуштун экинчи бирдиги практикада көп пайдаланылат.

Мисалы, жумушту кубатуулуктун убакытка болгон көбөйтүндүсү катары аныктоого болот. А = Р t

Демек, жумуштун бирдиги кубатуулуктун бирдигинин убакытка болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

$[A]=[P]\cdot[t]$ $[A]=Bm\cdot c$

Практикада жумуштун бирдиги үчүн, $[A]=кВт\cdot саат$ пайдаланылат.1кВт·саат=1000Вт·3600с=3600000Дж

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 1кВт·саат энергиянын баасын сарпталган энергияга көбөйтүү керек. Мисалы, 254,5кВт·саат. 0,62сом/кВт· саат=157,79сом төлөнөт.

Бышыктоо үчүн суроолор:

Электр тогунун аткарган жумушун кандайча аныктоого болот? 2.Электр тогунун жумушунун бирдиги кандай болот?

3. Джоуль – Ленцтин закону кандайча ачылган жана кандай формулалар менен аныкталат? 4. Джоуль – Ленцтин законун кандайча негиздөөгө болот? 5. Токтун кубатуулугун кандайча аныктоого болот? 6. Электр тогунун аткарган жумушунун экинчи бирдигин далилдеп бергиле? 7. Чиймедеги электр эсептегичинин көрсөтүүсү боюнча, эгерде 1кВт саатка 18тыйындан 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 кубатуулуктагы, 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:

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

Берилди

A = 0,35кВт саат = $12,6*10^5$ Вт с

t_1=10°С

t_2= 100°С

t =2100с

m - ? P - ? Чыгаруу

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

Демек, $A = Cm(t_2 - t_1)$ Мындан

$$m = \frac{A}{C\cdot(t_2 - t_1)} \qquad m = \frac{12{,}6\cdot10^5}{4200\cdot(100-10)} = \frac{12{,}6\cdot10^5}{4{,}2\cdot9\cdot10^4} = 3{,}3(кг)$$

m =3,3кг

$$P = \frac{A}{t} \text{ Мындан } P = \frac{12{,}6\cdot10^5}{2100} = \frac{12{,}6\cdot10^2}{2{,}1} = 600(Вт)$$

P = 600Вт

13 - көнүгүү

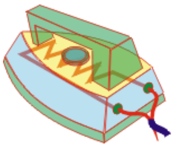
1. 30 мин да 220В чыңалуудагы кубатуулугу 660Вт ысыткычта канча электр энергиясы сарпталат? Токтун күчүн аныктагыла?

2. Кубатуулугу 800Вт п.а.к 87% болгон чайнекте 3л суу 18°С тан кайнаганга канча убакыт сарпталат?

3. Каршылыгы 6 Ом болгон реостат аркылуу 5мин да 600Кл заряд өтсө, канча жылуулук бөлүнүп чыгат?

4. Жумушчу абалындагы лампочканын сымынын каршылыгы 144 Ом, чыңалуусу 120В. лампочка аркылуу өткөн токтун күчүн, 10саатта канча пайдаланылган кубатуулулугун,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 220В 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 (3387^0 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.

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 аз болгондуктан анчалык көп ысыбайт.

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

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

$$I = \frac{220B}{880Ом} = 0{,}25A$$ болот.

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

$$I = \frac{220B}{88Ом} = 2{,}5A$$ болуп калат.

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

$$I = \frac{220B}{1Ом} = 220A$$ 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.

Ар бир үй бүлө жашоочу үйлөрдө, электр тогун керектөөчүлөрүнүн жалпы кубатуулугу 2кВтка эсептелет. Мына ушул эсепке ылайык электр тогун камсыз кылуучу өткөргүчтөр, сактагычтар пайдаланылат.

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

Мындай учурларда, туташтырылган электр ысыткычтарынын санын азайтуунун же кубатуулугун азайтуунун ордуна, сактагычтын зымын бир кыйла калың зым менен алмаштыруу Өрт чыгып кетүү коркунучун пайда кылат.

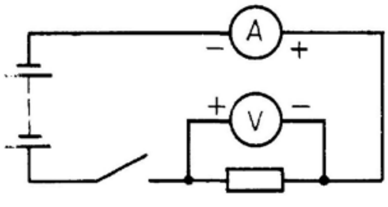
Электр тогунда иштөөчү приборлорду колдонууда, дайыма коопсуздук эрежелерин толук сактоо талап кылынат.

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 –0,1А 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.



49-сүрөт

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.

$Q = I^2R\,t + I^2R\,t$ Энергиянын сакталуу закону боюнча, A =Q

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

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

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.

$U = \varepsilon - Ir$ (27)

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

Ток булагына керектөөчү кошулбаса булактын кыскычтарына улашкан вольтметр ЭККүн көргөзөт.

$U = \varepsilon$

Ошондуктан, чөнтөк батареясы же аккумлятор болобу, анда көрсөтүлөн 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 Омдун закону кандай жазылат? 6. Туюк чынжырда чыңалуу менен э.к.к.нын кандай байланышы бар? 7. Эгерде чынжыр туюк болбосо, чыңалуу менен э.к.к.нын кандай байланышта болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Чынжырдагы чыңалуу 5В, токтун күчү 3А болсо, чыңалуу 8В ко чоңойгондо, токтун күчү 4А болот. Булактын э.к.к.үн аныктагыла?

Берилди Чыгаруу

$I_1 = 4A$ $\varepsilon = U_1 + I_1 r$ $\varepsilon = U_2 + I_2 r$ же $I_1 r = \varepsilon - U_1$ $I_2 r = \varepsilon - U_2$

$I_2 = 3A$

$U_1 = 8B$

$U_2 = 5B$ Тиешелүү өзгөртүүлөрдөн кийин

$\varepsilon - ?$ $$\frac{\varepsilon - U_1}{I_1} = \frac{\varepsilon - U_2}{I_2}$$ Мындан $\varepsilon(I_2 - I_1) = U_1 I_2 - I_1 U_2$

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

2. Кубатуулугу 800Вт, п.а.к.и 87% электр чайнеги 3л 18°Стагы сууну кайнатууга канча убакыт сарпталат?

Берилди Чыгаруу

P = 800Вт

m = 3кг

$t_1 = 18°C$ $$\eta = \frac{C \cdot m(t_2 - t_1)}{P \cdot t}$$ Мындан $$t = \frac{C \cdot m(t_2 - t_1)}{P \cdot \eta}$$

$t_2 = 100°C$

$\eta = 0{,}87$

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 = 25мин

14 - көнүгүү

1. Аквариумдагы суунун ысыткычы э.к.к. 12В ички каршылыгы 3,2 Ом болгон электр энергиясынын булагына туташтырылса, 10кВт кубатуулуктку пайдаланат. Чынжырдагы токтун күчүн жана установканын п.а.к.ин аныктагыла?

2. Э.к.к. 1,5В элементке туташтырылган лампочкадагы токтун күчү 0,2А. 1мин да тышкы күчтөрдүн аткарган жумушун аныктагыла?

3. Чөнтөк фонарынын э. к. к. 4,5В. 7,5 Ом каршылык аркылуу өткөндө токтун күчү 0,5А болсо, чукул туташтыруудагы токтун күчүн аныктагыла?

4. Э.к.к. 12В жана ички каршылыгы 1 Ом болгон электр энергиясынын булагына туташтырылган диаметри 0,5мм никелин сымынан 0,8 А ток өтсө, сымдын узундугун жана анын учтарындагы чыңалууну аныктагыла?

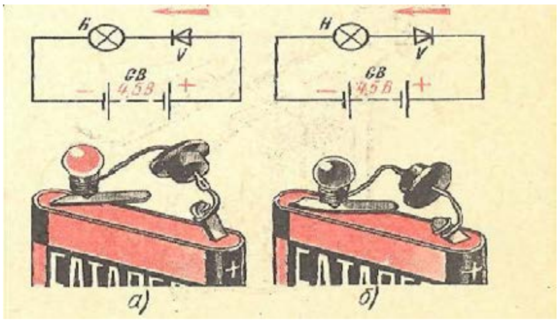
5. Эгерде токтун күчү 30А. тышкы чынжырдагы кубатуулук 180Вт, ал эми 10А токтун күчүндө, кубатуулугу 100Вт болсо, ток булагынын э.к.к жана ички каршылыгын аныктагыла?

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

Кадимки шартта диэлектрик болгон жарым өткөргүчтөр алардын ичндеги кошулманын түрүнө жараша, электрондук (n) жана көзөнөктүк өткөрүмдүүлүккө (p) ээ болот (§28).

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 50 - сүрөттөгүдөй туташтырып көрөлү.



Чынжырды туюктаганда, лампочка күйөт. Эгерде, ток булагынын уюлу

50-сүрөт

алмаштырылса, лампочка күйбөйт. Эмне үчүн?

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 өт көргүчт үү 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.

Тирист ор.

Тиристорлор – башкарылуучу диоддор болуп саналат.

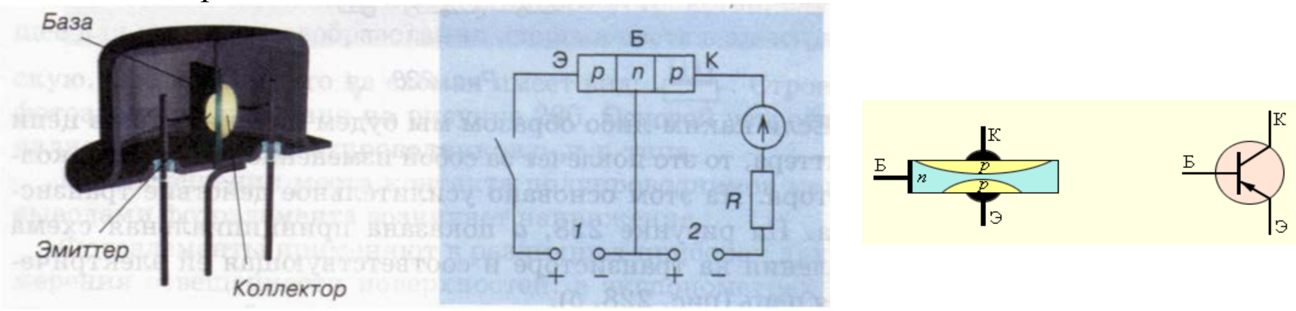
Диоддон токтун өтүшү же өтпөшү, башкаруучу электроддо электрдик сигналдын бар экендигине жараша болот.

Мисалы, айрым электр тогунда иштөөчү установкаларды 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.

Транзист ор.

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



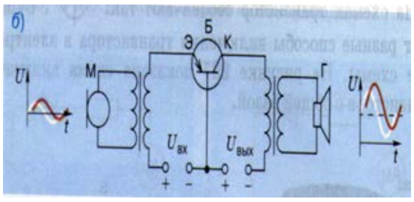
51-сүрөт

Транзистор ар түрдүү өткөрүмдүүлүкө 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 структураларындагы 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, тразистордон ток керектөөчүгө өтпөйт. Транзистордун мындай режимде иштөөсү электрондук автоматика аппаратураларында колдонулат.



52-сүрөт

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

Мисалы, үн жыштыгындагы күчөткүчтө микрофондон пайда болгон электрдик сигнал конденсатор аркылуу транзистордун базасына берилет. Транзистордо сигнал 30 – 50 эсе күчөтүлгөндөн кийин, аз кубатуулуктагы динамикке берилип, анда күчөтүлгөн электрдик сигнал үнгө айланат (82-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 цифралык) болуп экиге бөлүнөт.

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

Логикалык микросхема электрондук эсептөө машиналарында, автоматика жана телебашкаруу системаларында, цифралык эсептөөчү приборлордо колдонулат.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. p жана n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн кошулган жери аркылуу токтун өтүшүн кандайча 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 билесиңер?

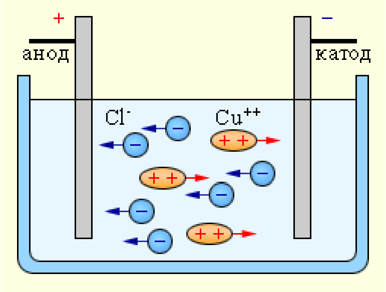
Сапаттык маселелер:

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 кошулмалалрдын 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 (CuSO4) аралаштырылса, лампочканын күйгөндүгүн байкоого болот. Эмне үчүн лампочка күйөт? Сууда бул туздун түрү эригенде электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болгондугун күбөсү. Алардын пайда болушунун себеби, суунун молекулаларынын жылуулук кыймылдары, көк таштын тузунун молекулаларын иондорго ажыратып жиберишет.



53 – сүрөт

$CuSO_4 \rightarrow Cu^{+} + SO_3^{-}$ Натыйжада, суунун ичинде туздун молекуласын түзүп турган оң жана терс иондор пайда болуп, суунун ичинде электр тогун пайда кылат (46-сүрөт).

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

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=It 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 1Кл заряд өткөндө электродго бөлүнүп чыккан заттын санын көрсөтөт.

Бирдиги [k]= [*м*]/[Q]=1кг/Кл

Кээ бир зат т ардын элект рохимиялык эквивалент и. Таблица 9

Заттар	Электрохимиялык эквиваленти, $k*10^{-6}$ 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.

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

Мында F – пропорциялаштык коэффициенти, Фарадейдин саны деп аталат.

А – заттын атомдук массасы; n – валентүүлүгү.

Фарадейдин санынын физикалык маңызы.

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

$m = \frac{A}{n}$ 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 составынан жез, никель, алюминий сыяктуу түстүү металдарды 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.

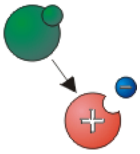
Белгилүү бир убакытта электролит аркылуу токтун өтүүсүнүн натыйжасында, буюмдардын тышкы формасын сактаган металлдын калың катмарын алууга болот. Мындай жол менен, искусство үчүн баалуу болгон чыгармалалардын, скульптуранын копияларын алууга болот. Ар кандай буюмдардын өзүндөй болгон копиясын алуунун электролиттик жолу *гальванопластика* 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. (53а-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

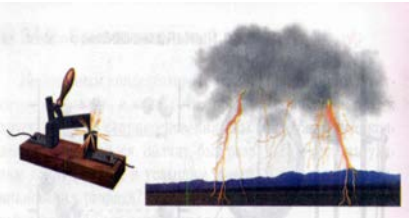
53-сүрөт: а) б)

электрондор пайда болуп, электр талаасынын аракети менен багытталган кыймылга келишет (53б-сүрөт). Газ аркылуу 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 биригишип кетишет. Газдардагы электр тогун оң иондор жана эркин электрондор пайда кылат. 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 000В/м ден ашканда нормалдуу атмосфералык басымда учкун чыгарган газ разряды пайда болот. Бул кубулушту караңгы бөлмөдө синтетикалык буладан жасалган кийимдерди чечкенде байкоого болот.



Электр учкуну карбюратордук кыймылдаткычта күйүүчү аралашманы тутандырууда колдонулат.

54 - сүрөт

Атмосферадагы учкун разряддары – **чагылган** катары белгилүү.

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 коюуланып 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 айрымасы, аба аркылуу электр тогу өткөргөн деңгээлге чейин жогорулап, Жер менен булуттун же булут менен булуттун ортосунда электр разряды пайда болот (48-сүрөт). Газ разряды пайда болгондо ачык жарык мене коштолот, температура өтө жогорулап, басым кескин көбөйөт. Атмосфералык газдардын кескин тез кеңейишинен жарылуу толкуну пайда болот.

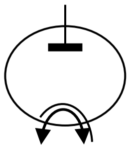
Адамдын кулагына эң биринчи жарылуу толкунун үнү келип жетсе, андан кийин ар кандай тоскоолдуктарга урунуп келген үн толкундары Күндүн күркүрөөсүн пайда кылат. Чагылгандын орточо узундугу 1 –2км ге барабар, анын каналынын диаметри 60см ге жакын болот. Чагылган өзүнө оңой өтүүчү жолду тандап алат, б.а. каршылыгы өтө аз чөйрө аркылуу өтөт.

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 чыңалышын төмөндөп, чагылган пайда болбойт.

Вакуумдагы электр тогу.

Вакуум - басымы эң аз болгон чөйрө. Вакуум, атайын идиштен ар кандай түрдөгү насостордун жардамы менен абасы сордуруп чыгаруу менен алынат.
Абасы сордуруган айнек идиштин ичине ысыткыч зым жана эки өткөргүчү (электрод) бар прибор **эки электроддуу электрондук лампа** же **вакуумдук диод** (48-сүрөт) деп аталат.


55-сүрөт

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 электондор учуп чыгып анодду көздөй кыймылга келет.

Ысытылган металлдардан электрондордун бөлүнүп чыгуу кубулушу **термоэлектрондук эмиссия** деп аталат. Бул кубулуш телевизордун вакуумдук кинескопторунда колдонулат.

Вакуумдук диоддун катодун ток булагынын оң уюлуна, анодун терс уюлга бириктирилсе 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. XX1 кылымдын башталышында, алардын ордуна жарым өткөргүчтүк жана цифралык 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 кандайча пайда болот? 6. Чагылган жөнүндө эмнелерди айтып бере аласыңар? 7. Вакуумда электр тогу кандайча электр тогу 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 айрымаланат**?**

Маселе чыгаруунун үлгүсү:
1. Буюмду атайын күмүш менен каптоодо, каршылыгы1,2Ом болгон тиешелүү туздда 2саатта 40,32гр бөлүнүп чыккан. Ваннадагы токтун күчү, анын учтарындагы чыңалууну жана күмүш менен каптоо убактысы ичинде сарпталган энергияны аныктагыла?
Берилди
R = 1,2 Ом
t = 7200с
m =4, 032 10^{-2}кг
k =1,118 10^{-6}кг/Кл
I -? U - ? Q - ? Чыгаруу

$$m = k \cdot I \cdot t \text{ Мындан } I = \frac{m}{k \cdot t}$$

Демек, $I = \dfrac{4{,}032}{1{,}118 \cdot 10^{-6} \cdot 7200} = \dfrac{4032 \cdot 10^{3}}{111{,}8 \cdot 72} = 0{,}5 \cdot 1000 = 500(A)$ I = 5000A

U = I R U = 500 1,2 = 600В; Q = I^2R t Q = 25·10^6·1,2·7200 =
= 2,5·1,2 ·7,2 ·10^{10} = 6,2· 10^{11}(Дж) Q =6,2· 10^{11}Дж

15 - көнүгүү
1. Эгерде 50мин да катоддо 6гр жез бөлүнүп чыкса, токтун күчүн аныктагыла?
2. Электролиз менен 1кг жез алынган. Электролит аркылуу ошондой эле сандагы электр заряды өтсө, канча күмүштү алууга болот?
3. Эгерде буюмга 1,8гр никель бөлүнүп чыкса, токтун күчү 2А болсо, электролиз канча убакыт жүргөн?
4. Электрдик жол менен алюминийди алууда,ваннада чыңалуу 5В болсо, токтун күчү40кА болот. 1т алюминий алуу үчүн канча убакыт кетет? Жана канча энергия сарпталат?
5. Күмүштүн электрохимиялык эквиваленти 1,118·10^{-6}кг/Кл болсо, натрийдин, алюминийдин электрохимиялык эквиваленттерин аныктагыла?

VIII ГЛАВА МАГНИТ ТАЛААСЫ.

§47. Магнит талаасы. Магнит талаасынын күч сызыктары.

Мындан 2000 жыл мурда Магнезиянын 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.

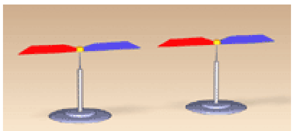
Магниттик касиетин узакка сактап калган темирдин куймалары **туруктуу магниттер** деп аталат. Туруктуу магниттер дайыма эки уюлдуу болот. Туруктуу

магниттер бири-бири менен тартышуу жана түртүшүү касиетине ээ болгондуктан, магниттик уюлдар шартуу түрдө **түндүк** жана **түштүк уюлдар** деп аталышат. Аларды бири биринен айрымалоо үчүн, түндүк уюлу **- көк**, түштүк уюлу **- кызыл түс** менен боелот.

Карама каршы уюлдагы магниттер бири бири менен өз ара тартышат, ал эми, бирдей уюлдагылар – өз ара түртүшөт. Бул магниттердин өз ара аракеттенишин кандайча түшүндүрүүгө болот?

Ар бир туруктуу магнит өзүнүн айланасында магнит талаасын түзөт.

Туруктуу магниттер, өздөрү түзгөн магнит талаасы аркылуу өз ара аракеттенишет. Туруктуу магниттен пайда болгон магнит талаасынын бар экендигин жана магнит талаасынын мейкиндикте кандайча бөлүштүрүлгөндүгүн, ага жакындатылган

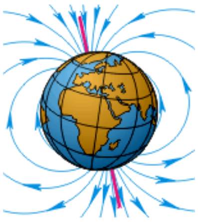


магниттик жебенин абалынын өзгөрүшү боюнча аныктоого болот(56-сүрөт). Магнит талаасы электр талаасы сыяктуу реалдуу, Материянын жашоосунун бир формасына кирет. Бирок,

магнит талаасын түздөн түз көрүүгө же сезип болбойт. Андыктан, магнит талаасынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн **магнит талаасынын күч сызыктары** аркылуу көрсөтүүгө болот

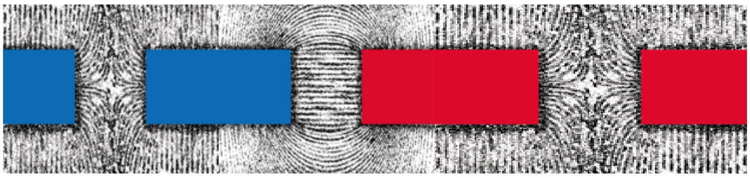
56-сүрөт

Магнит талаасынын күч сызыктары, туруктуу магниттин айланасына жайланыштырылган магнитик жебелердин сызыктарын бойлото багытталат. Туруктуу магниттердин күч сызыктары түндүк уюлдан башталып, түштүк уюлга багытталып, дайыма туюк ийри сызыктар болот.



57-сүрөт

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 (57-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 (58-сүрөт).



58-сүрөт

Чиймеден бирдей жана ар түрдүү уюлдагы магниттердин түзгөн магнит талааларынын өзгөчөлүктөрүн байкоого болот.

59-сүрөт

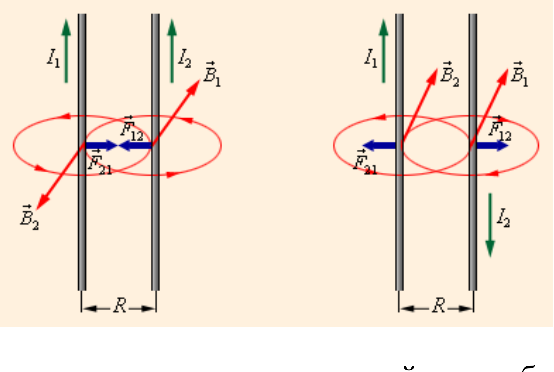
Ошондой эле, тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасынын мейкиндикте кандайча бөлүштүрүлгөндүгүн магниттик жебе аркылуу да аныктоого болот (59-сүрөт). Чиймелердеги металл күкүмдөрүнүн жана магниттик жебелердин жайланышынан магниттик күч сызыктары туюк боло тургандыгы көрүнүп турат.

§48. Тогу бар өткөргүчтөрдүн магнит талаасы. Магниттик индукция. Магниттик агым.

60-сүрөт

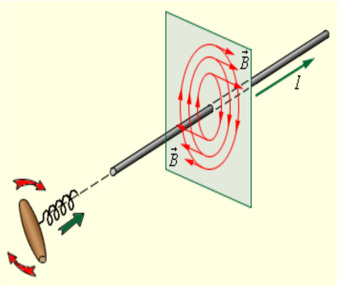
1820 – жылы Даниялык физик Г. Эрстед тажрыйбанын натыйжасында, тогу бар өткөргүчтүн жанындагы магниттик жебенин абалы өзгөргөндүгүн байкаган (60-сүрөт). Демек, бир гана туруктуу магниттердин айланасында магнит талаасы пайда болбостон, ар кандай тогу бар өткөргүчтүн айланасында да магнит талаасы пайда болот.

Тогу бар өткөргүчтүн айланасында магнит талаасы пайда болушунун ачылышы, аны менен байланышкан көптөгөн ачылуулар менен коштолду.



61-сүрөт

Мисалы, Француз физиги А. Ампер, тажрыйба жүзүндө эгерде, эки паралелль өткөргүчтө электр тогу бирдей багытта болсо, алар өз ара тартылышкандыгын, карама каршы багытта болсо, өз ара түртүлүшкөндүгүн далилдеген (61-сүрөт). Паралелль өткөргүчтөрдүн өз ара аракеттенүүлөрү, алардын ортосундагы пайда болгон магнит талааларынын өз ара аракеттенүүлөрүнүн 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 түртүшүшөт.

Тогу бар өткөргүчтүн айланасындагы ар бир чекиттеги магнит талаасынын мааниси - **магнитик индукция** чоңдугу менен мүнөздөлөт

Магнитик индукциянын багыты **оң бурама эрежеси** менен аныкталат.

62-сүрөт

Мисалы, өткөргүчтөгү токтун багыты бураманын алга умтулуу кыймылына дал келсе, бураманын туткасынын айлануу кыймылынын багыты магнитик индукциясынын багытын көрсөтөт(62-сүрөт).

Эл аралык бирдиктер системасында(СИ) магниттик индукциянын бирдиги үчүн серб окумуштуусу Н.Тесланын урматына *т есла (1Тл)* кабыл алынган.

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 физигини В. Вебер урматына вебер (1Вб) кабыл алынган.

$$[\Phi] = [B] \cdot [S] = 1Тл \cdot 1м^2 = 1Вб$$

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Туруктуу 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 магнитттик стрелка кандай абалда болот?
2. Темирдин магниттик касиетин кандайча жок кылса болот?
3. Эмне үчүн эки паралель өткөргүчтөн бирдей багытта ток өтсө, алар өз ара тартышат да, эки паралель катод нурлары бири биринен түртүлүшөт?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. Бир тектүү магнит талаасында, узундугу 10см өткөргүчтөн 10А ток өтөсө, өткөргүскө 20мН күч аракет этет. Магнттик индукцияны тапкыла?

Берилди / Чыгаруу

I = 10A $\qquad B = \dfrac{\mu \cdot \mu_o \cdot I}{2\pi \cdot R}$ Мындан

R = 0,1м

F = 0,02Н

$\mu_o = 1{,}3 \cdot 10^{-6}\ Гн/м$ $\qquad B = \dfrac{1 \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{2 \cdot 3.14 \cdot 0{,}1} = \dfrac{1{,}3 \cdot 10^{-5}}{0{,}628} = 2{,}1 \cdot 10^{-5} (Тл)$

B - ?

16 - көнүгүү

1. 600А ток өткөн өткөргүчтөн 10см аралыктагы магниттик индукцияны тапкыла?
2. Өткөргүчтөн 50А ток өтсө, 1см аралыктагы магниттик индукцияны тапкыла?
3. Өткөргүчтөн 10см аралыктагы чекитте магниттик индукция $4 \cdot 10^{-6}$Тл болсо, өткөргүчтөгү токтун күчүн аныктагыла?
4. Сымдагы ток 250мА болсо, абада андан кандай аралыкта магниттик индукция

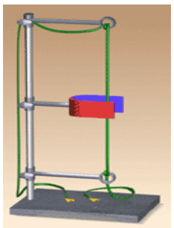
10^{-6}Тл болот?

5. Аянты 60см^2 туюк контурдун ичинде магниттик агымы 0,3Вб болсо, контурдун ичиндеги магниттик индукциянын маанисин тапкыла?

6. Эгерде туюк контурдун 50см^2 аянтына 0,4Тл магниттик индукциясы: перпендикуляр; 45° бурч менен багытталса, магниттик агымдарын аныктагыла?

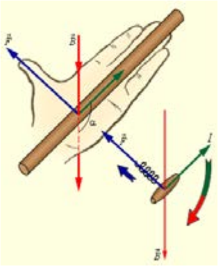
§49. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракети. Ампердик күч.

Тогу бар өткөргүчкө магнит талаасы тарабынан аракет эткен күч - **Ампердик күч** деп аталат. $F = I \cdot B \cdot l$ Мында F - Ампер күчү, I – токтун күчү; B – магниттик индукция; l – өткөргүчтүн узундугу. Мисалы, эгерде чиймедеги (63-сүрөт) туруктуу магнит түзгөн магнит талаасындагы өткөргүчтөгү ток жогорудан ылдыйга багытталса, анда Ампер күчүнүн аракети бул өткөргүчтү магниттин ичин көздөй тартат.



63-сүрөт

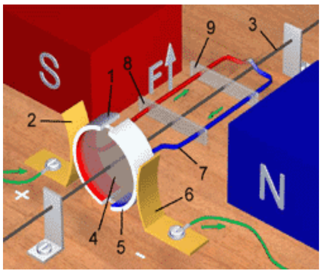
Эгерде токтун багыты ылдыйдан жогоруга багытталса, тогу бар өткөргүчтү магниттин сыртын көздөй түртүп жиберет. Бул күчтүн багыты магниттик индукциянын жана токтун багытына жараша өзгөрүлөт. Ампердик күчтүн багытын сол кол эрежеси менен аныктоо кабыл алынган (64-сүрөт). Ал үчүн, сол колдун төрт манжасы токтун багытын, магниттик индукциянын күч сызыктары алаканга перпендикуляр багытталса, 90° бурчка ачылган баш бармак **Ампердик күчтүн багытын** көрсөтөт.



64-сүрөт

Азыркы завод, фабрика, станоктордун негизин ар кандай типтеги, кубатуулуктагы электр кыймылдаткычтары пайдаланылат.

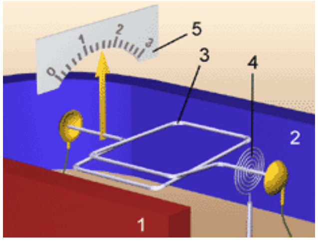
Бул электр кыймылдаткычтарынын иштөөсү Ампер күчүнүн аракетине негизделген. Анткени, тогу бар рамка магнит талаасында айланат(65-сүрөт). Магнит талаасын туруктуу магниттер же электромагниттердин жардамы менен түзүлөт. Айлананууу огу (3)кө рамка түрүндөгү өткөргүчтөрдүн (1) учтары жарым шакечелерге(4),(5) бекитилет. Шакекчелерге жылма контактуу шеткалар(2), (6) тийип турат. Булакка улашкан шеткалар менен рамка аркылуу өткөн электр тогуна аракет эткен Ампер күчүнүн аракети менен айланат. Рамканын учу ток булагына үзгүлтүсүз тийип турган болсо рамка



65-сүрөт

айланбастан алга артка термелип турмак. Шакекекчелер экиге бөлүнгөндүктөн рамканын ар бир жарым айланууусунда ток күчүнүн багыты өзгөрүшүнүн натыйжасында үзгүлтүксүз айланат.

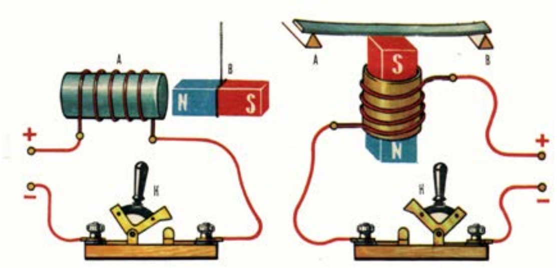
Электрдик өлчөөчү приборлор иштөө принциби магнит талаасында тогу бар рамканын айланышына негизделген. Мында, өлчөнүүчү ток түздөн түз рамка менен туташтырылат. Токтун күчүнүн маанисине жараша, Ампердик күчтүн аракетинен стрелка белгилүү бир бурчка бурулушу менен ток күчүнүн тиешелүү сан маанисин көрсөтөт.(66-сүрөт)



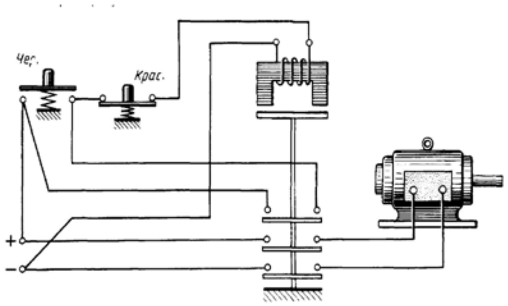
66-сүрөт

§50. Электромагнит. Электромагниттик реле.

Цилиндр формасындагы өзөкчөгө оролгон зымдардын түрмөгү аркылуу ток өткөндө айланасында күчтүү магнит талааасы пайда болот. Түрмөккө болот өзөкчөсү киргизилгенде магнит талаасынын индукциясы кескин көбөйөт. Болот өзөкчө күчттүү 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 (67-сүрөт). Электромагниттер электр коңгуроосунда, электромагниттик кранда, электомагниттик реледе ж.б. колдонулат.

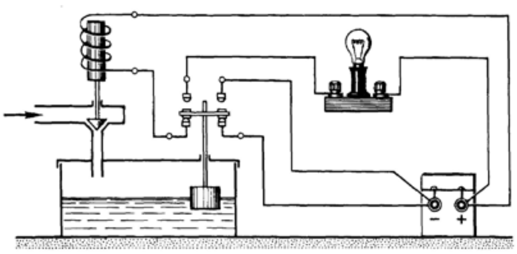


67-сүрөт



68-сүрөт

Электромагниттик реле (жөнгө салгыч) ар кандай электр тогунда иштөөчү приборлорду же электрдик керектөөчүлөрдү автоматтык режимде башкаруу үчүн колдонулат. Кубаттуу электр кыймылдаткычтарды тармакка кошууда электромагниттик жөнгө салгычтар колдонулат. Аз чыңалуудагы токтун жардамы менен чоң чыңалуудагы электр тогун бириктирип же ажыратууга болот. Мисалы, эгерде реленин

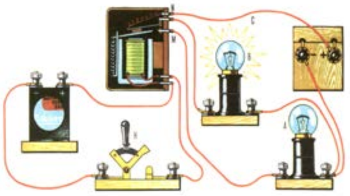


69- сүрөт

оромосуна 12 – 24В 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(68-сүрөт).

69-сүрөттө атайын идиштеги суунун деңгээлин жөнгө салгыч көрсөтүлгөн. Эгерде, реленин оромосуна келген ток токтосо, анын темир өзөкчөсү магниттик касиетин жоготот. 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 (70-сүрөт). Ажыратуучу контакттарда түрмөктөгү оромодо ток жок болсо, чынжырды ажыратып турат, ток болгондо алар биригип калышат, чынжыр туюкталат. Туюк контакттарда реленин оромосунда ток жок болсо, В лампасынын электр чынжыры N контакт менен туюкталып турат. Релени



70-сүрөт

кошкондо, N контакты ажырап M контакты кошулуп А 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.

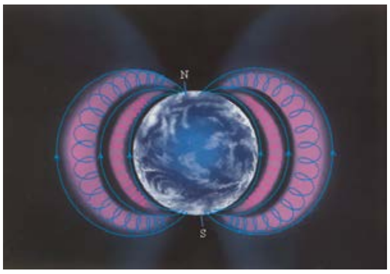
Демек, магнит талаасы тогу бар өткөргүчкө аракет эткен Ампердик күч, чындыгында магнит талаасынын кыймылдаган зарядка аракет этишинин натыйжасы болот. Лоренц күчү Ампер күчүнүн жалпы заряддардын санынын катышы менен аныкталат.

$F_Л = \frac{F_A}{N}$ $F_A = I \cdot B \cdot l$ Мында, $I = q \cdot n \cdot \upsilon \cdot S$ болгондуктан, Лоренц күчү төмөнкүдөй аныкталат.

$$F_Л = \frac{F}{N} = q \cdot \upsilon \cdot B$$

Лорец күчүнүн багыты зарядын ылдамдыгынын жана индукция векторунуна 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.



71-сүрөт

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 уюлдарына багытында кыймылдашат
(71-сүрөт) Чоң ылдамдыкта кыймылдаган заряддык бөлүкчөлөр Жердин атмосферасын түзгөн молекулаларына урунуу менен, алардын 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 установкаларда пайдаланылып келе жатат.

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Ампердик күч жана анын багытын кандайча аныктоого болот? 2. Ампердик күч электр өлчөөчү приборлордо жана электр кыймылдаткычтарында кандайча колдонулат? 3. Электромагнит жана электромагниттик реленин иштөө принциптери жөнүндө эмнелерди билесиңер? 4. Лоренц күчү жана анын багытын кандайча аныктоого болот? 5. Лоренц күчү кандайча Жер үчүн калкандын ролун аткарат?

Сапаттык маселелер:

1. Катуу сүйлөгүчтөрдүн ички түзүлүшүн карап көргөндө, күчтүү магниттин тегерек бөлүгүнө, кагаз гильзага оролгон жез сымдарынын бир нече оромлорунан турганын көрүүгө болот. Үн кандайча пайда болот?

2. Эгерде электомагнитте токтун күчү аз болушу талап кылынса, анда кандайча күчтүү электромагнитти алууга болот?

3. Эмне үчүн учуп бара жаткан самолеттордун канаттарынын учунда индукциялык э.к.к. пайда болот?

Маселе чыгаруунун үлгүсү

1. Узундугу 88см өткөргүчтөн 23А ток өтүп, магнит талаасы тарабынан 1,6Н күч аракет этсе, магниттик индукциянын мааниси кандай мааниге ээ бологон?

Берилди
l = 0,88м
I = 23А
F = 1,6Н
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 = 79мТл

2. Эгерде, магниттик индукциясы 0,2 Тл магнит талаасында протон радиусу 5см болгон айлана боюнча кыймылга келсе, протондун ылдамдыгын аныктагыла?

Берилди
B = 0,2Тл
R = 0,05м
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.

$F = \dfrac{m \cdot \upsilon^2}{R}$ Ошондуктан, Лоренц күчүн борборго умтулуучу күч болуп саналат. Б. а

$q \cdot \upsilon \cdot B = \dfrac{m\upsilon^2}{R}$ Мындан $\upsilon = \dfrac{q \cdot B \cdot R}{m}$

Демек, $\upsilon = \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}05}{1{,}7 \cdot 10^{-27}} = \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{27}}{1{,}7} = 0{,}84 \cdot 10^6 (м / с)$

$\upsilon = 0{,}84 Мм / с$

17 - көнүгүү

1. Тогу бар өткөргүчтөн 4,5см аралыктагы чекиттеги магниттик индукциянын мааниси $2{,}810^{-4}$Тл болсо, өткөргүчтөгү токтун күчүн аныктагыла?

2. 25А токтун күчү өткөн 5см узундуктагы өткөргүчкө 50мН күч аракет этсе, магниттик индукциянын маанисин аныктагыла?

3.Узундугу 0,1м өткөргүч аркылуу 50А токтун күчү өтсө, бул өткөргүчкө магниттик индукциясы 10мТл болгон магнит талаасы, кандай күч менен аракет этет?

4. Массасы 4гр узундугу 20см горизотал абалындагы өткөргүчтөн 10А токтун күчү өтөт. Магниттик индукциянын кандай маанисинде, бул өткөргүчкө аракет эткен күч оордук күчү менен тең салмактуу абалда боло алат?

5. Индукциясы 0,2Тл болгон магнит талаасында 10Мм/с ылдамдыктагы протонго кандай күч аракет этет?

6. Индукциясы 0,01Тл болгон магнит талаасында протон 10см радиуска ээ болот. Протондун ылдамдыгын аныктагыла?

7. Индукциясы 4мТл болгон магнит талаасында кыймылдаган электрондун айлануу мезгилин аныктагыла?

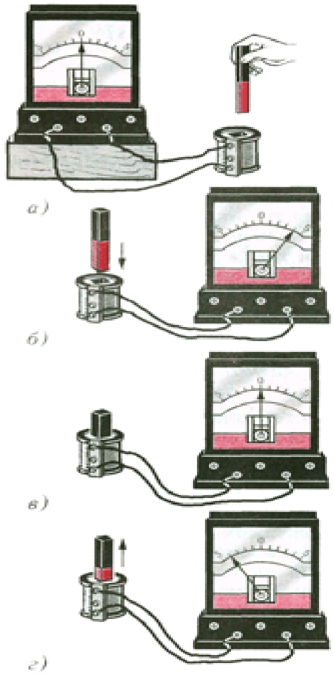
VIII ГЛАВА. Электромагниттик индукция кубулуштары.

§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, өзгөрүлөмө магнит талаасынан туюк өткөргүчтө электр тогу пайда болорун далилдеген.

Тажрыйбада(72-сүрөт), бир нече оромодон турган туюк өткөргүч гальванометр менен туташтырылган. Оромонун ичиндеги магнит кыймылга келгенде гальванометрдин стрелкасы 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.



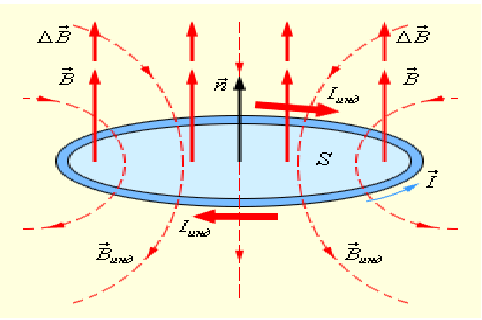
Ошондуктан, магнит талаасынын өзгөрүшүнөн туюк контурда электр тогунун пайда болушу **электромагниттик индукция кубулушу** деп аталат.

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 айрымалоо үчүн, магнит талаасы өзгөргөндө туюк контурда пайда болгон электр тогу **индукциялык ток** деп

72 –сүрөт

аталат. Индукциялык токтун багыты өзгөрмөлүү болот. Тажрыйбада катушкага магнит жакындаганда гальванометрдин жебеси оңго кыйшаят. Магнит алыстаганда жебе солго кыйшайат. 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 Bнын багытына карама каршы болгон Bинднын;

багыттары аныкталгандан кийин, Bинднын багыты боюнча, бурама эрежесинин негизинде

72 -сүрөт

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(В) багыты менен аныкталат. Ленцтин эрежеси боюнча, контурдагы индукциялык токтун магнит талаасынын($B_{инд}$) багыты, Внын багытына каршы болот(72-сүрөт). Мына эми, индукциялык токтун багытын бураманын эрежеси боюнча аныктап алууга болот.

Ал үчүн, бураманын туткасы, $B_{инд}$ багыты боюнча айландырылса, бураманын учунун багыты – туюк контурдагы индукциялык 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 тездигине 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 далилдеген.

Мында, барабардыктын сол жагындагы **индукциялык э.к.к.** - 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 касеттери боюнча заряддардын, ток булактарынын түзгөн электр талааларынан дээрлик чоң айрымасы 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 э.к.к.болуп эсептелет.

Мындан, электромагниттик индуция законунун теңдемеси электр жана магнит талааларынын байланышын чагылдырган теңдеме экендиги көрүнүп турат.

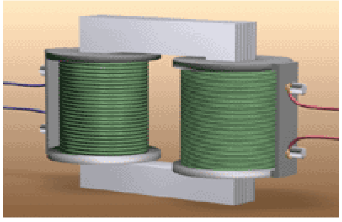
. Практика жүзүндө ГЭС, ТЭЦтерде өзгөрүлмө электр тогунун булагы катары пайдаланылган электр генератордун жана трансформатордун иштөөсү, электомагниттик индукция кубулушуна негизделген.

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 – 10000В болот. Эгерде, чыңалуунун мындай маанисинде электр тогун керектөөчүлөргө чейин берилсе, анда электр энергиясы, аларды бириктирип турган өткөргүчтөрдү ысытууга сарпталат. Бул электр энергиясын ыксыз коромжолунушуна алып келет. Мындай мүнөздөгү электр энергиясынын техникалык жоголуусун азайтуу үчүн, аралыкка берүүдө чыңалууну 110кВ, 220кВ, 500кВ чыңалууга чейин жогорулатууга туура келет. Ал үчүн,
өзгөрүлмө электр тогун аралыкка берүүдө **трансформатор** колдонулат.

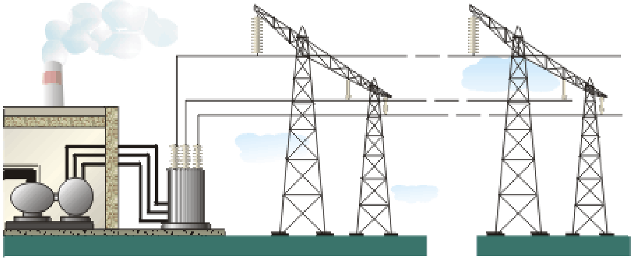
Трансформатор туюк болот өзөкчөдөгү эки же андан көп түрмөктөн турат (73-сүрөт). Эгерде, биринчи түрмөк өзгөрүлмө электр тогунун булагына туташтырылса, анда пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасы болот өзөкчөдө топтолуп, экинчи түрмөк аркылуу өтөт. Натыйжада, экинчи оромодо өзгөрүлмө электр тогу пайда болот. Бирок, экинчи оромодогу чыңалуунун мааниси, бул оромонун санына жараша болот.



73-сүрөт

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Мындан, эгерде экинчи оромодогу өткөргүчтүн оромосунун саны канчалык көп болсо, анда бул оромодо чыңалуу ошончолук жогору болот.



74-сүрөт

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

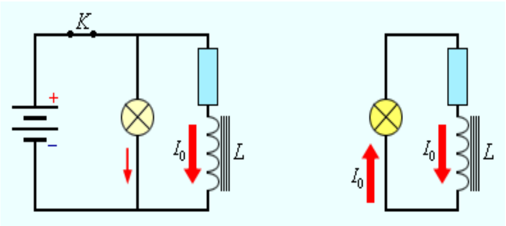
Бул абалда, экинчи оромодо чыңалуу канча эсе жогорулаcа, токтун күчү ошончо эсе азаят. Ошондуктан, трансформаторду электр энергиясын аралыкка берүүдө, техникалык жоголууну азайтуу үчүн пайдаланылат (74-сүрөт). Анткени, токтун күчүнүн азайышы, бул чынжырда бөлүнүп чыгуучу жылуулук санын кескин төмөндөтүп жиберет. Жогорку чыңалуудагы электр тогу керектөөчүлөргө жеткирилгенден кийин, төмөндөтүүчү трансформатордук станцияларда өндүрүшкө жана турмуш тиричиликке керектүү чыңалууга (380В, 220В) чейин төмөндөтүлөт.

§54. Өзүнчө индукция.

Өзүнчө индуция электромагниттик индукциянын натыйжасында пайда болот. Трансформатордун мисалынан, биринчи түрмөктө пайда болгон өзгөрүлмө магнит талаасы туюк болот өзөкчө аркылуу, экинчи түрмөк аркылуу өтөт. Натыйжада, индукциялык э.к.к.нөн, экинчи түрмөктө өзгөрүлмө электр тогу пайда болот.

Өзүнчө индукция кубулушу бир эле түрмөктүн өзүндө пайда болот. Туруктуу токтун булагына туташтырылып, бирок, андан ажыратылганда же ага бириктирилгенде, мындай түрмөктүн айланасында пайда болгон өзгөрүмө магнит талаасы, мына ошол түрмөктүн өзүндө индукциялык э.к.к. үн 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 паралелль туташтырылган лампочка турактуу токтун булагына бириктирилсе, лампочка акырындык менен жарык болот. (75-сүрөт)Эмне үчүн?



Чынжырды туюктоо учурунда, электромагниттин же катушканын айланасында өзгөрүлмө магнит талаасы пайда болот. Андан келип чыккан индукциялык ток, негизги токтун багытына карама каршы болгондуктан, бул токтун маанисинин акырындык 76-сүрөт менен өсүшүнө алып келет. Эгерде, электр чынжырындагы лампочкага удаалаш туташтырылган катушкасы ток булагынан ажыратылса, лампочка бир кыйла убакытка чейин күйүп тургандыгын байкоого болот. Эмне үчүн?

Ток булагынын 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.

(*)нын негизинде, электомагниттик индукция законун төмөнкүдөй туюнтууга болот.

$\varepsilon = -\dfrac{L \cdot \Delta I}{t}$ Мында $\dfrac{\Delta I}{t}$ – индукциялык токтун өзгөрүү ылдамдыгы

Демек, **өзүнчө индукциянын электр кыймылдаткыч күчү индукциялык токтун өзгөрүү ылдамдыгына түз пропорциялаш.**

Формуладан катушканын индуктивдүүлүгү төмөнкүдөй аныкталат $L = \dfrac{\varepsilon}{\Delta I / t}$ Мындан катушканын индуктивдүүлүгүнүн физикалык маңызын аныктоого болот. Катушканын индуктивдүүлүгү - катушкада 1с да ток күчү 1А өзгөргөндө пайда болгон индукциянын ЭККүн көрсөтөт. Катушканын индуктивдүүлүгүнүн бирдиги 1Генри(Гн) деп аталат.

$$[L] = \frac{[\varepsilon]}{\frac{[I]}{[t]}} = \frac{[1B]}{\frac{[1A]}{[1c]}} = 1\text{Гн}.$$

Электр тармактарында ачкычтын ролун аткаруучу коммутациялык аппараттар өзүнчө индукция кубулушун эсепке алынып жасалат. Мисалы, 10кВ 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 процессинде пайда болгон электр жаасынан бул материалдардан газ бөлүнүп чыгып, электр жаасы өчүрүлөт.

Жогорку чыңалуу тармактарында(110кВ, 220кв, 500кВ) 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 коромжуну 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) токтун күчүнүн(I) квадратынын көбөйтүндүсүнүн жарымыны барабар болот.

$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

Бышыктоо үчүн суроолор:

1. Фарадей кандайча, 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 суроолор:

1. Вертикалдык багытта жайланышкан электомагниттин 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 стрелкаларынын термелиши тез эле токтоп калат?
3. Өзүнчө индукциянын э.к.к. качан көп болот? Турактуу токтун чынжырын туташтырууда бы же ажыраткандабы?

Маселе чыгаруунун үлгүсү:

1. 0,1с ичинде токтун күчү 10А ге чейин өзгөргөндө, өзүнчө индукциянын э.к.к. 60В болсо, катушканын индуктивдүүлүгүн тапкыла?0,6Гн

Берилди

t = 0,1c

$\varepsilon = 60B$

I = 10A

L - ? Чыгаруу

$$L = \frac{\varepsilon \cdot t}{\Delta I} \quad L = \frac{60 \cdot 0{,}1}{10} - 0{,}6(Гн)$$ L = 0,6Гн

2. Индуктивдүүлүгү 95мГн болгон катушканын энергиясы 0,19Дж болсо, катушкадагы токтун күчүн аныктагыла?

Берилди

$L = 95\ 10^{-3}$Гн

W = 19Дж
I - ?

Чыгаруу

$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$ Мындан $I = \sqrt{\frac{2 \cdot W_M}{L}}$ $I = \sqrt{\frac{2 \cdot 19}{95 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{380 \cdot 10^2}{95}} = 20(A)$ I = 20A

18 - көнүгүү

1. Туюк контурду кесип өтүүчү магнит агымы 0,3с ичинде 0,006Вб ге өзгөрдү. Магниттик агымдын өзгөрүш ылдамдыгын, индукциянын э.к.к. аныктагыла?

2. Туюк контур аркылуу өтүүчү магниттик агымы 0,6Вб ге өзгөргөндө, индукциянын э.к.к. 1,2В болот. Магниттик агымдын өзгөрүү убактысын аныктагыла? Эгерде өткөргүчтүн каршылыгы
0,24 Ом болсо, индукциялык токтун күчүн тапкыла?

3. Магниттик индукциянын мааниси 4,8 10-3Вб, катушкадагы оромонун саны 75 болсо, катушкада индукциялык 0,74В э.к.к. пайда болушу үчүн канча убакыт керек болот?

4. Эгерде катушканын индуктивдүүлүгү 68мГн, 0,012с ичинде 3,8А ток жок болсо. индукциялык э.к..к.үн аныктагыла?

5. Эгерде катушкадагы ток 6,2А, магнит талаасынын энергиясы 0,32Дж болсо, анын индуктивдүүлүгүн аныктагыла?

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШТЕР

Лабораториялык иш № 1.

Жылуулук алмашуу процесси аркылуу металлдын салыштырма сыйымдуулугун анынтоо.

Жабдуулар: суусу кайнаган идиш, массасы белгилүү металл, суусу бар идиш, термометр (100^0C).

Кыскача теория.

Жылуулук алмашууда ысытылган телонун жылуулук санынын бир бөлүгү(Q), сууга (Q_1), калган бөлүгү идишке(Q_2) берилет б.а.

$Q=Q_1+Q_2$ (1)

Эгерде кайнап турган суунун ичиндеги металл, бөлмөнүн температурасындагы сууга малынганда, ысыган суунун температурасы тез өлчөнүлссө, $Q_2=0$ деп эсептөөгө болот.

Бул учурда $Q=Q_1$(2) болгондуктан, металлдан бөлүнүп чыккан жылуулук саны төмөнкүдөй аныкталат.

$$Q = C_м \cdot m_m(t_2 - t)(3)$$

t_2-суунун кайноо температурасы.

t – ысыган суунун температурасы.

Сууга берилген жылуулук саны.

$Q_1 = C_c \cdot m_c(t - t_1)$ t_1-суунун башталгыч температурасы.

Демек, $C_м m_m(t_2 - t) = C_c m_c(t - t_1)$ мындан $C_m = \dfrac{C_c m_c(t - t_1)}{m_m(t_2 - t)}$

Бул формуладан көрүнүп тургандай, тигил же бул металлдын салыштырма сыйымдуулугун аныктоо үчүн, C_c,m_c,m_m- чоңдуктары белгилүү болгондуктан жана t=96-97°C, t_1=20°C деп алынса, анда лабораториялык ишти аткарууда бир гана ысыган суунун температурасын өлчөөгө туура келет. Мындай термометрди жана кичинекей тараза, анын таштарын жакын арадагы аптекалардан 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 комнаттык температурадагы суусу бар идишке түшүргүлө.
5. Ысыган суунун температурасын өлчөгүлө.
6. Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун маанисин таблицага жазгыла.

Таблицаны толтургула

№ п/п	C_c	m_c	m_m	t	t_1	t	C_m	$C_{орт}$

7. C_m 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 (20гр) бууга айланса, (1) – формула кандайча жазылат? Бул абал үчүн жылуулук санын аныктагыла.

Лабораториялык иш № 2

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 составында 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 точкасы** деп аталат. Анткени, температуранын андан төмөнкү мааниге ээ болушу, суу буусунун конденсацияланышына, б.а. суюктуктун тамчыга айлануусуна алып келет. Ошондуктан, **абанын салыштырма нымдуулугу** - бул суунун буусунун каныгуу абалынан канчага алыс экендиги 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 байланып, ал суунун ичинде болот. Ал эми, суунун бетинен суунун буулануусу тынымсыз жүрүп тургандыктан, суунун температурасы, чөйрөнүн температурасынан төмөн болот. Ошондуктан, нымдуу термометрдин көрсөткүчү кургак термометрге караганда төмөн болот.

Психрометрдин жардамы менен бөлмөнүн салыштырма нымдуулук аныктоо үчүн температураны 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 нымдуулугун физикалык маңызын чечмелегиле?
2. Эмне үчүн жайдын ысык күндөрүндө, эртең менен чөптөр шүүдүрүм болуп калат?
3. Кышында эмне үчүн көчөлөрдө, тоолордо туман пайда болот?.

Лабораториялык иш №3.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы аркылуу анын узундугун аныктоо .

Жабдуулар: амперметр, вольтметр, ток булагы 4,5В 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 - өт көргүчт үн салышт ырма каршылыгы.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы бирдик узундуктагы (1м) бирдик аянтка ээ болгон (1м^2)өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт. Мындан l=RS/ρ эгерде R=U/I
l=US/ρI мында U- өткөргүчтүн учтарындагы чыңалуу , I -ток күчү. l ди аныктоо үчүн, вольтметр менен Uну, амперметр менен I ни 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, $S = \frac{\pi D^2}{4}$
Ошондуктан өткөргүчтүн узундугун аныктоо үчүн төмөнкү формуланы пайдаланууга боллот.: $l = \frac{\pi D^2 U}{4\rho I}$

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 ρнун маанисин таап таблицага жазгыла.
4. Формула боюнча l дин эсептегиле.
5. Чыңалууну өзгөртүү менен тажрыйбаны 2-3 жолу кайталагыла . Маанилерди таблицага толтургула.

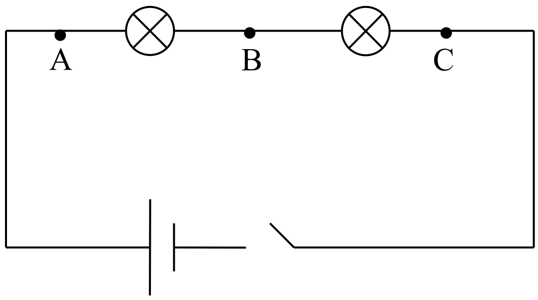
N	L;м	D;м	I; A	U;B	ρ;Ом*м	l;м	$l_{орт}$;м	$\Delta l = l_{орт} - l$; м
1 2 3								

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 менен лабораториялык иште аткарылган узундук менен дал келсе же ага жакын жыйынтык алынса, бул лабораториялык иштин туура аткарылгандыгын көрсөтөт. Эгерде, бул узундуктардын айрымасы чоң болсо, лабораториялык иште токтун күчүн амперметр, чыңалууну вольтметр менен өлчөө жана узундукту эсептөөдө катачылыктарга жол берилген. Мындай эксперимнталдык өлчөөлөрдү кайталап, анын оң натыйжасын алууга аракеттенгиле.

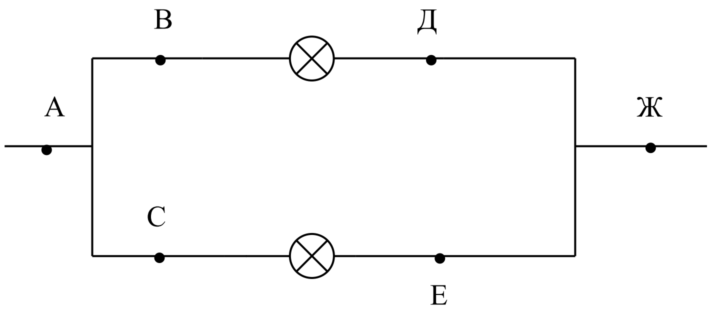
Лабораториялык иш №4
Өткөргүчтү удаалаш жана параллель туташтыруунун жолдорун үйрөнүү.
Жабдылышы: лабораториялык амперметр, лабораториялык вольтметр, эки кызытуучу лампочка, аны туташтыруучу зымдар, ток булагы (4,5В).
Лабораториялык ишти аткаруу тартиби.
а) өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу

1. Эки өткөргүчтү 1-чийме боюнча удаалаш туташтыргандан кийин, ачкыч аркылуу токтун булагына (4,5В) бириктиргиле.
2. Амперметрди электр чынжырынын ар кандай бөлүгүндө (А,В,С чекиттеринде) маанилерин аныктагыла.
3. Таблицаны толтургула.

Вольтметр менен ар бир өткөргүчтүн (лампочканын) учтарындагы жана эки өткөргүчтүн жалпы учтарындагы (АС) чыңалуусун ун маанисин аныктагыла



1-чийме



2-чийме

Таблицаны толтургула.

№ п/п	I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}

4. Тажрыйбада аныкталган токтун күчтөрүнүн жана чыңалуулардын маанилерин салыштырып чыгып, тиешелүү корутундулар чыгаргыла.

б) Өткөргүчтөрдү параллель туташтыруу.

1. Эки өткөргүчтү 2-чийме боюнча туташтыргандан кийин, ачкыч аркылуу токтун булагына (4,5В) бириктиргиле.
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_{CE} , $U_{АЖ}$)

Таблицаны толтургула

№	I_A	I_B	I_c	$U_{ВД}$	U_{CE}	$U_{ДМ}$

Тажрыйбада аныкталган токтун күчтөрүнүн жана чыңалуулардын маанилерин салыштырып чыгып, тиешелүү корутунду чыгаргыла.

Лабораториялык иш № 5
(үй шартында)

Электр тогунун аткарган жумушун аныктоо.

Пайдалануучу жабдуулар: үйдөгү кызытуучу лампочка же телевизор ж.б.у.с. (1 даана) электросчетчик.

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 пайдалангандыгын көрсөткөн электр тогунун аткарган жумушунун сандык мааниси электрсчетчиктин көрсөткүчүнөн аныктоого болот.

Чындыгында, электр тогунун аткарган жумушунун маанисин формула түрүндө эсептеп чыгарууга болот б.а. $A_T = P \cdot t$

Мында P – электр тогун пайдалануучу кубаттуулугу

t – пайдалануу убактысы

Мындан Р менен t мааниси аркылуу A_Tнын мааниси аныкталат. Электр счетчиги да A_{cr}нын маанисин аныктайт. Бирок, формула менен аныкталган (A_T)нын мааниси, электр счетчиги көрсөткөн маанисине (A_{cr}) дал келеби?

Теориялык көз караш менен караганда $A_T = A_{cr}$, б.а. дал келет. Практика жүзүндө дайыма $A_T < A_{cr}$. Анын себеби, электр счетчиги чагылдырылган A_{cr}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. (5-10мин).

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 чегиле.

$$A_{cr} = A_a - A_б$$

A_a -акыркы көрсөткүчү, $A_б$ - баштапкы көрсөткүчү

Таблицаны толтургула

№	A_{cr}	A	P /кВт	t/саат	$A_ф$	$A_{Ф.орт}$

Формулада аныкталган электр энергиясынын мааниси менен электр эсептегичинин көрсөтүүсүнүн айрымачылыгы эмнеден келип чыккандыгын түшүндүргүлө.

Суроолор.

1. Электр тогунун аткарган жумушунун физикалык мазмунун чегиле
2. Эмне үчүн формулада ($A = P \cdot t$) эсептелген электр тогунун жумушун ($A_ф$), электр счетчигинде көрсөтүлгөн жумуштан (A_{cr}) аз болуп чыгат?
3. Эмне үчүн электр тогунун аткарган жумушунун Джоуль менен эмес, КВт·саат бирдигинде өлчөнөт?

Лабораториялык иш №6

Т: Электр ысыткычынын пайдалуу аракет коэффициентин аныктоо.

Кыскача теория

Электр ысыткычтын П.А.К. – бул электр энергиясы канча бөлүгү пайдалуу жылуулук санына сарптала тургандыгын көрсөтөт.

$\eta = \dfrac{Q}{A}$: мында $Q = Q_1 + Q_2$

$$Q_1 = C_c \cdot m_c (t_2 - t_1)$$
$$Q_2 = C_и \cdot m_и (t_2 - t_1)$$

Эгерде $Q_2 = 0$ деп эсептелсе, электр ысыткычынан бөлүнүп чыккан жылуулук саны толугу менен идиштеги сууну ысытууда сарпталат, Q=Q1 анда ал эми $A = P \cdot \tau$ натыйжасында

$$\eta = \frac{Cm(t_2 - t_1)}{P \cdot \tau} \text{ же } \eta = \frac{C \quad m \cdot \Delta t}{P \cdot \tau}$$ келип чыгат.

Эскертүү: Эгерде термометр мектепте жок болуп калса, суунун кайноо температурасы $t_2 = 100^0 C$ комнаттык температурада $20^0 C$ эсептеп $\Delta t = 80^0 C$ 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 кубаттулугу, анын п.а.к.ин аныктагыла.

2. 1,5 л айнек идишке анчалык толтурбай, 1л (1кг) өлчөмдү сууну куюп, анын ичине салынган электр ысыткычын стандарттык 220 В булагына туташтыргыла.

3. Суунун кайноого чейинки убакытысын 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 $\eta, \eta_{орт}$ маанилерин аныктагыла, тиешелүү корутунду чыгаргыла.

Суроолор:

1. Эмне үчүн электр ысыткычынын бөлүгүнөн чыккан жылуулук саны толугу менен сууну ысытууга сарпталбайт?
2. П.А.К. нын физикалык мазмунун чечмелеп бергиле?
3. Тажрыйбада электр ысыткычынын П.А.К. (m) бир кыйла ток маанисин аныктоо үчүн, деги кандай кошумча эсептөөлөр талап кылынат?

Лабораториялык иш №7

Ток булагынын Э.К.К үн жана ички каршылыгын аныктоо.

Жабдуулар: Ток булагы (1,5В же 4,5В), лабораториялык амперметр жана вольтметр, туташтыруу зымдар, электр лампочкасы (3,5В)

Кыскача теория.

Туюк чынжыр ЭККү ε, ички каршылыгы r ток булагынан жана тышкы каршылыгы R барабар керектүүчүдөн турат. Туюк чынжыр үчүн Омдун закону боюнча $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ (1)

Мындан $\varepsilon = IR + Ir$, эгерде IR=U болсо,

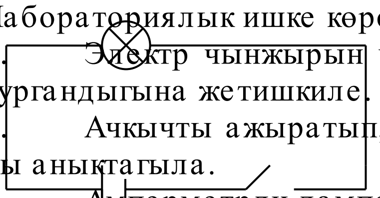
U=$\varepsilon - Ir$ (2);

Демек, туюк чынжырда чыңалуунун мааниси ток булагынын Э.К.К. нын аз болот. Эгерде, чынжыр туюкталбаса, I=0 болгондуктан $U = \varepsilon$; мындан, эгерде чынжыр туюкталбаса, өлчөнүлгөн чыңалуу, ток булагынын Э.К.К. на барабар.

Чынжырды ачкыч менен ток булагынан ажыратылгын абалда, ток булагына бириктерилген вольтметр аркылуу (1-чийме) аныкталган чыңалуунун мааниси, булактын Э.К.К. нүн маанисин көрсөтөт. Чынжыр туюкталганда амперметр токтун күчүнүн маанисин көрсөтөт. Ал эми, волтметр лампочкага паралелль 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-чийме.

1. Электр чынжырын чогултуп, ачкыч аркылуу туюкталганда лампочканын күйө тургандыгына жетишкиле.
2. Ачкычты ажыратып, вольтметрди ток булагына параллель туташтырып. Э.К.К. ны аныктагыла.
3. Амперметрди лампочкага удаалаш туташтырып, токтун күчүн аныктагыла.
4. Вольтметрди лампочкага параллель бириктирип, чыңалуунун маанисин аныктагыла.
5. Таблицага J,U,ε маанилерин толтуруп, r дин маанисин формула аркылуу чыгаргыла.

№	I;A	ε;B	U;B	r;Ом	r $_{орт}$; Ом

1. Электр кыймылдаткыч күчүнүн физикалык маңызын чечмелегиле?
2. Эмне үчүн туюк эмес чынжырда чыңалуу Э.К.К. нө барабар болот?
3. Туюк чынжыр үчүн Омдун законун далилдеп чыгарып бергиле?

Лабораториялык иш №8 (үй шартында)

Тема: Электромагнитти чогултуу, магниттик өз ара аракеттенүүсүнө байкоо жүргүзүү

Жабдуулар: туурасынан кесилиш аянты аз болгон (~0,1мм^2) өткөргүч зымдар, мык ток булагы (1,5В, 4,5В)

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 электромагнитти 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 (4,5В) 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 (4,5В), эки электромагнитти туташтыргыла, кандайча өз ара аракеттенишине байкоо жүргүзгүлө.
6. Электромагниттин биринин оромосундагы ток булагынын уюлдарын алмаштыргыла.
7. Бул абалда электромагниттер кандайча өз ара аракеттенишине тургандыгына байкоо жүргүзүп, анын себебин түшүндүргүлө.
8. Лабораториялык иштердин натыйжасын, отчетун 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*^{o}*С*
89°*С.* **1.6.** 1,7^o*С.* **1.7.** 28°*С.*
2-көнүгүү. **2.1**. 800Дж. **2. 2.** 0,3^{o}С 2.3. 0,9кг. **2.4**. 0,01кг*.*
6,44т. 2.6. 5°С. 2.7. 0,25.
3-көнүгүү. **3.1**.9,2кг. **3.2.** 2,7МДж. **3.3.** 900м/с*.* **3.4.** 0,9М*Дж*
44,4кг. **3.6.** 77°С. **3.7**. 2,63кг.
4-көнүгүү. **4.1.** 5,65МДж *Дж.* **4.2.** 4,46кг. **4.3**. 48°С
4.4. 3МДж*.* **4.5.** 0,3кг*.* **4.6.** 234,4км*.* **4.7.** 2,09кг.
5-көнүгүү. **5.1**. 10,5кг*.* **5.2.** 21*кВт .* **5.3.** 50*%.* **5.4.** 2,25 *эсе.*
5.5. 36км/саат. **5.6**.1500°К. **5.7**. 882кг*.*
6-көнүгүү. **6.1**. 7,6•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•10^5 Н/м^2. **7.4.** 3,6 кг.
7.5. 1 кг/м^3. **7.6.** 3,2•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•10^{-9} К; 4,0•10^{-9} К. **8.7.** 10^{-8} Кл.
9-көнүгүү. **9.1.** 5,9•10^5 Кл. **9.2.** 10 мкДж. **9.3.** 1,6•10^{-9}кл; 6•10^{-9} Дж.
9.4. 52 В; 2,6•10^{-7} Дж. **9.5.** 20 кВ/м.
10-көнүгүү. **10.1.** 580 пФ. **10.2.** 1,25•10^4 В. **10.3.** 0,8 мкФ; 1,6•10^{-3} Кл.
10.4. 0,8 мкФ; 44 В. **10.5.** 800 нДж.
11-көнүгүү. **11.1.** 2•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•10^6 Д; 3 А. **13.2.** 24,7 мин. **13.3.** 7200 Дж.
13.4. 0,8 А; 100 Вт; 3,6•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•10^{-8} кг/Кл; 9,4•10^{-8} кг/Кл.

16-көнүгүү. **16.1.** 1,2•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.** 22В. **18.5.** 17 мГн.

Кайталоо үчүн маселелер.

1. Жылуулук саны. Салыштырма жылуулук саны.

Ысытылган 5кг таш суунун ичинде1^{o}Cка муздаганда, сууга 2,1кДж жылуулук санын берет. Таштын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла?

Бала үйүндө апасына идишти жууганга жардам берүү үчүн, идиштеги 10°Стагы 3л сууга канча кайнаган сууну аралаштырганда, суунун температурасы 50°С болуп калат?

4кг кирпичти 63°Ска ысытуу үчүн зарыл болгон жылуулук саны, ошондой эле массадагы сууну 13,2^{o}Ска ысытууга сарпталган жылуулук санына барабар болсо, кирпичтин салыштырма жылуулук санын аныктагыла?

100г калайдын температурасын 32°Ска чейин төмөндөткөндө 5кДж энергия бөлүнүп чыкты. Калай кандай температурага чейин ысытылган?

5л кайнаган суудан чөйрөгө 1680Дж жылуулук бөлүнүп чыкса, суу кандай температурага чейин төмөндөгөн?

800г алюминий идиште 5л суу 10°Стан кайнаганга чейин ысытылат. Сууга жана идишке канча жылуулук саны сарпталат?

25°Стагы 30л сууга, 95°Стагы канча сууну аралаштырганда, жалпы температура 67°С болуп калат?

Температурасы 20°С 185грсуусу бар 50грайнек колбага, 100^{0}Стагы сымап куюлганда, колбадагы суунун температурасы 22°Ска жогоруласа, сымаптын массасын аныктагыла?

85°Ска чейин ысытылган 300г пластинка, 22°Стагы 250г суусу бар 42г алюминий калориметрдин ичине салынганда, андагы суунун температурасы 28°С болуп калат. Пластинанын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктагыла?

2. Заттын агрегаттык абалдарынын өзгөрүүлөрү. Отундун күйүү жылуулугу. П.А.К.

2.1. Айнек идиштин ичинде, 80°Стагы 3л сууну 5°Ска чейин төмөндөтүү үчүн, ^{o}Стагы канча муз керек болот?

2.2. 5кг темир бак, 0°Стагы 20кг суу жана 6кг муз менен толтурулган. Музду эритип жана сууну 70°Ска чейин ысытуу үчүн, канча суунун буусу керек болот?

17°стагы 400г суусу бар идишке, 100°Стагы суунун буусу берилгенде, ал сууга айланат. Суунун акыркы температурасын аныктагыла?

Казанда 10°Стагы 3000л сууну ысытууга 40кг таш көмүр жагылды. Очоктун жылуулук бериши 60% болсо, суу канча градус Цельсияга ысыган?

П.А.К. 40% газ горелкасында, 100л пропан газы жагылса, 15°Стагы канча сууну кайнатууга болот?

$6м^3$ бензин күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болушу үчүн, канча таш көмүр жагууга туура келет?

Эгерде 500гр жыгач көмүр толук күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук саны, 100л сууну ысытууга сарпталса, суунун температурасы канчага өзгөрөт?

Бала 300г темир кутучада 100г калайды эриткен. Эгерде алардын баштапкы температурасы 32°С болсо, темир кутучаны жана калайды эритүү үчүн канча жылуулук саны керек болот?

Температурасы 800°Стан 0оСка чейин төмөндөгөн болот буюму, 3кг 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 - жылындагы А.Ф. Блиновдун конструкциясындагы алгачкы каз тамандуу трактору эки буу кыймылдаткычына ээ болгон. Ал бир саатта 5кг отун сарптаган.
(отундун күйүү жылуулугу 30 $*10^6$Дж/кг) Эгерде кыймылдаткычтын кубатуулугу 1,5кВт болсо, трактордун П.А.К. ин аныктагыла?

3.2. 1,89кДж жумуш аткаруусу үчүн трактордун кыймылдаткычына күйүү жылуулугу 4,2 $*10^6$Дж/кг болгон 1,5кг күйүүчү зат талап кылынса, анын П.А.К.ин аныктагыла?

3.3. 2кг бензин сарптаган ичтен күйүүчү кыймылдаткычы 2,3 $*10^4$кДж жумуш аткарган болсо, кыймылдаткычтын П.А.К.ин аныктагыла?

3.4. П.А.К.и 25% болгон автомобиль 3саатта 24кг бензин сарптаган болсо, анын кубатуулугун аныктагыла?

3.5. Кубатуулугу 36кВт ичтен күйүүчү кыймылдаткыч 1саатта 14кг бензин сарптаса, анын П.А.К.ин аныктагыла?

3.6. Кубатуулугу 8,8кВт П.А.К.и 21%, 70км/саат ылдамдыктагы мотоциклдеги 8л бензин канча километр жолго жетет?

3.7. Жылуулук машинасы бир цикл ичиндеысыткычтан 800Дж алса, муздаткычка 600Дж берет. Машинанын П.А.К.ин аныктагыла?

3.8. Жылуулук машинасынын ысыткычынын температурасы 427°С, муздаткычынын температурасы 27°С болсо, машинанын П.А.К.ин аныктагыла?

3.9. Жылуулук машинасынын П.А.К.и 80%, муздаткычтын температурасы 300°К болушу үчүн, ысыткычтын темпеатурасы кандай мааниге ээ болот?

4. Идеалдык газ үчүн молекулалык – кинетикалык теориянын негизги теңдемеси. Идеалдык газ абалынын теңдемеси.

Азоттун молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 500м/с, тыгыздыгы 1,35кг/$м^3$ болсо, анын басымын аныктагыла?

6кг газ $5м^3$ көлөмгө ээ болуп, басымы 200кПа болсо, газдын молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгын аныктагыла?

Кычкылтектин басымы 0,2МПа, молекулалардын орточо квадратык ылдамдыгы 700м/с болсо, анын молекулаларынын концентрациясын аныктагыла?

20кПа басымдагы бир атомдуу газдын концентрациясы $3*\ 10^{25}\ м^{--3}$ болсо, анын молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясын аныктагыла?

Кандай температурада гелийдин молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы, 15°Стагы суутектин молекулаларынын орточо ылдамдыктарына барабар болот?

Бир атомдуу газдын көлөмү үч эсе азайып, орточо кинетикалык энергиясы эки эсе көбөйсө, анын басымы канча эсе өзгөрөт?

Чолпон планетасынын бетинде температурасы 750°К, басымы 9120кПа. Планетанын бетинде атмосферасы көмүр кычкыл газынан турат деп эсептеп, анын тыгыздыгын аныктагыла?

$9*10^5$Н/м^2 басым астында, 288°С температурада 12л көмүр кычкыл газы бар. Газдын массасын тапкыла?

500см^3 идиште 17°Стемпературада 0,89гр суутек бар. Газдын басымын аныктагыла?

5. Электр кубулуштары. Кулондун закону. Электр талаасынын чыңалышы.

5.1. Бири биринен 2 $*10^{-8}$см аралыктагы эки электрон кандай күч менен түртүлүшөт?

5.2. Эки заряд $-2*10^{-8}$Кл жана $-9*10^{-8}$Кл парафинде бири биринен 9см аралыкта болуп, кандай күч менен өз ара аракеттенишет?

5.3 Абадагы чекиттик заряд $8*10^{-6}$Кл түзгөн электр талаасы, андан 30см аралыкта кандай мааниге ээ болот?

5.4 4 $*10^{-9}$Кл жана $-5*10^{-9}$Кл эки чекиттик заряддын ортосундагы аралык 60смге барабар болсо, заряддардын ортосундагы талаанын чыңалышын аныктагыла?

5.5 120мкКл зарядды которуштурууда, электр талаасы 6 10^{-4}Дж жумуш аткарса, бул чекиттеги электр талаасынын потенциалын аныктагыла?

5.6 $5*10^{-8}$кл зарядын эки чекиттин потенциалдарынын айрымасы 1600В болгон электр талаасында кандай жумуш аткарылган?

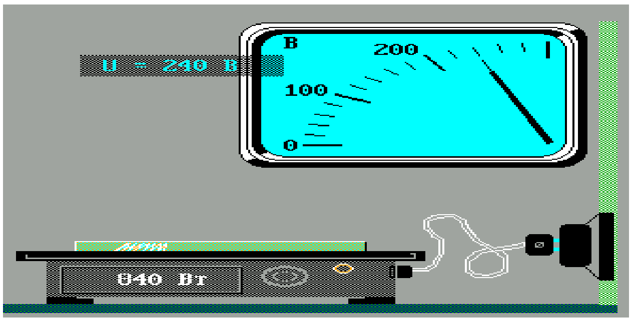
5.7 Шарды абада 1МВ потенциалга чейин заряддоо үчүн, анын радиусу кандай болушу керек?

5.8 100мкФ 1,2кВ потенциалдардын айрымасына чейин заряддалганконденсаторду разряддаган өткөргүчтө канча жылуулук саны бөлүнүп чыгат?

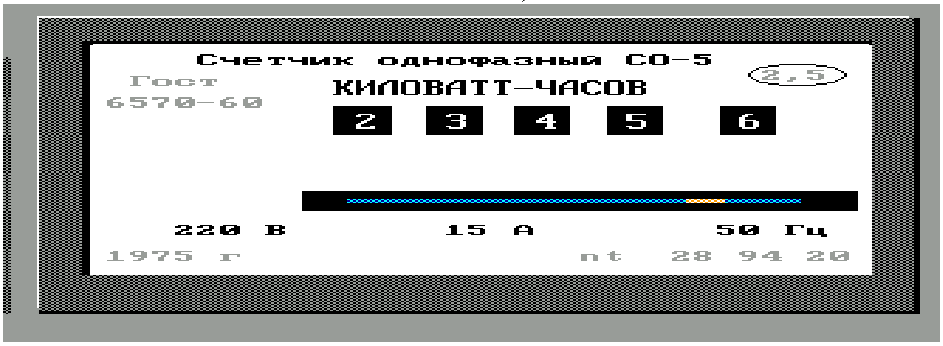
5.9. Пластиналары 200см2, аралыгы 1см болгон жалпак конденсатордо электр талаасынын чыңалышы 500кВ/м болсо, анын энергиясын аныктагыла?

6. Электр тогу

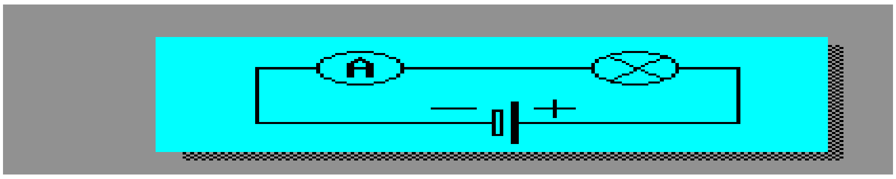
6.1. Вольтметрдин көрсөтүүсүнөн пайдаланым электр ысыткычынан өткөн токтун күчүн аныктагыла.

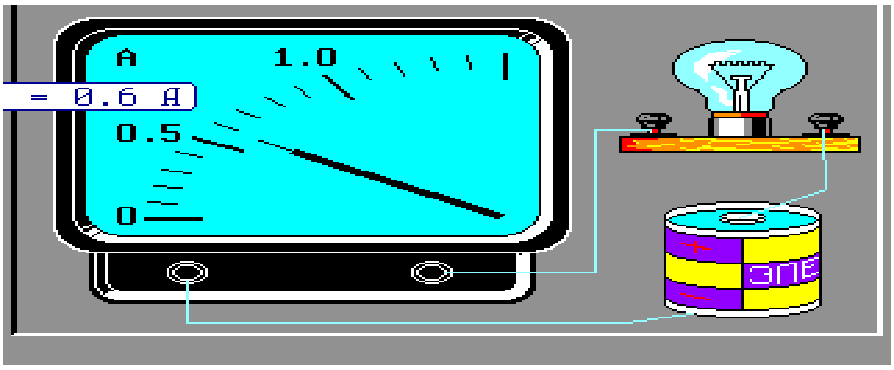


6.2. Айдын башталышында электр эсептегичинин көрсөтүүсү 22978 кВт·саат болсо, анын төмөнкү көрсөткүчүнүн негизинде, бул пайдаланган электр энергиясынын баасын аныктагыла. 1кВт·сааттын баасы 0,4сом/кВт·саат.

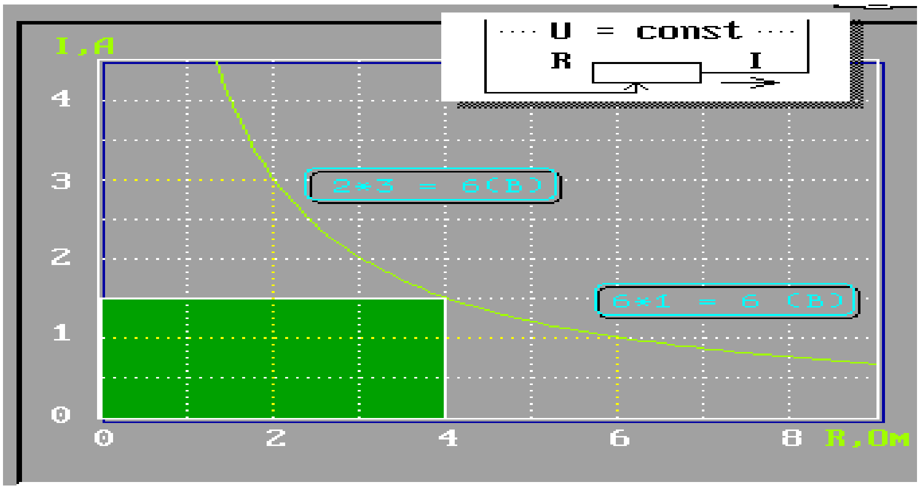


6.3. Амперметрдин көрсөтүүсүн пайдаланып, 12минутада лампочканын кызытуучу зымынан өткөн заряддын чоңдугун аныктагыла.

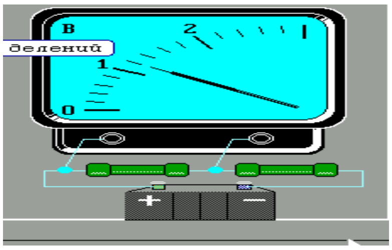


6.4. 

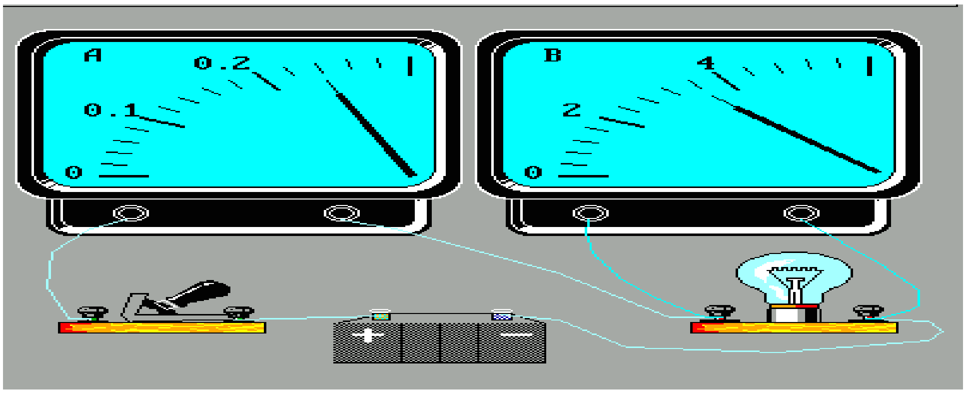
Токтун күчүнүн каршылыктан көз карандылык графигин пайдалануу менен, чыңалууну аныктагыла.



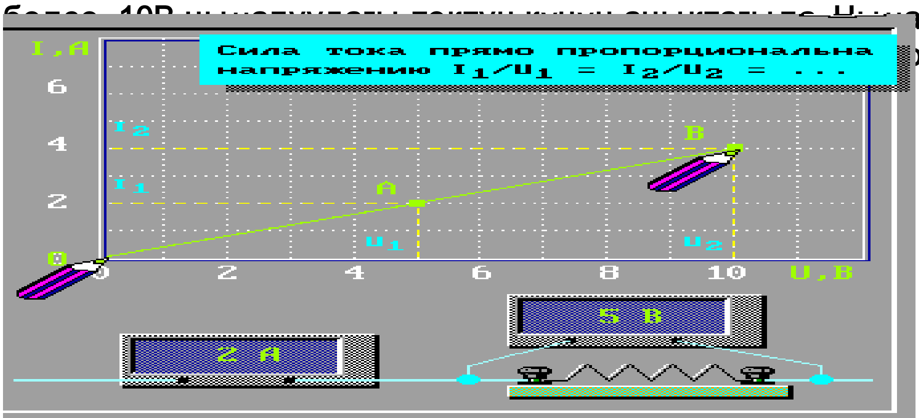
6.5. Волтьметр канча чыңалууну көрсөтүп турат.



6.6. Приборлордун көрсөтүүсү боюнча лампочканын каршылыгын аныктагыла.

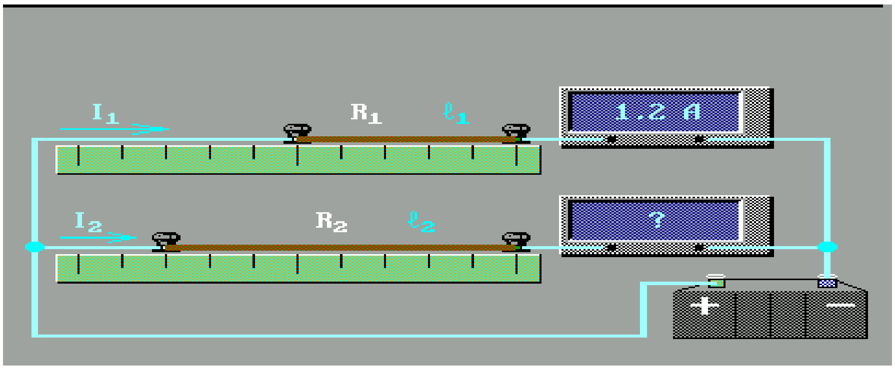


6.7. Берилген каршылыкта токтун күчү 2А, анын учтарындагы чыңалуу 5В болсо, 10В чыңалуудагы токтун күчүн аныктагыла. Чыңалуу 0дон 10Вко чейин ...олгон графикти түзгүлө.

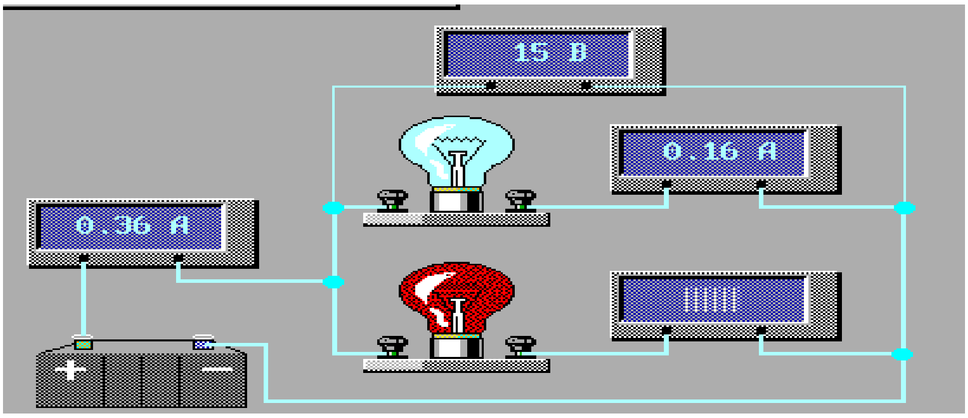


2U2

6.8. Чынжырга бирдей калыңдыктагы, бирок ар түрдүү узундуктагы эки нихром өткөргүчү уланган. Экинчи өткөргүчтөгү амперметрдеги токтун күчүн аныктагыла.



6.9. Вольтметр жана амперметрлердин көрсөткөн маанилери боюнча, экинчи лампочканын каршылыгын аныктагыла.



7.Суюктуктардагы электр тогу.

10мин да гальваникалык ваннада 0,67г күмүш бөлүнүп чыкты. Ваннадагы электроддор менен туташтырылган амперметр 0,9А көрсөтсө, амперметрдин көрсөтүүсү туурабы?

HCl эритмесин электролизделген учурда катоддо 1г суутек бөлүнүп чыкса, ошол эле убакыттын ичинде аноддо канча хлор бөлүнүп чыкты?

1А токтун күчү, суудан 1г суутекти канча убакытта бөлүп чыгарат?
(k = 0?0мг/Кл)

Электр станцияда генераторду муздатуу үчүн зарыл болгон суутек, ток күчү 300А кезинде алынат. Электролиздегичтин өндүрүмдүүлүгүн м^3/саат менен аныктагыла?

Токтун тыгыздыгы 100А/м^2, чайнекти никелдөөгө 2,4саат убакыт кетсе, никель катмарынын калыңдыгын аныктагыла?

Жездин электохимиялык эквивалентин аныктоо боюнча алынган натыйжалары: токтун күчү 1,8А, 1,5мин убакыт, тажрыйбага чейинки катоддун массасы 28360мг,

кийинки массасы 28870мг болсо, жездин электрохимиялык эквивалентин аныктагылаа?

Ваннадан 20мин да 1,98г жез бөлүнүп чыкты. Ваннадагы эритиндинин каршылыгы 0,8Ом болсо, электролитти ысытуу үчүн кеткен кубатуулукту тапкыла?

20мин да ваннадан 2,5А ток өтсө, 1017г эки валентүү металл бөлүнүп чыкты. Металлдын атомдук массасын аныктагыла?

Эгерде 50мкм калыңдыктагы хром менен буюмду каптоо керек болсо, 2кА/м^2 токтун тыгыздыгында канча убакыт зарыл болот?

8. Токтун магнит талаасы. Ампердик күч. Лоренц күчү. Электромагниттик индукция закону. Өзүнчө индукция.

Абада 13,2А түз өткөргүчтөн 9,2см аралыктагы магниттик индукциянын маанисин аныктагыла?

Узундугу 88см өткөргүч бир тектүү магнит талаасынын индукциясына перпендикуляр жайланышкан. Эгерде 23А токтун күчүндө өткөргүчкө 1,6Н күч аракет этсе, магниттик индукциянын маанисин аныктагыла?

Магниттик индукциясы 0,085Тл магнит талаасына электрон 4,6* 10^{7}м/с ылдамдык менен, магниттик индукциянын сызыктарына перпендикуляр багытта кыймдайт. Магнит талаасында электронго кандай күч аракет этет?

Өткөргүчтүн контурун кесип өтүүчү магниттик агымы 0,6Вб ге өзгөргөндө индукциянын э.к.к. 1,2Вко барабар болот.Өткөргүчтүн каршылыгы 0,24 Ом болсо, индукциялык токтун күчүн аныктагыла?

0,32с да магниттик агым 0, 024Вб ден 0,056Вб ге чейин өзгөргөндө, анда орточо индукциянын э.к.к. 10В болушу үчүн катушка канча оромого ээ болушу керек болот?

Катушкадагы токту 0,1с да 10А ге чейин өзгөрткөндө, 60В өздүк индукциянын э.к.к. пайда болгон. Катушканын индуктивдүүлүгүн тапкыла?

Индуктивдүүлүгү 100мГн болгон катушкада 80В өздүк индукциянын э.к.к. пайда болсо, катушкадагы токтун өзгөрүш ылдамдыгын аныктагыла?

Каршылыгы 5 Ом катушкадан 17А ток өтөт. Катушканын индуктивдүүлүгү 50мГн. Катушкадагы ток 1000А/с ылдамдыкта бир калыпта көбөйгөн болсо, анын учтарындагы чыңалууну аныктагыла?

Эгерде 0,25с да токтун күчү бир калыпта 2Аге өзгөрсө, өзүнчө индукциянын э.к.к. 20мВ болсо, өткөргүчтүн индуктивдүүлүгүн аныктагыла?

Кайталоо үчүн маселелердин жооптору.

420Дж/кг ^oC **1.2.** 1,5л **1.3.** 880Дж/кг ^oC **1.4.** 232^oC **1.5.** 20^oC**1.6.** 1956,24кДж **1.7.** 45л **1.8.** 168гр **1.9.** Дж/кг ^oK

2.1. 2,9кг **2.2.** 4,1кг **2.3.** 32^oC **2.4.** 67^oC **2.5.** 10кг **2.6.** 6,53т **2.7**.40^oC **2.8.** 38,5кДж **2.9.** 27кг

3,6% **3.2.** 30% **3.3.** 25% **3.4.** 25кВт **3.5.** 20% **3.6.** 120км **3.7.** 25% **3.8.** 57% **3.9.** 1500^oK

4.1. 0,11МПа **4.2.** 710м/с **4.3.** 2,3$10^{25}$м$^{--3}$ **4.4.** 10^{-21}Дж **4.5.** 576^oK **4.6.** 6 эсе көбөйөт **4.7.**64,4кг/м^3 **4.8.** 0,2кг **4.9.** 21 10^5Н/м^2

5.1. 2,3 10^{-12}Н **5.2.** 10^{-3}Н **5.3.** 8 10^5Н/Кл **5.4.** 0,9Н/Кл **5.5.** 5В **5.6.** 8 10**-**5Дж **5.7.** 50см **5.8.** 72Дж **5.9.** 220мкДж

6.1.6.2.6.3.6.4.6.5.6.6.6.7.6.8.6.9.

7.1. (Жок. Каталыгы 0,1А**)** **7.2.** 32,2гр **7.3.** 10^5с **7.4.** 0,13м^3/саат **7.5.** 30мкм **7.6.** 0,32мгр/Кл **7.7.** 20Вт **7.8.** 66 **7.9.** 16,7мин.

8.1. 2,9$10^{-5}$Тл **8.2.** 0,079Тл **8.3.** 6,3 10^{-13}Н **8.4.** 5А **8.5.** 100 **8.6.** 0,6Гн **8.7.** 800А/с **8.8. 135В 8.9.** 2,5мГн

МАЗМУНУ

I Глава. Жылуулук кубулуштары.
§ 1.Жылуулук кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү……………………..3
§ 2. Механикалык энергия жана сүрүлүү күчү. Температура……………………………5
§ 3. Температуралык шкалалар. Температураны өлчөө……………………………………..8
§ 4. Ички энергия. Жумуш. Жылуулук берүү……………………………………………11
§ 5. Жылуулук берүү түрлөрү: жылуулук өткөрүмдүүлүк…………………………..12
§ 6. Конвекция…………………………………………………………………………………13
§ 7. Нурдануу…………………………………………………………………………………..14
§ 8. Жылуулук саны. Заттын жылуулук сыйымдуулугу……………………………….16
II Глава. Жылуулук алмашууда телонун агрегаттык абалынын өзгөрүшү.
§ 9. Эрүү. Эрүүнүн салыштырма жылуулугу. Катуулануу……………….…………....20
§ 10. Буу пайда болуу. Буулануу…………………………………………………………25
§ 11. Кайноо. Конденсация…………………………………………………………………26
§ 12. Ички энергияны өзгөртүү жолдору………………………………………………….30

§ 13. Отундун күйүү жылуулугу. Отун толук күйгөндө бөлүнгөн
жылуулук саны. Ысыткычтын пайдалуу аракет коэффициенти....................32
§ 14. Жылуулук кыймылдаткычтары П.А.К...36
.§15. Карбюратордук кыймылдаткыч...37
§16. Дизель кыймылдаткычы..38
§17. Жылуулук кыймылдаткычтары Жана экологиялык проблемалар..................39
III Глава. Молекулалык-кинетикалык теориянын негиздери.
§ 18. Идеалдык газ. Идеалдык газ үчүн молекулалык-ки
нетикалык
теориянын негизги теңдемеси...43
§ 19. Штерндин тажрыйбасы..44
§ 20. Идеалдык газ абалынын теңдемеси...47
§ 21. Газ закондору. Изотермалык процесс...48
§ 22. Изобаралык процесс..50
§ 23. Изохоралык процесс..51
II Бөлүм. Электрдик кубулуштар.
IV Глава. Электр заряддары.
§ 24. Электр кубулуштары жөнүндө көз караштардын өнүгүшү..........................55
§ 25. Д.И.Менделеевдин мезгилдик системасынын ачылышы.
Атомдун түзүлүшү...57
§ 26. Д.И.Менделеевдин мезгилдик системасы. Атомдо электрондор-
дун жайланышы...60
§ 27. Иондун түрлөрү. Сүрүлүүдөн телолордун электрленишин
түшүндүрүү..62
§ 28. Өткөргүчтөр. Диэлектриктер...63
§ 29. Жарым өткөргүчтөр..64
V Глава. Электр талаасы.
§ 30. Электр заряддарынын өз ара аракеттенүүлөрү. Кулондун
закону. Электр талаасы..67
§ 31. Электр талаасынын чыңалышы. Электр талаасынын күч
сызыктары...69
§ 32. Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөр жана
диэлектриктер..73
§ 33. Электр талаасынын жумушу. Потенциал. Потенциалдардын
айрымасы...76
§ 34. Электр талаасынын мүнөздөөчү чоңдуктардын байланышы.
Электр сыйымдуулугу. Конденсаторлор..79
§ 35. Жалпак конденсаторлордун электр сыйымдуулугу. Заряддалган
конденсаторлордун энергиясы..80
VI Глава. Электр тогу.
§ 36. Электр тогу жана электр кыймылдаткыч күчү..84
§ 37 Омдун закону. Өткөргүчтүн каршылыгы..88
§ 38. Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы. Реостат..89
§ 39. Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу...93
§ 40. Өткөргүчтөрдү паралелль туташтыруу...94
§ 41. Электр тогунун жумушу. Джоуль-Ленцтин закону. Электр
тогунун кубаттуулугу...97
§ 42. Электр ысыткыч приборлор. Чукул туташтыруу.......................................101
§ 43. Туюк чынжыр үчүн Омдун закону...103
§ 44. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү p-n өтүүсү.
Жарым өткөргүчтүү приборлор...105
§ 45. Суюктуктардын электр өткөрүмдүүлүгү. Фарадейдин
закондору..108
§ 46. Газдардагы жана вакуумдагы электр тогу...111

VII Глава. Магнит талаасы.
§ 47. Магнит талаасы. Магнит талаасынын күч сызыктары.
§ 48. Магниттик индукция. Магниттик агым………………………………………..116
Эрстеддин тажрыйбасы…………………………………………………………………..118
§ 49. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө аракети.
Ампердик күч……………………………………………………………………..121
§ 50. Электромагнит. Электромагниттик реле…………………… ……………………123
§ 51. Магнит талаасынын кыймылдуу зарядка аракети.
Лоренц күчү………………………………………………………………………..124
VIII Глава. Электромагниттик индукция кубулуштары.
§ 52. Электромагниттик индукция кубулушунун ачылышы…………………………....128
§ 53. Электромагниттик индукция закону. Өзгөрүлмө электр тогу.
Индукциялык генератор. Трансформатор………………………………………..130
§ 54. Өзүнчө индукция……………………………………………………………………..133
Көнүгүүлөрдүн жообу………………………………………………………………..138
Лаборатогриялык иштер…………………………………………………………………139
Кайталоо үчүн маселелер…………………………………………………………………..149
Кайталоо үчүн маселелердин жооптору…………………………………………...157
Мазмуну………………………………………………………………………………..158
..