**1 дәріс**

**Молекулалық физика. Молекулалардың -өлшемдері және массасы. Зат мөлшері. Молдік масса. Газ тәрізді, сұйық және қатты денелердің құрылысы. Молекула-кинетикалық теорияның негізгі қағидалары. Газдың концентрациясы. Молекулалардың жылулық қозғалысының энергиясы. Температура және оны анықтау.Идеал газ. Газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі. Газ молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы.**

**Молекулалық физика**

Молекулалық физика- физиканың заттың құрылымын және қасиеттерін молекулалы-нетикалық көзқарастарға сүйене отырып зерттейтін саласы.

**Молекулалардың – өлшемдері және массасы.**

Молекуланың және атомдардың өлшемдері мейлінше кішкене сутегі молекуласының диаметрі 0,00000023 мм, ал азоттікі 0,00000031 мм шамасында. Ал кез - келген атомдардың диаметрі 10-10 м шамасында болады. Жеке молекулалар мен атомдардың массалары өте аз болады. Судың бір молекуласының массасы m(H2O) = 2,7 10-26 кг - ға тең. Ал, сутегінің бір атомының массасы m(H) = 1,7 10-27 кг - ға тең.

Заттың салыстырмалы молекулалық массасы. Заттың салыстырмалы молекулалық (не атомдық) массасы Mr дегеніміз берілген зат молекуласының (не атомының) m0 массасын, көміртегі атомының mс массасының 1/12 - іне қатынасы болып табылады.

M\_r=(m₀)/(1/12 m)

Авогадро заңы. Әр түрлі заттардың бір молінде қанша молекула болатынын көрсетеді:N\_A = 6,022·〖10〗^23 1/моль;

Бұл сан NA Авогадро саны деп аталады.

Авогадро заңы бірдей температура мен қысымда әр түрлі газдардың мольдері бірдей көлемді иелейді.

Зат мөлшері. Заттар тұратын молекулалар, атомдар немесе иондар тұратын структуралық элементтер арқылы анықталатын физикалық шама зат мөлшері v - деп аталады.

ν=Ν/Ν\_Α =m/M;

Зат мөлшерінің өлшем бірлігі - моль .

N-молекула немесе атом саны

m-заттың массасы(кг)

M-Мольдік масса(молярлық масса) (кг/моль)

Мольдік масса - бұл заттың бір молінің массасы. M=m₀·Nᴀ

m₀-заттың бір молекуласының массасы (кг)

Моль деп массасы сан мәні жағынан граммен алынған атомдық немесе молекулалық салыстырмалы массаға тең болатын зат мөлшерін айтады.

Мольдік массаның өлшем бірлігі - килограмм бөлінген моль (кг/моль).

М(O2 )= 32·10-3 кг/моль ,М(Н2 )= 2·10-3 кг/моль, М(N2 )= 28·10-3 кг/моль,

М\_(C2 )= 12·10-3 кг/моль ,М(H2 O)= 18·10-3 кг/моль;

Температура денелер жүйесінің жылулық тепе - теңдік күйін сипаттайды: жүйедегі бір-бірімен жылулық тепе - теңдікте тұрған денелердің температурасы бәрінде бірдей болады. Температура молекуланың ілгерілемелі қозғалысының кинетикалық энергиясына пропорционал болады. Температураны термометрмен өлшейді.

Температуралық шкалалар.

Цельсий шкаласында: температураның өлшем бірлігі 1 градус Цельсий (1⁰С).

Судың қату температурасы t=0⁰С,

ал судың қайнау температурасы t=100⁰С.

Кельвин шкаласында: температураның өлшеу бірлігі - 1 кельвин (К).

Сонымен, абсолюттік шкалада температураның бірлігі 1К, Цельсий шкаласындағы 1⁰С - мен бірдей болатындай етіп таңдап алынған. Абсолюттік шкаладағы кез - келген температураның мәні Цельсийден 273 градусқа артық болады.

T=273+t ;

Қалыпты жағдай: T₀=273K = 0°C,P₀=101325Па

Идеал газ үшін молекула - кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі.

ρ=nm\_0 ,

p=1/3 ρ<ϑ 2кв>

Идеал газ молекуласының орташа кинетикалық энергиясының мәні мынаған тең:

k=R/N\_A ,

к - Больцман тұрақтысы, к = 1,38∙10-23 Дж/К

Газ қысымының ондағы молекулалар шоғырына және температураға тәуелділігі:

P=nkT

мұндағы n – молекулалар шоғыры,

n=

Қысым мен температура бірдей болғанда, барлық газдардың молекулалар шоғыры бірдей болады.

Идеал газ молекуласының орташа квадраттық жылдамдығы:

<ϑ\_кв> =

R - универсал газ тұрақтысы, R=8,31 Дж/(К∙моль)

<ϑ\_кв>=

мұнда m=m0 N

**2 дәріс.Идеал газ күйінің теңдеуі. Менделеев-Клайперон теңдеуі.Изопроцестер. Газ заңдары. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы. Сұйықтар мен газдардың бір-біріне айналуы. Шық нүктесі. Қатты денелердің қасиеттері.**

**Идеал газ. Идеал газ күйінің теңдеуі. Газ заңдары.**

Идеал газ. Физикалық модель бойынша:

1) газ молекуласының өзіндік көлемі ыдыс көлеміне қарағанда өте аз;

2) газ молекулаларының арасындағы әсерлесу ескерілмейді;

3) газ молекулаларының өзара және ыдыс жақтарымен соқтығысуы абсолютті серпімді.

Осыдан, идеал газ деп бей - берекет қозғалыстағы молекулалардың жиынтығын алады. Олардың көлемі өте аз және олар бір-бірімен өте аз арақашықтықта әсерлеспейді.

Идеал газдың күй теңдеуі. Термодинамикалық тепе - теңдіктегі термодинамикалық жүйенің көлем V, температура Т және қысым р параметрлерінің арасындағы байланысты көрсететін теңдеу термодинамикалық жүйенің күй теңдеуі деп аталады.

Менделеев - Клапейрон теңдеуі - массасы m идеал газ үшін күй теңдеуі:

PV= RT

**Изопроцестер.** Р,V,T үш макроскопиялық параметрдің біреуі тұрақты болып қалған екеуі өзгеріп отыратын процесті изопроцестер деп атаймыз.

Идеал газдардың күйін сипаттайтын газ заңдары: Бойль- Мариотт, Авогадро, Дальтон, Гей-Люссак, Шарль заңдары.

**Изотермиялық процесс. Бойль-Мариотт заңы.**

Берілген газ массасы үшін тұрақты температурада Т қысымның р көлемге V көбейтіндісі тұрақты шама:

рV = const егер Т = const және m = const



Тұрақты температурада Р мен V арасындағы байланысты сипаттайтын

қисық изотерма деп аталады. Изотермалар - олар қарастырылып

отырған процестің графигінен жоғары орналасқан гиперболалар.

**Изобаралық процесс. Гей - Люссак заңы.**

 немесе  егер ; 

Массасы m болған газдың қысымы р тұрақты көлемде температураға t сызықты байланыста өзгереді:



p=p\_0 (1+αt), егер V-const, m-const.

Тұрақта қысымда өтетін процесс изобаралық деп аталады. (V,t) координаталық диаграммада бұл процесс бейнеленген. Ол түзу ретінде болып, изобара деп аталады.

**Изохоралық процесс. Шарль заңы.**

 немесе  егер ; 



Газдың берілген массасының көлемі тұрақты қысымда температураға қатысты сызықты өзгереді.

〖V=V〗\_0 (1+αt)

Тұрақты көлемде өтетін процесс изохоралық процесс деп аталады. (p,t) координаталық диаграммада бұл процесс бейнеленген. Ол түзу ретінде болып, изохора деп аталады.

**Қатты, сұйық және газ тәрізді денелердің өзара әрекеті.**

Бізді қоршаған дүниеде денелер көбінесе қатты, сұйық немесе газ тәрізді күйлерде кездеседі. Үш күйдің әрбіріне денелердің өзара әрекетінің ерекшеліктері бар. Қатты күйдегі денелер басқа денелермен өзара әрекеттескенде, өздерінің көлемін және пішіндерін өте аз өзгертеді. Егер екі қатты дене жанасып, тыныштыққа тұрса, онда бір денеге сыртқы күш әрекет еткенде, ол бұл әрекетті басқа денеге сыртқы күштің бағыты бойымен жеткізеді және деформация туғызады. Күштің тудырған деформациясы жанасу ауданына тәуелді. Жалпақ аяқкиім киген адамның жүрген жерінде шұңқыр пайда болады.

Диффузия - бір-біріне жанасқан кездегі газдың, сұйықтың, тіпті қатты дененің бөлшектерінің өздігінен бір-біріне өтуі және араласуы.

Шық нүктесі - будың қанығу күйіне өтетін температурасы.

Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы: Бізді қоршаған ауада әрқашанда су буы болады, ауадағы су буының мөлшеріне қарай, ауаның ылғалдылығы әр түрлі дәрежеде болады. Ауадағы су буының түсіретін қысымын, осы су буының порциал қысымы деп атайды. Берілген температурада, ауадағы су буы парциал қысымының Р сол температурадағы қанықтыратын су буының қысымына Р₀ қатынасын, салыстырмалы ылғалдылық деп аталады. Ол процентпен алынады.

φ =P/(P₀) ·100%

Ауадағы су буы қанықтырушы буға айналатын температура, шық нүктесі деп аталады. Салыстырмалы ылғалдылықты психрометрмен өлшейді.

Қаныққан бу - өз сұйығымен тепе-теңдіктегі бу.

Қанықпаған бу. Егер қандай болса да бір сұйықтың буы кеңістікте, осы сұйық ары қарай булана алатын болса, онда осы кеңістіктегі бу қанықпаған бу деп аталады.

Кризистік температура .Сұйық пен оның қаныққан буы арасындағы физикалық қасиеттерінің айырмашылықтары жойылатын температура кризистік температура делінеді.

Беттік керілу - контурдың бірлік ұзындығына келетін беттік керілу күшіне тең шама. Беттік керілуді беттік энергияның тығыздығы түрінде жазуға болады.

σ =F/l

немесе

σ=ΔΕ/ΔЅ

Беттік керілу бірлігі - (Н/м)немесе (Дж/м2).

Бұл күш сұйық бетін ықшамдауға әрекет етеді. Көлемдері бірдей денелердің ішінде шардың беттік ауданы ең кіші болады.Таңғы шықтың, сабын көпіршіктерінің шар пішінді болуы осымен түсіндіріледі

Жұғу. Жұқпау. Су тамшысы шынының бетіне жайылып кетеді, ал сынап сол бетте сығылыңқы тамшыға айналады. Бірінші жағдайда сұйық қатты бетке жұғады, екінші жағдайда - оған жұқпайды.

Капиллярлық - капиллярлардың (жіңішке түтіктердегі) сұйық деңгейінің өзгеру құбылысы. Егер сұйық түтіктің материалына жұғатын болса, онда оның ішіндегі сұйықтың беті ойыс, ал жұқпайтын болса - дөңес болады.

Капилляр түтіктегі сұйықтың көтерілу биіктігі

h= 2σ/ρgr

ρ - сұйық тығыздығы, g - еркін түсу үдеуі, r - түтіктің ішкі каналының радиусы.

Қатты денелердің қасиеттері.

Қатты дененің басты ерекшелігі - оған сыртқы күштер әсер еткенде, дененің көлемі және пішіні өте аз өзгереді. Бұл қасиет қатты дененің атом және молекулалары берік байланысып, олардың өзара арақашықтығының тұрақты болуымен түсіндіріледі. Қатты күйдегі денелер кристалдық және аморфты денелерге бөлінеді.

Кристалдық денелер. Кристалл атомдары немесе молекулалары - кеңістікте орын алып, олардың өзара орналасуы кеңістікте периодты түрде қайталанатын денелер.

Кристалдық тор.

Кристалдық тор – бөлшектерінің реттелген орналасуы үш өлшемділікпен периодты түрде қайталанып отыратын сипаттағы құрылым.

Кристалл тордың түйіндері – бөлшектер орналасқан, дәлірек айтсақ, өздеріне қатысты бөлшектер тербеліс жасайтын нүктелер.

Монокристалл – бөлшектері біртұтас кристалдық торды түзетін қатты дене.

Поликристалл – ұсақ кристалдық құрылымы бар, яғни тәртіпсіз бағдарланған көптеген ұсақ кристалдық дәндерден тұратын қатты дене.

Кристалдық торлардың түрлері. Кристалдарды екі белгі бойынша сұрыптауға болады: 1) кристаллографиялық; 2) физикалық;

Кристалдардың кристаллографиялық белгісі. Бұл жағдайда тек бөлшектердің орналасуындағы кеңістіктік периодтық маңызды, сондықтан олардың ішкі құрылымын ескермей, бөлшектерді геометриялық нүктелер деп қарастыруға болады.

Кристалдардың физикалық белгісі. Кристалдық тордың түйіндерінде орналасқан бөлшектердің тегіне және олардың арасындағы өзара әрекеттесу күштерінің сипатына тәуелді түрде кристалдар төрт түрге бөлінеді: иондық, атомдық, металдық, молекулалық.

Иондық кристалл – кристалдық тордың түйіндерінде қарама-қарсы таңбалы иондар кезектесіп орналасатын кристалл.

Атомдық кристалл – кристалдық тордың түйіндерінде, тор түйіндерінде кванттық- механикалық тектегі гомеополярлық немесе коваленттік (көршілес атомдарда атоммен әлсізірек байланысқан электрондар ортақталған) байланыстармен ұсталып тұратын кристалл.

Металдық кристалл – кристалдық тордың түйіндерінде металдың оң иондары орналасқан кристалл. Кристалдық тор түзілген кезде атомдармен әлсіз байланыстағы валенттік электрондар атомдардан бөлініп, коллективтенеді, олар енді иондық байланыс жағдайындағыдай бір атомға да, гомеополярлық байланыс жағдайындағыдай іргелес атомдар жұбына да жатпайды, түгелдей кристалға жатады.

Молекулалық кристалл – кристалдық тордың түйіндерінде заттың нейтрал молекулалары орналасатын, ал олардың арасындағы өзара әрекеттесу күштері атомдардың электрондық қабықшаларындағы электрондардың аз ғана ығысуынан пайда болатын кристалл.

Анизотропия. Кристалдағы атомдардың реттеліп орналасуы көршілес атомдардың өзара әсерлесуімен байланысты әр түрлі бағыттарда атомдар басқаша әсерлеседі. Сондықтан әр түрлі бағыттардағы механикалық, жылулық, электрлік, магниттік және оптикалық қасиеттері де әр түрлі болады. Кристалдардың бұл қасиетін анизотропия деп атайды.

Аморфты денелер. Барлық бағыттарда физикалық қасиеттері бірдей болатын қатты денелер - аморфты денелер изотропы.

Изотропия. Аморфты денелердің барлық бағыттардағы қасиеттерінің бірдей болуы немесе изотроптығы, олардың құрамындағы атомдар немесе молекулалардың ретсіз хаосты орналасуымен байланысты.

**3 дәріс**

**Термодинамика негіздері. Ішкі энергия. Жылу алмасу. Фазалық ауысулар.Термодинамикадағы жұмыс. Жылу мөлшері.**

**Термодинамика негіздері.**

Термодинамика - термодинамикалық тепе - теңдік күйдегі макраскопиялық жүйелердің жалпы қасиеттерін және осы күйлердің арасында болып жатқан өту процестерін зерттейтін физика бөлімі.

Термодинамикалы жүйенің ішкі энергиясы. Ішкі энергия U - бұл жүйенің микробөлшектерінің (молекулалар, атомдар, электрондар, ядролар және т.б) бей-берекет қозғалыстарының энергиясы және бұл бөлшектердің әсерлесу энергиясы.

Идеал газдың ішкі энергиясы:

U=i/2 ν RT =i/2 m/M RT

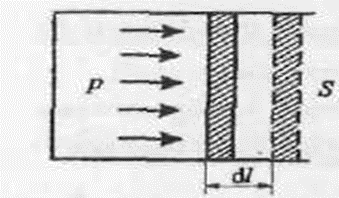
Мұндағы i =3 - біратомды газ үшін;

i =5 - екі атомды газ үшін

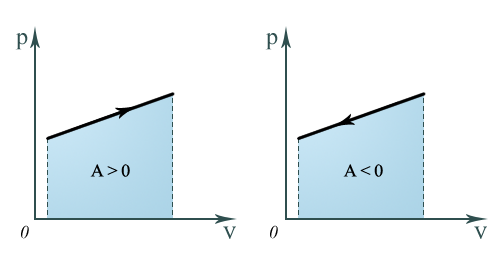
i =6 - көп атомды газ үшін.

**Газдың кеңеюі кезіндегі жұмыс.**

Егер поршень астындағы цилиндрлік ыдыстағы газ кеңейсе және осының нәтижесінде ол поршенді ара - қашықтыққа көтерсе, онда ол жұмыс істейді. мұндағы S -поршен ауданы. Сонда газдың атқаратын толық жұмысы дан дегі көлем өзгерісіне тең:

Газдың ұлғаюы (А>0) және сығылу

(A<0)кезіндегі жұмысы.



**Жылу құбылыстары.**

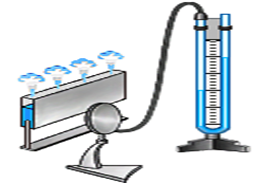
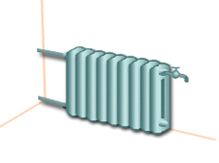
Жылу берілу деп - жұмыс істелмей, энергияның бір денеден екінші бір денеге берілу процесін айтамыз.

Жылу берілудің түрлері - жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару, жылуөткізгіштік .

Конвекцияда жылу газдың немесе сұйықтың ағыны арқылы беріледі.

Жылуөткізгіштік-жылудың заттың ыстығырақ қабаттарынан оның салқынырақ қабаттарына молекуладан молекулаға тізбектей берілуі.

Сәуле шығару-ішкі энергияның сәулелік энергияға түрленуі есебінен жүретін электромагниттік сәулелер шығару нәтижесінде болатын жылу беру процесі.



Жылуөткізгіштік Конвекция Сәуле шығару

**Жылу мөлшері** - жылу берілу кезінде, дененің алған немесе берген энергиясының сандық мөлшерін жылу мөлшері деп атайды.

Q = cm(t2 -t1  )

Заттың меншікті жылу сыйымдылығы с - 1кг затты 1 К - ге қыздыру үшін кеткен жылу мөлшері.

Меншікті жылу сыйымдылығының өлшем бірлігі - Дж/(кг·К).

**Фазалық түрленулер**.

Фаза. Жүйенің сыртқы әсерлер жоқ кезде барлық нүктелерінің қасиеттері бірдей болатын және бқліну бетімен шектелген бөлігі фаза деп аталады. Мысалы, жүйені түзетін мұз, су, су буы судың әр түрлі фазалары болып табылады; графит және алмас- қатты көміртегінің әр түрлі фазалары. Жүйе бір ғана фазадан да тұра алады.

Фазалық өтулердің жылуы. Фазалық өту белгілі жылу мөлшерін жұту немесе шығарумен қатар жүреді (тұрақты қысым және тұрақты температурада), бұл жылу мөлшері фазалық өту жылуы деп аталады.

Заттың бір фазадан екінші фазаға өтуі фазалық өту деп аталады.

Меншікті булану жылуы. Тұрақты температурада 1кг сұйықты буға айналдыруға кететін жылу мөлшерін меншікті булану жылуы деп атайды. Өлшем бірлігі [Дж/кг]

Q = rm;

Конденсация - будың сұйық немесе кристалл күйге фазалық өтуі. Бу конденсацияланғанда да осындай жылу мөлшерін шығарады.

Q = - rm;

Балқу. Заттың кристалдық қатты күйден сұйық күйге өтуі балқу деп аталады.

Меншікті балқу жылуы. Балқу температурасында тұрған, 1кг кристалл затты, сол температурада сұйыққа айналдыруға кететін жылу мөлшерін меншікті балқу жылуы деп атайды. Өлшем бірлігі [Дж/кг]

Q = λm;

Кристалдану - сұйық күйден кристалл қатты күйге өтуі.

Заттың кристалл күйден тікелей буға фазалық өтуі сублимация деп аталады.

Дене кристалданғанда бөлініп шығатын жылу мөлшері мынаған тең:

Q =- λm;

Булану. Сұйықтың буға фазалық өтуі булану деп аталады.

Кебу. Сұйықтың еркін бетінен өтіп жатқан булану кебу деп аталады.

Қайнау. Сұйықтың ішінен де, бетінен де бір мезгілде булануды қайнау деп атайды.

Жану. Жану - түрліше заттардың молекулаларының өте үлкен мөлшерде жылу шығара отырып, оттегімен қосылу процесі болып табылады.

Q =кm;

немесе

Q =qm;

к(q) - меншікті жану жылуы, өлшем бірлігі [Дж/кг].

Жылу балансының теңдеуі. Жылу балансының теңдеуі мына өрнекпен өрнектеледі:

Q1+Q2+Q3+⋯+Qn=0

**4 дәріс.Термодинамиканың бірінші және екінші заңдары. Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге қолдану. Жылу двигательдерінің ПӘК-і.**

Термодинамиканың бірінші заңы

Энергияның сақталу заңының жылу құбылыстарына қолданылуын термодинамиканың бірінші заңы деп атаймыз.Яғни, жүйеге берілген жылу мөлшері ішкі энергияның қзгерісіне және атқарылатын жұмысқа кетеді.

Q=∆U+A

∆U=Q+А

±Q=±∆U±A

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
| таңба | Q |  | А |
| (+) | Жүйеге энергия сырттан беріледі | Жүйенің ішкі энергиясы артады | Газ жұмыс атқарады |
| (-) | Жүйе сыртқа энергия шығарады | Жүйенің ішкі энергиясы кемиді | Жұмыс газға атқарылады  (сыртқы күштер атқарады) |

(+) Жүйеге энергия сырттан беріледі Жүйенің ішкі энергиясы артады Газ жұмыс атқарады

(-) Жүйе сыртқа энергия шығарады Жүйенің ішкі энергиясы кемиді Жұмыс газға атқарылады(сыртқы күштер атқарады)

**Термодинамиканың екінші заңы**

Жылу процесінің қайтымсыздығын және бағытын сипаттайтын заңды атаймыз. Барлық термодинамикалық жылу процестер жоғары температурадағы жүйеден температурасы төменге бағытталған.

**Термодинамиканың бірінші заңын жылу процестеріне қолдану.**

**Изотермиялық процесс** T=const тұрақты температурамен сипатталады. Демек, жүйенің ішкі энергиясы U=const. Бұл жағдайда термодинамиканың бірінші заңының түрі: Q=∆A, яғни жүйенің алған барлық энергиясы жұмыс атқаруға кетеді.

**Изохоралық процесте** V=const көлемнің өзгермейтіндігімен сипатталады, яғни ∆V= 0.А=0. Сонымен жүйенің алған барлық жылуы оның ішкі энергиясын өзгертуге жұмсалады: Q=∆U - изохоралық процесс үшін термодинамиканың бірінші бастамасы.

**Изобаралық процесс** P = const тұрақты қысыммен сипатталады:

P= const⇒А=p∆V.Демек, термодинамиканың бірінші заңының түрі:

Q=∆U+p∆V

**Жылу алмасу жоқ (адиабаттық процесс),** яғни Q=0. Демек, термодинамиканың бірінші заңы мына түрде жазылады:

∆U+∆А=0. Басқаша айтқанда, ∆А=-∆U, яғни жүйе жұмысты өзінің ішкі энергиясының кемуі есебінен атқарады.

**Адиабаттық процесс деп** - өте тез өтетін, сондықтан жүйе қоршаған ортамен жылу алмасып үлгере алмайтын процесті атауға болады.

**Жылу двигательдері** деп - ішкі энергияны механикалық жұмысқа айналдыратын машинаны айтады.

η==·100 %

Жылу двигательдерінің ПӘК - і (пайдалы әсер коэффициенті):

Двигательдің атқаратын жұмысының, қыздырғыштан алатын жылу мөлшеріне қатынасын, жылу двигателінің пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) деп атайды.



Француз ғалымы С. Карно идеал жылу машинасының жобасын ұсынды және ол ПӘК-тің мынадай мәнін алды:

η =·100%

мұндағы Т1 - қыздырғыштың температурасы, Т2 - суытқыштың температурасы. Қыздырғыштың температурасы неғұрлым жоғары, ал салқындатқыштың температурасы төмен болғанда, жылу двигательдері соғұрлым тиімді болады. ПӘК - ті арттыру үшін қыздырғыштың температурасын жоғарлату керек.

**5 дәріс.Электростатика. Электр заряды, денелердің электрленуі. Электр зарядтарының сақталу заңы. Кулон заңы. Электр өрісі. Электр өріс кернеулігі. Электр өрісінің күш сызықтары. Электр өрісінің потенциалы. Электростатикалық өрістегі өткізгіштер.Электростатикалық өрістегі жұмыс.Кернеулік пен потенциал айырмасы арасындағы байланыс. Электр сыйымдылығы. Конденсаторлар. Зарядталған конденсатордың энергиясы.**

**Электростатика.** Электр заряды, денелердің электрленуі. Электр зарядтарының сақталу заңы. Кулон заңы. Электр өрісі. Электр өрісінің потенциалы. Электростатикалық өрістегі өткізгіштер. Электростатикалық өрістегі жұмыс. Электр сыйымдылығы. Конденсаторлар. Зарядталған конденсатордың энергиясы.

Егер денелер әр аттас («+» және «-») зарядталған болса, олар өзара тартылады, егер денелер аттас («+» және «+» немесе «-» және «-») зарядталған болса, олар өзара тебіледі.

Макроскопиялық дене электр зарядына ие болу үшін теріс зарядтың белгілі бір бөлігін онымен байланысқан оң зарядтардан бөліп алу керек. Осы процесті электрлеу деп атайды. Денені мынадай әдістермен электрлеуге болады:

а) үйкеліс арқылы, үйкеліс кезінде денедегі неғұрлым қозғалмалы зарядталған бөлшектер – электрондар бір денеден атомдарды өзіне күштірек тартатын денеге ауысады. Бұл жағдайда бірінші дене оң, ал екінші дене теріс зарядталады;

ә) зарядталмаған денені зарядталған денеге түйістіру арқылы. Осы кезде электрондардың бір бөлігі электрон саны көп денеден электрон саны аз денеге ауысады.

q – заряд, өлшем бірлігі – Кл (Кулон)

q=eN

e=1,6·10-19 Кл, элементар заряд; N – бос электрон саны.

Электроскоп – зарядтарды анықтауға арналған құрал. Электрометр – электр зарядын анықтауға және өлшеуге арналған электр өлшеуіш аспап.

Өткізгіштер – электр зарядын жақсы өткізетін заттар (барлық металдар, қышқылдар мен тұздар, адам және жануар денесі)

Диэлектриктер – электр зарядын өткізбейтін заттар (фарфор, эбонит, шыны, резеңке, жүн, пластмасса, ауа, таза су)

**Зарядтардың сақталу заңы**

Зарядтың сақталу заңын көптеген тәжірибе арқлылы 1843 жылы М.Фарадей анықтады. Тұйық жүйені құрайтын зарядтардың алгебралық қосындысы осы жүйедегі зарядтардың кез келген өзара әрекеттесуінде өзгеріссіз қалады.

q1+ q2+ q3+…+ qn=const

Кулон заңы: зарядтардың модульдерінің көбейтіндісіне тура пропорционал және олардың арақашықтықтарының квадратына кері пропорционал екі нүктелік зарядтың өзара әрекеттесу күші зарядтарды қосатын сызықтың бойымен бағытталған.

**,**

мұндағы k – пропорционалдық коэффициент.

Ол мынаған тең:  ***.***

𝜀 – ортаның диэлектрлік өтімділігі.

Электр өрісі – зарядталған денелер өзара әрекеттесуін сипаттайтын материяның ерекше түрі. Электр өрісі зарядталған денелердің айналасындағы кеңістікті толтырып тұрады. Электр өрісін сипаттау үшін кернеулік деген физикалық шама енгізіледі.

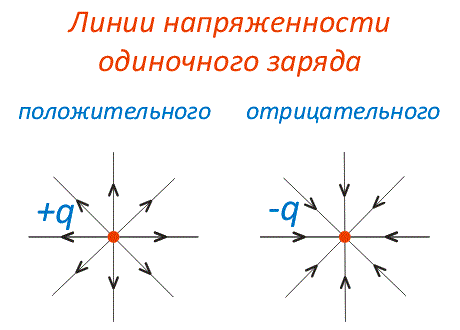
Электр өрісінің кернеулігі деп кулондық күштің өріске енгізілген кез келген нүктелік зарядқа қатынасымен анықталатын физикалық шаманы айтады:

E=

Халықаралық бірліктер жүйесінде кернеулік Ньютонның кулонға қатынасымен (Н/Кл) өлшенеді. Векторлық шама, өрістің күштік сипатамасы.

Кернеулік – векторлық шама. Оның бағыты оң заряд үшін кеңістіктің кез келген нүктесінен зарядтан ары қарай, теріс заряд үшін зарядқа қарай бағытталады. Ол сызықтарды электр өрісінің күш сызықтары деп атайды.

Электростатикалық өрісті кескіндеу үшін күш сызықтары қолданылады. Электр өрісінің күш сызықтары немесе кернеулік сызықтары деп әр нүктесінде жүргізілген жанама,сол нүктедегі өріс кернеулігі векторымен бағыттас болатын сызықтарды айтады. Электр өрісінің кернеулік сызықтары тұйықталған емес, олар оң зарядтардан басталып, теріс зарядтарда аяқталады. Олар еш жерде қиылыспайды, себебі әр бір нүктедегі кернеуліктің тек бір мәні мен және белгілі бағыты болады. Кеңістіктің барлық нүктелеріндегі кернеулігі бірдей болатын электр өрісі біртекті өріс деп аталады.



Электр өрістерінің суперпозиция (қабаттасу) принципі:

***.***

Электростатикалық өрістегі жұмыс. Электростатикалық өрісте орналасқан зарядты қарастырайық. Зарядқа электрлік күш әсер етеді де, ал егер оны босатып жіберсек,онда ол қозғалысқа келіп, қандай бір орын ауыстыру жасайды. Электростатикалық күштердің әсерінен заряд қайсыбір жұмыс атқарады. Электростатикалық өрісте зарядтың кез-келген тұйықталған траектория бойынша орын ауыстыру жұмысы нөлге тең болады. Егер жұмыс дененің траекториясының пішініне тәуелсіз болса, онда жұмыс теріс таңбамен алынады.

A=-(WP1-WP2)=-∆WP,

Мұндағы WP1 және WP2 траекторияның бастапқы және соңғы нүктелеріндегі зарядтың потенциалдық энергиясы. Жұмыстың жоғарыдағы формуласымен салыстыру арқылы, біртекті электростатикалық өрістегі зарядтың потенциалдық энергиясы мынаған тең екенін көреміз: WP=qEd

Потенциал. Электростатикалық өрісті энергия жағынан сипаттайтын шама оның потенциалы болып табылады.

Өрістің берілген нүктедегі потенциалы деп, сан жағынан сол нүктеде орналасқан бірлік оң зарядтың потенциалдық энергиясына WP тең скаляр шаманы айтады.

φ=WР ⁄q немесе φ=Еd

бұдан WР= q φ – ға тең болады.

Нүктелік q зарядтың электростатикалық өрісінің одан r қашықтықтағы нүктедегі потенциалы:

φ=q⁄4πε₀ε·r

Ал шардың ішіндегі өріс потенциалы:

φ=q⁄4πε₀ε·R

Потенциалдар айырмасы. Потенциалдық энергия WР=qφ болғандықтан жұмыс тең:

A=-(WP1-WP2)= -q(φ₂-φ₁)=q(φ₁-φ₂)=qU.

Яғни А=qU, мұндағы U =φ₁-φ₂.

Потенциал айырмасын кернеу деп атайды, ол мынаған тең болады:

U=A/q.

Сөйтіп, екі нүктенің арасындағы потенциалдар айырмасы/кернеу/ өрістің зарядты бастапқы нүктеден соңғы нүктеге көшіру жұмысының сол заряд шамасына өатынасына тең.

Потенциалдар айырмасының бірлігі.1В=1Дж/Кл.

Кернеулік пен потенциал айырмасы арасындағы байланыс. q заряд біртекті өрістің Е кернеулігінің бағытымен 1- нүктеден ∆d өашыөтыөтағы 2- нүктеге көшірілсін делік, сонда электр өрісі мынандай жұмыс істейді: WP=qE∆d.

Бұл жұмысты 1 және 2 – нүктелердегі потенциалдар айырмасы арқылы да өрнектеуге болады. А=q(φ₁-φ₂)=qU.

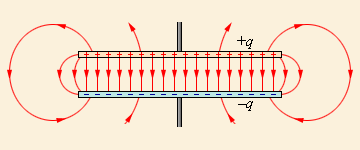
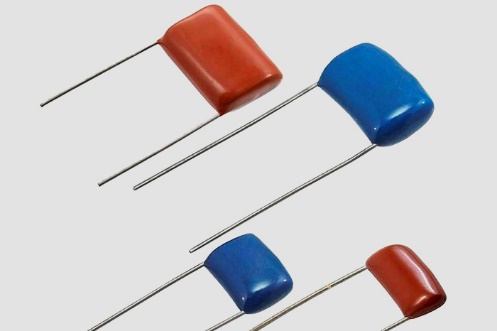
Жұмысқа арналған өрнектерді теңестіре отырып, өріс кернеулігі векторының модулін табамыз. E=U/∆d . Электр өрісі кернеулігінің бірлігі. 1 В/м=1Н/Кл

Егер өткізгішке q заряд берсек, оның потенциалы φ болады, егер оның зарядын 2 есе арттырса, онда оның потенциалы да 2 есе артады. Пропорционалыдқ коэффмцментті өткізгіштің электрсыйымдылығы (С) деп атайды.

Өткізгіштің электр сыйымдылығы – өткізгіш зарядының оның потенциалына қатынасымен анықталатын физикалық шаманы айтады:

C=q/φ.

Электрсыйымдылықтың өлшем бірлігі ретінде фарад алынады (Ф)



Конденсаторлар – аралары диэлектрикпен бөлінген екі өткізгіштен тұратын жүйе. Пішіндеріне қарай жазық, цилиндрлік, сфералық деп аталады.

Егер өткізгіштер жазық және параллель орналасса, ондай конденсаторлар жазық конденсаторлар деп атайды.

Жазық конденсатордың электр сыйымдылығы оның астарының ауданына және астарлар арасындағы ажыратқыш заттың диэлектриктік өтімділігіне тура пропорционал, ал астарлардың арақашықтығына кері пропорционал:

**,**

Екі концентрлік өткізгіш сферадан тұратын жүйені сфералық конденсатор деп атайды.

**,**

|  |  |
| --- | --- |
| Тізбектей жалғау | Параллель жалғау |
| Электроемкость, конденсаторы: параллельное, последовательное соединение,  батарея. Виды проводника, формулы. тесты, схема |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Электр өрісінің энергиясы**

Конденсаторды зарядтау барысында электр өрісі жұмыс жасайды да, конденсатор потенциалдық энергия қорына ие болады. Конденсаторда жинақталған энергияны электр өрісінің энергиясы ретінде қарастырады.

Электр өрісі энергиясының тығыздығы

**6 дәріс.Тұрақты электр тогы. Электр тогы. Ток күші. Тізбектің бөлігі үшін Ом заңы. Кедергі. Өткізгіштерді қосу.Токтың жұмысы мен қуаты. Джоуль-Ленц заңы. Электр қозғаушы күш. Толық тізбек үшін Ом заңы. Токтардың түйіндері. Кирхгоф ережесі.**

Электр тогы деп зарядталған бөлшектердің реттелген қозғалысын айтады. Электр зарядтары электр өрісінің әсерінен реттеле қозғала алады. Сондықтан электр тогының болуы үшін электр өрісімен бірге, еркін электр зарядтарының болуы жетекілікті шарт болып табылады. Өткізгіштерде ток тудырып және оны ұстап тұруы үшін зарядталған бөлшектерге олардың реттелген қозғалысын қамтамассыз ете алатын күштер әсер етуі керек. Яғни еркін электр зарядтарына Кулондық күштермен қатар сыртқы күштер деп аталатын күштер / электростатикалық емес күш /әсер етуі қажет. Сыртқы күштерді ток көздері тудырады.Ток көзінің ішінде электр зарядтары сыртқы күштердің әсерінен қозғалады. Осыған сәйкес сыртқы тізбектің ұштарында потенциалдар айырмасы болады және тізбекте электр тогы жүреді. Егер токтың күші мен бағыты уақыт бойынша өзгермейтін болса,ондай эектр тогы тұрақты ток деп аталады.

Ток көзі – өткізгіштердің ұштарындағы потенциалдар айырымын нөлге теңестірмей, оң және теріс зарядтарды бөлектеп тұратын арнайы қондырғыны айтады.

Электр қозғаушы күш (ЭҚК) – бөгде күштер әрекет ететін ток көзінің энергетикалық сипаттамасы болып табылатын скаляр шама:

Ток көзінде зарядтарды бөлектейтін электрлік емес күштерді бөгде күштер деп атайды.

Ток күші – бірлік уақытта өткізгіштің көлденең қимасынан өтетін зарядтың мөлшерін айтады:

Ток күші ампермен (А) өлшенеді: 1А=1Кл/1с.

Ток күшін Амперметр деген құрал арқылы өлшейді. Ол әдетте тізбектей жалғанады.

Кернеу – зарядты орын ауыстырғанда электр өрісінің атқарған жұмысының осы зарядтың модуліне қатынасын айтады:

Өткізгіш ұштарындағы кернеуді өлшеуді арналған құралды Волтметр деп атайды. Вольтметр тізбек бөлігіне параллель қосылады.

Ом заңы (тізбектің бөлігі үшін): тізбектің бөлігіндегі токтың күші осы бөліктегі кернеуге тура пропорционал да, кедергісіне кері пропорционал:

Өткізгіштің кедергісі оның ұзындығына және материалдарын сипаттайтын меншікті кедергісіне тура пропорционал, көлденең қимасының ауданына кері пропорционал:

,

мұндағы ρ – өткізгіштің меншікті кедергісі;

l – өткізгіштің ұзындығы;

S – өткізгіштің көлденең қимасының ауданы.

Халықаралық бірліктер жүйесіне өткізгіштің кедергісі оммен (Ом) өлшенеді.

Өткізгіштің кедергісі өзгермеген жағдайда одан өтетін токтың күші оның ұштарындағы кернеуге тура пропорционал өзгереді:

I ~ U

Өткізгіштің ұштарындағы кернеу өзгермеген жағдайда одан өтетін токтың күші оның кедергісіне кері пропорционал өзгереді:

Өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігін сипаттайтын формула:

*немесе ;*

мұндағы Rt – өткізгіштің t°С температурадағы кедергісі;

R0 - 0°С температурадағы кедергісі;

ρ – өткізгіштің меншікті кедергісі;

α=(Rt-R0)/t – кедергінің температуралық коэффициенті деп аталады.

Өткізгіштерді параллель жалғау – резисторларды (жүктемелерді) бірнеше тармаққа бөліп, олардың сәйкес ұштарын біріктіріп жалғауды айтады. Параллель жалғағанда мына заңдылық орындалады:

***;***

***;***

***.***

Өткізгіштерді тізбектеп жалғау – резисторларды (жүктемелерді) тармақтамай, бірін екіншісіне, екіншісін үшіншісіне т.б. тіркестіре жалғауды айтады. Тізбектей жалғағанда мына заңдылық орындалады:

***;***

***;***

***.***

Толық тізбек үшін Ом заңы. Тізбектегі ток-ток көзінің электр қозғаушы күшіне тура пропорционал болады да,тізбектің барлық кедергісіне кері пропорционал болады.

Ток көзінің ішкі кедергісі, егер ол тізбектің сыртқы бөлігінің кедергісімен салыстырғанда барынша аз болса(R>>r), ток көзінің қысқыштарындағы кернеу жуықтап алғанда ЭҚК-ке тең болады, U=IR=ℰ.

Қысқаша тұйықталуда ( R→0), ток көзінің ішкі кедергісі аз болса, тізбекте ток күші үлкен болады. Мұндай жағдайда өткізгіш сымдар балқып кетеді. Осыны болдырмау үшін тізбектерге балқымалы қорғағыштар қояды. Егер тізбекте бірнеше ЭҚК-і, ℰ₁,ℰ₂,ℰ₃.... тізбектей қосылған элементтер болса, онда тізбектің ЭҚК-і, жеке элементтердің ЭҚК-нің алгебралық қосындысына тең болады, ℰ=ℰ₁+ℰ₂+ℰ₃......

Электр тогының жұмысы – кернеу мен ток күшінің жұмыс істеген уақытқа көбейтіндісін айтады:

Өлшем бірлігі [Дж]=[1A·B·c]

Электр тогының қуаты – ток күші мен кернеудің көбейтіндісін айтады:

P=IU

Халықаралық бірліктер жүйесінде электр тогының қуаты ваттпен (Вт) өлшенеді: 1 Вт=1А·1В.

Джоуль-Ленц заңы өткізгіштен ток өткенде одан бөлініп шығатын жылудың мөлшері ток күшінің квадратына, өткізгіштің кедергісіне және токтың өткен уақытына тура пропорционал болады:

**Токтардың түйіндері. Кирхгоф ережесі.** Тізбектің тармақталмаған және тармақталған жерінің тоғысуын түйіндер деп атайды. Түйіндер үшін Кирхгофтың екі ережесі қолданылады.

Бірінші ережесі: түйінде тоғысатын ток күштерінің алгебралық қосындысы нөлге тең.

I₁+I₂+I₃+.....+In=0

Мұндағы n-түйінде тоғысатын өткізгіштер саны. Түйінге кіретін токтар-оң, түйіннен шығатын токтар теріс деп есептеледі.

Екінші ережесі: тұйық контурдағы ток күштерінің (I₁,I₂......In)оған сәйкес кедергілеріне көбейтінділерінің алгебралық қосындысы,контурдағы ЭҚК-тің алгебралық қосындысына тең болады.

**7 дәріс.**

**Әр түрлі ортадағы электр тогы.Металдардың электрондық өткізгіштігі. Өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігі. Асқын өткізгіштік. Жартылай өткізгіштердегі электр тогы Вакуумдағы электр тогы. Сұйықтардағы электр тогы. Газдардағы электр тогы. Электролиттердегі электр тогы. Электролиз заңы.**

**Әр түрлі ортадағы электр тогы.**Металдардың электрондық өткізгіштігі. Өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігі. Асқын өткізгіштік. Жартылай өткізгіштердегі электр тогы Вакуумдағы электр тогы. Сұйықтардағы электр тогы. Газдардағы электр тогы. Электролиттердегі электр тогы. Электролиз заңы.

**Металдардың электрондық өткізгіштігі.**

Металдардағы заряд тасушылар еркін электрондар болып табылады. Олардың шоғыры 1028 м-3шамасында. Бұл электорндар бейберекет жылулық қозғалысқа қатысады. Электр өрісінің әсерінен олар реттеліп белгілі бір жылдамдық алып қозғала бастайды.

Металдар өткізгіштігінің электрондық теориясы:

1. Металдардағы ток күшінін шамасын төмендегі өрнек арқылы анықтауға

болады:

I=Seϑ n

I - ток куші [A] ; S - өткізгіш сымның көлденең қимасының ауданы [м^2];

е=1,6·10-19 Кл - элементар заряд немесе электрон заряды; ϑ\_др - электрондардын дрейфтелген қозғалыс жылдамдығы [м/с]; n - электрондар концентрациясы.

**Металдардағы электр тогының тығыздығы:**

j-ток тығыздығы [A/м2 ]

2. Металдарда еркін электрондардың концентрациясы жоғары 1028 – 1029 м-3

болғандықтан жоғары электреткізгіштікке ие болады.

3. Еркін электрондардың қозғалыс жылдамдығы идеал газдың жылулық

қозғалысына ұқсас болады және ол шама жуықтап 105 м/с-қа пара-пар.

4. Электр тогының таралу жылдамдығы электромагниттік өрістің таралу

жылдамдығына пара-пар, ол жарықтың жылдамдығына тең 3·108 м/с.

Металл кедергісінің температураға тәуелділігі

Тәжірибе жүзінде металл кедергісі температураның артуымен

артатыны анықталды:

немесе

ρ,R - t температурадағы металл кедергісі; ρ0,R0 - 0 °С температурадағы металл кедергісі; α - температуралық коэффициент [К-1]

Асқын өткізгіштік. Температурасы төмендегенде метелдардың кедергісі азаяды. Көптеген металдар мен қортпалар 250К-нен төмен температурада кедергісінен толық айырылады. Мұндай құбылысты асқын өткізгіш деп атайды. Асқын өткізгіштер практикада кеңінен қолданылуда. Асқын өткізгіш орамаларда жылу бөліну болмайды.

Жартылай өткізгіштердегі электр тогы. Жартылай өткізгіштерге кремний, германий т.б. қосылыстар жатады. Өткізгіштер - электр тогын жақсы өткізетін заттар [ρ = (10-5 – 10-8) Ом·м]. Олардың электр тогын жақсы өткізу себебі бос электрондар концентрациясының көп болуымен түсіндіріледі.

Диэлектриктер - электр тогын өткізбейтін заттар [ρ = (10-5 – 10-8) Ом·м]. Диэлектриктерде бос электрондар өте аз болған соң, электр тогын өткізбейді.

**Жартылай өткізгіштер** - өткізгіштігі жағынан өткізгіштер мен диэлектриктердің арасынан орын алатын заттар [ρ = (10-5 – 104) Ом·м]. Оның өткізгіштерден ерекшелігі: жартылай өткізгіштің қоспалардың концентрациясына, температураға, сәулелену түрлерінің әсеріне аса тәуелді болуы.

Жартылай өткізгіштердің ерекшелігі: температурасы артқан сайын, электр өткізгіштігі артады, кедергісі керісінше кемиді. Жартылай өткізгіштер өзіндік (яғни қоспасыз) және қоспалы болып бөлінеді. Қоспалы жартылай өткізгіш өз ретінде донорлық жоне акцепторлық болып бөлінеді.

Жартылай өткізгіштерде ток тасымалдаушылар - электрондар мен кемтіктер. Егер электрон еркін электронга айналса, онда бұл бұрынғы байланыс аумағында оң зарядтың пайда болумен пара-пар болады, оны кемтік деп атайды. Жартылай өткізгіштерге жататын элементтер: германий, мишьяк, селен, индий жене т.б.

Электрондық өткізгіштік: Кремнийді қыздырған кезде валенттік электрондың кинетикалық энергиясы артады да,жекелеген байланыстар үзіле бастайды. Кейбір электрондар,металдардағы сияқты еркін электрондарға айналады. Олар электр өрісінде тор түйіндерінің ара-арасымен қозғала отырып.электр тогын түзетін болады. Жартылай өткізгіштердегі еркін электрондардың бар екеніне байланысты өткізгіштік электрондық өткізгіштік деп аталады.

Кемтіктік өткізгіштік. Байланыстың үзілуінен электроны жетіспейтін бос орындар пайда болады.Оны кемтік деп атайды. Кемтік те басы артық оң заряд болады. Атомдардың байланысын қамтамассыз ететін электрондардың біреуі пайда болған кемтікке ырғып түседі де, сол жердегі қос электрондық байланысты алғашғы қалпына келтіреді, ал электроны үшін кеткен жерде жаңа кемтік пайда болады. Осылайша кемтік бүкіл кристалдың бойымен көшіп орын ауыстыра алады.Сонымен жартылай өткізгіштерде заряд тасушылардың екі түрі бар:электрондар және кемтіктер. Біз қоспасы жоқ идеал жартылай өткізгіштердің электрді өткізу механизімін қарастырдық. Бұл жағдайдағы өткізгіштік жартылай өткізгіштердің меншікті өткізгіштігі деп аталады.

Қоспалары бар жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштігі.

Жартылай өткізгіштердің маңызды бір ерекшелігі-олардың құрамында қоспа болған кезде меншікті өткізгіштігімен қатар,қосымша қоспалық өткізгіштік пайда болуында. Қоспалардың шоғырын өзгерту арқылы таңбалары әртүрлі заряд тасушылардың біреуінің немесе екіншісінің санын өзгертуге болады. Осының нәтижесінде не оң, не теріс таңбалы заряд тасушыларының саны басым жартылай өткізгіштер құруға болады.

Береген (донорлық)қоспалар: Кремний мен мышьяк қоспаларын алсақ, мышьяк атомының валенттік электроны бесеу. Оның төртеуі айналасындағы кремнийдің атомдарымен коваленттік байланыс жасауға қатысады. Ал бесінші электрон мышьяк атомынан оңай бөлініп кетеді де, еркін электронға айналады. Өз электрондарын беру арқылы еркін

Электрондардың санын көбейтетін қоспалар береген қоспалар деп аталады. Береген қоспалары бар жартылай өткізгіштерді n-типті(теріс деген сөз) жартылай өткізгіштер деп атайды. n-типті жартылай өткізгіштерде негізгі заряд тасушылар электрондар болады.Ал кемтіктер-негізгі емес болып саналады.

Алаған (акцепторлық)қоспалар.

Кремнийге қоспа ретінде үш валентті индий атомдары қолданылса, онда жартылай өткізгіштігінің сипаты өзгереді. Енді көршілес атомдармен қалыпты қос электрондық байланыс жасау үшін индий атомына бір электрон жетпей қалады да,нәтижесінде кемтік пайда болады. Қоспалардың осындай түрі алаған қоспа деп аталады. Электр өрісі әсер еткен жағдайда кемтіктер өріс бағытымен орын ауыстырады да, кемтіктік өткізгіштік пайда болады. Кемтіктік өткізгіштігі басым келетін мұндай жартылай өткізгіштер р-типті (оң)жартылай өткізгіштер деп аталады. р-типті жартылай өткізгіштерде негізгі заряд тасушылар кемтіктер болады,ал электрондар негізгі емес.

Екі жартылай өткізгіштердің түйісуі. Әр типті (n және р)екі жартылай өткізгіштің түйісуі р- n ауысу деп аталады. р- n ауысы бар жартылай өткізгішті электр тізбегіне жалғайық.Батерияны әуелі р-типті жартылай өткізгіштің потенциалы оң,ал n-типтікі теріс болатындай етіп қосамыз.Мұнда р- n ауысудағы ток,негізгі тасушылар арқылы орындалады: зарядты n аймағынан р аймағына электрондар,ал р аймағынан n аймағына кемтіктер тасиды.Осының нәтижесінде оның өткізгіштігі артып,ал кедергісі кеміп шығады.Ауысудың қарастырылған осы түрі тура ауысу деп аталады.Батерияның полюстерін ауыстырып қосайық.Енді түйісу арқылы ауысудың негізгі емес заряд тасушылар жүзеге асырады, бірақ олардың саны аз.Осының салдарынан үлгінің өткізгіштігі онша үлкен емес, ал кедергісі үлкен болып шығады.

Жапқыш қабат деп аталатын қабат пайда болады.Ауысудың бұл түрі кері ауысу деп аталады.Сонымен р- n ауысуда тура бағыттағы ауысудың кедергісі кері ауысудан анағұрлым аз болады.

Вакуумдағы электр тогы. Ең жақсы изолятор ауасыз кеңістік-вакуум, бұл ішінен ауасы сорып шығарылған кеңістік. Бірақ вакуум ішінде де электр тогын жүргізуге болады екен. Ол үшін вакуум ішіне заряд тасушыларды енгізу керек. Мұндай зарядты бөлшектер көзі электрондар, олар жоғарғы температураға дейін қыздырылған қатты денелердің беттерінен шығады. Бұл құбылысты термоэлектрондық эмиссия деп атайды.

**Сұйықтардағы электр тогы**. Сұйықтар да диэлектриктер, өткізгіштер және жартылай өткізгіштер болып бөлінеді. Диэлектриктерге дистилляцияланған су, өткізгіштерге электролиттер-қышқылдардың, сілтілердің және тұздардың судағы ерітінділері, жартылай өткізгішке сульфидтің балқымалары жатады.

**Электролиттегі электр тогы.** Электролитті суға еріткенде олардың молекулалары иондарға ( ион деген жұруші грек сөзі)ыдырайды. Осы процесті электролиттік диссоциация деп атайды.Осымен бірге таңбалары әртүрлі иондар кездесіп қалғанда қайтадан бірігіп, бейтарап молекула құрау прцесі/ рекомбинация / жүріп жатады. Иондар деп бір немесе бірнеше электрондарды жоғалтқан не қосып алған атомдарды молекулаларды айтады. Электролиттегі электр тогы иондық өткізгіштік арқылы жүзеге асады. Иондық өткізгіштік деп,сыртқы электр өрісінің әсерімен болатын иондардың реттелген қозғалысын айтады.

Электролит ерітіндісін ток көзіне қосқанда оң иондар теріс электрод-катодқа,ал теріс иондар оң электрод-анодқа қарай қозғалады. Нәтижесінде электр тогы болады.

Электролиз. Иондық өткізгіште токтың өтуі кезінде зат тасымалданады. Анодта теріс зарядталған иондар өзінің артық электрондарын береді.Ал катодта оң иондар өздерінің жетіспейтін электрондарын алады. Осыған байланысты электродта зат бөлінеді.Осы құбылысты электролиз деп атайды. Электролиздің қолданылуы. Электролиз техникада әртүрлі мақсаттар үшін кең қолданылады. Электролиз заңдары.Фарадей электролиздің екі заңын тағайындады.

Электролиздің бірінші заңы. Электродтардың әр қайсысында электролиз кезінде бөлініп шыққан заттың массасы электролит арқылы ағып өткен заряд мөлшеріне тура пропорционал:

**m=kq немесе m=kIt,**

мұндағы k- заттың электро-химиялық эквиваленті деп аталады, ол сан жағынан алғанда, бір Кулон заряд ағып өткен кездегі электролиттен бөлініп шығатын заттың массасына тең, кг/Кл-өлшенеді.

Электролиттің екінші заңы. Заттардың электрохимиялық эквиваленттері олардың мольдік(немесе атомдық)массларының n валенттілігіне қатынасына тура пропорционал болады:

Мұндағы c= , F-шамасы Фарадей саны деп аталады. Фарадей саны Халықаралық бірліктер жүйесінде F=9,648·104Кл/моль –ға тең, яғни ол электролиз кезінде электродта кез келген заттың 1моль бөлініп шығу үшін электролиттен 96480 Кл заряд ағып өтуі керек дегенді білдіреді. Соңғы екі өрнектен Фарадейдің электролиз үшін біріккен заңын алуға болады.

немесе

Электролиз кезінде электродта бөлініп шығатын заттың массасы, заттың

Мольдік (немесе атомдық)массасына, токқа жәнеуақытқа тура пропорционал болады да, Фарадей санына және заттың валенттілігіне кері пропорционал болады.

Газдардағы электр тогы. Газдардың иондалуы. Біз бөлме температурасында ауаның нашар өткізгіш екенін білеміз. Қыздырғанда және ультракүлгін, рентген, радиоактивті сәулелермен (ионизаторлармен) әсер еткенде ауаның өткізгіштігі артады.Қалыпты жағдайларда газдар бейтарап атомдардан немесе молекулалардан тұрады, демек диэлектриктер болады.

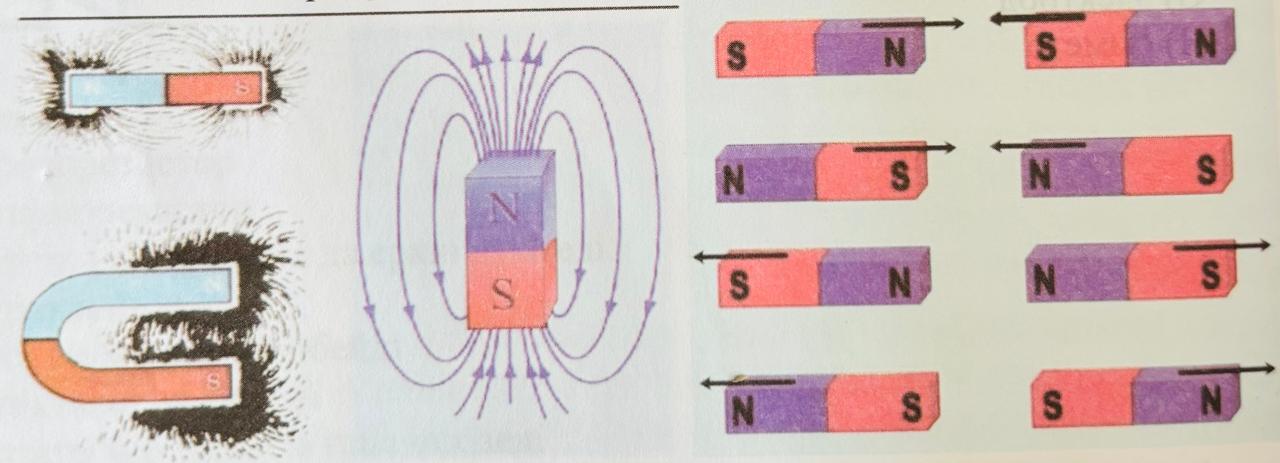
**8-Дәріс**

**Магнит өрісі. Тұрақты токтың магнит өрісі. Магнит индукциясының векторы индукция сызықтары. Лоренц күші. Ампер күші. Заттың магниттік қасиеті.**

**Магнит өрісі.** Тұрақты токтың магнит өрісі. Магнит индукциясының векторы индукция сызықтары. Суперпозиция принципі. Магнит индукциясы векторының модулі. Лоренц күші. Ампер күші. Заттың магниттік қасиеті.

Магнит өрісі - қозғалыстағы электр зарядтарына, тогы бар өткізгішке, магниттік моменті бар денелерге әсер ететін материяның ерекше түрі. Қазіргі кезде магниттердің екі түрі белгілі: табиғи (темір кені, никель мен кобальттың қоспалары) және жасанды (электр тогының әсерінен магниттік қасиетке ие болады).

Тұрақты магниттер - магниттік қасиеттерін ұзак уақыт сақтап тұра алатын заттар. Тәжірибеде тұрақты магниттік әртүрлі бөліктері темір ұнтақтарын әртүрлі тартатыны анықталды. Ең қатты тартатын бөліктерін магниттің полюстері деп атайды. Кез келген магниттің екі полюсі болады: N (North) - солтүстік және S (South) - оңтүстік. Бір полюсті магнит болмайды және әр аттас полюстер бір-бірін тартады, бірдей полюстер бір-бірін тебеді.



Магнит өрісі күш сызықтарының қасиеттері:

Әрқашан тұйықталған, үзіліссіз;

Бір-бірімен қиылыспайды;

Өріс көп жерде қалыңырақ.

Магнит өрісінің тогы бар өткізгішке күштік әсерін сипаттайтын физикалық шаманы магнит өрісінің индукция векторы деп атайды.

ХБ жүйесінде магнит өрісінің индукциясы Сербия физигі Н. Тесла құрметіне тесламен (Тл) өлшенеді: [1 Тл]=1H/(А\*м)

Енді тогы бар өткізгіштің айналасындағы магнит өрісінің бағытын анықтайық. Ол үшін оң қол ережесі немесе бұрғы ережесі пайдаланылады. Бас бармақ токтың бағытын көрсетеді, ал төрт саусағымыз магнит өрісінің индукция векторының бағытын көрсетеді.



Түзу токтан R қашықтықта орналаскан нүктенің индукция векторын анықтау үшін төмендегі өрнекті пайдаланамыз:

Ал тогы бар радиусы R дөңгелек орамның центріндегі магнит өрісі индукциясының модулін мына формуламен есептейміз:

Соленоид (шексіз катушка) ішіндегі магнит өрісінің индукция векторының

модулі былай анықталады:

мұндағы n=N/l – бір бірлікке сәйкес келетін орам саны.

А. Ампер жүргізген тәжірибелер тогы бар өткізгішке әсер ететін күш магнит индукциясы шамасына және оның бағытына тәуелді екенін көрсетті.

Ампер күші - магнит өрісі тарапынан тогы бар өткізгішке әсер ететін күш.

немесе

мұндағы α - В магнит индукциясы векторы мен ток бағыты арасындағы бұрыш. Алынған формуладан, егер sinα = 1 немесе а = 90° болса, өзара әрекеттесу күшінің ен үлкен мәнге ие болатынын көреміз.

FA - Ампер күші [Н]; l - өткізгіштің ұзындығы [м]; I - ток күші [А].

Ампер күшінің бағыты сол қол ережесі бойынша анықтайды:

Егер сол қолымызды магнит индукция векторы алақанымызға кіретіндей, ал созылған төрт саусағымызды ток бағытын көрсететіндей етіп ұстасақ, онда 90°-қа бұрылған бас бармағымыз Ампер күшінің бағытын көрсетеді.

**

Ампер күші токтың бағытына қарай контурдың әр бөлігіне әртүрлі әсер етеді. Соның нәтижесінен тогы бар контурға айналады және айналдырушы күш моменті пайда болады.

Рамаға әсер ететін күштердің айналдырушы моментін оның үш түрлі жағдайы

үшін анықтаймыз:

1. Тогы бар раманы магнит полюстерінің арасына рама ауданына түсірілген нормаль магнит индукциясымен 90° бұрыш жасайтындай етіп орналастырайық. Рама ауданына түсірілген нормальдің бағытын контурдағы токқа қатысты бұрғы ережесімен анықтайды, ол рамадағы ток тудырған меншікті магнит өрісінің бағытымен сәйкес келеді. Бұрыш α = 90°, демек, sinα= 1 айналдырушы момент максимал мәнге ие болады.

M\_max=BIS

2. Раманың бұрылу бұрышын φ рама ауданына түсірілген нормаль мен магнит индукциясы векторы В арасындағы бұрыш арқылы өрнектейік, оны α деп белгілейік, сонда

немесе

3. Рамаға түсірілген нормаль бағыты магнит индукция векторының бағытымен сәйкес келген кезде күш иіндері және айналдырушы момент нөлге тең болады, раманың бұл күйі - тепе-тендік күйі.

Лоренц күші

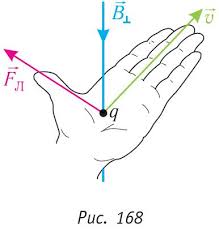
Егер магнит өрісі тогы бар контурға әсер ететін болса, онда магнит өрісі кеңістікте қозғалатын зарядқа да әсер етеді. Бұл күшті алғаш есептеген голланд физигі Х. Лоренц болатын:

мұндағы: F\_л- Лоренц күші [Н]; α - магнит өрісінің индукция векторы В мен ϑ жылдамдығының арасындағы бұрыш; ϑ - зарядтардың жылдамдығы [м/с]; q - заряд шамасы [Кл].

Лоренц күші - магнит өрісі тарапынан қозғалыстағы жеке зарядталған бөлшекке әсер ететін күш. Лоренц күші тек қана козғалыстағы зарядталған бөлшекке әсер етеді және тек бөлшектің бағытын өзгертеді.

Лоренц күшінің бағыты сол қол ережесі арқылы анықталады.

Егер сол қолымызды магнит индукция векторы алақанымызға кіретіндей, ал созылған төрт саусағымызды бөлшектің қозғалыс бағытын көрсететіндей етіп ұстасақ, онда 90°-қа бұрылған бас бармағымыз Лоренц күшінің бағытын көрсетеді. Ал егер бөлшек теріс зарядалған болса, Лоренц күшінің бағыты қарама-қарсы жаққа қарай бағытталады.



**Заттардағы магнит өрісі**

Магниттік қасиеттеріне қарай барлық заттарды шартты түрде әлсіз магнитті және күшті магнитті деп бөледі. Заттардың магниттік қасиеттерінің негізгі сипаттамасы - магнит өтімділігі.

Магнит өтімділік - заттағы магнит өрісінің индукциясы вакуумдағы магнит өрісінің индукциясынан неше есе артық екенін көрсететін физикалық шама.

μ - магнит өтімділік; В - заттағы өрістің магнит индукциясы [Тл]; В0 - вакуумдағы өрістің магнит индукциясы [Тл].

Әлсіз магниттелетін заттардың магнит өтімділігі 1-ге жуық болады.

Магнит өтімділігі бірден үлкен заттарды μ>1 парамагнетиктер деп атайды. Олар сыртқы магнит өрісін сәл күшейтеді ( мысалы: алюминий, платина, азот, оттек, вольфрам жэне т.б.).

Магнит өтімділігі бірден кіші заттарды μ < 1 диамагнетиктер деп атайды.

Ол сыртқы магнит өрісін әлсіретеді (мысалы: мыс, мырыш, висмут, шыны, инертті газдар, сутек және т.б.).

Күшті магниттелген ферромагнетик заттардың магнит өтімділігі μ>>1 жүздеген және мыңдаған бірлікке жетеді. Олар сыртқы магнит өрісін өте қатты күшейтеді. Олардың магнит өтімділігі 102 – 105 аралығында жатады.

Температураның жоғарғы мәндерінде ферромагнетиктер магниттік қасиеттерін жоғалтады. Әрбір зат үшін бұл температура түрлі мәнге ие болады, осы температураны француз физигі П. Кюридің құрметіне Кюри нүктесі деп атайды.

**9 дәріс.**

**Электромагниттік индукция.Электромагниттік индукция құбылысы. Магнит ағыны. Ленц ережесі. Өздік индукция.Индуктивтік. Токтың магнит өрісінің энергиясы.**

**Электромагниттік индукция заңы**

Кез келген қозғалыстағы зарядтың, яғни токтың айналасында магнит өрісі болатынын А. Ампер тәжірибемен делелдеген еді. Кейбір ғалымдар кері процесстің, яғни магнит өрісінен электр тогын алуға болатынына сенімді болды. Бұл құбылыс электромагниттік индукция құбылысы деп аталады.

Электромагниттік индукция құбылысының ашылуы тосыннан болған жағдай емес. М.Фарадей өткізгіштің айналасында магнит өрісі туындаса, онда кері процесс те болу керек деп есептеді. 1831 жылы М. Фарадей осы құбылысты тәжірибе жүзінде анықтады. Ол үшін тұрақты магнит, сезгіш гальванометр, ұштары гальванометрге жалғанатын іші қуыс цилиндр тәрізді катушка немесе жай ғана тұйык контур керек. Егер магнитті контурдың ішіне енгізсек немесе одан суыратын болсақ, (төмендегі суретте) онда гальванометр тілшесінің ауытқитынын, яғни контурда токтың пайда болатынын байқауға болады.



Пайда болган электр тогын индукциялық ток деп атайды. Демек өткізгіш айнымалы магнит өрісінде болса ғана, онда индукциялық ток пайда болады. Тұйықталған өткізгіш контурды тесіп өтетін магнит ағынының өзгерісі кезінде индукциялық токтың пайда болуы электромагниттік индукция құбылысы деп аталады.

Магнит өрісі күш сызықтарының тығыз болуы оның күштік сипатын, яғни магнит индукциясын анықтайды. Контурды тесіп өтетін магнит өрісі сызықтарының саны магнит ағынын сипаттайды. Магнит ағыны – магнит өрісіне енгізілген тұйықталған контурды тесіп өтетін магнит индукциясы сызықтарының саны.

Ф=BScosα

Ф – контурды тесіп өтетін магнит ағыны [Вб] 1 Вебер; B – магнит өрісінің индукция векторы [Тл]; S – раманың ауданы [м2]; α – раманың ауданына түсірілген нормаль мен магнит индукциясының арасындағы бұрыш.

Фарадей тәжірибелерінен мынадай қорытындыға келеміз:

1. Контурда оны тесіп өтетін магнит өрісі индукция векторының ағыны уақыт бойынша өзгеретін кезде ғана индукцияның ЭҚК пайда болады, яғни ΔФ ≠ 0 (тек айнымалы магнит өрісі болуы керек).

2. Индукциялық токтың шамасы контурды тесіп өтетін магнит ағынының өзгеріс жылдамдығына, яғни ΔФ/Δt шамасына тауелді.

3. Өткізгіш магнит өрісінің күш сызықтарын қиып өткенде контурда индукциялық ток пайда болады.

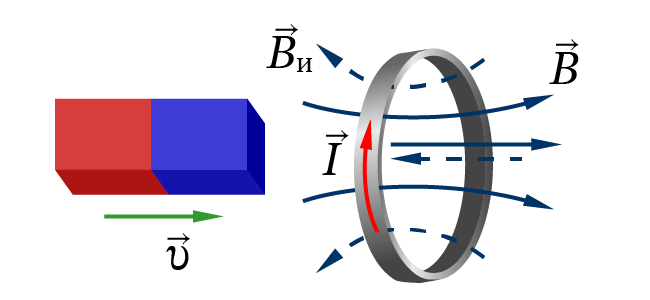
Тұйықталған өткізгіш контурда индукциялық токтың пайда болуы электр өрісінің белгілі бір ток кезінсіз пайда болғанын дәлелдейді. Бұл өрісті айнымалы магнит өрісі тудырады, оның күш сызықтарының басы не ұшы болмайды, мұндай өріс құйынды өріс деп аталады. Контурды тесіп өтетін магнит ағыны неғұрлым жылдам өзгерсе, ондағы ЭҚК да соншалық көп болады. Сонымен Фарадейдің электромагниттік индукция заңын былай өрнектеуге болады:

Айнымалы магнит өрісі тудырған құйынды өрістің ЭҚК-ның индукциясы бірлік уакыт ішіндегі контурмен шектелген беттен өтетін магнит ағынының өзгерісіне тең.

Егер контур бірнеше орамнан тұрса, онда ЭҚК - і N есе өседі:

**Ленц ережесі**

Токтың берілген бағытында контурдың үстінде солтүстік полюс, ал астында оңтүстік полюс орналасқан. Оны оң қол немесе бұрғы ережесі арқылы анықтаймыз.

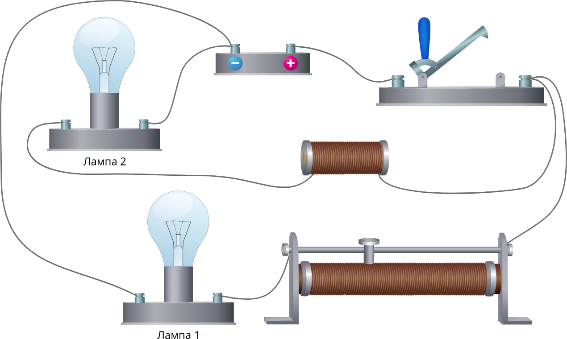


Индукциялық ток өзін туғызған магнит ағынының өзгерісіне қарсы әсер ететін магнит өрісін тудыратындай бағытталады.

Магнит өрісінде қозғалған өткізгіште пайда болатын ЭҚК-ін анықтауға болады:

Өздік индукция – өткізгіш контур арқылы өтетін ток өзгергенде осы контурда индукцияның ЭҚК пайда болу құбылысы.

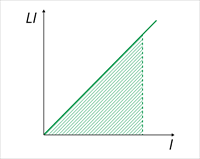
ε\_өз- электр қозғаушы күш [B]; L – катушканың индуктивтілігі [Гн]; N – орам саны; t – уақыт [c]

****

Катушка индуктивтілігі

**Магнит өрісінің энергиясы**

Катушкадағы магнит ағынының шамасы ондағы токка тура пропорционал өзгеріп отырады. Оны графиктік түрде төмендегідей көрсетуге болады:



**10-дәріс**

**Электромагниттік тербелістер. Тербелмелі контур. Томсон формуласы. Электромагниттік толқындар. Радиотолқындардың таралуы.Айнымалы ток. Актив кедергі. Айнымалы токтың әсерлік мәні. Айнымалы тоқ үшін Ом заңы. Резонанс.**

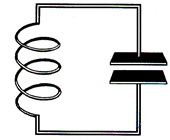
Еркін электромагниттік тербелістер – сыртқы энергия көздерінен қоректенбей катушкадағы токтың және конденсатордағы кернеудің периодты қайталанатын өзгерістері.

Еріксіз электромагниттік тербелістер – сыртқы периодты электр өозғаушы күштің әсерінен тізбекте пайда болатын тербелістер.

Томсон формуласы

Тербелістік меншікті циклдік жиілігі

Тербелмелі контур



Конденсатордың астарларындағы q зарядтың тербелістерінің теңдеуі

Конденсатордағы кернеу тербелістерінің теңдеуі

Катушкадағы ток тербелістерінің теңдеуі

Айнымалы ток – уақыттың өтуіне байланысты өзгеріп отыратын ток.

ЭҚК-нің амплитудалық мәні

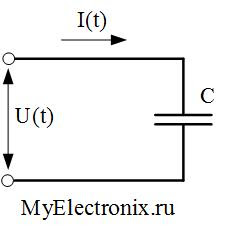
Айнымалы ток күшінің әсерлік мәні

Айнымалы кернеудің әсерлік мәні

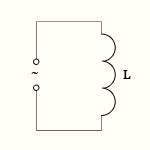
Актив кедергі



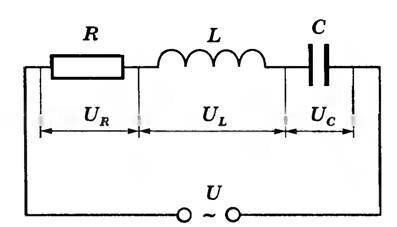
Сыйымдылық кедергі



Индуктивті кедергі



**Айнымалы токтың толық тізбегі үшін Ом заңы**



Айнымалы ток тізбегіндегі орташа қуат

Айнымалы ток кернеуін көбейту не төмендету үшін трансформатор қолданылады. Егер бірінші реттік орамада N\_1 орам, ал екінші реттік орамада N\_2 орам болса, трансформация коэффициенті төмендегі формула бойынша анықталады

k>1 болғанда трансформатор төмендеткіш, ал k<1 болғанда жоғарылатқыш болады.

Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициенті деп екінші реттік орамадан алынатын P\_2 қуаттың бірінші реттік P\_1 қуатқа қатынасын айтады:

**Электромагниттік толқындар**

Максвелл теориясына сәйкес, айнымалы электр және магнит өрістерінің арасындағы үзілмейтін байланыс ашылғаннан кейін материяның ерекше түрі - электромагниттік өрістің бар екені айқындалды. Электромагниттік өріс - электрлік зарядталған бөлшектердің өзара әрекеттесу жүзеге асатын материяның ерекше түрі. Жалпы алғанда, айнымалы электромагниттік өрістің артықшылығы жоқ.

Электромагниттік өріс теориясын сипаттайтын теңдеулер жүйесін талдай отырып, Максвелл электромагниттік өріс кеңістікке электромагниттік толқын түрінде тарай алады деген теориялық болжам жасады.

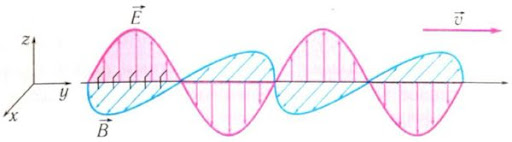
Электромагниттік толқын - айнымалы электромагниттік өріс тербелістерінің кеңістікте таралу процесі. Электромагниттік толқын тогы бар өткізгіштің бойымен, диэлектрикте және электр зарядтары жоқ вакуумда да тарала алады. Максвелл теориясынан шығатын аса маңызды салдардың бірі - электромагниттік толкынның таралу жылдамдығының шектілігі. Оның есептеуі бойынша электромагниттік толқынның вакуумдегі таралу жылдамдығы:

с≈300000 км/c

Жарық – электромагниттік толқын.

Электр өрісінің кернеулік және магнит өрісінің индукция векторларының тербеліс бағыттары толкынның таралу бағытына перпендикуляр.

(Е┴В). Демек электромагниттік толқын - көлденең толқын. Оны төмендегі суреттен де көруге болады.



Электромагниттік өріс кеңістіктің барлық бағытында 3·108 м жылдамдықпен электромагниттік толқын түрінде тарайды. Электромагниттік толқындағы Е және В векторларының кез келген нүктесіндегі тербеліс фазалары бірдей.

Бірдей фазада тербелетін ең жақын екі нүктенің арақашықтығы электромагниттік толқын ұзындығы деп аталады.

λ=cT=c/ν

λ - электромагниттік толқынның ұзындығы [м]; Т - тербеліс периоды [с];

ν - тербеліс жилігі [Гц]; с = 3·108 м/с - электромагниттік толқынның вакуумдегі жылдамдығы.

Электромагниттік толқындардың шкаласы бойынша 7-ге бөлеміз:

Айнымалы ток

Радиотолқындар

Инфрақызыл сәулелер

Көрінетін жарық

Ультракүлгін сәулелер

Рентген сәулелер

Гамма сәулелер

**11-дәріс.**

**Оптика. Жарық толқындары. Жарықтың шағылу және сыну заңдары. Толық шағылу. Линзалар. Линзада кескін салу. Жұқа линзаның формуласы. Линзаның үлкейтуі.**

**Геометриялық оптика зандары**

Геометриялык оптика дегеніміз - жарықтың табиғатын қарастырмай, оның тек таралуын ғана зерттейтін оптиканың бөлімі.

Жарық сәулесі дегеніміз - бойымен жарық энергиясы таралатын немесе толқын шебіне перпендикуляр жүргізілген және толқын ұйытқуының таралу бағытын көрсететін сызық.

Геометриялық оптикада жарықтын таралуын түсіндіретін негізгі заңдар:

1. Жарықтың түзу сызықты таралу заңы: жарық сәулесі біртекті ортада түзу сызық бойымен тарайды. Жарықтың түзу сызықты таралуына көлеңкенің пайда болуы мысал бола алады.

Көлеңке дегеніміз - мөлдір емес дененің артындағы кеңістіктің жарық энергиясы түспейтін аумағы.

2. Жарықтың тәуелсіз таралу заңы: жарық сәулелері кездескенде бір-бірінің әрі қарай таралуына әсер етпейді.

Жарықтың шағылу заңы:

|  |  |
| --- | --- |
| Жарықтың шағылуы. Түсу бұрышы және шағылу бұрышы | (1) түскен сәуле, (2) шағылған сәуле  және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.  α түскен бұрышы β шағылу бұрышына тең  α=β |

Жарықтың сыну заңы:

|  |  |
| --- | --- |
| Жарықтың сыну заңы формуласы | (1) түскен сәуле, (2) шағылған сәуле және  екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр бір  жазықтықта жатады.  α түсу бұрышының синусының γ сыну  бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін тұрақты шама және ол бірінші ортаның екінші ортаға қатысты сыну көрсеткіші деп аталады, ягни |

**Айналық бет –** түскен жарық сәулесін қайтадан сол ортаға бағыттайтын бет.

Жазық айна деп тегіс өңделген және шағылдыратын қабатпен жабылған қисықтық

радиусы шексіздікке ұмтылатын жазық бетті айтады. Жазық айнадан алынатын кескін жалған болады.

Жазық айнаның формуласы:

D=-f

**Сфералық айна**

Сфералық айна шар сегментінің жақсы тегістелген беті түрінде болады. Егер шар сегментінің ішкі беті тегістелген болса, онда айна ойыс айна, ал сыртқы беті тегістелген болса, айна дөңес айна деп аталады.

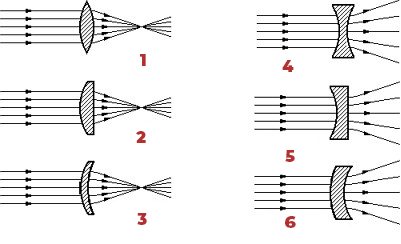
Сфералық айна қызметін аткаратын шар бетінің центрін айнаның оптикалық центрі, ал шар сегментінің төбесін полюс деп атайды. Айнаның R радиусы - оның оптикалық центрі мен полюсі арасындағы қашықтық.

Сфералық айнаның F фокус аралығы айнаның бас фокусынан полюсіне дейінгі қашықтықты береді және ол F =R/2 болады.



**Айнаның ұлғайтуы:**

Линзалар деп екі сфералық немесе бір сфералық және жазық бетпен шектелген мөлдір денені айтады.



Жұқа линзаның формуласы

(+) – кескін шын болғанда және жинағыш линзада қолданамыз.

(-) – кескін жалған болғанда және шашыратқыш линзада қолданамыз.

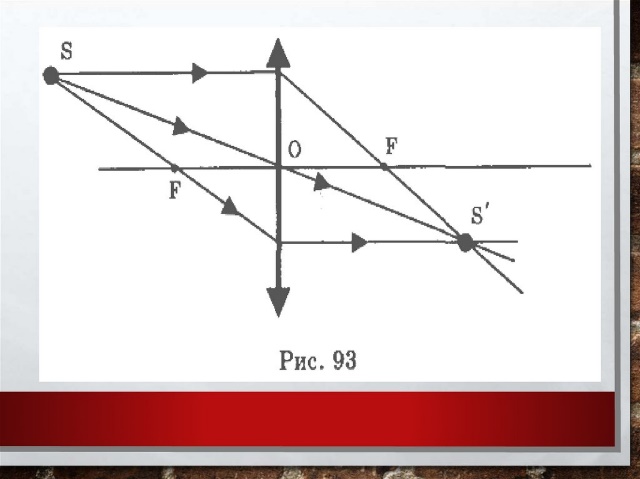
Линзадан кескін алу

Линзалардағы кескіндерді тұрғызу үшін негізгі үш сәулені пайдаланады.

Бас оптикалық оське параллель сәулелер линзадан сынғаннан кейін оның фокусы арқылы өтеді.

Линзаның оптикалық центрі арқылы өтетін сәуле сынбайды.

Линзаның бас фокусы арқылы өтетін сәуле линзадан сынғаннан кейін бас оптикалық оське параллель кетеді.



Көзілдіріктің оптикалық күші:

**12-дәріс**

**Толқындық оптика. Жарық жылдамдамдығы Жарықтың интерференциясы. Жарықтың дисперсиясы. Жарық поляризациясы. Жарықтың дифракциясы. Дифракциялық тор.Салыстырмалылық теориясының элементтері. Релятивистік динамика. Массаның жылдамдыққа тәуелділігі. Масса мен энергияның арасындағы байланыс. Сәуле шығару және спектрлер. Спектрлер.**

**Толқындық оптика**

Толқындық оптика – оптикалық құбылыстарды жарықтың толқындық табиғаты негізінде түсіндіретін оптиканың бөлімі.

Жарықтың интерференциясы - екі немесе бірнеше когерентті жарық толқындарының қабаттасу кезінде бірі-бірін әлсірету немесе күшейту құбылысы. Интерференция құбылысы кез келген толқындардың қабаттасуы кезінде байқала бермейді, ол тек когерентті толқындар қабаттасканда пайда болады. Когерентті толқындар дегеніміз - фаза айырымы тұрақты, жиліктері бірдей толқындар. Толқындар интерференциясының қалай болатынын анықтайық.

Интерференцияның максимум шарты (нәтижесінде толқындар күшейеді): екі толқынның оптикалық жол айырымы жарты толқынның (λ/2) жұп санына (толқын ұзындығының бүтін санына) сәйкес келеді:

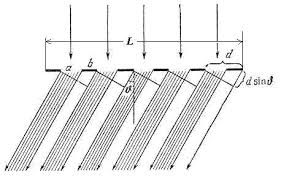
Интерференцияның минимум шарты (нәтижесінде толқындар әлсірейді): екі толқынның оптикалық жол айырымы жарты толқынның (λ/2) тақ санына сәйкес келеді:

Дифракциялық тордың периоды (тұрақтысы) – тордың 1 мм ұзындығына сәйкес келетін штрихтарының саны.

d – дифракциялық тордың периоды (м);

a және b – саңылау мен тосқауылдың ені;

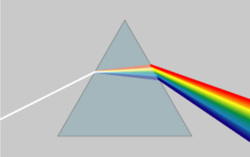
N – штрих саны;



**Жарықтың дисперсиясы**

Әртүрлі заттардың түсі неге әртүрлі болып көрінеді? Ерте заманнан бастап осы сұрақ адамзат үшін қызық болды. Тек И. Ньютон ғана осы сұраққа жауап бере алды. Жарық дисперсиясын бақылауға арналған тәжірибені 1672 жылы жасады. Ол бөлмені қараңғылап, терезедегі кішкентай саңылаудан алынған жарық сәулесінің жолына үш қырлы призманы қойды. Ақ жарық әртүрлі түстерге жіктелді. Ол негізгі 7 түрлі түсті спектр («spektrum» - көру) деді, ал құбылысты дисперсия деп атады.

Дисперсия (лат. «шашырау») күрделі ақ түсті спектрге ажырату немесе заттың сыну көрсеткішінің түсетін жарықтың толқын ұзындығына тәуелділігі.



**Салыстырмалылық теориясының элементтері**

Арнайы салыстырмалылық теорияның бірінші постулаты (Эйнштейннің салыстырмалы принципі): бірдей деңгейлерде кез-келген инерциалды санақ жүйелерінде физикалық құбылыстар бірдей орындалады.

Арнайы салыстырмалылық теорияның екінші постулаты: (Жарық жылдамдығының тұрақтылығы): барлық инерциалды санақ жүйелерінде вакуумдегі жарық жылдамдығы тұрақты және жарық көзімен қабылдағыштың қозғалысына тәуелді емес.

Релятивистік кинематика. Ұзындықтың релятивисттік қысқаруы: егер К0 санақ жүйесіндегі стерженнің ұзындығы ℓ0(стержень ОХ осі бойындағы орналасқан және тыныштықта), ал К санақ жүйесінде стержень ұзындығы ℓ( стержень ϑ жылдамдығымен қозғалуда), онда

мұнда с-жарық жылдамдығы, с=3·108 м/с.Стерженнің көлденең қимасы өзгермейді.

Уақыттың релятивисттік қысқаруы: Тыныштықтағы массаның жылдамдыққа тәуелділігі. Масса мен энергияның арасындағы байланыс К0 санақ жүйесіндегі бір нүктеде болған екі оқиғаның арасындағы уақыты τ₀ десек, ал дәл осы екі оқиғаның арасындағы уақытты К санақ жүйесіндегі шамасын τ дейтін болсақ, онда

Релятивистік динамика: Релятивистік ϑ жылдамдықпен қозғалғанда заттың массасы көбейеді.

m₀-дененің тыныштық массасы.

Жылдамдықтарды қосудың релятивисттік ережесі uх=



мұнда uх-К´ СЖ-дегі жылдамдығының ОХ осіндегі құраушысы;

Бөлшек импульсінің жылдамдыққа тәуелдігі:

m-бөлшектің тыныштықтағы массасы, ϑ-оның жылдамдығы.

Масса мен энергияның арасындағы байланыс: Бөлшектің толық энергиясы (тыныштық және кинетикалық энергияның қосындысы). Энергия мен массаның арасындағы байланыс, энергияның сақталу заңымен дене массаның оның қозғалыс жылдамдығына тәуелділігінен шығады. Эйнштейн салыстырмалылық теориясын пайдаланып, өзінің қарапайымдылығы мен жалпылығы жағынан тамаша энергия мен масса арасындағы байланыс формуласын тағайындады: E= Бөлшектің тыныштық энергиясы: E₀=m₀c²

Физикада аса қарапайым, түрі жағынан ықшам және мазмұны жағынан кең тынысты екі ғана ұлы формула бар. Олардың бірі Эйнштейн формуласы E=mc², екіншісі Планк формуласы.

Массамен энергияның арасындағы байланыс: ΔE=Δmc²

Сәуле шығару және спектрлер. Сәуле шығарудың түрлері. Жарықты зарядталған бөлшектер-электрондар шығарады, олар атомдар ішінде қозғалып жүреді. Атом сәуле шығара бастауы үшін, оған белгілі мөлшерде энергия берілуі керек. Атом сәуле шығарғанда қабылданған энергияны жұмсайды, сондықтан заттың үздіксіз жарық шығаруы үшін оның атомдарына сырттан үздіксіз энергия ағыны келіп тұруы керек. Егер атомдар энергияны соқтығысулар кезінде жылу қозғалысы процесінде алса, онда жылу шығару туралы сөз болады.

Жылулық сәуле шығару. Сәуле шығарудың ең қарапайым және көп тараған түрі-жылулық сәуле шығару, мұнда жарық шығаруға жұмсалған атом энергиясы сәуле шығарушы дене атомдарының жылулық қозғалысының энергиясы есебінен компенсацияланады. Неғұрлым дененің температурасы жоғары болса, атомдар соғұрлым жылдам қозғалады. Шапшаң атомдар бір-бірімен соқтығысқанда, олардың кинетикалық энергиясының бір бөлігі атомдардың қозу энергиясына айналады, ал бұлар сонан кейін жарық шығарады. Күннің сәуле шығаруы, қыздыру шамдары, жалын-бұл жылулық сәуле шығару.

Электролюминесценция.Газдардағы разряд кезінде, шапшаң қозғалған электрондардың кинетикалық энергиясының бір бөлігі атомдарды қоздыруға жұмсалады. Қозған атомдар осы энергияны жарық толқындары түрінде бөліп шығарады. Бұл құбылысты электролюминесценция деп атайды. Мыс:Солтүстік шұғыла.

Катодолюминесценция-қатты денелердің оларды электрондармен атқылаудан жарқыл шығаруы. Катодолюминесценцияның арқасында телевизордың электрон-сәулелік түтіктерінің экрандары жарықталынады.

Хемилюминесценция. Энергияны бөліп шығару арқылы жүретін кейбір химиялық реакцияларда осы энергияның бір бөлігі тікелей жарық энергиясына айналады. Жарық көзі суық күйінде қалады. Бұл құбылыс хемилюминесценция деп аталады. Жарқырауық қоңыздар, қоңыздар, бактериялар, жәндіктер, балықтар жатады. Кейбір денелер түскен жарықтың әсерінен өздері тікелей жарқыл шығара бастауы. Мысалы: шыршаның ойыншықтары.

Спектрдің түрлері. Сызықтық спектр. Газ тәріздес атомарлық күйдегі заттың шығарған сәулесінің спектрі сызықтық спектр болады. Егер газ жалынына, ас тұзының ерітіндісіне батырылған асбесті ұстайық. Натрийдің буы жалынының түсін сарғайтады да, спектрде ашық сары сызық пайда болады. Натрийдің буы сызықтық спектр береді. Сызықтық спектрлерді газ күйіндегі барлық заттың атомдары ( молекулалары емес) береді.

Үздіксіз немесе тұтас спектр. Күн сәулесінің, қыздыру лампасының спектрі үздіксіз спектр болвп табылады. Осы спектрде барлық толқын ұзындықтары бар деген сөз. Бұл спектрді үздіксіз немесе тұтас спектр деп атайды. Қатты, сұйық күйдегі денелер және газдар осы спектрлерді береді. Үздіксіз спектр шығарып алу үшін денені жоғары температураға дейін қыздырады.

Жұтылу спектрлері. Егер жарықтың ақ сәулесінің жолына натрий буын жіберсек, онда біз тұтас спектрде қара сызықтар шыққанын көреміз. Бұл қара сызықтардың орны осы заттың сызықтық спектріндегі түсті жолақтардың орнына сәйкес келеді. Осыдан белгілі бір элементтердің атомдары қандай жарық толқындарын шығарса, сондай толқындарды жұтады. Түрлі орталардың , ұзындықтары әр түрлі жарық толқындардын жұту салдарынан шығатын қара сызықтарды жұтылу спектрі деп атайды.

Күн спектрі. Спектроскоптың көмегімен күннің спектрін қарап, біз күннің тұтас спектрі көптеген қара сызықтармен тілімденгенін байқаймыз. Бұл қара сызықтардың спектрдегі орнын тауып , біз сәулелердің күннің атмосферасында қандай заттар арқылы өткенін анықтай аламыз, сөйтіп күн атмосферасында сутегі, натрийй, кальций, темір т.б. заттар бар екендігі анықталды. Күн спектрі жұтылу спектрі болып табылады.

Спектрлік анализ. Спектрлік анализ деп-жұту және шығару спектрлері бойынша, түрлі заттардың химиялық құрамын зерттейтін әдісті айтады. Спектрлік анализдың жәрдемімен көптеген жаңа элементтер ашылды.

**13-дәріс.**

**Кванттық физика. Кванттық теория және Планк формуласы. Фотондар. Жарық кванттарының энергиясы және импульсы. Фотоэффект. Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі.**

Фотондар. Сәуле шығару және жұтылу кезінде байқалатын жарықтың қасиеттері корпускулалық деп аталады. Жарық кванттары фотон немесе жарық кванты деген ат алды.Фотон тыныштық күйде болмайды және пайда болысымен бірден с жылдамдық алады.

Жарықтың екі жақты (дуализм) қасиеті. Сонымен жарықтың екі жақтылық (дуализм) қасиеті бар. Жарықтың таралуы кезінде оның толқындық қасиеттері, ал заттармен әсердескенде (сәуле шығаруда және жұтылуда) корпускулалық қасиеттері байқалады.

Фотонның энергиясы: E=h𝛎

h=6,63·10¯³⁴Дж·c- планк тұрақтысы.𝛎- жарық жиілігі

Фотон импульсы p=



с-вакуумдегі жарық жылдамдығы с=3·108м/с

Релятивистік массасы 

Жарықтың әсерінен заттардан электрондардың ыршып шығуы фотоэффект деп атайды. Фотоэффектіні анықтау үшін мырыш пластина қосылған электрометрді қолдануға болады. Егер пластина теріс зарядталған болса, онда лампадан шығатын жарық шоғы электрометрді өте тез разрядтайды.Егер пластинаны оң зарядтасақ, жарық түсіргенде заряды азаймайды.Мұнда басқа сәулелер емес, тек ультракүлгін сәуле ғана, фотоэффект құбылысын тудырады.

Фотоэффект теориясы. Эйнштейн энергияның сақталу заңын пайдаланып, фотоэффект теориясын жасады. Ол теория бойынша жарық порцияның энергиясы, шығару жұмысы деп аталатын жұмысқа және электронға кинетикалық энергия беру үшін істелетін жұмысқа жұмсалады деп есептеледі. Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі:

h𝛎=A+

h𝛎 – фотонның энергиясы,А-электронды шығару жұмысы, mϑ²/2-электронның кинетикалық энергиясы. Егер түскен жарықтың жиілігі 𝛎min болғанда, h𝛎min≤A болса, онда электронның жылдамдығы ϑ≤0 болады да, бұдан түскен жарықтың жиілігі 𝛎min мәніне тең және одан кіші болғанда, фотоэффект құбылысы болмайды. Егер түскен жарықтың жиілігі 𝛎, осы жарықтың минимал мәнінен 𝛎min мәнінен артық болса ғана, онда кез-келген затта фотоэффект туа алады. Яғни фотоэффект құбылысы болу үшін мынандай жағдай h𝛎>A немесе 𝛎< 𝛎min орындалу керек .Бұл кездегі 𝛎min жиілікті ( немесе λmax- толқын ұзындықты)Фотоэффектінің қызыл шекарасы деп атайды. Ол әр зат үшін әр түрлі болады.

Фотоэффектінің қызыд шекарасын, электронға кинетикалық энергия бермей, электронды металдың иондық торынан жұлып шығаратын, ең кіші жарық фотонның энергиясынан (h𝛎min) табамыз.

h𝛎min=A, бұдан 𝛎min= немесе λmax=



Фотоэлектрлік эффект. Комптон эффекті

Жарықтың әсерінен электрондардың ұшып шығу құбылысын фотоэффект деп атайды.

Фотоэффект құбылысына байланысты Столетов келесі заңдылықтарды тұжырымдады: 1) ұшып шығатын зарядтар таңбасы теріс болып келеді; 2) ең әсері күшті ультракүлгін сәулелер болып табылады; 3) денеден шығарылатын заряд шамасы, оған түскен жарықтың энергиясына тәуелді болып келеді.

**14-дәріс**

**Атомдық физика. Атомның құрылысы. Атомдардың жарық сәулесін шығаруы және жұтуы. Радиоактивтік. Радиоактивтік ыдырау заңы. Изотоптар.**

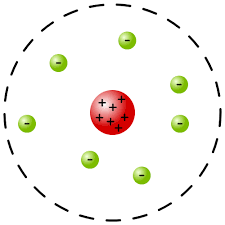
**Атомдық физика**

Атом электрлік бейтарап. Кез келген атом электрондардан тұрады.

Электронның массасы атом массасымен салыстырғанда өте аз және теріс зарядталған корпускула болады.

Атомдар қозған кезде тек кейбір жиіліктерде ғана сәуле шығарады және сәуле атомның сызықтық спектрі болады.

Атомның планетарлық моделі



N=A-Z

N – нейтрондар саны

А – атомдық масса

Z – заряд саны

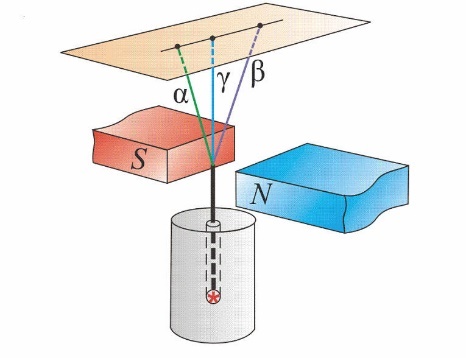
Бор постулаттары

Бірінші постулат (тұрақты күйлер постулаты) Атом ерекше күйде – стационар жағдайларда мейлінше ұзақ өмір сүре алады. Осындай күйдегі атом электромагниттік толқындарды шығармайды және жұтпайды. Сонымен қатар атом ядросын айнала қозғалатын электронның орбита шеңберінің ұзындығы мына шартпен анықталады:

Екінші постулат (жиіліктер ережесі). Атом E\_n энергиялы бір күйден Ekэнергиялы екінші күйге өткенде бір квант энергия шығарады немесе жұтады:

Радий немесе уран сияқты өз-өзінен ерекше сәуле шығарып тұратын химиялық элементтерді радиактивті элементтер деп атайды.

Радиактивті элементтердің ерекше сәуле шығаруын радиактивті сәулелену деп атайды.



Альфа –бөлшектер.Бұлар тез қозғалатын жылдамдығы 2·107м/с бөлшектердің ағыны болып табылады, олардың әрқайсысы екі оң зарядпен зарядталған, гелий атомының ядросы екен.

Бетта – сәулелер. Бұлар жарық жылдамдығына өте жақын жылдамдықпен қозғалатын электрондар ағыны екендігі анықталды.

Гамма –сәулелер.Өзінің қасиеттеріне қарағанда бұл сәулелер рентген сәулелеріне өте ұқсас, бірақ өтімділік қабілеті рентген сәулесінен анағұрлым артық .Бұл сәулелер толқын ұзындығы 10¯¹³м, қысқа электромагниттік толқындар екен.Таралу жылдамдығы 3·10⁵км/с.

Радиоактивтік түрленулер. Радиоактивтік ыдырау нәтижесінде бір химиялық элемент атомдары басқа химиялық элементтің атомдарына айналады.

- ыдырау . Альфа – сәулелер гелий ядросының ағыны болып табылады.Атом ядросының, тек альфа бөлшек шығарып ядроға өз бетінше айналу процесін альфа ыдырау деп атайды.Реттік номері 83-тен басталған ауыр элементтердің барлығы альфа бөлшектер шығарады. Ыдырау келесі схема түрінде өтеді:



мұндағы Х-ыдырайтын ядроның, ал Y-түзілген ядроның жалпы белгісі.А-атомдық масса,Z-ядроның заряды.Альфа ыдырау кезінде бастапқы ядромен салыстырғанда түзілген ядроның реттік номері 2 бірлікке, ал массалық саны 4 бірлікке кемиді.Нәтижесінде элемент периодтық жүйенің бас жағына қарай екі тор көзге ығысады.Мысалы, уран изотопының ыдырауы .

 Гелий атомының ядросы болып табылатын бөлшегі ₂H⁴символымен белгіленеді.

ыдырау. Бетта ыдырау деп атом ядросының өз бетінше электронды шығару жолымен басқа ядроға түрленуін айтады.Мұның нәтижесінде ядроның заряды бір-бірлікке артады да, массасы өзгермейді.



Мұнда ₋₁e °- мен электронды белгілейді.

γ –сәуле шығару.Зарядты өзгертпейді, ядроның массасы да өзгермейді.Радиоактивті ыдыраудан пайда болатын жаіа ядроларда радиоактивті болады.

Радиоактивтік ыдырау заңы. Радиоактивті ыдырау кезінде уақыт өткен сайын бастапқы атомдар саны азая береді.Кез-келген радиоактивті элементтің ыдырауы мына заңға бағынады. N=N₀·2-t/T

Осы теңдеу радиоактивтік ыдыраудың негізгі заңы деп аталады.Мұндағы N₀

(t=0 мезетіндегі )радиоактивті атомдардың саны, ал N- кез-келген t уақыт мезетіндегі ыдырамай қалған атомдар саны.Т-шаманы жартылай ыдырау периоды деп атайды, бұл қолда бар радиоактивті атомдар санының жартысы ыдырайтын уақыт.

**15 дәріс.**

**Зарядталған бөлшектерді тіркеу тәсілдері Атом ядросының құрылысы. Ядролық күштер. Ядролық реакциялар.**

**Атом ядроларының радиоактивті ыдырауы. Элементар бөлшектер. Антибөлшектер**

Зарядталған бөлшектерді тіркеу тәсілдері Атом ядросының құрылысы. Ядролық күштер. Ядролық реакциялар.

Атом ядросының құрылысы. Нейтрон ашылған соң бұрынғы кеңес физигі Д.Иваненко мен неміс физигі В.Гейзенберг атом ядросының протон-нейтронды моделін ұсынды Осы модельге сәйкес ядролар екі сортты элементар бөлшектерден протондар мен нейтрондардан тұрады. Тұтас алғанда атом электр жөнінен бейтарап, ал протон заряды электрон зарядына модулі бойынша теі болғандықтан, ядродағы протондардың саны атом қабықшасындағы электрондар санына тең.Ендеше ядродағы протондар саны Z Менделеев кестесіндегі элементтің реттік номеріне тең.Ядродағы протондардың Z саны мен нейтрондардар санының N қосындысын массалық сан деп атап,А әрпімен белгіленеді.A=Z+N. Протон мен нейтрон массалары бір-біріне жақын және олардың әрқайсысы жуықтап алғанда массаның атомдық бірлігіне тең( mр=1,0073 м.а.б.,mn=1,0087 м.а.б.).Изотоптар дегеніміз шамада,Z бірдей шамада,бірақ А массалық сандары түрліше,яғни нейтрондар сандары түрліше, ядролар болып келеді екен.

Ядролық күштер.Ядролар өте орнықты болғандықтан, протондар мен нейтрондар бір-бірімен күшті байланысқан.Протондар мен нейтрондар арасындағы күшті-ядролық күштер деп атайды.Ядролық күштердің табиғаты электромагниттік күштер емес, олар өте жақын қашықтықтарда әсер ететін гравитациялық күштер болып табылады.Ядролық күштер шамасы жөнінен ядроның өлшемдеріне тең (10¯¹⁵м) ара қашықтықтарда едәуір білінеді.Протондар мен нейтрондарды нуклондар деп атайды.

Атом ядрсының байланыс энергиясы.Масса ақауы. Нуклондар ядро ішінде ядролық күштермен мықтап байланысқан.Нуклондарды ядродан бөліп алу үшін ядроға едәуір энергия беру керек.Ядроның байланыс энергиясы дегеніміз-ядроны түгелімен жеке нуклондарға ыдырату үшін қажет энергия.Атом ядроларының байланыс энергиясы өте көп.Байланыс энргиясын табу, денелердің массалары мен энергияларының арасындағы қатысты анықтайтын заңға(Эйнштейн ашқан) негізделген. E=mc².

Егер дененің энергиясы өзгерсе, ондаоның массасы да өзгереді. Δm= .

Бұдан дене массасы аз өзгергеннің өзінде, энергия едәуір өзгеретінін көреміз.Ядроның массаларын өте дәл өлшеулер,ядроның массасы(тыныштықтағы)Mя әрқашан оны құраушы кем болатынын көрсетті.

Mя<Zmp+Nmn

ΔM= Zmp+Nmn– Mя;

мұндағы mp,mn-протонның жіне нейтронның массасы. Z және N-атом ядросындағы протон мен нейтрон саны.ΔM-шамасын масса ақауы деп атайды.Нуклондардан ядро пайда болғанда массаның кемуі, олардан ядро түзілгенде ядроның байланыс энергиясына тең энергия бөлініп шығады деген сөз.Байланыс энергиясын Эйнштейн теңдеуінен табамыз. Eбай=ΔMc²=(Zmp+Nmn–Mя)c².Бұдан масса ақауы ΔM= Бөлшектердің байланыс энергиясы масса ақауымен анықталады.Меншікті байланыс энергиясы деп ядроның бір нуклонына сәйкес келетін байланыс энергиясын айтады.Оны эксперимент жолымен анықтайды.Ең жеңіл ядролардың байланыс энергиясы 8 МэВ/нуклонға тең екені шығады.

Ядролық реакциялар.Атом ядроларының бір-бірімен немесе элементар бөлшектермен өзара әсерлесуі кезінде болатын өзгерістерді ядролық реакциялар деп атайды.Ядролық реакцияларда екі ядро немесе екі бөлшек қатысады.Қазіргі уақытта көптеген ядролық реакциялар іс жүзінде асырылған. Ядролық реакцияларды жүзеге асыру үшін, радиоактивті заттар шығаратын α бөлшектер ғана емес, жоғары энергиялы үдетілген протондар қолданылады.Зарядты бөлшектер үдеткіштерінің өмірге келуі, әр түрлі ядролық реакцияларды жүзеге асырудың мүмкіндіктерін көбейтті.Ең бірінші ядролық реакцияларды Резерфорд жүзеге асырды.

Шапшаң протондармен тұңғыш ядролық реакция 1932 жылы жасалды,яғни литийді екі α бөлшекке ыдырату мүмкіндігі табылды.

Нейтрондардың заряды болмағандықтан, олар атом ядроларының ішіне кідіріссіз өтіп, олардың түрленуін туғызады.Мысалы:

Нейтрондар туғызатын реакцияларды тұңғыш рет Италияның ұлы физигі Энерико Ферми бастады.Ол тек шапшаң нейтрондар ғана емес. баяу нейтрондар да ядролық түрленулер туғызатынын байқады.Шапшаң нейтрондарды баяулату кәдімгі суда орындалады.Егер ядролармен бөлшектердің реакцияға қатысқаннан кейінгі кинетикалық энергиясы реакцияға қатысқанға дейінгіден көп болса онда энергия бөлінеді,кері жағдайда реакция кезінде энергия жұтылады.Ядролық реакциялар кезінде бөлініп шығатын энергия өте көп болуы мүмкін.

Уран ядроларының бөлінуі. Тізбекті ядролық реакциялар.Ядроның бөлінуі деп нейтронды қосып алу нәтижесінде ауыр ядроның мысалы Уранның, жарықшақтар деп аталатын бірдей екі бөлікке бөліну реакциясын айтады.Ауыр ядроның бөлінуі осы ядролардың меншікті байланыс энергиясы Менделеев кестесінің орта шеніндегі элементтер ядроларының байланыс энергиясынан аз болатындығына байланысты көп энергия бөлініп шығады.Баяу нейтрондар плутоний және .Уран ядроларының бөлінуін туғызады. Ауыр ядролар бөлінгенде мысалы 2-3 нейтрондар түзеді.b

Егер бөлінетін нейтрондардың әрқайсысы заттың көршілес ядроларымен әсерлесіп бөлінуін тудырса, ондай реакция тізбекті реакция деп аталады.Тізбекті реакция кезінде орасан көп мөлшердегі энергия бөлініп шығады.Көбінше тізбекті реакцияны жүзеге асыру үшін

Уран изотобының орнына плутоний пайдаланады.Тізбекті реакция жүру үшін нейтрондардың көбею коэффициенті бірден артық не оған тең болуы керек.

Антибөлшектер.Элементар бөлшектер. Бөлшектердің бірде-бірі мәңгілік емес.Элементар бөлшектердің көпшілігі ешбір сыртқы әсерсіз-ақ ,секундтың екі миллиондық үлесінен артық уақыт өмір сүре алмайды.Еркін нейтрон орташа 15 мин. қана өмір сүреді.Тек фотон, электрон, протон және нейтрино бүкіл әлемде жеке дара кездесетін болса,ғана өздерінің өзгермейтіндігін сақтайды.Неитрино электр заряды жоқ, оның тыныштық массасы нольге тең бөлшек.Бірақ табиғатта электрондар мен протондардың туыстары- позитрондармен антипротондар бар, бұл бөлшектер бір-бірімен соқтығысқанда өзара жойылып, жаңа бөлшектер пайда болады.Кейінгі жаңалықтар барлық бөлшектер-кварктардан құралатынын көрсетті.Кварктердің электр зарядтары +2/3е және -1/3е болып келеді.Протондар иен нейтрондар үш кварктан құралады.Олар бос күйінде әлі бөлінген жоқ.Кварктер – нағыз элементар бөлшектер.Олар одан әрі бөлінбейді. Позитрон оң заряды бар антиэлектрон

Антибөлшектер.Электронға қарама қарсы бөлшек (антибөлшек) оң заряды .Бөлшек пен антибөлшек массалары бірдей, ал олардың зарядтары таңбалары жөнінен қарама-қарсы.Кейінгі кезде барлық бөлшектердің де антибөлшектері табылды.Жақын арада антипротон мен антинейтрон табылды.Антипротонның электр заряды теріс.Элементар бөлшектер арасындағы реакциялар кезінде бір бөлшектердің жоғалып ( аннигиляция), екіншілерінің пайда болуы, ескі бөлшектердің құрамды бөліктерінің жаңа комбинацияларының пайда болуы емес, бұл түрлену болып табылады.

Сутегі атомы. Сутегі атомы- ең қарапайым атом. Сутегі атомының шығару спектрі жекелеген спектрлік сызықтардың жиынтығынан құралады.Сутегінде спектрдің көрінетін бөлігінің сызықтары төмендегі формуламен берілетінін Бальмер анықтаған болатын: ν=R{ – },(n=3,4,5,.....)

Мұндағы R-3,293·1015с¯¹- ридберг тұрақтысы деп аталады.Жоғарыдағы өрнек Бальмер формуласы деп, ал сутегі атомының спектрлік сызықтарына сәйкес сериясы Бальмер сериясы деп аталады.Спектрдің ультракүлгін бөлігінде Лаймен сериясы орналасқан.Бұл сериялардың сызықтарының формулалары:

Лаймен сериясы: ν=R{ – },(n=2,3,4,,.....)

Пашен сериясы: ν=R{ – },(n=4,5,6,.....)

Лазер.Оптикалық кванттық генератордың ( лазердің) жұмысы индукциялық

(еріксіз) сәуле шығару құбылысына негізделген.1916 жылы А.Эйнштейн ден төменгісіне өткендегі шығатынатомдағы электрон жоғарғы энергетикалық деңгейден төменгісіне өткендегі шығатын сәуле сыртқы электромагниттік өрістің әсерінен де болуы мүмкін деген болжам ұсынды.Осындай сәуле шығаруды еріксіз немесе индукцялық сәуле шығару деп атайды.Еріксіз сәуле шығару ықтималдығы электромагниттік өрістің жиілігі қоздырылған атомның меншікті жиілігімен дәл келгенде күрт артады.Толқындық теорияға сәйкес атом оны сәуле шығаруға мәжбүр еткен электромагниттік толқынмен бірдей электромагниттік толқынды шығарады.Нәтижесінде амплитудасы түскен толқындікінен үлкен толқын алынады.Осы қасиет лазерлік қондырғылардың негізіне алынған.Индукциялық сәуле шығару нәтижесінде пайда болған жаңа фотон орта арқылы өтетін жарықты күшейтеді.Зат арқылы өткенде жарық күшею үшін заттағы атомдардың жартысынан көбі қоздырылған күйде орналасуы керек.