КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

ЖАЛАЛ-АБАД МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

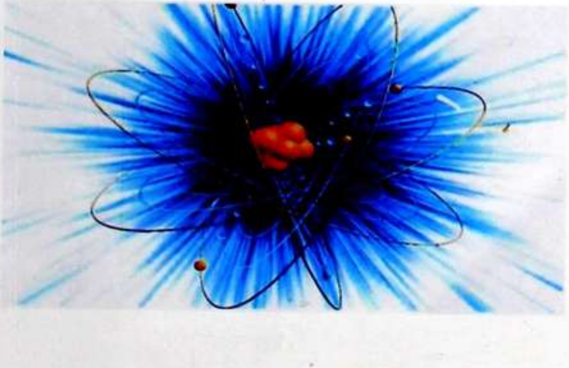
С.Т. Токтогулов. З. Кошалиев. Р. Эгембердиева

ФИЗИКА

Боюнча МЕТОДИКАЛЫК КОЛДОНМО

II бөлүм

(Колледждин окутуучулары жана студенттери үчүн)



Жалал-Абад - 2014

ББК 74.265.1

Т-51

Физика кафедрасынын усулдук кеңешмесинде жактырылып, окумуштуулардын отурумунда бекитилди.

Физика боюнча методикалык колдонмо. II Бөлүм

(Колледждин окутуучулары жана студенттери үчүн үчүн)

Жалалабад мамлекеттик университети-Жалалабад, 2014. -185 бет.

Пикир жазган: ЖаМУнун жаңы маалыматтар технологялар кафедрасынын башчысы

к.ф-м. н. З. И. Иманкулов

к.ф-м.н. Б.Б.Чотонов

ОшТУнун Жалал-Абадагы технология жана башкаруу колледжинин директору, т.и-к С.Н.Касымбеков

Түзгөндөр: п.и.д. С.Т. Токтогулов,

Окутуучу З.Кошалиев

Окутуучу Р. Эгембердиева

Методикалык колдонмо орто мектептин жогорку класстар үчүн окуу китептеринин негизинде колледжин шартына ылайыкташтырылып чечмеленди. Колледждин окутуучулары жана студенттер үчүн.

Жалал Абад 2014

КИРИШҮҮ

Адатта атайын окуу жайлары үчүн физика курсунун мазмуну үчүн окуу матерлиалдары орто мектепин жогорку класстары үчүнокуу китептеринен негизинде тандалат. Бирок атайын окуу жайларынында, орто мектепке караганда физика курсун өздөштүрүүгө бирдей көлөмдөгү окуу материалдарына эки эсеге жакын аз окуу жүктөмү бөлүнөт. Мисалы, эгерде орто мектептин жогорку касстары үчүн жумалык жүктөмү 208с болсо, атайын ошол эле көлөмдөгү окуу материалдарына эки семестр үчүн 120с бөлүнгөн.

Эгерде, окуу жүктөмүнүн бөлүштүлүшүндө, колледж үчүн окуу материалдарын тандоонун эң жөнөкөй жолу тандалып алынса, алар үчүн окуу материалынын эки эсе аз көлөмү тандалат. Мындай абалда, тандалып алына турган ар бир главалар да кыскартылган вариантынын натыйжалары физиканын толук курсунун көлөмү келип чыкпайт. Андан тышкары, атайын окуу жайларынын статусу орто мектептен жогору экендигин эске алуунун натыйжасы, окуу материалдарынын деңгээли жетиштүү деңгээлде жогору болушун шарттайт.

Ошондуктан колледждер үчүн окутула турган физика курсунунун мазмунун тандоонун башкача жолу тандалды. Тагыраак айтканда, лекцияга, практикалык сабакка жана лабораториялык иштерге аталган окуу жүктөмүн бөлүштүрүү 3:2:1 принцибинин негизинде жүргүзүлдү, б.а. лекцияга-30с, практикалык сабактарга 20с,, анын ичинен 5с. окуу материалдарынын кайталоо, физикалык сандык маселелердин талкуулоо, анализдөө жана лабораториялык иштерге 10с. сарпталат. Жыйынтыгында теориялык материалдар менен практикалык иштерге багытталган жалпы жүктөм теңделди, б.а. 50:50 пайызды түздү.

Ал эми, лекциялык материалдарга бөлүнгөн окуу жүктөмдүн чегинде,физиканын толук курсун окутуу максатында теориялык материалдар «микродүйнөдөн-мегадүйнөгө» деген

принциптин негизинде тизмектештирилди. Ошондуктан I бөлүмдө жана II бөлүмдө окуу материалдарын тизмектештирүүдө традициялык жолдон баш тартуу менен, жаңы багыт тандалып алынды. Мында I бөлүм заттын агрегаттык абалдарынын бири болгон ТЕЛО главасы менен аяктайт. II бөлүмдө, электростатика, электр талаасы, өткөргүчтөр, диэлектриктер главаларынын берилишин, окуучулардын электр тогунун табиятын терең өздөштүрүүлөрүнө жол ачылат.

Жарым өткөргүчтөр, диод, транзисторлордун иштөө принциптери жана санариптик электрониканын, логикалык элементтеринин тандалышынын себеби, ал аркылуу студенттерди реалдуу турмуш менен байланыштуу болгон багытттары көздөлгөн.

Магнит талаасынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн Максвеллдин дифференциалдык теңдемелери жана заттын магнитик касиеттери темалары аркылуу, студенттерди Кыргызстандагы гидроэнергетикага байланыштуу темаларга даярдык катары тандалган. Колдонмодо энергетика, микроэлектроника, санариптик электроника главалары приоритеттик главалардын деңгээлинде орун берилген.

Электрдик өлчөөлөр жана приборлор главасы тигил же бул деңгээлде окуучулардын турмушта пайдаланган электрдик өлчөөчү приборлордун мүнөздөмөлүнө кызыгууларын пайда кылат. Себеби, алар турмушта, б.а. энергетика системасында, электроника жаатында электрондук өлчөөчү приборлорсуз элестетүү кыйын.

Главалардын аягы Аалам, мейкиндик, убакыт главасынын чегинде салыштырмалуулук теориясынын негиздери, студенттерге Анализдин башталышынан белгилүү болгон туунду менен байланышкан формулалар пайдаланылат. Бул главада, жеке баамыбызда мейкиндик,

убакыт түшүнүктөрүнө кеңири кайрылып, алардын маңыздары окуучуларга түшүнүктүү сөздөр аркылуу жетишүүгө аракетендик…

Аалам, анын эволюциясы, Жылдыздардын пайда болушу, алардын жок болуп кетиши менен байланышкан кара көңдөй, алардын пайда болуу себептери, жаратылышы, өнүгүшүнө байланышкан темалары, студенттердин кызыгуусун туудурат деген ишеничтебиз. Андан тышкары, лабораториялык иштер негизинен санариптик электрониканын логикалык элементтеринин иштешин чагылдырат. Мындай шартта, студенттер логикалык элементтердин жана энергетикага тиешелүү болгон аппаратураларды иштөө принциптерин түшүнүүлөрүнө оптималдуу мүмкүнчүлүктөр пайда болот.

Авторлор

принциптин негизинде тизмектештирилди. Ошондуктан I бөлүмдө жана II бөлүмдө окуу материалдарын тизмектештирүүдө традициялык жолдон баш тартуу менен, жаңы багыт тандалып алынды. Мында I бөлүм заттын агрегаттык абалдарынын бири болгон ТЕЛО главасы менен аяктайт. II бөлүмдө, электростатика, электр талаасы, өткөргүчтөр, диэлектриктер главаларынын берилишин, окуучулардын электр тогунун табиятын терең өздөштүрүүлөрүнө жол ачылат.

Жарым өткөргүчтөр, диод, транзисторлордун иштөө принциптери жана санариптик электрониканын, логикалык элементтеринин тандалышынын себеби, ал аркылуу студенттерди реалдуу турмуш менен байланыштуу болгон багытттары көздөлгөн.

Магнит талаасынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн Максвеллдин дифференциалдык теңдемелери жана заттын магнитик касиеттери темалары аркылуу, студенттерди Кыргызстандагы гидроэнергетикага байланыштуу темаларга даярдык катары тандалган. Колдонмодо энергетика, микроэлектроника, санариптик электроника главалары приоритеттик главалардын деңгээлинде орун берилген.

Электрдик өлчөөлөр жана приборлор главасы тигил же бул деңгээлде окуучулардын турмушта пайдаланган электрдик өлчөөчү приборлордун мүнөздөмөлүнө кызыгууларын пайда кылат. Себеби, алар турмушта, б.а. энергетика системасында, электроника жаатында электрондук өлчөөчү приборлорсуз элестетүү кыйын.

Главалардын аягы Аалам, мейкиндик, убакыт главасынын чегинде салыштырмалуулук теориясынын негиздери, студенттерге Анализдин башталышынан белгилүү болгон туунду менен байланышкан формулалар пайдаланылат. Бул главада, жеке баамыбызда мейкиндик,

убакыт түшүнүктөрүнө кеңири кайрылып, алардын маңыздары окуучуларга түшүнүктүү сөздөр аркылуу жетишүүгө аракетендик…

Аалам, анын эволюциясы, Жылдыздардын пайда болушу, алардын жок болуп кетиши менен байланышкан кара көңдөй, алардын пайда болуу себептери, жаратылышы, өнүгүшүнө байланышкан темалары, студенттердин кызыгуусун туудурат деген ишеничтебиз. Андан тышкары, лабораториялык иштер негизинен санариптик электрониканын логикалык элементтеринин иштешин чагылдырат. Мындай шартта, студенттер логикалык элементтердин жана энергетикага тиешелүү болгон аппаратураларды иштөө принциптерин түшүнүүлөрүнө оптималдуу мүмкүнчүлүктөр пайда болот.

Авторлор

Лекция 1.

ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ

I ГЛАВА ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫК ТАЛАА

Электростатикалык талаа. Электр талаасынын чыңалышы. Электростатикалык талаасынын мейкиндикте жана өткөргүч боюнча бөлүштүрүлүшү

Заттардын электрдик касиеттери, алардын зарядка ээ болгондугу менен түшүндүрүлөт. Атом электрдик жактан нейтралдуу бөлүкчө болгондугу менен, ал ядродон жана орбитада айланып жүргөн электрондон тургандыгы белгилүү. Сүрүлүүдө, телолор оң жана терс зарядка ээ болот. Анткени, сүрүлүү процессинде электрондордун кайра бөлүштүрүүлөрү болуп өтөт. Натыйжада, мисалы, айнек таякчасы оң заряддалышы электрондордун жалпы саны азайып кетиши, ал эми, эбонит таякчасы терс зарядка ээ болушунун себеби, "ашыкча" электрондорго ээ болгондугу менен түшүндүрүлөт. Бирок, сүрүлүү процессинде заряддардын жалпы саны өзгөрбөйт.

Бир тектүү заряддар түртүлүшсө, карама-каршы заряддар бири-бирине тартылышат.

Француз физиги Ж.О.Кулондун тажрыйбасында аныкталган закону боюнча: чекиттик электр заряддарынын өз ара тартышуу күчү, заряддын чоңдуктарынын көбөйтүндүсүнө түз, алардын ортосундагы аралыкка тескери пропорциялаш болот.

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

Мында: F - вакуумда чекиттик заряддардын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчү, k- пропорциялаштык коэффициенти, $k = 9 \cdot 10^9 H \cdot м^2 / Кл^2$

q_1, q_2 - биринчи жана экинчи заряддардын чоңдуктары.

R-заряддардын ортосундагы аралык.

Заряддардын өз-ара аракеттенүүлөрү, ар бир заряддын айланасында электр талаасынын бар экендиги менен түшүндүрүлөт. Кыймылсыз заряддар түзгөн талаа-электростатикалык талаа деп аталат. Аны кыскача электр талаасы деп айтууга болот.

Демек, ар-бир заряддын айланасындагы мейкиндикти электр талаасы курчап турат. Ал көзгө көрүнбөйт, сезилбейт, жыттанбайт. Бирок, реалдуу. Себеби, материя зат жана талаа түрүндө Адамдын аң-сезиминен тышкары, көз карандысыз жашайт. Анын реалдуулугун, Адамдын турмушунан ажырагыс бөлүгүнө айланып калган радио, телевидение жана ар-бир жаран көтөрүп жүргөн уюлдук телефонунун пайдалангандыгы менен далилденет.

Электр талаасы-электр талаасынын чыңалышы чоңдугу менен мүнөздөлөт.

Электр талаасынын чыңалышы, электр талаасы тарабынан бирдик оң зарядка аракет эткен күчтү көрсөтөт. $E = k \cdot \frac{q}{R^2}$ (2)Мында:

E- вакуумда берилген чекиттеги электр талаасынын чыңалышы, R - берилген чекиттен электр талаасын пайда кылган зарядка чейинки аралык.

Бирок, электр талаасын үзгүлтүксүз сызык катары көрсөтүүгө туура келет. Мындай сызыктарды электр талаасынын чыңалышынын күч сызыктары деп аталат. Ал үчүн, каалагандай үзгүлтүксүз сызыкты алып болбойт.

Ар бир чекитте сызыкка жүргүзүлгөн жанымаңын багыты, электр талаасынын чыңалышынын багыттары менен дал келген сызыктар - электр талаасынын күч сызыктары деп аталат. Электр талаасынын чыңалышынын күч сызыктары оң заряддан башталат, терс заряддан бүтөт. Эгерде эки заряд жанаша болсо, анда берилген чекиттеги алар түзгөн электр талаасынын чыңалыштары вектордук түрдө кошулат(суперпозиция принциби).

Электр талаасынын чыңалышынын күч сызыктарынын сандык мүнөздөмөсү болуп – электр талаасынын чыңалышынын агымы эсептелинет.

Андан тышкары, электр заряддары өткөргүчтөрдүн бети боюнча бөлүштүрүлүшөт. Ошондуктан заряддын беттик тыгыздыгы(σ) өткөргүчтөрдүн тышкы бети боюнча заряддын бөлүштүрүлүшүн мүнөздөйт.

Заряддын беттик тыгыздыгы - бирдик аянттагы заряддын чоңдугун көрсөтөт. Б.а. $\sigma = \frac{q}{s}$ (1) Электр талаасынын чыңалышы менен заряддын беттик тыгыздыгынын байланышын төмөнкүдөй аныкталат. $E = k \cdot \frac{q}{R^2}$ (2), (1)ден q нун маанисин таап, (2)ге коебуз $q = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi R^2$ $E = k \cdot \sigma \cdot 4\pi$ же $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ экендигин эске алсак, электр талаасынын чыңалышын аныктоо бир кыйла жөнөкөй түргө келет. $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Демек, электр талаасынын чыңалышы, өткөргүчтүн бети боюнча бөлүштүрүлгөн заряддын тыгыздыгынан көз каранды болот.

1-практикалык сабак

1. Эки булуттун электр заряддары 20Кл жана -30Кл. аралыктары 30км болсо, Булуттардын өз ара кандай күчтөр менен тартылышат?(-6кН)
2. Эки оң заряддар q жана 2q, 12.10^{-5}Н күч менен тартылуусу үчүн, алар кандай аралыкта болушу керек?(4,8см)

3. Эки заряддын чоңдугу 10нКЛ болсо, 3см аралыкта кандай күчтөр менен өз ара аракеттенишет? (1мН)

Заряддан 5см аралыкта электр талаасынын чыңалышы $1{\cdot}6.10^{5}$Н/Кл мааниси аңдай заряддан пайда болот?($4{\cdot}2.10^{-8}$Кл)

4. 10^{8}Кл заряддан кандай аралыкта талаанын чыңалышы 300Н/Кл болот?(55см)

5. 1мкКл жана 10НКл заряддар кандай аралыкта 9мН күч менен өз ара аракеттенишет?(10см)

6. Талаанын бир чекитинде 2нКл зарядка 0,4мкН күч аракет этет. Берилген чекиттеги талаанын чыңалышын тапкыла?(200В/м)

7. 10кВ электр талаасынын чыңалышында электрон кандай ылдамдануута ээ болот?($1{,}76{\cdot}10^{15}$м/$с^{2}$)

8. 36нКл электр заряды 9см жана 18см аралыктагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла?(40кВ/м, 10кВ/м)

Өз алдынча иш

1. Эки чекиттик заряддын чоңдуктары q_1=7,5нКл жана q_2=-14,7нКл ортосундагы аралык 5см, болсо, оң заряддан a=3см, терс заряддан в=4см аралыктагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла?()

2. Абада эки чекиттик заряддын чоңдуктары q_1=+4нКл жана q_2=--5нКл ортосундагы чекиттин электр талаасынын чыңалышын тапкыла? R=60см.(0,9кН/Кл)

3. Эки 5.нКл жана 6.нКл заряд өз ара аракеттенишүү күчтөрү 1,2мН болушу үчүн алар бири-биринен кандай аралыкта болот?(4,8см)

4. 10^{-7}Кл заряды турган чекиттеги электр талаасынын чыңалышы 5В/м болсо, зарядка аракет эткен күчтү тапкыла?(50мН)

5. q жана 4q заряддарынын аралыктары r болсо, аларды тийиштирип, кайра мурдагыдай күч менен бири бирине таасир этиши үчүн, аларды кандай аралыкка жайланыштырыштыруу керек?(1,25).

Лекция 2.

Заряддарды которуштуруу боюнча электростатикалык талаанын аткарган жумушу. Потенциал. Потенциалдардын айрымасы.

Карама-каршы белгидеги заряддар топтолгон эки пластиналардын ортосунда бир тектүү электр талаасы пайда болот. Эки пластинанын ортосундагы заряд 1- чекиттен 2-чекитке которулсун дейли. Анда заряды которуштуруу боюнча электостатикалык талаа жумуш аткарат. Себеби, электростатикалык талаа электр зарядына күч менен аракет эткендиктен, электр заряды бир чекиттен экинчи чекитке которулат.

Электр зарядын которуштуруудагы электр талаасынын аткарган жумушу төмөнкүдөй аныкталат.

$$A = F \cdot (d_1 - d_2) = q \cdot E \cdot (d_1 - d_2) = q \cdot Ed_1 - qEd\ ) \quad (4)$$

$П = q \cdot E \cdot d$ деп белгилейбиз. Мындан бир тектүү электр талаасындагы электр заряды потенциалдык энегияга ээ болот деген жыйынтыкка келүүгө болот. (4-)нү төмөнкүдөй жазуута болот. $А = П_1 - П_2$ же $А = -(П_2 - П_1)$ (4)Мында, $П_1$жана $П_2$ – электр талаасындагы эки чекиттеги бир эле заряддын потенциалдык энергиясы.

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

Бул теңдемеден көрүнүп тургандай, эгерде заряд которулуудан кайра биринчи абалына келсе, электр талаасынын аткарган жумушу нөлгө барабар болот. Мындай касиетке ээ болгон талаа- потенциалдык талаа деп аталат.

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 – Берилген чекитте бирдик оң заряддын потенциалдык энергиясын көрсөтөт. $\varphi = \dfrac{П}{q}$ (5)

Бул формуланы эске алуу менен, электр талаасынын аткарган жумушуннан потенциалдардын айрымасын аныктап алууга болот.

$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \dfrac{A}{q}$ (6) 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 электростатикалык талаасынын жумушун көрсөтөт. Чыңалуунун бирдиги үчүн италиялык физик Вольттун урматына 1 Вольт (В) кабыл алынган.

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

Электр талаасы электр талаасынын чыңалышы(Е) жана электр талаасынын потенциалдардын айрымасы менен мүнөздөлөт. Ошондуктан алардын 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, Ени аныктоого болот. $E = \frac{U}{d_1 - d_2}$ (7)

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

$$[E] = \frac{[U]}{[d]} = 1\frac{B}{м}$$ болот.

2-практикалык сабак

1. Жердин бетиндеги электр талаасынын чыңалышы 130В/м. Радиусу 6400км, Жерди шар формасында деп эсептеп, анын зарядын эсептегиле?($-1{,}67 \cdot 10^{-6}$Дж)
2. 20нКл зарядды потенциалы 700В болгон чекиттен потенциалы 200В болгон чекиттке которуштуруудагы электр талаасынын аткарган жумушун аныктагыла? (10^{-5}Дж)
3. Горизонталдык абалдагы эки параллель пластинанын ортосунда массасы 10^{-12}кг, заряды -5 10^{-16}Кл чаң тең салмактуу абалда турат. Эгерде аларын ортосунда аралык 10-2м болсо, пластиналардын ортосундагы потенциалдардын айрымасын тапкыла? (196В)
4. 5 10^{-8}Кл зарядын потенциалдардын айрымасы 1600В электр талаасында эки чекиттин ортосунда аткарылган жумушту тапкыла?(2,6 10^{-5}Дж)
5. 1,7$10^{-8}$Кл заряддан 10см аралыккка алыстатылган электр талаасындагы чекиттин потенциалын тапкыла?(1.5кВ)
6. 2 10^{-6}Кл электр зардядын бир чекиттен экинчисине которууда 8 10^{-4}Дж жумуш аткарылса, потенциалдардын айрымасын тапкыла?(0,4кВ)
7. Эки параллель пластинанын ортосундагы 10см аралыкта потенциалдарынын айрымасы 1кВ. Пластиналардын ортосундагы 10^{-4}Кл зарядка кандай күч аракет этет?(1Н)

8.Эки параллель пластинанын ортосунда потенциалдарынын айрымасы 900В болсо, Тынч абалындагы электрон кандай ылдамдыкка ээ болот?($1,8.10^7$м/с)

Өз алдынча иш.

1. Эки чекиттик заряд 7.10^{-9}Кл жана 14.10-9Кл 0.4м аралыкта турушат.Аларды 0,25м аралыкка жакындатуу үчүн кандай жумуш аткаруу керек болот?($-1,67.10^{-6}$Дж)
2. 6.10^{-9}Кл жана 2.10^{-8}Кл заряддары бири биринен 5см аралвкта диэлектриктик өткөрүмдүүлүгү 2 чөйрөдө турат. Бул заряддарды бириктирген сызыкта биринчисинен 3см аралыктагы электр талаасынын чыңалышын тапкыла?($1,95.10^5$Н/Кл)
3. Эктрондун ылдамдыгы нөлдөн 8000км/с ылдамдыкка чейин артсын үчүн, электрон кандай потенциалдардын айрымасынан өтүшү керек?(0,18кВ)
4. 5нКл жана -4нКл заряддарынын ортосундагы аралык10см ден 20см ге чейин өзгөрсө, алардын потенциалдык энергиясы канчага өзгөрөт?(4,5мкДж га көбөйөт.)
5. Гризонталдык эки пластинанын ортосундагы чыңалуу 6000В. Пластиналардын ортосунда массасы $3\cdot10^{-8}$г чаң тең салмактуу абалда жайланышкан. Эгерде пластиналардын ортосундагы аралык 10см болсо, чаңдын зарядынын чоңдугун аныктагыла?($4,9\cdot10^{-15}$Кл)

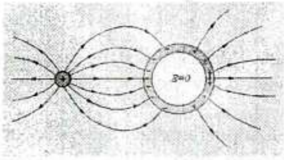
Лекция 3

Бир тектүү электростатикалык талаасындагы өткөргүчтөр жана диэлектриктер. Диэлектриктердин поляризациясы.

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

Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтө кандай өзгөрүүлөр болот?

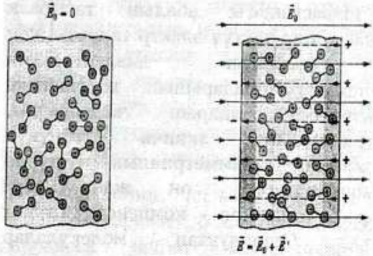
Мисалы, бир тектүү электр талаасында (E), өткөргүч катары металл шары болсо, андагы эркин электрондор талаанын күч сызыктарынын багытына карама каршы которулушуп, өткөргүчтүн тышкы бетине топтолушуп калышат да, өткөргүчтүн бул бети терс заряддалып калат. Өткөргүчтүн экинчи жагы электрондор жетишсиз болуп калгандыктан оң зарядка ээ болуп калат. Натыйжада, өткөргүчтүн эки жагында топтолгон карама каршы белгидеги заряддар кошумча электр талаасын пайда кылат(E^1). Бул эки талаанын багыттары карама каршы, чоңдуктары барабар болгондуктан, өткөргүчтүн ичинде эч кандай электр талаасы болбойт, б.а. $\vec{E} = 0$ болот



1-сүрөт

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.



2- сүрөт

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. Вакуумда чекиттик электр зарядарынын өз ара аракеттенишүүлөрү Кулондун закону менен аныктала тургандыгы белгилүү. Бирок, электр заряддарынын ортосундагы өз аракеттенишүүлөрүнө тийгизген чөйрөнүн электрдик касиети, диэлектриктик өткөрүмдүүлүк чоңдугу(ε) чоңдугу аркылуу эсепке алынат

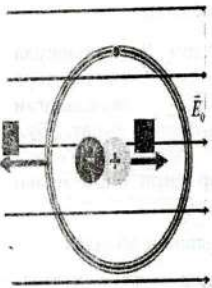
Бир тектүү электр талаасында диэлектриктин абалын жана диэлектриктик туруктуулуктун физикалык маңызын көрөлү. Ар бир заттын молекуласынын курамы оң жана терс заряддардан турат.

Бардык диэлектриктердин молекулаларын эки түргө бөлүүгө болот.

Диэлектриктердин биринчи түрүнө, молекуланын ичинде оң жана терс заряддар бири бирине симметриялуу эмес жайланышкан болот(2-сүрөт). Диэлектриктин биринчи группасына суу, эфир, көмүр кычкыл газ ж.б. тиешелүү.

Мында карама - каршы белгидеги байланышкан заряддар, чындыгында, полярдык молекулалардын модели катары түшүнүлөт. Анын үстүнө, байланышкан заряддар термини

диэлектриктердин электр талаасындагы абалын тагыраак чагылдырат. Сүрөттүн сол жагы, бир тектүү электр талаасы жок болсо, полярдык диэлектриктин байланышкан заряддарынын хаотикалык жайланышын абалдарын чагылдырат. Диэлектриктердин экинчи түрүнүн молекулалары симметриялык түрдө жайланышкандыктан, оң жана терс заряддар бирин бири компенсациялашат (3-сүрөт). Ошондуктан молекулалар электрдик жактан нейтралдуу болушат. Бир тектүү электр талаасындагы диэлектриктин заряддарына карама каршы багытталган эки күч аракет кылгандыктан, анын молекулалары созулушат(4-сүрөт). Мындай абалда деформацияланган молекулалар оң жана терс уюлдарга ээ болушуп, полярдык эмес молекулалар деп аталат. Мындай молекулалар карама кашы белгидеги байланышкан заряддын бир түрү болуп саналат. Углеводороддор, азот, суутектин молекулалары полярдык эмес молекулаларга тиешелүү.



3-сүрөт

Натыйжада, бир тектүү электр талаасында, диэлектриктердин эки түрүндө тең, бир беттеринде байланышкан заряддардын оң заряды топтолсо, экинчи бетинде – терс заряддары топтолот. Сүрөттүн оң жагында, полярдык диэлектриктерде бир тектүү талаада байланышкан заряддарынын жылышуу абалдары чагылдырылган.

Мындай молекулалар - поляризацияланган молекулалар деп аталат. Поляризацияланган молекулалар электр талаасынын багыты боюнча түздөлүшөт. Алардын түздөлүшүнө дайыма молекулалардын баш аламан тынымсыз кыймылдары тоскоол болуп турат.

Бир тектүү электр талаасында байланышкан заряддардын жылышы **диэлектриктердин поляризациясы** деп аталат.

Бир тектүү электр талаасындагы полярдык эмес диэлектриктердин молекулалары менен эки түрдүү процесс жүрөт: адегенде, тышкы электр талаасы тарабынан аракет эткен багыттары карама - каршы болгон эки күчтүн таасиринде симметриялуу жайланышкан молекулалардын оң заряддар менен терс заряддардын уюлдарынын пайда болушуна алып келет, б.а. байланышкан заряддар пайда болот.

Андан кийин, эки карама-каршы уюлдан турган полярдык эмес молекулалардын б.а. байланышкан заряддардын жылышуу процесси жүрөт б.а. полярдык эмес молекулалардын поляризациясы пайда болот.

Диэлектриктердин поляризация кубулушунун натыйжасында, диэлектриктин бетиндеги байланышкан карама - каршы белгидеги заряддар кошумча электр талаасын пайда кылат. Анын багыты тышкы бир тектүү электр талаасынын чыңалышынын багытына каршы болот.

Натыйжада, бир тектүү электр талаасындагы (тышкы электр талаасы) диэлектриктин ичинде тышкы электр талаасынын чыңалышы азаят.

Себеби, E^1 талаасы диэлектриктин ичиндеги негизги электр талаасынын (E_o) 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 1

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
	ε

Ар кандай чөйрө үчүн Кулондун закону төмөнкүдөй түргө ээ болот. $F = k \cdot \dfrac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot R^2}$ Ал эми, электр талаасынын чыңалышы $E = k \cdot \dfrac{q}{\varepsilon \cdot R^2}$

Диэлектриктердин поляризация кубулушу менен байланышкан электр талаасынын маанилерин дагы бир чоңдук менен мүнөздөөгө болот (D). D – электрдик жылышуу вектору. Электрдик жылышуу вектору – бир

тектүү электр талаасында байланышкан заряддардын поляризациялануу даражасын, б.а. түздөлүү деңгээлин мүнөздөйт жана диэлектриктин ичиндеги азайган электр талаасынын чыңалышынын маанисин көрсөтөт.

Ал эми, диэлектриктик өткөрүмдүүлүк (ε) чоңдугу - диэлектриктин ичинде электр талаасынын чыңалышынын мааниси вакуумга караганда канча эсе канча эсе азайгандыгын көрсөтөт. D менен Енин байланышы төмөнкүдөй аныкталат. $E = \dfrac{D}{\varepsilon\varepsilon_0}$ же

$$D = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E \quad (8)$$

Диэлектриктердин поляризация процессинде, б.а. байланышкан заряддардын жылышуу процессинде ток пайда болот. Аны башка токтор менен айрымалоо үчүн жылышуу тогу деп атоого болот.

Бир тектүү электр талаасындагы өткөргүчтөрдө жана диэлектриктерде пайда болгон токтун күчүн төмөнкүдөй аныкталат. $I_ж = I_{өт} + I_к$

Мында: $I_ж$- жалпы токтун күчү, $I_{өт}$- өткөргүчтөгү токтун күчү, Iк - жылышуу тогунун күчү.

3-практикалык сабак.

1. Эки заряд абада 0,05м аралыкта бирине $1{,}2\cdot10^{-4}$Н күч менен тартылышат.ал эми суюктукта 0,12м аралыкта 2 10^{-4}Н күчкө ээ болушат. Суюктуктун диэлектрик өткөрүмдүүлүгүн тапкыла?(1,4)
2. Керосинде заряд $1{,}3\cdot10^{-9}$Кл 0, 005м аралыктагы экинчи зарядды өзүнө тартат. Эгерде керосиндин диэлектриктик өткөрүмдүүлүгү 2 болсо,экинчи заряддын чоңдугун тапкыла?($0{,}8\cdot10^{-9}$Кл)

3. Керосинде $5 \cdot 10^{-6}$Кл эки заряддын өз ара аракеттенишүү күчү 0,5Н болушу үчүн, аларды кандай аралыкка жайланыштыруу керек болот?(0,47м)
4. Бирдей чекиттик заряд вакуумда 0,1м аралыкта, скипидарда 0,07м аралыкта ошондой эле күч менен өз ара аракеттенишет. Скипидардын диэлектриктик өткөрүмдүүлүгүн аныктагылы?(2)
5. $3,3 \cdot 10^{-8}$Кл эки заряд слюдалык катмар менен ажыратылып $5 \cdot 10^{-2}$Н күч менен өз ара аракеттенишет. Эгерде диэлектриктик өткөрүрүмдүүлүгү 8 болсо, слюданын катмарынын калыңдыгын тапкыла?($5 \cdot 10^{-3}$м)
6. Эки заряд $6 \cdot 10^{-8}$Кл жана $2,4 \cdot 10^{-7}$Кл трансформатордук майдын ичинде 16см аралыкта жайланышкан. Үчүнчү зарядды экөөсүнүн ортосундагы кайсы чекитте тең салмактуу абалда болот?(заряды аздан 5,3см)
7. Май менен толтурулган алюминий идишти чыңалышы 75кВ/м электр талаасына жайланыштырышты. Майдын ичинде электр талаасынын чыңалышы кандай мааниге ээ болот?(30кВ/м)
8. Эки бирдей заряд 6см аралыкта 0,4мН күч менен өз ара аракеттенишсе, алардын заряддарынын чоңдугун тапкыла?(20нКл)

Өз алдынча иш.

1. 4нКл электр зарядынан 3см аралыкта суюк диэлектриктеэлектр талаасынын чыңалышы 20кВ/м болсо, суюктуктун диэлектриктик өткөрүмдүүлүгүн тапкыла?(2)
2. Кичинекей шарча керосинге матырылды. Шарчадан кандай аралыкта, суюктукка салгангна чейин 29см аралыктагы электр талаасынын чыңалышына барабар болот? (20см)
3. Массасы 0,18гр, тыгыздыгы 1800кг/$м^3$ заряддалган шарик, тыгыздыгы 900кг/м3 суюк диэлектриктин ичинде

турат. 45кВ/м электр чыңалышы вертикалдык тик багытка ээ. Шарчанын зарядын тапкыла?(20нКл)

4. Электр талаасынын чыңалышы абада $3 \cdot 10^4$Н/Кл болсо, парафинде $1,5 \cdot 10^4$Н/Кл болсо, анын диэлектрик өткөрүмдүүлүгүн тапкыла?(2)

5. Үч бирдей заряд вакуумда, сууда, жана керосинде турат. Вакуумда электр талаасынын чыңалышы $9 \cdot 10^{-8}$Н/Кл. Ошол эле чекитте сууда, керосинде талаанын чыңалышын тапкыла?($1,1 \cdot 10^7$Н/Кл, $4,3 \cdot 10^8$Н/Кл)

Лекция 4.

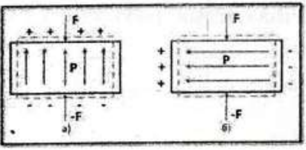
Пьезоэлектрдик эффект. Электр сыйымдуулугу. Конденсаторлор. Заряддалган конденсвтордун энергиясы.

Пьезоэлектрдик эффект(кыскача пьезоэффект)-бул деформация- лоонун натыйжасында айрым диэлектриктердин поляризацияланышы (түз пьезоэффект) Аны менен кошо тескери пьезоэффект да болот, б.а. электр талаасынын таасири менен кристаллдарда механикалык чыңалуунун пайда болушу тескери пьезоэффект деп аталат. Пьезоэффект кубулушунун пайда болуу мүмкүнчүлүгүн 1881- жылы Липман термодинамикалык көз караш менен далилдеген. Ошол эле жылы бир туугандар Жак жана Пьер Кюрилер тажрыйба жүзүндө далилдешкен.

Пьезоэффект кубулушу анизотроптук диэлектриктердин ичинен, дээрлик симметриясы жок айрым кристаллдарды, мисалы, кварц, турмалин, сегнет тузу ж.б. деформацияланышканда поляризацияланышат. Пьезоэлектриктик касиетке ээ болгон диэлектриктер – пьезоэлектриктер деп аталат. Эгерде кристаллдарга тышкы күчтөр аракет этсе, механикалык чыңалуу жана деформациядан тышкары, электрдик поляризация кубулушу пайда болот. Мисалы, эгерде монокристаллдан, анын ички багытын эске алуу менен пластинаны кысканда, поляризациянын натыйжасында, анын жогорку бетинде терс

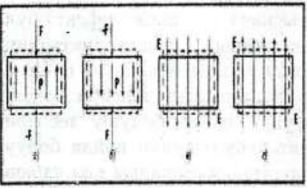
заряддар пайда болушса, экинчи бетинде-оң заряддар пайда болот. Пластина кысылганда поляризациялык заряддар пайда болушат, тагыраак айтканда, жогору жагында оң заряддар, төмөнкү бетинде - терс заряддар топтолушат(6-а сүрөт).

Демек, деформациялык күчтөрдүн аракеттери менен монокристаллдардын поляризациясы пьезоэффект деп аталат. Мисалы, эгерде, монокристаллдын беттерине кезеги менен карама - каршы заряддар берилсе жана ал заряддардын белгилери алмашып турса, монокристалл бирде кысылып, бирде созулуп турат.



6-сүрөт

Эгерде, поляризациянын багыты менен механикалык чыңалуунун багыттары дал келсе, узатасынан кеткен пьезоэффект деп аталат(6-а сүрөт). Эгерде, алардын багыттары бири-бирине карата өз ара перпендикуляр болсо, туурасынан кеткен пьезоэффект деп аталат(6-б сүрөт).



7-сүрөт

7-сүрөттө түз(а,б) механикалык күч менен Р чоңдугун багыттары жана тескери(в,г) пьезоэффектте Е чоңдуктарынын багыттары кандай өзгөргөндүктөрү жебелер түрүндө чагылдырылды. Мында, схемада штрихтелген сызыктар – тышкы таассирге чейин пьезоэлектриктин контуру. Ал эми, туташ сызыктар пьезоэлектриктин деформацияланган абалдары чагылдырылган.

Пьезоэффекттин натыйжасында, пьезоэлектриктердин деформациясы анчалык чоң эмес мааниге ээ болот. Мисалы,

калыңдыгы 1мм кварц тилкеси 100В чыңалууда калыңдыгы $2{,}3\cdot10^{-7}$ммге өзгөрөт. Ар бир өткөргүчтүн тышкы бетинде заряд топтолот. Натыйжада өткөргүч белгилүү бир потенциалга ээ болот. Өткөргүчтө топтолгон зарядын чоңдугу, анын потенциалга түз пропорциялаш болот. $Q \sim \varphi$

Пропорциялаштык белгиден барабардык белгиге өткөндө, пропорциялаштык коэффициент пайда болот. $Q = C \cdot \varphi$

Бул пропорциялаштык коэффициент физикалык чоңдук катары (C) өткөргүчтүн электр сыйымдуулугу деп аталат. Электр сыйымдуулугу өткөргүчтүн геометриялык өлчөмүнүн көз каранды жана бирдик потенциалдын маанисиндеги өткөргүч ээ болгон заряддын чоңдугун көрсөтөт. $C = \dfrac{Q}{\varphi}$ Мында C – өткөргүчтүн электр сыйымдуулугу.

Q – өткөргүчкө берилген заряддын чоңдугу.

Электр сыйымдуулугунун бирдиги

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

$$[C] = 1\Phi = \frac{1\,Кл}{1\,В}$$

Практикада электр сыйымдуулугунун бирдиги үчүн, микрофарада(мкФ), нанофарада(нФ), пикофарада(пФ) колдонулат: 1мкФ = 10^{-6}Ф, 1нФ=10^{-9}Ф, 1пФ = 10^{-12}Ф

Электр сыйымдуулугуна эки өткөргүч да ээ болот. Диэлектрик менен бөлүнгөн эки өткөргүч **конденсатор** деп аталат. Эки өткөргүчтүн ички беттери, конденсатордун пластиналары же обкладкалары деп аталат.
Конденсаторлордун пластиналарынын ички беттеринде карама - каршы белгидеги чоңдуктагы заряддар топтолот.

Конденсаторлордун пластиналарынын ички беттеринде карама - каршы белгидеги чоңдуктагы заряддар топтолот. Конденсатордун обкладкларында бир тектүү электр талаасы пайда болот.

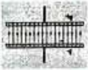
Конденсатордун электр сыйымдуулугу, андагы заряддын чоңдугунун, обкладкаларынын арасындагы потенциалдардын айрымасына (9) болгон катышына барабар болот.

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

Мында: C - конденсатордун сыйымдуулугу, Q - конденсатордун обкладкасындагы заряддын чоңдугу, φ_1-φ_2-потенциалдардын айрымасы.

Жалпак конденсатордун электр сыйымдуулугу. Заряддалган конденсатордун энергиясы..

Диэлектрдик катмар менен бөлүнгөн эки параллель өткөргүч - жалпак конденсатор деп аталат(10-сүрөт). Жалпак конденсатордун сыйымдуулугу обкладкаларынын аянтына түз, ал эми арасындагы аралыкка тескери пропоциялаш болот.



8-сүрөт

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \quad (10)$$

Мында: S–конденсатордун обкладкаларынын аянты. d – обкладкалардын ортосундагы аралык.

ε – чөйрөнүн диэлектриктик өткөрүмдүүлүгү.

ε_0- вакуумдун диэлектрдик өткөрүмдүүлүгү, $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$Ф/м

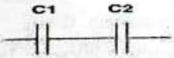
Эки өткөргүчтүн ортосундагы диэлектриктин түрүнө карата, мисалы керамика, слюда болсо, тиешелүү түрдө керамикалык, слюдалык конденсатор деп аталат.

Конденсатордун сыйымдуулугун дайыма өзгөртүп туруу үчүн, анын обкладкаларынын аянттарын өзгөртүүгө туура келет. Конденсаторлор бири бири менен эки жол менен туташтырылат:

9-сүрөт

Биринчиси – паралелль туташтыруу(9-сүрөт).

Бул абалда, жалпы сыйымдуулук эки конденсатордун электр сыйымдуулуктарынын суммасына барабар болот. $C=C_1+C_2$(11) Экинчиси – удаалаш туташтыруу(10-сүрөт). Эгерде бирдей эки конденсатор удаалаш туташтырылса, жалпы электр сыйымдуулук эки эсеге азаят. Анткени, жалпы сыйымдуулук төмөнкүдөй



10-сүрөт

аныкталат. $$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\,(12)$$

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.

$$W=\frac{\Pi}{2}=\frac{q\Delta\varphi}{2} \quad \text{же} \quad W=\frac{C\cdot\Delta\varphi^2}{2}=\frac{q^2}{2\cdot C}\;(13)$$

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

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

аныкталат. $$w=\frac{W}{V}=\frac{CU^2}{2}=\frac{\frac{\varepsilon\varepsilon_o S}{d}E^2d^2}{2Sd}=\frac{\varepsilon\varepsilon_o E^2}{2}\,(14)$$

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

4- практикалык сабак

1. Эки тегерек пластиналарынын диаметри 20см, 1мм калыңдыктагы парафин катмары менен бөлүнгөн конденсатордун сыйымдуулугун аныктагыла? (0,5нФ)
2. Жалпак аба конденсаторунун обкладкаларындагы заряд 10^{-8}Кл. Эгерде пластиналарынын аянты $100см^2$, алардын аралыгы 0,9мм болсо, обкладкалардын ортосундагы чыңалууну аныктагыла? (100В)
3. Шарлардын заряддары $20 \cdot 10^{-8}$Кл жана $10 \cdot 10^{-8}$Кл, сыйымдуулуктары 2пФ жана 3п Шарлар зымдар менен бириктилгенден кийинки заряддарын тапкыла?($1{,}2 \cdot 10^{-7}$Кл, $1{,}8 \cdot 10^{-7}$Кл)
4. Сыйымдуулуктары 2 мкФ жана 4кФ болгон эки конденсаор берилген. Удаалаш жана паралелль туташтырууда, алардын жалпы сыйымдуулугун тапкыла?(6мкФ, 1,3мкФ)
5. Сыйымдуулугу 6мкФ конденсаторго 3мКл заряд берилген болсо. заряддалган конденатордун энергиясын аныктагыла? (7,5МДж)
6. Слюдалык конденсатордунпластиналардын аянты15см2, аралыгы 0,02см болсо, конденсатордун сыйымдуулугун тапкыла?(400пФ)
7. Сыйымдуулугу 500пФ слюдалык конденсатордун ар биринин аянты 10см2 пластиналардын ортосундагы диэлектриктин калыңдыгын тапкыла?(0,1мм)
8. Жалпак конденсатордун пластиналарынын аянты 200см2, аралыгы 1см. Эгерде талаанын чыңалышы 500кВ/м болсо, талаанын энергиясын тапкыла?(220мкДж)

Өз алдынча иш.

1. Аккумлятордун уюлдарындагы чыңалуу 409В болсо, электр сыйымдуулугу 500мкФ конденсатор кандай заряддын чоңдугуна ээ болот?
2. 20пФ сыйымдуулуктагы жалпак абадагы конденсатор 100В потенциалдардын айрымасына чейин заряддалган. Конденсаторлордун ортосундагы аралыкты эки эсе азайтуу үчүн кандай жумуш аткаруу керек болот?
3. Заряды q=222пКл самын көбүгү горизанталдуу жайланышкан конденсатордун ичиндн тең салмактуу абалда турат. Эгерде көбүктүн массасы m=0,01гр, пластиналардын аралыгы d=5см болсо, пластиналардын ортосундагы потенциалдардын айрымасын тапкыла?
4. Сыйымдуулугу 0,02 мкФ конденсатор 10^{-8}Кл заряд топтолгон. Эгерде конденсатордун обкладкаларынын ортосундагы аралык 5мм болсо, электр талаасынын чыңалышын тапкыла?
5. Конденсатордун сыйымдуулугу 6,0мкФ, топтолгон заряддын чоңдугу 3.10^{-8}Кл болсо, электр талаасынын энергиясын тапкыла?

5-практикалык сабак

Теориялык материалдарды кайталоо жана чыгарылбай калган маселелердин анализи.

Лабораториялык иш 1. Гальванометрдин жардамы менен конденсатордун сыйымдуулугун аныктоо.

Лекция 5.

ӨТКӨРГҮЧТӨР

II ГЛАВА. Туруктуу электр тогу.

Металлдардын түзүлүшү. Металлдарда электр тогу. Электр тогун мүнөздөөчү чоңдуктар. Чынжырдын участкасы үчүн жана дифференциалдык Омдун закону.

Негизинен өткөргүчтөр болуп металлдар саналат. Анткени, металлдар поликристаллдык түзүлүшкө ээ болот.

Металлдарда атомдор кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышат. Бирок, атомдордун тышкы орбиталарындагы электрондордун ядро менен байланыштары начар болот. Натыйжада, атомдордун жылуулук кыймылдары мындай байланыштарды бузуп жиберишкендиктен, электрондор бүткүл металл боюнча которулуша алган электрондорго айланышат. Мына ошол себептен, өз атомдору менен байланышын жоготуп жиберген электрондор – эркин электрондор деп аталат.

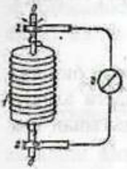
Ал эми, кристаллдык торчонун түйүндөрүндө оң иондор калып калат. Металлдардаын температурасынын маанилери оң иондордун тең салмактуу абалындагы термелүүсү менен аныкталат. Мында оң иондордун термелүүсү күчөгөн сайын, металлдын температурасы жогорулай берет. Эркин электрондор бүткүл металл боюнча таралышып хаотикалык кыймылда болушат. Бирок, эркин электрондордун хаотикалык кыймылдарынан металлдарда электр тогу пайда болбойт. Анын себеби, электрондордун бүткүл металл боюнча суммардык заряды нөлгө барабар болот. Электрондордун мындай кыймылы газдарга окшоп кетишкендиктен, «электрондук газ» деп да аташат.

Металлдардагы электр тогу.

Металл аркылуу электр тогу өткөндө, атомдор металл боюнча которулушпайт. Мындай натыйжа, Рикенин тажрыйбасында далилденген. Рикенин тажрыйбасында үч цилиндр алынат, анын эки четинде алюминий, ортосунда жез жайланыштырылган.
Цилиндрлер аркылуу бир жылдан ашык мезгилде электр тогу өткөрүлгөндө жез менен алюминийдин чегинде ар бир металл таза боюнча калып, экинчи металлдын аралашмасы жок экендиги далилдеген.

Металлдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр болуп эркин электрондор болушу мүмкүн. Бирок, алардын реалдуу экендигин түздөн түз тажрыйба гана далилдей алат.

Себеби, көз менен көрүп же микроскоп менен байкоого болбогон микробөлүкчөнүн бар экендигин тажрыйба гана аныктай алат. Анткени, ар кандай теориянын туура экендигин, тажрыйбанын гана натыйжасы далилдейт.



Ал үчүн 1912-жылы атайын жүргүзүлгөн Стюарт менен Толмендин тажрыйбасын карап көрөлү.

Тажрыйбада белгилүү бир сандагы зымдын түрмөгү алынып, анын учтары баллистикалык гальванометр менен туташтырылат(11-сүрөт).

Өзүнүн огунда айландырылган түрмөк тык токтотулганда, баллистикалык гальванометр

11-сүрөт

түрмөктө электр тогунун пайда болгондугун көрсөтөт. Гальванометрдин көрсөтүүсүнүн негизинде заряддын чоңдугунун массага болгон катышы аныкталат.

$\frac{q}{m} = 3{,}7 \cdot 10^{-27}$ $Кл/кг$ Бул катыш электрондун маанисине барабар болуп чыкты! $\frac{q}{m} = \frac{e}{m}$ б.а. $q = e$! Түрмөктүн ичиндеги кыймылга келген заряддаган бөлүкчөлөрү эркин электрондор экендиги дайын болду. Ал эми, мындай электрондор өзүнүн атому менен байланышынын жоготуп жиберишкен болот.

Демек, металлдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр болуп, «эркин электрондор» эсептелинет.

Металлдарда эркин электрондордун багытталган кыймылдары - электр тогу деп аталат.

Электр тогу төмөнкүдөй чоңдуктар менен мүнөздөлөт:

Токтун күчү.

Токтун күчү - өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу ар бир көз ирмемде өткөн электр заряддарынын чоңдугун көрсөтөт. $I = \frac{q}{t}$ (15) Мында I −токтун күчү q-заряддын чоңдугу, t- убакыт. Токтун күчүнүн

бирдиги үчүн бир Ампер кабыл алынган. $[I]=1A$. Бирок, токтун бирдиги, эки паралелль тогу бар өткөргүчтөрдүн магниттик өз ара аракеттенишүүлөрүнүн негизинде тандалып алынган.

Эгерде 1м аралыктагы тогу бар эки өткөргүчтөр $4\pi\cdot10^{-7}H$ күч менен өз ара аракеттенишсе, өткөргүчтөрдөгү токтун күчү 1Амперге барабар болот.

Токтун тыгыздыгы

Токтун күчү өткөргүчтүн туурасынан кесилиш аянтынан бир көз ирмемде өткөн заряддын чоңдугунан, көлөм бирдигиндеги электр тогун алып жүрүүчүлөрдүн санынан, алардын ылдамдыгынан көз караны болот. Б.а. $I=q\cdot n\cdot \upsilon\cdot S$

Бирок, өткөргүчтүн туурасынан кеткен аянты бүткүл өткөргүч боюнча бирдей болбойт. Мындай абалда токтун тыгыздыгы.деген чоңдук пайдаланылат.

Токтун тыгыздыгы бирдик аянттагы токтун күчүн көрсөтөт, б.а.

$$J=\frac{I}{S}$$

2. Чыңалуу.

Металлдарда электр тогу пайда болушу үчүн, алардын ичинде дайыма электр талаасы болушун камсыз кылуу керек болот. Мындай абалда ар бир эркин электронго электр талаасы тарабынан күч таасир этет. F=qE.

Натыйжада, зарядды которуштуруу боюнча электр талаасы жумуш аткарат. Бирдик оң заряды которуштуруу боюнча электр талаасынын аткарган жумушу чыңалуу деп аталат. $U=\frac{A}{q}$

(16)Мында: U- чыңалуу, A- электр талаасынын жумушу, q- заряддын чоңдугу.

Өткөргүчтүн каршылыгы. Тажрыйбада берилген өткөргүч үчүн $\frac{U}{I}=R$ турактуу экендиги аныкталган. Мындан $I=\frac{U}{R}$ Бул формула Немец физиги Георг Ом тарабынан тажрыйбада далилденип, чынжырдын участкасы үчүн

Омдун закону деп аталат. Мында R – өткөргүчтүн каршылыгы деп аталат.

Демек, өткөргүч аркылуу электр тогу өткөндө, ар бир өткөргүчтө, анын түрүнө карата каршылык пайда болот. Эмне үчүн? Анын себеби, металлдарда кристаллдык түйүндөрдө иреттүү жайланышкан иондордун термелүүсү эркин электрондордун багытталган кыймылдарына тоскоолдук кылышат.

Өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгы.

Өткөргүчтүн каршылыгы, анын узундугунан, туурасынан кесилиш аянтынан жана түрүнөн көз каранды болот. $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$

Мында: ρ- өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгы, ℓ- өткөргүчтүн каршылыгы, S- өткөргүчтүн туурасынан кесилиш аянты.

Өткөргүчтүн салыштармалуу каршылыгы - узундугун 1м, туурасынан кесилиш аянтын $1м^2$ болгон өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт.

Демек, өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылыгы бирдик узундукка, бирдик аянтка ээ болгон өткөргүчтүн каршылыгын көрсөтөт.

Омдун диффереациалдык закону.

Электр чынжырынын учаскасы үчүн Омдун законунда $I = \frac{q}{t}$ Чындыгында заряддын чоңдугу(q) металлдар үчүн бир электрондун зарядынын, электрондордон санын(N) көбөйтүндүсүнө барабар. q=e·N; $N = n \cdot \upsilon \cdot t \cdot S$ болгондуктан, $q = e \cdot n \cdot \upsilon \cdot t \cdot S$, Мындан $I = e \cdot n \cdot \upsilon \cdot S$(17) Мында:

I- токтун күчү, e-электрондун заряды, n - электрондордун концентрациясы, υ - электрондордун ылдамдыгы, S өткөргүчтөрдүн туурасынан кесилиш аянты.

Кесилиш аянты ар түрдүү болгон металл өткөргүчтөр электр тогунун тыгыздыгы менен мүнөздөлөт. Электр тогунун тыгыздыгы металл өткөргүчтүн бирдик аянтынан өткөн токтун күчүн көрсөтөт $J = \frac{I}{S}$ (18)

Металлдар үчүн классикалык электрондук теория боюнча турактуу токтун тыгыздыгы үч чоңдуктун көбөйтүндүсү менен аныкталат. $J = e \cdot n \cdot \bar{\upsilon}$ Мында $\bar{\upsilon}$- электрондордун орточо ылдамдыгы. Бирок $\bar{\upsilon} = \frac{e \cdot \bar{\tau}}{2 \cdot m} \cdot E$ болгондуктан $J = \frac{n \cdot e^2 \cdot \bar{\tau}}{2 \cdot m} \cdot E$ же $J = \lambda \cdot E$ (19). 19-формула Омдун законунун дифференциалдык законун чагылдырат. Мында λ- металлдын салыштырмалуу электр өткөрүмдүүлүгү деп аталат. $\lambda = \frac{n \cdot e^2 \cdot \bar{\tau}}{2 \cdot m}$

Ошондуктан, классикалык электрондук теориясында Омдун дифференциалдык закону боюнча, турактуу токтун тыгыздыгы металлдын салыштырмалуу электр өткөрүмдүүлүгү менен электр талаасынын чыңалышынын көбөйтүндүсүнө барабар болот. Б.а. $J = \lambda \cdot E$

6- практикалык иш.

1. Эгерде токтун күчү нөлдөн 12Аге чейин бир калыпта өссө ,анда ушул убакыттын ичинде туурасынан кесилиш аркылуу канча заряддын чоңдугу өтөт?(30Кл)
2. Өткөргүчтө 30мин ичинде 1800Кл электр заряды өтөт. Токтун күчүн жана 600Кл заряд өткөндө сарпталган убакытты тапкыла?((1А,10мин)
3. Кесилиши 1,5. 10^{-6}м2 өткөргүчтөн 0,3А ток өтөт.эркин электрондордун концентрациясы 1. 1028м-3 болсо, эркин электрондордун багытталган кыймылдарынын орточо ылдамдыгын тапкыла?(1,3.10^{-4}м/с)

4. 0,4с ичинде өткөргүч аркылуу6.10^{18} электрондор өтсө, кесилиши 1,2мм^2 өткөргүчтөгү токтун тыгыздыгын тапкыла?($2\cdot10^6$А/мм^2)

5. Кесилиши 50мм^2 өткөргүчтөн ток өтөт. Эгерде эркин электрондордун дрейфинин орточо ылдамдыгы 0,282м/с, концентрациясы 4.10^{22} м$^{-3}$ болсо, өткөргүчтөгү токтун күчү жана токтун тыгыздыгын тапкыла?(18А, 0,36А/мм^2)

6. Өткөргүчтүн кесилиши 0,5мм^2, электрондордун концентрациясы 4.10^{22}см$^{-3}$ жана токтун күчү 3,2А болсо, өткөргүчтөгү электрондордун дрейфинин орточо ылдамдыгын тапкыла? (1,01мм/с)

7. Эгерде жез өткөргүчүнүн кесилиш аянты 2мм^2, каршылыгы 2,7 Ом болсо, жездин узундугун аныктагыла? Жездин салыштырма каршылыгы ($1,7\cdot 10^{-8}$ Ом·м)

8. Узундугу 10м, кесилиши 2мм^2, чыңалуусу 12мВ болот өткөргүчтөгү токтун күчүн тапкыла?(20мА)

Өз алдынча иш.

1. Кесилиши 1мм^2 күмүш зым аркылуу 1А ток өтөт. Күмүштүн ар бир атому бир электрон өткөргзчзгзнө барабар деп эсептеп, зымдагы электрондордун дрефинин орточо ылдамдыгын тапкыла?(0,001см/с)

2. 2,5м узундуктагы 0,5мм^2 кесилиштеги фехраль зымынын каршылыгы 5,47 Ом. Фехралдвн салыштырма каршылыгын тапкыла?($1,1.10^{-6}$Ом·м)

3. Массасы 88гр жана кесилиши 0,5мм^2 никелин зымынын каршылыгын жана узундугун тапкыла? (17Ом, 20м)

4. Каршылыгы 0,1 Ом жана массасы 54гр болгон алюмйний зымынын туурасынан кесилиш аянтын жана узундугун тапкыла?($2,4\cdot10^{-6}$м2, 8,3м)

5. Автомобиль электр кыймылдаткычы – стартер 150А токтогу аккумляторлордун батареясында 3с иштеди. Жүргөндөн кийин аккумляторду 4А ток менен заряддай баштады. Канча убакыттан кийин батарея мурдагы калыбына келет?(100с)

7- практикалык иш.

1. Эгерде жез зымынын диаметри 0,36мм, каршылыгы 57 Ом болсо, зымдын массасы канча?(70кг)
2. Никелин өткөргүчүнөн даярдалган реостаттын каршылыгы84 Ом, кесилиши $1мм^2$ болсо, анын узундугун тапкыла?(200м)
3. Ички каршылыгы 50,0 Ом гальванометрдин өлчөө чеги 0,25В. 200Вко чыңалууга чейин өлчөө үчүн бул прибордон вольтметрди кантип жасоо керек болот? (40кОм вольтметрге кошуу керек?)
4. 5А шкаладагы амперметрдин өлчөө чегин 50 А токтун күчүн өлчөй алышы үчүн эмне кылуу керек? Прибордун ички каршылыгы 0,1 Ом.(0,01см шунт керек)
5. Платина зымынын 20°Стагы каршылыгы 20,0 Омго, ал эми 500°Стагы каршылыгы 50,0 Омго барабар болсо, платинанын температуралык коэффициентин аныктагыла?(0,0041$град^{-1}$)
6. Эгерде вольфрам зымынын диаметри 0,2мм, температурасы 2000°С болуп,токтун күчү 200мА болсо, Зымдын ичиндеги түзүлгөн электр талаасынын чыңалышын тапкыла?(390В/м)
7. Каршылыгы 2 Ом, 1,1В э.к.к. элементине туташтырылса 0,5А ток өтөт. Чукул туташтыруудагы токтун күчүн тапкыла?(5,5А)
8. Эки өткөргүчтүн жалпы каршылыгы удаалаш туташтырылса 50 Ом, паралель туташтырылса 12 Ом. Ар бир өткөргүчтүн каршылыгын тапкыла? (20 Ом, 30 Ом)

Өз алдынча иш.

1. Газ толтурулган электр лампочкасы 2900°С та 260 ом каршылыкка ээ болот. +20°Ста анын каршылыгын тапкыла? (α=0,0042$°C^{-1}$)
2. Жез өткөргүчү 10°Ста каршылыгы 60 Ом, 40°Ста анын каршылыгын тапкыла?(α=0,004$°C^{-1}$)

3. Платина зымы 20°Cта 20 Ом, 500°Cта 50 Ом болсо, платинанын температуралык коэффициентин тапкыла?

4. 100 Ом каршылыгын эталону 15°Стагы манганин зымынан даярдалат. 5°Ста бул эталонд кандай каршылыкка ээ болуп калат?($\alpha=0{,}000015°C^{-1}$)

5. -20°Ста телеграф линияларынын каршылыгы 88 Ом. 0°С жана +20°Ста анын каршылыгы кандай мааниге ээ болуп калат?($\alpha=0{,}006°C^{-1}$)

Лекция 6.

Токтун жумушу жана кубаттуулугу. Джоуль-Ленцтин закону.

Электр энергиясы өндүрүштө жана Адамдын турмуш тиричилигинде пайдаланууга эң ыңгайлуу энергиянын түрү экендиги талашсыз.

Ал эми, электр тогунун жумушу электр энергиясынын башка түрлөрүнө айлануунун чени болуп саналат. Эгерде ток турактуу жана чынжырды түзгөн өткөргүчтөр кыймылсыз болсо, анда өткөргүчтүн көлөмүндө бөлүнүп чыккан энергия, электр тогунун аткарган жумушуна барабар болот. $W = A = I \cdot U \cdot t$ (20)

Мында I - токтун күчү, U-өткөргүчтөгү чыңалуунун төмөндөшү, t-убакыт.

Эгерде металл өткөргүчтөн ток өтсө, андан жылуулук бөлүнүп чыгат. Ошондуктан электр тогунун жумушу өткөргүчтө бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болот.

$Q = I \cdot U \cdot t$ же Омдун законунун негизинде $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ (21)

Бул формуланы тажрыйбада англиялык физик Джоуль жана орус физиги Ленц далилдешкен жана закон алардын ысмы менен аталат.

Демек,Джоуль-Ленцтин закону боюнча, өткөргүчтө бөлүнүп чыккан жылуулук саны токтун күчүнүн

квадратына, өткөргүчтүн каршылыгына жана өткөргүчтөн өткөн токтун убактысына түз пропорциялаш болот.

Электр тогу металл өткөргүчтөн өткөндө эмне үчүн жылуулук бөлүнүп чыгат? Анын себеби, металлдарда оң иондор кристаллдык торчонун түйүндөрүндө жайланышат. Электр тогу эркин электрондордун багытталган кыймылдары болгондуктан, эркин электрондор менен иондордун кагылышуулары болуп турат. Натыйжада, оң иондорго электрондордун энергиялары берилет. Оң иондордун термелүү амплитудаларынын маанилери көбөйүшү менен өткөргүчтүн температурасы жогорулайт.

Электр тогунун кубаттуулугу токтун ар-бир көз ирмемде(1с) аткарган жумушун көрсөтөт. $P = \frac{A}{t} = I \cdot U$ же $P = I^2 \cdot R$ (22)

Электр тогунун кубаттуулугу токтун күчүн чыңалууга болгон көбөйтүндүсүнө барабар болот. Энергетикада трансформаторлордун кубаттуулугун кВ·А чоңдугунда өлчөнөт. Ал эми электр приборлорунда жана турмуш тиричиликте пайдалануучу электрдик механизмдерде кубаттуулуктун мааниси кВт·саат менен берилет.

8-практикалык сабак

1. Токтун күчү 4А менен электр ысыткычы 220В чыңалууда иштейт. Сууну 14мин да 20°Стан 100°С ка чейин канча сууну кайната алат? Суунун салыштырма жылуулугу 4200Дж/кг °С.(2,2кг)
2. 2кВт кубаттуулуктагы ысыткыч 220В чыңалууда иштейт. Кесилиш аянты 0,2мм^2 нихром зымынан ысыткыч үчүн кандай узундукта алуу керек болот?(4,4м)
3. Көтөрүүчү крандын кыймылдаткычы 380В чыңалууда 29А токтун күчү менен иштейт. 1т жүктү 50с ичинде 19м бийиктикке көтөрсөкрандын п.а.к ин тапкыла?(50%)

4. Кубаттуулугу 300Вт болгон утюгдун спиралын төрттөн бир бөлүккө(n=1/4) кыскартып улап коюшту Анын кубаттуулугу канча болуп калды?(400Вт)

5. Эки секциялуу электр чайнегинин ысыткычынын биринчисим уланганда суу 5мин да кайнаса, экинчиси уланганда 10мин да кайнайт. Эгерде экөөсү тең ток булагына бириктирилсе чайнектеги суу канча убакытта кайнайт? (3,3мин)

6. 220В чыңалууда иштеген электр самоорунун эки спиралы бар. Биринчисин туташтырганда, андагы суу 12мин. да кайнаса, экинчисинде 24мин да кайнайт. Эгерде эки спиралды удаалаш туташтырса, суу канча мин да кайнап кетет?(36мин)

7. П.а.к. 80%, электровоздун кубаттуулугу 2400кВт, чыңалуу 6кВ болсо, ал кандай токто иштейт?(500А)

8 Эгерде 5мин убакытта көлөмү 1л суу кайнаса электрдик ысыткычын кубаттуулугун тапкыла?(1,2кВт)

Өз алдынча иш

1. Жез өткөрүчүнүн тыгыздыгы 300кА/мм^2 андан ток өткөндө өткөндө бирдик көлөмдөн, убакыт бирдигинде бөлүнүп чыккан жылуулук санын тапкыла?(1,55кДж)
2. 0,5кВт ысыткыч 4,5л 23°Стагы сууну кайнатты. Ысыткычтын п.а.к.ин тапкыла?(80%)
3. П.а.к. 80%, кубаттуулугу 600Вт электр чайнегиндеги 1,5л суу 20 °Стан кайнаганга канча убакыт сарпталат?(17,5мин)
4. П.а.к. 70%, 5л электр ысыткычында суу 10оСтан 100оСка чейин ысытууга 20мин кетет.Эгерде чыңалуу 220В болсо, ысыткыч аркылуу канча ток өтөт?(10А)
5. Чыңалуусу 120В, кубаттуулугу 40Вт лампочканы 220В чыңалууга туташтыруу үчүн, диаметри 0,3мм болгон кандай узундуктагы нихром зымын чынжырга удаалаш бириктирүү керек болот?(19м)

Лекция 7.

Электр кыймылдаткыч күчү(э.к.к.). Туюк чынжыр үчүн Омдун закону.

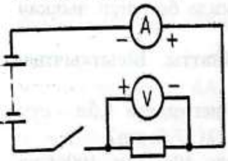
Өткөргүчтөрдүн ичиндеги электр талаасы ток булагынан пайда болот.

Ток булагынын ичинде, жаратылышы жагынан химиялык, жарыктын таасири менен, электромагниттик мүнөздөгү тышкы күчтөрдүн натыйжасында заряддарды бөлүштүрүү процесси жүрөт. Натыйжада ток булагынын бир жагына оң заряддар топтолсо, экинчи уюлуна терс заряддар топтолот.
Аларды шарттуу түрдө тышкы күчтөр деп айтабыз.

Бирдик оң зарядды которуштуруу боюнча тышкы күчтөрдүн жумушу булактын **электр кыймылдаткыч күчү(э.к.к.)** деп аталат. $\varepsilon = \frac{A_T}{q}$ Мында ε- э.к.к.

A_T-тышкы күчтөрдүн аткарган жумушу.

Адатта, электр чынжыры: ток булагынан, белгилүү бир каршылыкка ээ болгон электр тогун керектөөчүсүнөн, ток булагына бириктирүүчү же ажыратуучу коммутациялык аппараттардан, туташтыруучу өткөргүчтөрдөн турат. (12-сүрөт)



12-сүрөт

Чынжыр туюкталганда, тышкы күчтөр зарядды которуштуруу боюнча жумуш аткарат.

Бул жумуш булактын ички каршылыгында (r)жана тышкы каршылыгында (R) жылуулук бөлүнүп чыгуусуна сарпалат.

б.а. A=Q

$A = \varepsilon \cdot q \cdot t$ жана $Q = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t$

Бул формулалардын сол жагы барабар болгондуктан, оң жактарын барабарлап, токтун күчүн аныктоого болот.

$\varepsilon \cdot q \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t$ Мындан $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ (23)Мында: ε - ток булагынын электр кыймылдаткыч күчү, r - ток булагынын ички каршылыгы, R - өткөргүчтүн каршылыгы- тышкы каршылык деп аталат.

Омдун туюк чынжыр үчүн закону боюнча, туюк электр чынжырындагы токтун күчү ток булагынын электр кыймылдаткычына түз, ички жана тышкы каршылыктын суммасына тескери проопорциялаш болот.

Туюк чынжыр үчүн Омдун законун чыңалуу аркылуу да туюнтууга болот.

$\varepsilon = I(R+r) = IR + Ir$ же $\varepsilon = U + Ir$, Мындан $U = \varepsilon - Ir$ (24)

Демек, туюк чынжырда чыңалууңун мааниси дайыма электр кыймылдаткыч күчүнө караганда ток булагындагы чыңалуунун төмөндөшүнчө аз болот.

Эгерде, электр чынжыры туюкталбаган болсо, U= ε

Мындан, туюкталбаган электр чынжырында, булактын электр кыймылдаткыч күчү чыңалуута барабар экендиги келип чыгат.

Лабораториялык иш 2.

Өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы аркылуу, анын узундугун аныктоо.

8-практикалык сабак.

1. Чөнтөк фонарынын э.к.к. 3,7В, ички каршылыгы 1,5 Ом. Чынжырдын тышкы каршылыгы 11,7 Ом болсо, кыскычтын учтарында чыңалуу кандай мааниде болот?(3,2В)

2. Ички каршылыгы 1 Ом жана каршылыгы 5 Ом реостат э.к.к. 12В токтун булагына туташтырылган. Чынжырдагы токтун күчүн жана булактын учтарындагы чыңалууну тапкыла?(2А, 10В)

3. Э.к.к. 4,5В элементтердин батареясын лампочкага туташтырылганда вольтметр 4В чыңалууну көрсөтөт,

амперметр – 0,25А. Батареянынын ички каршылыгын тапкыла?(2 Ом)

4. Генератордун учтарында чыңалуу 36В, тышкы каршылык ички каршылыкка караганда 9эсе чоң. Генератордун э.к.к.үн тапкыла?(40В)

5. Э.к.к. 2В жана ички каршылыгы 0,8 Ом токтун булагы узундугу 2,1м, кесилиши 0,21 $мм^2$ никелин менен туташтырылган. Ток Булагынын учтарындагы чыңалууну тапкыла?(1,68В)

6. Эгерде тышкы каршылыгы 2 Ом, токтун күчү 0,6А, ал эми 1 Омдо токтун күчү 1А болсо, ток булагынын э.к.к.үн жана ички каршылыгын тапкыла?(1,5В)

7. Тышкы каршылыгы 3 Ом, токтун күчү 2А болсо, э.к.к. 9В батареясы чукул туташтырылса, токтун күчүн тапкыла?(6А)

8. Э.к.к. 220В, ички каршылыгы 0,1 Ом генератордун учтарында чыңалуу 210В болушу үчүн, генератордун тышкы чынжырына кандай каршылыкты туташтыруу керек?(2,1 Ом)

Өз алдынча иш

1. Эгерде узундугу7,5м никелинден даярдалган реостат толугу менен чынжырга туташтырылса, токтун тыгыздыгы 1,5. $10^6 А/м^2$ болгон чынжырдын учтарында чыңалуу кандай болот?(4,7В)

2. Э.к.к. ε болгон ток булагында чынжырдын тышкы каршылыгы, анын ички каршылыгына барабар болсо, булактын учтарындагы чыңалуу кандай болот? (ε/2)

3. Э.к.к. 30В жана ички каршылыгы 2Ом болгон булакка электромагнитти туташтырганда чыңалуу 28В болуп калды. Чынжырдагы токтун күчүн тапкыла?(1А)

4. Узундугу 500м алюминий электр чубалгысында 15А токтун күчү болсо, чыңалуунун төмөндөшүн тапкыла?(29В)

5. Чынжырдын участкасында чыңалуу5В, токтун күчү 3А. Чыңалуу 8В болсо, токтун күчү 4 А болот., ток булагынын э.к.к.ин тапкыла?(4В)

9- практикалык сабак.

1. Элементтин э.к.к. 1,2В жана тышкы каршылыгы 5 Ом, токтун күчү болсо, элемсенттин ички каршылыгы кандай болот?(1 Ом)
2. Батареянын э.к.к. 6В. Чынжырдын тышкы каршылыгы 11,5 Ом. Чынжырдагы токтун күчүн, чыңалуусун жана чыңалуунун төмөндөшүн тапкыла?(0,5А, 5,8В, 0,25В)
3. Чөнтөк батареясынын э.экэкэ 3,7В, ички каршылыгы1,5В. Тышкы каршылыгы 11,7 Ом болсо, батареянын кыскычтарындагы чыңалуу тапкыла?(3,3В)
4. Чынжыр туюкталганда, булактын уюлундагы чыңалуу 9Вко, токтун күчү1,5А болот. Эгерде булактын э.к.к. 15 В болсо,Батареянын ички жана тышкы каршылыгын тапкыла?(4 Ом,6 Ом)
5. Э.к.к. 2В жана ички каршылыгы 0,8 Ом болсо,узундугу 2,1м кесилиши 0,21мм^2 никелин зымы бириктилилген. Элементтин кыскычтарындагы чыңалууну тапкыла?(1,7В)
6. Элементти 4,,5 Ом каршылыкка бириктирсек чынжырдын 0,2А ток өтөт. 10 Ом каршылыкка бириктирилсе 0,1А ток өтөт. Элементтин э.к.к.үн жана ички каршылыгын тапкыла?(1,1В, 1 Ом)
7. Тышкы чынжырдын каршылыгы 1 Ом болсо, булактагы чыңалуу 1,5В, Каршылык 2 Ом болсо, чыңалуу 2В болот Булактын э.к.к.үн жана ички каршылыгын тапкыла?(3В, 1 Ом)
8. Аккумлятордун батареясын заряддо үчүн12В чыңалуудагы булакка бириктирилген. Аккумляторлун батареясынын ички каршылыгы 1,0 Ом. Заряддоо тогу 500 мА болсо, батаренын э.к.к. кандай мааниде болот?(12В)

Өз алдынча иш.

1. Чөнтөк фонарынын э. к. к.3,7В. Ички каршылыгы1,5 Ом, тышкы каршылыгы 1,5 Ом болсо, батарейканын учтарындагы чыңалууну тапкыла?(3,2В)

2. Генератордун учтарындагы чыңалуу36В. Эгерде тышкы каршылык ички каршылыкка караганда 9эсе көп болсо, генератордун э.к.к.ин тапкыла?(40В)

3.Эки элемент параллель туташтырылып, биринчиэлементтин э.к.к. 2В жана ияки каршылыгы 0,6В. Экинчисиники 1,5В жана 0,4В болсо, батареянын учтврындагы чыңалууну тапкыла?(2,1 Ом)

4. Булактын э.к.к. 2В, ток булагы 2,1м узундуктагы жез өткөргүчүнө бириктирилип, кесилиш аянты 0,21мм^2, ички каршылыгы 0,8 Омго барабар болсо, чынжырдагы чыңалууну тапкыла? (1,68В)

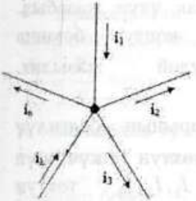
5. Э.к.к. 9,0 В, тышкы каршылыгы 3 Ом, 2А токтун күчүн алуу үчүн, чукул туташтыруудагы токтун күчү канча болушу керек?(6А)

Лекция 8.

Токтун тармакталышы. Киргофтун законлору. Өткөргүчтөрдү туташтыруу.

Ток булагы, туташтыруучу чубалгылар, ачкыч жана электр тогун кеектөөчүлөрдүн топтому электр чынжыры деп аталат. Тармакталбаган электр чынжыры Омдун закону боюнча эсептелет. Токтун күчү бирдей мааниге ээ болгон чынжырдын участкасы **тармак** деп аталат. Татаал электр чынжырын эсептөөдө түйүн жана контур түшүнүктөрү пайдаланылат.

Электр чынжырында үчтөн кем эмес тармактар кесилишкен чекит **түйүн** деп атклат. Түйүндөр менен бирге өткөргүчтөр жана ток булагы биргелешип контурду түзөт. Тармакталган электр чынжырын эсептөөдө Киргофтун закондору пайдаланылат.



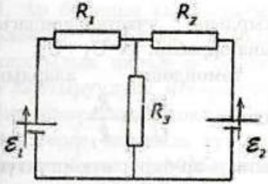
13-сүрөт

Түйүндө кесилишкен токтордун күчүнүн алгебралык суммасы нөлгө барабар болот. (Киргофтун Ізакону) Сумма түрүндө бул закон төмөнкүдөй жазылат. $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$ (25) Эгерде токтун күчү түйүнгө багытталса оң, түйүндөн багытталса терс мааниге ээ болот. Мисалы, 13-сүрөттөгү түйүн үчүн Киргофтун I закону төмөнкүдөй болот.

$I_1+I_4=I_2+I_3+I_5$ (26)

13-сүрөт Киргофтун II закону.

Электр чынжырынын контурунда токтун күчүнүн каршылыкка болгон көбөйтүндүсүнүн(чыңалуунун төмөндөшүнүн) алгебралык суммасы, контурдагы э.к.к.төрүнүн алгебралык суммасына барабар. $\sum I \cdot R = \sum E$ (27)



14-сүрөт

Электр чынжырынын тармактардагы токтун күчүн аныктоо үчүн, адегенде контурдун багытын же саат жебеси боюнча же саат жебесинин багытына карама-каршы багытты тандап алуу керек болот. Мында, токтун күчү жана э.к.к.нүн багыттары контурдун тандап алынган багыты менен дал келсе, алардын маанилери оң, багыттары карама-каршы болсо терс маанилери жазылат.

Кирхофтун II закону боюнча, теңдеменин сол жагына контурдун каршылыгын токтун күчүнө болгон көбөйтүндүлөрүнүн суммасын жазып, барабардыктын оң жагына э.к.к.төрүнүн алгебралык суммасы жазылат.

Мисалы, электр чынжырында(14-сүрөт) R_1 жана R_2

ε_1элементтерин камтыган биринчи тармак үчүн жазабыз. $I_1R_1 + I_3R_3 = \varepsilon_1$ (28) Андан кийин, бардык контур боюнча Кирхофтун экинчи закону төмөнкүдөй жазылат. $I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ (29)

Мындан R_1, R_2, R_3 жана $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ чоңдуктарынын белгилүү маанилеринде, электр чынжырындагы токтун күчтөрүн жогорудагы формулалардын негизинде I_1, I_2, I_3 токтун күчтөрүнүн маанилерин аныктоого болот.

Өткөргүчтөрдү туташтыруу.

Электр чынжырларын түзүүдө өткөргүчтөр удаалаш же параллель туташтырылат. Эгерде эки өткөргүч удаалаш туташтырылса:

- чынжырдагы токтун күчү бирдей мааниге ээ болот: $I = const$;
- чыңалуунун төмөндөшү чынжырдын участкаларындагы чыңалуулардын төмөндөшүнүн суммасына барабар: $U = U_1 + U_2$;
- өткөргүчтөрдөгү чыңалуунун төмөндөшү, алардын каршылыктарына түз пропорциялаш болот: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$,
- өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгы ар-бир өткөргүчтүн каршылыгынын суммасына барабар болот: $R = R_1 + R_2$ (27)

Эгерде эки өткөргүч паралелль туташтырылса:

- тармакталбаган чынжырдагы токтун күчү тармакталган чынжырдын токторунун суммасына барабар болот: $I = I_1 + I_2$
- чынжырдын паралелль туташтырылган участкаларында чыңалуунун төмөндөшү бирдей болот: $U = const$

• тармакталган чынжырдын участкасындагы токтун күчтөрү, алардын каршылыктарына тескери пропорциялаш болот: $\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$

• паралелль туташтырылган өткөргүчтөрдүн жалпы каршылыгы, тармактагы өткөргүчтөрдүн каршылыктарынын суммасына барабар болот: $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$ (28)

10-практикалык сабак

Теориялык окуу материалдарын кайталоо жана суроолор боюнчв маселелердин анализи.

11-практикалык сабак

1. Ар биринин каршылыгы 0,5 Ом болгон жана э.к.к. 1,5В эки элемент паралель бириктирилген. 1,0 Ом жана 3 Ом эки каршылык паралель бириктирилип, тышкы каршылыкты түзөт. Улаштыруулучу өткөргүчтөрдүн каршылыктары 4 Ом болсо, ар бир өткөргүчтөгү токтун күчүн тапкыла?(0,225А, 0,075А)
2. Эгерде паралель туташтырылган эки өткөргүчтү э.к.к.10,8В болгон булакка(r=0)бириктирилгенде чынжырдын тармакталбаган бөлүгүндө I_1=2,7А болот. Эгерде ошол эле өткөргүчтөр удаалаш туташтырылса I_2=0,6А болот. R_1 жана R_2 каршылыктарын тапкыла?(12 Ом, 6 Ом)
3. Катушкадагы бир катар оролгон ичке зымдын оромосуна тийбей, кантип зымдын узундугун аныктоого болот?
4. Ар биринин каршылыгы 10 Омдон болгон үч резистордон кандай туташтыруу аркылуу 15 Ом алууга болот?(экөөсн паралель, аларга үчүнчүсүн удаалаш)
5. Үч удаалаш туташтырылган элементтеринен эки паралель туташтырылган. Батарея алынган. Ар бир элеметтин э.к.к.

1,2В ички каршылыгы 0,2 Ом Алынган батареяны тышкы каршылыкка туташтырылгандагы токтун күсүн тапкыла?(2А)

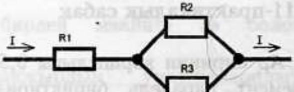
6. Жаңы Жылда балатыны 6,3В чыңалуута, 0,28А токтун күчү 126в чыңалууда кичинекей лампочкалар күйөт.Эгерде туташтыруyу чубалгыларда токтун күчү 1,4А болсо, канча лампочка тармакка удаалаш туташтырылган?(20дан удаалаш, беш паралель группага туташтырылат)

7. Ток булагынын ички каршылыгы 0,4 Ом, ал эми тышкы каршылыгы 1 Ом. Каршылыгы 0,01 Ом амперметр менен өлчөө жүргүзүлсө чынжырдагы токтун күчү кандай өзгөрөт?(0,7%га азаят)

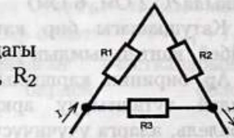
8. Ток булагынын ички каршылыгы 0,4 Ом, ал эми тышкы каршылыгы 1 Ом Каршылыгы 20 Ом болгон вольтметр менен өлчөө жүргүзүлсө, тышкы чынжырда чыңалуу кандай өзгөрөт?(1,4%га азаят)

Өз алдынча иш

1. Чиймедеги чынжырдын участкасындагы жалпы каршылыкты тапкыла? R_1 =4 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 3 Ом.(6 Ом)

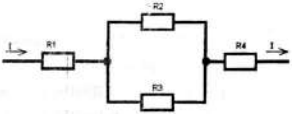


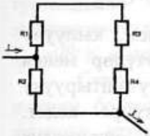
2. Төрт каршылык чиймедегидей туташтырыган. R_1 =1 Ом, R_2 = 2 Ом, R_3 = 3 Ом. R_4 =4 Ом. Жалпы каршылыкты тапкыла?(2,1 Ом)



3. Чиймедеги чынжырдын участкасындагы жалпы каршылыкты тапкыла? R_1 =2 Ом, R_2 = 3 Ом, R_3 = 5 Ом. (2,5 Ом)

4. Төрт каршылык чиймедегидей туташтырылган. R_1 =1 Ом, R_2 = 10 Ом, R_3 = 15 Ом. R_4=3 Ом. Жалпы каршылыкты тапкыла?(9 Ом)





5. Төрт каршылык чиймедегидей туташтырылган. R_1 =60 Ом, R_2 = 12 Ом, R_3 = 15 Ом. R_4 =3 Ом. Жалпы каршылыкты тапкыла?(10,4 Ом)

Лекция 9

Чыңалуунун чынжыр боюнча бөлүштүрүлүшү. Туташтыруучу чубалгыларда "техникалык жоголуу".

Ар түрдүү чынжырлар ар кандай кубаттуулуктагы электр тогун пайдалануучулардан жана ток булагы менен туташтыруучу өткөргүчтөрдөн турат. Мисалы, ар бир үйдө жаратылыш газы менен бирге, кызытуучу электр лампасы, өзгөчө электр ысыткычтары, теле жана радиолор ж.б.у.с. электр тогун пайдалануучулар токтун булагына туташтырылат. Булардын бардыгы белгилүү бир каршылыкка ээ болгондуктан, Омдун закону аткарылат. Ошол себептен, удаалаш туташтырылган ар бир электр тогун пайдалануучунун электр чынжырларынын учтарында чыңалуунун тиешелүү маанисине ээ болот. Бул чыңалуулардын суммасы, чынжырдагы электр тогун керектүүчүлөрдүн учундагы жалпы чыңалуусуна барабар болот.

Демек, чынжырдагы чыңалуунун бөлүштүрүлүшү, чынжырга удаалаш туташтырылган электр тогун пайдалануучу керектөөчүлөрдүн каршылыктарынан көз каранды болот. Мисалы, эгерде электр лампасынын каршылыгы R жана аны ток булагына туташтыруучу өткөргүчтөрдүн каршылыктары r деп эсептей турган болсок,

анда лампадагы чыңалуу $U_{ламп}$=I R, туташтыруучу өткөргүчтөрдөгү чыңалуу $U_{өтк}$ = I r болгондуктан, жалпы каршылык, лампанын каршылыгы менен туташтыруучу өткөргүчтөрдүн каршылыгынын суммасына барабар болот. U= $U_{ламп}$ + $U_{өтк}$ Мындан электр лампасындагы чыңалуу, жалпы чыңалуунун туташтыруучу өткөргүчтөрдүн чыңалуусунун айрымасына барабар экендиги келип чыгат. $U_{ламп}$ =U-$U_{өтк}$

Демек, Адамдын жашоосун толук кандуу камсыз кылуучу үчүн пайдаланылып жаткан электр тогун керектөөчүлөр менен кошо, дагы аларды ток булагы менен туташтыруучу чубалгыларына электр энергиясын сарптоого туура келет. Канчалык чубалгыларда чыңалуу көп болсо, ошончолук чыңалуунун мааниси электр лампасында аз болот. Ошондуктан, туташтыруучу чубалгыларда чыңалуунун төмөндөшүн техникалык жоголуу деп аташат. Чубалгылар боюнча өткөн токтун жана туташтыруучу өткөргүчтөрдүн(зымдардын) каршылыгы жогорулаган сайын, техникалык жоголуунун пайызы көбөйө берет.

Жогорку өткөрүмдүүлүк. Төмөнкү жана өтө жогорку температурадагы өткөрүмдүүлүк.

1908-жылы Голландиялык физик Камерлинг- Оннес лабораториясында гелийдин эң төмөнкү 4,44°К температурасында сымаптын каршылыгы 0 го чейин төмөндөй тургандыгын аныктаган. Эгерде өткөргүчтөрдүн каршылыгы нөлгө барабар болсо, электроэнергетикада техникалык жоголуулардан кутулуунун эң ыңгайлуу жолу болмок. Эң төмөнкү температурада өткөргүчтүн каршылыгы нөлгө жакын абалы жогорку өткөрүмдүүлүк деп аталат. Практикалык муктаждыктан келип чыккан өткөргүчтөрдүн мындай касиетин жогорку температурада аныктоо жолдорун жетимиш жылга жакын изилдөөлөр оң натыйжасын берген жок. Анын үстүнө компьютерлердин чоң көлөмдөгү эсте

сактоочу блокторун төмөнкү температурада кармап туруууда, баасы кымбат болгон төмөнкү температураны кармап туруучу криогендик аппараттарды колдонуута туура келет.

1986-1987-жылдары швейцариялык физиктер өтө жогорку өткөрүмдүүлүккө металдар эмес эле, курамы татаал керамикалык материалдардын критикалык температурасы 35°Кде ээ боло тургандыгы тажрыйбада далилденди. Андан кийинки эксперименталдык изилдөөлөрдөн, критикалык температурасы $T_{кр}$=98°К жаңы керамикалык материал алынды.

Суюк азоттун температурасынан(77°К), температурасы жогору болгон заттын абалы - жогорку температурадагы өтө жогорку өткөрүмдүүлүк деп аталат. 1988-жылы Tl-Ca-Ba-Cu-O элементтеринин кошулмасынын критикалык температурасы $T_{кр}$=125°К экендиги аныкталды. Мындан жогорку температурада айрым керамикалык материалдардын аралашмалары, комнаттык температурада жогорку өткөрүмдүүлүккө ээ болушун аныктай турган мезгил да алыс эмес деп айтууга болот. Мындай абалда, каршылыгы жокко эсе электрдик материалдардын пайда болушу менен, электр энергиясы дээрлик техникалык жоготууларсыз пайдалануунун жаңы мүмкүнчүлүктөрү пайда болот.

Бирок, теориялык көз караш менен караганда, азырынча жогорку температурада кандайча керамикалык материалдар өтө жогорку өткөрүмдүүлүккө ээ боло тургандыгы толук айкын боло элек.

Лекция 10

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨР

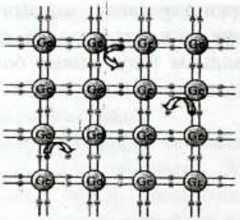
III ГЛАВА Жарым өткөргүчтөгү электр тогу.

Жарым өткөргүчтөрдүн түзүлүшү. Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү.

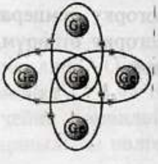
Диэлектриктердин ичинен айрым тобу (кремний, германий, селен ж.б.) белгилүү бир шарттарда өткөргүчтөргө айланып кетишет.

Бул диэлектриктер: ысытылганда, Күндүн шооласы, Рентген нурлары менен нурланткханда 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 жана германий Менделеевдин мезгилдик системасында 1V группадан орун алгандыктан, анын атомунун кошуна атомдору менен болгон байланышы коваленттик мүнөзгө ээ болот.



16-сүрөт



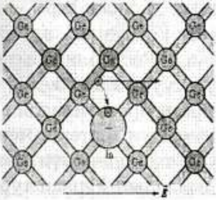
15-сүрөт

Б.а. германийдин ар бир атомунун эң тышкы орбитадагы төрт электронунун ар бири экиден атомду айланат. Натыйжада, германийдин атомунун эң тышкы орбитасында 8 электрон айланып жүрөт. Ошондуктан, германнийде электр зарядын алып жүрүүчүлөр болбойт жана ал – диэлектрик болот.

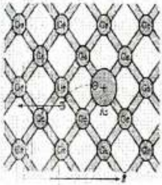
Бирок, ар кандай тышкы факторлордун таасири менен коваленттик байланыштагы электрон өз жайын таштап жарым өткөргүчтүн ичинде **эркин электронго** айланыша алат(16-сүрөт). Эгерде кремний (германий), Менделеевдин III группасындагы элементтер менен аралаштырылганда көзөнөктүк өткөрүмдүүлүккө ээ болгон өткөргүчкө айланат(17-сүрөт).

Себеби, көзөнөктүк өткөрүмдүүлүккө ээ болгон кремнийдин(германийдин) атомдорунун коваленттик байланыштарын камсыз кылууда

катышкан электрондордун саны үчөө болгондуктан, бир электрон жетпей калат. Электрондун бош жайы шарттуу түрдө **«көзөнөк»** деп аталат. Бул көзөнөктөрдү оң электр зарядын алып жүрүүчүлөр деп эсептөөгө болот. Көзөнөктүк өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон **жарым өткөргүчтөр - p – тибиндеги жарым өткөргүчтөр** деп аталат.



17-сүрөт



18-сүрөт

Эгерде, кремнийге же германийге Менделеевдин мезгилдик системасындагы V группасынын элементи болгон мышьяк белгилүү бир катышта аралаштырылса, анда германий электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болот(18-сүрөт).

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.

Мындай «эркин» электрондор электр тогун алып жүрүүчүлөр болгондуктан, кремний(германий) электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болгон өткөргүч болуп калат. Электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болгон жарым өткөргүч n – тибиндеги жарым өткөргүч деп аталат.

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

Кыргызстанда Таш-Көмүр 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, мындай заводдун иштеши менен, моруларынын бөлүнүп чыккан зыяндуу түтүндөрүнүн жана заводдун иштешинен пайда болгон чыгындылардын курчап турган чөйрөгө негативдүү таасирин азайтуу маселелери келип чыгат. Себеби, тоонун аркы кыркаларында дүйнөдөгү эң кооз, эң таза жаратылыштын флора-фауналары бар Сары-Челек коругун келечек муундар үчүн сактап калуу, аны асыроо – азыркы муундардын милдети.

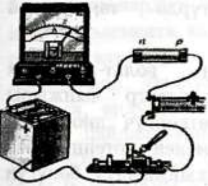
Жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгү. p-n өтүүсү.

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

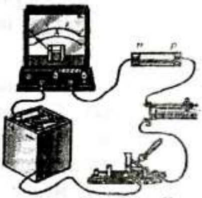
Эки түрдүү типтеги жарым өткөргүчтөрдүн бири бирине удаалаш атайын технологиялык жол менен туташтырылса р–п өтүүсү деп аталат.

р жана п жарым өткөргүчтөрүнүн кошулган жеринен токтун өтүүсүн аныктоо үчүн, төмөнкүдөй тажрыйбанын карап көрөлү. Тажрыйбада электр чынжырын р – п кошулмасына удаалаш: амперметр, ток булагы, ачкыч, реостат түзөт.

Чынжырды туюктаганда амперметрдин жебеси жылып электр чынжырында ток пайда болгондугун көрсөтөт. Ток булагынын мындай туташтырылышында р – п аркылуу токтун өтүшү – түз өтүү деп аталат(19-сүрөт). Себеби, р-п өтүүсүн р – жарым өткөргүчүндөгү көзөнөктөр, п-тибиндеги электрондор камсыздашат(21-сүрөт).



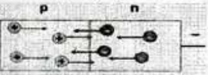
19-сүрөт



20-сүрөт

Эгерде, ток булагынын уюлу алмаштырылса амперметрдин жебеси ордунан жылбай, чынжырда аз болсо да, токтун күчү терс мааниге ээ болгондугун көрсөтөт(20-сүрөт).

Мында р жана п тибиндеги негизги электр тогун алып жүрүүчүлөр токтун пайда болушуна катыша алышпайт. Амперметрдеги аз бирок терс маанидеги токтун күчүнүн бар экендиги, р жана п тибиндеги жарым өткөргүчтөрдүн чегинен ток өтүп жаткандыгын далилдейт. Демек, мындай абалда, каяктандыр электр тогун алып жүрүүчүлөр пайда болот. Анын себеби, токтун өтүшүн негизги эмес токту негизги эмес токту алып жүрүүчүлөр пайда кылат, б.а. аз концентрациядагы р- тибиндеги жарым өткөргүчтөрдөгү көзөнөктөр жана п-тибиндеги электрондор,



21-сүрөт

чек ара аркылуу өткөндүктөрү менен түшүндүрүлөт. p – n аркылуу токтун өтүшү - тескери өтүү(20-сүрөт) деп аталат.

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

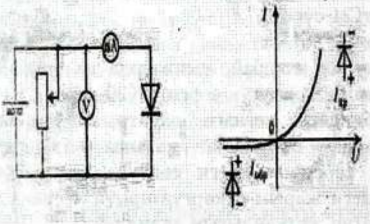
Лекция 11

p-n өтүүсү. Жарым өткөргүчтүк диод. Транзистор. Транзистордук күчөткүч.

Бир жактуу өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтүк прибор - жарым өткөрүчтүк диод деп аталат. Жарым өткөргүчтүк диод шарттуу түрдө төмөнкүдөй

белгиленет.

Жарым өткөргүчтүк диоддун вольт-ампердик мүнөздөмөсүн аныктоо үчүн, төмөнкүдөй электр чынжыры чогултулат. Электр чынжырында: жарым өткөргүч диод, ток булагына амперметр удаалаш, вольтметр менен потенциометр паралелль туташтырылат. Потенциометрдин кыймылдуу бөлүгүн жылдыруу менен вольтметр аркылуу чыңалуунун маанисинин көбөйүшү көзөмөлдөнүп турулат(22-сүрөт).



22-сүрөт

Мында чыңалуунун мааниси көбөйгөн сайын, токтун маанисинин кескин жогорулагандыгын аныктоого болот. Эмне үчүн?

Жогоруда белгилегендей, диоддун түз өтүү касиетке ээ болушунун себеби, эки түрдөгү жарым өткөргүчтүн кошулган жери аркылуу, негизги токту алып жүрүүчүлөрдүн өтүшү менен түшүндүрүлөт. Ток булагынын полярдуулугу алмаштырылганда, жарым өткөргүч диод аркылуу, чыңалуунун чоң маанилеринде, токтун күчү анчалык көп эмес мааниге ээ болот. Мындай токтун пайда болушуна негизги токту алып жүрүүчүлөр катышпай

жаткандыгы айкын. Анда токту кандай заряддалган бөлүкчөлөр пайда кылышат? Токтун мындай мааниси негизги эмес заряддык бөлүкчөлөрдөн пайда болот. Мында p тибиндеги жарым өткөргүчтөрдө аз концентрацияда болсо да электрондор, ал эми n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдө көзөнөктөр болот. Мына ушул негизги эмес токту алып жүрүүчүлөр жарым өткөргүч диоддо тескери өтүүнү пайда кылышат.

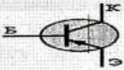
Жарым өткөргүчтүк диод азыркы радиоэлектрондук аппаратуралардын бардык түрлөрүндө азыктандыруучу блогунун негизги элементи катарында пайдаланылат. Анын себеби, бардык радиоэлектрондук аппаратураларда(телевизор, радио, магнитофон, уюлдук телефон ж.б.) турактуу ток пайдаланылат. Ал эми, өндүрүштө, адамдын турмуш тиричилигинде өзгөрүлмө ток пайдаланылып келүүдө. Ошондуктан ар бир радиоаппаратурада өзгөрүлмө токту турактуу токко айландыруучу блок болот. Аны азыкдандыруучу блок(блок питания)деп атоого болот.

Демек, бир жактык өткөрүмдүүлүк касиетине ээ болгон жарым өткөргүчтүн кошулмасы – жарым өткөргүчтүү диод деп аталат.

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

Транзистор.

Транзистор деген сөз, англис тилинин: transfer – өзгөртүп түзүүчү, resistor - каршылык деген эки сөзүнөн келип чыккан. Транзистор жарым өткөргүчтүк триод болуп эсептелет. Анткени, транзистордун курамы эки n-тибиндеги(эмиттер, коллектор) жарым өткөргүчтөрдүн ортосуна бир p-тибиндеги жарым өткөргүчтүн жука



23-сүрөт

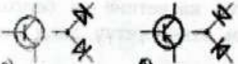
катмарынан(база) жайланыштырылат. Мындай транзистор n-p-n тибиндеги транзистор(23-сүрөт) деп аталат.

Эгерде эки p-тибинин ортосуна(эмиттер, коллектор) бир n-тибиндеги жарым өткөргүчтүн жука катмарынан(база) турса, транзисторлор p-n-p тибиндеги транзистор(24-сүрөт) деп аталат.

24-сүрөт

Транзистордун эки түрүндө тең үч электроду болот: коллектор, база эмиттер. Шарттуу түрдө n-p-n транзистор-унда жебе эмиттерден базага багытталса, p-n-p транзисторунда жебе базадан эмиттерге багытталган.

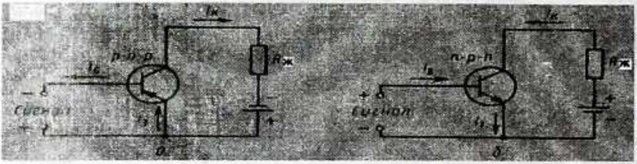
Чындыгында, транзисторду эки диоддун бириккен системасы деп кароого болот. Мисалы, p-n-p транзисторун эки диоддун оң уюлу бириккен абалы катарында каралса, n-p-n транзисторун эки диоддун терс уюлунун бириккен абалы катары кароого болот(25-сүрөт). Транзисторлор өзгөрүлмө электрдик сигналдарды күчөткүч жана ачкыч режиминде иштейт:



а) б)

25-сүрөт

Күчөтүүчү режимде n–p–n же p-n-p



26-сүрөт

тразисторлорунун базасына өзгөрүлмө электрдик сигнал

берилет. Күчөтүлгөн электрдик сигнал транзистордун коллекторунан алынат. Транзистордун аз маанидеги өзгөрүлмө сигналы кандайча күчөтүлөт? Адатта, ток күчүнүн чоң мааниси эмиттерден базага, андан коллекторго өтөт. Мисалы, транзистор n-p-n тибинде болсо, эмиттерден көзөнөктөрдүн тобу базага өтөт(26-сүрөт.а.). Базанын катмары жука болгондуктан көзөнөктөрдүн бир аз бөлүгү электрондор менен рекомбинацияланышат. Көзөнөктөрдүн көпчүлүгү коллекторго өтүп кетишет. Бирок, коллекторго өткөн көзөнөктөрдүн жалпы саны базага берилген чыңалуунун маанисине жараша болот. Эгерде базага өзгөрүлмө сигнал берилсе, коллекторго өткөн көзөнөктердүн саны да өзгөрөт.

Демек, транзистордун электрдик сигналды күчөтүүчү касиети – бул аз маанидеги базага берилүүчү өзгөрүлмө электр сигналынын мүнөзүнө жараша чоң маанидеги коллектордогу токту алууга болот. Мында эки типтеги транзисторлордун ток булагына ар башкача туташтырылат. Мисалы n-p-n да эмиттер ток булагынын оң уюлуна туташтырылса, p–n-p да терс уюлуна туташтырылат.

Эки типтеги транзистордо өзгөрүлмө электрдик сигналды күчөтүү үчүн транзистордун базасына берилет. Транзистордо сигнал 30 – 50 эсе күчөтүлүп коллектордон алынат. Андан кийин, аз кубатуулуктагы динамикке($R_н$) берилип, андан күчөтүлгөн электрдик сигнал үн катары угулат(26-сүрөт). Бирок, пайдалуу сигналдарды кандайча күчөтүлө тургандыгы ачык байкалышы үчүн, берилген сүрөттө транзисторлордун жөнөкөйтүлгөн принципиалдык схемасы берилди. Ал эми реалдык күчөткүчтөрдө базага, эмиттерге, коллекторго тиешелүү чыңалууларды камсыз кылуучу резисторлор менен камсыз кылууга туура келет. Анын үстүнө, сигнал базага конденсатор аркылуу берилет. Мындай шарттарда транзистордук күчөткүч өзгөрүлмө сигналдарды күчөтүүгө даяр болот.

Лабораториялык иш 3.

p-n-өтүүсүн үйрөнүү. Жарым өткөргүч диоддордун ишин текшерүү(Д2Е, Д9Е, Д226А, Д7А)

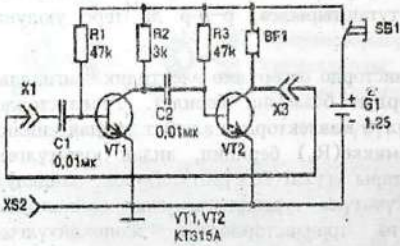
Лекция 12.

Эки каскаддык төмөнкү жыштыктагы күчөткүч.

Транзистордук генератор. Ачкыч режиминдеги генератор.

Эки каскад төмөнкү жыштыктын принципиалдык схемасынын мисалында, төмөнкү жыштыктагы сигнал кандайча күчөтүлө тургандыгын карап көрөлү.

Ар-бир транзистордун сигналдарды күчөтүү режимине жетишүү үчүн эмиттерди, базаны, коллекторду керектүү чыңалуу менен камсыздай турган резисторлор жана конденсаторлор, транзистор менен бирге каскад деп аташат.



27-сүрөт

Мисалы, пайдалуу сигналдар C_1 аркылуу биринчи транзистордун базасына берилет. Күчөтүлгөн сигнал коллекторунда пайда болот. Андан C_2 конденсатору аркылуу экинчи транзистордун базасына берилет. R_1 резистору(47кОм) биринчи транзистордун базасына жана R_2(3кОм) резистору коллекторуна керектүү чыңалууну камсыздайт(27-сүрөт). Ошондой эле экинчи транзистордун базасына R_3(47кОм) резистору жана анын коллектордук жүктөмү катары телефон(BF_1) туташтырылган. Мисалы, микрофондон C_1 27-сүрөт конденсаторуна берилген аз чыңалуудагы (200мВ) пайдалуу

сигналдын чыңалуусу, ток булагынын чыңалуусуна чейин жогорулагандыктан, телефондон керектүү болгон бу

лактын(микрофондун) күчөтүлгөн үнү угулат.

Мындай эки каскаддык төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтү үн генератору катары да пайдаланса болот. Мисалы, эки каскаддык төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтүн кирүүсү менен чыгуусун бириктиргенде, ал төмөнкү жыштыктагы генераторго айланат(27-сүрөт). Адатта, мындай түрдөгү генератор-мультивибратор деп аталат. Мисалы, эгерде эки каскаддан турган төмөнкү жыштыктагы күчөткүчтү сүрөттөгүдөй туташтырылса, VT_2 транзисторунун чыгуусу, VT_1 транзисторунун кирүүсү менен C_1 конденсатору менен байланышта болуп калат.

Мындай абалда, алардын ортосунда оң байланыш пайда болуп, күчөткүч өзүн - өзү дүүлүктүрөт, б.а. күчөткүч үн жыштыгындагы генераторго айланат жана телефондон төмөнкү жыштыктагы үн угулат.

Мультивибратор кандай принципте иштейт? мультивибратордун эки транзистору аркылуу ток эмиттерден(-) коллекторго өтүшү керек болот. Бирок, базада оң чыңалуу пайда болгондо гана коллектордук ток пайда болот. Транзистордун ключ режимде иштөөсү базадагы чыңалуунун өзгөрүшү менен байланыштуу болот. Мультивибратордун V_1 транзисторунун базасын R_1 резистору жана анын коллекторун R_2 резистору аркылуу ток булагы менен туташтырылып, алар керектүү чыңалуу менен камсыз болот. Мультивибратор ток булагына туташтырылышы менен бир эле учурда, R_1 жана R_2 резисторлору аркылуу, алардын базаларына терс чыңалуулар берилгендиктен, мультивибратордун ийиндери ачылат.

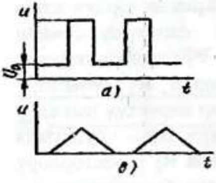
Себеби, транзистордын ачылышы менен анын коллекторундагы терс чыңалуунун мааниси нөлгө барабар болуп, коллектордук токтон конденсатор заряддалат. Мисалы, бир эле учурда V_2 транзисторунун коллекторунда токтун пайда болушу менен, анда чыңалуу нөлгө барабар болуп, байланыш конденсатору C_1 заряддалса, V_1 транзисторунун коллектору

аркылуу C_2 конденсатору заряддалат. Конденсаторлордун базага байланышкан обкладкасы терс заряддалышы, базаларда чыңалуунун терс маанилери улам жогорулашына алып келгендиктен, транзисторлор ачылышат. Өз кезегинде, экинчи транзистордун базасында терс чыңалуунун азайышынан экинчи транзистор жабылат. Мындай процесс эки транзистордо тең жүрөт. Транзисторлордун мындай абалы туруксуз болот.

Натыйжада, биринчи транзистор ачык болсо, экинчиси жабык болот же тетирисинче болот. Транзисторлордун алмак - салмак иштөөлөрүнөн телефондон тынымсыз үн угулуп турат. Азыркы автономдуу бардык радиотехникалык транзистордук микроэлектроникалык аппараттардын иштеши транзистордук же микросхемадагы импульстук генераторлорго негизделген.

Ачкыч режиминде иштөөчү транзистор.

Ачкыч режиминде иштөөчү транзистордун базасына ар-кандай формадагы импульс берилет. Мында транзистордун базасына импульстук сигналдар:төрт бурчтук, үч бурчтук, трапеция, экспоненциалдык, түрүндө берилет(28-сүрөт). Мисалы p-n-p тибиндеги транзистордун базасына оң импульс берилсе, анда транзистордун коллекторунда чыңалуунун мааниси азаят. Базага берилүүчү импульстук сигнал токтогондо, коллектордогу чыңалуунун



28-сүрөт

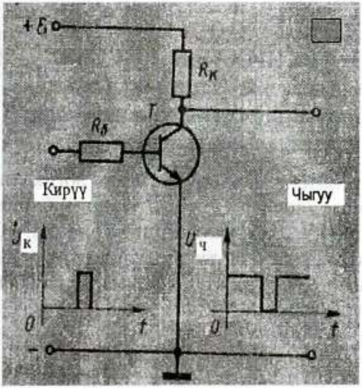
мааниси кайра ток булагынын чыңалуусуна барабар болуп калат.

Демек, оң импульстук сигнал базада болсо, транзистор ачылып, андан ток коллекторго жетет. Коллектордогу чыңалуу азаят. Эгерде базада сигнал жок болсо, коллектордогу чыңалуунун мааниси ток булагынын чыңалуусуна чейин жогорулайт. Мында:

• оң импульс төрт бурчтук же П тамгасына окшош болуп көрүнгөнү менен, чындыгында, анын тике бөлүгү, көз ирмем ичиндеги импульстун нөл маанисин көрсөтөт(28-сүрөт.а.);

• импульстун горизонталдык бөлүгү - оң чыңалуусу кыска убакыт ичинде базага берилип жана көз ирмем ичинде минималдуу мааниге ээ болуп, процесс кайра кайталанат(28-сүрөт.а.);

• трапеция түрүндөгү сигналдын мааниси адегенде жогорулап, анын максималдуу мааниси бир нече көз ирмемден кийин нөлгө чейин төмөндөйт. Дагы бир нече көз ирмемден кийин процесс кайталанат(28-сүрөт.б.);



29-сүрөт

• үч бурчтук түрүндөгү сигнал сызыктуу түрдө чыңалуусу улам көбөйүү менен, андан кийин ошол эле убакытта азайып, нөлгө чейин төмөндөп, бир нече көз ирмемден кийин процесс кайталанат(28-сүрөт.в.);

• экспоненциалдык(логарифмалык) сигналдын максималдуу мааниси адегенде, көз ирмемде базага берилет. Андан кийин, анын мааниси акырындык менен

нөлгө чейин төмөндөйт. Дагы бир нече көз ирмемден кийин процесс кайталанат(28-сүрөт.г.).

Мындай режимде иштөөчү транзистор электрдик сигналды күчөтпөйт. Болгону транзисторго берилген оң импульстук сигналды, тышкы формасы боюнча ошондой, бирок, карама-каршы фазадагы сигналга айландырат. Мисалы, 29-сүрөттөгү транзистордун базасына оң чыңалуудагы импульс, коллектордо терс чыңалуудагы импульска айланган. Мындай транзистордун режими инвертордук(оодаруучу) режим деп аталат. Ал - логикалык НЕ элементинин негизин түзөт жана электрондук автоматика аппаратураларында колдонулат.

Лабораториялык иш 4.

Биполярдык транзисторду үйрөнүү.(МП37, КТ315, КТ814, КТ817)

Лекция 13

САНАРИПТИК ТЕХНИКА

IV ГЛАВА САНАРИПТИК ТЕХНИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

Логикалык алгебранын негиздери. Эсептөөнүн экилик системасы. Логикалык функциялар жана логикалык элементтер. НЕ логикалык элементи.

Санариптик техниканын математикалык негизин логикалык алгебра түзөт. Логикалык алгебра эсептөөнүн экилик системасында жүргүзүлөт. Мында, ар кандай информация «0» менен «1»дин ар түрдүү комбинациясынан турат. Мисалы,
Ондук эсептөө системасында: 0 болсо, экилик системасында 0000,

1----0001, 6-----0110

2----0010, 7-----0111

3----0011, 8-----1000

4----0100, 9-----1001

5----0101

маанилерине ээ болот. Мисалы, алты разряддык(орундуу) экилик системасында 101101 саны берилсин дейли. Ар бир сандын негизи эки болуп, алардын даража көрсөткүчү алтыдан бирге кем болуп, бештен башталат жана алардын натыйжалары кошулат. $1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 4 + 1 = 45$

Кошуу эрежеси

1. $A+1=1$

Мында: А «0» го да «1»ге да барабар боло алат.

2. $A+0=A$

Мында: А «0»го жана «1»ге барабар боло алат.

3. $A+A=A$
4. $A+\overline{A}=1$

Мында: кирүүдөгү А сигналы менен анын инверстик маанисинин суммасы бирге барабар.

Көбөйтүүнүн эрежеси

1. $A \cdot 1=1$:
2. $A \cdot 0=0$:
3. $A \cdot A=A$
4. $A \cdot \overline{A} = 0$

Кошуунун жана көбөйтүү эрежесинин биринчи туюнтмасы келип чыгат.

$A+AB=A$, мында: А жана В «0»го жана «1» ге ээ боло алат.

Экинчиси: $A(A+B)=A$; $A+AB=A$

Үчүнчүсү: $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ жана $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

Аргументтердин суммасын тануу бул – аргументтердин көбөйтүндүсүн танууга барабар же аргументтердин

көбөйтүндүсүн тануу-бул аргументтердин суммасын тануууга барабар.

Функциянын өзү жана көз карандысыз чоңдуктары 0 жана 1 гана маанилерге ээ болсо, **логикалык функция** деп аталат. $f(y) = (x_1 x_2, \ldots, x_n)$

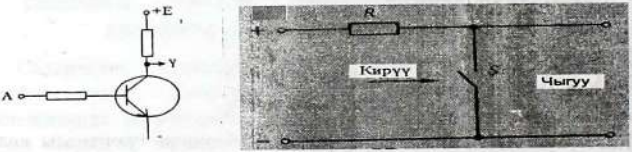
Мында $x_1 x_2, \ldots, x_n$ дин ордуна A, B, C тамгалары, y тин ордуна Y пайдаланылат.

Жөнөкөй логикалык операцияларды аткара ала турган электрондук схемалар **логикалык элементтер** деп аталат. Ар кандай кыйындыктагы математикалык операциялардын аткарылышы, үч элементардык логикалык операциялардын аткарылышына негизделет:

1. Логикалык тануу- НЕ – операциясы;
2. Логикалык көбөйтүү-И – операциясы;
3. Логикалык кошуу – ИЛИ - операциясы.

Тигил же бул математикалык маселелерди чыгарууда, жогорудагы белгиленген операцияларды паралель же удаалаш туташтыруу аркылуу жетишүүгө болот.

1. Логикалык элемент НЕ - транзистордун ачкыч абалында

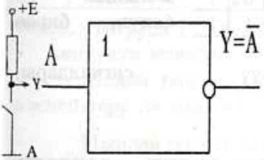


30-сүрөт

иштөө принцибине негизделген. Транзистордун ачкыч схемасы электрдик сигналдарды коммутациялоодо(ток булагына кошууда же ажыратууда) эки абалда болот. Эгерде транзистор- дун базасына оң чыңалуу берилсе, коллектордук ток пайда болуп, (чыгууда) чыңалуу нөл

болгондуктан, чынжыр ажыратылат. Эгерде транзистордун базасына терс маанидеги сигнал берилсе, коллекторадо чыңалуу пайда болот, ачкыч чынжырды ток булагына кошот.

НЕ логикалык элементинин эквиваленттик схемасында S ачкычы катары саналат(30-сүрөт). Бирок, чынжырды туюктоочу же ажыратуучу жөнөкөй ачкыч эмес болгондуктан, кирүү сигналы инверсияланат. Мында, ачкыч туюкталганда чыгууда чыңалуунун мааниси нөл болуп,



A	Y
0	1
1	0

31-сүрөт

ажыратылганда ток булагынын маанисине барабар болуп калат. Ошондуктан НЕ – транзистордук ачкычы логикалык алгебрада инвертор оодаруучу) деп аталат. Себеби, НЕ- кирүү сигналын тануу, б.а. инверсия операциясы жүрөт. Мындай операциянын натыйжасында A логикалык чоңдугун $\bar{A}$ чоңдугуна инверсияланат. Мында, A=1 болсо, $\bar{A}$=0 болот, A=0 болсо, $\bar{A}$=1 болот.

НЕ логикалык элементи шартуу белгиси катары төрт бурчтук алынып, кирүү сол жагы, чыгуу оң жагында тегерекче катары көрсөтүлөт(31-сүрөт). Мында: A-кирүү сигналы, Y-чыгуу сигналы.

НЕ логикалык элементинде аткарылуучу операция таблица түрүндө берилет. Таблицадан, эгерде A да сигнал нөл болсо, Y дө 1 жана A да 1 болсо, Y дө нөл боло тургандыгы көрүнүп турат.

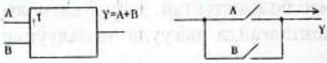
Лабораториялык иш 5.

Электрондук ачкычтын иштөө принцибин үйрөнүү.

Лекция 14

ИЛИ жана И логикалык элементтери.

2. **ИЛИ** элементи логикалык кошуучу функциясын аткарат. ИЛИ логикалык элементинин шарттуу белгиси катары төрт бурчтук алынып, анын сол жагында кирүүсү экөө(А жанаВ) жана чыгуусу оң жагында болуп, бирөө болот(32-сүрөт).



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

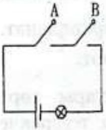
32-сүрөт

Мында:А жана В-кирүү сигналдары, Y-чыгуу сигналы

ИЛИ логикалык элементинин эквиваленттик электрдик схемасында эки паралелль туташтыргыч катары түшүнүлөт.

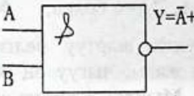
ИЛИ логикалык элементинде аткарылуучу логикалык функция таблицада берилет(32-сүрөт).

Таблицадан, эгерде Ада же Вда, б.а. экөөсүнүн биринде 1 болсо, анда Чыгууда сөзсүз логикалык бир пайда боло тургандыгы көрүнүп турат.



33-сүрөт

3. **И** элементи логикалык көбөйтүү функциясын аткарат. Y=A·B



И элементи шарттуу түрдө төрт бурчтук түрүндө көрсөтүлүп, эки кирүүсү(А,В), чыгуусу бирөө(Y) болуп, ал тегерекче түрүн-дө көрсөтүлөт жана англисче тамгасы болот. Инин чыгуусу Y=A+B (33-сүрөт) деп белгиленет. Мында: А жана В-кирүү сигналдары, Y- чыгуу сигналы. И элементи электрдик чынжырында аткарган физикалык аналогу берилген. Мында, логикалык көбөйтүү электрдик

чынжырдын ачкычтары удаалаш туташтырылган абалдарына туура келет(34-сүрөт).

И логикалык элементинде таблицадан көрүнүп тургандай, эгерде:

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- кирүүнүн экөөсүндө тең 0 болсо, чыгууда да 0 болот;
- кирүүнүн биринде 0, экинчисинде 1 болсо, чыгууда 1 болот;
- кирүүнүн биринде 1, экинчисинде 0 болсо, чыгууда 1 болот;
- кирүүнүн экөөсүндө тең 1 болсо, чыгууда да 1 болот.

Андан тышкары, кошмо И-НЕ жана ИЛИ-НЕ логикалык элементтери да колдонулат.

Мындай операцияларды реализациялоочу логикалык схемалар эки бөлүктөн турат. Схеманын биринчи бөлүгү логикалык кошуу же көбөйтүү операцияларын аткарса, экинчи бөлүгү инвертор болуп саналат.

Лабораториялык иш 6.

ИЛИ логикалык элементинин иштөө принцибин үйрөнүү.

Лабораториялык иш 7.

И логикалык элементин иштөө принцибин үйрөнүү.

Лекция 15

Санариптик микроэлектрониканын физикалык негиздери

Санариптик микроэлектроника триггерлердин иштөө принцибине негизделген.

Триггер – импульстук сигналдын таасиринде гана эки же андан көп транзистордон турган эки туруктуу режимде(1, 0) иштөөчү электрондук генератор. Тышкы сигнал жок болсо, триггер «иштебейт».

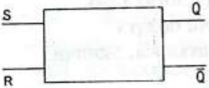
Триггер - адегенде, транзисторлор, конденсаторлор, резисторлордон турган электрондук схеманын негизинде чогултулуп, алар ээлеген көлөмдөрү салыштырмалуу чоң болгондуктан, алар эң аз көлөмгө жана тиешелүү түрдө пайдаланган электр энергиясын пайдаланууну кескин азайта алган санариптик микроэлектрониканын негизин түзөт.

Анткени, логикалык алгебранын, б.а. экилик системасына, триггердин иштөө режими ылайыктуу деп табылды.

Триггердин иштөөсүн, анын блок-схемасында карап көрөлү.

Блок схемада триггердин ички түзүлүшү, анын элементтеинин ички байланышы каралбайт.

Болгону, триггердин аткарган функциясы гана каралат.



Ошондуктан, триггердин блок схемасында эки кирүүсү(S жана R), эки чыгуусу(Q жана $\overline{Q}$) бар төрт бурчтук катары каралат(34-сүрөт).

34-сүрөт

Триггердин кирүүлөрүндөгү жана чыгууларындагы абалдарын таблица түрүндө чагылдырууга болот.

Таблица 2

Импульстук сигналга чейин				Импульстук сигналдан кийин	
Мурдагы информация		Жазылуучу информация		Натыйжасы	
Чыгуулары		Кирүүлөрү		Чыгуулары	
Q	$\overline{Q}$	S	R	Q	$\overline{Q}$

0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0

Таблицадан көрүнүп тургандай, Анын чыгуусунун биринде($\overline{Q}$) логикалык бир болсо, экинчи чыгуусунда(Q) логикалык нөл абалында болот. Эгерде тышкы импульстук сигнал R ге берилсе, триггердин алгачкы эки абалы өзгөрүлбөйт. Эгерде тышкы импульс Ske берилсе, анда Q да логикалык бир, $\overline{Q}$ да логикалык нөл пайда болот. Эгерде тышкы импульс кайрадан Ske берилсе, триггердин чыгууларындагы абалы өзгөрбөйт.

Мында логикалык «1» информацияны сактап калуу жолу деп түшүнүлөт. Ошондуктан триггердин чыгуусундагы логикалык бир мааниси, кандайдыр сандык же тамгалык информацияны эсинде сактап калган көлөмү бир Бит деп эсептелинет.

Мындай бир триггердик түйүнү бир Бит информацияны сактап калат. Триггерлер сактап калган информациянын көлөмү: Байт(1Байт=8Бит), килоБайт, мегаБайт жана гигаБайт менен өлчөнөт.

Азыркы микроэлектрониканын өнүгүшүндө кремнийдин микрондук өлчөмгө ээ болгон көлөмдөгү кристаллында атайын жол менен(фотолитография) миңдеген триггердик түйүндөрдү жайланыштыруу мүмкүнчүлүктөрү пайда болгондуктан, мындай схемалар **интегралдык схемалар** деп аталып калды. Мында, микро деп аталышынын себеби, кристаллдын сызыктуу өлчөмү микрон (микрометр) менен өлчөнүлүнөт. Интегралдык деп аталышынын себеби, бир кристаллдын ичинде бирдей

функцияны аткарган бири-биринен көз карандысыз иштеген бир нече триггерлер болот. Схема деп аталышынын себеби, кремний же германий кристаллдардын ичиндеги резисторлор, конденсаторлор, транзисторлор, диоддордун ички байланышы камсыздалган.

Ошондуктан, интегралдык схема(ИС) - кремний кристаллында орнотулган резистор, транзисторлор курамдары миңдеген триггер катарында топтоштуруган электрдик схема деп айтууга болот. Мисалы, азыркы микроэлектрониканын өнүгүүсүнүн натыйжасында, электрондук сааттардын ичинде 30-35мм^2 аянтка жарым өткөргүчтүк монокристаллдарда 600-1500 транзисторлор жайланыштырылган болот.

Микросхемалар өздөрүнүн аткарган кызматтары боюнча, аналогдук жана логикалык (же санариптик) болуп экиге бөлүнөт.

Аналогдук микросхемалар электрдик сигналдарды күчөтүү, генерациялоо, өзгөртүү үчүн колдонулуп, радио, магнитофондордо, телевизорлордо пайдаланылат.
Логикалык микросхема санариптик электрондук эсептөө машиналарында, автоматика жана телебашкаруу системаларында, санариптик микроэлектроникага негизделген эсептөөчү приборлордо колдонулат. Алардын саны миллиондон ашкан чоң интегралдык схемалардагы(ЧИС) жана өтө чоң интегралдык схемалардагы(ӨЧИС) триггерлердин системалары жана функционалдык системалар азыркы санариптик техниканын физикалык негизин түзөт.

Суроолор.

1. Электростатикалык талаа
2. Электр талаасынын чыңалышынын физикалык маңзы
3. Электр талаасынын чыңалышынын күч сызыктары.

4. Электр талаасынын зарядды которуштуруу боюнча аткарган жумушу.

5.Электр талаасынын потенциалы жана потенциалдардын айрымасы.

6. Полярдык жана полярдык эмес диэлектриктер.

7. Заттын диэлектриктик өткөрүмдүүлүгү.

8. Пьезоэффкт. Анын түрлөрү.

9. Электр сыйымдуулугу

10. Конденсатор. Жалпак конденсатордун сыйымдуулугу.

11. Электр энергиясынын тыгыздыгы.

12. Металлдардын электр өткөрүмдүүлүгү боюнча Стюарт-Толмендин тажрыйбасынан кандай кортундуга келүүгө болот?

13. Токтун күчү. Чыңалуу.

14. Өткөргүчтөрдүн каршылыгы жана өткөргүчтүн салыштырмалуу каршылгы

15. Чынжырдын участкасы үчүн Омдун закону жана Омдун дифференциалдык закону.

16. Э.к.к. жана туюк чынжыр үчүн Омдун закону.

17. Киргофтун биринчи законун жана экинчи закону. Өткөргүчтөрү удаалаш жана паралелль туташтыруу.

18. Электр тогунун жумушу жана Джоуль-Ленцтин закону.

19. Электр кубаттуулугу жана электр чубалгылардагы "техникалык жоголуулар".

20. Жогорку өткөрүмдүүлүк жана жогорку температурадагы өтө жогорку өткөрүмдүүлүк.

21. Өткөргүчтөр жана диэлектриктер. Жарым өткөргүчтөр.

22. Жарым өткөргүч электрондук өткөрүмдүүлүгү жана көзөнөктүк өткөрүмдүүлүлүгү. Көзөнөкчөлөр кандайча электр тогун алып жүрөт?

23. Кыргызстанда жарым өткөргүч заводунун курулушунун кандай оң жана терс жактары бар?

23. p–тибиндеги жарым өткөрүчтөр жана n-тибиндеги жарым өткөргүчтөр.

24. p-n- өтүүсүнүн касиети жана жарым өткөргүчтүк диод.

25. Транзистор. жана p-n-p транзисторунун, n-p-n транзисторлорунун түзүлүшү.
25. Транзистордун өзгөрүлмө сигналды күчөтүү жана ачкыч режимдери
26. Транзистордук генератор жана мультивибратор.
27. Триггер жана анын иштөө принциби.

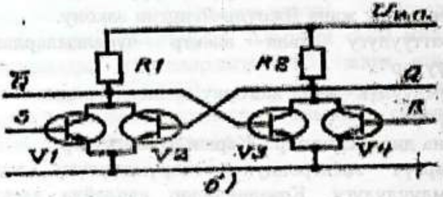
28. Логикалык функция логикалык кошуу жана көбөйтүү. 29. НЕ жана ИЛИ логикалык элементтери

30. И логикалык элементи.

Лекция 16

Триггердин принципиалдык схемасы. Базалык элементтер И-НЕ жана ИЛИ-НЕ базалык элементтери аркылуу НЕ, И, ИЛИ логикалык операцияларды аткарылышы.

35-сүрөттө симметриялык триггердин схемасы берилген. Триггер V_2 транзисторунан жана V_3 транзисторунан турат. V_1 жана V_4 транзисторлору триггерди башкаруучу



35-сүрөт

жардамчы функцияны аткарышат да, дайыма «жабык» абалында болушат. Эки каскаддын ортосундагы байланышы V_2 транзисторунун базасы V_3 транзисторунун коллектору менен, анын базасы V_2 нин коллектору менен оң болгондуктан, транзистордук генератордун бир түрү саналат. Триггердин чыгуусунун бири түз чыгуу деп аталып,

Q(англисче quit- таштап кетүү) тамгасы менен белгиленет. Экинчиси –инверстик чыгуу деп аталып $\overline{Q}$ тамгасы менен белгиленет. Эгерде Q=1, $\overline{Q}$ = 0 болсо, триггер бирдик абалында, Q=0, $\overline{Q}$ = 1 болсо, триггер нөл абалында болот.

· Эгерде триггер бирдик абалында болсо(V_1дин базасы) Кирүүсү – S-(англисче set- установка), а нөлдүк абалы(V_2)нин базасы – R(reset- возврат) деп аталышат. Эгерде V_1 дин же V_4 түн базасына кыска оң импульс берилсе, тиешелүү коллектордун чыңалуусунун төмөндөшүнө алып келип, триггердин абалынын өзгөрүшүнө алып келет.

Триггердин мындай эки абалын информацияны эсте сактап калуу максатында пайдаланууга болот. Мисалы, ал үчүн, эгерде триггердин V_1 транзисторунун коллекторундагы чыңалуу 0,34В чыңалуунан көп болсо логикалык бир(1), 0,34В чыңалуудан аз болсо логикалык 0(нөл) деп эсептелинет. Триггердин V_1 транзисторунун коллекторунда логикалык нөл(0) болсо, тышкы сигнал базага берилгенден кийин, коллектордо логикалык бир (1) пайда болот.

И-НЕ жана ИЛИ-НЕ элементтери инвертор-транзистордук ачкычтын, ИЛИ жана И элементтердин операцияларын аткара алат.

Мисалы, И-НЕ логикалык элементинде:

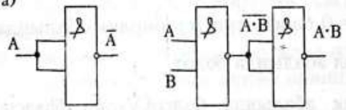
- кирүүнүн биринчиси экинчисине бириктирилсе, инверторго;

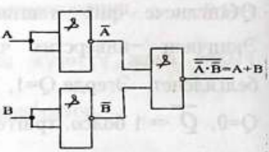
- анын чыгуусу инвертордун ролун аткарган экинчисине туташтырыса, И логикалык элементке;

анын экөөсү инвертордун кызматын аткарып, үчүнчүсүнүн кирүүсү менен туташтырылса, ИЛИ логикалык элементке;

айланышат.

а)





36-сүрөт

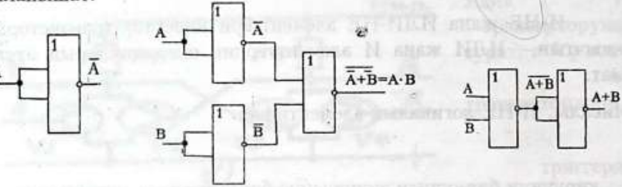
Инвертор И логикалык элементи ИЛИ логикалык элементи

ИЛИ-НЕ логикалык элементинде:

- эки кирүүсү туташтырылса, инверторго;
- анын эки элементи инвертор болсо, чыгуулары бир элементтин кирүүсүнө туташтырыса, И логикалык элементке;
- анын биринчисинин чыгуусу, инвертор болгон экинчисинин кирүүсү менен туташтырылса, ИЛИ логикалык элементине;

айланышат.

б)

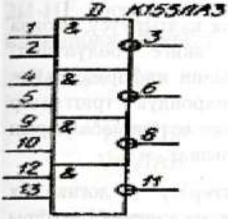


37-сүрөт

инвертор И логикалык элементи ИЛИ логикалык элементи

Демек, аталган логикалык элементтердин жардамы менен ар кандай түрдөгү санариптик түзүлүштөрдү чогултса болот. Мисалы, өндүрүштө пайдаланган прикладдык

багыттагы К155ЛА3 санариптик интералдык микросхемасы(38-сүрөт) бири-биринен көз

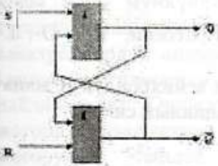


38-сүрөт

карандысыз, 38-сүрөт ички байланышы жок төрт И-НЕ логикалык элементтеринен турат жана бир корпустун ичинде болот. Бирок, жогорулардан айрымаланып, Кирүүсүнүн саны 2И-НЕ деп белгиленет. Мында биринчисинин кирүүсү 1,2, чыгуусу 3, экинчисинин кирүүсү 4,5, чыгуусу 6, үчүнчүсүнүн кирүүсү 9,10, чыгуусу 8, төртүнчүсүнүн кирүүсү 12,13, чыгуусунун 11 болот.

Триггерлердин түрлөрү(кошумча окуу үчүн)

Азыркы микроэлектрониканын өнүгүү деңгээлинде триггерлер миросхемаларда топтолот. Триггерди эки ИЛИ-НЕ логикалык элементтеринен конструкциялаcа болот. Ал үчүн, биринчи ИЛИ-НЕ нин чыгуусун(Q), экинчисинин кирүүсүнө(S), экинчисин чыгуусун($\overline{Q}$) биринчисинин кирүүсүнө туташтыруу керек болот(38-сүрөт). Мындай триггердин эки туруктуу абалдарын(Q=0 жана $\overline{Q}$=1) тышкы импульстук сигналдардын таасиринде(S же R), анын биринчи туруктуу абалы экинчи абалына өзгөртсө болот Q=1, $\overline{Q}$=0). Тышкы импульстук



38-сүрөт

сигнал информациялык жана синхрондоштуруучу болуп бөлүнөт. Информациялык сигналдар триггердин туруктуу абалын өзгөртөт(«0», «1»).

Синхрондоштуруууучу импульстук сигналдар триггердин информациялык сигналдын аткаруусуна уруксат берет.

Триггерлер информацияны жазып эсте калтыруусу боюнча асинхрондук жана синхрондук болуп экиге бөлүнүшөт: асинхрондук триггерлер өздөрүнүн абалдарынин информациялык сигнал берилери менен өзгөртүшөт. Синхрондук триггерлер синхрондоштуруучу сигналдардын таасиринде өзүнүн абалдарын мнформациялык сигналдар менен өзгөртө алышат.

Интегралдык схематехникада тригггерлер логикалык элементтерде же толук кандуу фунционалдык элемент катары аткарылат. Функционалдык белгилери боюнча триггерлер RS-, D-, T-, JK-типте болушат.

1. Асинхрондук **RS-триггер**, **И-НЕ** логикалык элементинде аткарылат.
2. **D-триггер** кармап туруучу(задержки) триггер, бир гана информациялык Кийирүүгө ээ болот. Бул триггер бир тактка чейин сигналды, б.а. импульстук сигнал келгенге чейин Чыгуусунда кармап турат.
3. **T- триггер** бир информациялык Кирүүгө ээ болот. Эсептөөчү триггер катары өзүнүн абалын информациялык сигнал келери менен өзгөртөт.
4. **JK- триггер** универсалдык триггер саналат. Себеби, RS-, D-, T-триггерлерге айландырса болот.

JK- триггерде тактылык сигнал Сга жана эки асинхрондук R жана Ske берилгенде гана, J жана K эки информациялык сигнал триггерге берилет.

Азыркы мезгилде интегралдык схеманын курамында D- жана JK- триггерлери кошо конструкцияланат. Ошондуктан, аларды тышкы коммутациясын пайдалануу менен T- триггерге айландырса болот.

Лабораториялык иш 8.

2И-НЕ логикалык интегралдык элементинин иштөө принцибин үйрөнүү.

Лекция 17

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮ ӨНДҮРҮҮ
V ГЛАВА КЫРГЫЗСТАНДА ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮ ӨНДҮРҮҮ

Таш-Көмүр жарым өткоргүч заводунда поликремнийди өндүрүү технологиясы

1990-жылдары азыркы Жалал-Абад областынын Таш-Көмүр шаарынын жанында Союздук масштабдагы жарым өткөргүч заводу курула баштаган. Завод толук кубатына киргенге чейин, Союз ыдырап, анын курамындагы мамлекеттердин көпчүлүгү менен кошо Кыргызстан көз каранды эмес шериктештик өлкөсүнүн түзүп калды. Андан бери завод акырындап ар кандай себептер менен поликремнийди өндүрүп чыгаруусу бирде токтоп, бирде кайра иштегени менен, келечекте Кыргызстандын экономикалык күчтүү мамлекеттердин катарына кошо алуу мүмкүнчүлүгү бар өндүрүштөрдүн бирине айлана тургандыгына шек жок. Себеби, дүйнөлүк масштабда азыркы электрондордук аппараттардын, компьютердик техниканынын ар кандай түрлөрүндө негизги материал катары кремний пайдаланалат. Ошондуктан дүйнөлүк масштабда кремнийдин эң жогорку тазалыктагы кремнийдин өндүрүлүп чыгышына талап жогору. Мындай заводдо поликристаллдык жана монокристаллдык кремниийлер өндүрүлүп чыгарылат. Таш-Көмүр заводунун мисалында поликремнийди өндүрүү технологиясын карап көрөлү.

Өндүрүштө поликристалдык кремнийди 1500°C да көмүртек менен кремнеземди (SiO_2) қалыбына келтирүү химиялык реакциясы аркылуу алынат. Адегенде кремнеземдин ири бөлүктөрүн атайын цехте порошок түрүнө

жеткизе майдалашат. Андан ары алар фракцияларга ажыратылат. Химиялык реакция үчүн кремнеземдун 0,1-1,6мм бөлүкчөлөрү пайдаланылат. Мында негизинен 75% кремнеземдин 0,1-1,0мм бөлүкчөлөрү түзөт. Кремнийди калыбына келтирүү реакциясында кремнезем менен көмүртектин кошулууларынан кремний жана көмүр кычкыл газы пайда болот. $SiO_2+C=Si+CO_2$

Мындай түрдөгү кремнийдин курамында темир, алюминий, жана башка аралашмалар 2-3%га жетип калат. Башка заттардын мындай пайыздык катышы бар кремний өндүрүштө пайдаланууга жараксыз болот. Ошондуктан, бөтөн аралашмалардан физико-химиялык жана химиялык методдор менен тазалоо үчүн, адегенде, кремнийди атайын кошулма түрүнө келтиришет. Бул кошулма трихлорсилан болуп саналат. Трихлорсиландын химиялык формуласы $SiHCl_3$. Анын молекуласы - кремнийдин жана суутектин бир атомдорунан, хлордун үч атомунан турат. Трихлорсилан түссүз же саргыч түстөгү суюк абалда болуп, уулуу заттарга кирет. Трихлорсиландын буулары адамдын дем алуу органына, көзүнө, оозго, мурунга зыяндуу тааасир берүү менен, териге көпкө чейин айыкпаган жараларды пайда кылат. Мындай технологиялык процесске катышкан кызматкерлерден коопсуздук эрежелеринин негизинде эмгектенүүлөрү талап кылынат. Поликремнийдин өндүрүү процесси төмөнкүдөй операцияларды камтыйт:

- майдалоо жана кристаллдык кремнийди классификациялоо;
- хлордуу суутекти синтездөө;
- трихлорсиланды өндүрүү;
- трихлорсиланды синтездөө(трихлорсиландын конденсатын алуу);
- ректификациялоо;
- өндүрүштө пайда болгон чыгындыларды утилизациялоо;
- технологиялык газдардан санитардык тазалоо;
- заводдун технологиялык процессинин натыйжасын экологиялык талапка ылайыкташтыруу.

Хлордуу суутекти синтездөө жана трихлорсиланды өндүрүү.

Трихлорсиланды өндүрүү үчүн, адегенде, заводдун бир цехинде газ абалындагы хлор менен суутектин түздөн-төз синтездөө менен хлордук суутек алынат $H_2+Cl_2=2HCl+44$ккал.

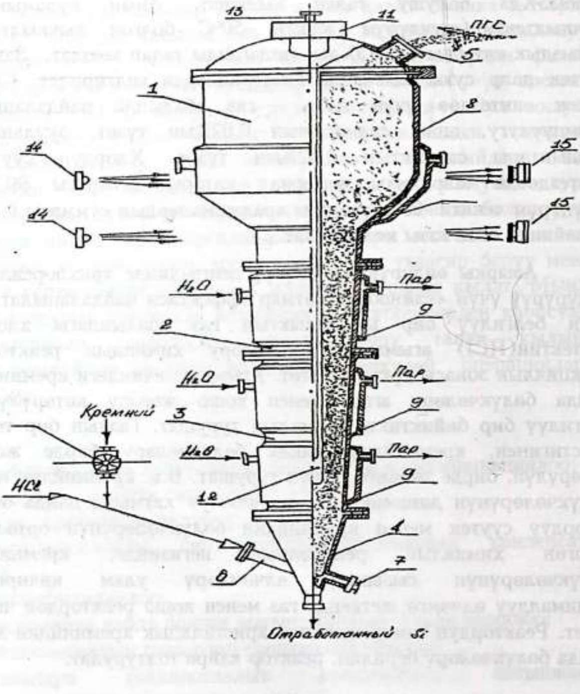
Хлордуу суутекти алуу үчүн суутектин тазалык даражасы 99,9955%да болушу талап кылынат. Анын курамындагы кычкылтектин(шүүдүрүм чекити -50°C болгон кычкылтектие пайыздык катышы 0,0015%дан ашпаганды талап коюлат. Заводко суутек даяр суюк абалынде цистерналарда келтирилет. Суутек менен синтездөө үчүн хлор - газ абалында пайдаланылат. Нымдуулугу, анын салмагынын 0.02%ын түзөт, бууланбаган калдыктары салмактын 0,02%ын түзөт. Хлордук суутекти синтездөөдө жардамчы материал катары тазалыгы 99,994% шүүдүрүм чекити -63°C, андагы аралашмалардын суммасы 0,005% га чейинки озон газы колдонулат.

Азыркы өндүрүштүн өнүгүү деңгээлинде трихлорсиланды өндүрүүү үчүн «кайноочу» катмар эффектиси пайдаланылат. Ал үчүн белгилүү бир ылдамдыктын газ абалындагы хлордуу суутектин(HCl) агымы тике жогору химиялык реактордун реакциялык зонасы аркылуу өтөт. Агымдын ичиндеги кремнийдин майда бөлүкчөлөрү агым менен кошо жогору көтөрүлүшүп, белгилүү бир бийиктикте кармалып турушат. Газдын бир тектүү эместигинен, кремнийдин майда бөлүкчөлөрү бирде жогору көтөрүлүп, бирде төмөнгө түшүп турушат. Б.а. кремнийдин майда бөлүкчөлөрүнүн динамикалык «кайноочу» катмары пайда болот. Хлордуу суутек менен кремнийдин бөлүкчөлөрүнүн ортосунда жүргөн химиялык реакциянын негизинде, кремнийдин бөлүкчөлөрүнүн сызыктуу өлчөмдөрү улам кичирейип, минималдуу өлчөмгө жеткенде газ менен кошо реактордон чыгып кетет. Реактордун төмөн жагынан кристаллдык кремнийдин жаңы майда бөлүкчөлөрү берилип, реактор кайра толтурулат.

Лекция 18.

Трихлорсиланды синтездөө.

Тетра($SiHCl_4$) жана трихлорсиландын($SiHCl_3$) курамындагы конденсатта турган трихлорсилан тынымсыз иштөөчү реактордо алынат. Реактордо



40-сүрөт

Трихлорсиланды алуучу реактор:

1-реактордун корпусу; 2- реактордун жогорку капкагы;

3-реактордун төмөнкү капкагы; 4-реактордун конусу; 5-реактордон БГА алып чыгуучу тетикче; 6-реакторго HCl аралашмасын берүүчү тетикче; 7-тоскуч тетикче; 8- реактордун кеңейткичи; 9-реактордун суу менен муздатылуучу сырткы кёйнөкчөсү; 10-кремнийди ⍰л⍰ш⍰ менен берүүчү жабдык; 11-ысыткычтарды жөнгө салуучу жабдык; 12-реактордун ысыткычтары; 13-вертикалдык термопаранын көйнөкчөсү; 14-изотоптук нурданткыч; 15-радиоактивдщщ нурдануунун кабыл алгычы.

«кайнаган катмарда» майдаланган кристаллдык кремнийди гидрохлордоштуруу методу менен алынат. Натыйжада, кремний менен хлордуу суутектин өз ара аракеттенишүүлөрүндө негизги гидрохлордоштуруу реакциясынын натыйжасында трихлорсилан пайда болот. $Si + 3HCl = SiHCl_3 + H_2$ + 51,2ккал Мындай реакция жылуулук бөлүнүп чыгуу менен коштолот(экзотермикалык реакция).

Бирок, трихлорсиландын пайда болушу менен кошо кошумча реакциялар жүрүп: дихлорсилан($SiHCl_2$), тетрахлорсилан($SiCl_4$) жана гексахлорсилан($SiCl_6$) пайда болот. Мисалы, алардын пайда болушунда төмөнкүдөй химиялык реакциялар жүрөт:

$Si + 2HCl = SiH_2Cl_2$+40 ккал,

$Si + 4HCl = SiCl_4 + 2H_2$ + 61,86ккал, $Si + 6HCl = SiCl_6 + 3H_2$ + 65ккал

Мындай химиялык реакциялардын жүрүшү белгилүү бир жылуулук санын бөлүп чыгаруу менен коштолгондуктан экзотермикалык реакция деп аталат. Химиялык реакциялардан бөлүнүп чыккан жылуулук саны атайын

жылуулук кабыл алгычтар аркылуу алып кетишет. Химиялык реакцияларда трихлорсандын түрлөрү менен кошо аралашмалардын хлориддери пайда болот: темир, алюминий, кальций. Трихлорсиландын максималдуу чыгуусун камсыз кылуу үчүн гидрохлордоштуруу реакциясы 290-350°Cта жүрөт. Реактордон бөлүнүп чыккан **буу менен газдын аралашмасынын(БГА)** курамында трихлорсилан, кошумча дагы дихлорсилан, тетрахлорсилан, алардын аралашмалары, пайдаланылбай калган хлордуу суутек, катуу жана газ абалындагы полисиланхлориддер, кремнийдин чаңдары болот. Андан ары БГАнын курамындагы керексиз катуу майда бөлүкчөлөрдү жана чаңдарды кармап калуучу системага берилет. Бул системада бөлүнүп алынган бөлүкчөлөрдүн өзүнөн-өзү от алып кетүү же абадагы кычкылтек менен химиялык реакцияга кирип жарылып кетүү коркунучу бар.

Чамасы, гидролиз процессинде пайда болгон полихлориддердин кошулмалары сүрүлүүдөн же бири-бирине урунуулардын же аз-аздан температуранын жогорулашынан жарылып кетүү ыктымалдуулугу болот. Керексиз заттардан жана чаңдардан тазалангандан кийин калган БГА конденсациялануучу системага берилет. Андан кийин трихлорсилан жана тетрахлорсилан ректификация аркылуу бөлүнүп алынат.

Ректификация жана поликремнийди өндүрүүнүн технологиясы

Ректификация – бир тектүү эмес заттардан турган аралашмалардан, керектүү затты буулантуу жана конденсациялоо аркылуу бөлүп алуунун, тазалоонун бир нече жолу кайталанган процесси. Мисалы, ректификациянын жөнөкөй түрүн(перегонка) пайдаланып, жашылча-жемиштерден даярдалган ачыткыдан спиртти бөлүп алууга болот. Ачыткы-суу менен спирттин

аралашмасы. Мындай эки компоненттүү суюктук бир калыпта ысытылат. Спирттин кайноо температурасы 80°С, температурада жүрөт. Атайын камерада(конденсат) суунуку-100°С болгондуктан, адегенде спирт бууланат, аны менен кошо суу бууланат. Себеби, буулануу процесси ар кандай муздатылганда, спирттин буулары конденсацияланат. Анын натыйжасында, курамында пайыздык катышы жогору болгон спирт алынат.

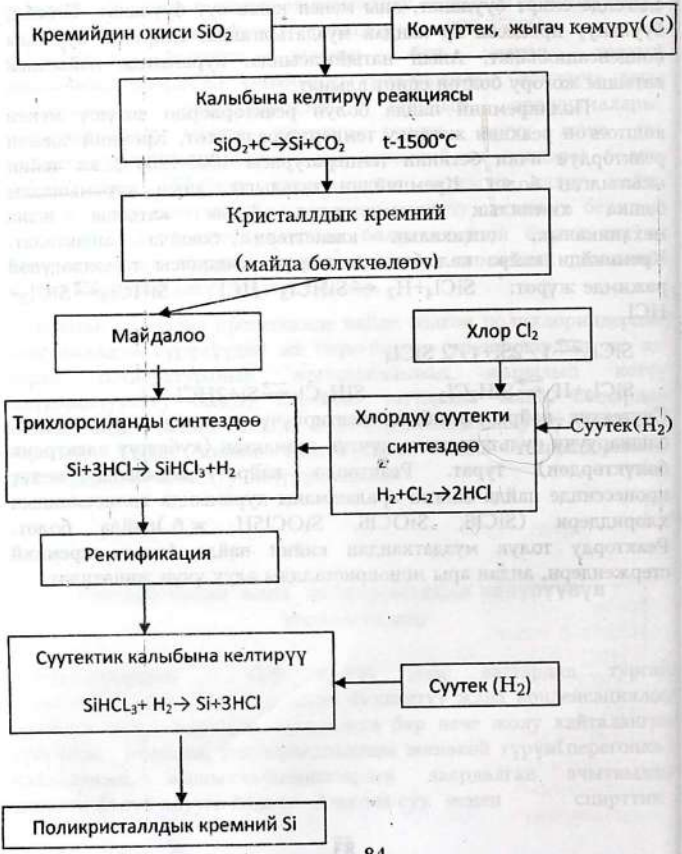
Поликремний пайда болуп реакторлордо чөгүшү менен коштолгон реакция жогорку температурада өтөт. Кремний чөккөн реактордун ички бетинин температурасы 1000-1200°С ка чейин ысытылган болот. Кремнийдин тазалыгы, анын курамындагы башка химиялык элементтердин %дык катышы жана механикалык, оптикалык касиеттери боюнча аныкталат. Кремнийди кайра калыбына келтирүү реакциясы төмөндөгүдөй режимде жүрөт: $SiCl_4+H_2 \rightleftarrows SiHCl_3+HCl$ $SiHCl_3 \rightleftarrows SiCl_2+HCl$

$SiCl_2 \rightleftarrows 1/2Si+1/2\,SiCl_4$

$SiCl_2+H_2 \rightleftarrows SiH_2Cl_2$ $SiH_2Cl_2 \rightleftarrows Si+2HCl$

Суутектик кайра калыбына келтирүүчү установка: реактордон, башкаруучу пульттан жана күчтүк тармактан (кубаттуу электрдик бөлүктөрдөн) турат. Реактордо кайра калыбына келүү процессинде пайда болгон аралашманы курамында полисиландын хлориддери (SiCl6, SiOCl6, SiOCl5H ж.б.)пайда болот. Реакторду толук муздаткандан кийин пайда болгон кремний стерженддери, андан ары монокристаллды алуу үчүн жөнөтүлөт.

Таш-Көмүр жарым өткөргүч заводунда поликремнийди өндүрүүнүн технологиялык схемасы:



19 Лекция

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

VI ГЛАВА ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ТАЛАА

Магнит талаасы. Био-Савар-Лапласстын закону жана Максвеллдин теңдемеси.

Тажрыйбада ачылган Био-Савар-Лапласстын законунан $B = \dfrac{\mu\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot R}$ (32), берилген чекиттеги магнит талаасынын индукциясы токтун күчүнө түз, тогу бар өткөргүчтөн, берилген чекитке чейин аралыкка тескери пропорциялаш экендиги келип чыгат.

Мында: В-магниттик индукция, І-токтун күчү, R-берилген чекиттен өткөргүчкө чейинки аралык, μ чөйрөнүн магниттик өткөрүмдүүлүгү μ_0 - вакуумдун магниттик өткөрүмдүүлүгү.

Чамасы, Англиялык физик Д. К. Максвелл бул теңдемени төмөнкүдөй жазып алып $\dfrac{2\pi R \cdot B}{\mu\mu_0} = I$ магниттик индукциянын ордуна $\dfrac{B}{\mu\mu_0} = H$ деп жазып, Н-магнит талаасынын чыңалышы деп атап, жана $2\pi R = \ell$ менен алмаштырылганда, Био-Савар-Лапласстын закону төмөнкүдөй түргө келген. $H \cdot \ell = I$,(33) $I = I_{өт} + I_{ж}$(29)

Мында: Н – магнит талаасынын чыңалышы, ℓ - айлананын узундугу, $I_{ж}$- жалпы токтун күчү, $I_{өт}$- өткөргүчтөгү токтун күчү, $I_{ж}$ - жылышуу тогунун күчү, $H \cdot \ell$ - өткөргүчтү бойлото багытталган магнит талаасынын чыңалышы.

Демек, магнит талаасы Магниттик индукциядан башка дагы магнит талаасынын чыңалышы аттуу чоңдук менен мүнөздөлөт.

Мындан(33) Д.К. Максвелл өткөргүчтөгү токтун күчү гана эмес, диэлектриктердин поляризациясы процессинде пайда болгон жылышуу тогу, өткөргүчтү бойлото багытталган магнит талаасынын чыңалышынын пайда болушуна алып келет деп эсептеген. $H \cdot \ell = I_{өт} + I_{ж}$

Демек, тогу бар өткөргүчтү бойлото пайда болгон магнит талаасынын чыңалышы өткөргүчтүчтөгү токтун күчүнө жана жылышуу тогунун күчүнө түз проопорциялаш болот.

Төмөндө бул теңдеме, далилдөөсүз дифференциалдык түрүндө Максвеллдин теңдемеси катары берилет. Теңдеменин дифференциалдык түрдө берилишинин себеби, магнит талаасынын мейкиндикте кандай мүнөздө бөлүштүрүлө тургандыгын дифференциалдык туюнтма аркылуу гана аныктоого болот.

Ошондуктан Максвеллдин теңдемеси - **Максвеллдин дифференциалдык теңдемеси** деп аталып калды.

$$\text{rot}H = j_{өт} + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (30)$$

Жалпы түрдө, мейкиндикти курчап турган куюн сыяктуу магнит талаасы ротор(rotor) деп түшүнүлөт, ал эми куюн сыяктуу магниттик чыңалышы rotH деп белгиленет, D-электрдик жылышуу, $\frac{\partial D}{\partial t}$- убакыттын өтүшү менен электр талаасынын өзгөрүшү же электрдик жылышуунун өзгөрүү ылдамдыгы, $j_{өт}$- өткөргүчтөгү токтун күчүнүн тыгыздыгы.

Жогорудагы Максвеллдин дифференциалдык теңдемесин чечмелегенде, бир гана тогу бар өткөргүчтөн тышкары, мейкиндиктеги ар кандай өзгөрүлмө электр талаасы да, куюн сымал магнит талаасынын чыңалышын пайда кылат деген эң маанилүү корутундуга келип чыгат.

Электромагниттик индукция кубулушу боюнча Максвеллдин теңдемеси.

Д.К. Максвелл электромагниттик индукция законун анализдеп, М. Фарадей тажрыйбада аныктаган бул кубулуштун физикалык маңызын математиканын атайын бөлүмүндөгү формулалар менен теориялык жактан чечмелей алган. Чындыгында, эмне үчүн, кандайча өзгөрүлмө магнит талаасы туюк контурда индукциялык токту пайда кылат?

Бир жагынан, өткөргүчтүн ичинде электр талаасы болгондо гана, электр тогу пайда болот. Ал эми электр талаасы электр тогунан пайда болот. Туюк контурда электр энергиясынын булагысыз индукциялык электр тогу пайда болуп жатпайбы! Экинчи жагынан, магнит талаасы тогу бар өткөргүчкө аракет эткендиги, анын кыймылдуу зарядка аракет этишинин натыйжасы деп каралат. Ошондуктан, Д.К Максвелл тарабынан электр талаасынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн мүнөзүн куюн сыяктуу электр талаасы, тагырак айтканда, куюн сыяктуу электр талаасынын чыңалышы мүнөздөйт деп табылып, аны математикалык түрдө роторЕ(rotE) деп белгиленген.

Ал эми, өзгөрүлмө магнит талаасы, магниттик индукциянын өзгөрүү ылдамдыгы менен мүнөздөлүп, математикалык түрдө магниттик индукциянын өзгөрүшүнүн убакытка болгон катышынын жеке туундусу ($\frac{\partial B}{\partial t}$) катары чагылдырылат.

Жогорудагылардын негизинде, далилдөөсүз электромагниттик индукциянын законунун дифференциалдык теңдемеси төмөнкүдөй берилет.

$rotE = -\frac{\partial B}{\partial t}$ (31) Мында: $\frac{\partial B}{\partial t}$ - магниттик индукциянын

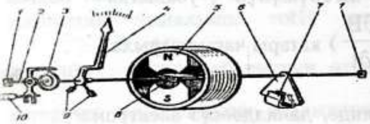
өзгөрүшүнүн убакытка болгон катышынын жеке туундусу катары берилишинин себеби, анын мааниси мейкиндиктин ар бир чекитинде ар түрдүү мааниге ээ болушу менен түшүндүрүлөт. Минус (−) белгиси Ленцтин эрежесин аныктайт. Бул формуладан, өзгөрүлмө магнит талаасы, б.а. магнитик индукциянын өзгөрүү ылдамдыгы, мейкиндикте куюн сыяктуу электр талаасын пайда кылат деп айтууга болот.

Демек, чындыгында, электромагниттик индукция кубулушунун маңызы төмөнкүдөй: адегенде өзгөрүлмө магнит талаасынан($\frac{\partial B}{\partial t}$) туюк өткөргүчтүн ичинде куюн сыяктуу электр талаасы(rotE) пайда болот. Натыйжада, туюк өткөргүчтө индукциялык ток пайда болот.

Фуконун тогу.

Эгерде трансформатордун өзөкчөсү үчүн туташ, бир тектүү туюк болот материалын алып, анын биринчи оромосун өзгөрүлмө электр тогунун булагына туташтырылса, анда болот өзөкчө ысый баштайт. Эмне үчүн? Анын себеби, биринчи оромодон пайда болгон куюн сымал магнит талаасы, болот өзөкчөдө туюк мүнөздөгү индукциялык токту пайда кылат.

Аны Фуконун тогу деп айтышат. Индукциялык ток өз кезегинде Джоуль-Ленцтин законунун негизинде, жылуулуктун бөлүнүп чыгуусуна себебчи болуу менен, электр энергиясынын техникалык жоголуусун пайда кылат.



41-сүрөт

Фуконун тогу:

индукциялык мештерде металлдарды эритүү үчүн пайдаланылат. Ал үчүн, Трансформатордун

экинчи оромосунун ордуна калыпка салынган металдардын күкүмдөрү салыныат. Фуконун тогунун таасири менен металлдар эрип, керектүү калыпка куюлат;

- электрдик өлчөөчү приборлор менен электрдик чоңдуктарды өлчөөдө, алардын жебесин көпкө чейин төрмелүүсүн тык токтотуу үчүн, окко туташ алюминийдин тилкеси(6) жайланыштырылат. Ал турактуу магниттин ичинде болот(7). Натыйжада, жебенин кыймылы менен кошо кыймылга келген алюминийдин тилкесиндеги Фуконун тогу пайда кылган кошумча магнит талаасы,
жебенин кыймылын токтотот(41-сүрөт);
- Электр эсептегичтерде, электр энергиясынын пайдалангын эсептөөчү механизминин сандык көрсөткүчтөрү туташ тегерек дисктин айлануу санынына жараша болот.
- Өз кезегинде алюминий дисктин айланышы, электр энергиясын пайдалануу деңгээлин аныктоочу магнит талаасы алюминий дискин кесип өтөт.

Натыйжада, дискте Фуконун тогу пайда болуп, анын түзгөн магнит талаасы менен тышкы магнит талаасынын жалпы таасиринде, алюминий диск айлана баштайт.
Бирок Фуконун тогу дайыма эле пайдалуу жагы боло бербейт. Ал электр энергиясын аралыкка берүүдө пайдаланган трансформаторлордо техникалык жоголуулардын себебчиси болуп калат.

Практикалык иш.13.

1. 600А ток өтүп жаткан зымдын огунан 10см аралыктагы магнит индукциясын тапкыла?($1,2\cdot10^{-3}$Тл)
2. Абадагы өткөргүчтөн 50А ток өтсө, 1м аралыктагы талаанын индукциясын тапкыла?(10^{-3}Тл)
3. Абадагы түз зымдын огунан 10см аралыктагы магниттик индукция 10^{-6}Тл болсо, зымдагы токтун күчүн аныктагыла?(2А)
4. Абадагы зымдан 250мА ток өтсө, кандай аралыкта магнитик индукция 10^{-6}Тл болот?(5см)

5. Өз ара эки параллель өткөргүчтөрдүн ортосундагы аралык20см. Алардын биринен 5А ток өтсө, экинчисинен 2,5А ток өтсө, эки зымдын ортосмундагы чекиттеги магнитик индукцияны тапкыла?($0{,}5\cdot10^{-5}$Тл)
6. Аянты 60см2 контурдагы магнитик агым 0,3мВб болсо, контурдун ичиндег магнитик индукцияны тапкыла?(50мТл)
7. Узундугу 50см өткөргүчтөгү ток 12А, магнитик индукциясы 2,6Тл болсо, токтун күчү менен магнитик индукциянын ортосундагы бурчту тапкла?(30°)
8. Магнитик индукциясы 0,Тл магнинит талаасына перпендикуляр багытта 10Мм/с ылдамдыктагы протонго кандай күчү аракет этет?(0,32пН)

Өз алдынча иш.

1. Эгерде 0,1м узундуктагы өткөргүчтө ток 50А болсо,10мТл болгон магнитик индукция кандай күч менен аракет этет?(50мН) Багыттары перпендикуляр.
2. Абада эки зымдуу чубалгы боюнча 5А ток өтөт. Аралыгы 40см болгон чубалгылардын узундук бирдигине таасир эткен күчтү тапкыла?($1{,}3\cdot10^{-5}$Н/м)
3. Бир тектүү магнит талаасында узундугу 0,6м жана 10А ток өтүүчү өткөогүчтүн түрдүү абалдарында ага таасир эткен күчтүн эң чоң жана эң кичине маанилерин тапкыла?(0, 9Н)
4.Магниттик индукциясы 0,1Тл болгон магнит иалаасына вакуумда электрон $3\cdot10^{6}$м/с ылдамдык менен кыймылдайт. Эгерде электрондун магнитик индукциянын багыттары өз ара перпендикуляр болсо, электронго кандай күч таасир этет?($4{,}8\cdot10^{-14}$ Н)
5. Магнитик индукциясы 4мТл бир тектүү магнит талаасында электрон кыймылдайт. Электрондун айлануу мезгилин тапкыла?($T=\dfrac{2\pi\cdot m}{e\cdot B}=8{,}9нс$)

Практикалык иш 14.

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

2. Индуктивдүүлүгү 95мГн болгон катушканын энергиясы 0,19Дж болсо, катушкадагы токтун күчүн аныктагыла?(20А)

3. Туюк контурду кесип өтүүчү магнит агымы 0,3с ичинде 0,006Вб ге өзгөрдү. Магниттик агымдын өзгөрүш ылдамдыгын, индукциянын э.к.к. аныктагыла?(0,2Вб/с, 02с),

4. 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?(0,5с, 5А)

5. 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? (0,49с)

6. Эгерде катушканын индуктивдүүлүгү 68мГн, 0,012с ичинде 3,8А ток жок болсо. индукциялык э.к..к.үн аныктагыла?(22В)

7. Эгерде катушкадагы ток 6,2А, магнит талаасынын энергиясы 0,32Дж болсо, анын индуктивдүүлүгүн аныктагыла?(17мГн)

8. ТУ-104 самолетунун канаттарынын узундугу 36,5м, 900м/с ылдамдык менен учканда, анын канаттарынын учтарына пайда болгон индукциясын тапкылла? Жердин магниттик индукция векторун $5 \cdot 10^{-5}$ Тл деп алгыла.

Өз алдынча иш

1.Эгерде ток 5Аден 10Аге чейин өзгөргөндө өззнчө индукциянын э.к.к. 20В болсо, катушканын индуктивдүүлүгүн тапкыла?(0,4Гн)

2.. Каршылыгы 5 Ом болгон катушкада17А ток өтөт. Эгерде анда токтун күчү биа калыпта1000А/с ылдамдыкта ток ессее, катушуканын учтарында чыңалунун маанисин тапкыла?(135В)
3. Индуктивдүүлүгү 0,4Гн электромагниттин оромолорунда 0,02с убакытта ток 5Аге чейин өзгөрсө, кандай э.к.к.к пайда болот?(100В)
4. Эгерде 0,25с ичинде 2А токтун өзнөрүшүндө 20В өзүнчө индукциянын э.кк. сын пайда кылса, өткөргүчтүн индукктивдүүлүгүн тапкыла?(2,5Гн)
5. Эгерде индуктивдүүлүгүт 3,5Гн өзүнчө индукциянын э.к.к. 105В пайда болсо, реленин оромосунда токтун күчүнүн өзгөрүү ылдамдыгын тапкыла?(30А/с)

Лекция 20

ЗАТТАРДЫН МАГНИТТЕЛИШИ
VII ГЛАВА ЗАТТАРДЫН МАГНИТТИК КАСИЕТТЕРИ.
Магнетиктердин классификациясы.

Зат атомдордон турат. Ар бир атомдо электрондор ядронун тегерегинде жана өзүнүн огунда айланышат. Кыймылдагы ар-бир заряддалган бөлүкчө, өзүнүн айланасында магнит талаасын пайда кылат. Ошондуктан, атомдун орбитасындагы айланып жүргөн электрондорунан жана электрондор өзүнүн огунда айлангандыктан кошумча магнит талаасы пайда болот. Бул магнит талаалары биригишип атомдун ички суммардык магнит талаасын магнит талаасын түзүшөт.

Мына ушул себептен заттын ар бир атомун элемантардык турактуу магнит деп эсептөөгө болот. Бирок, заттар бири-биринен орбитадагы жана эркин электрондордун сандары боюнча айрымаланышат.

Эгерде тигил же бул зат тышкы магнит талаасына жайланыштырылса эмне болот? Мындай абалда ар бир заттын атомдорунун өздүк магнит талаасы менен тышкы магнит талаасынын өз ара магнитик аракеттенишүү процесси жүрөт.

Эгерде тышкы магнит талаасында заттар магниттелишсе, алар магнетиктер деп аталат. Тышкы магнит талаасында заттардын магнит талаасынын өзгөрүү мүнөзүнө жараша: парамагнетик, диамагнетик, ферромагнетик болуп бөлүнүшөт.

Адегенде магнит талаасын жана тышкы магнит талаасындагы заттын магниттик касиеттерин мүнөздөөчү чоңдуктардын физикалык маңызын карап көрөлү. Алар эки чоңдук менен мүнөздөлөт. $B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$

Мында: B - заттын магниттик индукциясы. Ал заттын магниттелишинин маанисин аныктайт. H - тышкы магнит талаасынын чыңалышы, μ - чөйрөнүн(заттын) магниттик өткөрүмдүүлүгү, μ_0 - вакуумдун магниттик өткөрүмдүүлүгү.

$$\mu_0 = 1{,}33 \cdot 10^{-6}\ Гн/м$$

Заттар магниттик өткөрүмдүүлүгүнүн мааниси боюнча бири биринен айрымаланышат. Эгерде:

- тышкы магнит талаасында өздөрүнүн магнит талаасын түзүп, тышкы магнит талаасын анчалык көп эмес маанисине чейин чоңойткон заттар **парамагнетиктер** деп аталат Мисалы, парамагнетик болгон платинада-тышкы магнит талаасы 1, 00036 эсе көбөйөт. Ошондуктан парамагнетиктерде магниттик өткөрүмдүүлүгү бирге барабар же андан чоң болот($\mu \geq 1$). Парамагнетиктерге; кычкылтек ,азоттун окиси, щелочтор,ж.б. кирет тышкы магнит талаасын, өздүк магнит талаасынын эсебинен азайткан заттар- диамагнетиктер деп аталат. Мисалы, висмутта – тышкы магнит талаасы 0,999824 эсеге азаят.
- Тышкы магнит талаасын өзүнүн магнит талаасы менен анчалык көп эмес мааниде азайткан заттар **диамагнетиктер** деп аталат.

Ошондуктан диамагнетиктерде магниттик өткөрүмдүүлүгү бирге барабар же андан кичине болот($\mu \leq 1$). Диамагнетиктерге инерттик газдар(гелий, аргон ж.б.), металлдар(алтын, цинк, жез, сымап, күмүш) суу, айнек, мрамор жана көптөгөн органикалык аралашмалар кирет;

- магниттик өткөрүмдүүлүгү бирден жүздөгөн, миңдеген эсе чоң $\mu >> 1$ болсо, заттар ферромагнетиктер деп аталышат. Ферромагнетиктерге анчалык көп эмес кристаллдык телолор - металлдар (темир, кобальт, никель) жана айрым куймалар кирет.

Парамагнетизм жана Диамагнетизм.

Парамагнетиктер. Парамагнитизмдин жаратылышы, анын атомдорундагы ядронун тегерегинде айланган электрондордун түзгөн магнит талаалары менен түшүндүрүлөт. Ошондуктан парамагнетикткрдин атомдору магниттик касиеттерге ээ болот. Мында бардык электрондордон пайда болгон парамагнетиктердин өздүк магнит талаасы, тышкы магнит талаасы бойлото багытталат. Тышкы магнит талаасы болбосо, парамагнетиктердин атомдорунун жылуулук кыймылабалда парамагнетиктердин өздүк магнит талаалары бирдей багытары, алардын өздүк магнит талааларынын бирдей багытта болушуна тоскоолдуктарды жаратат.

Эгерде парамагнетиктер тышкы магнит талаасына жайланыштырылса, атом түзгөн магниттик талаанын жана жылуулук кыймылдарынын биргелешкен таасирлеринин натыйжасында, ар-бир атомдун өздүк магнит талааларынын багыттары, тышкы магнит талаасынын багыты бойлото болот. Парамагниттик касиетке ээ болгон заттарда электрондук катмарларда так электрондор болот, жуп электрондор болсо, диамагнетиктер болот. Парамагнетиктер температурадан көз каранды болушат. $\mu = 1 + \frac{c}{T}$ Мында

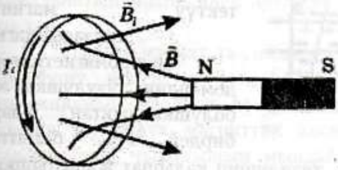
Т - Термодинамикалык температура, с – Кюринин турактуулугу.

Ошондуктан температура жогорулаган сайын, атомдордун өздүк магниттик талааларынын багыттары тышкы магнит талаасынын багыттарынан четтей баштайт. Натыйжада, парамагнетиктердин магниттик өткөрүмдүүгүнүн маанилери азая баштайт.

Диамагнетиктер. Диамагнетиктер тышкы касиеттер боюнча башка заттардан магниттик өткөрүмдүүлүгү менен айрымаланышат.

Диамагнетиктер болуп, өзүнүн жеке магнитик талаасына ээ болбогон заттар эсептелинет. Мындай заттын атомдору диамагнетиктик атомдор деп аталышат. Мисалы гелийдин атомунда эки электрон бирдей орбитада, бирок өзүнүн огунда карама-каршы багытта айланып жүрүшөт. Ошондуктан алардын спиндери бири-бирин компенсациялашкандыктан, өздүк магниттик талаасы нөлгө барабар болуп калат.

Эгерде диамагнетик тышкы магнит талаaасына жайланыштырылса, диамагнетиктердин атомдорунда электромагниттик индукция кубулушуна ылайык, индукциялык токту пайда кылат. Ленцтин эрежесине ылайык, индукциялык токтун магнитик индукциясынын багыты менен тышкы магнит талаасынын чыңалышынын багыты карама-каршы болот. Ошондуктан күчтүү бир тектүү магнит талаасына жайланыштырылган диамагнетик, андан түртүлүп чыгарылып жиберет(42-сүрөт).



42-сүрөт

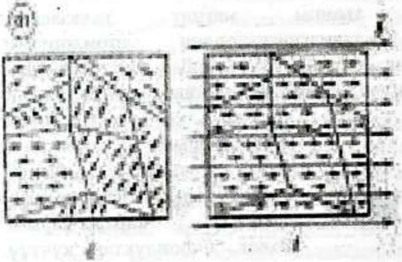
Эгерде тышкы магниттөөчү талаанын жок болсо, атомдордогу индукциялык ток жок болуп, заттын диамагниттик касиети да жоголот.

Диамагнетизм бардык заттардын касиеттери болуп саналат. Себеби, тышкы магнит талаасында бардык заттарда индукциялык ток пайда болот. Бирок диамагнетизм өтө начар деңгээлде байкалуучу магниттик эффектилер болуп саналат.

Лекция 21.

Ферромагнитизм. Магниттик гистерезис.

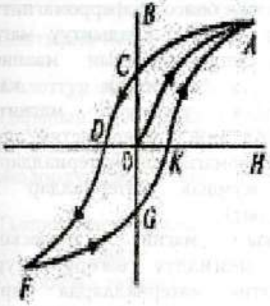
Ферроманетиктерде өздүк магнит талааасынын мааниси өтө чоң болот. Себеби, ферромагнетик - кристаллдарда атомдордордун электрондору жана эркин электрондору биригишип пайда кылган өздүк магнит талааларынын натыйжасында, ферромагнетиктердин жеке-жеке 10^{-2}-10^{-4}см өлчөмдөгү бөлүктөрүндө өздүк магнит талаасынын индукциялары өз алдынча б.а. спонтандык түрдө бирдей багытта болуп калат. Мындай ферромагнетиктердин бөлүгү – домен деп аталат. Бирок алардын ар-бири ар кандай хаотикалык багытта болот.(43а-сүрөт) Бир тектүү магнит талаасындагы ферромагнетиктер домендик түзүлүшкө ээ болушкандыктан, алар бирдей багытта тизилишип калышат жана тышкы магнит талаасын күчөтүп жиберишет(43б-сүрөт).



43-сүрөт

Бирок бир тектүү магнит талаасындагы ферромагнетиктердин магниттелишинин өзгөчөлүктөрү бар. Анын өзгөчөлүгүн изилдөө үчүн магниттик индукциянын(В), тышкы магнит талаасынын чыңалышынан(Н) көз карандылык графигин карап көрөлү(44-сүрөт).

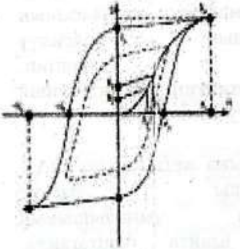
Адегенде тышкы магнит талаасынын чыңалышынын мааниси жогорулаган сайын, ферромагнетиктин магниттелишин чагылдыруучу Внын мааниси да жогорулай баштайт. Бирок, тышкы магнит талаасынын чыңалышынын белгилүү маанисинен баштап, ферромагнетиктин магниттелиши максималдуу маанисине, б. а. каныгуу абалына жетип калат(OA). Тышкы магнит талаасынын чыңалышынын маанисин азайта баштаганда, магниттик индукциянын маанисинин азайышы артта кала баштайт(AB). Натыйжада, тышкы магниттик талаанын чыңалышы нөлгө барабар болгондо(CO), ферромагнетиктин магниттик индукциясы белгилүү мааниге ээ болгон боюнча артта калып кетет(CD), б.а. туррактуу (калдыктуу) магнитке айланып калат. Магниттик индукциясынын маанисинин тышкы магниттик чыңалыштын маанисинен артта калышы магниттик гистерезис деп аталат.



44-сүрөт

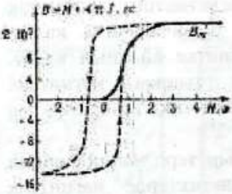
Тышкы магнит талаасынын багытынын терс маанилеринин көбөйүшү менен, өз кезегинде ферроманетиктерде магниттик индукциянын мааниси да нөлгө барабар болуп калат. Мындай абалда зат өздүк магниттик касиетин жоготот. Тышкы магнит талааасынын чыңалышын мындай мааниси коэрцивдик күч деп аталат. Нтын маанисинини андан аркы көбөйүшү Внын терс маанисинин көбөйүшүнө алып келет(DF). Каныгуу чекитине жеткенден кийин, Вмааниси нөлгө чейин жетип(FG жана GK), андан кийинки Нтын маанилеринин оң маанилеринде(KA) кайра геометриялык фигуранын туюкталышына алып келет. Бул фигура гистерезистик илмек деп аталат(44-сүрөт).

Ферромагниттик материалдардын аянты чоң болсо магниттик катуу материалдар деп аталат(45-сүрөт). Себеби, мындай аянт тышкы магнит талаасы жок болсо да ферромагниттик материал ээ болгон калдыктуу магнит талаасынын индукциясынын маанисин аныктайт. Магниттик катуу материалдардан туруктуу магниттер даярдалат. Ал эми, гистерезистин аянты аз болгон ферромагниттик материалдар магниттик жумшак материалдар деп аталат(46-сүрөт).



45-сүрөт

Тышкы магнит талаасынын чыңалышы мезгилдүү өзгөрүп турса, ферромагниттик материалдарда бирдик көлөмдө гистерезистин аянтына барабар болгон энергиянын жоголушу, техникалык жоголуу деп аталып, өзгөрүлмө электр тогунун трансформаторлорунун жана өзгөрүлмө электр генератолорундагы болот. өзөкчөлөрүндө мындай жоголуулар болуп турат. Андан тышкары, туташ болот өзөкчөлөрдө өзгөрүлмө магнит талаасынын өзгөрүшүнөн индукциялык ток пайда болгондуктан(Фуконун тогу), ал болот өзөкчөлөрдүн ысышына алып келет.



46-сүрөт

Ошондуктан трансформатор, өзгөрүлмө электр тогунун генераторлордун өзөкчөлөрү, магниттик жумшак материалдардан калыңдыгы 3-4мм болгон, 3%га чейин кремний менен кошулган атайын жумшак электротехникалык болот баракчаларынан даярдалат. Мындай абалда Фуконун тогу азайгандыктан, мындай жолду колдонуу - техникалык жоголуунун дагы бир түрүнүн азайышына алып келет.

Практикалык сабак 14

1. Металл брусоктун магниттик индукциясы 0,75 Тл, тышкы магнит талаасынын индукциясы 0,0375 Тл болсо, Металлдын салыштырма магнитик өткөрүмдүүлүгүн аныктагыла?

2. Болоттун магниттелүү ийри сызыгы чагылдырылган графикти пайдаланып, 0,95Тл жана 1,8 Тл магнит индукцияны пайда кылуу үчүн, катушканын 1см узундугуна туура келген ампер-оромолордун санын тапкыла?

3. Тышкы магнит талаасынын индукциялары 0,4мТл жана 1,2мТл болсо, графикти пайдаланып(46-сүрөт) болоттун магниттик индукциясын тапкыла?

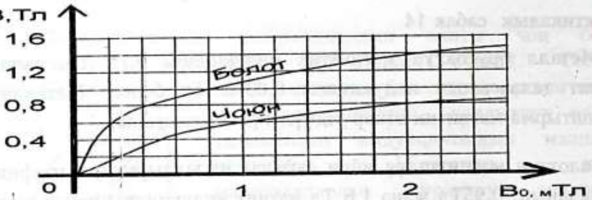
4. Эгерде тышкы магнит талаасы 2,2мТл болсо, чоюн өзөкчөсүн мына ушундай эле өлчөмдөгү болот өзөкчөсү менен алмаштырылса, анын магниттик агымы канча эсе өзгөрөт? 47-сүрөттү пайдалангыла.

5. Өзөгү жок соленоиддин ичинде талаанын индукциясы 2мТл болсо, кесилиши 100см^2 болгон чоюн өзөкчө жайланыштырыла, анын магниттик агымы кандай мааниге ээ болуп калат? 47-сүрөттү пайдалангыла.

Өз алдынча иш.

1 .Темир өзөктүү узундугу 120см жана кесилиш аянты 3см^2 болгон соленоид 0,42Вб магнит агымын түзүш үчүн канча ампер-ором керек болот?

2.Магнит талаасынын чыңалышы 796А/м болгон болот өзөкчөсүн пайдаланышат (B=1,4Тл). Темирдин магниттик өткөрүмдүүлүгүн тапкыла?



47-сүрөт

15-практикалык сабак

Теориялык материалдардын жана чыгарылбай калган маселелердин анализи.

Лекция 22.

ҮЧ ФАЗАЛЫК ЭЛЕКТР ЧЫНЖЫРЛАРЫ

VIII ГЛАВА ҮЧ ФАЗАЛЫК ТОК.

Үч фазалык системалар жөнүндө жалпы маалыматтар.

Көз каранды эмес бир нече бир нече электр энергиясынын булактарынан турган өзгөрүлмө электр чынжырын бир тармакка бириктирүү көп фазалык ток деп аталат.

Өз маалында (1888ж) Орус физиги Доливо-Добровольский үч фазалык токтун үнөмдүүлүгүн жана практикада ыңгайлуулугун далилдеп, үч фазалык токтун трансформаторун, асинхрондук кыймылдаткычты ойлоп тапкан.

Өзгөрүлмө электр тогунун үч фазалык системасы – бул бирдей жыштыктагы, бирдей амплитудагы жана фазалары

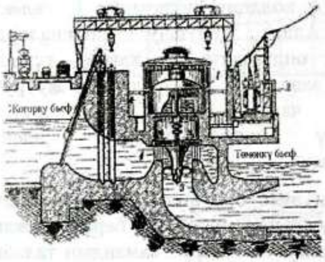
120° ка айрымаланган бири-биринен көз карандысыз болгон бир фазалык токтордун жыйындысы. Ар – бир көз карандысыз фазалардагы чыңалуу - **фазалык чыңалуу** деп аталат. Электр энергиясынын негизги колдонуучуларына электр кыймылдаткычтары кирет. Алар жумушчу машиналарды кыймылга келтирет. Мисалы, өндүрүштө ар кандай түрдөгү станоктор, конвейерлер, нан заводунда камырларды жууручу аппараттар, үй шартындагы чаң соргучтар, кир жуугуч машиналарда ар түрдүү кубаттуулуктагы электр кыймылдаткычтар пайдаланылат.

Кыргызстан-көз каранды эмес болушуна толук жетишүү үчүн электр энергиясын өндүрүүдө, аралыкка берүүдө жана бөлүштүрүүдө көз карандысыздыкка жетишүү - замандын талабы. Анткени, Союз учурунда Нарын дарыясында курулган ГЭСтерде иштелип чыккан электр энергиясын **Орто Азиялык бирдиктүү электрдик системасын** курууга ылайыкташтырылган. Ошондуктан, Датка-Кемин багытында электр байланышын жеткирүү үчүн, адегенде, Токтогул ГЭСинде иштелип чыккан 500кВ чыңалуута эсептелинген чоң кубаттуулуктагы трансформотордун Жалал-Абадда курулушу менен, энергетикалык көз карандылыкка жетүүгө болот. Дүйнөдө ар-бир мамлекеттин экономикалык деңгээли электр энергиясын пайдалануу деңгээли менен аныкталат.

Демек, Кыргызстандын келечеги электр энергиясын өндүрүп чыгарууда. Ал үчүн, кошумча Токтогул ГЭСнен тышкары көптөгөн(өз мезгилинде 22 ГЭС пландаштырылган) ГЭСтерди курууга, иштетүүгө болот. Кыргызстандын гүлдөп өнүгүшү үчүн электр энергиясын өндүрүү, аралыкка берүү, электр энергиясын пайдалануучу тармактар багытында иштеген жогорку квалификациядагы кесипке ээ болгон келечек муундарынан талап кылынат.

Өзгөрүлмө электр тогунун генератору.

Электр энергиясын пайдалануу үчүн, үч фазалык генераторлор, трансформаторлор, электр энергиясын керктөөчүлөргө жеткирүү үчүн 110кВ, 220кВ жана 500кВ жогорку чыңалуудагы өзгөрүлмө токту жеткирүүчү чубалгылар, пайдалануучу электр тармактарына жеткирилет.

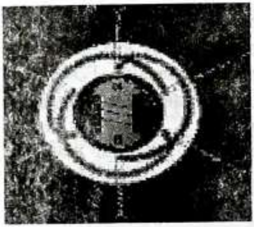


48-сүрөт

Өзгөрүлмө электр тогун өндүрүү үчүн, адегенде, көп өлчөмдөгү, мисалы Токтогул ГЭСинде 20млрд $м^3$ көлөмдөгү сууну топтоого туура келет.

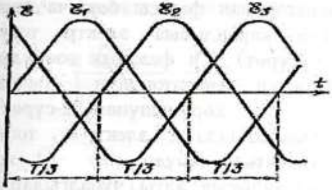
. Ал эми, өзгөрүлмө электр тогун өндүрүп чыгарууда, электромагниттик индукция кубулушуна негизделген индукциялык генератор пайдаланылат. Суунун жардамы менен, гидротурбина аркылуу, индукциялык генератор өз огунда айланып, үч фазалык өзгөрүлмө электр тогу пайда болот.

Ал үчүн, анын кыймылдоочу бөлүгүндө (ротор) магнит талаасы түзүлөт. Ал эми магнит талаасын электромагнит же турактуу магнит менен түзүүгө болот. Тышкы күчтүн (суу, суунун буусу) аракети менен ротор айланганда, анын түзгөн өзгөрүлмө магнит талаасы генератордун кыймылсыз бөлүгүндө (статор) жайланышкан өткөргүчтүн оромолорунда өзгөрүлмө электр тогун пайда кылат. Бирок, статордогу болот өзөкчөлөргө



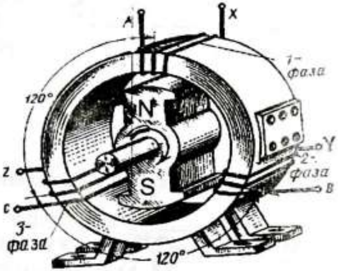
49-сүрөт

оролгон бир оромого караганда, бири биринен 120° бурч боюнча айрымаланган көз карандысыз үч оромодон тургандыгы ыңгайлуу экендиги аныкталган.



50-сүрөт

Натыйжада, ар бир оромодо өзүнчө өзгөррүлмө электр тогу пайда болот. Бул үч оромолордо пайда болгон токтор бири биринен фазасы боюнча 120°ка айрымаланышкандыктан үч фазалык генератор деп аталат. Ошондуктан үч фазалык генератор бири-биринен көз карандысыз үч түрмөктөн турат. Натыйжада үч фазалык симметриялык э.к.к жаралат. Түрмөктөрдүн өз ара жайланышына карата э.к.к.нүн баштапкы фазалары бири-биринен 120^0ка



51-сүрөт

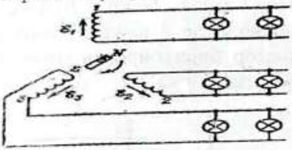
жылышкан болот. Магнит талаасынын айлануусунан үч оромодо электромагниттик индукция законуна ылайык ар - бир оромодо синусоидалык ток пайда болот. Ошондуктан үч фазалык электр тогун пайда кылуучу генератордогу Э.К.К. бирдей жыштыкта(50Гц) жана амплитудада, фазалары боюнча 120^0ка жылышкан абалда болот.

$$e_1 = \varepsilon_0 \sin\omega t,\ e_2 = \varepsilon_0 \sin(\omega t - 120^\circ),\ e_3 = \varepsilon_0 \sin(\omega t - 240^\circ)$$

Өзгөрүлмө электр тогунун генераторунун ар бир оромосунда пайда болгон электр тогу үчүн, экиден туташтыруучу

өткөргүч керек болуп, бардыгы туташтыруучу алты өткөргүч пайдаланууга туура келет.

Өзгөрүлмө электр тогунун генераторунан фазасы боюнча бири биринен айрымаланган үч көз карандысыз электр тогун керектөөчүлөргө бириктирилет(51-сүрөт). Үч фазалык өзөрүлмө

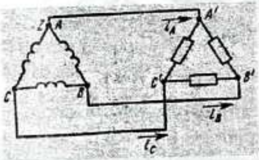


52-сүрөт

токтун генераторунун тышкы көрүнүшүнөн(52-сүрөт), чындыгында электр тогун керектөөчүлөрүнө көз карандысыз алты чубалгыларды пайдаланууга туура келе тургандыгы көрүнүп турат.

Лекция 23.

Үч фазалык тогун аралыкка берүүнүн жолдору.

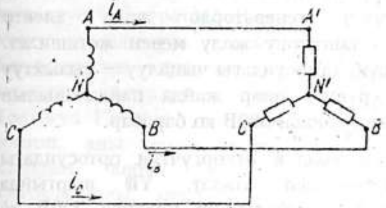


53-сүрөт

Эгерде үч чынжырда тең жүктөмдөрдүн каршылыгы бирдей болсо режим симметриялык режим деп аталат. Эгерде бул шарттардын бири аткарылбаса симметриялык эмес режим деп аталат. Бири-биринен көз карандысыз бир фазалык токтордон үч фазалык токту алуу үчүн оромололорду өзгөчө жол менен туташтырууга туура келет. Электр тогу менен, аны керектөөчүлөрдү камсыз кылууда электр тогун аралыкка берүүчү алты өткөргүчтү санын азайтуу жолун орус электотехниги Доливо – Добровольский изилдеген. Анткени, электр тогун аралыкка берүүдө өткөргүчтөрдүн саны аз болсо, тиешелүү кыйынчылыктар да азайят. Ал үчүн, Доливо – Добровольский генератордун оромолорун бириктирүүнүн эки жолун сунуш кылган:

Биринчиси – **үч бурчтук жолу.**

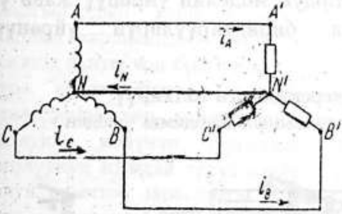
Оромолорду туташтыруунун мындай жолунда биринчи оромонун экинчи учун, экинчи оромонун башталышы менен бириктирилсе, экинчи оромонун экинчи учу, үчүнчү оромонун биринчи учу менен, ал эми үчүнчү оромонун экинчи учу, биринчи оромонун биринчи учу менен туташтырылат. Бул учурда, электр тогун аралыкка берүү үчүн алты өткөргүчтүн ордуна үч гана туташтыруучу өткөргүчтөр пайдаланылат (54-сүрөт).



54-сүрөт

Экинчиси – жылдызча жолу.

Электрдик генератор менен керектөөчүлөрдү бири бирин үч өткөргүч аркылуу жылдызча жолу менен туташтырууга болот(54-сүрөт). Бирок, ал үчүн үч фазага бириктирилген каршылыктар бирдей мааниге ээ болушу талап кылынат. Бирок, үч фазада тең электр тогун керектөөчүлөрдүн каршылыктары бирдей болбойт.



55-сүрөт

Андан тышкары, үч фазанын бири үзүлүп калса, анда калган эки оромодо чыңалуу кескин жогорулап кетет. Мындай абал өз кезегинде электр тогун пайдалануучулардын жараксыз болушун алып келет. Мына ушул себептерден, генератор менен керектөөчүлөрдүн ортосунда нөлдүк өткөргүч туташтырылат (55-сүрөт).

Оромолорду туташтыруунун мындай жолунда, үч оромонун биринчи учтары бири бири менен туташтырылып, төртүнчү өткөргүч –нөл өткөргүчү менен, үч оромонун экинчи учтары менен бириктирилген өткөргүчтөрдүн жалпы саны төрткө жетет. Бирок, нөлдүк өткөргүчтү генератордо жана электр керектөөчүлөрдү «Жерге» туташтыруу жолу менен жетишилет. Туташтыруучу өткөргүчтөрдүн ортосундагы чыңалуу – сызыктуу чыңалуу деп аталат. Өндүрүштө, өнөр жайда пайдаланылып жаткан сызыктуу чыңалуунун мааниси 380В ко барабар.

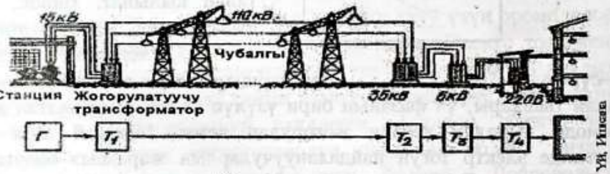
Ар бир оромо менен нөлдук өткөргүчтүн ортосундагы чыңалуу **фазалык чыңалуу** деп аталат. Үй шартында пайдаланылып жаткан фазалык чыңалуунун мааниси 220В ко барабар. Үч фазалык өзгөрүлмө электр тогун аралыкка берүүдө жогорулатуучу трансформатор, керектөөчүлөргө жеткенден кийин, төмөндөтүүчү трансформаторлор пайдаланылат.

Лабораториялык иш №10

Индукциялык генератордун моделин үйрөнүү жана үч бурчтук жана жылдызча бириктирүүлөрүн үйрөнүү. Үч фазалык трансформатор.

Үч фазалык токту станциядан керектөөчүгө жеткирүү.

Үч фазалык токту, суунун энергиясынын жардамы менен



56-сүрөт

гидрогенератор иштеп чыгат. Бирок, электр тогун керектөөчүлөр жүздөгөн км. аралыкта болгондуктан, электр энергиясын мүмкүн болушунча аз жоготууга учуратуунун жолун издөөгө туура келет. Анткени, мисалы, гидроэлектростанцияда үч фазалык токтун чыңалуусу(56-сүрөт)15кВ болот. Эгерде чубалгылардын жардамы менен түздөн-түз электр тогун керектөөчүлөрү менен бириктирилсе анда электр энергиясынын көбү чубалгыларды ысытууга сарпталат. 57-сүрөт Канча көлөмдөгү, мисалы, Токтогул ГЭСине 20Млрд $м^3$ ка жакын сууну плотинага топтоп, аны менен электр энергиясын өндүргөндөн кийин, алардын көбүн өндүрүп чыгарган электр энергиясын чубалгыларды ысытууга сарпталгандыгы ыксыз техникалык жоголууга алып келет. Мындай чоң техникалык жоготуунун себебин Джоуль_Ленцтин законунун негизинде аныктоого болот. $Q=I^2R\ t$ Мында: Q- чубалгыларда бөлүнүп чыккан жылуулук саны; I-токтун күчү; R-чубалгылардын каршылыгы; t-убакыт.

Жылуулук саны бөлүнүп чыгышынын себеби чубалгылардын каршылыгына ээ болушунан келип чыгат. Алардын каршылыгын азайтуу үчүн, чубалгыларды туурасынан кесилиш аянты чоң болгон жезден, күмүштөн, алтындан даярдоого туура келет. Бирок мындай жол баалуу, наркы кымбат металлдарды көп пайдаланууга алып келет. Джоуль-Ленцтин законунан көрүнүп тургандай, чубалгыларда техникалык жоголуунун мындай түрүн азайтуу үчүн токтун күчүн азайтуунун жолун аныктоо зарылдыгы келип чыгат. Себеби, эгерде токтун күчү эки эсе азайса, жылуулук саны төрт эсе, токтун күчү 5 эсе азайса, жылуулук саны 25 эсе азаят! Ал үчүн ГЭСтин алдында чыңалууну жогорулатуучу трансформаторду курууга туура келет(56-сүрөт). Анткени, трансформатор – өзгөрүлмө токтун чыңалуусун өзгөртүүчү электрдик түзүлүш. Мисалы, үч фазалык трансформатордун түзүлүшү "жылдызча" жолу

менен туташтырылгандыктан биринчи оромолору A,B,C чекиттерине туташтырылса, алардын экинчи учтары x,y,z нөлдүк 58-сүрөт өткөргүчүнө бириктирилет. Азыркы мезгилдеги ГЭСтерде 15кВ чыңалуу болсо, жогорулатуучу трансформатордун жардамы менен 110кВ(220кВ) чыңалуу алынса, Токтогул ГЭСинде 500кВ чыңалуу алынат.

57-сүрөт

58-сүрөт

Жогорулатуучу трансформторлор бийик болот устундары аркылуу керектөөчүлөргө жакын төмөндөтүүчү трансформаторлорго жогорку чыңалуудагы электр тогу жеткирилет.(57-сүрөт).

59-сүрөт

Трансформаторлордун экинчи оромолорундагы 10кВко чейин төмөндөтүлгөн чыңалуу бетон устундар(58-сүрөт) аркылуу эң акыркы төмөндөтүүчү трансформаторлго берилет. Анын экинчи оромосундагы 380В чыңалуу электр тогун пайдалануучуларга жыгач устундардагы(59-сүрөт) чубалгылар аркылуу жеткирилет. Мында трансформатордун биринчи, экинчи оромолорунун ар бири үч көз карандысыз оромолордон турат. Ошондуктан ал оромолор жылдызча же үч бурчтук түрүндө уланат.

Үч фазалык токтун асинхрондук кыймылдаткычтарынын физикалык негиздери.

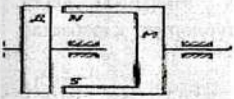
Эртедир-кечтир Кыргызстанда айыл чарбасынан тышкары, ар-бир шаарда чоң-чоң фабрика, заводдор иштей баштайт. Асинхрондук кыймылдаткычтарды өндүрүштө жана Кыргызстандыктардын турмуш-тиричиликтеринде электрдик

приборлорду пайдалануу, өз кезегинде үч фазалык системанын өнүгүүсү-Кыргызстанда электр энергиясын өндүрүү, аралыкка берүү, электр энергиясын бөлүштүрүү маселелерин чечүүнү талап кылууда.

Электрдик машиналар эки чоң категорияга: механикалык энергияны электр энергиясына жана электр энергиясын механикалык энергиясыны айландыруучулар болуп бөлүнөт.

Өзгөрүлмө электр тогунун машиналары өз кезегинде асинхрондук жана синхрондук машиналарга бөлүнүшөт. Электр кыймылдаткычтардын ичинен үч фазалык асинхрондук кыймылдаткычтар-ишенимдүү, жөнөкөй жана арзан. Доливо-Добровольскийдин ойлоп тапкан асинхрондук кыймылдаткычы бүгүнкү күнгө чейин негизинен өзгөрүүгө дуушар болбостон пайдаланылып келүүдө.

Асихрондук кыймылдаткычтын иштөө принциби Арагонун тажрыйбасына негизделген. Эгерде така сымал турактуу магнит өз огунда айландырылса, анын маңдайындагы туташ жез диск да кошо айлана баштайт. Эмне үчүн? Себеби турактуу магниттин айланышынан жез дискте индукциялык токту пайда болот. Ал эми индукциялык токтун куюн сымал магнитик талаасы өз кезегинде тышкы магнит талаасы б.а. турактуу магнит түзгөн магнит талаасы менен өз ара аракеттенишет. Анын натыйжасы дискти айландыруучу күчтү пайда кылат. Бирок, дисктин айланышы турактуу магниттин айланышынан артта калып калат, б.а. дисктин кыймылы асинхрондук мүнөздө болот. Асинхрондук кыймылдаткычта статорунда(кыймылсыз бөлүгү) айлануучу магнит талаасы түзүлөт. Андан ротор(кыймылдоочу бөлүгү) аз ылдамдык менен кыймылдайт, б.а. жүктөмдүн таасири менен ротор аз ылдамдыкка ээ болот. Синхрондук кыймылдаткычта ротордун ылдамдыгы менен статордогу айлануучу магнит талаасынын ылдамдыгы дал келет жана



60-сүрөт

кыймылдаткычтын жүктөмүнөн көз каранды эмес. Бардык электр машиналары кайталанма мүнөздө болушат. Алар кыймылдаткычта генератор да болуша алышат. Бирок, негизинен практика жүзүндө асинхрондук машиналар кыймылдаткыч катары, ал эми синхрондук-өзгөрүлмө электр тогунун генератору катары пайдаланылат.

Лекция 24.

ЭЛЕКТРДИК ӨЛЧӨӨЛӨР ЖАНА ПРИБОРЛОР

IX ГЛАВА ЭЛЕКТРДИК ӨЛЧӨӨЧҮ ПРИБОРЛОР

Электрдик өлчөөлөрдүн негизи.

Турактуу токтун электр чынжырында же өзгөрүлмө токтун чынжырында болобу, алардын негизги мүнөздөмөрүнүн маанилирин дайыма көзөмөлдөө зарылдыгынан, б.а. чынжырдагы токтун күчүн, чыңалуунун жана өткөргүчтүн каршылыгын маанилерин аныктоого туура келет.

Электр тогун өлчөөчү приборлорго амперметр, вольтметр жана өтөкөргүчтүн каршылыгын өлчөөчү омметрлер кирет. Аталган приборлордун ар кандай көптөгөн түрлөрүнө карабастан, алардын бардыгы бир эле принципте иштейт:

Тышкы магнит талаасында тогу бар рамканын айланышына негизделет. Себеби, тышкы магнит талаасы тарабынан, тогу бар рамканын түзгөн магнит талаасына, аны айландыруучу Ампердик күчтүн моменти таасир эткендиктен аны менен бириккен жебенин абалы нөлдүк маанисинен четтейт. Жебенин (0) нөл абалынан жылышы - прибор аркылуу ток кандай мааниси өтүп жаткандыгын көрсөтөт.

Ток көбөйгөндө прибордун жебеси да чоң бурчка кыйшая баштайт. Жебенин жылып жүрүүчү шкаласын прибор кайсы чоңдукту өлчөп жаткандыгына жараша Амперде, миллиАмперде, Вольтто, кВольтто градуировкаланат. Ток булагына приборлор

туташтырылганда, алардын тогу бар рамкалары белгилүү бир каршылыкка ээ болот. Анын каршылыгы – прибордун **ички каршылыгы** деп аталат жана анын мааниси прибордун шкаласынын бетинде көрсөтүлөт.

Өлчөөчү приборлордун каталары. Шкалалардагы шарттуу белгилер.

Ар кандай өлчөөлөрдө дайыма прибордун аныксыздыгы байкалат. Кыргызлын карапайым сөзү менен айтканда, өлчөөчү прибор "алдап" коет, б.а. прибор көрсөкөн чоңдук менен, электр чынжырындагы, мисалы, токтун күчү болбобу же чыңалуунун мааниси болобу, анын чыныгы маанисинин ортосунда айрымачылык пайда болот. Алар өлчөөнүн: абсолюттук катасы, салыштырмалуу катасы, келтирилген катасы деп аталышат. **Мында:**

1. Δ - өлчөөнүн абсолюттук катасы деп аталат Ал прибордо өлчөнүлгөн чоңдук ($A_{өлч}$) менен өлчөнүүчү чоңдуктун чыныгы маанисинин (А) айрымасын көрсөтөт, б.а.

$$\Delta = A_{өлч} - A$$

2. δ - **өлчөөнүн салыштырмалуу катаксы деп аталат.**

$$\delta = \frac{\Delta}{A} 100\%$$

Δ жана δ чоңдуктары өлчөөнүн тактыгын мүнөздөйт.

3. Көпчүлүк учурда прибордун тактыгын мүнөздөө зарылдыгы пайда болот. Ал **өлчөөнүн келтирилген катасы** деп аталат.

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_{max}} 100\%$$ Мында $A_{мах}$- прибордун шкаласынын максималдуу мааниси., б.а. өлчөөчү чоңдуктун пределдик мааниси.

Өлчөөнүн келтирлген катасынын эң чоң мааниси, прибордун тактык классын аныктайт.

Өлчөөчү приборлордун шкалаларына. алардын тиешелүү шарттуу белгилери коюлат Мисалы:

1,5 .... тактык классы

— ....Туруктуу ток

~ ....Өзгөрүлмө(бир фазалык) ток

≂ ....Туруктуу жана өзгөрүлмө ток

≋ .... Үч фазалык ток

............Магнитоэлектрдик системадагы прибор

...............Электромагниттик системадагы прибор

..........Электродинмикалык системадагы прибор

...... Индукцилык системадагы прибор

п, ⊥ , ...Прибор горизонталдк, вертикалдык абалда иштейт

2 ....Приборлордун изоляциясы 2кВ чыңалуудага сынактан өткөн

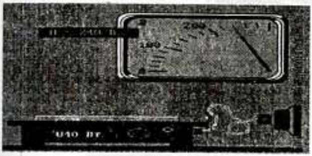
A ....Жабык ысытылган кеңселер үчүн

Б ....Жабык ысытылбаган кеңселер үчүн

В .... Талаада жана деңиз шарттары үчүн

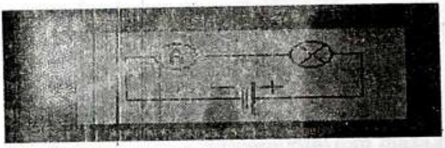
Практикалык иш 16.

1. Вольтметрдин көрсөтүүсүнөн пайдаланып электр ысыткычынан өткөн токтун күчүн аныктагыла.

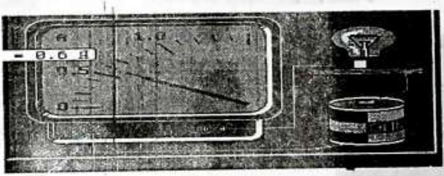


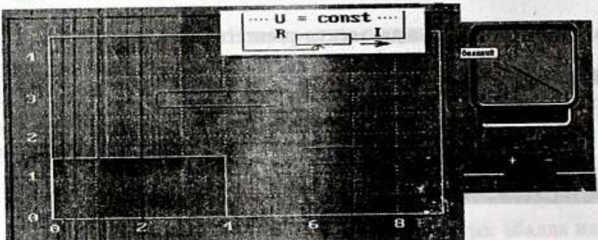
2. Айдын башталышында электр эсептегичинин көрсөтүүсү 22978 кВт·саат болсо, анын төмөнкү көрсөткүчүнүн негизинде, бул пайдаланган электр энергиясынын баасын аныктагыла. 1кВт·сааттын баасы 0,4сом/кВт·саат.

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

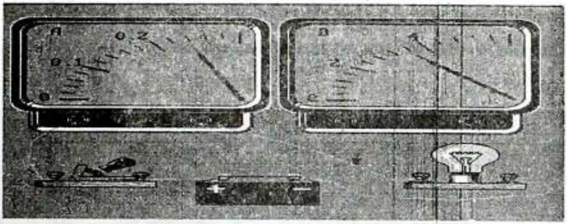


4. Токтун күчүнүн каршылыктан көз карандылык графигин пайдалануу менен, чыңалууну аныктагыла.

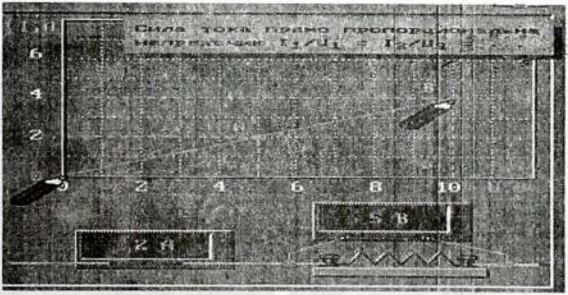




6. Приборлордун көрсөтүүсү боюнча лампочканын каршылыгын аныктагыла.

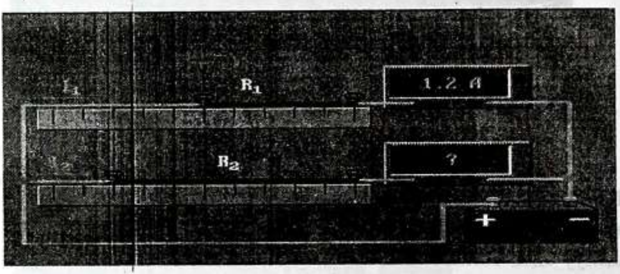


7. Берилген каршылыкта токтун күчү 2А, анын учтарындагы чыңалуу 5В болсо, 10В чыңалуудагы токтун күчүн аныктагыла. Чыңалуу 0дон 10Вко чейин өзгөргөндөгү токтун күчүнүн чыңалуудан көз каранды болгон графикти түзгүлө.

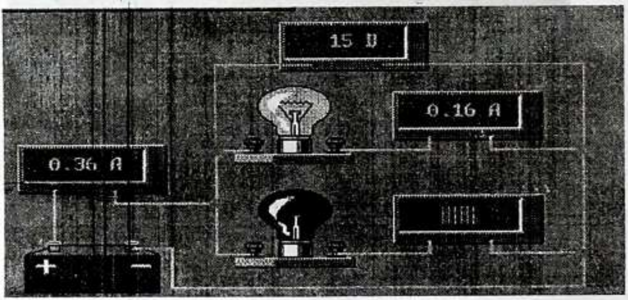


Өз алдынча иш.

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



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

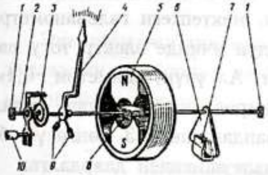


Лекция 25

Магнитоэлектрдик приборлор.

Жебелүү(аналогдук) приборлордун бири нече түрү: магнитоэлектрдик, электродинамикалык, электромагниттик системалары бар.

Магнитоэлектрдик системасы – магнит талаасындагы тогу бар өткөргүчкө Ампердик күч аракетине негизделген. Прибордун жебесин тең салмактуу абалын камсыз кылуучу эки оромонун "муруту" болуп, ток өлчөнгөн кийин, жебени кайра мурдагы абалына кайтаруу үчүн пружина менен бириктирилет.



60-сүрөт

Прибордун кыймылдуу бөлүгү менен биригип, турактуу магниттин борбору аркылуу өтөт. айлана түрүндөгү кыймылсыз турактуу магниттин түзгөн бир тектүү магнит талаасында, айлана ала турган бир нече оромодон турган түрмөктөн турат. Ал прибордун ички каршылыгын пайда кылат. Түрмөктүн эки учу прибордун чыгуучу клеммаларына туташтырылат.

Прибор өчүрүлгөндөн кийин, жебенин термелүүсүн кескин токтотуу үчүн, дагы бир турактуу магниттин ичинде туташ алюминий пластинасы, анын кыймылдуу бөлүгүнө бириккен болот. Прибордун кыймылдуу бөлүгү менен кошо бул туташ алюминийдин пластинасынын турактуу магниттин талаасында айланышы, анда индукциялык токтун пайда болушуна алып келет. Өз кезегинде индукциялык токтун магнит талаасы менен турактуу магниттин магнит талаасынын өз ара аракеттенинен,

алюминий пластинасынын токтошу камсыз болот. Аны менен кошо жебенин да термелиши кыска убакытта токтойт(60-сүрөт);

Мында прибордун кыймылдуу бөлүгүнүн окто айланышында пайда болгон сүрүлүүнүн азайтуу үчүн ок атайын (корундга) материалга кийгизилет.

Магнитоэлектрдик прибордун түрү болуп гальваномнтр саналат. Электр чынжырында токтун бар экендигин аныктоочу прибор гальванометр деп аталат. Анткени, гальванометр ички каршылыкаа ган ээ болот. Мисалы, мектептеги гальванометрдин жардамы менен туздалган помидордун ичинде электр тогу пайда боло тургандыгын далилдөөгө болот. Ал үчүн, диаметри ~0,1мм^2, ПЭЛ(провод эмалированный лакированный) жука зымдын сыртын лактан тазалап, кара карандаштын 2-3 сөңгөгүн бири бирине бириктирип оролот. Алардын экисинен даярдалган эки өткөргүчтү помидордун ичинде бири бирине жакын жайланыштырыса, бир аз убакыттан кийин гальванометрдин жебесинин абалы өзгөрүп, чынжырда токтун пайда болгондугун маалымдайт.

Гальванометрди электр чынжырындагы токтун күчүн өлчөөчү ампеметр же чынжырдын учтарындагы чыңалууну өлчөөчү вольтметр катарында пайдаланууга болот.

Гальванометрди амперметр катары пайдалануу же амперметрдин өлчөө чегин кеңейтүү үчүн, анын ички каршылыгына паралелль белгилүү бир каршылыкка ээ болон шунт уланат. Мындай абалда, токтун негизги бөлүгү шунт аркылуу өтүп, гальванометр аркылуу белгиленген токтун күчү өтөт. Ампермердин шкаласы токтун күчүнүн маанилери менен градиуровкаланат. Шунттун каршылын төмөнкү формула менен аныктап алууга болот. $R_{ш} = I_{пр} R_{пр} / (I_{пр.max} - I_{пр})$

Гальванометрди вольтметр катары пайдалануу үчүн, анын ички каршылыгына удаалаш кошумча каршылык уланат.

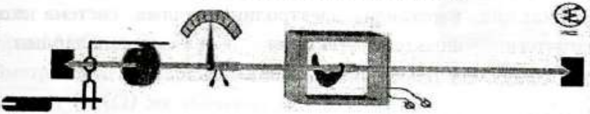
Кошумча каршылыктын маанисин төмөнкү формула менен аныктоого болот.

$R_{к.к.} = U_{пр.max} / I_{пр} - R_{пр}$

Электромагниттик жана электродинамикалык приборлор.

Электромагниттик прибордун магнитоэлектрдиктен, магнит таплаасын прибордун индуктивдүүлүк катушканын түзгөндүгү менен айрымаланат.

Электромагниттик прибор

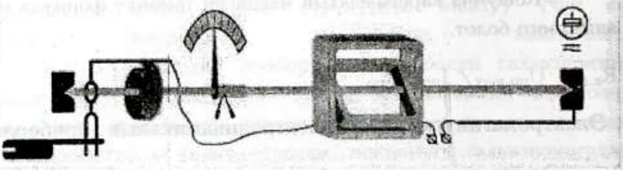


Натыйжада, катушкадан пайда болгон магнит талаасынын , жебе менен байланышкан, туташ алюминий пластиансына механикалык таасири пайда болот. Электромагниттик системадагы приборлор турактуу жана өзгөрүлмө токтордун электрдик чынжырларында өлчөө үчүн колдонулат. Алар жөнөкөй, ишенимдүү, жогорку ашыкча жүктөмдөргө туруктуу болушат

Бирок, кемчиликтери болуп: алардын сезгичтиги төмөн,төмөнкү деңгээлдеги аныксыздыгы, электр энергиясын көп пайдалангандыгы, прибордун көрсөтүүсүнө тышкы магнит талаасынын терс таасир көрсөткөндүгү эсептелинет.

Электродинамикалык приборлор тогу бар өткөргүчтөрдүн магнит

Электродинамикалык прибор



талааларынын өз ара аракетенишүүлөрүнө негизделген. Ал эки катушкадан турат: бири кыймылсыз болуп, прибордун магнит талаасын түзсө, экинчиси- жебе менен кошо кыймылга келет. Аны негизинен, электр чынжырларында кубаттуулукту өлчөөчү ваттметрде колдонулат. Радиотехникалык башка системаларга караганда, электродинамикалык система жогорку сезгичтеги, аныктоо тактыгы жана шкалалардын бир калыпталуулугу менен айрымаланат.

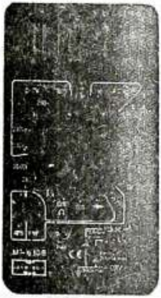
Каршылыкты өлчөө.

Өткөргүчтүн каршылыгын өлчөө үчүн омметр пайдаланылат. Өз алдынча омметрди топтоп алса да болот. Ал үчүн, гальванометрдин ички каршылыгына удаалаш резистор(R^*) жана 1,5В чыңалуудагы токтун булагы бириктирилет. R^* резисторунун каршылыгын, формуланы пайдаланбай аныктоого болот.

Анын туура маанисин аныктоо үчүн, ар кандай маанидеги 0,25 кубаттуулуктагы МЛТ(металлизированный лакированный теплостойкий) резистор пайдаланып, омметрдин эки учун бири бирине бириктиргенде, анын жебеси оң жакка жылып кетет. Качан гана жебенин абалы прибордун максималдуу шкаласына

туура келгенде, каршылыктын маанисин нөлгө барабар деп эсептелет.

Адегенде каршылыгы белгилүү резисторлорду приборго улап, алардын маанилерин жебенин абалына жараша, анын тушуна кара түстөгү ручка менен жазып коюлат. Приборду омметр катары пайдаланууга болот.



Электр чынжырындагы чыңалууну, токтун күчүн, ар кандай түрдөгү өткөргүчтөрдүн каршылыктарын күнүгө аныктап туруу үчүн Амперметрди, Вольтметрди, Омметрди(АВОметр) бир корпуста топтоо зарылдыгы келип чыккакдыктан, электр тармактарындагы иштеген энергетиктер дайыма тестерди(АВОметрди) пайдаланалышат. АВОметр менен каршылыкты өлчөө үчүн, адегенде, анын бурамасын Ом(Ω) же кОм(кΩ) абалына коюлат. АВОметрдин эки клеммасын бири-бирине бириктирип, өзгөрүлмө резистордун жардамы менен шкаланын нөлдүк абалына алып келинет. Амперметрден жана вольтметрден айрымаланып, омметрдин нөлдүк абалы оң жактан башталат. Аны менен жарым өткөргүч диодду, транзисторлорду, электр чынжырынын үзүлгөндөрүн аныктоого болот. Аналогдук приборлорго караганда, санариптик тестерлер менен өлчөнүүчү чоңдуктардын маанилерин дээрлик катасыз так аныктай алышат.

Лабораториялык иш 10.

АВОметр менен токтун күүчүн, чыңалууну, резистордун каршылыгын өлчөө

Лекция 26

МЕЙКИНДИК. УБАКЫТ. ААЛАМ
X ГЛАВА САЛЫШТЫРМАЛУУЛУК ТЕОРИЯНЫН НЕГИЗДЕРИ.

Мейкиндик жана убакыт. Координаталык система. Эсептөө системасы.

Жаратылыштын физикалык кубулуштарын, процесстерин үйрөнүү, адегенде каерде? качан? деген суроолорго жооп берүүдөн башталат. Ал деген сөз, физикалык кубулуштар мейкиндиктин кайсы чекитинде, кайсы убакытта өткөндүгүн аныктоо менен байланыштуу болот.

Аалам, негизинен, мейкиндикте материалдык обьектилерден жана алардын ортолорун толтуруп турган бир тектүү эмес, татаал мүнөздөгү гравитациялык жана электромагниттик талаалардан турат.

Аалам - Жердин бетинде жашап келе жаткан Адамзаттын көз карашында, Асман деп түшүнүлөт. Асман Адамзат тарабынан аныкталган чектүү мейкиндиктин чегиндеги планеталардан жана жылдыздардан турат. Мейкиндикте жогору, төмөн же кагылган казык, өлчөгүч сызгыч блбойт.

Ошондуктан XVII кылымда француз философу, илимпозу Рене Декарт эсептөөнү баштоочу тело менен байланышкан координаталык системасын(x,y,z) сунуштагандан кийин, геометриялык фигуралардын аянттарын аныктоого мүмкүндүк пайда болгондугу менен бирге, мейкиндикте телонун абалын аныктоого жол ачылды. Эгерде Декарттык координаталык системасы менен убакытты өлчөөчү прибор(саат) менен байланыштырылса, эсептөө системасы деп аталат.

Демек, эсептөө системасы: эсепти баштоочу телодон, аны менен байланышкан координаталык системадан жана сааттан турат. Бирок, Ааламда абсолюттук тынч абалда болгон материалдык обњектилер же эч кандай система жок. Жердин бетиндеги өлчөөлөрдө координатар системасында эсептөөнү баштоочу телолор катарында, мисалы, автовокзал, мектеп же ж.б.у.с.ды тандап алууга болот. Эгерде Жердин чегинен сырткары физикалык кубулуштардын себебин үйрөнүү зарыл болсо, эсептөөнү баштоочу тело катары Жерди, Күндү, Жылдыздарды тандаса болот. Ошондуктан физикалык кубулуштарды изилдөөлөр эсептөө системасы менен байланыштуу болот. Белгилүү болгондой, физикалык кубулуштар инерциалдык эсептөө системасында каралат. Ааламда таяна турган же абсолюттук тынч абалда болгон обњектилер болбогондуктан ар кандай физикалык кубулуштар шарттуу түрдө эки системасында каралат: бири-кыймылсыз система(К системасы), экинчиси - кыймылдуу система(K^1) деп аталат.

Бул системалардын экөөсүндө тең Жаратылыштын кубулуштары бирдей жүрөт, б..а. эч кандай тажрыйбалардын жардамы менен бул системалардын айрымасын аныктоого болбойт. Бул-физикада салыштырмалуулук принциби.

Галилейдин салыштырмалуулук принциби.

Механикалык көз караш менен караганда, Галиллейдин салыштырмалуулук принцибинде, эсептөө системаларынын(К)биринен экинчисинө өткөндө(K^1), механикалык кубулуштар бирдей бирдей жүрөт деп каралат.

Мисалы, адегенде, К жана K^1 ситемаларынын борборлору дал келгенден баштап, K^1 системасы Х огу бойлоп υ ылдамдыгы менен кыймылга келсин дейли. Мындай абалдда бир эле чекиттин абалы К системасында Х,

K^1 системасында X^1 координаталары менен аныкталат. Алардын маанилепи төмөнкүдөй аныкталат.

$X=X^1 + \upsilon \cdot t$ (1)

$t=t^1$

Мында, υ - кыймылдуу системанын ылдамдыгы, t- убакыт.

Ал эми У жана $У^1$, Z жана Z^1 координаталары бирдей мааниге ээ болушат.

Салыштырмалуулук принцибинде, берилген мейкиндиктин чекитинде, берилген убакытта аныкталган физикалык кубулуштун абалын эки эсептөө системасында кандайча жүрүшүн аныктоо үчүн, окуя деген түшүнүк пайдаланылат. Окуя - ар-бир көз ирмемдеги физикалык процесс. Мына ушул көз караш менен караганда, физикалык кубулуштардын жүрүшү – убакыттын өтүшү менен, удаалаш окуялардын жыйындысы катары аныкталат. Ал эми, **убакыт** - удаалаш болуп өткөн окуялардын узактыгын аныктайт. Убакытты өлчөөнүн ар түрдүү жолдору бар.

Галилейдин салыштырмалуулук принцибинин натыйжалары

1. Өлчөмдөрдүн жана убакыттын абсолюттулугу.

К системасында узундукту өлчөө мейкиндикте ажыратылган эки окуянын бирдей убакытта аныктоо деп түшүнүлөт Ал үчүн, мындай эки окуя, б.а. узундук координалардын айрымасын аныктоо аркылуу жетишилет. Б.а.

$$\Delta x = x_2 - x$$

K^1 системасында ошол эле узундук $\Delta x' = x_2' - x_1'$ деп эсептелинет.

Δx менен $\Delta x'$ тин кандай байланышы бар? (1) – формулананын негизинде,

$x_1 = x_1' + \upsilon \cdot t$, $x_2 = x_2' + \upsilon \cdot t$ Демек $x_2 - x_1 = x_2' - x_1'$ же

$$\begin{cases} \Delta x = \Delta x' \\ \Delta t = \Delta t' \ (2) \end{cases}$$

Мындан, узундук жана убакыт аралыгы эки системада бирдей жана инерциялык эсептөө системаларынан көз каранды эмес экендиги келип чыгат.

2. Ылдамдыктардын салыштырмалуулугу. Ылдамдыктарды кошуу закону.

1- формуланын негизинде $\Delta x = \Delta x' + \upsilon \cdot \Delta t$ жазууга болот. Же

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x'}{\Delta t} + \upsilon \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t}$$

Бул формуладан, ылдамдыктарды кошуу закону келип чыгат. $V = \upsilon' + \upsilon$ (3)

Мында V –телонун К системасындагы ылдамдыгы, υ' - телонун K^1 системасындагы ылдамдыгы, υ - K^1 системасынын К системасындагы ылдамдыгы.

Демек, ылдамдык түшүнүгү салыштырмалуу. Анткени бир эле телонун ылдамдыгы эки эсептөө системасында бирдей болбойт жана анын мааниси эсептөө системассын тандоо жолунан көз каранды болот.

Бирок, 3-формуладагы ылдамдыктарды кошуу закону жарыктын ылдамдыгы үчүн колдонуу терс натыйжаларды бере тургандыгы дайын болуп калды. Мисалы, 90км/саат ылдамдыкта келе жаткан жеңил машинадан берилген жарык нуру алдыдагы айылга кандай ылдамдыкта жетет деген суроого туура жооп берүү кыйын болот. Себеби, ал үчүн 3-формуланын негизинде

жарыктын ылдамдыгына жеңил автомобилдин ылдамдыгын кошууга туура келет. Натыйжада, ал ылдамдык жарыкутын ылдамдыгынан ашып кетет.

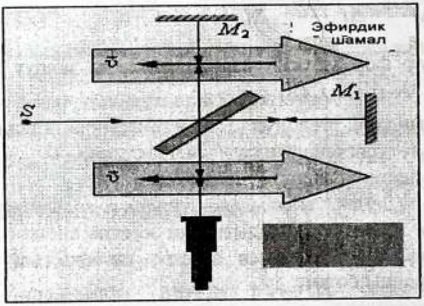
Көптөгөн тажрыйбалардын негизинде, жарытылыштагы эң чоң ылдамдык – бул жарыктын ылдамдыгы, андан чоң ылдамдык болбойт жана жарык булагынын ылдамдыгынан көз каранды болбойт.

Ошондуктан оптикалык кубулуштарды жана жарыктын ылдамдыгын кошуу закону А. Эйнштейн тарабынан сунушталган салыштырмалуулук теориясынын негизинде аныкталат.

Лекция 27.

«Эфирдик» теориянын келип чыгышы. Майкельсондун тажрыйбасы.

Х. Гюйгенс жарык табияты боюнча толкун деп эсептеген. Механикалык көз караш боюнча, үн чөйрөдө таралат. Жарыктын эбегейсиз чоң ылдамдыкта таралышынан, Х. Гюйгенс жарык да **өзгөчө чөйрөдө** таралат деп эсептеген. Бул чөйрөнү **«эфир»**(обо) деп атаган. Мына ошол мезгилдеги физиктердин пикиринде, көзгө



61-сүрөт

көрүнбөгөн «эфир» бүткүл ааламды каптап турат. Ал абсолюттук тынч абалда турат деп ишенишкен. Ошондуктан эфирдин реалдуу экендигин далилдөө зарылдыгы келип

чыккан. Ал үчүн, эгерде эфирдин бар экендиги чын болсо, Жер Күндүн айланасында 30км/с ылдамдык менен кыймылга келишинен «эфирдик шамал» пайда болушу керек. «Эфирдик шамалды» аныктоо үчүн, америкалык согуштук офицер Майкельсон жана англиялык физик Морли атайын интерферометрди ойлоп табышат. Физикада бул интерферометр - Майкельсондун интерферометри деген атка ээ болуп калды. Майкелсон менен Морлинин 1881-жылы жүргүзүлгөн тажрыйбасында интерферометрди өз огунда айландыруу менен, жарыктын интерференциялык көрүнүштүн өзгөрүүсү күтүлгөн. Эмне үчүн жана кандай себеп менен жарыктын интерференциялык көрүнүшү өзгөрүшү керек? Интерферометрде жарым тунук пластинкада жарык нуру эки жарык нуруна бөлүнөт. Интерферометрди өз огунда айландыруу менен, жарык нурунун биринин багыты «эфирдик шамалдын» багыты менен карама – каршы болушуна жетишүүгө болот. Натыйжада, жарыктын ылдамдыгы өзгөрүп, өз кезегинде жарыктын интеференциялык көрүнүшүнүн өзгөртүүсүнө алып келет деп күтүлгөн. Бирок, жарыктын интерференциялык көрүнүшү өзгөргөн эмес. Тажрыйбаны 1886-жылы, андан кийин 1889-жылы кайталап, прибордун өлчөө тактыгын жогорулатуу үчүн, терең шахтада Жердин «дем алуусунун» таасирин азайтуу үчүн приборду сымапка жайланыштырышкан. Интерферометр «эфирдик шамалдын» 2м/с ылдамдыкка ээ болсо да, аны өлчөй ала турган даражага жеткенине карабастан, тажрыйбанын терс натыйжасы кайталана берген.

Майкельсон менен Морлинин тажрыйбаларынын терс натыйжалары, 17-кылымдан 19-кылымдын аягына чейин созулган Х. Гюйгенс механикалык көз караштын негизинде сунуштаган эфирдик теориясынын жана ааламды толтуруп турган эфирдин реалдуулугуна күнөм саноого негиз болуп калды. Анын себеби, адамзат адегенде, анын турмушу менен тикеден тике тыгыз байланыштуу болгон механика бөлүмүн толук изилдеген.

Андан кийинки ачылыштар, мисалы, жарык же атомдун ички жаратылышын маханикалые көз караштар менен түшүндүрүүгө болгон аракеттер, өз мезгилинде көптөгөн кыйынчылыктарга алып келген. Ошондой эле Майкельсондун тажрыйбасы мына ушундай кемчиликтерге кириптер болгон.

Атайын салыштырмалуулук теориясынын негиздери.

1905-жылы жылы А. Эйнштейн, Галилейдин механикадагы салыштырмалуулук принцибин улантуу менен атайын салыштырмалуулук теориясын негиздеген.

Бул теорияда Ааламда эч кандай эфир жок. Эфирсиз эле физикалык кубулуштарды түшүндүрүүгө боло тургандыгы ачык-айкын болуп калды.

Салыштырмалуулук теориянын негизин эки постулат түзөт.

1. **Биринчи постулат – салыштырмалуулук принциби:** Бардык инерциалдык системаларда жаратылыштын кубулуштары(механикалык, электромагниттик ж.б.) бирдей жүрөт.

Ар кандай тажрыйбанын жардамы менен бул системалар тынч абалында же түз сызыктуу бир калыпта кыймылда экендигин далилдеп болбойт. Салыштырмалуулук принцибинде бардык физикалык кубулуштар, анын ичинен электромагниттик кубулуштар үчүн жалпыланган.

2. **Экинчи постулат – жарык ылдамдыгынын турактуулугу принциби:** бардык инерциалдык системаларда жарыктын ылдамдыгы вакуумда турактуу болот жана жарык булагынын ылдамдыгынан көз каранды эмес.

Лекция 28

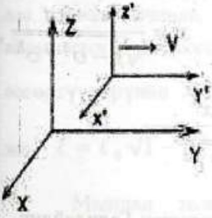
Окуялардын бирдей убактуулугунун салыштырмалуулугу.

Галилейдин өзгөртүүлөрүнөн К системасында t_1 жана t_2 убакыттарда болуп өткөн эки окуя, K^1 системасында t_1' жана t_2' убакЫт аралыгында болуп өтөт.

Ошондуктан эки системада тең эки окуянын ортосунда өткөн убакыт аралыгы бирдей болот. $\Delta t = \Delta t_1'$

Галилейдин принцибинде эки окуянын бирдей убактылуулугу абсолюттуу болот жана эсептөө системаларынан көз каранды болбойт. Мисалы, эгерде $\Delta t = 0$ болсо, анда $\Delta t' = 0$ болот.

Салыштырмалуулук теориясында, мейкиндиктин ар кандай чекитиндеги бирдей убакытта өткөн эки окуя, салыштырмалуу болот: бир инерциалдык системада бирдей убакытта болуп өткөн окуялар, биринчиге карата турактуу ылдамдыкта кыймылга келген башка инерциалдык системаларда бирдей убакытта болуп өтпөйт.



62-сүрөт

Мисалы, К кыймылсыз системасы Жер менен байланышкан, K^1кыймылдуу система түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдаган вагонду карап көрөлү(62-сүрөт). Адегенде К системасынын А жана В эки чекиттеринин ортосунда С чекитин, ал эми K^1 систамасынын A^1 жана В чекиттериин ортосунда C^1чекитин белгилейбиз. Бул тиешелүү түрдө дал келгенде бирдей убакыттын ичинде ичинде эки чагылган пайда болсун дейли. К системасында А жан В чекиттериндеги эки чагылгандар жарк этүүсүнөн пайда болгон жарыктар С чекитине бирдей убакытта келип жетишет.

Демек, бул эки окуя К системасында бирдей убакытта өткөн.

Бирок K^1 системасы кыймылда болгондуктан, жарык A^1 чекитинен С чекитине кеч, ал эми, B^1 чекитинен кеч келип жетет.

Демек, К системасында бирдей убакытта өткөн эки окуя K^1 системасында бирдей убакытта болуп өтпөйт. Себеби, бирдей убакытта мейкиндикте бөлүнгөн эки окуя дайыма салыштырмалуу болуп саналат. Ошондуктан бирдей убакыт түшүнүгү салыштырмалуу болот.

Лоренцтин өөртүүлөрү.

Салыштырмалуулук теориясынын эки постулатына ылайык, К системасы менен K^1 системасынын координатарынын жана убкаыттарынын ортосундагы байланыштар Лоренцтин өзгөртүүлөрү деп аталат жана төмөнкүдөй түрдө болот:

К системасында: $x' = \dfrac{x - \upsilon t}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$, $y' = y$, $z' = z$,

$t' = \dfrac{t - \dfrac{\upsilon}{c^2} x}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$ K^1 системасында $x = \dfrac{x' + \upsilon t}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$,

$y = y'$ $z = z'$, $t = \dfrac{t' - \dfrac{\upsilon}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$

Эгерде $\upsilon / c << 1$ болсо, Лоренцтин өзгөртүүлөрүнөн Галилейдин өзгөртүүлөрү келип чыгат

$$x' = x - \upsilon \cdot t, \quad y' = y, \; z' = z, \; t' = t$$

$$x = x' + \upsilon \cdot t \qquad y = y',\ z = z',\ t = t'$$

оренцтин өзгөртүүлөрүн эске алуу менен салыштырмалуулук принцибине төмөнкүдөй аныктама берүүгө болот:

Бардык физикалык кубулуштарды баяндоочу физиканын закондору бардык инерциялык системаларда бирдей түрдө болот.

Мындан К системасынан К1 системасына Лоренцтин өзгөртүүлөрү аркылуу өткөндө физиканын закондору өзүнүн формасын сактап калат.

Узундуктун салыштырмалуулугу.

Эки системада теъ жарыктын салыштырмалуу ылдамдыгы, жарыктын вакуумдагы ылдамдыгынан ашып кетпейт деп эсептелинет. К1 системасында тынч абалындагы стержендин узундугу, бул системадагы бирдей убакыттагы эки чекиттеги окуя деп каралат. $\ell_0 = x_2' - x_1'$

Мына ушул эле стержендин узундугун К системасында аныктоо щчщн, стержендин узундугун чектеп турган, саат менен аныкталган бир эле убакыт ичинде, анын баштапкы жана акыркы чекиттеринин айрымасын аныктоого туура келет. $\ell = x_2(t) - x_1(t)$ Лоренцтин өзгөртүүлөрүнөн $x_2(t) - x_1(t) = (x_2' - x_1')\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}$

же $\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}$ келип чыгат.

Мындан телонун узундугу анын ылдамдыгынан көз каранды экендиги көрүнүп турат, б.а.телонун узундугу К[1] системасында ℓ_0 болсо, К системасында телонун сызыктуу өлчөмү кыймылдын багыты боюнча $\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}$ эсеге кыскарат.

Ошондой эле Лоренцтин өзгөртүүлөрүнөн $y_2' - y_1' = y_2 - y_1$ жана $z_2' - z_1' = z_2 - z_1$

келип чыгат.

Убакыт аралыгынын салыштырмалуулугу

Эки окуянын болуп өткөн убакыттын узактыгы(убакыт аралыгы) деп берилген инерциалдык система менен байланышкан саат менен аныкталган убакытты айтабыз. K^1 системасынын А чекитинде t_1' жана t_2' убакыт аралыгында эки окуя болуп өтсүн дейли. Маятник эки жолу тең салмактуу абалынан өтсүн дейли. Бул эки окуянын ортосунда τ_0 убакыт аралыгы $\tau_0 = t_2' - t_1'$ өтөт. Ал эми бул эки окуя К системасындагы саат боюнча башка маанидеги убакыт аралыгында өтөт $\tau = t_2 - t_1$ Лоренцтин өзгөртүүлөрү убакыт үчүн төмөнкүдөй аныкталат.

$$t_2' = \frac{t_2 - \frac{\upsilon}{c^2} x_2}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}} \quad \text{жана} \quad t_1' = \frac{t_1 - \frac{\upsilon}{c^2} x_1}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$$

алардын айрымасын аныктагандан кийин, $\tau_0 = \tau \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}$ болот. Же

$$\tau = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}$$

Демек, К системасында убакытын өтүшү, K^1 системасына караганда акырындайт

Ылдамдыктарды кошуу закону.

Салыштырмалуулук теориясында, ылдамдыктарды кошуу закону Лоренцтин өзгөртүүлөрүнөн келип чыгат. Ал үчүн, адегенде Лоренцтин өзгөртүүлөрүн төмөнкүдөй жазабыз:

$$x = \frac{x' + Vt'}{\Gamma}, \quad t = \frac{t' - \frac{\upsilon}{c^2} x'}{\Gamma}$$ Мында $\Gamma = \sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}$ жана

туунду түрүндө жазабыз.

$$dx = \frac{dx' + Vdt'}{\Gamma}, \quad dt = \frac{dt' - \frac{\upsilon}{c^2} dx'}{\Gamma}$$ Теңдемелердин сол жагын

оң жагын өзүнчө бөлөбүз.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx' + \upsilon dt'}{dt' + \frac{\upsilon}{c^2} dx'}$$ Алымындагы жана бөлүмүндөгү ар бир

туюнтманы dt' га бөлөбүз. Натыйжада ылдамдыктарды кошуу закону келип чыгат.

$$\upsilon = \frac{\upsilon' + V}{1 + \upsilon' \frac{V}{c^2}}$$ Бул закон салыштырмалуулук теориясынын

постулаттарын канааттандырат.

Мисалга, поезд жарыктын ылдамдыгы менен кыймылга келип, жарыктын импульсун алды жактагы станцияга жөнөтсүн дейли Жарык кандай ылдамдык менен станцияга жетет? Мында

V=c Чыгаруу

$\upsilon' = c$ $\quad \upsilon - ?$

$$\upsilon = \frac{\upsilon' + V}{1 + \upsilon' \frac{V}{c^2}}$$

$$\upsilon = \frac{c + c}{1 + c\frac{c}{c^2}} = \frac{2c}{c} = c$$

Демек, поездден берилген жарык сигналы станцияга жарыктын ылдамдыгы менен жетип келет.

Практикалык сабак 17

1. Кыймылсыз тсистемада сызгычтын узундугу 2м. 0,5,с ылдамдыкта кыймылдаган системада сызгычн узундугу кандай болот?(1,74м)

2. «Кыймылсыз байкоочунун сааты боюнча»27000км/с ылдамдыкта кеме кыймылдаса, канчага убакыттын өтүшү акырындайт?(0,99)

3. Жерден өлчөнгөн аралык эки эсе аз болушу үчүн космоостук кеме кандай ылдамдыкта кыймылга келиши керек?($2\cdot10^8$м/с)

4. Жердин 25 жылында 0,4с ылдамдыкта кыймылдаган звездолетто канча убакыт өтөт?(23жыл)

5. Жердеги байкоочуга караганда чыныгы сызыктуу өлчөмүнө караганда эки эсе аз байкалышы үчүн космостук кеме кандай ылдакмдыкта кыймылдашы керек?($2,6\cdot10^8$км/с)

6. Жерге салыштырмалуу убакыт төрт эсе акырын өтүшү үчүн космостук кеме кандай ылдамдыкта кыймылдашы керек?($2,9\cdot10^8$км/с)

7. Эки космос кемеси Жерге салыштырмалуу 0,75с ылдамдыкта кыймыллдашат. Карама каршы кыймылдашса, алардын ылдамдыктары Жердеги байкоо үчүн кандай болот;(0,96с)

8. Поезддердин бири тынч абалда. Эинчиси анын алдынан 0,87с ылдамдыкта өттү.Биринчи деги мбайкоочуга кандай узундукта болот?(эки эсе кичине)

Өз алдынча иш.

1. Жердеги байкоочуга кыймылсыз сызгычтын узундугу 1м. Сызгычтын ылдамдыгы 0.6с болгондо, узундугу кандай болот?(0,8м)

2. Космос кемесиндеги саат эки эсе жай жүрүшү үчүн кандай ылдамдык менен кыймылдашы керек болот?(2,6.108км/с)

3. Жерге караганда 0,33с ылдамдык менен кыймылдаган кемеде 50 Жер жылын канча жылда өтөт?(47жыл)

4. Жерге салыштырмалуу 0,99с ылдамдыктагы кемеде 10жыл өтсө, Жерд канча убакыт өтөт?(71жыл)

5. Жерге салыштырмалуу -0,98с ылдамдыктагы кыска убакытта жашоочу космос бөлүкчөсүнүн өздүк жашоо убактысы, Жерге караганда канчага көптүк кылат?()

Лекция 29.

Массанын ылдамдыктан көз карандылыгы. Релятвиситтик динамика.

Телонун ылдамдыгы жарыктын ылдамдыгына караганда бир канча эсе аз болгон абалда, Нютондун экинчи законун

$$m\frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t}=\vec{F} \quad \text{же} \quad \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}=\vec{F}$$

түрү, бир инерциалдык системадан экинчи инерциалдык системага өткөндө өзгөрбөйт. Мында $\vec{p}=m\vec{\upsilon}$ - телонун импульсу Бирок телонун ылдамдыгы жарыктын ылдамдыгына жакындаган сайын, бул классикалык закондун түрү башкача мүнөзгө ээ болуп калат. Анткени мындай абалда телонун массасы, анын ылдамдыгынан көз каранды болуп калат. Мындай ылдамдыктагы телонун массасын m деп белгилесек,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}}$$ Мында m_0 - тынч абалындагы телонун массасы.

Массанын ылдамдыктан көз карандылыгынан, телонун массасы оорлошо баштагандыгы келип чыгат.

Мисалы азыркы заряддалган бөлүкчөлөрдү күчөткүчтөрдө(синхрофазотрон) заряддалган бөлүкчөлөрдүн ылдамдыктарын жарыктын ылдамдыгына караганда 90км/саат аз тездетилгенде, алардын массалары 40 эсеге ашат. Ал эми электрондор жарыктын ылдамдыгына карата 35-40м/с аз тездетилгенде, алардын массасы 2000 эсе ашат. Ошондуктан мындай электрондордун магнит талаасында белгиленген орбитада айланууларын камсыз кылуу үчүн, тиешелүү электрондордун орбиталарын эсептерде масларынын көбөйүшүн эске алуута туура келет.

Ошндуктан, өтө чоң ылдамдыкта кыймылдаган телолор үчүн Ньютондун экинчи законунун колдонуута болбойт. Телонун массасынын ылдамдыктан көз карандылыгы релятивистик динамикада эске алынат.

$$\vec{p} = \frac{m_0\upsilon}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}}$$ Ал эми релятивистик динамиканын негизги закону төмөнкүдөй берилет. $\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}$

Бирок бул формуланы пайдаланууда, телонун импульсу, анын массасынын ылдамдыкка болгон көбөйтүндүсү менен аныкталбайт, анын ылдамдыктан көз карандылыгы эске алынат.

Демек релятивистик динамиканын негизги теңдемелеринин негизнде тездеткичтерди куруудa эске алынышнан,

салыштырмалуулук теориясы инженердик илим болуп калгандыгынан далаалат берет.

Масса менен энергиянын байланышы.

Телонун массасы, анын энергиясы менен байланыштуу болот. Алардын байланыштарын аныктоо үчүн, адегенде $\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}$ формуласын төмөнкүдөй өзгөртөбүз.

$$\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}=\sqrt{(1-\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2}{c^2})^2-\frac{1}{4}\frac{\upsilon^4}{c^4}}$$

Телонун ылдамдыгы жарыктын ылдамдыгына караганда бир канча аз абалда $\frac{1}{4}\frac{\upsilon^4}{c^4}$ чоңдугун эсепке албай коюуга болот. Анда

$$\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}=1-\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2}{c^2}$$

Ошондуктан массанын ылдамдыктан көз карандылыгы төмөнкүдөй аныкталат. $m=\dfrac{m_0}{1-\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2}{c^2}}$ Бул туюнтманын алымына жана бөлүмүнө $\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2}{c^2}$ на көбөйтүп, $\frac{1}{4}\frac{\upsilon^4}{c^4}$ мүчөсүн эске албаганда, төмөнкү формула келип чыгат. $m\approx m_0+\frac{1}{2}m_0\upsilon^2\frac{1}{c^2}$

Мындан $mc^2=m_0c^2+\frac{1}{2}m_0\upsilon^2$

Чамасы А. Эйнштейн $E = mc^2$; $E_0 = m_0c^2$ жана

$K = \frac{1}{2} m_0 \upsilon^2$ деп белгилегенде E= E_0 +K келип чыккан.

Мындан телонун энергясы $E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$

Демек телонун энергиясы, анын массасынын жарыктын ылдамдыгынын квадратына болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

- Салыштырмалуулук теориясынын эң маанилүү натыйжаларынын:

• биринчиси, тело тынч абалында энергияга ээ боло алат деген кортундуга келгенинде.

$E_0 = m_0c^2$ Тынч абалда тело кандайча энергияга ээ боло алат?

Телонун тынч абалындагы энергиясы жөнүндө сөз болгондо, чындыгында телонун ички энергиясы жөнүндө болуп жатат деп түшүнүлөт;

• экинчиси, $\Delta E = \Delta mc^2$ формуласы болуп калды. Формуладан көрүнүп тургандай:

ΔE - энергиянян өзгөрүшү, Δm - массанын дефектиси.

Энергиянын өзгөрүшү массанын дефектиси менен болгон байланышы, ядролук физикада ар бир химиялык элементтин байланыш энергиясын (ΔE), аныктоодо, анын ядросунун массасынын дефектин(Δm) аныктоо менен байланышкан болот.

Ядролук физикада нуклондордун байланыш энергиясын аныктоодо $\Delta E = 931 \frac{МэВ}{м.а.б} \Delta m$ формуласы

менен аныкталат. Себеби, энергия МэВт, масса- массанын атомдук бирдигинде өлчөнүлөт.

Лекция 30.

Аалам. Ааламдын эволюциясы.

Аалам – вакуумдагы чексиз мейкиндик, бирок ал материалдык обьектилер(Зат жана Талаа) менен толтурулган. Адамзат Жердин эволюциясынын кайсы бир этабында пайда болуп, күндүз көгүш асмандын түбүндгү Жердин бетинде жашап келе жатат. Түндө миллиондогон жылдыздар асманды толтуруп турат. Эзелтеден Адамзат жылдыздардын суткалык которулуштарына баам салып, аларды Алтын казык, Чоң жетиген, Кичи жетиген, Үркөр, Саманчынын жолу ж.б.у.с. ат коюшкан. Бирок Жердин бетинен тышкары мейкиндикте Адам жашай албаган абасы жок, караңгы, муздак болуп, күнү-түнү дайыма жылдыздар көрүнүп турат.

Г.Галиллейден баштап(1608-ж) бүгүнкү күнгө чейинки Жер бетиндеги астрономиялык обсерваториялардан жана космостук кемелерден(Мир станциясындагы Хаббл телескобу) асман мейкиндигине багытталган телескоптордон алынган маалыматтардын жана алардын натыйжаларын түшүндүүдөн, мындан бир нече млрд. жылдар мурда Аалам бир бүтүн космостук обңект болгондугу дайын болду. Себептери белгисиз пайда болгон Чоң жарылуудан Күн галактикасына, айлануучу галактикаларга, Метагалактикаларга бөлүнүп кеткен жана алардын ортолорун тумандуулуктар, космостук чаңдар, гравитациялык, электромагниттик толкундар толтуруп турат. Галактиканын жашоо убактысы 10 млрд жылдан көп, бирок 20 млрд жылдан аз. Галактика Күн системасынан улуулук кылат. Күн системасы мындан 4,5млрд жылдын чегинде пайда болгон. Чоң жарылуулурдан пайда болгон реликт фотондору

бүгүнкү күнгө чейин Жердин бетине келүүлөрүн улантып жаткандыгын жүргүзүлгөн байкоолордун жана изилдөөлөрдүн натыйжалары ырастап турат.

Ааламдагы обңектилер бири-биринен улам алыстап бара жаткандыгы дайын болду.

Айтсак, Асмандын Түндүк жарым шарында жайланышкан Букачар топ жылдызына жакын тумандуулук бар. Ал өзүнүн таң каларлык көрүнүшү менен көп буттары бар эбегейсиз чоң деңиз чаянына окшогондуктан, **Чаян сымал тумандуулук** деп аталат. Бир нече ондогон жылдар бою алынган фотосүрөттөрдөн спектралдык анализдер көрсөткөндөй, алардын курамына кирген газдар ар тарапка 1000км/с ылдамдык менен чачырап бара жаткандыгын аныкталды.

Чамасы мындан 900жыл абал Краб түрүндөгү тумандуулуктун ордунда өтө жаңы жылдыз болгон. Космостук масштабда жарылуу болуп, жылдыздын ордуна аталган тумандуулук катары изи калган.

Чындыгында мына ошол мезгилдеги тарыхый барактардан белгилүү болгондой, 1054-жылы Букачар жылдыз тобунда жарык жылдыз пайда болгон. Ал 23 сутка бою күнү түнү асманда жаркырап турган, андан кийин өчүп, ордунда Чаян сымал тумандуулук пайда болгон.

Демек, Чаян сымал тумандуулук өтө жаңы жылдыздын космостогу калдыгы болуп саналат.

Кара көңдөй.

Бардык жылдыздарын эволюциясында термоядролук реакция жүрүшүндө плазма абалында суутектин изотоптору гелийге айланышат. ${}_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$

Эртедир-кечтир ар-бир жылдызда качандыр бир мезгилде,

62-сүрөт

мисалы, бир нече миллиард жылдан кийин суутектин запасы түгөнөт. Суутеги түгөнгөн жылдыздын температурасы төмөндөшү менен, андагы заттын бөлүкчөлөрүнүн ортосунда гравитациялык тартылышуулары эбегейсиз чоң мааниге ээ болуп кетет. Мындай күчтүү гравитациялык тартылуунун натыйжасында ички орбитадагы электорондор ядрого кысылышкандыктан, анын протондору менен бириги шип, андан нейтрондор менен нейтринолор пайда болушат. $p +_{-1} e^0 \rightarrow n + \nu$ Жылдыз - нейтрондук жылдызга айланат. Жылдыздын гравитациялык

63-сүрөт

коллапсынын(кысылуунун) акыркы этабында, бир нече минутадан кийин, анын ордуна өлчөмү гравитациялык радиуска барабар болгон кара обьект пайда болот. Аны **кара көңдөй** деп аталат. Мында К. Шварцшильд гравитациялык күчтүн аракетинде пайда боло турган радиусту аныктаган. Эгерде объект $R_g = 2\gamma M / c^2$ гравитациялык радиуска чейин кысылса, кара көңдөйгө айланат. Мында R_g - Шварцшильдин радиусу, γ - гравитациялык турактулук, M - жылдыздын массасы, c - жарыктын ылдамдыгы. Мисалы, азыр Күндүн курамы 98% суутектен, 2% га жакыны гелийден турат. Адегенде 4,7млрд. жылдан кийин суутеги түгөнгөн Күн, акыры келип гравитациялык радиусу 3км болгон кара көңдөйгө айланат деген теориялык түшүнүк бар эле. Бирок, кийинчерек гравитациялык коллапстын башталышы үчүн, кара көңдөйгө айлвна турган жылдыздын массасы Күндүн массасына караганда эки жарым - үч эсе көп болушу керек

боло тургандыгы аныкталды. Анда Күн эмне болот? Күн жөн гана өчүп калат. Мындай радиустагы(Шварцильдин радиусунда) кара көңдөйдөн кала берсе жарык нуру да чыга албайт. Бул радиустун чеги - **окуялардын горизонту** деп аталат. Өз убагында кара көңдөйдүн бар экендигин аныктоого мүмкүн эмес деп табылган. Бирок кийинчерек кара көңдөйдүн бар экендигин, алардын гиганттык чаң соргучка окшоп, жылдыздар аралыгындагы космостук чаңдарды жутуу касиетине ээ болот деп табылган. Натыйжада кара көңдөйгө гравитациялык тартылууларынын эсебинен чаңдар ысып өзгөчө айрымаланган рентген нурларынын нурдатышкандан кийин, кара көңдөйдүн туңгуюгуна түшүп кетишет.

64-сүрөт

Демек мына ошол космостук чаңдар нурданкан рентген нурларын аныктоо менен кара көңдөйдүн бар экендигин билүүгө болот. Эгерде кара көңдөйдүн күчтүү гравитациялык талаасына жакын жайланышкан жылдыз болсо, кара көңдөй жылдызды өзүнө оп тартып жылдызды өзүнүн айланасында айланууга мажбурлаган күчкө ээ болот. Ошондуктан жылдыз кош жылдыз сыяктуу болуп, бир жылдыздын тегерегинде айлангансып көрүнөт. Кара көңдөйгө жылдыздын массаларын өзүнө тартуунун натыйжсында, анын айланасындагы айланган жылдыздын чаңдары кара көңдөйгө оп тартылып, мезгил мезгили менен рентген нурларын нурдантышат. Мисалы, узак жылдар бою Ак куу(Лебедь) жылдыз тобунда, алардын бири X-1 жылдызы, чындыгында кош жылдыз экендиги жана жана мезгилдүү рентген нурларынын булагы экендиги далилденди.

65-сүрөт

Анын экинчиси кара көңдөй деп табылды. Кара көңдөй Ааламдын эң активдүү обьектиси деп саналат.

Ааламдын алгачкы өнүгүүсүнүн алгачкы этабында, бүтүн, бир тектүү эмес заттардын октун тегерегинде айлануу процессинде чоң жарылуудан кара көңдөй пайда болушу ыктымал. Мындай түрдөгү кара көңдөй алгачкы же реликт(атам замандагы) кара көңдөй деп аталат.

Демек, кара көңдөйлөр жылдыздардын өнүгүүсүнүн акыркы этабы болуп саналат.

Айтылгандардын жыйынтыгында, кара көңдөйлөрдүн эки түрү жөнүндө баяндалды. Биринчиси, жылдыздардын гравитациялык коллапстын натыйжасы деп каралса, экинчиси Чоң жарылуудан кийин же жылдыз талкаланып жок болуп кеткенден кийин ээн калган үйдөй болуп же заттан же гравитациялык, электромагниттик талаадан айрылган кара обьектиге айлана тургандыгы келип чыгат. Мындай кара көңдөй менен жылдыздардын акыркы эволюциясына айланган кара көңдөйдүн кандай айрымасы бар?

Чындыгында кара көңдөйлөр жөнүндөгү айтылгандар кванттык физика менен жалпы салыштырмалуулук теориясынын кесилишинде теориялык түшүнүктөрдөн пайда болгон жоромолдор деп айтууга болот.

Бирок жылдыздар эң акыры кара көңдөйгө айлануу менен түгөнүп калбайт. Анткени, бир жылдыздын жок болуп кетиши, мейкиндиктин кайсы бир чекитинде дагы бир жылдыздын пайда болушу менен коштолот. Анын үстүнө мындай процесстер бүгүн же эртеси боло койбойт. Астрономиялык кубулуштар адатта жүздөгөн миллион жылдардын чегинде жүрөт. Жаратылыш чексиз.

Практикалык сабак 18

1. Электрондун тынч абалындагы массын эсептегиле?(0,51Мэв).

2. Электрондун массасы тынч абалына караганда эки эсе чоң болушу үчүн кандай ылдамдыкта кыймылдашы керек($2{,}6 \cdot 10^8$м/с)

3. Тынч абалындагы протондун массасын 1м.а.б. деп эсептеп, анын $2 \cdot 4.10^8$м/с ылдамдыктагы массасын аныктагыла?

4. Протондун массы α-бөлүкчөнүн массасына барабар болушу м үчүн кандай ылдамдыкта кыймылдашы керек болот? α-бөлүкчөнүн α-бөлүкчөнүн массасы 4м.а.б. барабар. (97с)

5. Эгерде тынч абалындагы электрондун ылдамдыгы 0,6С болсо, анын импульсун тапкыла?

6. $5 \cdot 4 \cdot 10^{18}$ энергиясы кандай массага ээ?

7. 0,6С ылдамдыкта кыймылдаган электрондун кинетикалык энергиясын (Мэв)тапкыла?

8. Чайнектеги 2л суу кайнатылса, суунун массасы канчага өзгөрдү?

Өз алдынча иш.

1. Космостук кеменин өздүк узундугу 10м. Байкоочуга караганда кеме 6С ылдамдыкта болсо, кеменин узундугун аныктагыла?

2. Кемедеги сааттын жүрүшү Жерге караганда 3эсе жай жүрсө, Жердин өзүндө убакыт кандай өтөт?

3. Эки элементардык бөлүкчө кыймылсыз байкоочуга салыштырмалуу түз сызыктуу бир калыпта 0,5С жана 0,7С

ылдамдыктарга ээ. Экинчи бөлүкчө биринчисине караганда кандай ылдамдыкка ээ болот?

4. Кыймылсыз системага караганда протон 0,8с ылдамдык менен кыймылдаса, анын массасы канча болот?($2{,}8\cdot10^{-27}$кг)

5. Кандай ылдамдыкта тынч абалына караганда электрондун массасы төрт эсе чоң болот?($2{,}9\cdot10^{8}$м/с)

19-20-практикалык сабак

Студенттер түшүнбөй калган теориялык материалдардын жана чыгарылбай калган маселелердин анализи

Суроолор

1. Кандайча НЕ,ИЛИ, И операциялары аткарылат?
2. Кандайча К155ЛАЗ интегралдык схемасында 2И-НЕ логикалык элементи иштейт?
3. Таш-көмүр жарым өткөргүч заводунда поликремнийди алуудагы технлолгиялык процесстер.
4.. Трихлорсиландын жана хлордуу суутектин алынышы..
5. «Кайноочу» катмар жана буу менен газдын аралашмасынын пайда болушу.
6. Ректификация жана.пПоликремнийди бөлүп алуунун технологиялык схемасы.
7. Толук ток үчүн Д.К. Максвеллдин интегралдык жана диффереациалдык теңдемеси.
8. Электромагниттик индукция законунун Д.К. Максвеллдин интегралдык жана дифференциалдык закону.
9.. Фуконон тогу анын техникалык зыян жана пайдалуу жагы.
10. Магнетиктер жана магнит талаасынын чыңалышы менен магниттик индукциянын байланышы.
11. Парамагнитизм жана диамагнитизм.
12. Гистерезистик илмек жана. магниттик жумшак менен магниттик катуу материалдардын айрымасы.
13. Өзгөрүлмө электр тогунун генераторунун түзүлүшү

14. Үч фазалык токту аралыкка берүүдө өткөргүчтөрдүн санын Доливо – Добровольский азайтууга жетишиши.

15. Үч бурчтук жолу менен генератор жана электр тогун керектөөчүлөрдүн байланышы.

16. Сызыктуу жана фазалык чыңалуу.

17. Асинхрондук кыймылдаткычтын физикалык негизи.

18. Электрдик өлчөөчү приборлор жана анын ички каршылыгы.

19. Өлчөөнүн абсолюттук, салыштырмалуу, келтирилген каталары жана шкалаларындагы шарттуу белгилерс.

20. Магнитоэлектрдик, электромагниттик, электродиндинамика лык приборлордун иштөө принциптерин.

21. АВОметр жана резисторду, конденсаторду, каршылыкты өлчөө.

22. Галиллейдин приницибинде ылдамдыктарды кошуу закону жана анын оптикалык кубулуштарда колдонуунун мүмкүн эместиги.

23. Майкельсондун тажрыйбасы.

Атайын салыштырмалуулук принцибинин постулаттары.

24. Эмне үчүн узундукту жана убакыт аралагы эки системада бирдей болбой?

25. Ылдамдык тарды кошуу закону жана масса менен энергиянын байланышы.

26. Аалам жана анын жаралышы.

27. Мейкиндик жана убакыт.

28. Кара көңдөй.

29. Жылдыздардын өнүгүшү кара көңдөйгө айланышы.

30. Кара көңдөйдүн кош жылдызга айланышы.

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШТЕР

Лабораториялык иш №1.

Гальванометр менен конденсатордун сыйымдуулугун өлчөө.

Жабдуулар: 4В чыңалуудагы туруктуу токтун булагы, КБГ(конденсатор бумажно-герметизированный)тибиндеги конденсаторлор: 1мкФ, 2мкФ, 4мкФ АВОметр АВО-63 же 100 мкА микроамперметр, бир уюлдук туташтыргыч. туташтыруучу зымдар.

Иштин кыскача мазмуну

Конденсатор – диэлектрик менен бөлүнгөн эки металл пластинасы. Анын эки пластиналарына(обкладкаларына) карама-каршы белгидеги заряддар топтолот. Эгерде конденсатордун эки учун паралель ток булагына бириктирилсе, конденсатор заряддалат. Гальванометр - чынжырда токтун бар экендигин аныктоочу прибор. Эгерде заряддалган конденсаторду гальванометрге бириктирип чынжыр туюкталса, анын жебеси шкаласы боюнча белгилүү бир абалга чейин жылат. Эгерде башка номиналдагы заряддалган конденсатор болсо, жебе дагы шкала боюнча башка абалда болот.

Тажрыйба, сыйымдуулугу белгилүү болгон конденсатор аркылуу, конденсатордун сыйымдуулугу, гальванометрдин жебеси шкала боюнча жылган бөлүктүн санына түз пропорциялаш экендигин көрсөтөт. $C = k \cdot n$ (1) Мындан Пропорциялык коэффициенти төмөнкүдөй аныкталат. $k = \frac{C}{n}$ (2) б. а. конденсатордун сыйымдуулугунун маанисин, прибордун жебеси шкаланын канча бөлүгүнө жылган санын(n) катышына барабар болот.

Эгерде сыйымдуулугу белгисиз(4мкФ) конденсатор болсо, прибордун жебеси башка абалда болуп, n_x саны башка мааниге ээ

болуп калат. Ошондуктан k нын, жана n_xтин белгилүү маанилери боюнча, конденсатордун сыйымдуулугун аныктоого болот. $C_x = k \cdot n_x$

Ишти аткаруунун тартиби

1. Адегенде дептерге эсептөөнүн жана өлчөөнүн жыйынтыктарын толтуруу үчүн төмөнкүдөй таблицаны сызып алгыла.

№	Конденсатордун сыйымдуулугу	Гальванометрдин шкаласынын саны	$k = C / n$	$k_{орт}$	n_x	C_x
1						
2						
3						

2. 1-сүрөттө көрсөтүлгөн сыйымдуулугу белгилүү конденсатордон, гальванометрден, бир уюлдук ачкычтан турган электрдик чынжырдан турган электрдик схеманы чогулткула.
3. Конденсаторду заряддагыла. Ал үчүн токтун булагына(4В) конденсатордун обкладкаларына параллель туташтыргыла. Заряддалган конденсаторду гальванометрге туташтырып, анын жебесинин шкала боюнча максималдуу маанисин мүмкүн болушунча так аныктагыла. Конденсатордун номиналын, жебенин шкала боюнча канчага жылган санын жазгыла.
4. Пропорциялаштык коэффициентин формула боюнча аныктагыла. Тажрыйбаны дагы экинчи, үчүнчү жолу кайталап k нын орточо маанисин аныктап, алардын маанилерин таблицага толтургула.

5. Электр чынжырына сыйымдуулугу белгисиз болгон конденсаторду(4мкФ) улагыла.
6. n_x ти аныктагыла.
7. C_xти тапкыла. Анын мааниси 4мкФга жакын болсо, тажрыйбанын тууралыгын далилдейт.

Кошумча тапшырма

Сыйымдуулуктары белгилүү болгон конденсаторлорду адегенде паралелль, кийин удаалаш туташтырып жогоруда айтылган жол менен жалпы сыйымдуулуктарын аныктагыла. Эгерде тажрыйбада аныкталган алардын маанилери менен, белгилүү формулалардан эсептелген маанилеринин дал келиши, тажрыйбанын туура жүргүзүлгөндүгүн далилдейт.

Суроолор

1. Конденсатордун түзүлүшүн айтып бергиле?
2. Пропоциялаштык коэффициентинин физикалык маңызын айтып бергиле?
3. Конденсаторлорду паралель жана удаалаш туташтырганда, алардын жалпы сыйымдуулугу кандайча аныкталат?

Лабораториялык иш 2.

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 – өткөргүчтүн каршылыгы,

ρ - өтқөргүчтүн салыштырма 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 болот.:

$$l = \frac{\pi D^2 U}{4 \rho I}$$

Ишти аткаруунун тартиби.

1. Зымды карандашка ороп Lди сызгыч менен ченеп Dны эсептегиле.

2. Өткөргүчтү ток булагына схема боюнча улагыла. Амперметрдин жана вольтметрдин көрсөтүүлөрүн таблицага жазгыла .

3. Өткөргүчтүн материалын аныктап, справочниктен ρнун маанисин 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	p;Ом*м	l;м	$l_{орт}$;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 №3

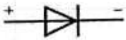
Жарым өткөргүч диоддун касиетин изилдөө.

Жабдуулар: 6-12вВ чыңалуудагы универсалдык түзткүч, 2 даана 3Втук турактуу токтун булагы(чыңалуусу 1,5В болгон калай менен ширетип эки батареяны удаалаш туташтыруу аркылуу алса болот.), бир жарым өткөргүчтүк диод(D 7Ж же Д226А,Б,В), туташтыруучу зымдар.

Иштин кыскача мааниси

Жарым өткөргүчтүк диод – бир жактык эткөрүмдүүлүккө ээ болгон p жана n тибиндеги эки жарым өткөргүчтүн кошулмасы.

Анткени, p тибиндеги жарым өткөргүч көзөнөктүк өткөрүмдүүлүккө ээ болсо, n тибиндеги жарым өткөргүч – электрондук өткөрүмдүүлүккө ээ болот. Бул эки типтеги жарым өткөргүчтөр - өткөрүмдүүлүгү эки түрдүү өткөргүчтөргө айланышат.Эгерде жарым өткөргүчтүк диод, сүрөттө көрсөтүлгөндөй ток булагына туташтырылса, ал аркылуу ток өтөт. Ток булагынын полярдуулугу алмашылса, ток өтпөй калат. Эмне үчүн? Суроого жооп табуу үчүн тажрыйбага кайрылабыз.



Ишке карата көрсөтмө

1. Өлчөөнүн жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазуу үчүн төмөнкүдөй таблицаны дептерге сызып алгыла.

Таблица 1

U, B								
I, мА								

Таблица 2

U, B								
I, мА								

2. Токтун түз өтүү процессиндеги диодко берилген чыңалуудан көз карандылыгын изилдегиле. Ал үчүн 1-сүрөттөгү электрдик схеманы чогулткула. Токтун булагы катары 3В алынат. Диодко бериле турган чыңалуунун мааниси, өгөрүлмө резистордун каршылыгын өзгөртүү менен жетишилет жана шкаласы 3В болгон вольтметр менен

өлчөнүлөт. Диод аркылуу өткөн токтун күчү шкаласы 15мА жана 30мА болон миллиамперметр менен өлчөнүлөт.

Диоддогу чыңалууну 0,02Вко көбөйтүү менен, приборлордун көрсөтүүлөрүн таблицага толтургула(Таблица1).

Диоддун полярдуулугу алмаштырылган электрдик схемада(2-сүрөт), чыңалууну бир кыйла көп маанисин пайдаланууга туура келет(4-12В). Мында чыңалуунун мааниси1Вко өзгөрткөн сайын тиешелүү маанисин өзгөрткөн токтун күчүн миилиамперметрдин көрсөтүүсүн жазып баргыла(Таблиица 2).

Тегиздиктеги координаталык системасында, Х огу боюнча чыңалуунун маанисин, ордината огу боюнча токтун күчүүн маанисин миллиамперметрде эсептегиле. Түз өтүүдөгү чыңалуунун маанисинин 1см-1В масштабды алгыла, тескери өтүүдө масштабды 1см – 1В деп алгыла. Токтун күчүн түз өтүүдө 1см-2мА, тескери өтүүдө 1см – 0,2В деп алгыла.

Суроолор

1. Диод аркылуут түз өтүүнү кайсы электрдик заряддар пайда кылат?

2. Диод аркылуу тескери токту кайсы заряддалган бөлүкчөлөр пайда кылат?

3. Тажрыйбада алынган натыйжалардан кандай корутундуга келүүгө болот?

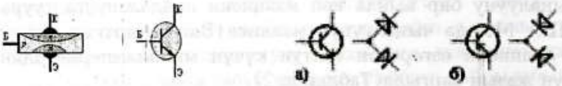
Лабораториялык иш № 4.

Транзистордун иштөөсүн үйрөнүү.

Жабдуулар: 1,5В чыңалуудагы турактуу токтун булагы, бир светодиод, электрондук өтөкөрүмдүүлүктөгү транзисторлор: МП 39,41, 42 П214 же КТ 814 транзисторлору жана көзөнөктүк өткөрүмдүүлүктөгү транзисторлор: МП37 же КТ 315, туташтыруучу зымдар.

Иштин кыскача мазмуну

Транзистор n–p–n же p-n-p тибинде болот. Транзистордун эки түрүндө тең үч электроду болот: коллектор, база



эмиттер(Б,Э,К). Шарттуу түрдө n-p-n транзисторуда жебе эмиттерден базага багытталса, p-n-p транзисторунда жебе базадан эмиттерге багытталган.

Чындыгында транзисторду эки диоддун бириккен системасы деп кароого болот. Мисалы, p-n-p транзисторун эки диоддун оң уюлу бириккен абалын, анын база катарында каралса, n-p-n транзисторун эки диоддун терс уюлунун бириккен абалы, анын базасы катары кароого болот. Мында, эгерде p-n-p транзисторунда эмиттер ток булагынын терс уюлу(-), коллектор- оң уюлу(+) менен бириктирилсе, n-p-n транзисторунун эмиттери ток булагынын оң уюлу(+), коллектору терс уюлу(-) менен бириктирилген болот. Мындай абалда, транзистордун эмиттеринен коллекторго ток өтүшү үчүн, дайыма n-p-n транзисторунун базасына терс чыңалуу(-), p-n-p транзисторунун базасына оң чыңалуу берип туруш керек болот. Ошондуктан, иштин максаты: эки типтеги транзсторлордун база-коллектор, база-эмиттер өтүүлөрүн тажрыйбада аныктоо аркылуу, транзистордун иштөө принцибин үйрөнүү.

Ишке карата көрсөтмө

1. n–p–n транзисторунун база-коллекторунун эки учуна 1,5В чыңалуудагы ток булагын туташтырып, светодиоддун күйө турган абалын аныктагыла. Транзистордун база-эмиттер өтүүсү үчүн кайталагыла.

2. p-n-p транзисторунун база-коллекторунун эки учуна 1,5В чыңалуудагы ток булагын туташтырып, светодиоддун күйө турган абалын аныктагыла. Эми база-эмиттер өтүүсү үчүн кайталагыла.

3. Транзисторлордун эки тиби үчүн эмиттер-колллектор өтүүн байкагыла.

4. Омметр менен транзистордун эки тиби үчүн база-эмиттер, база-коллектор, эмиттер-коллектор өтүүлөрүн байкагыла.

Эскертүү: Эгерде мектеп шартында омметр жок болсо, аны мектептик миллиамперметр же вольтметрден курап алса болот. Ал 1,5В турактуу токтун булагына удаалаш каршылыгы белгилүү болгон резисторду, же өзгөрүлмө резисторду, приборго удаалаш туташтырса, ал омметр болуп саналат. Болгон, прибордун эки учун бири-бирименен бириктиргенде, анын жебеси нөл абалын камсыздоо керек болот. Мындай түрдө даярдалган омметрди ар кандай электрдик чынжырлардагы резистор, конденсаторлорду текшере ала турган мүмкүнчүлүктөр пайда болот.

Суроолор

1. n–p–n жана p-n-p транзисторлорунун кандай айрымалары бар?

2. n–p–n жана p-n-p транзисторлору ток булагына кандайча туташтырылат?

3. Миллиамперметрди омметрге кандайча айландырса болот?

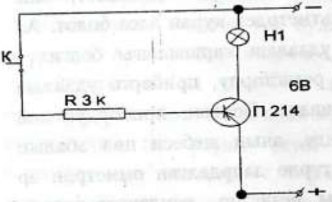
Лабораториялык иш №.5

1. Электрондук ачкычты үйрөнүү.

Жабдуулар: 6В чыңалуудагы туруктуу токтун булагы, бир светодиод, номиналы 3кОм резистору, П214 же КТ 814 транзистору туташтыруучу зымдар.

Транзисторлро эки түрдүү болгондкктан, аларды ток булагына туташтыруу да бири-биринен айрымаланат Мисалы, n-p-n тибиндеги транзистордун эмиттери ток бклагынын оң уюлуна(+), коллектору терс уюлуна(-) тутуштырылса, p-n-p тибиндеги транзистордо тетирисинче болот. Электрондук ачкыч ар-кандай автоматтык түзүлүштөрдө пайдаланылат.

Электрондук ачкыч төмөнкүдөй иштейт: Адегенде базанын чынжыры туюкталбагандыктан, коллектордогу лампочка күйбөйт. Себеби, транзистор "жабык". Кнопканы басканда, терс чыңалуу базага берилгендиктен, эмиттердеги оң чыңалуу коллектордо пайда болуп, лампочканы күйгүзөт.



1-сүрөт

Лабораториялык ишке көрсөтмө:

1. Электрдик чынжырды чогулткула(1-сүрөт).
2. Базанын чынжырындагы кнопканы туташтырып, ажырытып, электрондук ачкычтын аракетин байкагыла.

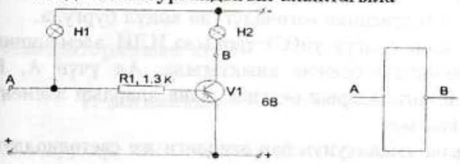
3. Электрондук ачкычты ток булагынан ажыраткыла.

2. НЕ логикалык элементинин иштешин изилдөө.

Жабдуулар: 6В чыңалуудагы турактуу токтун булагы, эки светодиод, номиналы 1,3кОм резистору, П214 же КТ 814 транзистору, туташтыруучу зымдар.

НЕ логикалык элементин бир транзистордо чогултса болот.

1. 2-а сүрөтүндөгү схема боюнча электрдик чынжырын чогулткула. НЕ логикалык элементинин шарттуу белгиленишине көңүл бургула(2-в сүрөтү).
2. НЕ логикалык элементинин иштешин гекшергиле. Мындай максатта А Кирүүсүнө сигнал бергиле, б.а. транзистордун базасына чыңалуу бергиле. Ал үчүн зымдын бир учун ток булаганын "+"уюлуна, экинчи учун Ага туташтыргыла.
3. НЕ элементинин абалы көрсөтүлгөн таблица боюнча(2-с сүрөтү), анын абалдарын текшерип көргүлө. 1-сигнал А да болсо(же болбосо) Не элементинин чыгуусунда кандай сигнал пайда боло тургандыгын аныктагыла



A	B
0	1
1	0

2-сүрөт

а в с

Суроолор

1. Ачкыч режимин текшерүү үчүнт кандай электрдик схема чогултулат?

2. Бул электрдик схема кандай илтейт?
3. НЕ логикалык элеметининин иштешин транзисордук вариантта иштешин, шартуу белгисинин өзгөчөлүгүн түшүндүрүп бергиле?

Лабораториялык иш №6.

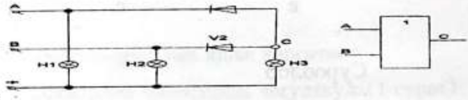
ИЛИ логикалык элементинин иштешин изилдөө.

Жабдуулар: 6В чыңалуудагы турактуу токтун булагы, үч светодиод же лампочка, эки жарым өткөргүчтүк диод(D 9E), туташтыруучу зымдар.

ИЛИ логикалык элементинин иштешин төмөнкү электрдик схаманын жардамы менен тажрыйбада аныктоого болот(3-сүрөт).

Ишке көрсөтмө:

2. 3-а сүрөт боюнча электрдик схеманы чогулткула. **ИЛИ** элементинин шарттуу белгисинин өзгөчөлүгүнө көңүл бургула.
3. Кирүүсүн(A,B) жана Чыгуусун(C) тапкыла.ИЛИ элеменинин иштешин, анын таблицасы боюнча аныктагыла. Ал үчүн A, B Кирүүлөрүнө 1 же 0 сигналдарын бергиле жана алардын элемент аркылуу өтүшүн байкагыла.
4. "1" сигналы чыңалуунун бар экендиги же светодиоддун күйүшү менен далилденет. Ал эми "0"сигналы алардын жок экендигин далилдейт(3-а сүрөттү кара).



A	B	C
1	0	1
0	1	1
1	1	1
0	0	0

3-сүрөт

а   в   с

А Кирүүсүнө "1" сигналын берүү үчүн, зымдын бир учун А га туташтырып, экинчи учун ток булагынын "-"уюлу менен туташтыргыла.Бул учурда H1 жана H2 лампочкалары күйөт. Алардын күцүшү "1" сигналынын өтүшүн далилдейт.

Элементтин В Кирүүсүнө "1"сигналын берүү үчүн, ток булагагынын терс уюлу менен"-", В менен туташтыргыла. Мында H2 менен H3 лампочкалары күйөт.

"1" сигналын бир учурда А жана В кирүүлөрүнө берип көргүлө. Бардык лампочкалардын күйүшүн байкагыла. Мына ушундайча, таблицадагы **ИЛИ** элементинмн абалдары аныкталат.

Суроолор

1. **ИЛИ** логиикалык элементинин транзистордук вариантынын иштешин түшүндүргүлө?
2. **ИЛИ** нин блок схемасын, таблицадагы сандардын маанисин түшүндүргүлө?
3. ИЛИнин таблицасынын тууралыгын текшергиле?

Лабораториялык иш №7

И логикалык элементинин иштешин үйрөнүү.

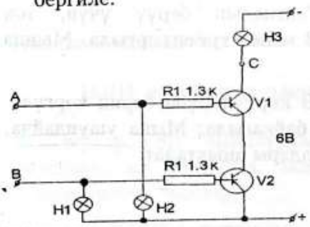
Жабдуулар: 6В чыңалуудагы турактуу токтун булагы, үч светодиод же лампочка, каршылыгы 1,3кОМ эки резистор эки жарым өткөргүчтүк транзистор(МП39,40, 41), туташтыруучу зымдар.

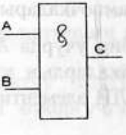
И логикалык элементинин иштешин төмөнкү электрдик схаманын жардамы менен тажрыйбада аныктоого болот.

Ишке көрсөтмө:

1. 3-а сүрөтүндөгү электрдик схемасын чогулткула. Анын шарттуу белгисинин(3-в) өзгөчөлүгүнө көңүл бургула.

2. ИЛИнин таблицасындагы(3-с) сандардын туура экендигин текшергиле. Ал үчүн, "1" сигналын А га бергиле, б.а. транзистордун базасына терс чыңалууну берүү үчүн, зымдын бир учун ток булагынын терс уюлу(-) менен, экинчи учун А га бергиле.





А	В	С
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

а 4-сүрөт в с

3. Элементтин Всына "1" сигналын бергиле. Ал үчүн, зымдын бир учун ток булагынын терс уюлу менен, экинчи учун В менен туташтыргыла. Н2 менен Н3 лампочкаларына көңүл бургула. Алардын кайсы бири күйөт?
4. "1" сигналын А менм Вга бир учурда бергиле. Н1, Н2, Н3 лампочкаларынын күйүшүнө карагыла.
5. Кирүүдөгү жана Чыгуудагы сигналдар жөнүндөгү корутундуларды дептерге жазып алгыла.

Суроолор

1. ИЛИ логикалык элементинин транзистордук вариантынын иштешин түшүндүргүлө?
2. И нин блок схемасын, таблицадагы сандардын маанисин түшүндүргүлө?
3. Инин таблицасынын тууралыгын текшергиле?

Лабораториялык иш №8

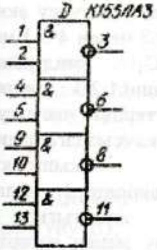
(Кошумча аткаруу үчүн)

элементтин 2И-НЕ логикалык элементинин иштешин изилдөө

Жабдуулар: 6В чыңалуудагы турактуу токтун булагы, бир светодиод же лампочка, бир жарым өткөргүчтүк транзистор (КТ315А), номиналы 1кОм болгон бир резистор, номиналы 1кОм болгон өзгөрүлмө резистор, гетинакс же жука тактайча, паяльник, туташтыруучу зымдар

Кыскача теория

Азыркы санариптик техниканын негизин миңден миллиондон ашык логикалык элементтерден турган ИС, ЧИС жана ӨЧИСтери түзөт.



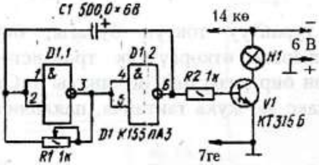
5-сүрөт

Мисал катары логикалык К155ЛА3 интегралдык схемасында кандайча жарык импульсунун генератору катары пайдаланууга боло тургандыгын карап көрөлү. Адегенде тышкы көрүнүшүндөгү шарттуу белгилерин аныктайбыз(6-сүрөт). Анын тегерекче белгисинен 1-номери башталып, 7-номерине чейин сол жагында жайланышкан. Оң жагы – ылдыйдан жогоруга 8-номерден башталып 14 – номер жайланышкан. Бирок бул номерлер төрт 2И-НЕ логикалык элементтер болуп саналат. Мында: 1-2-биринчи элементтин, 4-5-экинчи элементтин, 9-10-үчүнчү элементтин, 12-13- төртүнчү элементтин Кирүүсү саналат.

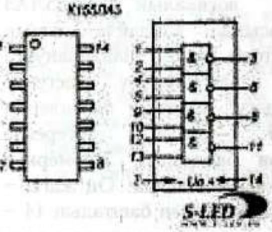
Ал эми биринчи элементтин чыгуусу тегерекче менен белгиленип - 3, экинчи элементтин чыгуусу - 6, үчүнчү чыгуусу - 8, төртүнчү элементтин чыгуусу – 11 болуп саналат. 7-клеммасы ток булагынын терс, 14 - оң уюлуна туташтырылат.

Ишке көрсөтмө:

1. 2И-НЕ элементинин шарттуу белгисинин өзгөчөлүгүнө көңүл бургула.



2. Адегенде жарык импульсунун генератору үчүн бул микросхеманын эки бөлүгү жетиштүү болот. Ал үчүн, биринчи элементтин эки кирүүсүн(1,2) жана чыгуусун(3) жана экинчисинин кирүүсүн(4,5) жана чыгуусун(6) тапкыла. Мында биринчи жана экинчи триггер инвертордун кызматын аткарат.



6-сүрөт

3. Биринчи триггердин чыгуусу экинчи триггердин кирүүсү(3-менен 4-5-) менен туташтырылат. C_1 конденсатору биринчи триггердин(1-2-) кирүүсү менен, экинчи триггердин чыгуусу(6-) оң байланышты камсыздагандыктан, төмөнкү жыштыктагы генераторго(мультивибратор) айланат. Анын термелүү жыштыгын R_1 өзгөрүлмө резистору менен өзгөртүүгө болот. Мультивибратор иштеп чыккан төмөнкү жыштыктагы сигнал КТ315 транзисторунун базасына берилип, күчөтүлгөн сигнал лампочкага берилет.

Натыйжада, ток булагына туташтырылган схемада лампочка белгилүү жыштыкта өчүп күйүп турат.

4. КТ 315 транзисторун, лампочканы(бир светодиод), эки резисторду, бир электролиттик конденсаторду жука тактайчага жайланыштырып, аларды 6-сүрөттөгү монтаждык схемасынын негизинде топтоштургула.

5. Мындай электрондук түзүлүштү ток булагы менен туташтырылса, эгерде туура чогултулса, анда лампочка(светодиод) өчүп күйүп турат.

6. Электондук схеманы жыйнаштыргыла.

Суроолор

1. Эмне үчүн логикалык элемент 2И-НЕ деп аталат?

2. К155ЛА3 логикалык микросхемасында канча логикалык элементтер жайланышкан?

3. К155ЛА3 логикалык микросхемасында, анын "буттары" кандай удаалаштыкта жайланышан?

Лабораториялык иш 9.

АВОметрдин жардамы менен токтун күчүн, чыңалууну, резистордун каршылыгын өлчөө.

Жабдуулар: АВОметр, 4,5В токтун булагы жана лампочка, биполярдык транзистор жарым өткөргүчтүк диод(D 9Е), туташтыруучу зымдар.

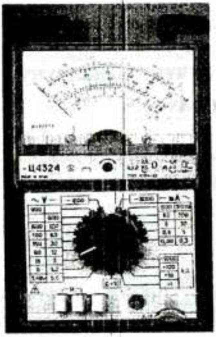
Кыскача теория

АВОметр(тестер) бир эле учурда токтун күчүн(А), чыңалууну(В), резистордун каршылыгын(О)жана жарым өткөрчтүк диод, транзистордун иштешин текшерүүчү универсалдык прибор.

АВОметр менен турактуу жана өзгөрүлмө токторун ар кандай чектеги маанилери өлчөнөт. Андан тышкары, ар түрдүү маанидеги электр чынжырындагы керектөөчүлөрдүн каршылыктары өлчөнүлөт. Бирок, бул универсалдык приборду, токтун кайсы парамтрин, кандай пределде өлчөө керек болсо, мына ошол

Мисалы, азыркы физкабинеттердин төмөнкү деңгээлде керектүү приборлор менен камсыздалышы жетишсиз абалында, от күйгзгүчтүн(зажигалка), кичинекей светодиод менен туташтырылуучу батареясын пайдвланууну кеңеш беребиз. Ыңгайлуу, аз жерди ээлей, коркунучсуз.. Аны пайдалануу менен, АВОметр аркылуу токтун күчүн, чыңалуунун, светодиоддун каршылыгын өлчөөгө болот. Бирок, окутуучунун көзөмөлүндө коопсуздук эрежелерди сактоо менен өндүрүштүк чыңалуунун маанилерин өлчөөгө болот.

Андан тышкары, АВОметрдин Омметринин жардамы менен, жарым өткөргүчтүн, биполярдык транзистордун жарактуулугун текшерсе болот. Мисалы, светодиодду же жарым өткөргүч диодду Омметрдин клеммаларын алмаштырып туташтырганда, анын жебеси бир жагында көрсөтсө, экинчи абалында жылбаса, диод жарактуу. Эгерде эки абалда тең жебе ордунан жылбай же нөлдү көрсөтсө, диод жараксыз. Ушундай эле режимде транзистор текшерилет. Транзистор эки диод сыяктуу "иштейт". Мисалы, эгерде, база менен коллектордун ортосунда жана база менен эмиттердин ортосунда транзистор диод сыяктуу "иштейт". Эгерде мындай көрсөтүүлөрдөн четтесе, транзстор жараксыз.



Суроолор

1. АВОметрдин бурагычы жана кнопкасы кайсы абалда токтун күчүн, чыңалууну, каршылыкты кандай чекте, кандай пределде өлчөй ала тургандыгын көрсөтүп бергиле?

Лабораториялык иш 10.

Эскертүү: Окуу жайынын материалдык-техникалык камсыздалышынын деңгээлине жараша окутуучу тарабынан тандалат

Пайдаланылган адабияттар

1. Абрикосов А. А. Сверхпроводимость: история, современные представления, последние успехи. Квант. 1988, №6. М.: с. 2-10.

2. Ашкинази Л. МГД-генератор. Квант. №11, 1980, с.2-7.

3. Баканина Л.П., Козел С.М. Принцип суперпозиции в электростатике. Квант. №3, 1973.

4. Бородин Д. Гравитационная масса. Квант. №2, 1973. с. 50-55.

5. Белянов В. Каналирование частиц в кристаллах. Квант. №9, с. 4-13.

6. Беднорц И.Г., Мюллер К. А. Оксиды перовскитного типа - новый подход к высокотемпературной сверхпроводимости. УФН. 1988. т. 156. Вып 2. с. 323-347

7. Борисов Б. Г. Юный радиолюбитель. – Т.: Мехнат. 1987. -517с.

8. Боровой А. Год чудес. Уравнение Дирака. Квант. 1982. №5. с. 3-10.

9. Буздин А.И., Кротов С.С. Повехностное натяжение и капиллярные явления. Квант. №4, 1988. с. 56--61.

10. Буховцев Б.Б. и др. Сборник задач по элементарной физике. – М.: 1966. – 440с., ил.

11. Бялко А.В. Что такое атмосфера. 1983. Квант №6. с. 2-8.

12. Бялко А. В. Наша планета −Земля. 2-е изд перераб. И доп. Гл. Ред. физ.-мат. лит. 1989, - 240с.(биб-чка “Квант”). Вып. 29.

13. Бытько Д. Б. Физика ч. 1 и 2. Учеб. Пособие для ст. ср. спец. уч. зав. Изд. “Высшая школа”. М,: 1964. – 279с.

14. Волькенштейн М. Квантование и стоячие волны. Квант. №3. 1976. с. 26-33.

15. Воробьев И.И., Зубков П.И., Кутузова идр./ Под ред. Савыченко О.Я. Задачи по физике. учеб. пособие. -2е изд., перераб. Гл. ред. физ.-матем. лит. “Наука”. – М.: !988. -416с. ил.

16. Гарнье Ф. Проводящие полимеры. УФН. 1989. т. 157, Вып 3, с. 513-528.

17. Гельфер Я.М., Лешковцев В.А. Андре-Мари Ампер.Квант. №11. 1975. с. 2-11.

18. Гольдарб Н.И. Сборник вопросов и задач по физике. Учеб. Пособие для поступающих во втузы. Изд 4-е. – М.: “Высш. школа”. 1975. - 368с. ил.

19. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю. Л. Энергетический справочник инхенера. Изд. “Тезника” . Киев., 1982.- 473с.

20. Григорьев В. И., Мякишев Г.Я. Силы в природе. − 6-е изд. Испр. – М.: Наука. Главная ред. Физико-матем. Литературы. 1983. -416с.

21. Густав Герц. Из первых лет квантовой физики. УФН. Т. 122. вып2. с. 498-511.

22. Данилов И. А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники.. Электротехника: Программир. учеб. пособие для неэлектротехн. спец. техникумов. – М.: Высшая школа., 1983. – 287с., ил.

23. Демкович. В. П., Демкович Л.П. "Физика маселелер жыйнагынын"тексти 4-басылышынан которулган. М.: Просвещение 1974.Кырг.тилине котормосу, "Мектеп", 1975.- 253 б.

24. Демьянец Л.Н. Высокотемпературный сверхпроводник: получение монокристаллов. УФН, 1991, т. 161, №1.

25. Джэкив Р. Квантование физических параметров. УФН, т.149, Вып. 1. 1986. с.139-148.

26. Дуков В. Конвекционные токи и токи смещения. Квант. 1978. с. 15-20.

27. Жан Россель. Общая физика./под ред. К.П.Яковлева. Изд. "Мир". Москва 1964. – 497с

28. Жданов Л.С., Жданов Г.Л.. Физика. Учеб. для сред. спец. уч. зав. -4е изд., перераб. Гл. ред. физ.-матем. лит. "Наука". – М.: 1984. -512с.

29. Завойский Е. К. Кадомцев Б.Б., Окунь П.Б., Смирнов Б.М. Человек и окружающая среда- проблемы будущего. УФН. т.122, Вып. 2, 1977. с. 338-341.

30. Задачи московских олимпиад / Под ред. С.С. Кротова. – М.: Гл. ред. физ.-мат.лит. 1988. – 192с. – (Б-чка "Квант" вып. 60.)

31. Е.А Зельдин. Триггеры. – М.: Энергоатом издат, 1983. – 96с, ил. – (Б-ка по автоматике; Вып. 634.)

32. Я. Б. Зельдович. Тяготение, заряды, космология и когерентность УФН, т.123. вып3. 1977. с. 487-504.

33. Я. Б. Зельдович. Теория вакуума, может быть, решает загадку космологии. УФН, т.133. вып3. 1981. с. 479-503.

34. Земляков А., Орлов В. Трехфазный ток. Квант. №11. 1978. с. 33-38.

35. Зубов В.Г., Шальнов В. П. Задачи по физике. учеб. руководство -11-е изд., перараб от.. Гл. ред. Физ.-матем. лит. "Наука". – М.: 1985. -256с. ил.

36. Иванов Б. Н. Законы физики. Учеб. Пособие для подгот. Отделений вузов. – М.: Высш. Шк. 12986. - 335с. ил.

37. Кабардин О.Ф. и др. Факультативный курс физики: 9кл. Учеб. Пособие для учащихся. – 3-е изд. Перераб. – М.: Просвещение, 1986. – 239с., ил.

38. Кабардин О.Ф. Физика:Справ. материалы: Учеб. Пособие для учащихся.- 2-е изд., перераб доп.-М.:Просвещение, 1988.-367с.

39. Каганов М.И., Любарский Г.Я. Электрон излучает фотоны. Квант. №12 1974. с.7-13.

40. Кикоин И.К. Физика и научно-технический прогресс. Квант. 1983. №5, с. 2-7.

41. Каменецский С.Е., Пурышева Н.С.7 Теория и методика обучения физике в школе; общие вопросы: Учебные пособие для студ. высш. пед. учебного заведения/ - М: изд. центр "Академия", 2000г. – 368с.

42. Каменецкий С.Е. ,Пурышева Н.С., Носова Т.Н. / Теория и методика обучения физике в школе: частные вопросы. Учебные пособие для студ. высш. пед. учебного заведения./ - М: изд. центр "Академия", 2000г. – 384с.

43. Капица. П Л. Плазма и управляемый термоядеррная реакция. УФН. Т. 129. вып. 4. 1979. с. 569-581.

44. Карцев В. Тайны не разгадывают, их дарят.(к 200-летию со дня рождения Ганса Христианв Эрстеда). Квант. №1, 1978. с. 2-8.

45. Кафедра физики и математики: Инновационные образовательные технологии/. Под ред. Кузьмина О. В. .- Волгоград: Учитель. 2010. – 191с.

46. Койчуманов М.,Сулайманова О. Физика: Орто мектептердин10 клаасы щчщн окуу китеби. -1-бас. –Б.:"Инсанат",2008. -256 б., ил.

47. Койчуманов М.,Сулайманова О. Физика: Орто мектептердин10 клаасы щчщн окуу китеби. -1-бас. –Б.:"Инсанат",2008. -256 б.,ил.

48. Комплекты интегральных схем / В.А. Шахнов. – М.: Высш. шк., 1988. -175с.,ил.

49. Контрольно-измерительные материалы. Физика: 10 класс./ сост. Зорин Н. И. – М.: ВАКО. 2012. – 96с.

50. Контрольно-измерительные материалы. Физика: 11 класс./ сост. Зорин Н. И. – М.: ВАКО. 2012. – 112с.

51. Контольные работы по физике в 7-11 классах средней школы: Дидакт. материал / Под ред. Э.Е. Эвенчик, с.Я. Шамаша. 2-е изд., перераб. – М.: Проосвещение, 1991. – 208с., ил.

52. Ландау Л. Д., Китайгородский А.И. Физика для всех. – Изд. "Наука", - М: 1974, -392с.

53. Ландау Л. Д., Китайгородский А.И. Физика для всех. Физические тела. Изд. "Наука" – М: 1978, -204с.

54. Лущик Ч. Б., Витол И.К., Эланго М.А. Распад электорнных возбуждений на радиоционные дефекты в ионных кристаллах. УФН. т.122, Вып. 2, 1977. с. 223-252.

55. Мамбетакунов Э.М. Орто мектептин окуучуларында физикалык түшүнүктөрдү калыптандыруу.- Б.:Мектеп,1983.

56. Мамбетакунов Э., Чынгышбаева Г. Орто мектептин физика курсунда предметтик байланыштарды ишке ашыруу- Б.: Мектеп, 1988.

57. Мамбетакунов Э. Орто мектепте физиканы окутуу процесинде окуучулардын окуу иштерин уюштуруу.-Б.: Мектеп, 1989.

58. Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие для вузов. 2- изд., перераб. и доп. – М., Радио и связь 1985. – 488с., ил.

59. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному эксперименту. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. Изд. 3-е, перерабю и доп. – М.: Просвещение. 1977. -304с.

60. Мартынов И.М.,Хозяинова Э. Н. Дидактический материал по физике. 9 класс. Пособие для учителей. Под ред. Бурова В. А., "Просвещение" 1978. – 112с. с ил.

61. Мартынов И.М., Хозяинова Э.Н., Буров В.А. Дидактический материал по физике. 10 класс. Пособие для учителей. Под ред. Бурова В. А., "Просвещение" 1980.– 96с., ил.

62. Межпредметные связи курса физики средней школы Под.ред. Ю.И.Дика, И.К.Пурышева. -М.:Просвещение, 1987.

63. Можаев В. Тепловое расширение твердых тел. Квант №6, 1980. с. 10-13.

64. Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский. Физика: Учеб.для 10 кл. -14-е изд.-М.:ОАО"Моск.учеб.",2005.-366 с.:ил.

65. Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев.-14-е изд.-М.:ОАО "Моск.учеб", 2005. -382 с.

66. Недоспасов А.В. Физика МГД-генераторов. Т.123. Вып. 2. 1977. с.333-348.

67. Низамов И. М. Задачи по физике с техническим сожержанием: Пособие для учащихся/ Под ред. А.В. Перышкина - 2-е изд., перераб. – М.; Просвещение, 1980. – 96с., ил.

68. Новиков И.. Вселенная как тепловая машина. Квант. №4, 1988. с.2-8 и с. 20-27.

69. Орто мектептин физикасы боюнча практикум: Дидактикалык материал / А.А. Покровскийдин ред. астында. Которгон Жакен Мундузбаева. – Ф.: Мектеп. 1984. – 208 бет, ил.

70. Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы. Сост А.В. Коровин, В.А. Орлов. М.: Дрофа. 2001. – 192с.

71. Петрова Т.С. Из жизни молекул. Квант. №7, 1988. с. 46-51

72. Пинский А. А. Задачи по физике. учеб. пособие. Гл. ред. Физ.-матем. лит. "Наука". – М.: !977. -288с.

73. Полнарев А.Г., Хлопов М.Ю. Космология, первичные черные дыры и сверхмассивные частицы.УФН, Т. 145. вып. 3. 1985. с. 369-402.

74. Пособие ипо физике для поступающих в вузы. Изд. 4-е,. стереотип. Под общ. Ред. М.С. Цедрика. Минск, "Вышэйш школа", 1968. -344с. ил.

75. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. Материал Пособие для учителя / Под ред. В. А. Бурова, Ю. И. Дика – 3-е изд. Перераб. – М.: Просвеүение, 1987. – 191с., ил.

76. Промышленная электроника. Учебник для вузов/ Котлярский А. И. И др. 2-е изд., перераб. И доп. М.: Недра, 1984. – 284с.

77. Пруслин З.М., Смирнова М.А. Радиотехника и Электроника. Изд. "Высшая школа"- М.; 1968. – 382с.

78. Резников З.М. Прикладная физика: Учеб. Пособие для учащихся по факультатив. курсу: 10кл. М.: Просвещение, 1989. – 239с. ил.

79. Розенталь И. Л. Механикка как геометрия. – М.: "Наука", 1990. – 94с., ил.

80. Рымкевич. А.П., Рымкевич П. А. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 1982. – 190с.

81. Саган К. Климат и дым: оценка физических эффектов приводящих к ядерной зиме. УФН. Т. 161. №3. с. 89-125.

82. Сияев Т.М. Научно-методические основы модернизации физического образования в средних школах Кыргызской Республики. Автореф. на соиск. уч.степени д.п.н. –Б.: 2004, -44с.

83. Смирнов Б.М. Экологические проблемы атмосферы Земли. УФН, 1975. т. 117, вып.2. с.313-333.

84. Ташкенбаев К. Т., Бугубаев А. Ж. Атом жана мезгилдик закон: Жогорку класстын окуучулары үчүн. – Ф.: Мектеп, 1989 – 64б., ил.

85. Б. Тейлор, Лангерберг Д., Паркер У. Фундаментальные физические постоянные. Квант. №5, 1973. с. 15-20.

86. Теоретические основы электротехники. Т. 1. Под общ. ред. К. М. Поливанова. “Энергия”. М.: 1972. -235с.

87. Токтогулов С. Т., Иманкулов З.И. Роль фуркациив обучении обүей физике для каественной подготовки инженерных кадров. Наука Образование Техника. Серия Физико-математические науки. КУУ. – Ош, 2009. - №2 – с. 28-31.

88. Торн К. Поиски черных дыр. УФН, 1976, т. 118, вып. 3. с. 453-471.

89. Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе. – М.: ПРросвещение 1982.

90. Угаров В.А. Специальная теория относительности. – М.: 1969. - 304с., ил.

91. Фабрикант В. А. Что происходит в гелий-неоновом лазере. Квант.№8, 1978. . с.29-11.

92. Фабрикант В. А. Физика люмиесцентных ламп. Квант.№3, 1980. с. 9-17.

93. Фабрикант В.А. Рождение кванта. Квант.№4, 1983. с. 16-21.

94. Фабрикант. В.А. Первые шаги Нильса Бора в науке. Квант. №10, 1985. с. 3-7.

95. Факультативдик курстар. №2-жыйнак, 2-бөлүм. Физика. Астрономия. География.-Б.: "Мектеп"1992, 1991-ж. Кыргызчага которулду.

96. Фальковский Л.А. Физика повехности.Квант №10. 1983. с. 2-8.

97. Федосеев В. Б..Физика: конспект лекций / В.Б. Федосеев. Ростов на Дону. Феникс. 2009.-250с.. – (зачет и экзамены).

98. Физика: Кыскача энциклопедия / Башкы ред. А. Карыпкулов. – Б.: КЭнин Башкы редакциясы, 1994. -528 б.

99. Физика в школе. Цифровые технологии в исследовательской деятельногсти./Енюшкина Е. А. 5/2011 с. 41-46.

100. Физика в школе. Дидактические условия интеграции виртуального и натурного физического эксперимента. / Заковряшина О.В. 7/2012 с. 23-34.

101. Физика в школе. Цифровые лаборатории в исследовательской работе учащихся по физике. / Лозовенко С.В. 3/2013. с 28-33.

102. Физиканы окутуу методикасы Мамбетакуновдун редакциясы астында. -Б.: Мектеп. 1992.

103. Физика. Тесттик тапшырмалар. 4-басылышы. Ондолгон жана кошумчаланган. Б.: 2000,-159 б.

104. Филин Ю.М. Самостоятельные и контрольные работы по физике: Учеб. Пособие для средних ПТУ. 2-е иззд., перераб. И доп. – М.: Высш. Шк. 1984. - 112с. ил.

105. Фью А. Гром. Т. 119. Вып 4. УФН. 1976. с. 735-749.

106. Радиотехника: Лабораторный практикум. Учеб. пособие для студ. физ. и техн. спец. высш. учеб. заведений/ ОшГУ. – Ош: 2008. -184с.

107. Халиуллин Р.Н. Импульсная и цифровая техника: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. физ. и техн. спец. вузов./ ОшГУ. – Ош: 2008, - 152с.

108. Халиуллин Р.Н. Электронный усилитель. Электрондук күчөткүч: Учеб. пособие для студ. физ. и техн. спец. вузов./ ОшГУ. – Ош: 2011, - 80с. на рус., кырг яз.

109. Хижнякова Л. С. Самостоятельная работа учащихся по физике средней школы6 Дидакт. материал / Л.С. Хижнякова, Ю.А. Коварский, Г.Г. Никифоров. – М.: Просвещение, 1993. – 176с, ил.

110. Хрестоматия по физике:Учеб. пособие для учащихся/под ред. Спасского Б.И. – М.: Просвещение, 1983. 223с.,ил.

111. Чандрасенхар С. О звездах, их эволюции и устойчивости. УФН, Т. 145. вып. 3. 1985. с. 439-506.

112. Шаршекеев Ө. Физика: Орто мектептердин 11-классы үчүн окуу китеби. -1-бас. –Б.:"Инсанат",2011. -212 б.

113. Шаталов В.Ф. Соцветие талантов.«Москва-Санкт-Петербург»2001. –58с.

114. Шаталов В.Ф.Соцветие талантов,ч.1.«Москва-Санкт-Петербург» 2003.–107с.

115. Шаталов В.Ф. Физика на всю жизнь. -М.: Москва-Санкт-Петербург,2003. -52с.

116. Шаталов В.Ф. Физика чести.–М.: ГУП ЦРП «Москва-Санкт-Петербург»,2005. –76с.

117. Шаталов В.Ф. Физика чести. -М.: ГУП ЦРП Москва-Санкт-Петербург, 2005. -76с.

118. Шифрин Ф. Ш. Некоторые трудные вопросы преподавания физики. Изд. Просвещение. – М.: 1966. – 149с.

119. Щербаков Р. Н. Историзм в преподавании физики. Физика в школе. №1, 1977. с.32-34.

120. Школьникам о современной физике. Физика сложных систем. Под ред. Кресина В. З. – М.:, Просвещение. 1978. – 192с., ил.

121. Элементарный учебник физики/Под ред. Г.С. Ландсберга. -- М.: Наука, 1973 изд. 8, – т. 1 – 636с.; 1971.

т. 2. -449с.; 1973. – т.3. – 612с.

122. Элементарный учебник физики/Под ред. Г.С. Ландсберга. -- М.: Наука, 1973. изд. 8, – т.2. -449с.

123. Элементарный учебник физики/Под ред. Г.С. Ландсберга. -- М.: Наука, 1973. – т.3. – 612с.

124. Яворский Е.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и для самообразования. 4-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит. 1989. – 576с. ил.

МАЗМУНУ

ЭЛЕКТР ТАЛААСЫ

Киришүү...3

Лекция1

I ГЛАВА Электростатикалык талаа

Электростатикалык талаа. Электр талаасынын чыңалышы. Электростатикалык талаасынын мейкиндикте жана өткөргүч боюнча бөлүштүрүлүшү...6

Лекция 2

Заряддарды которуштуруу боюнча электростатикалык талаанын аткарган жумушу. Электр талаасынын мүнөздөмөсү. Потенциалдардын айрымасы. 10

Лекция 3

Бир тектүү электростатикалык талаасындагы диэлектриктер Диэлектриктердин полярдык жана полярдык эмес молекулалары. Диэлектриктердин поляризациясы......................................13

Лекция 4

Пьезоэффект.Электр сыйымдуулугу. Конденсаторлор.Заряддалган конденсвтордун энергиясы...........21

Жалпак конденсатордун электр сыйымдуулуту. Заряддалган конденсатордун энергиясы 24-25

Лекция 5
ӨТКӨРГҮЧТӨР
II ГЛАВА. Туруктуу электр тогу.
Металлдардын түзүлүшү. Металлдардагы электр тогу..Электр тогун мүнөздөөчү чоңдуктар: токтун күчү, чыңалуу. Чынжырдын участкасы үчүн жана дифференциалдык Омдун закону. Өткөргүчтүн каршылыгы...27-31

Лекция 6

Токтун жумушу жана кубаттуулугу. Джоуль-Ленцтин закону...35

Лекция 7

Электр кыймылдаткыч күчү(э.к.к.). Туюк чынжыр үчүн Омдун закону...38

Лекция 8

Токтун тармакталышы. Киргофтун законлору. Өткөргүчтөрдү туташтыруу...42

Лекция 9

Чыңалуунун чынжыр боюнча бөлүштүрүлүшү. Туташтыруучу Чубалгы ларда "техникалык жоголуу". Өтө жогорку өткөрүмдүүлүк. Төмөнкү жана жогорку температурадагы өтө жогорку өткөрүмдүүлүк...47

Лекция 10

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨР

III ГЛАВА Жарым өткөргүчтөгү электр тогу

Жарым өткөргүчтөрдүн түзүлүшү.......................................50

Лекция 11

p-n өтүүсү. Жарым өткөргүчтүк диод. Транзистор. Транзистордук күчтөр.......................................54

Лекция 12

Эки каскаддык төмөнкү жыштыктагы күчөткүч. Транзистордук генератор. Ачкыч режиминде генератор.......................................58

Лекция 13

САНАРИПТИК ТЕХНИКА

IV ГЛАВА Санариптик техниканын негиздери

Логикалык алгебранын негиздери. Эсептөөнүн экилик системасы. Логикалык функциялар жана логикалык элементтер. НЕ логикалык элементи.......................................62

Лекция 14

ИЛИ жана И логикалык элементтери.......................................66

Лекция 15

Санариптик микроэлектрониканын физикалык негиздери...........67

Лекция 16

Триггердин принципиалдык схемасы. Базалык элементтер И-НЕ жана ИЛИ-НЕ базалык элементтери аркылуу НЕ, И, ИЛИ логикалык операцияларды аткарылышы.......................................72

Триггерлердин түрлөрү(Кошумча окуу үчүн)..........................75

Лекция 17

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮ ӨНДҮРҮҮ

V ГЛАВА Кыргызстанда жарым өткөргүчтөрдү өндүрүү

Таш-Көмүр жарым өткоргүч заводунда поликремнийди өндүрүү технологиясы. Хлордуу суутекти синтездөө жана трихлорсиланды өндүрүү..........................77

Лекция 18

Трихлорсиланды синтездөө.. Ректификация жана поликремнийди өндүрүүнүн технологиясы..........................80

Лекция 19

ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМ

VI ГЛАВА Электромагниттик талаа. Магнит талаасы. Био-Савар-Лапласстын закону жана Максвеллдин теңдемеси.........85

Электромагниттик индукция кубулушу боюнча Максвеллдин теңдемеси. Фуконун тогу 87-88

Лекция 20

ЗАТТАРДЫН МАГНИТТЕЛИШИ

VII ГЛАВА Заттардын магниттик касиеттери

Магнетиктердин классификациясы.Парамагнетизм жана Диамагнетизм..........................92-94

Лекция21

Ферромагнитизм. Магниттик гистерезис..............................96

Лекция22

ҮЧ ФАЗАЛЫК ЭЛЕКТР ЧЫНЖЫРЛАРЫ

VIII ГЛАВА Үч фазалык ток

Үч фазалык системалар жөнүндө жалпы маалыматтар............100

Лекция 23

Үч фазалык өзгөрүлмө тогун аралыкка берүүнүн жолдору Үч фазалык токтун асинхрондук кыймылдаткычтарынын физикалык негиздери..104-108

Лекция 24

ЭЛЕКТРДИК ӨЛЧӨӨЛӨР ЖАНА ПРИБОРЛОР

IX ГЛАВА Электрдик өлчөөчү приборлор. Электрдик өлчөөлөрдүн маңызы жана мааниси. Электрдик өлчөөлөрдүн негизи. Өлчөөчү приборлордун каталары. Электр өлчөөчү приборлордун түрлөрү..110

Лекция 25

Магнитоэлектрдик, электромагниттик жана электродинамикалык приборлор..117-119

Лекция 26

МЕЙКИНДИК. УБАКЫТ. AAЛAM.

X ГЛАВА Салыштырмалуулук теориясынын негиздери
Мейкиндик жана убакыт. Координаталык система. Эсептөө системасы……………………………………………………122

Лекция 27

«Эфирдик» теориянын келип чыгышы. Майкельсондун тажрыйбасы……………………………………………………126

Атайын салыштырмалуулук теориясынын негиздери…………128

Лекция 28

Окуялардын бирдей убактуулугунун салыштырмалуулугу. Лоренцтин өзгөртүүлөрү. Узундуктун салыштырмалуулугу……………………………………………129-130

Убакыт аралыгынын салыштырмалуулугу. Ылдамдыктарды кошуу закону……………………………………………132

Лекция 29

Массанын ылдамдыктан көз карандылыгы. Релятивиситтик динамика. Масса менен энергиянын байланышы…………135

Лекция 30

Аалам. Ааламдын эволюциясы. Кара көңдөй…………………139-140

Лабораториялык иштер……………………………………………147

Пайлаланылган адабияттар 166

Мазмуну..179