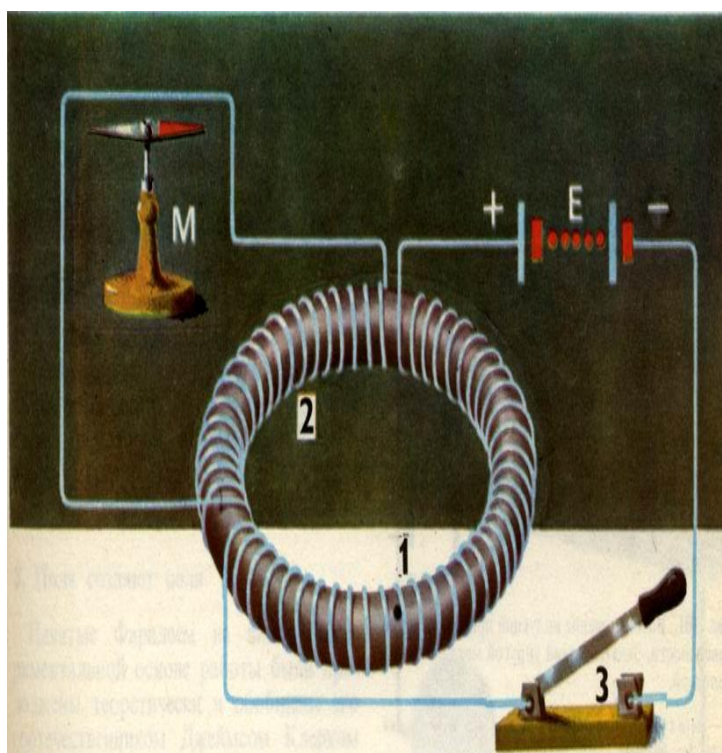


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**Жиззах давлат педагогика институти  
Физика ўқитиш методикаси кафедраси**

*Умумий физика курсининг “Электр ва магнетизм” бўлиmidан  
лаборатория ишлари  
(ўқув методик қўлланма)*



УДК  
ББК  
А

*А.Қодирий номидаги Жиззах давлат педагогика институтининг 2017 йил \_\_\_\_\_ даги № \_\_\_\_\_ - сонли илмий кенгаш қарорига асосан нашрга тавсия этилган.*

*Ушбу қўлланма педагогика институтининг “физика-астрономия ўқитиш методикаси” мутахассисликлари дастури асосида ёзилган бўлиб, унда бакалаврият талабаларининг Умумий физика (электромагнетизм) фанидан бажаришлари лозим бўлган лаборатория ишлари берилган. Қўлланма электр ва магнет ҳодисаларига оид 12 та лаборатория ишларини ўз ичига олган.*

УДК  
ББК  
А

**Тузувчилар:** ф.м.ф.н. Дониёров Ш.  
ўқитувчи Фармонов Ў.М.

**Маъсул муҳарир:** ф.м.ф.д. проф. Р.Н.Бекмирзаев

**Такризчилар:** доц. Раббимов Э.  
Мустафоқулов А  
Жиззах Политехника Институти доценти

ISBN \_\_\_\_\_

©«» нашриёти, 2017

## СЎЗ БОШИ

Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисидаги» Қонуни ҳамда “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” асосида юқори малакали мутахассис кадрларни тайёрлаш, ўқув жараёнини такомиллаштириш учун биринчи навбатда талабаларни замонавий етук дарсликлар ва ўқув қўлланмалари билан таъминлаш муҳим ҳисобланади.

Эксперимент берадиган асосий билим ва малака талабалар оладиган билимнинг пойдевори ҳисобланади. Шу нуқтаи назардан олий мактаблар физик практикуми дастурларига кирган лаборатория ишлари талабаларнинг ўқув семестрида бажариши лозим бўлган экспериментал торшириқлар албатта дарслик ва ўқув қўлланмаларда тўлиқ акс эттирилган бўлиши ва талабалар оммасига ўз вақтида етказиб берилиши лозим деб ҳисоблаймиз.

Мазкур ўқув қўлланма талабаларга билим бериш, уларда амалий кўникма ва малакаларни шакллантириш ҳамда уларни физика фанига бўлган қизиқишларини орттириш масалаларига қаратилган.

Мутахассисларга маълумки, физиканинг ҳар бир мавзусини пишиқ, пухта, чуқур асосли қилиб тушунтириш ва уларни йиғиб бутун курсни талабалар онгига сингдириш педагогдан катта маҳорат талаб қилади. Талабанинг чуқур илмга эга бўлишида дарслик ва қўлланмаларнинг мавжудлиги, уларнинг сифатлилиги ҳам асосий омил ҳисобланади.

Мазкур ўқув-услугий қўлланмани тайёрлашда, биринчидан, талабаларни физикадан практикум машғулотлари бўйича ўзбек тилидаги қўлланма билан таъминлашни, иккинчидан талабаларнинг келажакда умумтаълим мактаблари, академик лицей ва касб-хунар коллежларининг ўқитувчилари бўлиб етишишларини назарга олган ҳолда физик қонунлар, ҳодисалар ва жараёнларни чуқурроқ ўрганишларига, уларнинг тажриба ўтказиш ва ўлчашларнинг оддий усуллари ўзлаштиришларига кўмаклашиш асосий мақсад қилиб қўйилди.

“Қайтариш – бу билимнинг онаси” деган мақолга амал қилиб, қўшимча равишда айрим лаборатория ишлари ва уларга тегишли машқларни бажаришда конкрет ҳолларда юзага келадиган систематик, тасодифий хатоликлар манбалари

ва уларни бартараф қилиш ёки камайтириш ҳамда ўлчаш натижаларини ишлаш масалаларига махсус тўхталиб ўтиш лозим деб топилди.

Чунки хатоликларни ҳисоблаб топиб, уни таҳлил қилишда шунчаки юзаки қараш эмас, балки талабага, айниқса “Физика ва астрономия” мутахассислигини танлаган талабаларга хатоликларни юзага келиш сабабларини қидириш ва уларни бартараф этиш йўллариини излаб топишга ўргатиш муаллифлар олдида биринчи даражали вазифа қилиб қўйилган.

Қўлланмада берилган ҳар бир амалий машғулотнинг тавсифида қатъий кетма-кетликка риоя қилинди. Дастлаб ишнинг мақсади, сўнгра иш тўғрисида аниқ назарий маълумот баён этилган. Ишнинг назарияси унинг тавсифида етарли даражада тўла ёритилган. Талаба ҳар бир лаборатория ишини бажаришда билиши зарур бўлган қўшимча маълумотларни тавсия этилган дарслик ва ўқув қўлланмалардан фойдаланиб ўзлаштириши мумкин. Ҳар бир лаборатория ишини бажариш учун керакли асбоб ва материалларнинг номлари, қурилманинг тавсифи, ишнинг бажарилиш тартиби ва ниҳоят, лаборатория ишининг охирида талаба ўзининг назарий ҳамда амалий билимларини текшириб кўриш учун синов саволлари келтирилган. Бундай саволномалар, топшириқлар тўпламини тайёрлаш Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг «Фанлар бўйича саволномалар тўплами тўғрисида»ги, “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” нинг иккинчи босқич вазифаларидан келиб чиқиб, ўқитиш сифатини ошириш, таълим тизимига демократик тамойилларни жорий этиш мақсадида чиқарган буйруғига мос келади. Қўлланмадаги ҳар бир мавзуга бир нечта савол-топшириқлар берилган.

Ўзбекистон Республикасида ўтказилаётган таълим соҳасидаги ислохатлар ва таълим муассасалар олдида қўйилаётган асосий вазифалар – бу талабалар билим савиясини оширишдир.

Қўлланмадаги лаборатория ишларининг деярли асосий қисми ҳозирги вақтда педагогика институтларида ҳамда аксарият умумтаълим мактаблари, академик лицей, касб-хунар коллежларида мавжуд бўлган ёки устахоналарда ясалиши мумкин бўлган асбоблар ёрдамида қўйилиши мумкин. Шунингдек,

ушбу қўлланма ёш ўқитувчилар ва талабаларнинг келгуси педагогик фаолиятларида ҳам катта ёрдам беради.

Талабаларнинг вақтини тежаш мақсадида қўлланманинг охирида физик катталикларнинг турли шароитлардаги қийматларининг жадваллари, уларнинг Халқаро системадаги ўлчов бирликлари, баъзи электр ва магнит катталикларнинг формулалари, бирликлари илова қилинган. Лаборатория ишларини бажариш жараёнида талабаларга қўйиладиган талаблар, тегишли хафсизлик қоидалари, электр занжир қисмларини ўрганиш қўлланманинг бош қисмида баён этилган.

Қўлланма “физика ўқитиш методикаси” кафедраси қошидаги “Электр ва магнетизм” лабораторияларининг жиҳозланиши ва талабаларнинг келажакда умумтаълим мактаблари ёки академик лицей ва касб-хунар коллежлари ўқитувчилари бўлиб етишишларини ҳисобга олган ҳолда ёзилди.

## **ЎҚУВ ЛАБОРАТОРИЯЛАРИДА ХАВФСИЗЛИК ТЕХНИКАСИГА РИОЯ ҚИЛИШ ҲАҚИДА МАЪЛУМОТ**

Электр ва магнетизмга оид лаборатория ишларини бажаришда талаба аксарият ҳолларда экспериментал қурилмаларни принципитал схема ёки монтаж схемалари бўйича ўзи мустақил монтаж қилади. Унда ўзгармас ва турли частотали ўзгарувчан токлардан фойдаланишга тўғри келади. Токнинг инсонга хавфли таъсири частота ва кучланиш катталигига боғлиқ. Масалан: частотаси 50 Гц бўлган 500 В кучланишли ўзгарувчан токнинг таъсири кучланиш худди шундай бўлган ўзгармас ток таъсирига нисбатан хавфлидир.

50-500 Гц оралиғида частота ортиши натижасида токнинг таъсири ҳам ортади. Лекин ундан юқори частоталарда хавф камаёди. Хавфсизлик техникаси қоидаларига кўра 50 мА (0.05 мА) ток инсон ҳаёти учун хавфли ҳисобланади.

Инсон танаси қаршилигини 1000 Ω деб олинса, инсон танасига берилган 50 В кучланиш ( $U=I \cdot R=0.05 \cdot 1000=50$  В) да хавфли ток ўтади. Шунда ҳаммаси бўлиб электр манбаидан  $P=I \cdot U=50 \cdot 0.05=2.5$  Вт қувват берилади.

Агар манбанинг қуввати кўрсатилган рақамдан анча кам бўлса, юқори кучланишлар инсон танасини бутунлай жароҳатламасада, аммо нохуш сезгини юзага келтиради. Электр қурилмаларининг ток ўтаётган қисмларида изоляция бузилган бўлса, шу очик қолган қисми кучланиш остида бўлиши мумкин. Бундай очик қолган жой инсон терисига тегиб кетса, у жой ҳам кучланиш остида бўлиб қолиши мумкин. Бу кучланишни тегиб кетиш кучланиши  $U_T$  деб атасак, хавфсизлик техникаси қоидаларига кўра куруқ хонада  $U_T=65$  В, 75 % нисбий намликка эга бўлган хоналарда  $U_T=36$  В, 100 % нисбий намликка эга бўлган хоналарда эса  $U_T=12$  В бўлади.

Лаборатория ишларини бажариш вақтида хавфсизлик техникасининг қуйидаги қоидаларига қатъий риоя қилиш зарур:

1. Лаборатория ишларини бажариш вақтида электр токининг ҳаёт учун хавфли эканлигини ёдингизда тутинг ва ундан эҳтиёт бўлинг.
2. Лаборатория ишларини бажаришда электр схема бўйича занжирни йиғишга киришишдан олдин ўзингиз фойдаланадиган ток манбаи, унинг уланиш жойларида узилган ҳолатда эканлигига, автотрансформаторларнинг кўрсаткич стрелкаси нолдалигига ишонч ҳосил қилинг.
3. Ток манбаи ва улаш симларида кучланишнинг мавжудлигини вольтметр ёки синаш лампалари ёрдамида текширинг.
4. Занжирга уланган конденсатор узилган пайтда ҳаёт учун хавфли бўлган қолдиқ зарядга эга бўлади. Шунинг учун конденсаторни занжирга улашдан олдин разрядлаш ёдингиздан чиқмасин.

5. Занжир йиғишда фойдаланаётган симнинг изоляциясининг бузилмаганлиги текширилиши шарт. Электр занжирнинг изоляцияланмаган қисmlарига қўл теккизиш мумкин эмас. Симларни бир-бирига ўраб қўйиш манн этилади.
6. Занжирни йиғишда улаш нуқталаридаги контактлар мустаҳкам бўлиши шарт эмас. Симлар бир-бирининг устидан ўтадиган жойларига эътибор қилинг. Бунда очиқ жойи бўлиб, қисқа туташув ҳодисаси содир бўлмасин. Ортиқча симларни ўлчашга халақит бермаслиги учун схемани йиғиб бўлганингиздан кейин четга олиб қўйинг.
7. Пасайтирувчи трансформаторлардан фойдаланаётганингизда қайси ўрам занжирнинг манба қисмига ўралишига эътибор беринг.
8. Занжирнинг конденсатор ва индуктивлик кетма-кет уланган қисмини текширишда жуда эҳтиёт бўлинг.
9. Трансформатор электр манбаига уланган бўлса, узишни унинг иккинчи чулғамидан бошлаш қатъиян ман этилади.
10. Ишнинг тўлиқ занжир йиғиб бўлгандан кейин у фақат лаборатория дарсини олиб борувчи ўқитувчининг рухсати билангина манбага уланади ва ўлчаш ишлари бажарилади. Занжирни тузиш ток манбаидан бошланади, лекин ток манбаига энг охирида улаш лозимлигини ёдингиздан чиқарманг.
11. Ўлчаётганингизда бирор объект ўлчов асбобининг бузилганлиги ёки нотўғри кўрсатаётганини сезсангиз дарҳол занжирни манбадан узиб, лаборатория машғулотини олиб бораётган раҳбарингизга мурожаат қилинг.  
Штепсель вилкаларини манбадан тортиб олаётганингизда шнурдан тортиб узиш ман этилади.
12. Ҳар қандай лаборатория ишини бажариб бўлганингиздан кейин занжирнинг манбадан узилганлигига ишонч ҳосил қилганингиздан сўнгиинга занжир қисmlарини ажратишга киришинг.
13. Занжирга уланувчи барча реостатларни максимум қаршиликка келтириб қўйишни эсдан чиқарманг.
14. Потенциометрлар контурга берилувчи кучланишнинг нолига келтириб қўйилади.
15. Занжирни йиғишда барча калит ва коммутаторлар очиқ ҳолда бўлиши керак.
16. Ток манбаи фақат ўлчаш олиб борилиши керак бўлган вақтдагина уланади. Ўлчаш тугагач, дарҳол токни ўчириш лозим. Кучланиш остида турган схемани қаровсиз қолдириб қўйиш ман этилади.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 1

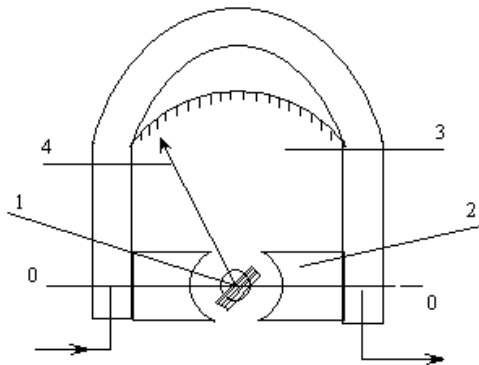
**Мавзу:** Электр ўлчов асбоблари тўғрисида умумий маълумотлар

**Ишнинг мақсади:** Электр ўлчов асбобларининг тузилиши, уларнинг ишлаш принциплари, техникавий характеристикалари ва хусусиятлари билан таништириш

Электр ўлчашнинг вазифаси махсус электротехник мослама ёрдамида электр миқдорларнинг айна вақтга тегишли қийматларини аниқлашдан иборатдир. Электр катталикларни (ток кучи, кучланиш, қувват ва б.) ўлчаш учун ишлатиладиган приборларнинг, яъни электр ўлчов асбобларининг турлари жуда кўп. Уларнинг ишлаш принципига қараб қуйидаги асосий типларга қараб бўлиш мумкин.

### I. Магнитоэлектрик системадаги асбоблар

Бу асбоблар ток ўтаётган рамкага ўзгармас магнитнинг майдони таъсир қилганда ҳосил бўладиган айлантурувчи момент асосида ишлайди. 1-расмда магнитоэлектрик приборнинг схематик кўриниши келтирилган. Ҳаракатланувчи рамка (1) ўзгармас магнит (2) ҳосил қилган ва бир текис радиал йўналган магнит майдонга жойлаштирилган. Рамка (1) нинг ўрамларидан ток ўтганда уни бурувчи жуфт куч пайдо бўлади. Бу куч рамканинг текислиги 00 ўққа перпендикуляр бўлгунча таъсир этади.

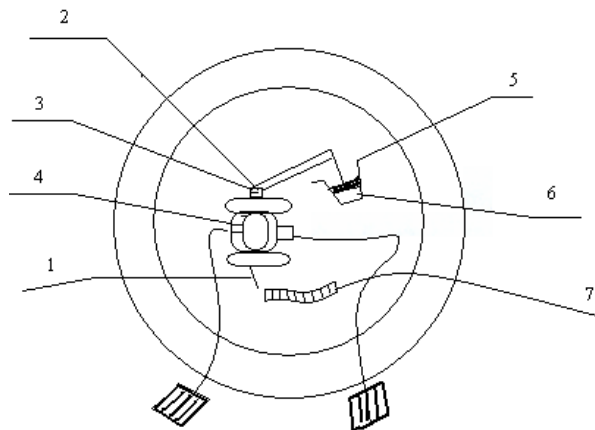


1-расм

Рамка берилган вақтда айлантурувчи кучга қарши пружина (3) нинг эластиклик кучи таъсир қилади. Бу кучлар бир-бирига тенг бўлганда асбобнинг ҳаракатланувчи қисми маълум бир бурчакка бурилиб тўхтайтилади. Асбобнинг стрелкаси (4) ҳаракатланувчи қисмга маҳкамланганлиги сабабли стрелка ҳам асбоб шкаласи (5) бўйлаб бурилади ва ўлчанаётган катталиқнинг қийматини кўрсатади.



**2. Электромагнит системадаги асбоблар** қўзғалмас ғалтакдан ўтаётган ток ҳосил қилган магнит майдонининг қўзғалувчи ферромагнит ўзакка кўрсатадиган таъсирга асосланган. Бундай асбоблар турли конструкцияларда ишланиши мумкин, лекин улардан ясси ғалтакли ва цилиндрик ғалтакли турлари энг кўп тарқалган. Ясси ғалтакли асбобда (2-расм) қўзғалмас ясси ғалтак (1) орқали ўтаётган ток унинг атрофида магнит майдони ҳосил қилади. Қўзғалувчан қисмининг ўқи (2)га эксцентрик равишда ферромагнит материалдан ясалган пластинка (3) ўрнатилган. ғалтак атрофида ҳосил бўладиган магнит майдон таъсирида пластинка (3) ғалтак (1) ичида тортилади. Ўққа ўрнатилган пружина ўралиб стрелка (4) ва тинчлантирувчи демпфер (5) нинг поршени (6) ни ҳаракатга келтиради. Натижада стрелка (4) шкала (7) бўйлаб бурилади.



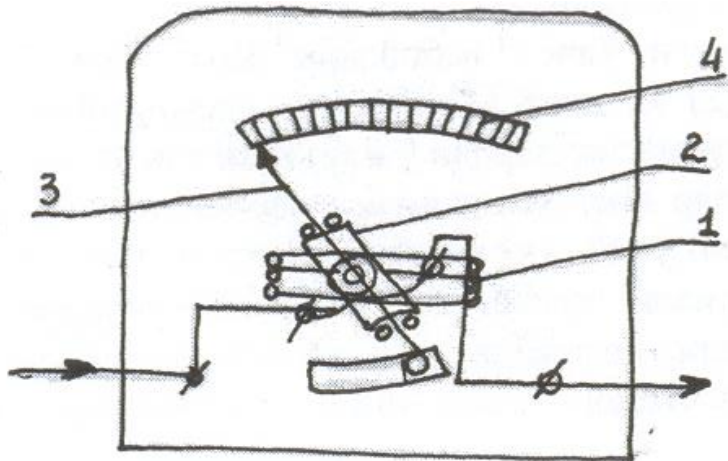
2-расм

**3. Электродинамик системадаги асбобларнинг** ишлаши биттаси қўзғалувчан иккинчиси эса қўзғалмас иккита токли ғалтакларнинг ўзаро таъсирга асослангандир. Қўзғалмас ғалтак (1) га ўрамлар сони унча катта бўлмаган йўғон сим ўралган (3-расм). Қўзғалувчан ғалтак (2) ни эса ўрамлар сони кўп бўлган ингичка симдан ўралган. Бу ғалтак жуда ҳам енгил қилиб тайёрланади. Қўзғалувчан ва қўзғалмас ғалтаклар орқали ток ўтганда магнит майдонлари ҳосил бўлади. Қўзғалмас ғалтакнинг магнит майдони қўзғалувчан ғалтакнинг магнит майдонига таъсир қилиши натижасида механик момент ҳосил бўлади. Бу момент иккала ғалтакнинг магнит майдонлари устма-уст тушгунча қўзғалувчан ғалтакнинг буришга интилади. Асбобнинг стрелкаси (3) қўзғалувчан ғалтакка маҳкамланганлиги сабабли, у ҳам бурилади ва ўлчанаётган катталиқнинг қийматини шкала (4) дан кўрсатади.

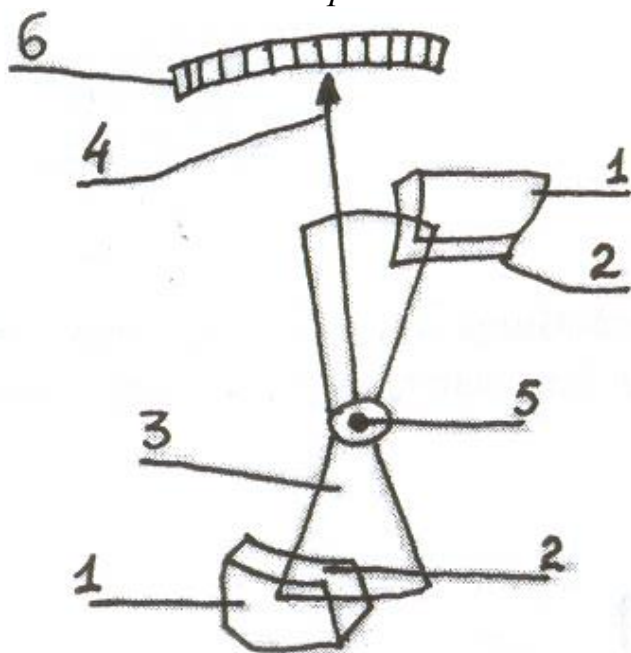
**4. Электростатик системада ишловчи асбоблар** турли ишорали электр билан зарядланган қўзғалувчан ва қўзғалмас метал пластинкаларнинг ўзаро таъсирга асосланган. Ишлаш принципига қараб бу асбоблар вольтметрлар сифатида ишлатилиши мумкин эканлиги кўринади. Бу асбобларнинг ҳаракатланувчи қисми пластинкалар орасидаги электр сиғимининг ўзгариши билан оғади. Симнинг ўзгариши икки йўл билан амалга оширилади.

- 1) Пластинкалар актив юзаларнинг ўзгариши
- 2) Пластинкалар орасидаги масофанинг ўзгариши билан

Пластинкаларнинг актив юзлари ўзгарадиган асбобларнинг (4-расм) кўзгалмас қисми (1) бир неча камералардан иборат бўлади. Ҳар бир камерада ҳаво бўшлиғи (2) бўлиб, алюминий пластинкаларидан ясалган кўзгалувчан қисм (3) бу ораликқа бемалол кира олади.



3-расм

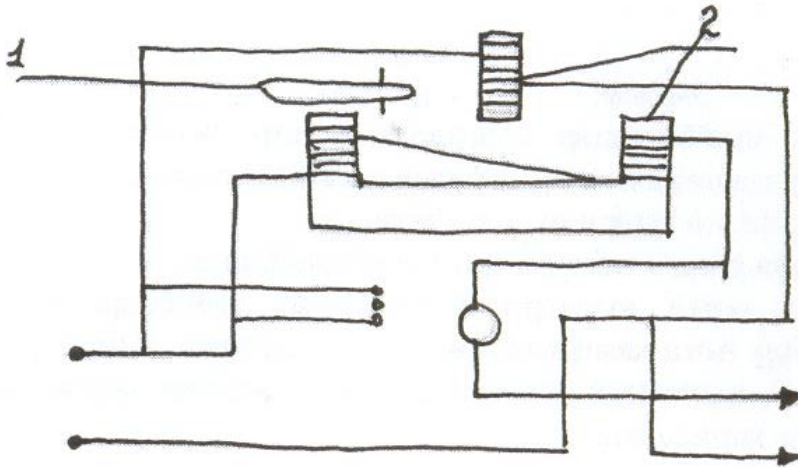


4-расм

Агар кўзгалувчан ва кўзгалмас пластинкаларга ўлчаниши керак бўлган кучланиш бериладиган бўлса, улар қарама-қарши ишорали зарядлар билан зарядланиб қолади. Пластинкалар орасида электростатик куч ҳосил бўлади ва бу куч таъсирида ҳаракатланувчи пластинка камера ичига киришга ҳаракат қилади. Ҳаракатланувчи пластинка ва стрелка (4) битта ўқ (5) га маҳкамланганлиги учун пластинка билан бирга бир вақтда стрелка ҳам ҳаракатланади ва ўлчанаётган катталиқни асбоб шкаласи (6) дан кўрсатади.

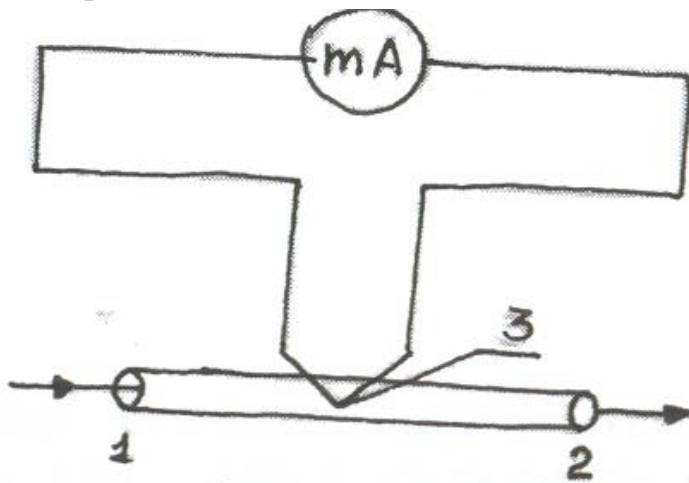
**5. Индукцион системадаги ўлчов асбоблари** битта ёки бир нечта кўзгалмас электромагнитлардан (2) ва диск (1) шаклда алюминийдан ясалган кўзгалувчи

қисмдан иборат. Электромагнитлардан ўзгарувчан ток ўтганда магнит оқимлари ҳосил бўлади. Бу оқимлар диск текислигига перпендикуляр йўналган бўлади, шунинг учун дискни кесиб ўтиб, унда уюрмали токни индукциялайди. Магнит оқимлари дискдаги уюрмали ток билан ўзаро таъсирлашиб дискда айлантурувчи момент ҳосил қилади, натижада диск айлана бошлайди. Бундай асбоблар кўпинча электр энергиясини ҳисобловчи сўтчиклар сифатида ишлатилади (5-расм).



5-расм

**6. Термоэлектрик системадаги асбоблар** магнито электрик системада ишлайдиган асбоб ва унга уланган бир ёки бир нечта термопаралардан иборат бўлади (6-расм).

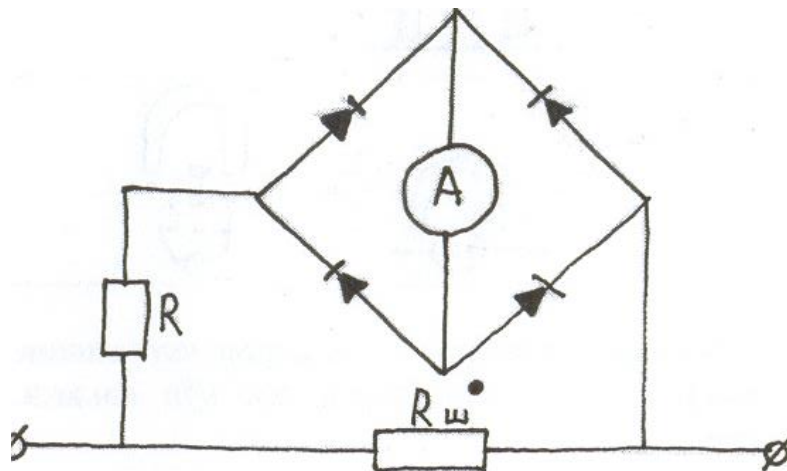


6-расм

Ўтказгич (1-2) дан ўлчанадиган ток ўтганда у қизийди. Унга қавшарланган термопара (3) да термо Э.Ю.К. вужудга келади, бу Э.Ю.К. термопара ва асбоб ғалтагидан иборат аниқ контурда ўзгармас ток ҳосил қилади. Бу ток магнитоэлектрик системада ишлайдиган прибор стрелкасини оғдиради.

**7. Ярим ўтказгичли диод билан магнитоэлектрик системадаги ўлчов асбоби** биргаликда детекторни ўлчов асбобини ҳосил қилади. Ярим ўтказгичли диод ёрдамида ўзгарувчан ток тўғриланади (7-расм).

**8. Иссиқлик ўлчов асбобларининг** ишлаши эса токнинг иссиқлик таъсирига асосланган. Асбобдан ўлчанадиган ток ўтганда метал тола узаяди, натижада асбобнинг қўзғалувчан қилиш ва унга бириктирилган стрелкаси принципи таъсирида бурилади.



7-расм

Баъзи ўлчов асбобларининг (ишлаш принципи бўйича) шартли белгилари:

Асбоб қайси системада ишлайди	Шартли белгиси
Магнитоэлектрик	
Электродинамик	
Электромагнит	
Электростатик	
Индукцион	
Иссиқлик	
Термоэлектрик	
Детекторли	
Электрон	

Электро ўлчов асбоблари ўлчанадиган электрон катталикни турига қараб ҳам классификацияланади. Қуйидаги жадвалда энг кўп ишлатиладиган асбобларнинг рўйхати берилган.

Электр ўлчов асбоби	Шартли белгиси	Ўлчанадиган катталик
Амперметр	A	ток кучи
Миллиамперметр	mA	ток кучи
Гальванометр	Г, $\mu$ A	ток кучи
Вольтметр	V	кучланиш ва Э.Ю.К.
Ваттметр	W	электр токининг қуввати
Омметр	$\Omega$	Қаршилик
Электр энергиясини ўлчаш (счётчик)	K W h	электр энергияси
Частотометр	Hz	ток частотаси
Фазометр	$\varphi$	ток ва кучланиш орасидаги фазалар фарқи

Электр ўлчов асбобларининг шкаласида қўйиладиган техник характеристикаларнинг шартли белгилари:

Техник характеристика	Шартли белги
Асбобнинг аниқлик каласси 0,5; 0,2 1,0; .. 2,5; (процентда)	0.5 ёки 1.5
Асбобнинг изоляцияси 2 кВ кучланишда синалган	2 кВ ёки
Асбоб ўзгарувчан ток занжирига улаш учун мўлжалланган	~
Асбоб ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирига улаш мумкин	
Асбобни 2 фазали ёки 3 фазали ўзгарувчан ток занжирига улаш мумкин	2 $\sim$ ; 3 $\sim$
Номинал ишлаш частотаси 50 Гц	~ 50 Гц

Асбоб шитига вертикаль ўрнатилган	↑, ⊥
Асбоб 60° бурчак остида ўрнатилади	∠ 60°
Асбоб горизонтал ўрнатилади	→ ⇐
Асбоб ток кучини амперда ўлчайди	A
Гост номери	Гост 8701 - 60
Асбобнинг ишлаб чиқарилган вақти	1993 йил
Асбобга заводда берилган номер	488576
Асбоб тип	M – 362
Фирма белгиси	

### **Электр токи билан ишлаётган вақтдаги хавфсизлик техникаси қоидалари:**

1. Электр ускуналари билан иш бошлар экансиз, электр токидан шикастланиш хавфини ёддингизда сақланг ва ундан эҳтиёт бўлинг.
2. Электр занжирларини фақат ток манбаи узилган ҳолдагина йиғинг.
3. Туташтирувчи симларнинг изоляцияси бузук эмаслигига ишонч ҳосил қилинг.
4. Туташтирувчи симларнинг узилиши ва қисқа бетартиб жойлаштиринг ва клемаларга пухта қилиб қисинг.
5. Ток манбаида кучланиш бор йўқлигини қўл билан ёки схемани тоққа улаб кўриш билан текшириш мумкин эмас, бунинг учун контрол лампочкаси ёки вольтметр хизмат қилади.
6. Йиғилган схеманинг тўғрилигини уни синов тариқасида тоққа улаб, текшириш қатъиян мумкин эмас.
7. Ток манбаларининг фақат ўқитувчининг рухсати билан уланг, текширилган занжирни биринчи марта манбага улаб кўрсатган вақтингизда ўқитувчи ёнингизда туриши керак.
8. Ишлаётган вақтингизда занжирнинг кучланиш остидаги яланғоч қисмларга тегиб кетмасликка эътибор беринг.
9. Занжирдаги ҳеч қандай қайта улашларини ток манбанинг узиб электр машиналари билан ишлатганда эса уларни ротори бутунлай тўхтагандан кейин бажаринг.
10. Қилинаётган ўлчаш ва кузатишлар тамом бўлгандан кейин ток манбани узиб қўйинг.

11. Қолдиқ зарядлар конденсаторларга тегиш хавфли эканлигини ёдингизда сақланг. Занжир узилгандан кейин конденсаторни зарядлаш эсингиздан чиқмасин.

12. Кучланиш остидаги асбоблар, машиналар ва аппаратларнинг бузилганлигини пайқашингиз билан ток манбаи занжиридаги рубильникни узинг ва бу ҳақда ўқитувчига хабар беринг.

13. Сақлагичларни алмаштириб қўяётганда шитдаги рубильникни узиб қўйинг ва бу ишни фақат ўқитувчининг рухсати билан қилинг.

14. Ишни бутунлай тамомлагандан кейин, ток манбаларини ҳамда рубильникларни узинг, занжирни қайта қисмларга ажратинг ва иш жойингизни тартибга солиб қўйинг.

#### **Ўз-ўзини синаш учун саволлар:**

1. Электр ўлчов асбобларининг қандай турларини биласиз? Улар бир-биридан қандай фарқ қилади?
2. Электр ўлчов асбобларининг шартли белгиларини айтиб беринг.
3. Электр ўлчов асбоблари занжирга уланишини чизиб кўрсатинг.
4. СИ системасида СИ электр катталиқларнинг ўлчов birlikларини айтиб беринг.

#### **Адабиётлар:**

1. С.Э. Фриш, А.В. Тиморева Умумий физика курси. 2-том. Тошкент. 1971 йил, 158-§ 145-148 бетлар, 213-§ 397-402 бетлар.
2. К.А. Путилов Физика курси. 2 қисм. Тошкент, 1971 йил. 68-69-§ 368-382 бетлар.
3. Физикадан практика Электр ва Оптика. проф. В.И. Иверонова таҳрири остида. Тошкент. 1979 йил. Илова қисми. 794-798 бетлар.
4. К.Г. Парпиев, Д. Маматисоқов Умумий физика курсидан лаборатория машғулотлар. Андижон 1987 йил. Илова қисми. 176-188 бетлар.
5. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент, 2006 йил.
6. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлиmidан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон, 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 2

**МАВЗУ:** Электростатик майдонни ўрганиш

**Ишнинг мақсади:** Электр майдоннинг фазодаги тақсимотини эквипотенциал сиртлар ва уларнинг электродлар кўринишига боғлиқлигини куч чизиқлар ёрдамида майдон хусусиятларини ўрганиш ҳамда бир жинсли майдоннинг миқдорий параметрларини аниқлаш усули билан танишишдир.

**Керакли асбоб ва материаллар:**

1. электролитик ванна
2. гальванометр
3. вольтметр
4. реостат
5. металл зондлар
6. турли шаклдаги электродлар
7. улагич симлар
8. калит
9. мис купорасининг сувдаги кучсиз эритмаси.
10. Ф.П.-9А курилмаси.

### Иш тўғрисида назарий тушунчалар:

Ҳаракатсиз турган электр зарядлар томонидан ҳосил қилинувчи майдонга электростатик майдон дейилади.

Электростатик майдон – материянинг махсус кўриниши ҳисобланиб, у кўзғалмас электр зарядлари ўзаро таъсирининг маҳсулидир.

Зарядланган жисмлар атрофига электр майдоннинг мавжудлигини билиш учун уларнинг теварак атрофига синаш заряди (зарядланган шарга) келтирилади. Зарядланган шар қандай жисм майдоннинг унга келтирилган зарядга таъсирининг куч ва энергия жиҳатидан миқдорий характеристикалари сифатида майдон кучланганлиги вектори  $\vec{E}$  ва потенциали  $\varphi$  қабул қилинган.

Майдоннинг муайян бир нуктасидаги кучланганлик деб, нуктавий  $q_0$  зарядга майдон томонидан таъсир қиладиган кучнинг шу заряд миқдорига нисбатини ифодаловчи вектор катталиқка айтилади.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (1)$$

бу ерда - мусбат синаш зарядининг миқдори;

Электростатик майдон потенциали деб сон жиҳатидан бир бирлик мусбат зарядни берилган нуктадан чексизликка кўчиришда майдон кучларининг бажарган ишига тенг бўлган катталиқка айтилади.

$$\varphi = \frac{A}{q_0} \quad (2)$$



бунда  $\varphi$  - потенциал,  $A$  – зарядни кўчиришда электр майдоннинг иши  $q_0$  - синаш зарядининг миқдори.

Одатда зарядни майдон марказига яқинроқ бир нуқтадан марказдан узокроқ иккинчи нуқтага кўчириш учун маълум миқдордаги элементар  $A$  иш бажариш керак бўлиб, бу иш заряд потенциал энергиясининг камайиши ҳисобига бажарилади, яъни

$$\Delta\varphi = -\frac{\Delta W}{q_0} = \frac{\Delta A}{q_0} \quad (3)$$

ёки мантиқий ва миқдори ўзгартиришлардан сўнг

$$A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (4)$$

боғланиш ҳосил бўлади.

(4)дан кўришиб турибдики, электростатик майдоннинг потенциали нуқтага ўзгариб турувчи функциядир. Бироқ ҳар қандай реал ҳолда майдоннинг потенциаллари бир хил бўлган нуқталарини топиш мумкин. Тенг потенциалли бу нуқталарнинг геометрик ўрни эквипотенциал (бир хил потенциалли) сиртлар ёки изопотенциал (ўзгармас потенциаллар) сиртлар деб аталади.

Электр майдонни график учун майдон куч чизиқлари тушунчаси киритилади.

Куч чизиқлари деб шундай эгри чизиқларга айтиладики, уларнинг ҳар бир нуқтасида кучлаганлик вектори шу нуқтага ўтказилган уринма бўйлаб йўналган бўлади.

Эквипотенциал сиртлар қуйидаги хоссаларга эга:

1. Эквипотенциал сиртлар бўйича зарядни кўчиришда бажарилган иш нолга тенг бўлади. (4-формула).
2. Эквипотенциал сиртларга доимо майдон кучланганлиги чизиқлари перпендикуляр йўналган бўлади (1-расм, а, б, в).

Электростатик майдон учун қуйидаги хоссалар ўринли бўлади:

1. Электростатик майдондаги ўтказгичларнинг сирти доимо эквипотенциал сирт бўлади.
2. Куч чизиқлари майдон потенциалининг ўзгариш йўналишини кўрсатади.
3. Майдон кучланганлигини ҳамма вақт ва майдоннинг ҳар бир нуқтасида потенциалнинг камайиши томон йўналган бўлади, яъни,

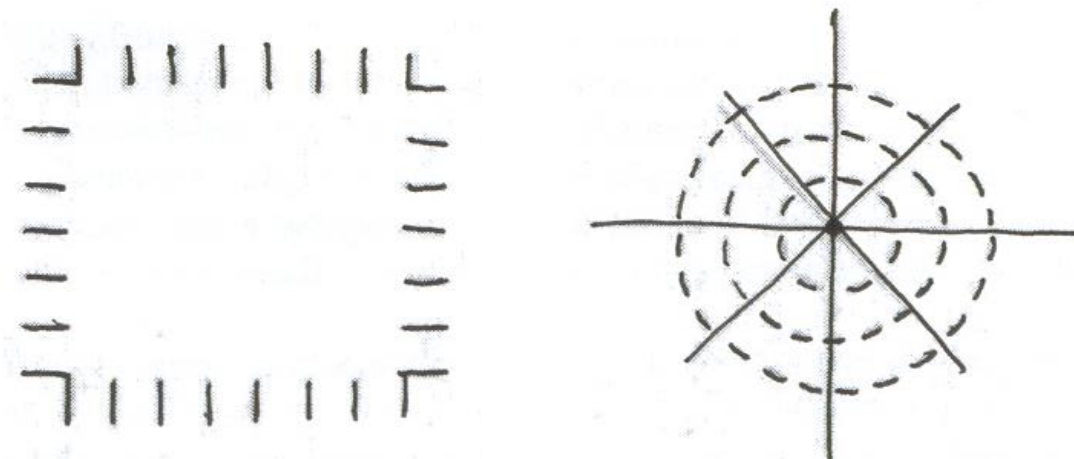
$$E = \frac{d\varphi}{dr} \quad (5)$$

(5) формуладан кўринадикки, бир жинсли электр майдон кучланганлиги  $\vec{E}$  потенциалнинг куч чизиқларининг узунлик бирлигидаги тушувини характерлайди. Электр майдон кучланганлигининг миқдори қанча бўлса, эквипотенциал сиртлар бир-бирига шунча яқин жойлашади.

Мазкур лаборатория ишининг вазифаси майдоннинг ҳар қандай нуқтасида майдон кучланганлигининг катталиги ва йўналишини аниқлашдан (яъни куч чизикларини чизишдан) иборат.

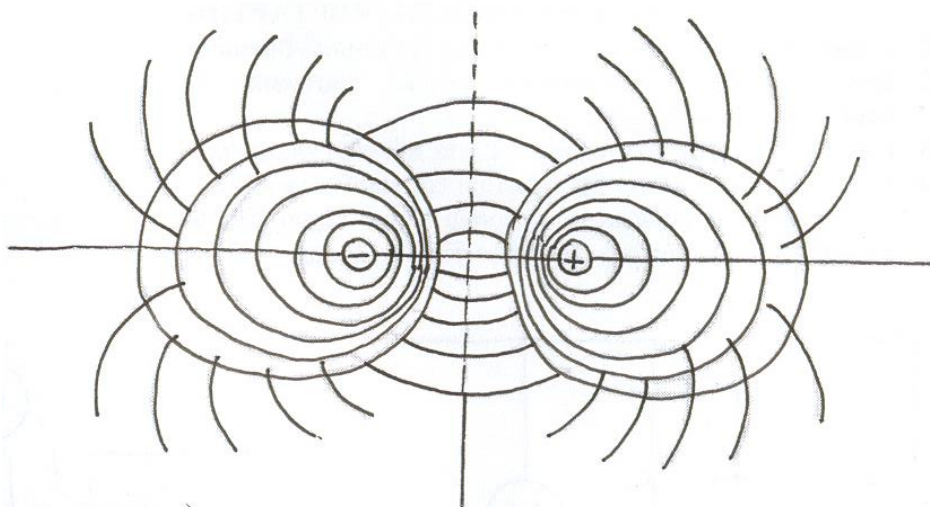
Амалда тузиш осонроқ бўлганлиги сабабли, аввало эквипотенциал сиртлар топилади, сўнгра уларнинг хоссаларига асосланиб куч чизиклари чизилади.

Электр майдонида потенциалларнинг тақсимланишини ўрганиш ўлчаш асбобларига уланган зондлардан фойдаланилади. Зонд электр майдонига киритилганда иложи борича унга кам таъсир килиши ва шу зонд кўйилган нуқтанинг ҳақиқий потенциалини ўлчаши керак.



а)

б)



в)

1-расм

### Қурилманинг тавсифи:

Яхши электр изоляцион хоссаларга эга бўлган, материалдан (плексигласдан) ясалган ваннага 1 ва 2 металл электродлар жойлаштирилади, улар ораси керак бўлган майдон ҳосил бўлади.

Ванна ўтказувчанлиги, металлникига нисбатан кичик бўлган суюқ электролит (мис купоросининг сувдаги эритмаси) билан тўлдирилади.

Электродлар ваннага таяниб, ваннага кўйилган электролит сатхидан чиқиб туради.

Ишнинг электр схемасига (Z) зонд, (G) гальванометр, (V) вольтметр ва (R) кучланиш тақсимлагич (потенциометр) ҳам киради.

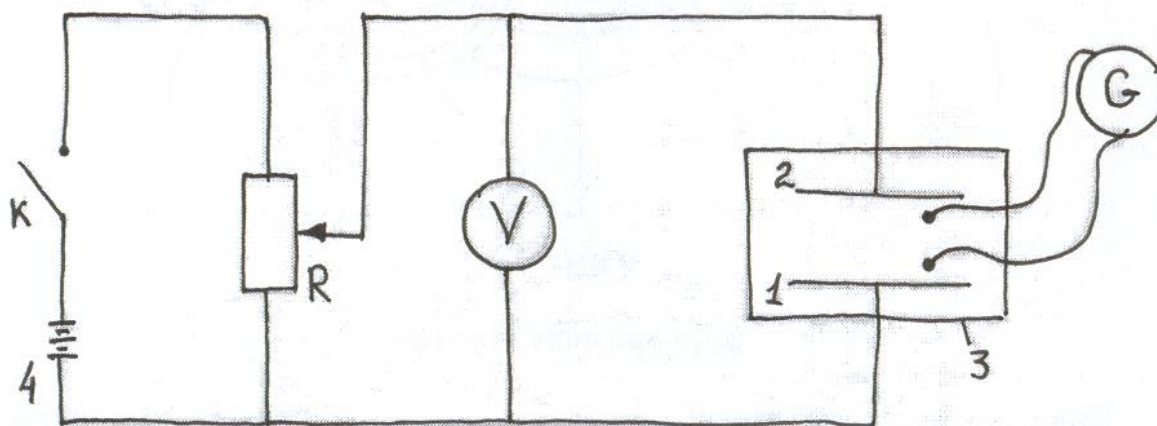
Кучланиш бўлгичи R- нинг жилгичини суриш билан бу жилгичга нисбатан турли потенциал қийматларни бериш мумкин.

Бундай шароитларда гальванометрда ток бўлиш ёки бўлмаслиги зонд майдоннинг қайси нуқтасида турганлигига боғлиқ бўлади. Агар зонд майдоннинг бўлгич жилгичидаги потенциалига тенг потенциаллик нуқтасида турган бўлса, у ҳолда зонд ва гальванометр занжирида ток булмайди. Зонд занжирида ток нолга тенг бўладиган барча нуқталарнинг геометрик ўрни (бўлгич жилгичининг тайинли бир вазиятида) текширилади эквипотенциал сиртни ҳосил қилади.

Жилгич билан электродлардан бирига уланган вольтметр шу сиртнинг потенциалини ўлчаш учун (ваннага ўрнатилган электродларга нисбатан) хизмат қилади. Текширилади эквипотенциал сиртни ўрганиш процесси куйидагича давом эттирилади: кучланиш бўлгичининг жилгичини поғонама-поғона суриб, зондга турли хил қийматли потенциал берилади. Бу потенциалнинг ҳар бир қиймати учун зонд майдонда турли нуқталарга суриб ўрганилади эквипотенциал сирти топилади.

### ИШНИНГ БАЖАРИЛИШ ТАРТИБИ:

1. 2-расмда келтирилган электр схема ўрганилиб йиғилади.
2. Ваннага мис купоросининг кучсиз эритмаси куйилади ва туғри электродлар туширилади.
3. Гальванометр клеммаларига металл зондлар уланади.
4. К-калит ёрдамида электр занжири ток манбаига кўйилади.
5. Потенциометр ёрдамида тажриба учун зарур бўлган 2-4 В кучланиш танлаб олинади ва вольтметрдан ёзиб олинади.



2-расм

6. Металл зондлардан бирини ваннанинг ихтиёрий бир нуқтасига қўйиб бу нуқтанинг координатлари  $(\chi, \gamma)$  ваннадаги миллиметрли қоғозга чизилган масштаблар ёрдамида аниқланади ва жадвалга ёзиб қўйилади.

$K$  – калит,  $R$  – потенциометр,  $V$  – вольтметр,  $Z$  – зонд,  $G$  – гальванометр, 1 ва 2 металл электродлар, 3 - плексигласдан ясалган ванна, 4 – ток манбаи

7. Иккинчи зонд ваннага туширилади (биринчи зонд  $A(\chi, \gamma)$  нуқтада турган холда) ва уни ҳаракатлантириш йўли билан гальванометр стрелкаси ноль ҳолатда кўрсатишига эришилади. Бу нуқтанинг координатлари  $A_1(\chi_1, \gamma_1)$  ҳам жадвалга ёзиб олинади.

8. Биринчи зонд ўз жойида  $[A_1(\chi_1, \gamma_1)]$  турган холда иккинчи зондни яна ҳаракатлантириб 7-пункт такрорланади (топилган нуқта  $A_1(\chi_2, \gamma_2)$ ).

9. Бундай нуқталардан биринчи зонд  $A_1(\chi, \gamma)$  нуқтада турган холда бир нечтаси топилади ва жадвалга ёзиб борилади.

10. Биринчи зондни бошқа бирор нуқта  $A_2(\chi, \gamma)$ га қўйиб юқоридаги такрорланади.

11. Олинган натижалар бўйича туғри электрод учун миллиметрли қоғозга эквипотенциал сиртлар ва уларга перпендикуляр бўлган куч чизиқлари чизилиб майдоннинг тула сифат манзараси ҳосил қилинади.

12. Ёйсимон ва доиравий электродлар уланиб юқорида қилинган тажрибалар такрорланади. Бу электродлар учун ҳам миллиметрли қоғозга майдоннинг тула манзараси ҳосил қилинади.

### **ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:**

1. Электр майдоннинг асосий характеристикаларини айтинг, уларга таъриф беринг ва ўлчов birlikларини айтинг.
2. Электр майдоннинг потенциаллик шартини тушунтиринг.
3. Майдон куч чизиқлари ва эквипотенциал сирт графиги асосида электр майдони ва эквипотенциал сиртларнинг хоссаларини тушунтиринг.
4. Эквипотенциал сирт бўйлаб зарядни кўчиришда бажарилган ишнинг нольга тенглигини тушунтириб беринг.
5. Кучланганлик ва потенциал майдоннинг қандай характеристикалари ҳисобланади ва буни изоҳлаб беринг.

### **АДАБИЁТЛАР:**

1. С.Г.Калашников «Электр» Тошкент, 1979 й., 16-17-18-19-20 параграф, 34-42 бетлар, 62 параграф 119-120 бетлар.
2. И.В. Савельев «Умумий физика курси» Том-2, 1975й., 10-11-12-параграф, 30-39-бетлар.
3. В.И.Иверонова таҳрири остида, Тошкент, 1980й. «Физикадан практикум, электр ва оптика» 65-вазифа, 5-11 бетлар.

4. К.Г.Парпиев, Д. Маматисаков «Умумий физика курсидан лаборатория машғулоти учун методик қўлланма», 1987 й., 1-лаборатория иши, 4-11 бетлар.
5. И.С.Андреев, К.А. Султонова. «Физикадан практикум, Электр ва магнетизм». Тошкент, 1976 й., 11 – лаборатория иши , 73-78 бетлар.
6. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
7. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

### **ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 3**

**МАВЗУ:** Амперметр ва вольтметрни даражалаш

**Ишнинг мақсади:** Электр ўлчов асбобларининг ўлчаш даражалари, бўлим қийматлари ҳамда аниқлик классини ўрганишдир.

**Керакли асбоб ва материаллар:**

1. Даражаланадиган амперметр ва вольтметр.
2. Ўзгарувчи қаршилик - реостат
3. Эталон қаршилик
4. калитлар
5. вольтметр
6. ўзгармас ток потенциометри
7. ток манбаи (батарея ёки аккумулятор)
8. улаш учун симлар

#### **Иш тўғрисида назарий тушунчалар:**

Ҳар қандай асбобни даражалаш – унинг шкала бўлимлари билан шу асбоб ёрдамида ўрганмоқчи бўлган физикавий катталиқнинг сон қийматлари орасида мувофиқлик ўрнатишдир.

Агар бу мувофиқлик чизиқли боғланишда бўлса, у ҳолда асбобни даражалаш:

1. Бўлим қийматини;
2. Аниқлик классини топишдан иборат бўлади. Агар мувофиқлик чизиқли боғланишда бўлмаса, у ҳолда даражалаш берилган асбобнинг шкаласига тузатишлар киритишдан иборат бўлади.

#### **Электр ўлчов асбобларининг характеристикалари**

##### **а) Асбобнинг сезгирлиги ва бўлим қиймати**

Берилган асбобининг ўлчанаётган физикавий катталиқнинг энг кичик ўзгаришини сеза олиши асбоб сезгирлиги деб аталади. Аммо «сеза оладиган» критерийнинг ўзи шартли бўлгани сабабли  $S$  сезгирликни миқдор жиҳатдан характерлаш учун асбоб кўрсаткичининг чизиқли ёки  $\Delta\alpha$  бурчакка силжишини

ўлчанаётган физикавий катталиқнинг  $\Delta\chi$  ўзгаришига нисбатининг лимити қабул қилинади. Агар  $\alpha$ -нинг  $\chi$  га боғланишини узлуксиз функция деб ҳисобласак, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$S = \lim_{\Delta\chi \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} = \frac{d\alpha}{d\chi} \quad (1)$$

Умуман, асбобнинг сезгирлиги ўзгарувчан бўлиб, у ўлчанаётган катталиқнинг функцияси дир, яъни,

$$S = f(\chi)$$

$\chi \leq \chi_0$  бўлганда, бу ифода нолга айланади ва у сезгирлик чегараси сифатида қабул қилинади. Агар сезгирлик чегарасида  $S = const$  бўлса, у холда  $S$  билан тескари боғланган ва «бўлим қиймати» ( $C$ ) деб аталувчи

$$C = \frac{1}{S} = \frac{\Delta\chi}{\Delta\alpha} \quad (2)$$

катталиқдан фойдаланиш кўлай дир. Кўришиб турибдики, бўлим қиймати – ўлчанаётган катталиқнинг асбоб кўрсаткичининг шкалада бир бўлимга тўғри келган ўзгариши дир.

Маълумки, сезгирлик дифференциал тушунча бўлиб, ҳамма холларда ҳам маънога эга, бўлим қиймати тушунчаси эса фақат  $S = const$  бўлган холдагина қулланиши мумкин. Шунинг учун  $S = \psi(\chi)$  боғланиш чизикди бўлмаганда текис шкаланинг ўрнига шундай нотекис шкаласини танлаш керакки, 2 ўзгарувчи эквивалент янги  $Y = \psi(\alpha)$  ўзгарувчи билан алмаштирилганда сезгирлик

$$S = \frac{dY}{d\chi} = const \quad \text{бўлсин.}$$

У холда бўлим қиймати тушунчаси яна ўринли бўлади.

### **б) Ўлчов асбобининг аниқлик классси**

Ҳар қандай электр ўлчов асбобининг кўрсатишлари бир қанча тасодифий ва систематик сабабларга кўра маълум хатоликка эга бўлади. Асбобнинг хатолигини характерлаш учун миқдорий характеристика сифатида аниқлик классси – деб аталувчи катталиқ кўлланади. Асбобнинг процентларда ифодаланадиган  $P$ - аниқлик классси асбоб билан ўлчанаётган энг катта  $\Delta\chi$  хатоликнинг асбоб шкаласининг  $X$ -номинал қийматига нисбатан шу билан аниқланадики, яъни,

$$P = \frac{\Delta\chi}{\chi} \cdot 100 \geq \% \quad (3)$$

Аниқлик классидан конкрет фойдаланишни равшанлаштириш учун қуйидаги мисолни келтирамиз. Бизнинг ихтиёримизда 5 А га мўлжалланган, аниқлик классси 1,0 бўлган амперметр бўлсин. Агар амперметр кўрсаткичи 1,3 ни кўрсатса, ўлчанаётган токнинг ҳақиқий қиймати 1,8 А дан аниқ бўлса ҳам, аммо бу фарқнинг абсолют қиймати

$$\Delta I = \frac{5A \cdot 1,0}{100} = 0,05A \quad \text{дан ортмайди дейишимиз мумкин.}$$

Бошқача айтганда, ўлчанаётган токнинг ҳақиқий қиймати 1 га яқин эътимоллик билан

$$(1,30 - 0,05 \leq I_{\text{хат}} \leq 1,30 + 0,05)A \quad \text{чегараларда бўлади.}$$

Аниқлик классининг хатоликнинг энг киймати бўлган энг катта имконий хатолик билан аниқланганлиги учун берилган асбоб билан конкрет ўлчашдаги хатолик ундан анча бўлиши ҳам мумкин. Гап шундаки, асбобни тайёрланган завод асбобнинг ҳар бир нусхасини даражаламайди, балки асбобнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталикнинг амалдаги киймати билан устма-уст тушиб, аниқлик классининг олдиндан маълум бўлганда чегарадан чиқмаслигини текширади. Бундан ташқари, бундан устма-уст тушишлик асбоб ишлаш шароитининг кенг диапозонида (атрофдаги муҳит температураси, камлик, ташқи магнит майдон интенсивлиги ва ҳоказо) ўринли бўлиши керак.

#### **в) Ўлчов асбобларининг кўрсатишларига киритиладиган тузатишлар**

Илгари таъкидлаганимиздек, қандай катталик ўлчанмасин, ўлчов асбоблари ва ўлчов усулининг мукамал эмаслиги, асбоб параметрлари ва улчаш пайтида назорат қилиб бўлмайдиган тасодифий ўзгаришлар туфайли, ўлчанаётган катталикнинг асбоб кўрсатаётган қиймати ҳамма унинг ҳақиқий қийматидан фарқ қилади. Ўлчанаётган катталикнинг  $\chi_0$ -ҳақиқий қиймати билан асбобнинг  $X$  – кўрсатиши орасидаги айирма кўрсатишининг  $\delta$  хатолиги деб аталади.

$$\delta = \chi_0 - \chi \quad (4)$$

Агар ўзгармас катталик берилган асбоб билан бир неча марта ўлчанса, у ҳолда  $\delta$  - гамма ўлчашларда ўзгарган бўлиб, ўрта ҳисобда нолга тенг эмаслигини пайкаш мумкин.

Бу эса  $\delta$  иккита -  $\delta_c$  ва  $\delta_m$  ташкил этувчидан (компонентидан) иборат эканлигини кўрсатади. Бу ерда  $\delta_c$  систематик компонента бўлиб, у ҳар галги ўлчашда мавжуд ва ўзгармас ишорага эга бўлади,  $\delta_n$  - эса тасодифий компонента бўлиб, ишораси ҳам катталиги ҳам ўзгарувчан бўлади. Демак, агар  $\delta_c$  - систематик компонентани аниқлаб, уни ўлчанган  $X$ - кийматга кўшсак, у ҳолда ўлчашларнинг систематик хатосини чиқариб ташлаб, ишонч интервалини сезарларини торайтирган бўламиз.  $\delta_c$  - катталик асбоб кўрсатишига тушатиш деб аталади. Равшанки,  $\delta_m = 0$  бўлганда,

$$\delta = (\delta_c + \delta_m) = (\chi_0 - \chi) = \chi_0 - \chi$$

Ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати эталон асбобдан аниқланади.

## Даражалаш усули

Даражалаш берилган асбоб курсатишларини эталон сифатидан кабул килинган ва аниқлик класси юқорироқ бўлган бошқа асбоб кўрсатишлари билан солиштиришдан иборатдир. Эталон асбоб сифатида одатда потенциометр ишлатилади. Текширилаётган асбобда ўлчанаётган катталикнинг бирор қийматини ўрнатиб, потенциометрнинг кўрсатишлари ҳисобланади. Ундан кейин ток узилади ёки ихтиёрий ўзгартирилади. Токни яна улаб, асбобнинг оддинги кўрсатишлари ўрнатилади ва янгидан потенциометрнинг кўрсатишлари ҳисобланади.

Иш шу тарзда 5-марта такрорланади. Шундан сўнг, ўлчанаётган катталик қийматини бир оз орттириб, бу қиймат учун юқоридаги ўлчашлар такрорланади. Асбоб кўрсатгичи чегаравий қийматга етгандан кейин ўлчашлар асбобнинг илгари кўрсатган қийматлари учун қийматларнинг камайиши бўйича, сунгра яна қийматларнинг ўсиши бўйича такрор бажарилади.

Натижада экспериментал қийматлар учун куйидаги 1 – жадвални ҳосил қиламиз.

Ўлчанаётган катталикнинг асбоб кўрсатиши бўйича қиймати	Потенциометрнинг курсатишлари			Ўртача қиймат			
	1 серия	2 серия	3 серия				

Шу жадвалдан асбобнинг бўлим қиймати, аниқлик классификацияси ва унинг кўрсатишларига киритилган тузатишларни аниқлаймиз.

### А) Асбобнинг бўлим қийматини аниқлаш

Биз асбобнинг бўлим қийматини ҳақида гап юритар эканмиз  $\chi = f(n)$  боғланишни

$$\chi = c \cdot n \quad (5)$$

тўғри чизиқ билан (бирор тартибдаги аппроксимация) тасвирлаш мумкин деб, оддиндан фараз қиламиз. Бошқача айтганда, ҳақиқатда мураккаброқ бўлиши мумкин бўлган

$$\chi = f(n)$$

боғланишнинг чизиқий аппроксимациясини излаймиз. Бу аппроксимациянинг С-параметри ўртачалар усули ёки кичик квадратлар усули билан топилади. Биринчи ҳолда С куйидаги



$$C = \frac{\sum \chi_{lurt}}{\sum n_i} \quad (6)$$

муносабатдан, иккинчи холда эса

$$C = \frac{\sum \chi_{lurt} \cdot n_i}{\sum n_i^2} \quad (7)$$

муносабатдан аниқланади.

Албатта,  $C$ -нинг бу икки усул билан аниқланган кийматлари бир-биридан бироз фарк қилади ва шунингдек, уларга мувофиқ бўлган ишонч интерваллари ҳам фарқли бўлади.

$C$ - ни аниқланган сўнг,

$$x_i = c \cdot n_i \quad (5')$$

нинг кийматларини ҳисоблаб, бу кийматларни даражанаётган асбоб шкалларидаги уларга мувофиқ бўлган бўлимлар рўпараёмга ёзсак, у холда ўлчанаётган катталиқни бевосита унинг ўлчов бирликларида ҳисоблаш мумкин бўлади.

### ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ:

#### Миллиамперметрни даражалаш

Миллиамперметрни даражалашда 1-расмдаги электр схемадан фойдаланилади.

Бу схемада:

$mA$  – даражаланаётган миллиамперметр  $R_1$  – каршилик, бу электр занжирида кучланиш тақсимлагичи вазифасини бажаради:

$R_m$  – эталон каршилик;

$ПП$  – ўзгармас ток потенциометр

$K$  – калит;

$E$  – аккумулятор;

$R_b$  – балласт каршилик;

Миллиамперметр орқали оқадиган ток эталон каршиликдаги кучланиш тушишидан аниқланади. Эталон каршилик потенциометр билан ўлчанади. Равшанки,

$$I = \frac{V}{R_m} \quad (8)$$

1-жадвалга киритилган катталиқлар миллиамперметр ва патенциометр кўрсатишларидир. Кучланишни **???**га бўлиш керак эмас. Кучланишларни тоқларга айлантириш фақат ҳамма ҳисоблар тугатилгандан сўнг бажарилади.

#### Вольтметрни даражалаш

Вольтметрни даражалаш учун 2-расмда келтирилган электр схема йиғилади. Бу схемада:

$R_i$  – илгаригидек регулировкаловчи реостат;

$V$  – даражаланадиган вольтметр;

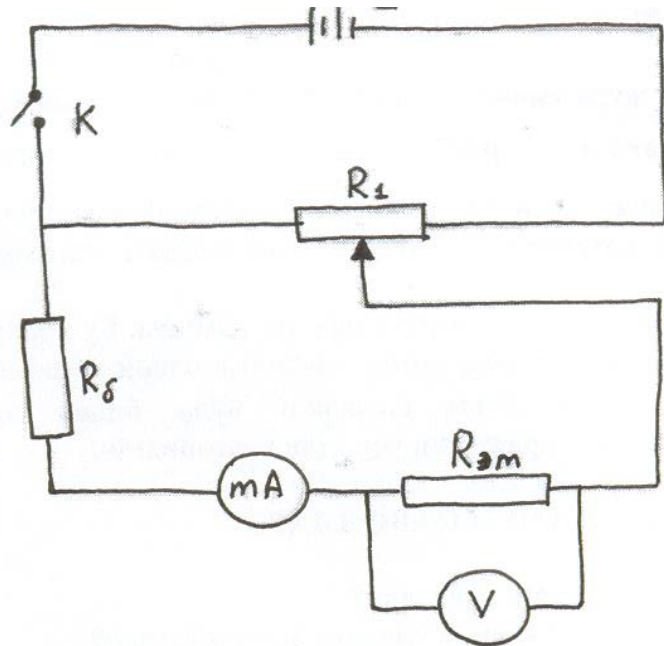
$AB$  – штепелли қаршиликлар магaзини;  
 $III$  – потенциометр;  
 $E$  – аккумулятор;  
 $K$  – калит;

Вольтметрдаги кучланиш, равшанки,  $AB$  қаршиликдаги кучланишга тенг. Бу кучланиш 2-қисмдаги кучланишни потенциометр билан ўлчаб ҳисобланилади. Кўришиб турибдики:

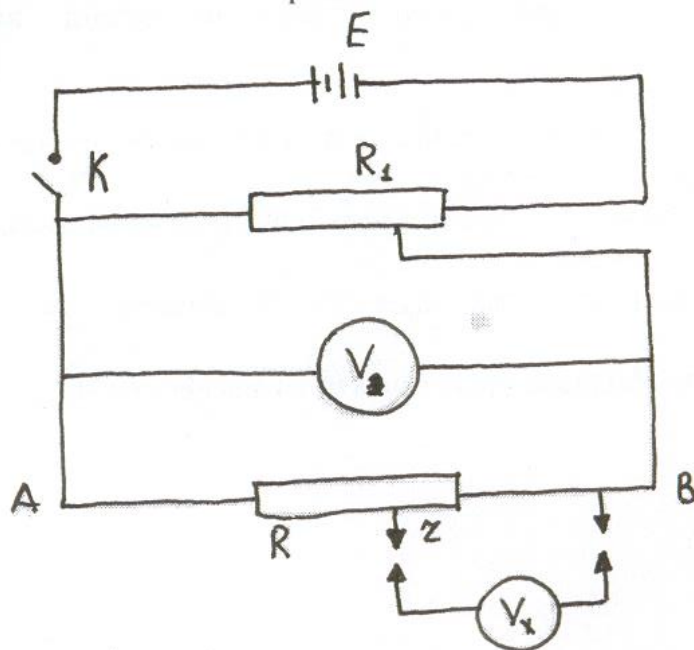
$$V = V_{AB} = \frac{R+2}{r} V_r$$

Бу ерда  $V_r - r$  қисмдаги кучланиш

Потенциометр билан фақат 1В гача бўлган кучланишларни ўлчаш мумкин бўлгани учун миллиамперметрни (амперметрни) даражалашда эталон қаршилик (аниқлик классификацияси юқори бўлган симли қаршилик)нинг катталиги шундай танланадики, бунда асбоб орқали номинал ток утганда эталон қаршиликдаги кучланиш 1Вга яқин бўлсин.



1-расм



2-расм

Агар қаршилик  $10^n$  Ом каби ифодаланса, жуда қулай бўлар эди. Чунки бунда асбоб орқали оқаетган токнинг ҳақиқий кийматини потенциометр кўрсатишининг  $10^n$  га кўпайтмаси кўринишида ифодалаш мумкин бўлади. Масалан, агар  $75\text{mA}$  га мўлжаланган миллиамперметр даражаланса, у холда эталон қаршилик катталигини 10 Омга тенг қилиб олиш қулайроқ.

Вольтметрни даражалашда ҳам  $r$  ва  $R+r$  ларни

$$\frac{R+r}{r} = 10^n \quad \text{қилиб олинса,}$$

қулай бўлади. Бунда

$$\frac{r}{R+r} V_{\text{ном}} = 1$$

тенгсизлик

бажарилиши керак. Бу ерда  $r$  ни жуда кичик қилиб олиб бўлмайди, чунки бу холда  $\frac{R+r}{r}$  нисбатнинг хатоси ортиб кетади, аммо катта (потенциометрдаги гальванометрнинг ички қаршилигига нисбатан) ҳам бўла олмайди, чунки бу холда  $V$ -ни потенциометр билан аниқлашдаги хатолик ортиб кетади (1-ишга қаранг).

$r$ -нинг мақсадга мувофиқ бўлган кийматлари 1 дан 100 Омгача. Бу холда тақсимлагичнинг  $(R+r)$  умумий қаршилигининг киймати олдин ёзилган муносабатларга кўра танланади. Тажрибани бажариш йўли билан ва натижаларни ёзиш намунаси шу ишнинг даражалаш усулиди келтирилган.

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Ўлчов асбобларини даражалаш деб нимага айтилади?
2. Амперметр ва вольтметр қандай катталикларни ўлчашга имкон беради?
3. Ихтиёрий электр ўлчов асбобнинг белгиларини тушунтиринг.

4. Амперметр ва вольтметрларни занжирга улаш схемасини чизинг ва тушунтиринг.

#### АДАБИЁТЛАР:

1. Физикадан практикум Электр ва оптика. Проф. В.И. Иверонова тахрири остида. Тошкент, 1979 йил 68-вазифа, 25-30 бетлар.
2. И.С. Андреев, К.А. Султанова «Физикадан практикум» Электр ва магнетизм, Тошкент – 1976 йил, 2 – лаб. иши., 11-19 бетлар.
3. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
4. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.
5. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлиmidан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

#### ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 4

**МАВЗУ:** Конденсаторларнинг сифимини ўлчаш ва конденсаторларнинг уланиш қоидаларини текшириш

**Ишнинг мақсади:** Конденсаторнинг ишлаш принципини ўрганиш ва конденсаторнинг сифимини аниқлаш методлари билан танишиш.

**Диққат:** Курилмада юқори кучланишдан фойдаланганлиги учун ишни бажаришда эҳтиёт бўлиш керак.

#### Иш тўғрисидаги тушунча

Яккаланган ўтказгичга берилган  $q$ -заряд унинг сиртида шундай тақсимланадики, ўтказгич ичидаги майдоннинг кучланганлиги ноль бўлиши керак.

Агар шу ўтказгичга яна шундай катталикли заряд берилса, бу заряд ҳам ўтказгичда шундай тақсимланади. Ҳар хил тақсимланади, яъни ўтказгичнинг ихтиёрий икки нуктасидаги зарядлар зичлигининг нисбати заряд миқдори қандай бўлишидан катъий назар бир хил бўлади. Шундай яккаланган ўтказгичнинг потенциали унда жойлашган зарядга пропорционал бўлади:

$$q = C\varphi \text{ ёки } \varphi = \frac{q}{C} \quad (1)$$

Потенциал ва заряд орасидаги пропорционаллик коэффициенти  $C$ - ўтказгичнинг электр сифими деб аталади (ёки соддагина сифим деб аталади).

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (2)$$

(2) формуладаги асосан сиғим ўтказгичининг потенциални биз бирликка ортиши учун берилган зарядга сон жиҳатдан тенг бўлади.

Сиғим бирлиги қилиб, ўтказгичга 1 Кл заряд берилганда протенциални 1,8 га ўзгартирадиган ўтказгичнинг сиғим қабул қилинади ва бу бирлик Фарадей (Ф) дейилади.

Ундан ташқари Гаусс системасида радиуси 1 см бўлган яккаланган шарнинг сиғими қабул қилинади, бу см деб аталади.

$$1\Phi = \frac{1\text{Кл}}{1\text{В}} = \frac{3 \cdot 10^9 \text{ СГСЭ сиғим бирлиги}}{1/300} = 9 \cdot 10^{11} \text{ см}$$

1Ф сиғимга радиуси  $9 \cdot 10^{11}$  см бўлган яккаланган шар эга бўлади. Бу жуда катта бирлик бўлганидан, практикада миллифарада, микрофарада, нанофарада, пикофарада қўлланилади. Амалиётда, атрофдаги жисмларнинг потенциални нисбатан унчалик катта бўлмаган холда ҳам етарли миқдорда заряд тўплайдиган қурилмалар талаб этилади. Бундай қурилмалар конденсаторлар дейилади. Конденсаторларни одатда бир-бирига яқин жойлашган иккита ўтказгичдан ясалади, бу ўтказгичлар конденсаторларнинг қопламаларини шундай формада ясаб, шундай жойлаштирадиган, зарядлар конденсаторнинг ичида тўпланади.

Формасига қараб, конденсаторлар, ясси, цилиндрик ва сферик конденсаторларга ажратилади. Сиғим, конденсаторининг асосий характеристикаси бўлиб, заряд миқдorigа туғри пропорционал, қопламалар орасидаги потенциаллар фарқига тесқари пропорционал бўлади.

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (3)$$

$\varphi_1 - \varphi_2$  - потенциаллар фарқи қопламалардаги икки нуқта орасидаги кучланиш дейилади.

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (3')$$

Ҳар хил конденсаторларнинг сиғими уларнинг геометриясига (формасига, ўлчамларига) боғлиқ бўлади. Бунинг учун қопламалар орасидаги майдонни ҳисоблаш формуласини билиш керак.

$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot d$ , бу ерда  $d$  - қопламалар орасидаги масофа.

Ясси конденсатор учун:

$$C = \frac{q}{Ed} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (4)$$

$S$  - қопламалар юзаси,  $d$  - қопламалар орасидаги кенглик миқдори цилиндрик конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon l}{\ln(R_1/R_2)} \quad (5)$$

$L$  - конденсаторнинг узунлиги,  $R_1$  ва  $R_2$  ички ва ташқи қопламаларнинг радиуслари.

Сферик конденсаторнинг сиғими:

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad (6)$$

бу ерда  $R_1$  ва  $R_2$  ташки ва ички қопламалар радиуслари. Бундан ташқиси ҳар бир конденсатор  $U_{\max}$  - чегаравий кучланиш билан характерланади. Бу кучланишдан ортгач конденсатор қопламалари орасидаги учкун ҳосил бўлади, натижада диэлектрик бузилади ва конденсатор ишдан чиқади.

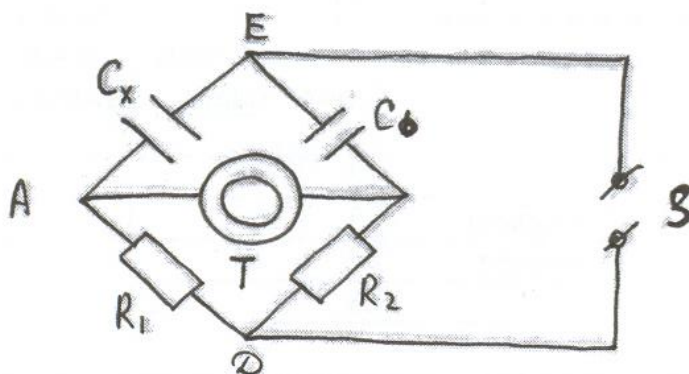
Агар занжирда бир неча сиқимлар кетма-кет ёки параллел уланса, умумий СИҒИМ

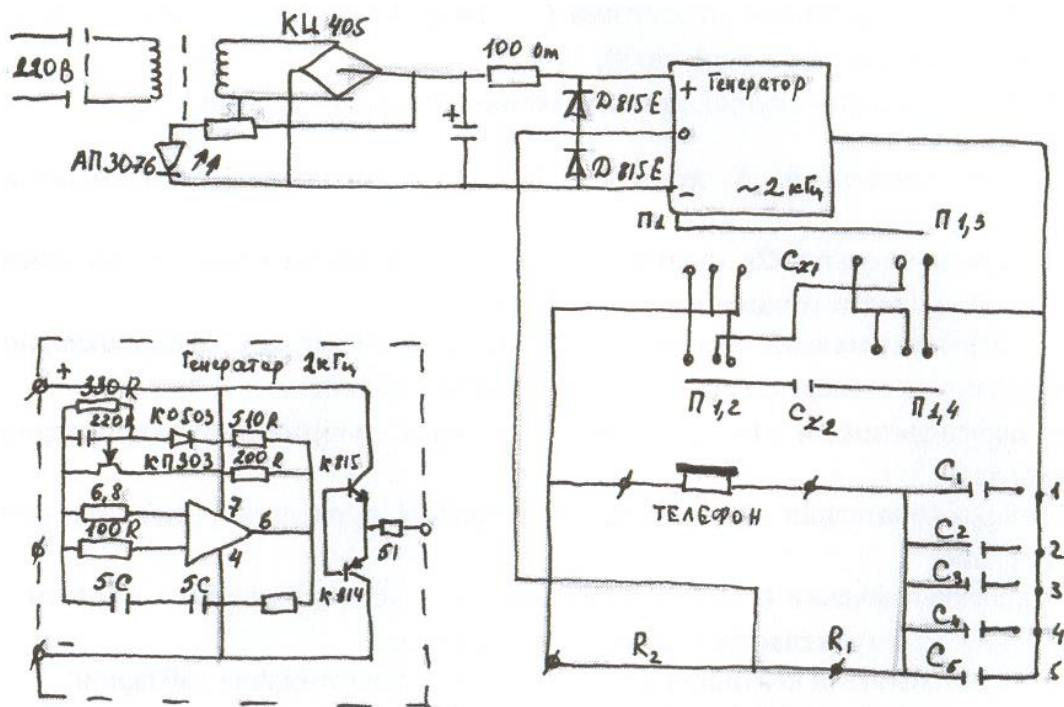
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \quad (7)$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots \quad (8)$$

### Қурилманинг тавсифи

Конденсаторнинг сиғими ўлчаш учун ва конденсаторларнинг уланиш коидаларини текшириш учун принципиал схемаси 2-расмда келтирилган қурилма йиғилган  $C_{x1}, C_{x2}$  сиғимлари ноъмалум конденсаторлар.  $C_{01} = 0,1904 \text{ мкФ}$ ,  $C_{02} = 0,2985 \text{ мкФ}$ ,  $C_{03} = 0,6161 \text{ мкФ}$ ,  $C_{04} = 1,011 \text{ мкФ}$ ,  $C_{05} = 1,43 \text{ мкФ}$





2-расм

### Ўлчаш ва ўлчаш натижаларини қайта ишлаш

1. Ишни бажаришда аввал қурилманинг тавсифи билан диққат билан танишинг.
2. «2»- тумблерни уланг.
3.  $C_x$  – переключательни 1 ҳолатига келтиринг.  $C_0$  . . . ни «2» ҳолатига келтиринг.

Переключательнинг ҳолати	Ўлчаш схемасига уланг	С- переключательнинг ҳолати	Ўлчаш схемасига уланиши
1	$C_{x1}$	1	
2	$C_{x2}$	2	
3	$C_x$ ва $C_{x2}$ кетма-кет	3	
4	$C_{x1}$ ва $C_{x2}$ паралел	4	
5		5	

4. Изупни реохорд бўйлаб силжитиб, динамикдаги товушнинг сўнишига эришиш ва осциллограф ёки милливольтметрда сигналнинг минимал қийматларига эришиш.

Реохорднинг елкаларнинг узунлигини  $l_1$  ва  $l_2$  ўлчанган ҳисобланган қийматларини жадвалга ёзиш ва (9),  $C_{01}$ ,  $l_1$  ва  $l_2$ -ларнинг қийматларини қўйиб, номаълум конденсаторнинг сифимини ҳисобланг.

5.  $C_0$  – переключательни 3 ҳолатга қўйиб, 4 пунктдаги топшириқларни қайтаринг.

6.  $C_x$  – перключательни «2» ҳолатига қўйиб,  $C_0$  - перключательни «3» ҳолатига қўйинг, 4 пунктдаги топшириқларни қайтаринг.
7.  $C_0$  – перключательни «4» ҳолатига қўйинг, 4 пунктдаги топшириқларни такрорланг.  $C_x$  – перключательни «3» ҳолатига қўйинг.
8.  $C_0$  – перключательни «1» ҳолатига қўйинг ва 4 пунктдаги топшириқларни такрорланг.
9.  $C_0$  – перключательни «2» ҳолатига келтириб, 4 пунктдаги топшириқларни такрорланг.
10.  $C_x$  – перключательни 4 ҳолатига келтириб,  $C_0$  - перключательни 4 ҳолатига келтиринг ва 4 пунктдаги топшириқларни такрорланг.
11.  $C_0$  – ни «5» ҳолатига келтиринг ва 4 пунктдаги топшириқларни қайтаринг.
12. Ҳамма олинган ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини жадвалга киритинг

	$C_0$			$C_x$	
Cx1					
Cx2					
Конденсаторларнинг кетма-кет улаш.					
Конденсаторларни параллел уланг.					

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ САВОЛЛАРИ:

1. Сиғим ва сиғим бирликлари.
2. Конденсаторлар нима учун керак?
3. Ясси, цилиндрик, сферик конденсаторларнинг сиғимини аниқлаш формуласини ёзинг.
4. Кетма – кет уланган ва переллел уланган конденсаторнинг сиғими нимага тенг?

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 31-32-33-34-35-36 параграф, 57-58 бетлар.
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 2 том , Тошкент. 1972 йил, 136-137-138 параграф 60-79 бетлар.
3. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 2 том , Тошкент. 1975 йил, 24-25-26-27-28-29-80 параграф 74-85 бетлар.
4. Физикадан практикум (В.И. Иверанова тахрири соғида) Тошкент, 1979 йил 84-вазифа, 100-105 бетлар.



5. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
6. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.
7. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

### **ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 5**

**МАВЗУ:** Ўзгармас ток кўприги ёрдамида ўтказгичларнинг қаршилигини аниқлаш

**Ишнинг мақсади:** Кирхгоф қоидалари ёрдамида тармоқланган мураккаб электр занжирларини ҳисоблашни ўрганиш, электр занжири тўғрисидаги тушунчаларни мустаҳкамлаш.

**Керакли асбоб ва материаллар:**

1. Қаршилиқлар магазини;
2. Гальванометр;
3. Реохорд
4. Қаршилиги аникланадиган ўтказгичлар;
5. Ток манбаи;
6. Калит;
7. Ўловчи симлар;

#### **Иш тўғрисида назарий тушунча:**

Кўпчилик практик ва техник масалаларни ҳал этишда ўзгармас электр токи мураккаб тармоқланган занжирнинг қисмларидаги тоқларнинг ва кучланишларнинг кийматларини аниқлашда шу қисмлардаги қаршилиқлар тоқлар ва электр юритувчи кучларни ўзаро боғланишларидан фойдаланишга тўғри келади. Ана шундай ҳисобларни Кирхгор қоидалари анча енгиллаштиради. Кирхгофнинг биринчи қоидаси занжирдан утаётган тоқнинг стационарлиги шартига асосланган. Бу шартга кўра, ўзгармас ток утаётган занжирнинг ҳеч бир нуқтасида электр зарядлари тўпланмаслиги керак. Электр занжирининг тармоқланиш нуқтаси тугун деб аталади.

Кирхгоф қоидасига кўра, тугун нуқтада учрашаётган тоқларнинг алгебралик йиғиндиси нолга тенг (1-қоида).

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0 \quad (1)$$

бу ерда  $k$  - тугун нуқтасига туташган ўтказгичлар сони:

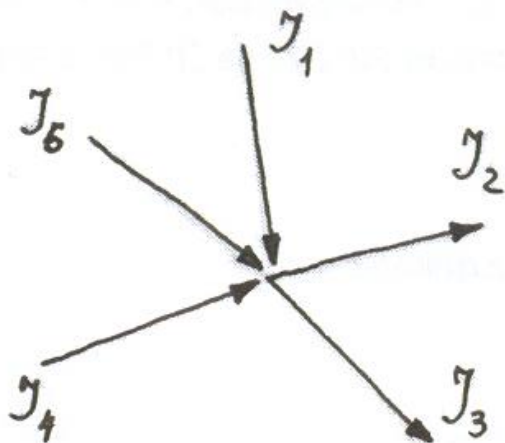
Одатда тугунча келаётган тоқларни мусбат ундан кетаётган тоқларни эса манфий ишора билан белгилар қабул қилинган, масалан 1-расмдаги А тугунда учрашаётган тоқли ўтказгичларга Кирхгофнинг 1- қондасини тадбиқ қилиб, юқоридаги шартга кўра (1) ифодани қўйидагича ёйиб ёзиб қўйиш мумкин:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

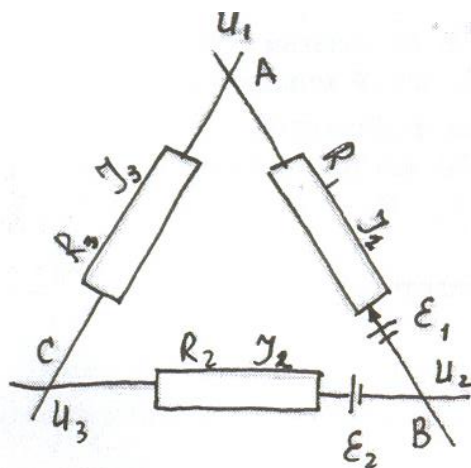
Кирхгофнинг иккинчи қондаси Ом қонунинг тармоқланган электр занжири учун умумлаштиради. Унинг таърифи қўйидагича: «Хар қандай ёпиқ контурдаги потециаллар тушувчиларининг алгебраик йиғиндиси, шу контурдаги ток манбалари электр юритувчи кучларнинг алгебраик йиғиндисига тенг, яъни,

$$\sum_{k=1}^n I_k \cdot R_k = \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \quad (3)$$

Шуни таъкидлаш зарурки, ёпиқ контурда йўналиши соат стрелкасининг ҳаракат йўналиши билан бир хил бўлган барча тоқларнинг ишорасини мусбат, тескари йўналишдаги тоқларнинг ишорасини эса манфий деб қабул қилинган.



1-расм.



2-расм.

Ишоралар қондасидан фойдаланиб, ушбу 2-расмдаги занжирнинг А,В. тармоғи учун Ом қонуни қўллаймиз, яъни

$$I = \frac{(U_1 - U_2) - \varepsilon}{R + r}$$

бу ерда  $(U_1 - U_2)$  - занжирнинг АВ қисмидаги потециаллар асосан 2-расмдан қўйидагиларни ёзишимиз мумкин

$$\begin{aligned} (U_1 - U_2) - \varepsilon_1 &= -I_1 R_1 - I_2 r_1 \\ (U_2 - U_3) + \varepsilon_2 &= I_2 R_2 + I_2 r_2 \\ (U_3 - U_1) &= I_3 R_3 \end{aligned} \quad (4)$$

(4) тенгламалар системасини ҳадма –ҳад қўшиб, қўйидаги тенгламани ҳосил қиламиз.

$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = I_2 R_2 + I_2 r + I_3 R_3 - I_1 R_1 - I_1 r_2 \quad (5)$$

(5) тенглама берилган контур учун Кирхгофнинг 2-қондасини ифодалайди.

Умуман, айтганда, Киргофнинг коидалари ўзгарувчан ток занжири учун ҳам тўғри бўлади, лекин ўзгарувчан ток квазистационар ток бўлиши керак.

Шунингдек ўзгарувчан токли бу коидалар қўлланганда Ом қаршиликдан ташқари, сиғим ва индуктив қаршиликларни ҳам ҳисобга олиш зарур.

### Қурилманинг тавсифи ва ҳисоблаш методикаси

Кирхгоф коидаларининг тадбиқларига мисол бўлиб, номаълум қаршиликнинг ўлчаш учун кенг қўлланиладиган ўзгармас ток куприкларидан бири - Унтотон кўприги ҳисобланади. Бу куприкнинг назарияси ёпиқ контурнинг ихтиёрий танланган икки елкаси оралигидаги потециаллар айирмаси нолга тенг бўлган ҳолга тўғри келишига асослангандир, Уитстон купригининг схемаси 3-расмда кўрсатилган.

$M$  - қаршиликдир магазинининг қаршилигини ўзгартириб ва  $AB$  – реохорд симидаги ҳаракатланувчи контакни силжитиб унинг шундай ҳолатига топиш мумкинки, бу ҳолатда  $CD$  кўприкда ток нолга тенг бўлади, яъни гальванометр стрелкаси оғмай қолади, яъни,  $U_c - U_d = 0$  шарт бажарилади. Шу ҳолат учун 3-расмдан фойдаланиб, Киргофнинг 2-қонунга асосан  $ACDA$  ва  $DCBD$  контурлар учун қуйидаги тенгламаларни ёзиш мумкин:

$$I_1 R_x - I_2 R_{AD} = U_c - U_d \quad I_1 R_M - I_2 R_{DB} = U_c - U_d$$

Лекин, шартга кўра  $U_c - U_d = 0$  натижада

$$I_1 R_x - I_2 R_D = 0 \quad \text{ва} \quad I_1 R_M - I_2 R_{DB} = 0$$

Бу тенгламалардан қўйидагини ҳосил қилиш қийин эмас.

$$R_x = \frac{R_{AD}}{R_{DB}} R_M \quad (6)$$

бу ерда,  $R_{AD} - AD = l_1$  узунликдаги ўтказгич симнинг қаршилиги;  $R_{DB} - DB = l_2$

$R_M$  - қаршиликлар магазинидан танланган қаршилик;

(6) формуладаги  $R_{AD}$  ва  $R_{DB}$  ларни қўйидагича ёзиб оламиз:

$$R_{AD} = \rho_1 \frac{l_1}{S_1} \quad R_{DB} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \quad (7)$$

Лекин,  $R_{AD}$  ва  $R_{DB}$  қаршиликлар кундаланг кесими бутун узунлигининг бир хил бўлган симнинг икки қисмини қаршилиги бўлганлиги сабабли  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$  ва

$$S_1 = S_2 = S$$

деб ёзиш мумкин, у ҳолда

$$R_{AD} = \rho \frac{l_1}{S}, R_{DB} = \rho \frac{l_2}{S} \quad (8)$$

натижада (6) формула қўйидаги қурилишни олади.

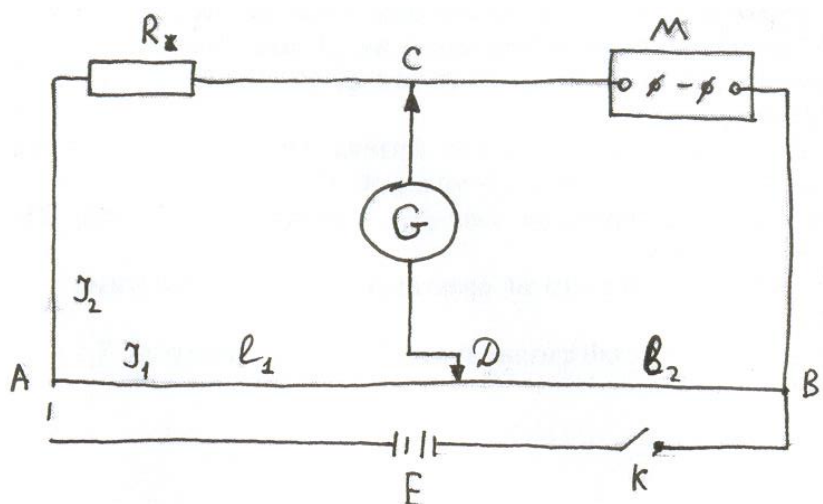
$$R_x = \frac{l_1}{l_2} R_M \quad (9)$$

Агар  $R \frac{l_1}{l_2} = n$  деб белгиласак,

$$R_x = n \cdot R_M \quad (10) \text{ бўлади.}$$

### Ишнинг бажаралиш тартиби

1. Ишнинг электр схемаси (3-расм) ўрганилади ва йиғилади.
2. Қаришилиқлар магазинидан ихтиёрий (1,10,100,ёки 1000 Ом) қаршилиқ танланади.
3. Қаршилиғи аниқланадиган ўтказғич занжирига қўшилади.
4. Реохорд сурилғичи Д унинг ўртасига келтириб қўйилади.
5. К-калит улангандан сўнг стрелканинг оғиши кузатилади. Агарда кўприкда кнопка бўлса, К-калит улангандан сўнг кнопка босилади.
6. Реохорд сурилғичини у ёки бу томонга суриб, гальванометр стрелкаси нолга келтирилади.



3-расм

7. Д. Сурилғич реохорднинг қайси ерида турган бўлса, ўша ердаги  $n = \frac{l_1}{l_2}$  нисбатни кўрсатиб турувчи рақам ёзиб олинади. ( $l_1$  ва  $l_2$  узунлиқлар чизғич ёрдамида ўлчанади).
8. Олинган ва ўлчанган қийматлар ёрдамида ўтказғичнинг қаршилиғи (9) ёки (10) формула орқали ҳисобланади.
9.  $R_M$  нинг қиймати ўзгартирилиб, тажриба камида икки марта такрорланади.
10. Юқорида қайд этилган усулларга асосан бошқа ўтказғичларнинг ҳам қаршилиғи аниқланади.
11. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари 1-жадвалга ёзилади.

## ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Киргоф коидалари қандай таърифланади?
2. Каршиликни кетма-кет ва параллел уланганда умумий каршилик нимага тенг бўлади? Улаш системасини чизинг.
3. Номаълум каршиликни аниқлашнинг қандай усуллари биласиз?
4. Батарейлар кетма-кет ва параллел уланганда ток ва кучланиш мос равишда қандай ўзгаради? Улаш схемасини чизинг.
5. Манбанинг фойдали иш коэффициентини қандай аниқланади?
6. Уитстон кўпригининг ишлаш принципини тушунтиринг.
7. Электр эритувчи куч деб нимага айтилади?

## АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 58-59-60 параграф, 112-116 бетлар. 67 параграф-125-128 бетлар, 70-параграф 133-139 бетлар.
2. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 11 том , Тошкент. 1975 йил, 32-33 параграф 92-96 бетлар, 36 парграф, 99-103 бетлар.
3. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том , Тошкент. 1972 йил, 154 параграф 130-135 бетлар, 159 параграф, 149-151 бетлар, 166-167 параграф, 177 –189 бетлар.
4. К.Г.Парпиев, Д Маматисоқов «Умумий физика курсидан лаборатория ишлари» Андижон, 1987 йил, 3- лаб. иши , 3- машқ, 40-42 бетлар.
5. А.Тожиев «Физикадан лаборатория ишлари» Тошкент, 19889 йил, 31-лаборатория иши, 63-65 бетлар.
6. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
8. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.
9. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлиmidан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 6

**МАВЗУ:** Ўтказгичлар қаршилигини температурага боғлиқлигини ўрганиш

**Ишнинг мақсади:** Металлар ва рим ўтказгичлар қаршилигининг температурага боғланиш қонуниятларини ўрганиш.

### **Керакли асбоб ва материаллар:**

1. Ўзгармас ток кўприги МО-62
2. Электр плитка;
3. Қаршилиги ўлчаланадиган металл ва ярим ўтказгич қаршилиқлар;
4. Термометр;
5. Ёғли махсус идиш;
6. Улагич симлар;

### **Иш тўғрисида назарий тушунча:**

Биринчи жинс ўтказгич ҳисобланган металл кристалл панжаралардан тузилган бўлиб, бу панжараларнинг тугунларида ионлар жойлашган бўлади. Тугунлар оралиғида эса эркин электронлар ҳаракат қилади. Ўтказгичнинг составига электронлардан ташқари яна зарядланган заррачалар ва боғланган зарядлар қиради. Металлардаги эркин электронлар ҳамма йўналишлар бўйича бир хил тартибсиз ҳаракат қилади. Ташқи майдон қўйилганда электронлар бу майдон таъсирида тартибли ҳаракат қила бошлайди. Уларнинг ҳаракат йўналиши қўйилган ташқи майдон йўналишига қарама-қарши бўлади. Вакуумда эркин электронлар электр майдони таъсирида тезланиш ҳаракат қилган бўлар эди, металл ичида эса ўртача ҳаракат қилади, чунки кристалл панжаралари тугунларида тебранма ҳаракатда бўлган ионлар билан ўзаро таъсир натижасида тартибли ҳаракат энергиясининг бир қисмини уларга беради.

Шундай қилиб, ўтказгич ичидаги ионлар эркин зарядларнинг тартибли ҳаракатига тўсқинлик қилади. Ўтказгичнинг бу ҳоссадини характерловчи катталиқ унинг электр қаршилиги деб аталади.

Майдон таъсирида тартибли ҳаракатланаётган эркин электронлар ўтказгич ичида қанча кўп кристалл панжарадаги ионлар таъсирида дуч келса, унинг ҳаракатига қаршилиқ шунча катта бўлади. Бинобарин, ўтказгич қанча узун бўлса, тўқнашишлар шунча кўп бўлади. Бошқача айтганда, берилган ўтказгич узунлиги  $l$ -га тўғри пропорционал бўлиши келиб чиқади. Ҳақиқатдан ҳам бу тўқнашишлар албатта механик тўқнашишлар эмас, балки эркин ва боғланган зарядлар майдонларининг ўзаро таъсирлашидир.

Ўзаро таъсирлашиш натижасида ўтказгичнинг кристалл панжараси қисман бузилади. Ҳозирги замон назариялари худди шу кристалл структурасининг

«бузилиши» зарядларнинг тартибли ҳаракат энергиясини сочилишига олиб келади деб тасдиқлайди.

Ўтказгичнинг кундаланг кесим юзи ортиши билан бу «бузилиш» чегараси камаяди. Шунинг учун ўтказгичнинг каршилиги унинг қўндаланг кесим юзига тескари пропорционал бўлиши керак. У ҳолда

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

бу ерда,  $\rho$  - пропорционаллик коэффиценти бўлиб, ўтказгичнинг солиштирма каршилиги деб юритилади. У ўтказгич материалининг хоссасига боғлиқ. Агарда  $l=1$  ва  $S=1$  бўлса,  $R$ -сон жиҳатдан  $\rho$  га тенг бўлади. Солиштирма каршиликка тескари бўлган катталик солиштирма электр ўтказувчанлик дейилади, яъни,

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Металларнинг электрон назариясига асосан

$$\sigma = \frac{n \cdot e^2 \cdot l}{2m \cdot v} \quad (2)$$

бу ерда,  $n$  - эркин электронларнинг бирлик ҳажмдаги концентрацияси.

$l, m$  - мос равишда электроннинг заряди ва массаси.

$v$  - электронларнинг бетартиб (хаотик) ҳаракатининг ўртача тезлиги.

Электрон назарияга асосан битта электронга (битта атомга) тўғри келган энергия

$$E = \frac{3}{2} kT \quad (3) \text{ га тенг.}$$

бу ерда  $k$  - Больцман доимийси,  $T$  - ўтказгич температураси.

Металларнинг электр ўтказувчанлиги фақат электронлар ёрдамидагина амалга оширилади деб ҳисобланиб газлар кинетик назариясига асосан иссиқлик ўтказувчанлик

$$\chi = \frac{1}{3} \cdot l \cdot v \cdot n \cdot C_e \quad (4) \text{ га}$$

тенг эканлиги аниқланган.

Бу ерда  $l$  - электронларнинг ўртача эркин чопиш йўли.

$C_e$  - битта электронга тўғри келган иссиқлик сиғими.

(2),(3) ва (4) формулалардан ва  $C_e = \frac{3}{2} k$

эканлиги ҳисобга олиб,

$$\frac{\chi}{\sigma} = 3 \left(\frac{k}{l}\right)^2 T \quad (5) \text{ ни}$$

ҳосил қиламиз, яъни иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентининг солиштирма электр ўтказувчанлигига нисбати ҳамма металлар учун бир ҳилда бўлиб абсолют

температурага тўғри пропорционалдир. Бу ифода Видеман-Франц қонуни деб аталади.

(5) ифодан  $\rho = \frac{3}{\sigma}$  эканлигини ҳисобга олиб солиштирма қаршилик учун кўйидаги ифодани топамиз.

$$\rho = \frac{3}{\chi} \left(\frac{k}{l}\right)^2 T \quad (6)$$

(6) формуладан кўринадикки, ўтказгич заррачалари билан эркин зарядларнинг ўзаро таъсири солиштирма қаршилик ўтказгичнинг температурасига боғлиқ экан. Амалда бу боғланишни характерлаш учун қаршиликнинг температура коэффициентини деб аталувчи физик катталиқ киритилади. Бу катталиқ температура бу бирликка ўзгарганда солиштирма қаршилик нисбий ўзгаришни кўрсатувчи катталиқдир. Уни  $\alpha$  - билан белгилаймиз. Агар  $t = 0^\circ \text{C}$  температурасидаги солиштирма қаршиликнинг  $\rho$  - билан, ихтиёрий температурадаги солиштирма қаршиликни  $\rho$  - билан белгиласак, ўтказгичнинг температурасини  $0$  гр. С дан  $t$  - гача орттирганимизда унинг солиштирма қаршилигининг ўзгариши  $\rho - \rho_0$  тенг бўлади, у ҳолда қаршиликнинг температура коэффициенти

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 t} \quad (7)$$

бу ерда,

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (8)$$

Шундай қилиб, солиштирма қаршилик қаршиликнинг температура коэффициенти ўзгармаганда температура билан чизиқни боғланган (8) формуладан фойдаланиб, **???учун** (1)ни ҳисобга олган ҳолда қаршиликни температурага боғлиқлигини кўйидагича ифодалаш мумкин:

$$R_0 - \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \frac{l}{S} = R_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (9)$$

бу ерда  $R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}$  ўтказгичнинг  $T=0$  даги қаршилиги (9)га асосан металлнинг иккита  $t_1$  ва  $t_2$  температуралардаги қаршилигига учун кўйидагиларни ёзиш мумкин:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha \cdot t_1) \quad (10)$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha \cdot t_2) \quad (11)$$

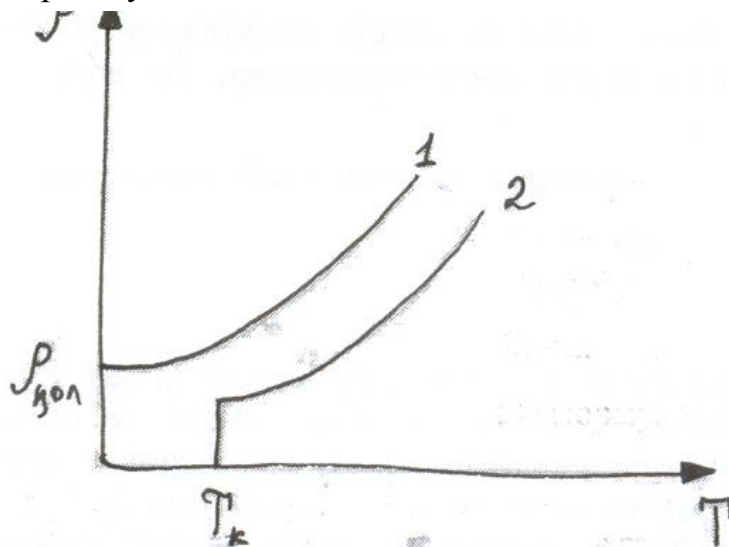
Булардан фойдаланиб қаршиликнинг термик коэффициентини аниқловчи кўйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} \quad (12)$$

бу ерда  $t_1$  ва  $t_2$  металлнинг  $0$  С дан бошлаб ҳисобланган биринчи ва иккинчи температураси (12)дан кўринадикки, металлнинг  $t_1$  ва  $t_2$  температурадаги



$R_1$  ва  $R_2$  қаршиликларни тажрибада ўлчаш йўли билан уни топиш мумкин. Кўп ҳолларда  $R$  ни  $T$ га боғлиқлигининг графиги эгри чизик кўринишида бўлади. (1-расм), Температуралар интервали катта бўлганда бу эгрилик анча сезиларли бўлади.



1-расм

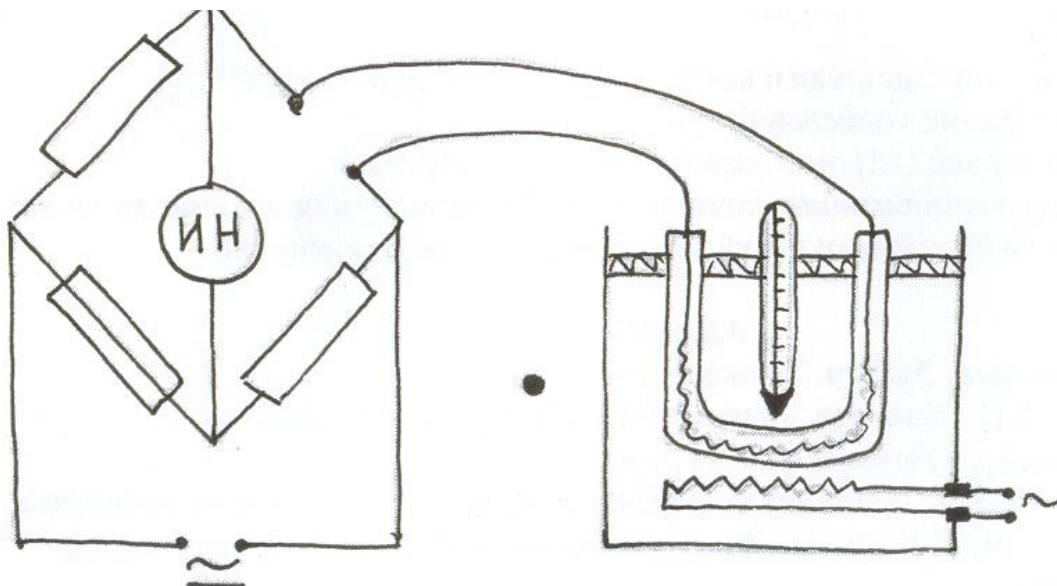
Паст температураларда эса бу қонуниятлардан четга чиқиш кузатилади. Баъзи металл ва қотишмаларнинг қаршиликлари билан неча Кельвинга тенг бўлган температураларда сакраб ўзгариб амалда нольга тенг бўлиб қолади. Бу ҳодисани биринчи бўлиб голланд физиги Камерлинг Оннес томонидан аниқланган бўлиб, ўта ўтказувчанлик деб аталади. Қаршиликнинг температурага боғланишидан амалга кенг фойдаланилади.

### Ишнинг бажарилиш тартиби:

1. 2-расмда келтирилган электр схема ўрганилади ва йиғилади.
2. МО-62 типидagi ўзгармас токкўприга электр тармоғига уланади.
3. МО-62 нинг ўлчаш чагарасини ўзгартирувчи переключатели мос ҳолатга кўйилади.
4. Тажриба боғланиш олдидан уй температураси термометрдан ёзиб олинади.
5. Уй температурасида қаршилик ўлчанади, бунинг учун асбобнинг **окд** панелида жойлашган кнопка босилади ( «груос» сўнг «точно» кнопкалари босилади).

Агар асбоб стрелкаси ўнг томонга оғишса кўприқ қаршилиги катта томонига силжитилади ва унинг гальванометр стрелкасининг ноль ҳолатига мос келган катталиги топилади.

6. Хона ҳароратидаги ёғли идиш плиткага қўйилиб, унга қаршилиги  $R_1$  - ўлчаниши керак бўлган металл ўтказгич ҳамда термометр туширилади.



2-расм

7. Температура термометрдан ёзилади ва ўтказгичнинг температурадаги қаршилиги Б - пунктдаги усул билан ўлчанади.
8. Плитка электр тармоғига уланади, ёғнинг температурасида ҳар 10С га ортганда ўтказгичнинг қаршилиги ўлчаб ортирилади.
9. Плитка тармоқдан узилиб, ёғнинг совиш процессида ҳам ҳар 10С совишга мос келувчи қаршиликлари аниқланади, тажриба ёғнинг температураси хона температурасидан 10-15 юқори бўлганча давом ортирилади.
10. Температура ортиб борганда қаршилиқни ҳар бир ўзгаришига мос келувчи  $\alpha$  -нинг қийматлари (12) формула орқали ёғнинг совишида эса

$$\alpha^1 = \frac{R_1^1 - R_2^1}{R_2 t_1 - R_1 t_2}$$

формула орқали ҳисобланади;

Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари жадвалга ёзилади.

№									
1									
2									
3									
4									
5									

12. Абцисса ўқига  $t$  температуранинг ва ордината ўқига қаршилиқнинг қийматлари қўйилиб, қаршилиқ билан температура боғланиш графиги миллиметрли қоғозга чизилади.
13.  $t$  ни билган холда (9) формулага асосан ҳисоблаш натижаларини тажриба билан солиштиринг.

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Металлар қаршилигининг температурага боғлиқлигини тушунтириб беринг.
2. Қаршилиқнинг температура коэффициентини физик маъносини тушунтиринг?
3. Ўтказгичларнинг қаршилиги ва солиштирама қаршилиги нима?
4. Ўта ўтказувчанлик ҳодисасини тушунтиринг.
5. (10) ва (11)лардан (12)нинг келиб чиқишини исботланг.
6. Ўтказгичлар қаршилигининг температурага боғлиқлигининг амалда ҳисобга олинишига ва бу ҳодисанинг қўлланишига мисоллар келтиринг.

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил.
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том.
3. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 11 том.
4. И.С. Андреев, К.А. Султанова «Физикадан практикум» Электр ва магнетизм.
5. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
6. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: «Ўқитувчи», 1996.
7. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 7

**МАВЗУ:** Электр токининг таъсирларини ўрганиш

**Ишнинг мақсади:** Электр токи бажараётган иш ва ўтказгичдан ажралиб чиқаётган иссиқлик орасидаги муносабатни текшириш ҳамда шу муносабатлар ёрдамида электр иссиқгич асбобларининг фойдали иш коэффициентини аниқлаш.

**Керакли асбоб ва материаллар:**

1. Электр калориметр.
2. Амперметр
3. Вольтметр
4. Термометр;
5. Тарози ва тошлар
6. Секундомер
7. Ток манбаи
8. Калит
9. Улагич симлар

### Иш тўғрисида назарий тушунча:

Ток манбаи, улагич симлар, ўлчов асбоблари, калит ва актив қаршилиқдан иборат ёпиқ электр занжирининг ҳар бир элементида энергия бир турдан иккинчи турга узлуксиз айланиб туради. Масалан: занжирдаги истеъмолчидан ток ўтаётганда унинг қизиши натижасида атрофга иссиқлик ажралиб чиқади. Демак, бу ерда электр энергияси иссиқлик энергиясига айланади.

Ўтказгичдан ток ўтганда у нима сабабдан қизийди? маълумки, металлларда ток тошувчи зарядланган заррачалар – эркин электронлардир. Стационар электр майдонида металл ичидаги эркин электронлар ўзларининг тезланишлик ҳаракати давомида металлнинг кристалл панжаралари тугунларида доимо тебранма ҳаракат қилиб турувчи ионлар билан тўқнашади ва бир қисм энергиясини уларга беради. Бошқача қилиб айтганда, стационар электр майдоннинг энергияси ўтказгичнинг кристалл панжарасига берилади.

Ўтказгичдаги зарядланган зарралар стационар электр майдонининг кучлари таъсирида тартибли ҳаракат қилаётган бўлса, майдон бу зарядларни кўчиришда

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU \quad (1)$$

иш бажаради. Бу ерда,  $U$  - занжирнинг қаралаётган қисмидаги кучланиш;  
 $q$  - заряд; Агарда  $\tau$  вақт ичида ўтказгичнинг кундаланг кесими юзасида  $q = I\tau$  электр миқдори ўтади, дейилса, у ҳолда

$$A = IU\tau \quad (2)$$

ёки ток кучи кучланиш ва қаршилиқнинг ўзаро боғланишдаги

$$A = I^2 R \tau \quad (3)$$

ёки

$$A = \frac{U^2}{R} \tau \quad (4)$$

тенгликларни оламиз.

Демак, ўтказгичдан ўтаётган токнинг бажарган иши (2) формуладан, ток кучининг, кучланишнинг ва шу иш бажаралиши учун кетган вақтнинг кўпайтмасига тенг.

Агар кучланиш вольтларда, ток кучи амперларда. Вақт секундларда ўлчанса, бу иш жойларда ўлчанади.

Ўтказгичнинг стационар ҳолатида ток манбаида занжирнинг биз кўраётган қисмига келтираётган энергия миқдори, юқорида айтганимиздек, ўтказгичнинг ички энергиясига айланади. Ички энергия ўзаришининг ўлчови бўлиб иссиқлик миқдори ҳисобланганлиги сабабли, ўлчов бирликлари СИ да олинса  $A = Q$  деб ёзиш мумкин. Агарда бу тенгликни СИ да эмас, балки иш ҳам иссиқлик ҳам турли системаларда ёзилса, бирор эквивалентдан фойдаланишга тўғри келади, яъни,

$$k = \frac{Q}{A} \cdot \frac{\text{кал}}{\text{ж}} \quad (5)$$

бу ерда  $k$  - электр токи ишининг термик коэффициентини деб аталади. (3) ва (5) ифодалардан

$$Q = kA = kI^2 R \tau \quad (6)$$

Бу ифода тажриба ёрдамида Жоуль ва Ленц томонидан аниқланган бўлиб, Жоуль-Ленц қонуни деб аталади. У қуйидагича таърифланади. Ўтказгичдан ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори ток кучининг квадратига, ўтказгичнинг қаршилига ва токнинг ўтиб турли вақтига тўғри пропорционал.

(3) ва (5) ифодалардан фойдаланиб, электр токи ишининг термик коэффициентини қўйидагича аниқлаш мумкин

$$k = \frac{Q}{I^2 R \tau} \quad (7)$$

Тажрибада  $k$  - ни аниқлаш учун  $B$  - ток манбаи,  $V$  - вольтметр,  $I$  - амперметр,  $R$  - реостат,  $K$  - калит ва  $\mathcal{E}$  - электр калориметр иборат электр занжиридан фойдаланилади. (1-расм)

$C$  - спиралда ўтганда ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори калориметр ички идишининг ва унга қўйилган суюқликнинг температурасини орттишига сарф бўлади, яъни,

$$Q = Q_k + Q_r \quad (8)$$

бу ерда

$$Q_k = m_k c_k (t_2 - t_1) \quad (9)$$

$$Q_c = m_c c_c (t_2 - t_1)$$

(9) формуладан  $Q_k, Q_r$  ларнинг қийматларини (8) ифодага қўйиб,

$$Q = (m_k c_k + m_c c_c)(t_2 - t_1) \quad (10)$$

ҳосил қиламиз.

Иссиқлик миқдорининг бу кийматини (7) формулага кўйиб,  $k$  учун кўйидаги ифодани ҳосил қиламиз.

$$k = \frac{(m_k c_k + m_c c_c)(t_2 - t_1)}{IU\tau} \quad (11)$$

Жоуль-Ленц қонуни ёрдамида иситгич асбобларининг (электр плитка, электр чойнак ва) фойдали иш коэффициентларини ҳам аниқлаш мумкин. Иситгич асбобнинг Ф.И.К. фойдали ишнинг умумий сарф бўлган ишга нисбатан билан аниқланади, яъни,

$$\eta = \frac{A_\phi}{A} \quad (12)$$

$$A_\phi = Q = m_c c_c (t_2 - t_1) \quad (13)$$

бу ерда,  $A_\phi$  - электр плитка ёки электр чойнак ёрдамида иситилаётган сувнинг олган иссиқлик миқдори Жоуллардан ҳисобланади.

$A = IU\tau$  - умумий сарф қилинган электр энергияси, Жоуллардан ҳисобланади. (13), (14) ифодалардан фойдаланиб, (12) кўйидагича ёзамиз

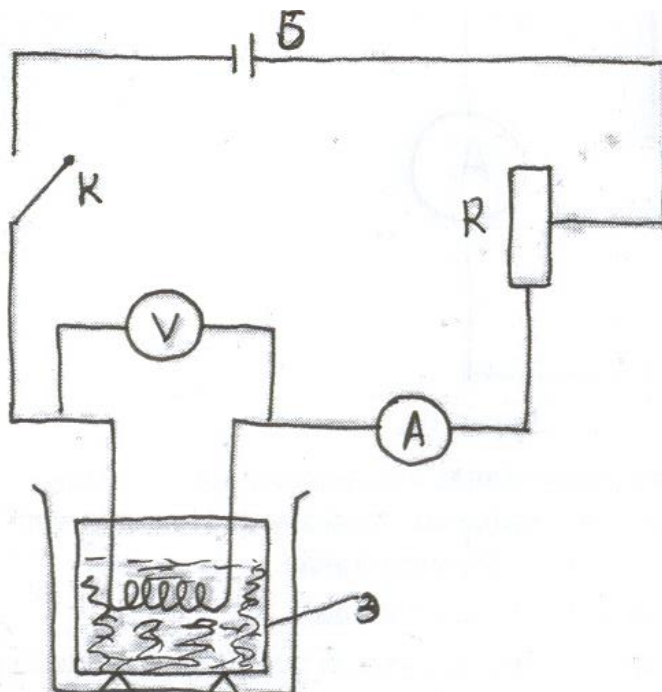
$$\eta = \frac{m_c c_c (t_2 - t_1)}{IU\tau} \quad (15)$$

### 1-МАШҚ

**Керакли асбоб ва материаллари:** вольтметр, амперметр, электр калориметр, термометр, тарози ва тошлар, реостат, секундомер, ток манбаи, калит, улагич симлар.

#### Ишни бажариш тартиби

- 1- расмда келтирилган электр схема ўрганилади ва йиғилади.
- Калориметр ички идишининг массаси тарозида тортиб олинади.
- Калориметрга сув кўйилиб, тарозида тортилади ва сувнинг массаси  $m_c = m - m_k$  топилади ( $m$  - калориметр ва сувнинг бирликдаги массаси).
- Сувнинг дастлабки температураси  $t_1$  термометр ёрдамида ўлчанади.



1-расм

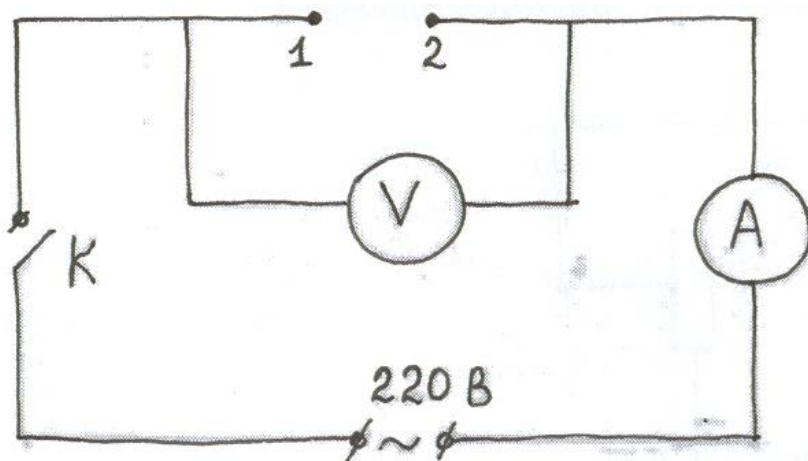
5. Калориметрга спираль сим туширилиб, калит занжирга уланади, шу вақтдан бошлаб токнинг ўтиш вақти секундомер ёрдамида ўлчаш бошланади.
6. Ток кучи  $I$  ни амперметрда, кучланиш  $U$  ни вольтметрдан вақт эса секундомердан олинади ва жадвалга ёзилади. (ток кучи  $0,5A$  олинса,  $\tau = 1,500_c$  ток  $IA$  а олинганда эса  $\tau = 900_c$  олиниси мумкин ).
7. Калит занжирдан узилиб, секундомердан вақт белгилаб олингач тезлик билан сувнинг кейинги температураси  $t_2$  ўлчанади.
8. Олинган маълумотлардан фойдаланиб, (2) формула ёрдамида  $K$  нинг қиймати ҳисобланади.
9. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари 1- жадвалга ёзилади.

**2-МАШҚ.** Электр иситгич асбобларнинг фойдали иш коэффициентини аниқлаш

**Керакли асбоб ва материаллари:** вольтметр, амперметр, электр плитка, термометр, ток манбаи, секундомер тарози ва тошлар, улагич симлар, калит.

### Ишнинг бажарилиш тартиби

1. 2-расмда келтирилган электр схема ўрганилади.
2. Сув қўйиладиган идишнинг массаси  $m_1$  - топилади.
3. Идишга сув қўйилади ва унинг сув билан биргаликдаги массаси  $m_2$  топилади, сўнгра сувнинг массаси  $m_c = m_2 - m_1$  топилади.
4. Сувли идиш плитканинг устига қўйилади ва ундаги сувнинг бошланғич температураси  $t_1$  аниқланади.
5. Электр плитканинг вилкаси 1 ва 2 каллақларга уланади.



2-расм

6. К калит занжирга қўшилади ва шу вақтнинг ўзида секундомер юргизилади.
7. Калит узилмаган ҳолда суюқликка туширилган термометрнинг кўрсатиши  $t_2 = 60^{\circ}C$  бўлиши билан  $t_1, t_3 = 80^{\circ}C$  бўлиши билан  $t_2$  ва қайнашунча кетган вақт  $t_3$  секундомердан ёзиб олинади.
8. Занжирдан ўтаётган ток кучи амперметрдан, кучланиш эса вольтметрдан ёзиб олинади.
9. Олинган натижалардан фойдаланиб, (15) формула бўйича электр плитканинг Ф.И.К. топилади.
10. Ўлчаш ва натижалари 2-жадвалга ёзилади.

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Электр токининг бажарган иши қандай ҳисобланади?
2. Жоуль-Ленц қонуни таърифланг.
3. Электр токи ишининг термик коэффиценти –андай топилади?
4. Модданинг солиштирма иссиқлик сиғими деб нимага айталади?
5. Иситгичнинг Ф.И.К. қандай аниқланади?
6. Иш тўғрисида тушунча беринг.

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 65 параграф, 123-124 бетлар,
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент. 1972 йил, 157 параграф 141-145 бетлар, 161 параграф, 155-161 бетлар, 165 параграф, 174-177 бетлар.
3. И.В. Савельев. «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент. 1975 йил, 34 параграф 96-98 бетлар,
4. К.А.Путилов Физика курси, 2- қисм. Тошкент, 1971 йил 28 параграф, 121-127 бетлар.
5. К.Г.Парпиев, Д.Маматисоқов «Умумий физика курсидан лаборатория ишлари» Андижон, 1987 йил, 4- лаб. иши, 50-56 бетлар.
6. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
7. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: «Ўқитувчи», 1996.



8. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлиmidан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 8

**МАВЗУ:** Ярим ўтказгичли диоднинг вольтампер характеристикасини текшириш

**Ишнинг мақсади:** Ярим ўтказгичлиги материалларнинг электр хоссалари ва табиатини ўрганиш

### Иш тўғрисида назарий тушунча:

Қаттиқ жисмлар ўзларининг электр хоссаларга кўра металллар, ярим ўтказгичлар ва диэлектриклар бўлинади.

Металлларнинг ўтказувчанлигини яхшилиги ва солиштирма каршилигининг юқорилиги туфайлидир. Металллар ва диэлектриклар орасида хоссалари орқали юқоридаги моддаларга мас кийматлар оралигидаги ётувчи моддалар – ярим ўтказгичлар жойлашган улар учун  $\rho = 10^{-5} \div 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  ярим ўтказгичларга бор (В), углерод (С), кремний (Si), фосфор (P), олгингургут (S), германий (Ge), мишьяк (As), селен (Se), олово (Sh), сурьма (Sb), теллур (Te), йод (I)лар қиради.

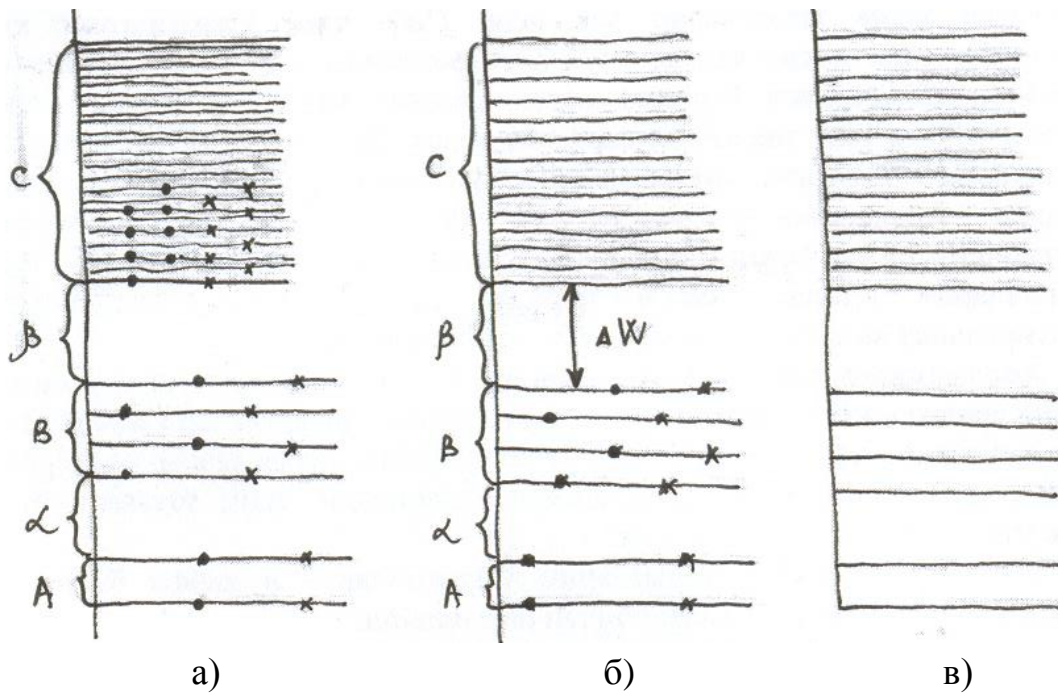
Баъзи органик моддаларва кўпчиллик мураккаб кимёвий бирикмалар ҳам ярим ўтказгичларга ҳос хоссага эгадир. Ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги куйидагиларига боғлиқ:

- а) температурага;
- б) етарлича кучли электр майдоннинг таъсирига ;
- в) ярим ўтказгичнинг ёруғлик билан ёритилишига (фотоўтказувчанлик).

Моддаларнинг электр хусусиятларининг фарқи атомларда электронларнинг тақсимланишига боғлиқ. Атомларда электронлар электрон қобиклари деб аталувчи қабтиний маълум орбиталар бўйлаб ҳаракатланади. Ҳар бир электрон маълум энергия запасига эгадир, битта қобикдаги электронларнинг энергиялари бир-бирига яқин бўлиб, ҳар хил қобикларда ҳаракатланувчи электронларнинг энергиялари бир-биридан катта қийматларга фарқ қилади. Атомнинг электрон қобиғини ҳосил қилувчи электронлар Паули принципига бўйсинади, яъни ҳар бир атомда квант сонлари  $n, l, m, s$  бир ҳил бўлган фақат битта электрон бўлиши мумкин. Алоҳида атомлар ва молекулаларда қаттиқ жисмларнинг ҳосил бўлишида ички электронларнинг ҳолати ўзгармайди, ташқи электронларнинг қобикларида ҳаракатланувчи электронларнинг ҳолати атомларнинг ўзаро таъсири туфайли маълум миқдори ўзгаради.

Маълум ҳолларда ташқи валент электронлар ядролар таъсирида озод бўлиб, эркин электронлар ҳолатига ўтади (металлар). Бошқа ҳолларда

электронлар молекулалар, ионлар таркибида қолади, электронларнинг ҳаракатланувчанлиги чекланади (диэлектрикларда). Оралиқ ҳолда, етарлича катта миқдорда кучсиз боғланган, деярди эркин бўлган электронлар мавжуд бўлади ва ярим ўтказгич дейилади. Қаттиқ жисмларнинг ҳар хил электрон орбиталарига мос сатхлари график кўринашда энергетик зоналар шаклида тасвирланади (1а расм-металлар учун 1б- расм диэлектриклар учун, 1в – ярим ўтказгичлар учун). Электронларнинг рухсат этилган энергетик сатхларда жойлашган. А, В, С поласалар рухсат этилган зоналар дейилади  $W_i$



1-расм

Рухсат этилган зоналар эга бўлмаган  $\alpha$  ва  $\beta$  поласалар таъқиқланган зоналар дейилади.

(•) ва (x) каби белгилар энергетик сатҳда ёки орбитада жойлашган электронларнинг спинлари йўналишини кўрсатади. А ва В поласаларнинг пастки сатҳлар группаси атомларда кучни боғланган ички қобиклардаги электронларнинг энергиясини харктерлайди. С- поласининг юқори зонаси ташқи валент электронларга мос энергетик зоналарнинг ифодалайди. С- поласини икки қисмга ажратиш мумкин, пастки қисм- валент зона, юқори қисм –ўтказувчанлик зонаси. Металлар учун бу икки зона деярли бирлашиб кетади. Диэлектриклар ҳолида ўтказувчанлик зонаси С валент зонаси В дан таъқиқланган зона деб аталувчи  $\Delta W$  миқдорга ажратилган.

В-зонанинг ҳамма сатҳлар электрон жуфтлари билан тўлдирилган, шу сабабли Паули принципига кўра бир сатҳдан иккинчи сатҳга электронлар ўтиши мумкин эмас. Диэлектрикларда  $\Delta W$  - атомларнинг иссиқлик ҳаракат ўртача кинетик энергиясини  $kT$  га нисбатан юзлаб марта катта қийматга эгадир.

Ярим ўтказгичларда энергетик зоналарнинг тақсимооти диэлектриклардагига ўхшаш, лекин  $\Delta W$  нинг қиймати ўртача иссиқлик ҳаракат

энергиясидан фақатгина бир неча ўн марта каттадир. Шунинг учун зона температураларида валент электронларнинг бир қисми В зонадан С зонага ўтиши мумкин. (электрон ўтказувчанлик). Ярим ўтказгичларнинг металлларда фарқи, ярим ўтказгичлардаги заряд ташувчиларнинг икки ёқлама характери билан ҳам ифодаланади. Ярим ўтказгичларда ўтказувчанлик зонаси С-да электронлардан ташқари В зонада вакант ўринлари (тешиklar) ҳам ҳосил бўлиб, улар электронлар билан тўлдириб боради. Тешиklar мазкур жойда мусбат зарядларнинг ҳосил бўлиши билан эквивалентдир ва улар худди мусбат заряд каби ҳаракатланади. Заряд ташувчиланинг ўтказувчанлик электронларнинг ва тешиklarнинг миқдори тенг бўлган ярим ўтказгичлар хусусий ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичлар дейилади. Соф ярим ўтказгичнинг хусусий ўтказувчанлигини ҳосил қилиш учун электронларни – В – валент зонасида С-ўтказувчанлик зонасига ўтказиш керак, бунинг учун тақиқланган зонанинг кенглиги  $\Delta W$  га тенг энергияни сарфлаш керак. Хусусий ўтказувчанликни ярим ўтказгичлардан ташқари, аралашмали ўтказувчанликни ярим ўтказгичлар ҳам авжуддир. Аралашманинг мавжудлиги ярим ўтказгичларнинг хоссаларни ўзгартиришга имкон беради ва бир томонлама ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичларни олишга имкон беради. Бундай ярим ўтказгичлар ток кучайтиргичлар ва туғирлагичлар сифатида ишлатилади.

Аралашмалар ярим ўтказгичларнинг хоссаларни икки иши ўзгартиради. Бир хил аралашмалар электронлар беради ва донор аралашмалар ярим ўтказгич бу ҳолда электрон ўтказувчанликка эга бўлади, бошқа аралашмалар электронларни кўшиб олади ва акцепторли аралашмалар дейилади, ярим ўтказгич бу ҳолда тешик ўтказувчанликка эга бўлади.

Электрон ўтказувчанликли ярим ўтказгичлар -  $n$  ҳарфи билан, тешик ўтказувчанликлари эса  $p$  - ҳарфи билан белгиланди.

Баъзи ярим ўтказгичлар контактида ёки металл ва ярим ўтказгич контактида бир томонлама (униполяр) ток ўтказувчанлиги ҳосил бўлади, яъни бир йўналишда ток яхши ўтади, тескари йўналмада деярли ўтмайди.

Контакт соҳасида потенциаллар фарқи  $\varepsilon$  ҳосил бўлади ва электронлар диффузияси ҳосил бўлади ва электронлар диффузияси бошланади.

Ёпувчи (запирающий) қобиқ деб аталган кенглиги  $\approx 10^{-4} \div 10^{-5}$  см бўлган контакт қобиқ соҳасида ҳосил бўлган ҳажмий зарядлар ҳосил Э.Ю.К. си  $\varepsilon$  га тенг бўлган майдон бу ўтишга қаршилик қилади.

Р-П ўтказувчанликка эга бўлган кристаллга ташқи Э.Ю.К.  $\varepsilon_{max}$  ни, яъни минус кутбини Р-кристаллга, плюс кутбини П- кристаллга уласак, кристаллдан ўтувчи ток камаяди ёки тўла тўхтади. Агар кутбларини алмаштирсак кристалллардан ўтувчи ток ортади.

Ярим ўтказгичли тўғирлагичларни ҳар хил электрон курилмалар қўллаш учун тўғирланган ток ( $I$ ) нинг ташқи кучланиш ( $U$ ) га боғланишини яъни вольтметр характеристикасини билиш керак.

Вольтампер характеристикаси деб ярим ўтказгичдан ўтаётган ток  $I$  нинг унга берилган кучланиш  $U$  га боғланишига айталади Р-П типига ўтказувчанликнинг вольтметр характеристикаси қўйидагича ифодаланади.

$$I = I_s (e^{\frac{eU}{kT}} - 1) \quad (1)$$

Бу ерда  $I_s$  - тўйиниш токи,  $e$  - электрон заряди,  $U$  - кучланиш,  $k$  - Больцман доимийси,  $T$  - температура.

Р-П – ўтиш учун тўйиниш токи:

$$I_s = I \left( \frac{n_p l_n}{\tau_n} + \frac{p_n l_p}{\tau_p} \right) \quad (2)$$

Бу ерда  $l_n + l_p = l_0$  ёпувчи (запирающий) қатдам қалинлиги.  $n_p$  -Р – соҳадаги электронлар,  $P_n$  - эса, П- соҳадаги тешиқлар концентрацияси  $\tau_n$  ва  $\tau_p$  равишда ток ташувчиларнинг релаксация вақти.

Вольтампер характеристикаси 3-расмда келтирилган. Р-П ўтишнинг тўғирловчи хоссаси тўйиниш токи қанча кичик бўлов шунча яхши бўлади. Унинг катталиги асосий ташувчиларнинг ва асосий бўлмаган ток ташувчиларнинг яхши вақти ортиши билан камаяди.

Тескари кучланишнинг янада ортиши билан қандайдир вақтида Р-П ўтишнинг (пробой) тешилиши юз беради.

Тўғирлагичларнинг хоссаларини тўғирлаш коэффициенти  $\alpha$  билан характерланади,  $\alpha$  - нинг миқдори бир хил катталиқдаги тўғри ва тескари кучланишларда ўлчанган тўғри токнинг ва тескари кучланишларда ўлчанган тўғри токнинг  $I_{np}$  ва теккари токнинг  $I_{обр}$  га нисбати билан аниқланади.

$$\alpha = \frac{I_{np}}{I_{обр}} \quad (3)$$

### Ишнинг бажарилиш тартиби:

1. Ишнинг бошлашдашдан олдин курилманинг тавсифи билан танишинг.
2. «Сеть» тумбларини уланг.
3. «Рег.  $U$ » потенциометрнинг ручкасини соат стрелкасига тескари йўналишда бураб, энг кичик кучланишга мос ҳолатига келтиринг.
4. Диодларнинг таниш переключателини «Д1» ҳолатига келтиринг (кремний диод).
5. Переключательни « $I_{np}$ » ҳолатига ўтказинг.
6. Диоддаги тўғри кучланиши «Рег.  $U$ » потенциометрнинг ручкаси бураш билан ортиб (соат стрелкаси бўйича)  $U_{np}$  кучланишнинг танланган кийматлари

учун диоддан ўтувчи тўғри ток  $I_{np}$  ни (ток  $mA$  ларда ўлчанади) ўлчанг.

Ўлчанган  $U_{np}$  ва  $I_{np}$  қийматлари жадвалга киритинг.

7. Диодларнинг танлаш перключательни «Д2» ҳолатга ўтказинг (германий диод.)

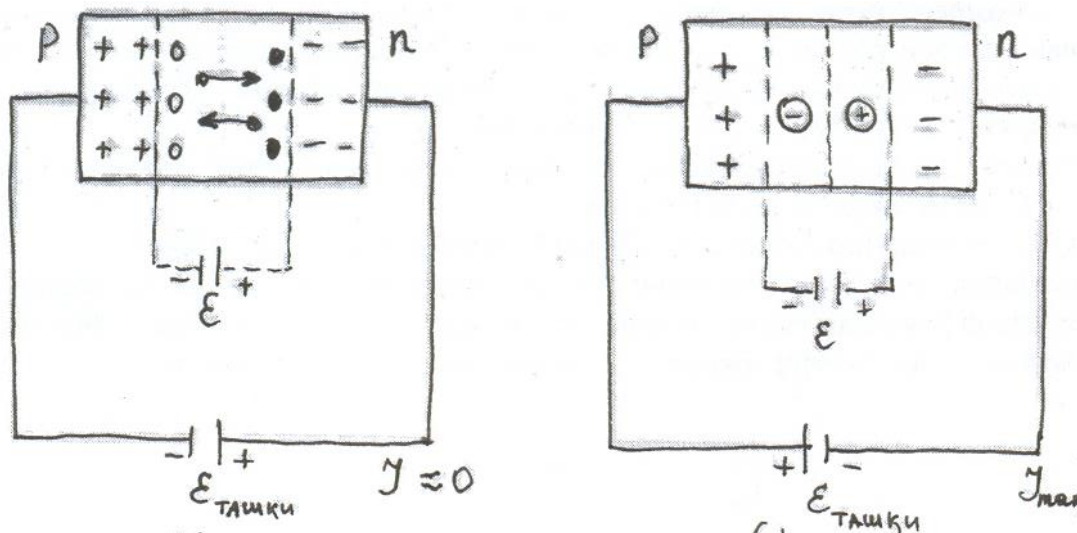
8. 6- пунктни такорланг.

9. Перключательни «  $I_{обр}$  » ҳолатга ўтказинг.

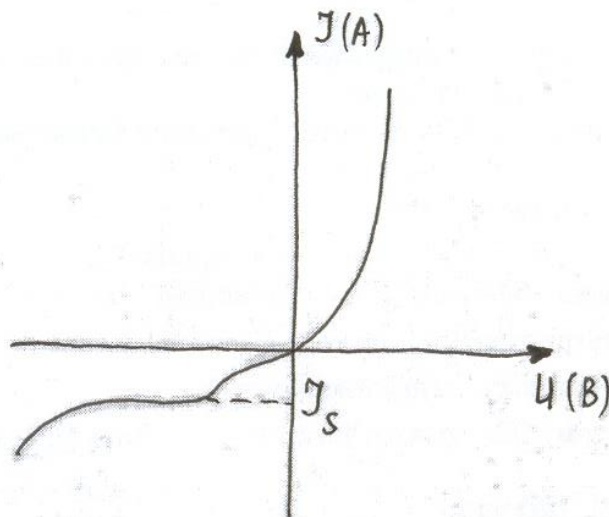
10. Диоддаги тескари кучланишни «Рег.  $U$  » потенциометрни бураб (соат стрелкаси бўйича) орттириб  $U_{обр}$  нинг танланган қийматлари учун тескари ток  $I_{обр}$  ни ўлчанг (ток  $mA$ )ларда ўлчанади. Ўлчанган  $U_{обр}$  ва  $I_{обр}$  қийматларни жадвалга киритинг.

1- жадвал

№	$U_{np}$ , В	$I_{np}$ , mA	$U_{обр}$ , В	$I_{обр}$ , mA	$\alpha = \frac{I_{np}}{I_{обр}}$
1					
2					
3					
4					



2-расм



3-расм

## АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 151-152-153 параграф,331-336 бетлар,203-204-205-206, 458-468 бетлар,
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том , Тошкент. 1972 йил, 171 параграф 205-210 бетлар,
3. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 11 том , Тошкент. 1975 йил, 72 параграф 216-222 бетлар,78 параграф 242-249 бетлар
4. Физикадан практикум В.И.Иверонова тахрири остида, Тошкент, 1979 йил, 100 вазифа, 200-209 бетлар.
5. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 9

**МАВЗУ:** Уч электродли электрон лампа (триод)ни ўрганиш

**Ишнинг мақсади:** Лампанинг анод ва тўр характеристикаларини олиш ҳамда олинган натижалар асосан лампанинг асосий параметрларини аниқлашдан иборат.

**Керакли асбоб ва материаллар:**

1. Калит К ва К ;
2. Вольтметр;
3. Потенциометр;
4. Миллиапперметр;
5. Уч электродли лампа;
6. Ток манбаи;
7. Уловчи симлар;

### Иш тўғрисида назарий тушунча:

Уч электродли электрон лампа ҳавоси сўриб олинган шиша балон ва унинг ичига киритилган анод, катод ҳамда бошқарувчи электрод турдан иборат. Бошқарувчи электрод унга катта бўлмаган масофада катодни ўраб олган ва ўрамлар сони ҳам унга катта бўлмаган спирал шаклдаги симдан ясалган. (1расм). У анод кучланиш ўзгармас бўлганда анод токини ўзгартиришга имкон беради. Бу эса, тўр билан катод орасига кучланиш бериш йўли билан амалга оширилади. Агарда анод билан катодни ток манбасининг мос кутбларига уласак, бу электродлар орасида электр майдони ҳосил бўлади. Лекин, занжирдан ток утмайди, чунки лампа ичидаги ҳаво сўриб олинган ва у ерда ҳеч қандай зарядли заррачалар йўқ. Агар катодни ток манбаига улаб қиздирсак, у ҳолда лампадан ток ўта бошлайди. Бунга сабаб, қиздирилган катоддан электронлар отилиб чиқа бошлайди, анод ва катод орасидаги электр майдони таъсирида анодга томон

ҳаракат қилади. Тўрға кучланиш берилмаган вақтда триод икки электродли электрон лампа (диод) каби ишлайди. Бу ҳолда тўр лампадан ўтаётган токка ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди. Агарда тўрға манфий потенциал берилса, тўр ҳосил қилган майдон асосий майдонга тескари йўналган бўлади. Тўр билан анод орасида уни кучсизлантиради, яъни лампадан ўтаётган ток камаяди.

Тўрға берилаётган потенциалнинг маълум бир қийматида анод кўчланиши қандай бўлишидан каътий назар лампадан ток ўтмай қолади. Бу ҳолда лампа берк бўлади.

Агар тўрға мусбат потенциал берилган бўлса, тўр ҳосий қилган майдон асосий майдонининг йўналишига мос келади. Тўр билан катод оралиғида уни кучайтиради, демак, лапмадан ўтаётган ток ҳам кучаяди.

Тўр анодга нисбатан катодга яқин жойлашганлиги сабабли тўр кучланиши (катод ва тўр орасидаги потециаллар фарқи) ўзгариши анод кучланишининг ўзгаришига қараганда лампадан ўтаётган токка анча катта таъсир кўрсатади.

Шундай қилиб, тўр потенциалини ўзгартириш йўли билан лампадан ўтаётган токни бошқариш мумкин.

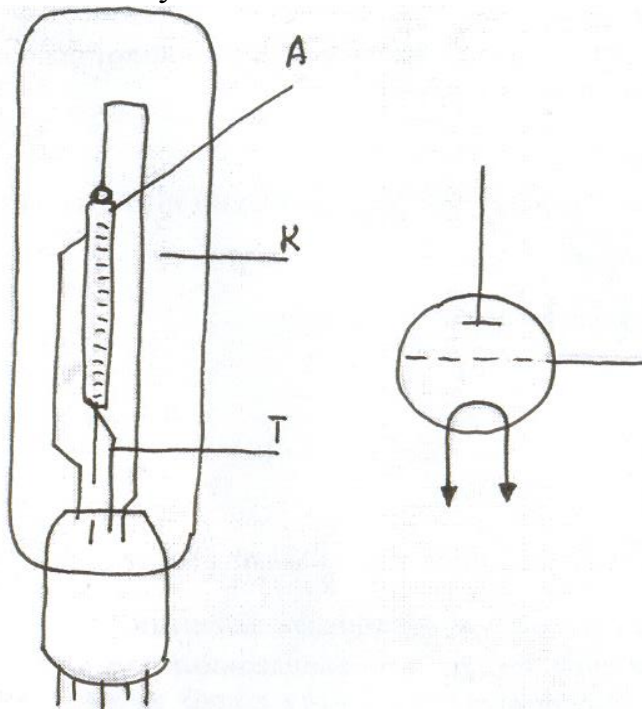
Анод кучланиши ўзгармас бўлганда анод токининг тўрдаги кучланишига боғликлиги лампанинг тўр характеристикаси дейилади, яъни,

$$I_a = f(U_T), \quad U_T = const$$

Лампанинг анод характеристикаси деб, тўр кучланиши ўзгармаганда анод тки киймитининг анод кучланишига боғликлигига айтилади. Бу боғланишни

$$I_a = f(U_c), \quad U_T = const$$

кўринишда ифодалаш мумкин.



1-расм

Триоднинг хоссалари анод ва тўр характеристикалари билангина эмас, балки унинг асосий параметрлари деб аталувчи параметрлар билан ҳам ифодаланади.

Юқорида айтганимиздек, анод токи анод ва тўр кучланишларининг функциясидир, яъни,

$$I_a = f(U_T, U_a) \quad (1)$$

Бу ифодани дифференциаллаб, куйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$dI_a = \left(\frac{\partial I_a}{\partial U_T}\right)_{U_a} dU_T + \left(\frac{\partial I_a}{\partial U_a}\right)_{U_T} dU_a \quad (2)$$

Бу ифодани  $\left(\frac{\partial I_a}{\partial U_T}\right)_{U_a}$  ни  $S$  билан,  $\left(\frac{\partial I_a}{\partial U_a}\right)_{U_T}$  ни

эса  $\frac{1}{R_i}$  билан белгилаб, тўр характеристикасининг тиклиги

$$S = \left(\frac{\partial I_a}{\partial U_T}\right)_{U_a} \quad (3)$$

ва триоднинг ички каршилигини

$$R_i = \left(\frac{\partial I_a}{\partial U_a}\right)_{U_T} \quad (4) \text{ ни}$$

топиш мумкин. Бу ерда  $U_a$  ва  $U_T$  индекслари мос равишда тўр ва анод потециалининг ўзгармаслигини кўрсатади. Тўр характеристикасининг тиклиги  $S$  берилган нуқтада тўр характеристикасининг тангенс оғиш бурчагига (2-расм), яъни,

$$S = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_T} \quad (5)$$

триоднинг ички каршилиги эса анод характеристикасининг тоқлар ўқиға оғиш бурчаги тенг (6-расм), яъни,

$$R_i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \quad (6)$$

$S$  ва  $R_i$  нинг қийматларини (2) ифодага қўйиб, уни қўйидаги кўринишда ёзамиз.

$$dI_a = S dU_T + \frac{1}{R_i} dU_a \quad (7)$$

Агар ток ўзгармас бўлса, яъни  $dI_a = 0$  у ҳолда

$$S dU_T + \frac{1}{R_i} dU_a = 0 \quad (8)$$

ёки

$$S + \frac{1}{R_i} \cdot \frac{dU_a}{dU_T} = 0 \quad (9)$$

бу ердан  $\frac{dU_a}{dU_T} = -\mu$  десак  $S - \frac{1}{R_i} \mu = 0$  (10) ҳосил бўлади.

Бу ерда,  $\mu$  - кучайтириш коэффициентини дейилади.



Минус ишора анод ва тўр кучланишларнинг тебрани фазалари қарама-қарши эканлигини билдиради ёки бошқача қилиб айтганда, тўр потециалнинг ортиши анод потенциалининг каманишига олиб келишини кўрсатади.

Кучайтириш коэффицентига тескари бўлган катталикини

$$D = \frac{1}{\mu} \quad (11)$$

ламپанинг сингдирувчанлиги деб аталади. (11) формулани ҳисобига (10) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$S = \frac{1}{R_i D} \quad (12)$$

$$\text{ёки } SR_i D = 1 \quad (13)$$

(13) формула тўр характеристикасининг тиклиги, лампанинг ички қаршилиги ва турнинг сингдирувчанлиги орасидаги ўзаро боғланишини ифодалайди. Юқорида кўриб ўтилган асосий параметрлари триоднинг статик параметрларни деб аталади.

## 1- МАШҚ

### Триоднинг анод характеристикасини олиш

1. 4- расмдаги электр схема йигилади.
2. Тўғрилангич ёритиш тармоғига уланади, тумблер «сеть» ҳолатига қўйилади.
3. П переключатель 1 ҳолатига кўзилади, К калит ўланиб, потенциометр ёрдамида тўрга- 6 В кучланиш берилади.
4. К калит уланиб, К потециометр ёрдамида анодга 20,40,60 ва . . . . . 160 В кучланиш берилади. Ҳар бир 20 В анод кучланишига мос келувчи анод токи миллиамперметрда ёзиб олинади.
5. Тўр кучланиши -4В, - 2В бўлган холлари учун ҳам 4- пункт такрорланади.
6. П переключатель 2 ҳолатга қўйилади, тўрга 0, . 2. 4. 6. ва 8 кучланишлар бериб ҳар бир хол учун 4-пункт такрорланади.
7. Ўлчанган натижалар 1-жадвалга ёзилади.

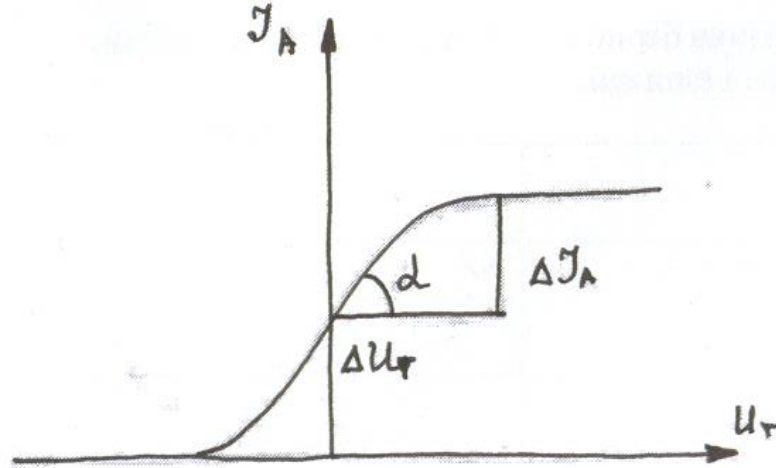
1-жадвал

$U_T, B$	-6	-4	-2
$U_a, B$	<i>анод токи</i>		$I_a, mA$
20			

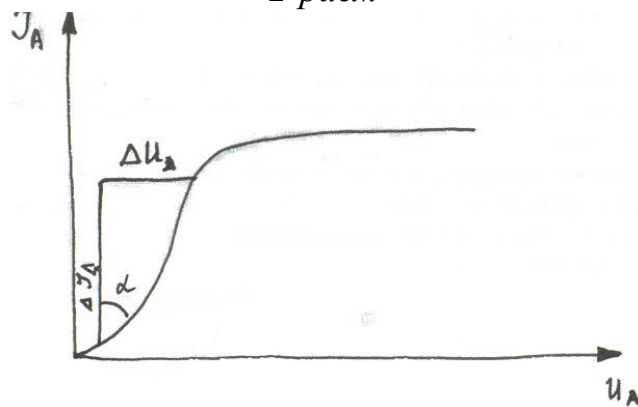
## 2-МАШҚ

### Триоднинг тўр характеристикасини олиш

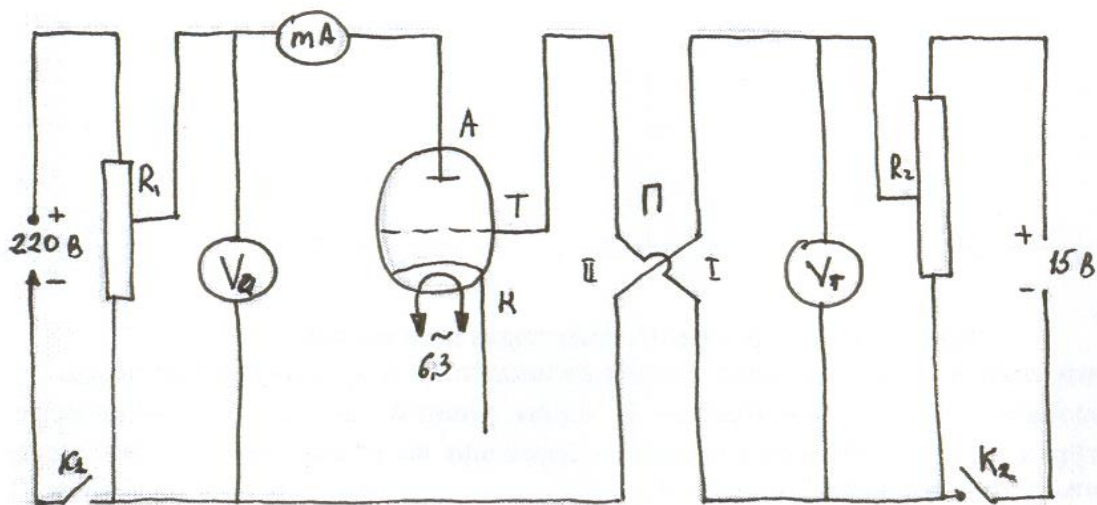
1. К калитни улаб  $R_1$  потенциометр ёрдамида анодга 30 В кучланиш берилди.
2. П переключатель 1-ҳолатга қўйилди. К калит улаиб  $R_2$  потенциометр ёрдамида тўрға -6. -4. -2В кучланишлар берилди ва уларга мос келган анод токи миллиамперметрдан ёзиб олинди.
3. П переключатель 2 ҳолатга қўйилиб, тўрға 0, 2, 4, 6, ва 8 В кучланишлар берилди ва анод токи ёзиб олинди.



2-расм



3-расм



4-расм

4. Анодга 60, 100, 140, 160 В кучланиш бериб 2 ва 3 пунктлар такрорланади.

5. Олинган натижалар 2 – жадвалга ёзилади.

2-жадвал

$U_a, B$	60			
$U_T, B$	<i>анод</i>	<i>токи <math>I_a</math>,</i>	<i>mA</i>	

6. 1 ва 2 жадваллар фойдаланиб, тўр ва аноднинг ҳар бир кучланишига мос келган  $I_a = f(U_T)$  ва  $I_a = f(U_a)$  боғланиш графиги миллиметрли қоғозга чизилади.

7. (5), (6), (10) ва (11) формулалардан триоднинг статик параметралри: тўр характеристикасининг қиялиги, лампанинг ички қаршилиги, кучайтириш коэффициентини ва лампанинг сингдирувчанлиги лаборатория дафтарида ҳисоблаб топилади.

8. (13) формула текширилади.

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Триоднинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
2. Тўр ва анод характеристикаси деб нимага айтилади.
3. Тўр характеристикасининг эгрилиги қандай аниқланади?
4. Лампанинг қаршилиги, кучайтириш коэффициентини деб нимага айтилади?
5. Электроэмиссия деб нимага айтилади? Уни ҳосил –илишнинг қандай усулларини биласиз?

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 156,158,160,161 - параграф, 346-361 бетлар.
2. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 11 том , Тошкент. 1975 йил, 75 параграф, 228-233 бетлар,
3. К.А. Путилов «Физика курси» 11 қисм, Тошкент, 1971 йил, 50,51,52,53- параграф, 252-270 бетлар.
4. Физикадан практикум В.И.Иверонова тахрири остида, Тошкент, 1979 йил, 79 вазифа, 72-75 бетлар.
5. К.Г.Парпиев, Д.Маматисоқов «Умумий физика курсидан лаборатория ишлари» Андижон, 1987 йил, 7- лаб. иши , 80-86 бетлар.
6. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм.

Тошкент: 2006.

7. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.

8. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 10

**МАВЗУ:** Ғалтакнинг ўзиндукция коэффицентини Ом қонуни ёрдамида аниқлаш

**Ишнинг мақсади:** Ўзгарувчан ток занжирини ўрганиш ўзчииндукция тўғри чизиғи тушунчаларни мустаҳкамлаш, узгарувчан ток параметрларини ўрганиш.

**Керакли асбоблар:**

1. Ўзиндукция коэффицентини аниқланиши керак бўлган темир ўзинли ғалтак;
2. Ўзгармас ток гиперметри;
3. Ўзгарувчан ток амперметри;
4. Ўзгарувчан ток вольтметри;
5. Ўзгармас ток вольтметри;
6. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток манбалари;
7. Симлар;

**Иш тўғрисида тушунча:**

1-расмда кўрсатилган ёпиқ занжир берилган бўлсин. Занжирдаги индуктивлик ғалтагидан ўтаётган токни амперметр А ёрдамида ўлчанади. Ғалтак учларидаги кучланиш вольтметр ёрдамида ўлчанади. Занжирнинг «а-б» клеммаларини ўзгармас ва ўзгарувчан электр манбаларига улаш мумкин. Бунда қўйидаги икки холни кузатиш мумкин.

**1-ҳол.** Занжирдан ўзгармас ток ўтаётган бўлсин. Бунда занжирдан ўтаётган ток Ом қонунига кўра:

$$I = \frac{V}{R_o} \quad (1) \text{ бўлади.}$$

бу ерда  $V$  - вольтметрнинг,  $I$  - амперметрнинг кўрсатиши.

(1) дан ғалтакнинг қаршилигини аниқлаш мумкин, яъни

$$R_o = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Тажриба йўли билан курсатиши мумкинки, ғалтакнинг бу қаршилиги ундан ток кучи катталигига ҳеч бир боғлиқ эмас, ток кучи кучланишга чизиқли равишда, ўзгариб беради, яъни ғалтак оддий ўтказгич қаршилиги актив қаршилиқ дейилади.

**2-ҳол.** Занжирга электр юритувчи ток кучи (ўзгарувчан)

$$E = E_0 \sin \omega t \quad (3)$$

формула билан аниқланадиган ўзгарувчан электр манбаи уланган бўлсин.

У ҳолда занжирдан шу электр юритувчи куч таъсирида катталиги қўйидаги бўлган ток кучи ўта бошлайди:

$$I = \frac{E}{R_0} = \frac{E_0}{R_0} \sin(\omega t - \varphi) = I_0 \sin \omega t \quad (4)$$

(3) формулада  $E_0$  - электр юритувчи кучнинг амплитуда қийматини (4) формулада  $I_0$  - токнинг амплитуда қиймати;  $\omega$  - доиравий частота;  $\varphi$  - эса ток билан кучланиш орасидаги фаза силжишини ифодалайди, яъни ток кучи кучланишдан фаза бўйича орқада қолади.

Индуктивлиги  $L$  бўлган ғалтак ўзгаришига катталиги  $X = \omega L$  тенг кашиликни кўрсатади. Бу қаршилик ўзиндукция туфайли ғалтак вужудга келган индукцион ток йўналиши уни вужудга келтирилган ток йўналишига қарама-қарши бўлган ғалтакнинг реактив қаршилигидир.

Бу қаршилик индуктив қаршилик деб аталади. Индуктивлик ғалтакнинг ўзгарувчан токка кўрсатаётган қаршилигини вольтметр ва амперметрнинг кўрсатишидан фойдаланиб, қўйидаги формула ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$Z = \frac{V_3}{I_3} \quad (5)$$

Бу ерда  $V_3$  ва  $I_3$  занжирдаги ўзгарувчан ток кучланиш ва кучининг эффектив қийматлари. Ток ва кучланиш орасидаги фазо силжиши қўйдагича аниқланади.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega}{R_0} \quad (6)$$

Занжирнинг тўлиқ қаршилиги ғалтакнинг актив ва реактив қаршиликлари орасидаги боғланиш диаграммасида умумий қаршилик ифодаси топилади, яъни,

$$Z^2 = R_0^2 + \omega^2 L^2 \quad (7)$$

Шундай қилиб, занжирдаги ток кучи

$$I = I_0 \sin(\omega t - \varphi) \quad (8) \text{ бўлиб,}$$

бунда унинг амплитуда қиймати

$$I = \frac{E}{\sqrt{R_0^2 + \omega^2 L^2}} \quad (9)$$

формуладан аниқланади. Агар

$$Z = \sqrt{R_0^2 + \omega^2 L^2}$$

деб белгиласак,

$$I_0 = \frac{E}{Z} \quad (10) \text{ ҳосил бўлади.}$$

Олдин актив қаршилик Ом қонуни формуладан қандай ўрин тутса, (9) формулада  $L\omega$  катталик ҳам худди шундай ўринни тутди. Шу сабабли уни

индуктив деб аталади. Бу катталиқ ғалтакнинг ўзиндукция коэффициентини деб аталади, (9)дан унинг катталлигини аниқлаймиз.

$$L = \sqrt{\frac{z^2 - R_0^2}{\omega^2}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R_0^2} \quad (11)$$

бу ерда  $\omega$ -доиравий частота.

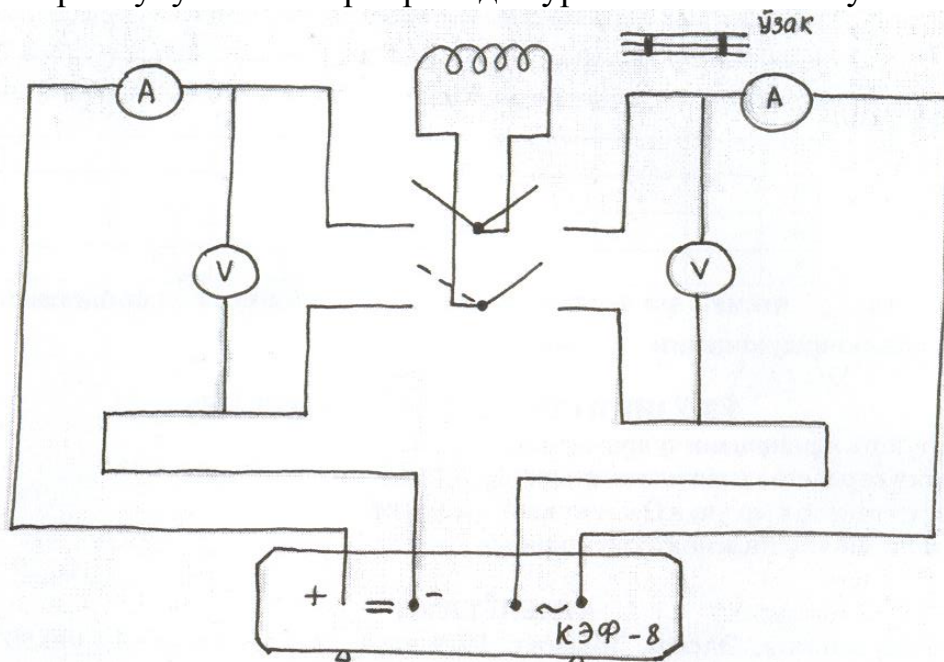
Ғалтакнинг индуктивлик коэффициентини аниқлаш учун  $Z, R_0, \omega$  катталиқларнинг қийматларини билиш керак. Бунинг учун номинал индуктивлик ва  $R_0$  актив қаршилиқни ғалтак ва амперметр кетма-кет қилиб уланади четки учлари, турл томонларига ўзгармас ҳамда ўзгарувчан ток келтирилган ағдарма рубилникнинг ўрта клеммаларига (1-расм). Ғалтакка параллел равишда вольтметр уланади. Амперметр ва вольтметр ҳам ўзгармас токни улашга яроқли билиши керак.  $\omega$  ни топиш учун ўзгарувчан токнинг даврини бўлиши зарур.

Агар бу шахар тармоғидан олинаётган бўлса, у холда ЎЗРнинг кўпчилик шахарлари учун

$$T = \frac{1}{50} \quad \text{секунд ва демак, } \omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} = 100\pi$$

### Ишнинг бажарилиш тартиби:

1. Ишни бажариш учун асбоблар 1-расмда кўрсатилган схема бўйича уланади.



1-расм

- Схеманинг тўғрилиги текширилгандан кейин К калитни улаб, ёпиқ занжирга ўзгармас ток юборилади. Ток манбининг каллаги бурилиб, занжирдаги ток ошириб борилади.
- Кучланишнинг ҳар бир вольти учун амперметрдан ток қиймати ёзиб олинади. (2) Формуладан  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  ларнинг қийматларини аниқлаб,  $R$  нинг ўртача қиймати топилади.
- Ғалтакка темир ўзак кийдирилиб, юқорида айтилган машқлар такрорланади.

5. Занжир ток манбаининг ўзгарувчан ток безувчи қисмига уланади. Бу хол учун ҳам, яъни ўзгарувчан ток учун ҳам ўзаксиз ғалтақдан фойдаланиб, кучланишнинг ҳар вольти учун ток кучи амперметрдан ёзиб олинади ва уларнинг ўртача қиймати топилади.
6. Ғалтаққа ўзак киритиб, ўзгарувчан ток учун 5 – пунктдаги машқ такрорланади. Олинган натижалар 1-жадвалга ёзилади.
7.  $R_{yp}$  ва  $Z_{yp}$  қийматлари аниқлангандан сунг, (11) формуладан фойдаланиб, ғалтақнинг индуктивлиги  $L$  аниқланади.

	$N$	Ўзгармас ток				Ўзгарувчан ток				$L$
		$I, A$	$V, B$	$R, ом$	$R_{yp}, ом$	$I, A$	$V, B$	$Z, ом$	$Z_{yp}, yp$	
Бўш ғалтақ учун	1.									
	2.									
	3.									
	4.									
	5.									
Темир ўзакли ғалтақ учун	1.									
	2.									
	3.									
	4.									
	5.									

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Индуктив қаршиликни тушунтиринг.
2. Актив ва реактив қаршиликларнинг фарқлари нимадан иборат?
3. Ўзгарувчан тоқлар учун Ом қонунинг тушунтиринг.
4. Ўзиндукция ходисасини тушунтиринг.

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 219-220 параграф, 496-501 бетлар.
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент. 1972 йил, 234 параграф, 486-494 бетлар.
3. И.В. Савельев. «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент. 1975 йил, 93 параграф, 289-291 бетлар,
4. К.А.Путилов Физика курси, 11 қисм, Тошкент, 1971 йил, 80 параграф, 451-457 бетлар.
5. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
6. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: «Ўқитувчи», 1996.

7. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 11

**МАВЗУ:** Ўзгарувчан ток занжирини ўрганиш

**Ишнинг мақсади:** Ўзгарувчан ток занжири учун Ом қунунини текшириш

### Керакли асбоблар:

1. Вольтметр;
2. Амперметр;
3. Реостат;
4. Сигими номаълум бўлган конденсатор;
5. Индуктив ғалтак;
6. Рубильник;
7. Переключатель;
8. Калитлар;
9. Миллиамперметр;
10. Улагич симлар;

### Иш тўғрисида назарий тушунча:

Маълумки, вақт ўтиши билан катталиги ва йўналиш жиҳатидан ўзгариб турадиган ток ўзгарувчан ток деб аталади.

Ўзгарувчан ток электромагнит индукция ходиссаси асосида ишлайдиган генераторлар ёки электрон лампалар ёрдамида ҳосил қилинади. Ўзгарувчан электр юритувчи куч  $\varepsilon$ , кучланиш  $U$  ва ток кучи  $I$  синусоидал қонуниятлар асосида ифодаланади, яъни,

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t \quad (1)$$

$$U = U_0 \sin \omega t$$

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (2)$$

Бу ерда  $\varepsilon_0, U_0, I_0$ - мос равишда синусоидал Э.Ю.К., кучланиш ва токнинг амплитуда қиймати;  $\omega$  - бурчак тезлик ёки циклик частота, у тебраниш даври ва хусусий частота билан қуйидагича боғланган:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

Ўзгарувчан Э.Ю.К. кучланиш ва токнинг амплитуда қийматидан ташқари эффектив қийматлари ҳам мавжуд.

Токнинг  $I_0$  ва кучланишнинг  $U_0$  амплитуда қиймати билан уларнинг эффектив қийматлари



$$I_0 = \sqrt{2}I_{\text{эф}}; \quad U_0 = \sqrt{2}U_{\text{эф}} \quad (3)$$

ифодалар орқали боғланган.

Ўзгарувчан токнинг эффектив қиймати деб бирдай узунликдаги ўтказгичдан ўтиб, бир хил вақтичида, ўзгармас ток ажратиган иссиқлик миқдорига тенг иссиқлик ажратадиган ўзгарувчан токка айтилади.

Агар ғалтакдан ўтаётган ток

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (4)$$

қонун бўйича ўзгарса-ю ғалтакда токнинг ўзгариш тезлиги (частотасига) ҳамда ғалтакнинг индуктивлигига тўғри пропорционал бўлган ўзиндукция Э.Ю.К. юзага келади, яъни,

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt} \quad (5)$$

Бу Э.Ю.К. ғалтак учларига таъсир этаётган кучланишга тенг, лекин уларнинг йўналиши қарама-қарши. Шундай қилиб,

$$U = -\varepsilon_L = L \frac{dI}{dt} \quad (6)$$

(4) формуладан  $I$  ни вақт бўйича дифференциаллаб (6) ифодага қўйсақ,

$$U = I_0 \omega L \cos \omega t = I_0 \omega L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad (7)$$

ҳосил бўлади.

(4) ва (7) формулалардан:

1. Агар индуктив ғалтакдан синусоидал ток ўтаётган бўлса ғалтакка берилган кучланиш ҳам синусоидал бўлади.

2. Кучланиш фаза жиҳатдан токдан  $\frac{\pi}{2}$  бурчакка олдинда бўлади (1-расм).

(7) Формуладан

$$U_0 = I_0 \omega L \quad (8)$$

эканлиги ҳисобга олиб, кучланишнинг эффектив қийматини топамиз.

$$U_{\text{эф}} = I_{\text{эф}} \omega L \quad (9)$$

ёки 
$$I_{\text{эф}} = \frac{U_{\text{эф}}}{\omega L} \quad (10)$$

Бу ерда  $\omega L$  катталиқ бирлик жиҳатдан қаршилик бирлигига эга ва у индуктив қаршилик деб аталади ва уни  $X_L$  билан белгилаймиз  $X_L$  токнинг частотасига боғлиқ бўлиб, частота ортиши билан ортади. Индуктив қаршилик индуктивлик ғалтагининг ўзгарувчан токка муносабатини белгилайди, шу сабабли бу индуктивлик ғалтаги актив қаршиликка ҳам эга бўлади. Бу ҳол учун (10) ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$I_{\text{эф}} = \frac{U_{\text{эф}}}{\sqrt{R_0^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{U_{\text{эф}}}{Z} \quad (11)$$

бу ерда  $Z$  импеданс деб аталади,  $Z = \sqrt{R_0^2 + \omega^2 L^2}$  (12)

$R_0$  индуктивлик ғалтагининг ўзгармас токка бўлган қаршилиги бўлиб, унинг катталиги ғалтакнинг формасига боғлиқ бўлмасдан, фақат унга ўралган симнинг қаршилигига боғлиқ бўлади.

Ғалтакдаги ток ўзгарганда, ғалтак атрофида ўзгарувчан магнит майдони ҳосил бўлади ва бу майдон куч чизиқлари ғалтакни кесиб ўтиб, унда Э.Ю.К. юзага келтиради. Бу Э.Ю.К. нинг йўналиши ғалтакка қўйилган (ўзини ҳосил қилган) кучланишнинг йўналишига тескари (5 формула) бўлганлиги сабабли ғалтакнинг қаршилиги кескин ортиб кетади.

(12) формуладан ғалтакнинг индуктивлиги

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R_0^2}}{\omega} \quad (13)$$

$L$ -нинг бирлиги СИ – бирликлар системасида Генри (Г).

Циклик частота  $\omega$  ўрнига  $\omega = 2\pi\nu$  ни қўйсак. У ҳолда

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R_0^2}}{2\pi\nu} \quad (14) \text{ га тенг бўлади.}$$

Бу формуладан кўринадикки, ғалтакнинг индуктивлигини топиш учун унинг омик қаршилиги  $R_0$  ни, ўзгарувчан ток ўтаётгандаги қаршилиги – импеданс  $Z$  ва ўзгарувчан токнинг ғалтакнинг қаршилиги (омик қаршилиги)  $R_0$  Ом қонунига асосан

$$R_0 = \frac{U_{\text{ўзгармас}}}{I_{\text{ўзгармас}}} \quad (15)$$

ўзгарувчан ток ўтгандаги қаршилиги

$$Z = \frac{U_{\text{эф}}}{I_{\text{эф}}} \quad (16)$$

ифодалар ёрдамида аниқланади.

Энди конденсатор уланган ўзгарувчан ток занжирини кўриб чиқамиз. (ўзгармас ток занжирига конденсатор уланса, ундан ток ўтмайди, 1-расм).

$$U = U_0 \sin \omega t \quad (17)$$

таъсирида қуйидаги заряд билан зарядланади.

$$q = CU = CU_0 \sin \omega t \quad (18)$$

Ток кучи билан заряд орасидаги  $I = \frac{dq}{dt}$  боғланишдан фойдаланиб,

$$I = CU_0 \omega \cos \omega t = \frac{U_0}{1/C\omega} \cos \omega t \quad (19)$$

ёки  $\frac{U_0}{1/C\omega}$  деб ёзиб олсак, (19) қуйидаги кўринишни олади.

$$I = I_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad (20)$$

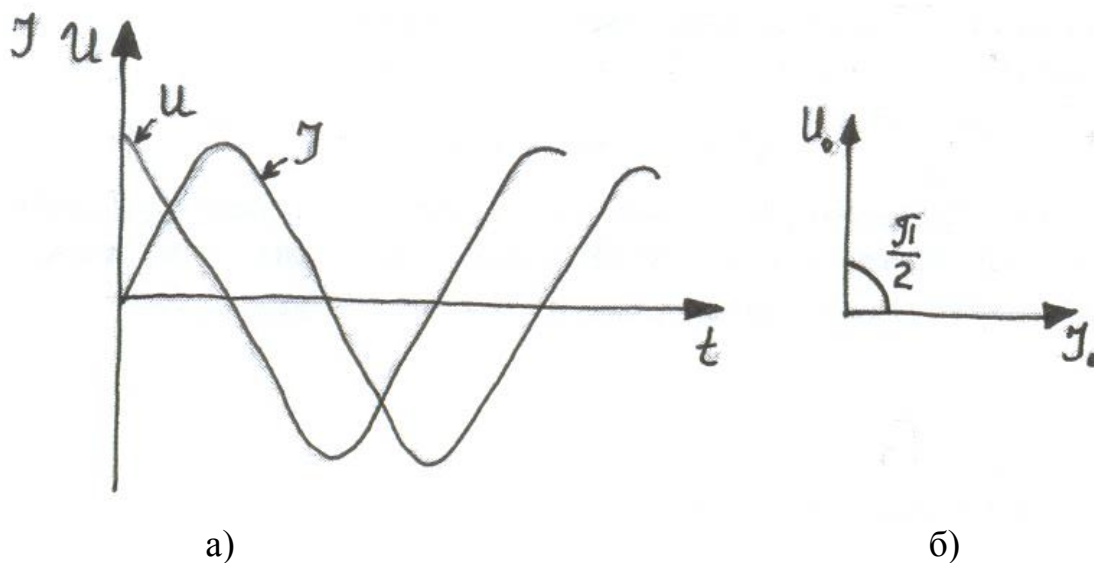
Бу ерда  $X_c = 1/C\omega$ - сиғим қаршилик.

Конденсатор уланган занжир ўзгармас ток манбаига уланганда ундан ток ўтмаслигини (19) формула ёрдамида тушунтириш мумкин.

Ўзгармас ток учун  $\omega = 0$  бўлади, шунинг учун  $X_c = 1/C\omega$  формулага асосан сиғим қаршилик чексиз тенг бўлади.  $X$  нинг бу қийматини (19) га қўйсақ,  $I = 0$  бўлади.

Конденсатор қўшилган занжирдан ўтаётган ток кучи ва кучланишларнинг графиги (а) ва вектор диаграммани (б) келтирган. (17) ва (20) формулалардан ва 2-расмдаги диаграммалардан:

1. Конденсаторга синусоидал кучланиш қўйилган бўлса, ундан ўтаётган ток ҳам синусоидал қонун бўйича ўзгаради.
2. Сиғим уланган занжирда ток фаза жиҳатдан кучланишдан бурчакка олдиндан бўлади.



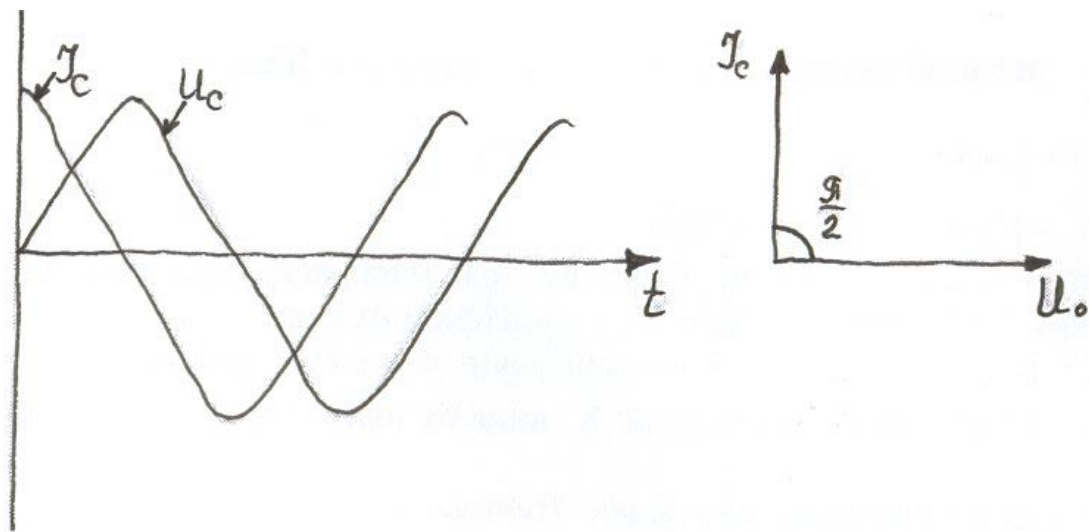
1-расм

Агар занжирга конденсаторга кетма-кет қилиб актив қаршилик уланган бўлса, токнинг эффектив қиймати

$$I = \frac{U_{эф}}{\sqrt{R_0^2 + (1/\omega C)^2}} = \frac{U_{эф}}{Z} \quad (21)$$

формула орқали аниқланади. Бу ерда

$$Z = \sqrt{R_0^2 + (1/\omega C)^2} \quad (22)$$



а)

б)

2-расм

Бунда конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{1}{\sqrt{Z^2 - R_0^2} \omega} \quad (23)$$

$R_0 = 0$  бўлган ҳол учун эса қуйидаги кўринишни олади:

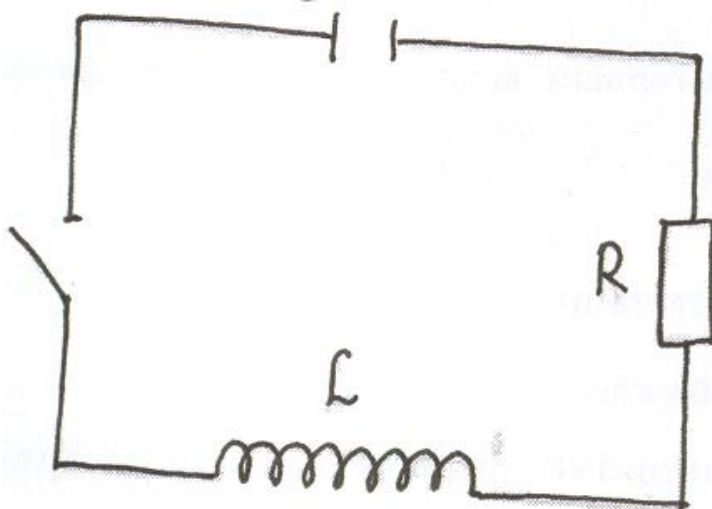
$$C = \frac{1}{\omega Z} \quad (24)$$

Тажрибада  $Z$  занжирга уланган вольтметр ва амперметрларнинг кўрсатишини билган ҳолда

$$Z = \frac{U_{\text{эф}}}{I_{\text{эф}}} \quad (25)$$

формула орқали аниқланади.

Энди ўзгарувчан ток занжири кетма-кет уланган актив  $R_0$  индуктив  $L$  ва сиғим  $C$  қаршиликлардан иборат бўлган ҳолни қўрайлик (3-расм).



3-расм

Бу занжирдан

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (26)$$

синусоидал ўзгарувчан ток ўтаётган бўлсин. Занжирга қўйилган кучланиш актив  $R_0$  Индуктив  $L$  ва  $C$  сиғим каршилиқларда сарф бўлади:

$$R_0 \text{ учун } U_0 = I_0 R_0 \sin \omega t \quad (27)$$

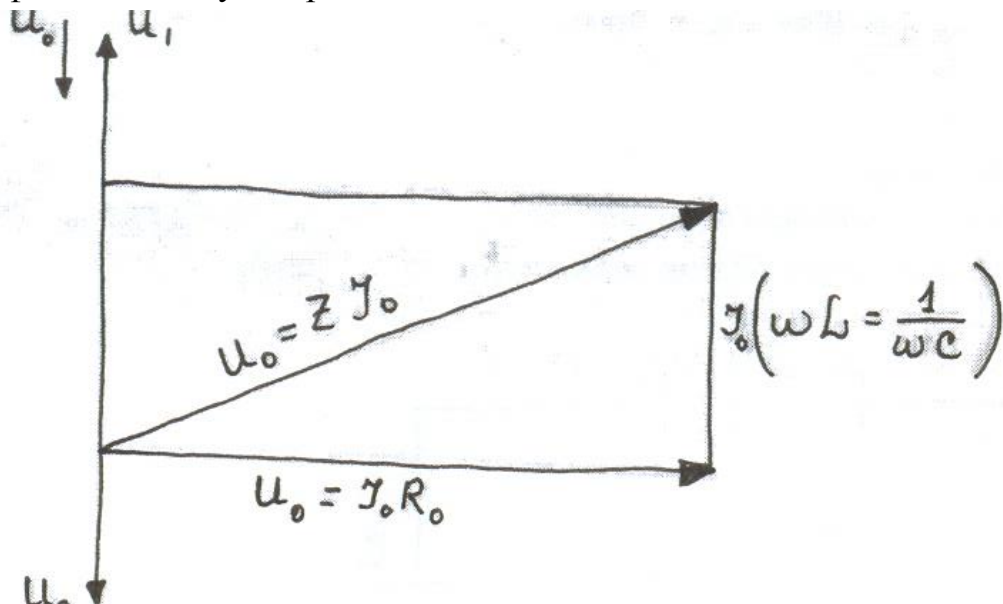
$$X_L \text{ учун } U_L + I_0 \omega L \sin(\omega t + \pi/2) \quad (28)$$

$$X_C \text{ учун } U_C = \frac{I}{\omega C} \sin(\omega t - \pi/2) \quad (29)$$

Тўла кучланишнинг оний қиймати шу кучланишларнинг йиғиндисига тенг.

$$U = I_0 R_0 \sin \omega t + I_0 \omega L \sin(\omega t + \pi/2) + \frac{I_0}{\omega C} \sin(\omega t - \pi/2) \quad (30)$$

Бу ифодан кўринадики, занжирга қўйилган кучланиш ҳам ундан ўтаётган ток каби синусоидал қонун бўйича ўзгаради. Кучланишларнинг вектор диаграммасини икки  $U_L > U_C$  ва  $U_L < U_C$  ҳол учун чизиш мумкин, лекин уларнинг иккаласидан олинган натижалар тенг кучли бўлади. Шунинг учун бўлган ҳол учун чизилган кучланишларнинг вектор диаграммасидангина (4-расм) фойдаланса бўлаверади.



4-расм

4-расмдаги кучланишлар учбурчагидан Пифагор теоремасини асосан токнинг амплитуда қийматини топиш мумкин:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R_0^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} \quad (31)$$

Бу ердан токнинг эффектив қиймати

$$I_{\text{эф}} = \frac{U_{\text{эф}}}{\sqrt{R_0^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} = \frac{U_{\text{эф}}}{Z} \quad (32)$$

Ток билан кучланиш орасидаги фаза силжиш қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\text{tg } \varphi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R_0} \quad (33)$$

Тажрибада  $I_{\text{эф}}$  занжигга қўшилган амперметрдан  $U_{\text{эф}}$  эса вольтметрдан олиниб, импеданс

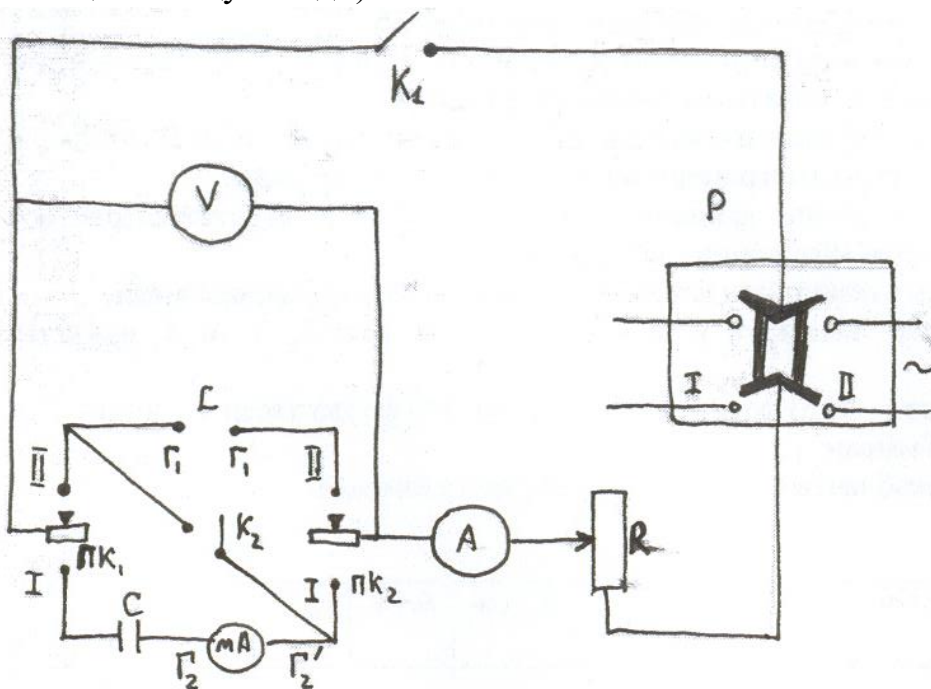
$$Z = \frac{U_{\text{эф}}}{I_{\text{эф}}} \quad (34)$$

формула орқали ҳисоблаб топилади.  $R_0, X_L, X_C$  ларни ҳам тажрибадан олинган натижалар ёрдамида аниқланади, сўнгра уларнинг қийматларидан фойдаланиб, (34) формуладан импеданс  $Z$  ҳисобланади. Импеданс иккала ҳолда топилган қийматлари ёрдамида ўзгарувчан ток учун тўла Ом қонуни формуласининг тўғрилиги текширилади.

### Ишнинг бажарилиш тартиби

#### 1-МАШҚ. Конденсаторнинг сиғимини аниқлаш

1. Ишнинг бажариш схемаси (5-расм) ўрганилади ва йиғилади.
2. К ва К калитларнинг очик ҳолида ПК 1 ва ПК 2 переключателлар (Уч ҳолатли калит 1 ҳолатга қўйилади).



5-расм

3. Миллиамперметр  $\Gamma_2$  ва  $\Gamma_2$  уяларга уланади ва рубильник 11- ҳолатига қўйилади. ТБ – трансформатор эса тармоққа уланади.
4. К калит занжирга қўшилиб, R реостат ёрдамида 10-12 В кучланиш танлаб олинади. Конденсатор позункаси 1 миллиамперметр переключатели 10 мА ҳолатларга қўйилади. Вольтметр ва миллиамперметрнинг кўрсатишлари ёзиб олинади.
5. Ползункаси кетма-кет 2, 3, 4, 5 ҳолатларга қўйилиб, ҳар бир ҳолат учун 4-пункт такрорланади, К – калит занжирдан ажратилади.

**ДИҚҚАТ!** Конденсатор ползункасининг ўзгартирилиб, бориши билан бир вақтда стрелка шкаладан чиқиб кетса, миллиамперметрнинг переключатели ҳам 20 ва 40 мА ҳолатлар ўзгартирилиб борилади.

6. Конденсаторнинг каршилиги  $Z$  (25) ёрдамида ва конденсаторнинг сигими (24) формула ёрдамида ҳисобланади.

7. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалар 1-жадвалга ёзилади.

1-жадвал

№	$U_{эф}, В$	$I_{эф}, А$	$Z, Ом$	$\nu, Гц$	$C, Ф$	$\Delta C$	$N$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

**2-МАШҚ.** Ўзиндукция коэффицентини аниқлаш

1.  $\Gamma$  ва  $\Gamma$  ўлчаларга индуктив ғалтак уланади. ПК 1 ва ПК 2 переключателлар 11- ҳолатга қўйилади. Р рубильник 1-ҳолатга қўйилади.
2. К калит занжирга қўшилади ва реостат  $R$  ёрдамида 10, 12 ва 14 В кучланиш танланиб, ҳар бири учун амперметрнинг кўрсатиши ёзиб олинади.
3. Р-рубильник 11 ҳолати қўйилиб, яна 10, 12 ва 14 В кучланишларга мос келган амперметрнинг кўрсатиши ёзиб олинади.
4. Ғалтакнинг ичига темир ўзак киритилиб 2 ва 3 пунктлар такрорланади.
5. Бошқа ғалтаклар занжирга уланиб, улар учун ҳам 2, 3 ва 4 пунктлар такрорланади.
6. (15) формуладан  $I_{эф}$  (16) формуладан  $Z$  ва (14) формуладан  $L$  нинг қийматлари ҳисобланади.
7. Ўлчанган ва ҳисобланган натижалар 2- жадвалга ёзилади.

2- жадвал

№	$I_{эф}, А$	$U_{эф}, В$	$Z, Ом$	$\nu, Гц$	$U_{узаксиз}, В$	$I_{узаксиз}, В$	$R_0, Ом$	$L, Гц$	$\Delta L$	$N \cdot 100\%$	
											Ўзак-сиз
											Ўзак-ли

**3-МАШҚ.** Ўзгарувчан ток учун Ом қонуни текшириш

1. Пк-1 переключатели В, Пк 2 переключатели 11, Р-рубильник 11-ҳолатига қўйилади.  $\Gamma_2$  ва  $\Gamma_2$  уяларга индуктив ғалтак уланган бўлади.
2. К ва К калитлар занжирга қўшилади ва реостат ёрдамида 10-12 В кучланиш танлаб олиниб, вольтметр ва миллиамперметрнинг кўрсаткичлари ёзиб олинади.

3. Конденсаторнинг ползункасини ўзгартирилиб, сўнгра эса индуктив ғалтак ўзгартирилиб машқ такрорланади.
4. Ғалтак ичига ўзак киритилиб, сўнгра эса индуктив ғалтак ўзгартирилиб, сўнгра эса индуктив ғалтак машқ такрорланади.
5. Вольтметр ва миллиамперметрнинг кўрсатишларидан фойдаланиб, (34) формуладан ҳар бир тажриба учун  $Z$  ҳисобланади.
6. 1 ва 2 машқларда топилган  $R_0, L$  ва  $C$  ларга кўра мос равишда  $Z$  (32) формула ёрдамида ҳисобланади.  $Z$  ларнинг иккала ҳолда топилган қийматлари солиштирилади. (33) формула ёрдамида эса ток билан кучланиш орасидаги фаза силжиши топилади.
7. Ўлчанган ва ҳисобланган натижалар 3-жадвалга ёзилади.

3-жадвал

№	$R_0, Ом$	$L, Г$	$C, Ф$	$\nu, Гц$	$Z(32), Ом$	$I_{\phi}, А$	$U_{\phi}, В$	$Z(34)$	$tg \varphi$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

### ЎЗ-ЎЗИНИ СИНАШ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Актив, индуктив ва сиғим қаршилиқлар фарқини тушунтиринг.
2. Ўзгарувчан ток тўла занжири учун Ом қонуни ёзинг ва тушунтиринг.
3. Фаза силжиши нима?
4. 1 ва 2 –машқлар учун алоҳида электр схема чизинг ва уни тушунтиринг.
5. Ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилиқ бўлган учун алоҳида вектор диаграмма чизинг ва уни тушунтиринг.

### АДАБИЁТЛАР:

1. С.Г.Калашников, Электр, Тошкент, 1979 йил. 217,218,219,220- параграф, 491-501 бетлар.
2. С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент. 1972 йил, 232 параграф, 478-483 бетлар, 234 - параграф, 486-494 бетлар.
3. К.А.Путилов Физика курси 2 - қисм. Тошкент, 1971 йил, 78- параграф, 441-446 бетлар, 80 параграф, 451-457-бетлар, 82 параграф, 462-466 бетлар.
4. И.В. Савельев. . «Умумий физика курси», 11 том, Тошкент.



- 1975 йил, 92,93,94,95- параграф, 288-295 бетлар,
5. Физикадан практикум В.И.Иверонова тахрири остида, Тошкент, 1979 йил, 96 вазифа, 162-167 бетлар.
  6. И.С. Андреев, К.А. Султонова Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент, 1976 йил. 16 лаборатория иши 121-124 бетлар.
  7. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
  8. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.
  9. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 12

**Мавзу:** Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини ўлчаш

**Ишни бажаришдан мақсад:** Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини ўлчаш

**Керакли қурилма ва асбоблар:** ФПМ-01 қурилмаси, тўғри ўзгармас ток кўприги.

### Ишнинг назарияси ҳақида умумий тушунча:

Турли хил ўтказгичлар занжирдан ўтаётган токни турлича чеклайди еки токка турлича қаршилик кўрсатади.

Ўтказгичнинг занжирдаги токни чеклаш хоссасига ўтказгичнинг қаршилиги дейилади.

Ўтказгичнинг қаршилиги  $R$  орқали ўтган ток кучи  $I$  нинг кучланиш  $U$  га боғлиқлигини куйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

Ток кучининг кучланиш ва қаршиликка бундай кўринишдаги боғлиқлигига занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни дейилади. Бу қонун электр ҳодисалар тўғрисидаги таълимотнинг асосий қонунларидан бири бўлиб, у куйидагича таърифланади:

Занжирнинг бир қисмидан ўтаётган токнинг кучи ўтказгич учларидаги кучланишга тўғри пропорционал ва ўтказгичнинг қаршилигига тескари пропорционалдир.

СИ да ўтказгичнинг қаршилиги Ом (Ом) хисобида ўлчанади.

1 Ом деб, учларидаги кучланиш 1 В бўлганда 1 А ток ўтказадиган ўтказгичнинг қаршилигига айтилади.

Ўтказгичнинг қаршилиги унинг ўлчамларига ва ички тузилишига боғлиқ бўлган катталиқдир. Агар ўтказгич цилиндрсимон шаклда бўлса, унинг қаршилиги  $l$  га тўғри ва қўндаланг кесим юзи  $S$  га тескари пропорционал бўлади:

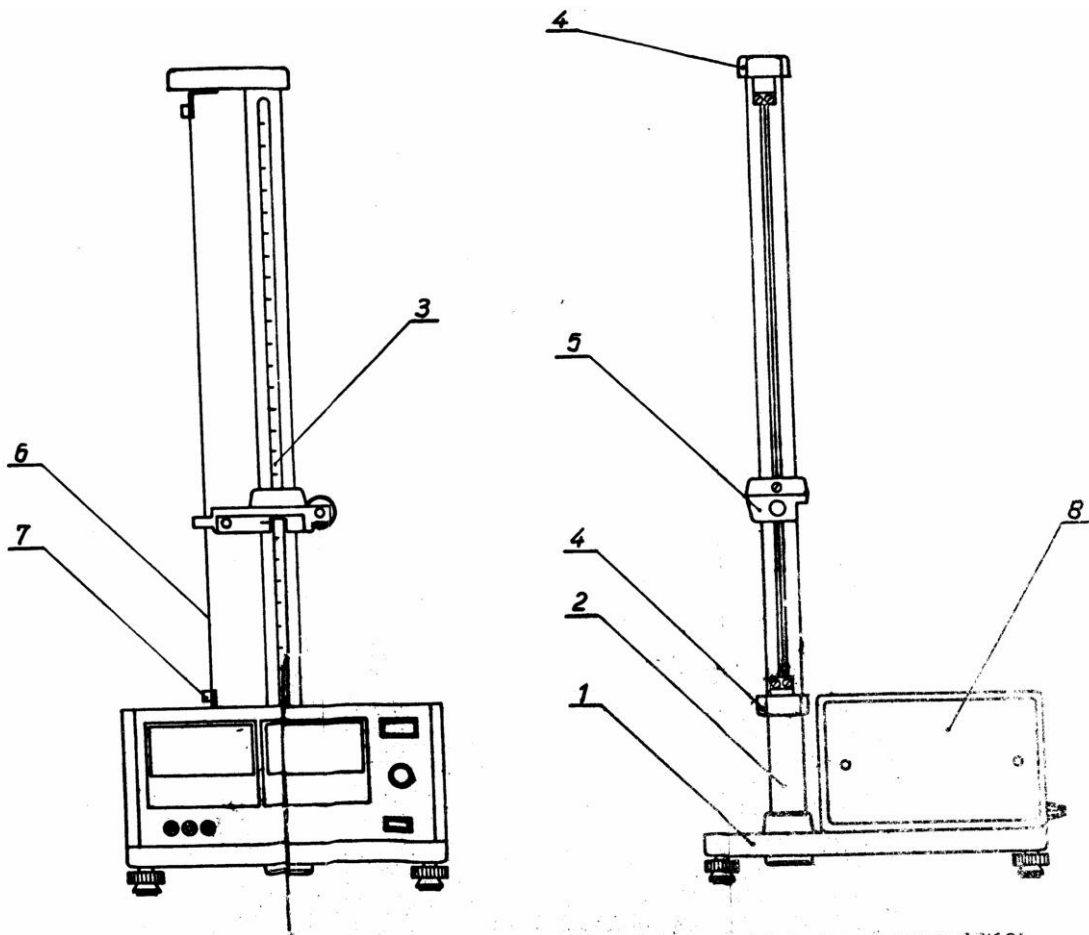
$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2)$$

Бу ерда  $\rho$ -ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги бўлиб, у ўтказгич материалнинг ички хусусиятларига ва ташқи шароитга боғлиқ. СИ да солиштирма қаршилиқ Ом·м ҳисобида ўлчанади.

(2) формуладан  $\rho$  ни топсак, ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги қуйидагича бўлади:

$$\rho = R \frac{S}{l} \quad (3)$$

### Қурилма тузилишининг тавсифи:



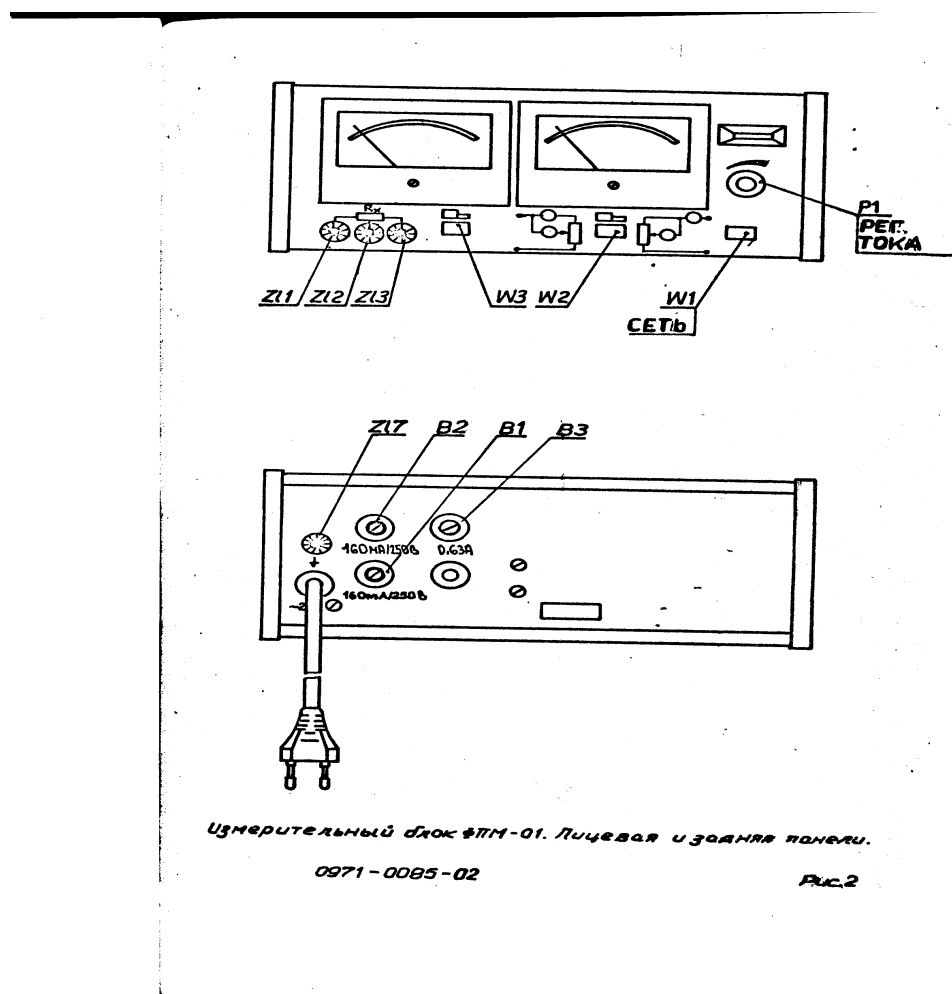
1-расм. ФПМ-01 қурилмасининг умумий кўриниши

Ўтказгич винтлар ёрдамида маҳкамланган. Ҳаракатланувчи кронштейн орқали ўтказгич билан контактли қисқич ёрдамида яхши гальваник боғланиш таъминланади.

Ҳаракатланувчи кронштейндаги махсус чизик ўлчанувчи ўтказгичнинг узунлигини аниқлашни енгиллаштиради. Ўтказгичнинг юқори, пастки ва

марказдаги ҳаракатланувчи кронштейнлардаги контактлари кичик қаршиликли ўтказгичлар ёрдамида олиб келинган ва винтлар ёрдамида асосга қотирилган марказий қисмга ўрнатилган.

Қурилма панелининг олд ва орқа кўринишлари 2-расмда тасвирланган.



2-расм. ФПМ-01 қурилмаси панелининг олд ва орқа кўриниши

### ФПМ-01 қурилмасини электр схемасини тавфиси:

Қурилманинг электр схемаси махсус платга маҳкамланган 3-расмда тасвирланган. Ўзгарувчан ток Тр-1 трансформатор орқали D1, D2, D3, D4 диодлар билан ясалган ўзгармас ток кўпригига узатилади. Тўғирланган ток қаршилик орқали чегараланиб потнциометр билан ўлчанувчи ўтказгич  $R_x$  ни таъминлайди. Ўтказгичнинг ўлчанувчи қисм узунлигида токни ўлчаш учун миллиамперметр ва кучланишни ўлчаш учун вольтметр уланган. W3 тугмача иш турини танлашда, W2 тугмача эса ток ва аниқлигини танлашда хизмат қилади.  $R_x$  уланиш натижасида ташқи ўзгармас ток кўприги уланади.

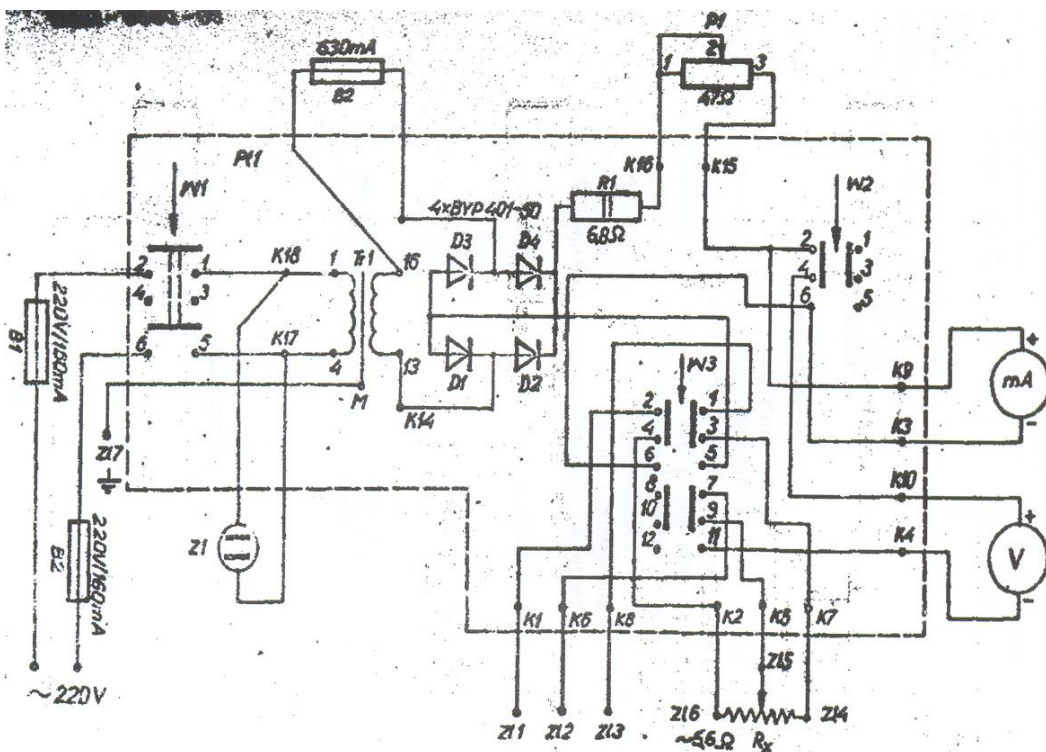
### 1-машқ.

1. W3 тугмачасини босилган ҳолатга қўйинг.
2. W2 тугмачани босилмаган ҳолатда қолдиринг.

3. Ўтказгичнинг узунлигини устундаги махсус чизик ёрдамида шкаладан аниқлаб олинг.
4. Токни  $P1$  токни ўзгартирувчи регулятор ёрдамида ўзгартириб миллиамперметр ва вольтметрларнинг кўрсатишларини ёзиб олинг.
5. Тажрибани уч хил узунликда такрорлаб 1-жадвалга ёзинг.
6. Ўтказгичнинг актив қаршилигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланг:

$$R_{Ак} = R_1 \left(1 - \frac{R_a}{R_1}\right) = \frac{U_V}{I_a} \left(1 - \frac{R_a}{U_V}\right) \quad (4)$$

Бу ерда:  $R_a$  – амперметрнинг ички қаршилиги;  
 $U_V$  – вольтметрнинг кўрсатиши ( $B$ );  
 $I_a$  – миллиамперметрнинг кўрсатиши ( $A$ );



3-расм. ФПМ-01 қурилмасининг электр схемасининг умумий кўриниши

7. Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланг:

$$\rho = R_{Ак} \frac{S}{l} \quad (5)$$

Бу ерда  $S$  – ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи ( $\text{мм}^2$ );  
 $l$  – ўтказгичнинг узунлиги ( $\text{м}$ );  
 $R_{Ак} - l$  узунликли ўтказгичнинг актив қаршилиги;

Солиштирма қаршиликни аниқлашда хатоликни қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{|\rho_{\text{э}} - \rho_{\text{урт}}|}{\rho_{\text{э}}} \cdot 100\% \quad (6)$$

1-жадвал

№	$R_a$ (Ом)	$l$ (м)	$U_V$ (В)	$I_a$ (А)	$R_{Ак}$	$\rho$	$\rho_{урт}$	$P_{\text{э}}$	$\delta$
1									
2									
3									

## 2-машқ

1. W2 тугмачани босилган ҳолатга қўйинг.
2. Ўтказгичнинг узунлигини устундаги махсус чизик ёрдамида шкаладан аниқлаб олинг.
3. Токни  $P1$  токни ўзгартирувчи регулятор ёрдамида ўзгартириб миллиамперметр ва вольтметрларнинг кўрсатишларини ёзиб олинг.
4. Тажрибани уч хил узунликда такрорлаб 2-жадвалга ёзинг.
5. Ўтказгичнинг актив қаршилигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланг:

$$R_{Ак} = R_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_V}\right) = \frac{U_V}{I_a} \left(1 + \frac{I_a}{R_V}\right) \quad (5)$$

Бу ерда:  $R_V$  – амперметрнинг ички қаршилиги;

$U_V$  – вольтметрнинг кўрсатиши (В);

$I_a$  – миллиамперметрнинг кўрсатиши (А);

Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланг:

$$\rho = R_{Ак} \frac{S}{l} \quad (6)$$

Бу ерда  $S$  – ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи ( $\text{мм}^2$ );

$l$  – ўтказгичнинг узунлиги (м);

$R_{Ак} - l$  узунликли ўтказгичнинг актив қаршилиги;

Солиштирма қаршилиқни аниқлашда хатоликни қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{|\rho_{\text{э}} - \rho_{\text{урт}}|}{\rho_{\text{э}}} \cdot 100\% \quad (7)$$

2-жадвал

№	$R_V$ (Ом)	$l$ (м)	$U_V$ (В)	$I_a$ (А)	$R_{Ак}$	$\rho$	$\rho_{урт}$	$P_{\text{э}}$	$\delta$
1									
2									
3									

### 3-машқ

1. W3 тугмачани босилмаган ҳолатга қўйинг.
2. Ҳаракатланувчи кронштейн ўлчанувчи ўтказгичнинг узунлигини асосга нисбатан 0,7 қисмига ўрнатинг.
3. Агарда ички батарея билан ишламоқчи бўлсангиз «Б» улагични қўшилган ҳолатга қўйинг.
4. Z11 ва Z12 қисқичлар билан  $R_x$  кўрсатилгандек ташқи ўзгармас ток кўпригига уланг (5-расм).
5. 3 улагични МВ ҳолатига қўйинг.
6. “Вкл.Г” тугмачасини босилган ҳолатга қўйиб  $P_5$  бурагич билан тавсия этилган  $n$  кўпайтмани танланг.
7.  $R_x$  қаршиликнинг қийматини  $P_1, P_2, P_3, P_4$  бурагичларнинг кўрсатишларини «грубо», сўнг «точно» тугмачаларини босилган ҳолатга қўйиб ёзиб олинг.
8. Олинган натижаларни қуйидаги формула ёрдамида ҳисблаб 3-жадвалга ёзинг:

$$R_x = nR \quad (7)$$

Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланг:

$$\rho = R_x \frac{S}{l} \quad (8)$$

Бу ерда  $S$  – ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи ( $\text{мм}^2$ );

$l$  – ўтказгичнинг узунлиги (м);

$R_x$  –  $l$  узунликли ўтказгичнинг ўзгармас ток кўприги ёрдамида аниқланган қаршилиги қиймати.

Солиштирма қаршиликни аниқлашда хатоликни қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{|\rho_э - \rho_{урт}|}{\rho_э} \cdot 100\% \quad (9)$$

3-жадвал

№	$l$ (м)	$R_x$ (Ом)	$\rho$	$\rho_{урт}$	$P_э$	$\delta$
1						
2						
3						

### Назорат саволлари:

1. Актив қаршилик деб нимага айтилади?
2. Реактив қаршилик деб нимага айтилади?

3. Амперметрнинг ички қаршилигини қандай аниқлаш мумкин?
4. Вольтметрнинг ички қаршилигини қандай аниқлаш мумкин?
5. Солиштирма қаршилик деб нимага айтилади?
6. Ўтказгичларнинг солиштирма қаршилигини аниқлашнинг бошқа қандай усуллари биласиз?

#### **Адабиётлар:**

1. Калашников С.Г. Электр. Тошкент. Ўқитувчи. 1979 й.
2. Иверенова В.С. Физикавий практикум. Электр ва Оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1979 й.
3. Электр ва магнетизм лабораториясидан ўқув қўлланмаси. Гулистон. ГулДУ. 1999 й.
4. Ж.А.Тошхонова, Ж.Камолов. Физикадан практикум. Электр ва магнетизм. Тошкент: 2006.
5. С.Турсунов, Ж.Камолов. Умумий физика курси. Электр ва магнетизм. Т.: “Ўқитувчи”, 1996.
6. Ш.К.Ниёзов, Р.У.Элмуродов ва бошқалар. Умумий физика курсининг «Электр ва магнетизм» бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон: 1999 йил.

## Мундарижа

№	Мавзулар номлари	Бетлар
1	Сўз боши	3
2	Ўқув лабораторияларида хавфсизлик техникасига риоя қилиш ҳақида маълумот	6
3	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 01. Электр ўлчов асбоблари тўғрисида умумий маълумотлар	8
4	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 2. Электростатик майдонни ўрганиш	16
5	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 3. Амперметр ва вольтметрни даражалаш	21
6	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 4. Конденсаторнинг сифимини ўлчаш ва конденсаторларнинг уланиш қоидаларини текшириш	28
7	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 5. Ўзгармас ток кўприги ёрдамида ўтказгичларнинг қаршилигини аниқлаш	33
8	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 6. Ўтказгичлар қаршилигини температурага боғлиқлигини ўрганиш	38
9	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 7. Электр токининг таъсирларини ўрганиш	44
10	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 8. Ярим ўтказгичли диоднинг вольтампер характеристикасини текшириш	49
11	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 9. Уч электродли электрон лампа (триод) ни ўрганиш	54
12	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 10. Ғалтакнинг ўзиндукция коэффициентини Ом қонуни ёрдамида аниқлаш	60
13	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 11. Ўзгарувчан ток занжирини ўрганиш	64
14	ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 12. Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини ўлчаш	73
15	МУНДАРИЖА	80



**Ўқув-услубий нашр**

**Нашриёт муҳаррири: Мирзаев Бекзод**  
**Техник муҳаррир:**  
**Мусаҳҳих: Ражабов Орифжон**

**Нашриёт лицензияси:**

---

**Теришга берилди: 07.11.2017. Босишга рухсат этилди: \_\_\_\_\_**  
**Бичими \_\_\_\_\_ . Times New Roman гарнитураси.**  
**Босма табағи: 5. Адади: 100**  
**Баҳоси келишилган нархда.**

**Нашриёт манзили:**  
**«» нашриёти, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_**

---

**Босмахона манзили:**  
**«» МЧЖда чоп этилди.**

---