

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

*Toshkent to'qimachilik va engil sanoat instituti*

---

**X.I.Isayev, Q.Yo. Hamrayev**

UDK 53.00112

FIZIKA KAFEDRASI

# ***Elektr va magnetizm***

Laboratoriya mashg'ulotlari amaliyoti

Oliy texnika o'quv yurtlarining muhandis – texnik mutaxassisligi bo'yicha ta'lim  
oluvchi bakalavrlar uchun uslubiy qo'llanmasi.

Toshkent – 2010

Ushbu o'quv qo'llanma oliy texnika o'quv yurtlarining muhandis – texnik mutaxassisligi bo'yicha bakalavrlar uchun mo'ljallangan bo'lib, u amaldagi «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» va «Davlat ta'lim standartlari» hujjatlariga hamda fizika fanini o'qitishining namunaviy dasturiga asoslanib yaratilgan. Bunda 12 ta laboratoriya ishi uchun nazariy tayyorgarlik ma'lumotlari, ishni bajarish tartibi va o'lchov natijalarini hisoblash tartiboti keltirilgan. Shuningdek, texnika xavfsizligi qoidalari, elektr tokining inson tanasiga ta'siri, elektr zanjiri elementlarining shartli belgilanishlari va elektr o'lchov asboblari, elektr yurituvchi kuch (EYUK) manbalariga tegishli asosiy ma'lumotlar ham berilgan

**Mualliflar:** Isayev Hamid Isayevich,  
Hamrayev Qosim Yog'murovich,

**Taqrizchilar:** TATU Fizika kafedra dotsenti  
A.A. Fattoxov

TTESI «Fizika» kafedrasida  
dotsenti M.A. Parmonqulov

**Jihozlovchi:** Xonkelidiyev A.R.

TTESI ilmiy uslubiy kengashida muhokama  
qilingan va chop etishga tavsiya etilgan.  
«\_\_» \_\_2010 y. \_\_- sonli bayonnoma.

**Elektr va magnetizm kursiga kirish**

Elektrodinamikani batafsil o'rganishni boshlashdan avval, uning rivoji to'g'risida qisqacha tarixiy ma'lumotlarni keltirib o'tamiz.

Ba'zi bir asosiy elektro magnit hodisalari qadim-qadimdan ma'lum bo'lgan, masalan eramizdan avvalgi 7-asrdayoq qadimgi grek olimi Fales qaxraboni ipak matoga ishqalaganda u engil jismlarni o'ziga tortishini ko'rsatib o'tgan. 16-asr oxirida ingliz vrachi va fizigi V.Gil'bert bir qator tajribalar o'tkazib, nafaqat qaxrabo va balkim oyna, forfor va boshqa jismlarning teri xamda shunga o'xshagan yumshoq matolar bilan ishqalaganda ularda tortish xususiyati paydo bo'lishini aniqladi. U bu hodisani **elektrlanish** deb ataladi.

Elektrostatikaning birinchi miqdoriy qonunini-1785 yilda Sh.Kulon tajriba yo'li bilan aniqladi. Oradan 1 yil o'tib, L.Gal'vani elektr toki hodisasini kashf etdi. 1799 yilda A.Vol'ta birinchi bo'lib, barqaror elektr yurituvchi kuch (E.YU.K). manbasini yaratdi. 1820 yilda X.Ersted magnit va tok orasidagi ta'sirlashuvni kuzatdi. A.Amper esa toklarning o'zaro ta'sirlashuvini o'rganib, bu hodisani hisoblash usulini ko'rsatib berdi. 1826 yilda G.Om metall o'tkazgichdagi tok kuchi va kuchlanishni bir-biri bilan bog'lovchi qonunni aniqlab, uni nazariy jixatdan asoslab berdi.

1831 yilda M.Faradey barcha amaliy elektrotexnika va radiotexnikaning asosida yotuvchi elektromagnit iduktsiya hodisasini kashf etdi. U 1833 yilda elektroliz qonunini tajribaviy usulda aniqladi. Bu qonun elektr zaryadlarining diskretligini tasdiqlashgi asos bo'ldi. 1845 yilda Faradey magnit maydonida joylashgan modda orqali yorug'lik o'tganida shu yorug'lik tebranishlari tekisligining o'zagrishini kuzatdi. Bu fakt yorug'lik va elektr o'rtasidagi bog'lanishdan dalolat beradi. Faradey 19 asrning 30-50 yillaridayoq birinchi bo'lib elektr va magnit maydonlar tushunchasini kuzatdi.

1841-1842 yillarda E.X.Lents va Dj.Djoul' tokning issiqlik ta'siri qonunini aniqladilar. Faradeyning tadqiqot ishlari bazasida toklar elektrotexnikasi rivojlandi, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok generatorlari va dvigatellari yaratildi, elektroenergiyani uzoq masofalarga uzatish imkonini beruvchi qurilma

transformatorlar paydo bo'ldi. 1853 yilda Kel'vin (U.Tomson) past chastotali elektromagnit tebranishlarini olishga muvoffaq bo'ldi va uning nazariyasi ishlab chiqdi.

1860-1865 yillarda Dj.Maksvell to'plangan barcha ilmiy materiallarni umumlashtirib, elektromagnit maydon nazariyasini yaratdi, elektromagnit to'lqinlar mavjudligini bashorat qildi, yorug'likning elektromagnit tabiatga ega ekanligini tasdiqladi (1873y.) va yorug'lik bosimini nazariy xisobladi.

1887-1888 yillarda G.Gerts tajribada uzun elektromagnit to'lqinlarni oldi. P.N.Lebedov yorug'likning qattiq jism va zaryadga ko'rsatadigan bosimni tajribada bevosita o'lchab, Maksvellning hisoblari to'g'ri ekanligini isbotladi. 1881 yilda nemis fizigi va fiziologi G.Gel'mgolts moddalarda elementar elektr zaryadli zarrachalar mavjud degan gipotezani ilgari suradi. Keyinchalik bu gipoteza (1897 yilda ingliz fizigi Dj.Tomson tomonidan)elektronning va (1919 yilda ingliz fizigi E.Rezerford tomonidan) protonning ochilishi bilan o'z isbotini topdi. 1911 yilda R.Milliken elektronning zaryadini o'lchab, - uning zaryadi diskret ekanligini isbotladi. Tashqi fotoeffekt xodisasi (G.Gerts 1888y.) va unga tegishli qonunlarning (A.G.Stoletov, 1888y., A.Eynshteyn 1905y.) kashf etilishi, shuningdek, qizdirilgan metallardan elektronning ajralib chiqishi xodisasi (T.Edison 1883y.) vakuumli elektron lampasi (Dj.Fleming 1904y.) yaratishga va radiotelefoniya usullarini ishlab chiqishga imkoniyat yaratdi. 1895 yilda A.S. Popov radiotelegrafiyani kashf etdi.

XX asrning 30 – yillarida yarimo'tkazgichlarini faol o'rganish boshlandi, uning natijasi o'laroq 1948 yilda U.Shokli va boshqalar tomonidan tranzistor kashf etdi. Yarim o'tkazgichlarni amaliy o'zlashtirish zamonaviy elektronika, yuqori sifatli televideniya va elektron xisoblash mashinalarning yaratilishiga olib keldi. Shuningdek, sanoatning turli tarmoqlari uchun misli ko'rinmagan rivojlanish imkoniyatlari ochildi.

1911 yilda K.Kamerling – Onnes tomonidan o'ta o'tkazuvchanlik xodisasi kashf etildi. 1986-1997 yillarda qarshiligi  $T \approx 100K$  temperaturada xam nolga teng bo'luvchi yangi materiallar yaratildi. Uning asosida elektr energiyasini uzatuvchi va

xozirda to'plovchi qurilmalarni mukammallashtirish, yangi rusumdagi transport vositalarini ishlab chiqish imkoniyati paydo bo'ldi.

### **Texnika xavfsizligi qoidalari**

Elektr va magnetizm bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarishga kirishidan oldin, avvalo ishning tavsifnomasi bilan tanishib chiqish darkor. Ishni bajarish vaqtida esa juda ehtiyotkor bo'lib, texnika xavfsizligi qoidalari mutlaqo qat'iy bajarib berish talab etiladi.

Ko'p xollarda, talabalar tajriba qurilmasini mustaqil ravishda uning printsiptial sxema (chizma)si asosida – montaj qilishiga to'g'ri keladi.

#### ***Quyidagilarni esda tutish lozim:***

1. Butun elektr elektr sxemasi ulovchi o'tkazgichlar yordamida montaj qilinadi. O'tkazgichlar himoya qatlami bilan qoplangan, ularning oxiridagi ochilgan qismi esa zangdan tozalangan bo'lishi kerak.
2. Kontaktanuvchi uchlari ishonchli darajada mahkam biriktirilgan bo'lishi lozim.
3. Hatto himoya qatlamli o'tkazgichlarni ham bir – bir bilan biriktirib o'rashga yo'l qo'yilmaydi.
4. Zanjir tok manбайдan boshlab yig'iladi, lekin u tarmoqqa eng oxirda ulanadi. Sxemani buzib, yig'ishtirishda esa tarmoqdan birinchi bo'lib tok manbai uziladi.
5. Agar tok o'zgarmas bo'lib, o'lchov asbobidagi nol shkalasi uning o'rtasida emas balki chapda bo'lsa, unda manbaning qutbi asbobning qutbi bilan ulanadi. (u doimo asbob eshigining chap tomonida bo'ladi).
6. Zanjirga ulanaligan barcha reostatlar maksimal qarshilik xolatiga o'rnatiladi.
7. Potentsiometrlar – konturga berilgan kuchlanishining noliga o'rnatiladi.
8. Zanjirni yig'ayotganda barcha kalitlar va kommutatorlar ochiq holda bo'lishi lozim.
9. Sxemani - o'qituvchi yoki laborant tekshirmasidan tokka ulash mutlaqo qat'iy taqiqlanadi.

10. Faqat bevosita o'lchov natijalarini olish paytidagina zanjir tokka ulanadi.

Elektr sxemalari bilan ishlayotganda texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilish uchun quyidagilarni yodda tutish kerak:

- 1) O'qituvchi yoki laborantning ruxsatisiz rubil'nik va vilkalar ulanmaydi.
- 2) O'qituvchi yoki laborant tekshirib chiqmaguncha sxemalar kuchlanish tarmog'iga ulanmaydi.
- 3) Kuchlanish ostida bo'lgan sxemalaridagi o'tkazgich simlarini ulash yoki uzish ishlari bajarilmaydi.
- 4) Sxemaning himoya qatlamiga ega bo'lmagan qismlariga aslo teginilmaydi.
- 5) Kuchlanish ostida bo'lgan sxemani nazoratsiz qoldirilmaydi.

### **Elektr tokining inson tanasiga ta'siri**

Elektr toki inson sog'ligi va xatti hayoti uchun katta xavf tug'diradi. Majruxlash darajasi darajasi tok kuchiga, uning ta'sir qilish vaqtiga va tokning inson tanasida qanday yo'nalishda oqib o'tganiga bog'liq holda aniqlanadi. Elektr toki ayniqsa yurak va miyaga eng ko'p ta'sir o'tkazadi, buning oqibatida ularning faoliyati izdan chiqishi mumkin.

Ko'pgina odamlar  $1\text{ mA}$  kuchiga ega bo'lgan elektr tokini sezishadi. Bir necha milliamper tok og'riqli sezgi uyg'otadi, lekin bu tok sog'lom odam xayotiga deyarli xavf solmaydi. Lekin  $10\text{ mA}$  dan katta bo'lgan toklar esa muskullarni keskin qisqarishiga majbur qiladi va aksiyat xollarda, inson tok manбайдan qutulib ketishga o'zida kuch topolmay qolishi mumkin (masalan, yaroqsiz elektr uskunasi yoki himoya qatlamiga ega bo'lmagan sim o'tkazgichda kuzatiladi).

Bu holda nafas olish to'xtaydi, faqat darhol sun'iy nafas oldirish bilangina insonni hayotga qaytarish mumkin. Agar  $70\text{ mA}$  dan katta bo'lgan tok yurak sohasiga htasa – yurak muskullari betartib

qisqara boshlaydi va natijada bir me'yordagi qon aynalanish jarayoni buziladi. Bu hodisani yurakning fibrillyatsiya deyiladi. O'z vaqtida to'xtatilmagan fibrillyatsiya o'linga olib keladi. Qanchalik g'alati tuyulmasin ancha katta tok kuchi ( $I$  A chegarasi)da majruhlanish unchalik katta bo'lmaydi va bu holda o'lim yakunlanish ehtimoli anchagina kamayadi.

Tok kuchi tananing qarshiligiga bog'liq bo'ladi. Badanimizning ichki qismida joylashgan kletkalarining qarshiligi juda kichik, undagi suyuqliklar ionlarga ega bo'lib o'zidan elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Biroq quruq teri katta qarshilikka ( $10^4 - 10^6 \text{ Om}$ ) ega. Ho'l teri esa qarshilikni  $10^3 \text{ Om}$  va undanda kichikroq qiymatgacha kamaytiradi.

Er bilan yaxshi kontaktga ega bo'lgan holida inson ho'l qo'li bilan  $120 \text{ V}$  kuchlanish ostida turgan o'tkazgichni ushlasa, inson tanasidan  $I = \frac{120V}{1000\text{Om}} = 120\text{mA}$  tok o'tishi mumkin. Bu juda mudhish oqibatlarga olib kelishini yuqorida ta'kidlab o'tdik.

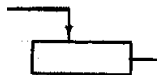
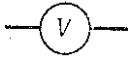
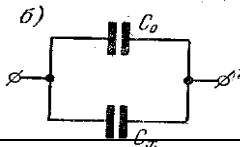
O'zgaruvchan tokka nisbatan inson tanasini – rezistor va kondensatorni o'zaro parallel ulangan holi deb qarash mumkin. Doimiy tok faqat «rezistor» orqali o'tadi va agar tananing aktiv qarshiligi katta bo'lsa – tok kichik bo'ladi.

O'zgaruvchan tok esa ham aktiv qarshilik, ham sig'im qarshilik orqali o'tadi. Ular o'zaro parallel bo'lgani uchun to'la impedans (natijaviy qarshilik) aktiv qarshilikdan kichik, tok kuchi esa katta bo'ladi.

Inson tanasining  $50 \text{ Gts}$  chastotali o'zgaruvchan tokka qarshiligi odamdagidan ikki marta kichik bo'lishi mumkin. Shu sababdan o'zgaruvchan tok inson tanasi uchun yanayam xavfli hisoblanadi.

### **Elektr zanjiri elementlarining shartli belgilanishlari**

| I  | Elektr iste'molchining nomi | Harf belgisi | Shartli sxematik belgilanishi |
|----|-----------------------------|--------------|-------------------------------|
| 1. | Rezistor (qarshilik)        | $R$          |                               |

|     |                                      |                                 |                                                                                       |
|-----|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.  | -Shunt qarshilik                     | $R_{sh}$                        |    |
|     | -Manbaning ichki qarshiligi          | $r$                             |                                                                                       |
| 2.  | -Qo'shimcha qarshilik                | $R_k$                           |                                                                                       |
|     | Reostat (o'zgartiriluvchi qarshilik) |                                 |    |
| II  | Tok manbalari                        |                                 |                                                                                       |
|     | - O'zgarmas                          | $\varepsilon$                   |    |
|     | - O'zgaruvchan                       | $U$                             |    |
| III | O'lchov asboblari                    |                                 |                                                                                       |
|     | 1. Ampermetr                         |                                 |                                                                                       |
|     | - Kiloampermetr                      | $10^3$                          |    |
|     | - Milliampermetr                     | $10^{-3}$                       |                                                                                       |
|     | - Mikroampermetr                     | $10^{-6}$                       |                                                                                       |
|     | - Gal'vonometr                       | $10^{-7}$                       |                                                                                       |
| 2.  | Vol'tmetr                            |                                 |  |
|     | - Kilovol'tmetr                      | $10^3 B$                        |                                                                                       |
| 3.  | Vattmetr                             |                                 |  |
| IV  | Kondensator                          | $C$                             |  |
|     | - Ketma – ket ulash                  | $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ |  |
|     | - Parallel ulash                     | $C = C_1 + C_2$                 |  |

- O'lchash aniqligi bo'yicha: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

klasslari mavjud. 0,1;

0,2 va 0,5 aniqlik klassidagi asboblarda laboratoriya ishlarida aniq o'lchash uchun foydalaniladi. Ularni pretsizionli asboblarda deyiladi.

Asbobning ikkala sirtidagi – uning ta’sir ko’rsatish (ishlash) printsipini ko’rsatuvchi simvol belgilab ko’rsatiladi. Shuningdek, unda tok turi – doimiy (-) yoki o’zgaruvchan (~), asbobning joylashish holati – vertikal ( $\perp$ ), gorizontal ( $\rightarrow$ ), himoyasini teshib o’tuvchi – yoruvchi kuchlanish (masalan,  $\downarrow \sqrt{2kV}$ ) aniqlik klassi ham ko’rsatilgan bo’ladi.

Elektr o’lchov asboblari sistemalarining shartli belgilaniladi, quyidagi ko’rinishda bo’ladi:

| <i><b>Sistema</b></i> | <i><b>Shartli belgilanish</b></i>                                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Magnitoelektrikli     |    |
| Elektromagnitli       |    |
| Elektrodinamikli      |   |
| Issiqlikli            |  |

### **Elektr o’lchov asboblari**

Elektromagnit ta’sirlashuvdan turli tipdagi elektr o’lchov asboblari yasashda foydalaniladi. Asboblar quyidagi jihatlariga ko’ra farqlanadilar:

- O’zlariga mos keluvchi tokning turi bo’yicha (doimiy, o’zgaruvchan, yuqori chastotali);
- O’lchanadigan fizik kattalikning turiga ko’ra (tok kuchi, kuchlanish, quvvat va h.o);

Har qanday o’lchov asbobi quyidagi umumiy talablarni bekamu - ko’st qanoatlantirishi shart:

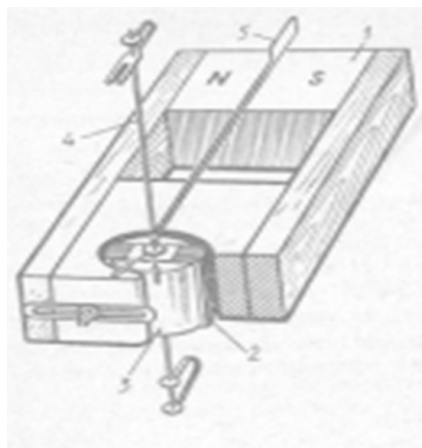
- Tanlangan fizik kattalikning qiymatini asbob ulangan zanjirdagi rejimini buzmasdan belgilangan aniqlik darajasida qayd qila olishi;
- Tashqi ta’sirlarga deyarli loqayd bo’lishi;

- O'lchash intervalida qisqa vaqtli zo'riqishlariga dosh berishi;
- Ish jarayonida ishonchli va puxta natijalarni berishi;

Eng ko'p ishlatiladigan o'lchov asboblari tuzilishining asosiy printsiplarini ko'rib chiqamiz.

### 1. Magnitoelektrikli asboblari (1 - rasm)

Bu asboblarda kuchli doimiy yoysimon magnit yo mavjud bo'lib, u o'zining qutblari va o'zak 3 orasidagi tor tirqishda bir jinsli maydon hosil qiladi. Bu tirqishda yuqoridagi (sezgir gal'vanometr - yupqagina simtorga) osib qo'yilgan yassi ramka 2 aylanma harakatlana oladi. Undagi sim tor ko'rsatkich – strelka 5 bilan bog'langan: O'ta sezgir gal'vanometrlarda strelka – osma ipga biriktirilgan kichik oyna bilan almashtirilgan.



1- rasm

Ramkadan  $I$  tok o'tganida hosil bo'luvchi aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi:  $M = IBSN \sin(\vec{n}, \vec{B})$  bunda  $V$  – induksiya moduli,  $S$  – ramka yuzasi,  $N$  – undagi o'ramlar soni,  $n$  – ramka yuzasiga o'tkazilgan normal'. Buraluvchi ip tormozlovchi moment hosil qiladi:

$$M_1 = -D\alpha$$

bunda  $D$  – buralish doimiysi,  $\alpha$  - burilish burchagi. Demak burilish burchagi tok kuchiga proporsional bo'lar ekan. Asbob shkalasi bir tekis taqsimotga ega ekanini uning afzalligi soni. Ramkaning tebranish davri odatda sekundlar bilan o'lchanadi, shu bois tokning juda tez

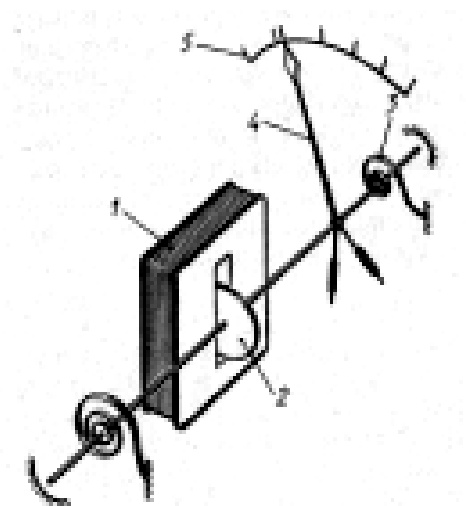
o'zgarishlariga mos holda o'zgara olmaydi. Shu sababli o'zgaruvchan tok zanjirlarida magnit elektrik asboblari yaroqsizdirlar. Agar to'g'rilansa unda asbobning o'rtacha qiymatini o'lchashi mumkin.

Magnitoelektrik asboblari – juda sezgir ( $10^{-8} A/bol$ ) asboblari hisoblanishadi. Kuchli toklarda ularni shuntlab ampermetr holida va yoki qo'shimcha rezistor bilan ta'minlab vol'tmetr shaklida foydalanish mumkin.

Strelkaning burilish ishorasi tokning yo'nalishiga boyliq bo'lgani uchun odatda bu asboblarda boshlang'ich holati shkalaning o'rtasiga mos keladigan qilib olinadi. Bu asbobning ishlash jarayonida tokning yo'nalishini bilib turishga imkon tug'diradi.

## 2. Elektromagnitli asboblari (2 - rasm)

Bu asboblari doimiy va o'zgaruvchan tok zanjirlarida birday ishlashlari mumkin. Ularning o'lchov mexanizmidan siljimaydigan g'altak – 1 mavjud bo'lib, undan tok o'tganida ferromagnit yassi o'zak – 2 g'altakka tortiladi.



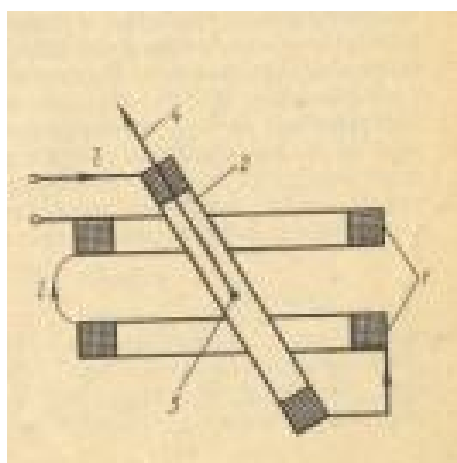
2- rasm

Bu paytda teskari moment hosil qiluvchi prujina – 3 o'rala boshlaydi. O'zak o'zi burilganda strelka – 4 ham buriladi. Bunda o'zakka ta'sir qiluvchi aylantiruvchi moment oqib o'tayotgan tokning kvadratiga propotsional bo'ladi.

Shu sababli asbob shkalasi 5 bir tekis taqsimlanmagan. Bu turdagi asboblar konstruksiyasining oddiyligi, katta zo'riqishlarga chidamliligi bilan ajralib turadi. Lekin ularning sezgirliigi katta emas. Ualrdan o'ta aniqlik talab qilinmaydigan texnik o'lchamlarda foydalaniladi.

### 3. Elektrodinamikli asboblar (3 - rasm)

Ularning o'lchash mexanizmi qo'zg'almas g'altak 1 hamda uning ichida joylashgan va o'qi 3 atrofida erkin aylana oluvchi, qo'zg'aluvchan g'altak 2 lardan tashkil topadi.  $\phi$ altak burilgandastrelka - ko'rsatkich 4 ham buriladi.

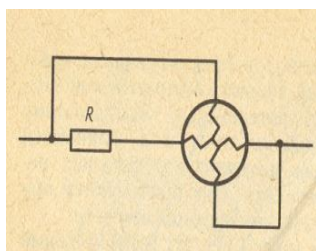


3-rasm

Vujudga keladigan burilish burchagi g'altaklardagi toklarning ko'paytmasiga proporsional bo'ladi. Agar ular o'zaro ketma – ket ulansa, unda asbob ampermetr yoki vol'tmetr (bu holda, u qo'shimcha rezistor bilan ta'minlanadi) sifatida ishlaydi.

Agar g'altaklar 4 – rasmda ko'rsatilgandek ulansa, unda bir g'altakdagi tok kuchi rezistor  $R$  dagi tok kuchiga teng bo'ladi, ikkinchisidagi tok kuchi esa shu rezistordagi kuchlanishga proporsional bo'ladi.

Shuning uchun tok kuchlarining ko'paytmasi – rezistor iste'mol qilayotgan quvvatga proporsional bo'ladi. Bu holda asbob vattmetr sifatida ishlaydi.

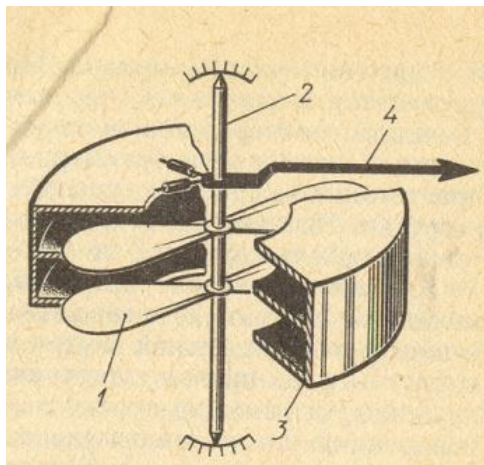


4-rasm

Asbob doimiy va o'zgaruvchan toklarda ishlaydi, lekin uning sezgirligi nisbatan past bo'ladi.

#### 4 Elektrostatikali asboblarda (5 - rasm)

Bu asboblarda o'qqa 2 mahkamlangan qo'zg'aluvchan metall plastinka 1 kulon kuchlari ta'siri ostida qo'zg'almas plastinkalar 3 oralig'idagi fazoga so'rilib – tortiladi.



5 - rasm

Tormozlovchi moment hosil qiladigan prujinani (u rasmda ko'rsatilmagani) o'rab – buraydi va strelkani 4 burib aylantiradi. Asboblarda doimiy va o'zgaruvchan tok zanjirlarida vol'tmetr sifatida qo'llaniladi. Ular kichik sezgirlikka ega va zo'riqishga chidamaydi. (yonib ketishi mumkin).

#### 5. Issiqlikli va termoelektrikli asboblarda

Issiqlikli asboblarda nisbatan kam tarqalgan bo'lib, ular asosan yuqori chastotali (bir necha megogerts) tok zanjirlariga mo'ljallangan. Ularda tarang tortilgan yupqa metall sim (ip) ishlatiladi. Tok o'tayotganida u qizib uzayadi va strelka ko'rsatgichini buraydi.

Termoelektrikli asboblarda o'lchanayotgan tok katta solishtirma qarshilikli, zanjir qismini qizdiradi. Bu qismga - hosil bo'luvchi termo EYUKni o'lchaydigan magnitoelektrik sistemali asbob bilan ulangan – termopara kavsharlangan.

Hozirgi paytda tsifrli o'lchov asboblari keng ko'lamda ishlatilmoqda. Ularda o'lchanadigan kattalik (masalan, kuchlanish) avtomatik tarzda etalon kattalik bilan solishtiriladi. Bir necha almashinib - o'zgarishlardan so'ng solishtirish natijasi ekranga yonib turuvchi son sifatida chiqariladi.

## **6. Lampali va yarim o'tkazgichli asboblari**

Zamonaviy radiotexnikada bu asboblari indikatorlar - o'ta sezgirlikli magnitoelektrikli uskunalar yoxud elektron ostsilloqrafga bog'langan holda ishlaydi.

### **Elektr yurituvchi kuch (EYUK) manbalariga tegishli asosiy ma'lumotlar**

Amaliyotda keng tarqalgan EYUK manbalarining ba'zilarini qarab chiqamiz.

**1. Elektrostatik mashina.** Bu mashinalar katta popentsiallar farqi (o'nlab kilovol'tgacha) olishga imkon beradi, lekin tok kuchi juda kichik (milliamperlar) bo'ladi.

Bu mashinada ishqalanish tufayli zaryadlar hosil bo'lib, keyin ular bir – birlaridan uzoqlashadilar. Ularni uzoqlashtirish uchun sarflanadigan mexanik energiya hisobiga elektrostatik maydon energiyasi vujudga keladi.

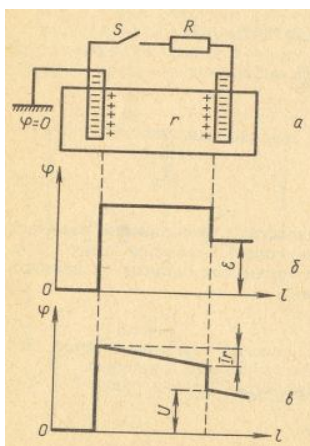
Bu mashinalarning eng mukammal konstruktsiyasini Van de Graaf generatori hisoblanadi.

## **2. EYUKning ximiyaviy manbalari**

### **a) Gal'vanik elementlar (6 - rasm)**

Birinchi bo'lib A. Vol'ta tomonidan yaratilgan bu manbalarda zaryadlarning ajralishi kimyoviy reaksiyalar hisobiga sodir bo'ladi. (6 - rasm) Gal'vanik element – tuz yoki kislotaning suvdagi eritmasi solingan idishdan iborat. Unga ikkita turli tabiatli metall elektrod kiritilgan. Metallning qisman (arzimas miqdorda) erishi kuzatiladi.

Natijada eritmaga musbat ionlar kelib tushadi, metallda esa ortiqcha (kompensatsiyalanmagan) elektronlar paydo bo'ladi (6a - rasm).



6a – rasm

Shuning uchun ionlar metall sirtida ikkilamchi elektrik qatlamni hosil qiladi.

Dinamik muvozanat yuzaga keladi: ba'zi ionlar metallga qaytadi, ba'zilari esa eritiladi qoladi. Ikkilamchi qatlamda juda katta elektr maydoni yaratilgani uchun, unda potentsialning sakrab o'zgarishi sodir bo'ladi, ya'ni boshqacharoq aytganda elektrod – uni o'rab turgan suyuqlik qatlamiga nisbatan kichik potentsialga ega bo'lib qoladi. Bunday holat ikkinchi elektrodda ham kuzatiladi. Metallar turlicha bo'lgani uchun potentsialning sakrab o'zgarishi ham turlicha bo'ladi (6b - rasm). SHu sababli element qisqichlarida uning EYUKni xarakterlovchi – potentsiallar farqi  $\varepsilon$  olinadi.

Gal'vanik elementning EYUK 1 – 2 V ni tashkil etadi.

Elementdagi suyuqlik qatlami kichik bo'lsada, lekin sezilarli  $r$  qarshilikka ega bo'ladi. SHuning uchun ishlayotgan elementdagi

potentsial taqsimoti o'zgaradi. (6b - rasm). Elementning qisqichlaridagi potentsiallar farqi dastlabki EYUKga nisbatan kamayadi. Ravshanki element katta tok bera olmaydi. Zarur hollarda bir xil elementlardan parallel ulangan tizim hosil qilinadi. Bu holda tizimning umumiy ichki qarshiligi kamayadi.

### **b) Akkumulyatorlar**

Bu qurilmalarda eritmaga bir jinsli elektrodlar tushiriladi va tashqi manba yordamida undan tok o'tkaziladi. Keng tarqalgan qo'rg'oshinli akkumulyatorlarda qo'rg'oshin plastinkalar oltingugurtli kislotalarga kiritiladi. Ularning sirtida qo'rg'oshin sulfati ( $PbSO_4$ ) hosil bo'ladi. Tashqi manbaning musbat qutbiga ulangan plastinkadan tok o'tkazilganda qo'rg'oshin - qo'rg'oshin pereoksidi ( $PbO_2$ ) gacha oksidalanadi. Vodorod ajraladigan ikkinchi elektrodda esa toza qo'rg'oshin olinadi. Shunday qilib, zaryadlanishdan so'ng plastinkalar ximiyaviy jihatdan turlicha bo'lib qolishadi va akkumulyator qisqichlarida 2V atrofida EYUK hosil bo'ladi.

Akkumulyatorni tashqi zanjirga ulangand uning musbat plastinkasi yana qo'rg'oshin II oksidigacha tiklanadi, manfiysi esa qo'rg'oshin II oksidigacha oksidlanadi. Lekin zaryadsizlanish jarayonini oxirigacha etkazib bo'lmaydi. Qachonki plastinkalarning ximiyaviy holati nisbatan bir xilga etganida asbobning EYUK pasayadi, taxminan 1,90 – 1,85 V atrofida zaryadsizlanishni to'xtatib, akkumulyatorni yana zaryadlab olishga to'g'ri keladi. Bu asboblarning qimmatli jihati shundaki, unda plastinkalarni istalgancha bir – biriga yaqin joylashtirish mumkin, Chunki uning ichki qarshiligi kichik bo'lib, undan katta toklarni (o'nlab ampermetrgacha) olish mumkin.

Katta massaga ega bo'lishi va elektrolit sifatida oltingugurtli kislotalarning ishlatilishi qo'rg'oshinli akkumulyatorlarning eng asosiy kamchiligi hisoblanadi.

Boshqa turdagi xususan temirning kelishi akkumulyatorlar ham mavjud. Ulardan asos elektrolit hisoblanadi. Ular nisbatan zaryadsizroq, kichik massaga ega bo'ladilar.

Barcha akkumulyatorlar sig'im bilan ya'ni keyingi zaryadlanguncha bera oladigan zaryad (ular odatda amper – soatlarda ifodalanadi) bilan xarakterlanadilar.

### **3. Elektromexanik manbalar**

Tolali simdan yasalgan o'ram magnit maydonida aylantirilsa unda elektromagnit induksiya EYUK hosil bo'ladi. O'ramni ramka shakliga keltirib uning uchlarini tashqi zanjirga ulansa undan o'zgaruvchan tok o'ta boshlaydi. Maxsus qurilma (to'g'rilagich)lar yordamida uni doimiy tokka aylantiriladi. O'ramni aylantirish uchun ish bajariladi: uning hisobiga elektr energiyasi olinadi. Bu generatorlar ulkan tokli texnikalarda, xususan zamonaviy (amaldagi) elektrostantsiyalarda qo'llaniladi.

### **4. Magnitogidrodinamik generatorlar**

Bularning ishlash printsipli ham elektromagnit induksiya xodisasiga asoslanadi. Lekin bu holda magnit maydonida g'altak emas, balkim erigan metall oqimi yoki qaynoq plazma xarakatlanadi.

Bu generatorlar nisbatan yangi hisoblanishadi. Ulardan ulkan toklar sohasida foydalaniladi.

### **5. Fotoelektrik manbalar**

Bir qator yarim o'tkazgichlarda yorug'lik nuri ta'siri ostida ichki fotoeffekt ro'y beradi, ya'ni o'tkazuvchanlik xususiyatini hosil qila oladigan elektronlar paydo bo'lib, ular oqibat natijada EYUK ni hosil qiladilar. Kosmik apparatlarda keng qo'llanilayotgan quyosh batareyalari bunga misol bo'la oladi.

### **6. Termoelektrik manbalar.**

Agar elektr zanjiri turlicha metallar (yoki yarim o'tkazgichlar)dan tashkil topsa, unda termo EYUK hosil bo'ladi. Uning qiymati metallning materialiga va kontaktlardagi temperaturalar farqiga bog'liq

bo'ladi. Termo EYUKning miqdori juda kichik bo'ladi. Metallar uchun har gradus farqiga bir necha mikrovol't hosil bo'ladi, xolos. Yarim o'tkazgichlarda esa bu kattalikning miqdori bir daraja yuqori bo'ladi.

## 7. Izotop manbalar

Ularda izotopning radioaktiv emirilishida hosil bo'luvchi nurlanish energiyasidan foydalaniladi. Bunda, izotop etarlicha yashash vaqtiga ega bo'lib, u bezarar, oson yutiladigan nurlanish hosil qilishi lozim. Ko'p hollarda  $\alpha$  – zarracha (geliy yadrosi)lar nurlaydigan plutoniy qo'llaniladi (uning faolligi 90 yilda ikki martaga kamayadi).

Har tomonlama ishonchli va uzoq ishlash muddatiga ega ekanligi izotop EYUK manbalarining afzalligi sanaladi.

Kichik o'lchamli izotop manbalardan meditsinada keng foydalaniladi (masalan yurak faoliyati stimulyatorlari)

## Elektr zanjirida bajariladigan ish va ajraladigan quvvat

Manba sarflaydigan quvvat qisman (foydali quvvat) tashqi zanjirda, qisman esa ichki qarshilikda ajraladi (isroflanuvchi quvvat). Manbaning foydali ish koeffitsienti quyidagiga teng:

$$\eta = \frac{P_{\phi}}{P} = \frac{I^2 R}{I^2 (R + r)} = \frac{R}{R + r} < 1$$

Zanjir ish rejimini to'g'ri tanlash (manbani iste'molchi bilan muvofiqlashtirish) uchun, R va r qarshiliklarni ma'lum bir nisbatda olish lozim. Odatda, bu hollar uchun manba berilgan deb hisobanadi. Shunda, tok kuchi quvvati va FIK ning  $R/r = \beta$  ga bog'lanishini o'rganib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$I = \frac{\varepsilon}{r} \cdot \frac{1}{1 + \beta}; \quad P_{\phi} = \frac{\varepsilon^2}{r} \cdot \frac{\beta}{(\beta + 1)^2}; \quad P = \frac{\varepsilon^2}{r} \cdot \frac{\beta}{1 + \beta}; \quad \eta = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

Mos holda bu kattaliklarning maksimal qiymatlarini aniqlaymiz:

$$P_{\phi_m} = \frac{\varepsilon^2}{4r}; \quad \text{agar } \beta = 1; \quad P_m = \frac{\varepsilon^2}{r}; \quad \text{agar } \beta = 0$$

$$I_m = \frac{\varepsilon}{r}, \text{ agar } \beta = 0; \quad \eta_m = 1 \text{ agar } \beta \rightarrow \infty$$

Bu bog'lanishlar diagrammasi rasmda keltirilgan

Elektr zanjirlarining muhim xossalarini belgilab olamiz:

1. Muvofiqlashtirish sharti bajarilsa, foydali quvvat maksimal qiymatga erishadi:  $R = r$

2. To'la quvvat  $R = 0$  bo'lsa, maksimal'

$R = r$  bo'lsa 2 marta kamayadi

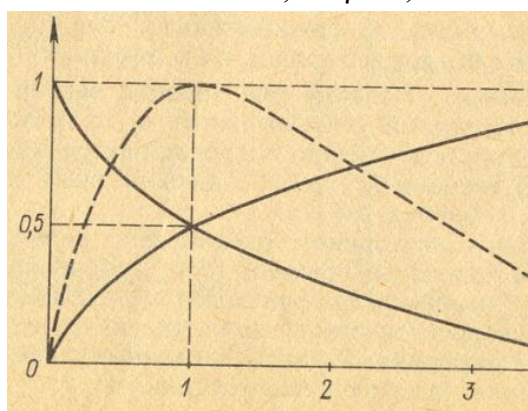
$R \rightarrow \infty$  bo'lsa, nolga intiladi

Tok kuchi haqida ham shu fikrlarni takrorlash mumkin.

$$R = 0, \quad \eta = 0$$

$$\text{FIK} \quad R = r, \quad \eta = 0,5$$

$$R = \infty, \quad \eta \rightarrow 1$$



6b-rasm

Tenglamalar va diagrammadan quyidagicha xulosa chiqarish mumkin: ayni bir vaqtning o'zida ham maksimal quvvat va ham maksimal FIKga erishib bo'lmaydi.

EYUK manbalarini ikkita turli sinflarga ajratsak bo'ladi:

a)  $r \ll R$  holida tashqi zanjirdagi potentsiallar farqi amalda o'zgarmas, ya'ni EYUKga teng bo'ladi. Bunday manbalarni kuchlanish yoki EYUK manbalari deyiladi. Bunda zanjirdagi tok kuchi tashqi qarshilikka teskari proporsional bo'ladi.

b)  $r \gg R$  holida zanjirdagi tok amalda o'zgarmas bo'ladi, kuchlanish esa ulanadigan qarshilikka proporsional tarzda o'zgaradi. Bunday manbalarni tok manbalari deb yuritiladi. Biz odatda kuchlanish manbalari bilan ko'proq ishlaymiz.

### **Kirxgrof qoidalar va ularning qo'llanilishi**

Tugunda uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng (Kirxgrof birinchi qoidasi):

$$I = \sum_{\kappa} I_{\kappa} = I_1 + I_2 + \dots + I_{\kappa}, \quad \kappa = 3, 4, \dots$$

Tarmoqlangan elektr zanjirining tanlangan har qanday berk konturida mos qismlardagi tok kuchi va qarshiliklar ko'paytmasining algebraik yig'indisi shu qismlarda uchraydigan mos EYUKlarning algebraik yig'indisiga teng (kirxgrof ikkinchi qoidasi):

$$\sum_{\kappa} \mathcal{E}_{\kappa} = \sum_i I_i R_i + \sum_{\kappa} I_{\kappa} r_{\kappa}$$

O'zgarmas tokning murakkab elektr zanjirlari uchun Kirxgrof qoidalaridan foydalanib hisoblashlar o'tkazilayotganda quyidagicha ish tutiladi:

1. Zanjirning barcha qismlari uchun yagona, ixtiyoriy yo'nalish tanlab olinadi. Toklarning haqiqiy yo'nalishi esa masala hal qilingandan so'ng ma'lum bo'ladi. Demak, yo'nalish to'g'ri belgilangan, manfiy bo'lsa uning yo'nalish teskari bo'ladi.
2. Konturni aylanib chiqish yo'nalishi ixtiyoriy tanlanadi va unga qat'iy amal qilinadi. Agar tokning yo'nalishi shu qismdagi aylanib chiqish yo'nalishiga mos tushsa  $IR$  musbat ishora bilan olinadi. EYUKlarning ishorasi ham xuddi shunday printsipda aniqlanadi.
3. Izlanayotgan kattaliklar soniga teng tenglamalar tuzish lozim bo'ladi.

Kirxgrof (G.Kirxgrof 1824 - 1887) qoidalarining qo'llanilishiga doir bir necha misol ko'rib o'tamiz:

1. **Kompensatsiya usuli** (manbaning EYUKni aniq o'lchash uchun qo'llaniladi). Bunda zanjirdagi ma'lum EYUK  $\varepsilon_1$  noma'lum EYUK  $\varepsilon_2$  dan katta bo'lishi lozim. Umumiy  $D$  nuqtaga (7a – rasm) ikkala EYUK manbalarining bir xil qutblari ulanishi talab etiladi.  $R_1$  qarshilikni o'zgartirib,  $I_3$  tokni nolga aylantiriladi. Shunda  $ABSDA$  kontur uchun ( $I_1 = I_2$  bo'lgani tufayli) quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$\varepsilon_1 = I_1 R + I_1 r_1$$

bunda  $R_1 + R_2 = R$   $DSKD$  kontur uchun esa

$$\varepsilon_2 = I_2 R_1$$

Bu ifodalarni bir – biriga bo'lib olsak:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{R_1}{R + r}$$

Amalda  $r$  doimo ham ma'lum bo'layermaydi, shu sababli ikkita – avvalo noma'lum va so'ngra esa etalon EYUK bilan o'lchash bajariladi.

Ikkinchi o'lchash quyidagini beradi:

$$\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1} = \frac{R_1^1}{R + r}$$

Olingan natijalarni solishtirib  $\varepsilon_2$  ni aniqlaymiz:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon \frac{R_1}{R_1^1}$$

2. **Uitson ko'prigi** (Ch.Uitson 1802 – 1875) laboratoriya amaliyotida qarshiliklarni o'lchash uchun ko'p hollarda Uitson ko'prigidan foydalaniladi. Uning tarkibiga noma'lum qarshilik  $R_x$ , etalon qarshilik  $R_s$  va kuchlanishni bo'luvchi  $R = R_1 + R_2$  qarshiliklar kiradi (7b- rasm).

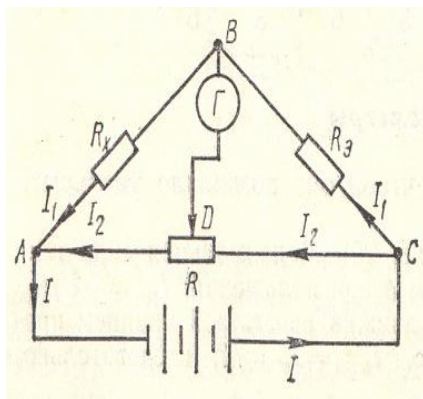
Ko'pgina kuchlanish bo'lgichi sifatida  $l = l_1 + l_2$  uzunlikli, tarang tortilgan simdan iborat bo'lgan – reoxord ishlatiladi.

Gal'vanometrlardan o'tayotgan tok nol bo'lganda qadar  $D$  surgichni jildirib boramiz. Shunda zanjirning  $AB$  qismidagi kuchlanish,

uning  $AD$  qismidagi kuchlanishga teng bo'lib qoladi. SHuningdek  $U_{BC} = U_{DC}$ ,

$I_1 R_x = I_2 R_1$  va  $I_1 R_3 = I_2 R_2$  ekanligi uchun

$$\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_1}{R_2} \text{ yoki } R_x = R_3 \cdot \frac{I_1}{I_2}$$



7a-rasm

7b-rasm

7v-rasm

**3. Potentsiometr** (7v – rasm). Bu sxema  $R$  qarshilikdagi doimiy kuchlanishni uzluksiz o'zgartirish (regulirovka) imkoniyatini beradi. U  $R \gg R_1 + R_2 = R_i^1$  sharti bajarilsa, maqsadga muvofiq tarzda ishlaydi. Haqiqatdan ham agar  $R \gg R$  bo'lsa, unda  $R$  dan o'tayotgan tokni hisobga olmaslik mumkin. Manbaning ichki qarshiligi juda kichik deb hisoblab, quyidagini olamiz.

$$\frac{U}{\varepsilon} = \frac{R_1}{R^1}$$

Demak, iste'molchidagi kuchlanish – potentsiometrda ajratilgan qism qarshiligiga proporsional bo'lar ekan.

**4. EYUK manbalarini ketma – ket ulash.** Agar ichki qarshiligi  $r$  bo'lgan bir nechta  $\varepsilon_i$  EYUK manbalarini o'zaro ketma – ket ulab, uni  $R$  tashqi qarshilik bilan tutashtirsak – zanjirdan o'tuvchi tok quyidagicha bo'ladi:

$$I = \frac{\sum \varepsilon_i}{R + \sum r_i}$$

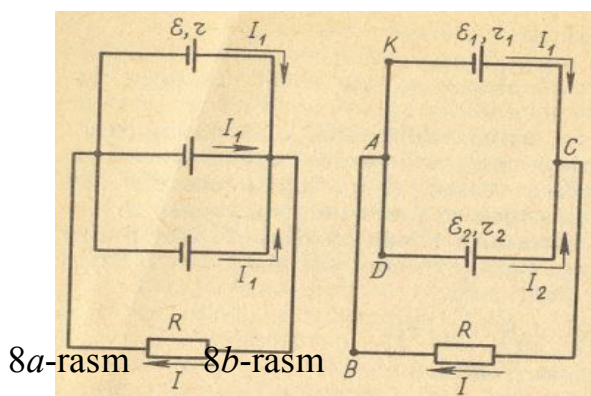
Albatta,  $R \gg r$  bo'lgandagina bunday ulanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

**5. EYUK manbalarini parallel ulash.**

a) Bir xildagi EYUK manbalari o'zaro parallel ulanganda batareyaning EYUK birta manbaning EYUKga, ichki qarshilik esa  $r/n$  ga teng bo'lib qoladi (8a - rasm). Bu ulanish  $R \approx r$  bo'lganda amalga oshirildi.

b) Har xildagi EYUK manbalari parallel ulanganda  $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$  bunda

$\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}$  va  $r = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$  formulalar o'rinli bo'ladi (8b - rasm).

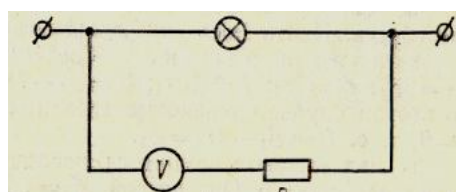
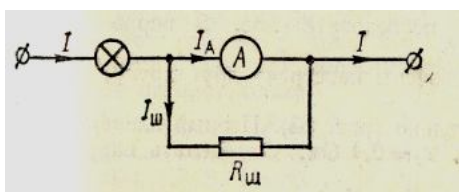


Bu ulanishda manbalar manbalar bir – biriga qarshi ishlay boshlaydi. Albatta zanjirdagi umumiy tok  $I$  musbat bo'ladi. Lekin  $I_1 < 0$  va  $I_2 > I$  bo'lib qolsa, unda  $\varepsilon_1$  manba  $\varepsilon_2$  manbaning energiyasini iste'mol qila boshlaydi.

Bu zararli holat bo'lgani uchun amalda bir xildagi EYUK manbalarigina parallel ulanadi.

## 6. O'lchov asboblarning - o'lchash chegarasani kengaytirish.

Ampermetr zanjirdagi tok kuchini o'lchashi uchun unga ketma – ket ulanadi. Ampermetrning qarshiligi minimal bo'lishi lozim. Ampermetrning qarshiligi kamaytirish va uning ramkasidan o'ramlarning kuyib qolishidan asrash uchun unga shunt qarshiligi parallel holda ulanadi. Shunt shunday tanlanadiki, bunda zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok amalda o'zgarmasdan qoladi (9a - rasm)



9a-rasm

9b-rasm

Aytaylik ampermetr  $I_a$  maksimal tokka mo'ljallangan. Uning qarshiligi  $r$ .  $I = n \cdot I_a$  tokni o'lchashga imkon yaratuvchi shunt qarshiligini aniqlaylik.

Parallel ulash qonunlariga ko'ra:

$$\frac{I_a}{I_{sh}} = \frac{R_{sh}}{r} \quad \text{bundan esa} \quad R_{sh} = \frac{I_a r}{I_{sh}} = \frac{r}{n-1}$$

bunda  $n > 1$  deb olinadi.

Demak, ampermetr bo'lim qiymatini  $n$  marta oshirish uchun, unga – ampermetr qarshiligidan  $n-1$  marta kichik bo'lgan shunt ulanishi lozim ekan.

Bu masalani vol'tmetr uchun hal qilsak, quyidagi natijani olamiz (9b – rasm)

$$\frac{U_v}{U_{sh}} = \frac{r}{R_{sh}} \quad \text{bundan esa} \quad R_{sh} = \frac{U_{sh}}{U_v} = \frac{U_v n - U_v}{U_v} = (n-1) \cdot r$$

Demak, vol'tmetr bo'lim qiymatini  $n$  marta oshirish uchun, unga – vol'tmetrning qarshiligidan  $n-1$  marta katta qarshilikni ketma – ket tarzda ulash kerak ekan. Shunda bu asboblarning o'lchash chegarasi quyidagicha o'zgaradi.

$$I_1 = I_m \left( 1 + \frac{R_A}{R_{sh}} \right)$$

$$U_1 = U_m \left( 1 + \frac{R_v}{R_{sh}} \right)$$

bunda  $R_A$  va  $R_v$  - asboblarning mos holdagi qarshiliklari.

### ***1 – LABORATORIYA ISHI***

#### **ELEKTROSTATIK MAYDONNI O'RGANISH.**

##### **• ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Elektrostatik maydon va uning xarakteristikallari bilan bevosita tanishish;
- 2) Zaryadlangan turli shakldagi elektrodlar hosil qiladigan maydonning potentsialini o'lchash orqali ekvipotentsial sirtlarni aniqlash;

3) Potentsial sirtlar orqali, maydonning kuch chiziqlari va kuchlanganligini topishni o'rganish.

• **ADABIYOT:** [1] 12-15; 18-20; 30-40. [2] 7-21 [3] 98-100. [4] 6-11; 14-20.

Qo'zg'almas elektr zaryad atrofidagi elektr kuchlar ta'siri seziladigan fazo sohasi, mazkur zaryadning elektrostatik maydoni deb ataladi. Quyidagi ikkita fizik kattalik bu maydonning asosiy xarakteristikasi bo'lib hisoblanadi:

1) Elektrostatik maydon kuchlanganligi. U maydonning ixtiyoriy nuqtasiga joylashtirilgan  $Q_0$  musbat birlik zaryadga ta'sir etuvchi  $\vec{F}$  kuchning miqdorini va yo'nalishini ko'rsatadi:

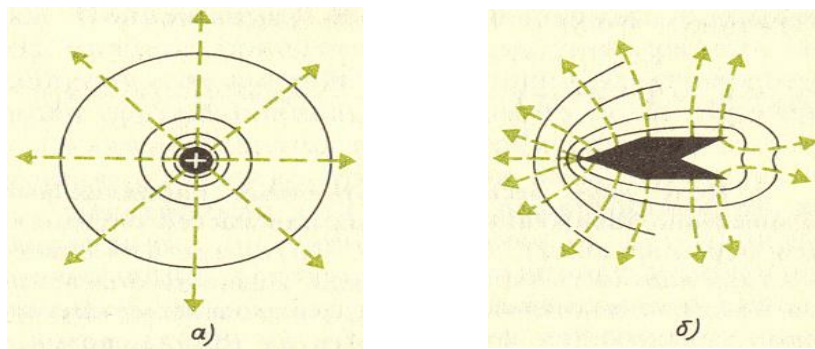
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_0} \quad (1) \quad [E] = N / Kl = V / m$$

Agar elektr maydon nuqtaviy  $Q$  zaryad tufayli vujudga kelayotgan bo'lsa, undan  $r$  masofadagi maydon nuqtasining kuchlanganligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad (2)$$

Bunda  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$  - elektr doimiysi bo'lib, hisoblashlarda  $\frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \approx 9 \cdot 10^9 \text{ m/f}$

deb olish osonlik tug'diradi. Agar  $Q > 0$  bo'lsa  $E$  (va unga mos keluvchi kuchlanganlik chiziqlari)ning yo'nalishi zaryaddan tashqariga chiquvchi radial chiziqlar,  $Q < 0$  bo'lganida esa zaryadga kiruvchi radial chiziqlar shaklida bo'lib 1-rasmdagi uzluksiz chiziqlar bilan ko'rsatilgan.



1-rasm

2) Elektrostatik maydon potentsiali. U maydonning istalgan nuqtasiga joylashtirilgan  $Q_0$  musbat birlik zaryad egallaydigan  $U$  potentsial energiyani belgilaydi:

$$\varphi = \frac{q}{Q_0} \quad [\varphi] = J / Kl = V \text{ (vol't)}$$

Agar elektr maydonini  $Q$  nuqtaviy zaryad hosil qilsa, unda maydon potentsiali quyidagi aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad (3)$$

Shu o'rinda, elektrostatik maydonning tanlangan nuqtasidagi  $E$  va  $\varphi$  kattaliklarning miqdorlari shu nuqtaga kiritiladigan zaryadning kattaligiga bog'liq emasligini, ular faqat maydonni hosil qilayotgan zaryad va zaryaddan nuqtagacha bo'lgan masofagagina bog'liq bo'lishini ta'kidlab o'tamiz. Maydondagi ikkita nuqta orasidagi potentsiallar farqi  $\Delta\varphi$  - musbat birlik zaryadni 1-nuqtadan 2-nuqtaga ko'chirishda bajariladigan ishning miqdorini ko'rsatadi.

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (4)$$

Barcha nuqtalaridagi potentsial bir xil bo'ladigan sirtni ekvipotentsial sirt deyiladi.:

$$\varphi(x, y, z) = const \quad (5)$$

1-rasmdagi uzluksiz chiziqlar bilan ifodalangan.

Elektrostatik maydon kuchlanganligini shu maydon potentsialining gradienti sifatida ifodalash mumkin:

$$\vec{E} = -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{k}\right)$$

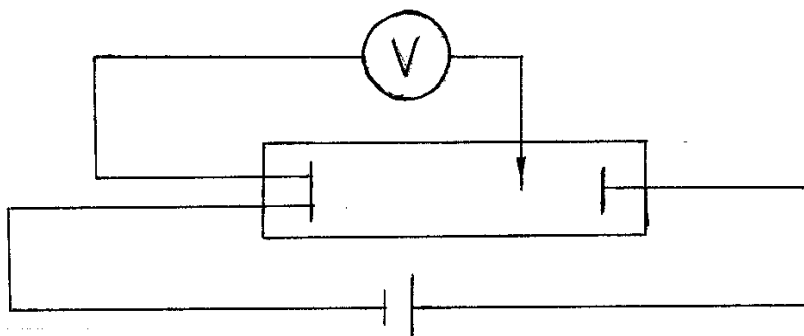
bunda  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  - mos holda  $x, y, z$  koordinata o'qlarining birlik vektori hisoblanadi. Yuqoridagi tenglamani quyidagicha yozish ham mumkin:

$$\vec{E} = -grad\varphi \text{ yoki } E = -\nabla\varphi \quad (6)$$

Minus ishora  $\vec{E}$  ning potentsial kamayishi tomoniga yo'nalganini bildiradi. Agar xususiyl holda potentsial faqat, aytaylik  $x$  o'qi bo'yicha o'zgarsa, unda

$$E_x = -\frac{\partial\varphi}{\partial x} \text{ yoki } E_x = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} = -\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{x_1 - x_2} \quad (7)$$

bo'ladi.



2-rasm

### • ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. 2-rasmda ko'rsatilgan qurilma bilan tanishiladi. Bunda suv solingan vanna, turli shakldagi elektrodlar va zont borligi, o'zgarmas tok manbai va vol'tmetrning zanjirga ulanganligi ko'rib chiqiladi.
2. Mos elektrodlar tanlanib vannaga joylashtiriladi va ularga manba orqali zaryad (potentsial farqi yoki kuchlanish) beriladi.
3. Masshtablangan  $XY$  o'qlar bo'yicha, vannaning to'rtala choragida ham mavjud bo'luvchi  $\varphi_1 = const$  potentsial tanlanib, uning mos koordinatalari jadvalga kiritib yoziladi.
4.  $\varphi_2 = const$  va  $\varphi_3 = const$  potentsiallar uchun 3-banddagi shart takrorlanadi.

### • O'LSHASH NATIJALARINI HISOBLASH

1. Masshtablangan millimetrovka qog'ozida  $\varphi_1 = const$  ekvipotentsial sirtining geometrik tasviri yasaladi.
2.  $\varphi_2 = const$  va  $\varphi_3 = const$  sirt uchun ham 1-banddagi talab bajariladi.
3. Ekvipotentsial sirtlar sohasidan elektrostatik maydon kuch chiziqlari o'tkazilib, ularning geometrik tasviri yasaladi.
4. 7 formuladan foydalanib,  $E_{x1,2}$ ,  $E_{x1,3}$  va  $E_{x2,3}$  kuchlanish qiymatlari hisoblab topiladi.

1-jadval

| № | Elektrodlar shakli | 1-chorak |   | 2-chorak |   | 3-chorak |   | 4-chorak |   | $\Delta x$ | $\Delta \varphi$ | E   |
|---|--------------------|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|------------|------------------|-----|
|   |                    | x        | y | x        | y | x        | y | x        | y | m          | V                | V/m |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### • **SINOV SAVOLLARI**

1. Elektrostatikaning asosiy qonunini tavsiflang.
2. Ayni bir nuqtaviy zaryad hosil qilgan elektrostatik maydon uchun  $E = E(r)$  diagrammasini tuzib bering.
3. Nima sababdan berilgan nuqtadagi maydon potentsiali shu nuqtaga joylashtiriladigan zaryad miqdoriga bog'liq emas?
4. Potentsiallar farqi nimalarga bog'liq?
5.  $\varphi(x, y, z) = 0$  ifoda nimani anglatadi.
6.  $E$  va  $\varphi$  orasidagi bog'lanishni tahlil qilib bering.
7. Noto'g'ri geometrik shakldagi jism zaryadlangan. Uning qaysi qismidagi zaryad zichligi eng katta bo'ladi? Qaysi maydon kuch chiziqlari quyuqroq bo'ladi?
8. Ekvipotentsial sirt va maydonning kuch chiziqlari o'zaro qanday bog'langan?
9. Zaryadni ekvipotentsial sirt bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng? Isbot qiling.
10. Mazkur ishni bajarib qanday xulosalarga ega bo'ldingiz?

### **2 – LABORATORIYA ISHI**

# KONDENSATORLARNING SIG'IMINI ANIQLASH HAMDA ULARNI KETMA-KET VA PARALLEL ULASH FORMULALARINI TEKSHIRISH

## • *ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:*

- 1) Kondensator qurilmasi, uning tuzilishi va ishlash vazifasi bilan tanishish;
- 2) Uitston ko'prigidan foydalanib, kondensatorning elektr sig'imini aniqlash;
- 3) Kondensatorlarni batareya sifatida jamlab, ulash va ushbu tizimni batafsil o'rganish.

## • *ADABIYOT: [1] 69-79; [2] 31-40; [3] 117-118; [4] 50-60*

Tajribalardan yakkalangan ayni bir o'tkazgich potentsialining o'zgarishi  $\Delta\varphi$ , unga beriladigan  $\Delta Q$  zaryad miqdoriga proporsional tarzda oshishini ko'rsatadi:

$$\Delta\varphi \sim \Delta Q \text{ yoki } \frac{\Delta Q_1}{\Delta\varphi_1} = \frac{\Delta Q_2}{\Delta\varphi_2} = \dots = \frac{\Delta Q_n}{\Delta\varphi_n} = \text{const}$$

Bu bog'lanishni tenglamaga keltirish uchun quyidagicha yozamiz.

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta\varphi} \text{ yoki } C = \frac{Q}{\varphi} \quad (1) \quad [C] = \frac{Kl}{V} = F \text{ (Faradey)}$$

O'tkazgichning potentsialini bir birlikka oshirish uchun unga berish lozim bo'lgan zaryad miqdorini belgilovchi fizik kattalikni o'tkazgichning elektr sig'imi deyiladi.

Uning qiymati o'tkazgichning geometrik shakli va o'lchamlariga hamda qaysi muhitda joylashganiga bog'liq bo'ladi, lekin o'tkazgichga beriladigan zaryad miqdoriga va uning qanday materialdan tayyorlanganligiga mutlaqo bog'liq emas.

Miqdor jihatdan teng, lekin qarama-qarshi ishorali zaryadlar berilgan ikkita bir xil shakldagi o'tkazgichlarni bir-biridan ularni yaqin masofada joylashtirib, dielektrik muhit bilan ajratsak, kondensator qurilmasini hosil qilamiz. Kondensator juda katta miqdordagi zaryad (elektr energiyasi)ni yig'ish imkoniyatini yaratadi. Kondensatorning elektr sig'imi

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta\varphi} = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (2)$$

formula bilan aniqlanadi. Yassi kondensatorning sig'imi esa quyidagicha ifodalanadi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (3)$$

bunda  $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$  kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqi;  $\varepsilon_0$  - dielektrik doimiy,  $\varepsilon$  - muhitning dielektrik singdiruvchanligi,  $S$  - qoplama yuzi,  $d$  - qoplamalar orasidagi masofa.

Berilgan kondensatorlardan foydalanib, turli sig'imlarni hosil qilish maqsadida kondensatorlardan batareya (jamlanma tizim) tuziladi.

1. Agar har xil sig'imli  $n$  ta kondensator o'zaro ketma-ket ulansa, hosil bo'lgan batareyaning umumiy sig'imi quyidagicha topiladi:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}, \quad n=2 \text{ bo'lsa, } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \text{ } \ddot{e}ku \text{ } C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

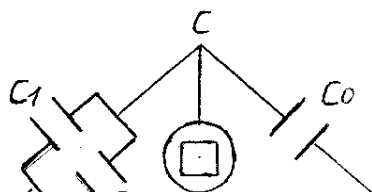
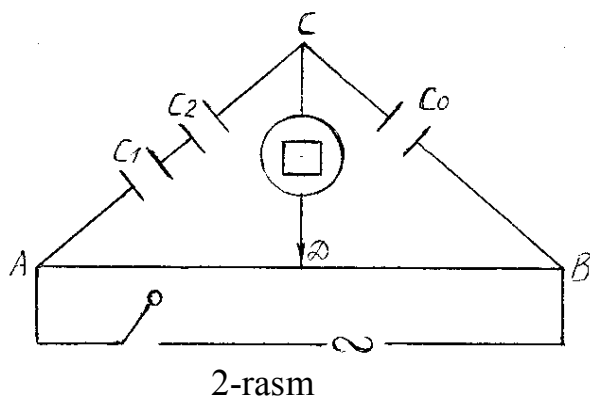
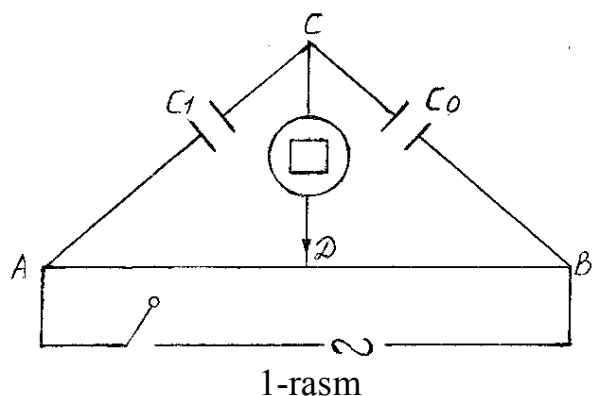
2. Agar  $n$  dona turlicha sig'imli kondensatorlar o'zaro parallel ulansa, batareyaning umumiy sig'imini quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n, \quad n=2 \text{ bo'lsa, } C = C_1 + C_2 \quad (5)$$

Mazkur ishda noma'lum kondensatorning sig'imi Uitston ko'prigidan foydalanib topiladi (22- betga qarang):

$$C_x = C_0 \frac{l_2}{l_1} \quad (6)$$

Bunda  $C_0$  ma'lum kondensator sig'imi bo'lib, uning son qiymati laboratoriya qurilmasida ilova sifatida keltiriladi.  $l_1$  va  $l_2$  ko'prikn muvozanatga keltirish uchun uchun  $D$  surg'ich egallaydigan holatga to'g'ri keluvchi reostatning mos uzunliklari.



### 3-rasm

#### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 1-rasmdagi sxema yig'iladi. Uning tarkibiy qismlari  $C_0$  sig'imli ma'lum kondensator,  $C_1$  sig'imli birinchi noma'lum kondensator,  $D$  surg'ichli reostat, ostsillograf va tok manbai bilan ulangan zanjirdan iborat.

2. Zanjir tok tarmog'iga ulanadi. Ostsillyator ekranida,  $C$  va  $D$  nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi (yoki kuchlanish) ni ifodalovchi to'g'ri chiziq hosil bo'ladi.

3. Reostatdagi  $D$  surgichni yurgizib, ostsillografdagi chiziqni minimum (nuqta) holiga keltiramiz. Bunda  $\Delta\varphi(CD) = 0$  bo'lib, ko'prik muvozanat holiga keladi. Biz shu shart bajarilgandan so'nggina (6) formulani qo'llash huquqiga ega bo'lamiz.

4. Ko'prikning muvozanat holatida reostat surgichining chap tomon uzunligi  $l_1$  va o'ng tomon uzunligi  $l_2$  chizg'ich bilan o'lchab olinadi va 1-jadvalga kiritib yoziladi.

5. 1-rasmdagi  $C_1$  ni  $C_2$  bilan almashtirib, 1-4 banddagi shartlar  $C_2$  sig'imli ikkinchi noma'lum kondensator uchun takrorlab bajariladi.

6. 2-rasmdagi sxema yig'ilib, yuqoridagi (2-4 banddagi) shartlar bajariladi. Bunda  $C_3$  sig'imli noma'lum kondensator sifatida o'zaro ketma-ket ulangan  $S_1$  va  $S_2$  sig'imli kondensatorlarning umumiy sig'imi olinadi.

7. 3-rasmdagi sxema yig'ilib, yuqoridagi (2-4 banddagi) shartlar takror bajariladi. Bunda  $C_4$  sig'imli noma'lum kondensator sifatida o'zaro parallel ulangan  $C_1$  va  $C_2$  sig'imli kondensatorlarning umumiy sig'imi olinadi.

• **O'LSHASH NATIJALARINI HISOBLASH.**

1. Har bir o'lchash natijasida olingan  $C_0, l_1$  va  $l_2$  kattaliklarning mos qiymatlarini 6-formulaga qo'yib, navbati bilan  $C_1, C_2, C_3$  va  $C_4$  noma'lumlar hisoblanadi va 2-jadvalga kiritib yoziladi.
2.  $C_1$  va  $C_2$  dan mos holda tuzilgan ketma-ket va parallel tizimli batareyalar sig'iminin nazariy qiymati  $C_3'$  va  $C_4'$  (4) va (5) formulalar yordamida hisoblanadi va jadvalga kiritiladi.
3.  $C_3$  va  $C_3'$  hamda  $C_4$  va  $C_4'$  larning qiymatlari orasidagi farq hisoblanadi. Bunda natija ham 2-jadvalga yoziladi.

1-jadval

| № | $C_1$ uchun |           | $C_2$ uchun |           | $C_3$ uchun |           | $C_4$ uchun |           |
|---|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|   | $l_1, sm$   | $l_2, sm$ | $l_1, sm$   | $l_2, sm$ | $l_1, sm$   | $l_2, sm$ | $l_1, sm$   | $l_2, sm$ |
| 1 |             |           |             |           |             |           |             |           |
| 2 |             |           |             |           |             |           |             |           |
| 3 |             |           |             |           |             |           |             |           |

2-jadval

| № | $C_0,$<br>$mkF$ | $C_1,$<br>$mkF$ | $C_2,$<br>$mkF$ | $C_3,$<br>$mkF$ | $C_4,$<br>$mkF$ | $C_3',$<br>$mkF$ | $\Delta C_3,$<br>$mkF$ | $\Delta C_4,$<br>$mkF$ |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 1 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                        |                        |
| 2 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                        |                        |
| 3 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                        |                        |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Elektr sig'imi nimani xarakterlaydi?
2. Kondensator qanday maqsadlarda ishlatiladi?
3. Kondensatorlarning turlarini sanab bering.

4. Yassi kondensatorning sig'imi nimalarga bog'liq?
5.  $n$  dona  $S_0$  sig'imli kondensator o'zaro ketma-ket ulansa sig'imi nimaga teng bo'ladi?
6. Uitston ko'prigining tuzilishini va ishlash printsipini tushuntiring.
7. Nima sababdan kondensatorlarni parallel ulasak sig'im oshadi?
8. Berilgan yassi kondensatorning sig'imini kamaytirish uchun nima qilish kerak?
9. Zaryadlangan kondensatorning energiyasini yozib bering.
10. Mazkur ishni bajarib qanday xulosalarga ega bo'ldingiz?

### **3 – LABORATORIYA ISHI**

#### **UITSTON KO'PRIGI YORDAMIDA O'TKAZGISH MATERIALINING SOLISHTIRMA QARSHILIGINI ANIQLASH.**

##### **• ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) O'tkazgichlarning elektr qarshiligi uning materialiga va geometrik o'lchamlariga qanday bog'liqligi o'rganiladi;
- 2) Uitston ko'prigidan foydalanish va uning yordamida o'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash usuli bilan tanishiladi.

##### **• ADABIYOT [1] 94-96; [2] 49-54; [3] 120-121; [4] 66-68**

Ma'lumki, zaryadli zarrachalarning tartiblangan, yo'nalishli oqimini elektr toki deyiladi. Har qanday o'tkazgich o'zidan o'tayotgan tok (zaryadli zarralar oqimi) ga to'sqinlik qiladi. Bu xususiyat elektr qarshiligi deb yuritiladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, o'tkazgichning elektr qarshiligi  $R$  uning uzunligi  $l$  va ko'ndalang kesim yuzasi  $S$  bilan quyidagicha bog'langan:

$$R = \rho l / S \quad (1) \qquad [R] = V / A = \text{Om}$$

Bunda  $\rho$  - o'tkazgich materialining solishtirma qarshiligi bo'lib, u moddaning turiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi. (1) formuladan  $\rho$  ni topamiz:

$$\rho = RS/l \quad (2) \quad [\rho] = \text{Om} \cdot \text{m}$$

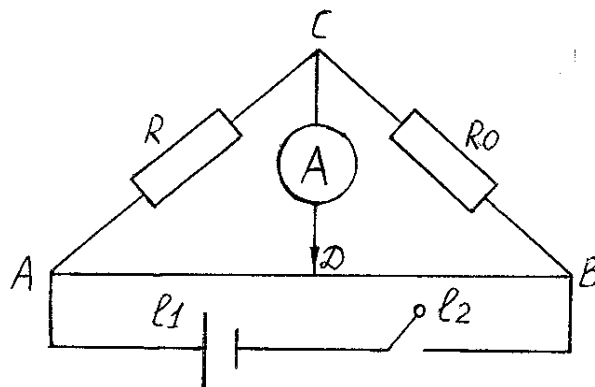
bunda 
$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (3)$$

$d$  – ko'ndalang kesim yuzasiga mos keluvchi doiraning diametri.

$R$  – g'altakka o'ralgan  $l$  uzunlikdagi metall simning qarshiligi bo'lib, uning qiymatini Uitston ko'prigi (22 - betda batafsil bayoni keltirilgan) yordamida quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$R = R_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (4)$$

Bunda  $l_1$  reoxordning  $D$  surgichga nisbatan chap tomon uzunligi,  $l_2$  esa o'ng tomon uzunligi hisoblanadi.



1-rasm

### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 1-rasmdagi elektr zanjiri (Uitston ko'prigi) yig'iladi. Bunda o'zgarmas tok manbai (tarmoqdagi o'zgaruvchan tokni to'g'rilab, kuchlanishni esa pasaytirib beruvchi qurilma), strelkasi markazdagi nolga nisbatan chap va o'ng tomonlarga harakatlana oladigan ampermetr, qarshiliklar magazini, reoxord va metall sim o'ralgan g'altakdan tashkil topuvchi zanjirdan foydalaniladi.

2. Elektr zanjiri tok manbaiga ulanadi. Ko'priknining o'ng tomoniga qarshiliklar magazinidan  $R_{ox}$  qarshilik tanlanib, qo'yiladi.  $D$  surgichni reoxordda harakatlantirib ampermetrdagi tokni nol xolatga keltiriladi. Shu paytdagi  $l_1$  va  $l_2$  masofa o'lchanib, jadvalga kiritiladi.

3. So'ngra  $R_{01}$  ni  $R_{02}$  bilan almashtirib, 2-banddagi shart bajariladi. Bu harakat navbati bilan  $R_{03}$ ,  $R_{04}$ , va  $R_{05}$  qarshiliklar uchun ham takrorlanadi.

• **O'LSHASH NATIJALARINI HISOBLASH.**

1. Shu olingan har bir natijalarga mos keluvchi  $R_1, R_2, \dots R_5$  qarshiliklarni (4) formula yordamida hisoblab jadvalga kiritiladi.
2. Metall simning ko'ndalang kesim yuzasini belgilangan  $d$  (qiymati yozib qo'yilgan) asosida (3) formula asosida aniqlanadi.
3. Topilgan  $R$  va  $S$  qiymatlar bo'yicha (2) formula orqali  $\rho$  ni hisoblab, jadvalga kiritamiz.

1-jadval

| № | $R_0, \text{Om}$ | $l_1, m$ | $l_2, m$ | $S, m^2$ | $l, m$ | $R, \text{Om}$ | $\rho, \text{Om} \cdot m$ | Mate-rial |
|---|------------------|----------|----------|----------|--------|----------------|---------------------------|-----------|
| 1 |                  |          |          |          |        |                |                           |           |
| 2 |                  |          |          |          |        |                |                           |           |
| 3 |                  |          |          |          |        |                |                           |           |
| 4 |                  |          |          |          |        |                |                           |           |
| 5 |                  |          |          |          |        |                |                           |           |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Elektr qarshiligi haqida nimalarni bilasiz?
2. O'tkazgichning qarshiligi nimalarga bog'liq?
3. Nima sababdan o'tkazgichning solishtirma elektr qarshiligi uning geometrik o'lchamlariga bog'liq bo'lmaydi?
4. Nima uchun tarmoqdagi toklar asosan alyuminiy simlarda uzatiladi.
5. (4) formulani keltirib chiqaring.
6. Uitston ko'prigidagi ampermetr qachon nolni ko'rsatadi.
7. Nima sababdan bu ishda aynan o'zgarmas tok manbai ishlatish kerak.

8. Solishtirma qarshilikning son qiymatini o'zgartirish uchun nima qilish kerak.
9. Elektr qarshiligining qanday foydali tomonlari bor?
10. Mazkur ishni bajarib qanday xulosalarga keldingiz?

#### **4 – LABORATORIYA ISHI**

### **METALLAR ELEKTR QARSHILIGINING TERMIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH**

#### **• ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD**

- 1) Metallar qarshiligining temperaturaga bog'liq bo'lishini o'rganish.
- 2) Qarshilikning temperaturaviy o'zgarishini bevosita qayd qiluvchi o'lchov asboblari bilan tanishish.
- 3) Metallar uchun qarshilikning termik koeffitsientini aniqlash usuli bilan tanishish.

#### **• ADABIYOT [1] 94-96; [2] 49-54; [3] 120-121; [4] 66-68**

Ma'lumki, metallar kristall panjaraviy tuzulishga ega. Panjaraning tugunlarida atom qoldig'idan iborat bo'luvchi va o'zining muvozanat vaziyati atrofida muttasil tebranib turuvchi musbat ion joylashadi. Ularning chor atrofidagi bo'sh fazoda esa erkin elektronlar gazi xaotik issiqlik harakatida sochilib yurishadi. Metallardagi elektr toki aynan shu elektronlarning tartibli ilgarilanma harakat tufayli vujudga keladi. Tabiiyki, musbat ion o'zining ta'sir zonasiga tomon qarakatlanib kelayotgan manfiy elektronni o'ziga biriktirib, neytral atom bo'lib olishga intiladi.

Yutilgan har bir elektron hisobiga tok tashuvchi zarrachalar soni (va demakki elektr toki ham) kamayadi. Harakatni davom ettiruvchi boshqa elektronlar esa, ionlarning tortishish kuchlari tufayli tormozlanib o'z energiyalarining bir qismini yo'qotishga majbur bo'ladilar, ya'ni issiqlik miqdori ajralib chiqadi. Shuningdek, bunda elektronlar bir xil manfiy zaryadli bo'lganliklari asnosida bir – birlaridan itarilib, tartibli harakat bir qadar pasayishini ham nazardan qochirmaslik kerak.

Yuqorida qayd etib o'tilgan salbiy faktorlarning barchasi birgalikda o'tkazgichning elektr qarshiligi deb ataluvchi xususiyatni paydo qiladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, birinchi yaqinlashishda solishtirma qarshilik (va shunipngdek qarshilik ham) temperaturaga bog'liq holda chiziqli qonun bilan o'zgaradi:

$$\begin{aligned}\rho &= \rho_0(1 + \alpha t) = \rho_0 \alpha T \\ R &= R_0(1 + \alpha t) = R_0 \alpha T\end{aligned}\tag{1}$$

bunda  $\rho$  va  $\rho_0$ ,  $R$  va  $R_0$  - mos holda  $t$  va  $^{\circ}C$  temperaturaga mos keluvchi solishtirma qarshilik va o'tkazgich qarshiligi,  $\alpha$  - qarshilikning temperaturaviy koeffitsienti bo'lib, u toza metallar uchun (juda past bo'lmagan temperaturalarda)  $1/273 \text{ K}^{-1}$  qiymatiga ega.  $T$  – termodinamik temperatura. Ayni bir metall o'tkazgichning  $t_1$  va  $t_2$  temperaturalardagi mos qarshiliklari  $R_1$  va  $R_2$  ni quyidagicha yozish mumkin.

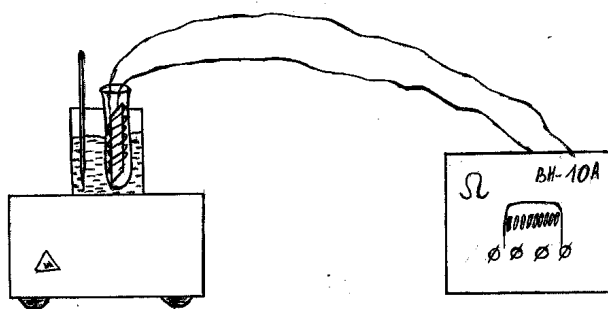
$$\left\{ \begin{aligned} R_1 &= R_0(1 + \alpha t_1) \\ R_2 &= R_0(1 + \alpha t_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}\tag{2}$$

Bu tenglamani  $\alpha$  ga nisbatan echamiz:

$$\alpha = \frac{R_1 - R_2}{R_1 t_2 - R_2 t_1}\tag{3}$$

### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI**

1. 1 – rasmda ko'rsatilgan sxemadagi elektr zanjiri va uning tarkibiy qismlari bilan tanishib chiqamiz. Bunda tok manbai, elektron raqamli Ommetr (VK – 10A), elektr isitgich (plitka), suyuqlikli idish ichidagi probirkaga joylashtirilgan metall sim o'rami mavjudligini va ishga yaroqli ekanligini tekshirib chiqish lozim.
2. Zanjir elektr tarmog'iga ulanadi. Shu vaqtda termometr va ommetrlarning ko'rsatkichlari olinib, jadvalga kiritiladi.
3. Metall o'tkazgich (sim o'rami)ning temperaturaga har safar  $5^{\circ}\text{S}$  ga oshganida uni va unga mos keluvchi qarshilikning qiymatlarini jadvalga kiritib, qayd qilib boramiz.
4. Tajriba temperatura  $80^{\circ}\text{S}$  ga etkanida to'xtatiladi. Zanjir elektr tarmog'idan ajratiladi (1 - rasm).



1-rasm

### • **O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH**

1. 3 – formula yordamida  $t_1$  va  $t_2$  temperaturalarga mos keluvchi  $R_1$  va  $R_2$  qarshiliklar jufti uchun  $\alpha_1$  hisoblab topiladi. Uning qiymati jadvalga kiritiladi.
2. 1 – banddagi shart  $t_1$  va  $t_2$  hamda  $R_1$  va  $R_2$  lar uchun takrorlanib  $\alpha_2$  aniqlanadi. Ravshanki,  $n$  marta o'lchash o'tkazilgan bo'lsa, Yuqoridagi kombinatsiyalash bo'yicha  $n-1$  ta  $\alpha$  hisoblanishi mumkin. Albatta, kombinatsiyalashni  $t_1$  va  $t_3$ ,  $t_1$  va  $t_4 \dots t_1$  va  $t_n$

shaklida tuzib, hisoblashlar sonini oshirish ham mumkinligini ta’kidlab o’tamiz.

3. Olingan natijalar bo’yicha qarshilik termik koeffitsientning o’rtacha arifmetik qiymati hisoblab topiladi va jadvalga kiritiladi.

4.  $R = R(t)$  bog’lanish grafigi (diagrammasi) chiziladi. Grafikning  $t \rightarrow 0$  qismini  $R$  o’qi bilan kesishguncha davom ettirib  $R_0$  ning qiymati aniqlanadi.

5.  $R_0$  va istalgan  $t_1$  temperaturaga mos keluvchi  $R_1$  qarshilik qiymatlari bo’yicha  $\alpha = \frac{R_1 - R_0}{t_1}$  formula asosida qarshilikning termik koeffitsienti topiladi.

6.  $\alpha$  ning qiymati,  $\alpha^*$  va  $\alpha_n$  bilan solishtiriladi. Bunda  $\alpha_n(naz) = \frac{1}{273K} = 0.003663K^{-1}$  ekanligini e’tiborga olamiz.

1-jadval

| $N_2$ | $t, ^\circ C$ | $R, \text{Om}$ | $\alpha, K^{-1}$ | $\langle \alpha \rangle K^{-1}$ | $\Delta \alpha, K^{-1}$ | $\langle \Delta \alpha \rangle K^{-1}$ | $\varepsilon, \%$ |
|-------|---------------|----------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| 1     |               |                |                  |                                 |                         |                                        |                   |
| 2     |               |                |                  |                                 |                         |                                        |                   |
| 3     |               |                |                  |                                 |                         |                                        |                   |

### • *SINOV SAVOLLARI*

1. Qarshilikni hosil qiluvchi faktorlarni ko’rsating.

2. O’tkazgichning qarshiligi uning qanday parametrlariga bog’liq emas?

3. Nima sababdan metallarning temperaturasi ortsa, uning qarshiligi ortadi?

4. Nima uchun termik koeffitsient barcha metallar uchun taxminan bir xil bo'ladi?
5. Ayni bir metall o'tkazgichning termik koeffitsientini oshirish uchun nima qilish kerak?
6.  $\alpha$  ning son qiymati qanday fizik ma'noni anglatadi?
7. (3) formuladan  $\alpha$  ning o'lchov birligini keltirib chiqaring.
8. O'ta o'tkazuvchanlik hodisasini tushuntiring. Uning qanday amaliy ahamiyati bor?
9. Solishtirma qarshilikning temperaturaga bog'liqligini asoslab bering?
10. Bu ishni bajarib qanday xulosalarga ega bo'ldingiz?

### ***5- LABORATORIYA ISHI***

#### **O'ZARO KETMA – KET VA PARALLEL ULANGAN ELEKTR ISTE'MOLCHILARINING QARSHILIKLARINI ANIQLASH.**

##### **• *ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:***

- 1) Amalda qo'llaniladigan eng sodda elektr zanjiri va uning tarkibiy elementlari bilan tanishish.
- 2) Zanjirning bir qismi uchun Om qonunining tadbiqini o'rganish.
- 3) Iste'molchilarni ketma – ket va parallel ulash formulalarini tekshirish

##### **• *ADABIYOT [1] 94-96 [2] 49-54 [3] 120 -121 [4] 62-68***

Ma'lumki, elektr zanjiri iste'molchi uchun tuziladi. Eng sodda zanjirda undan tashqari tok manbai, o'lchov asboblari (mazkur ishda o'zgarmas tok ampermetri va o'zgartirish imkonini beruvchi qarshilik reostat mavjud bo'ladi.  $U$  kuchlanish ostidagi  $R$  qarshilikli iste'molchidan o'tuvchi tok kuchi  $I$  – zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga binoan aniqlanadi:

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

Zanjirga  $R_1$  va  $R_2$  qarshilikli ikkita iste'molchini quyidagi ikki kombinatsiyada ulash mumkin:

1. O'zaro ketma – ket ulash. Bu holda iste'molchilarning umumiy qarshiligi  $R$ , ulardan o'tuvchi umumiy tok  $I$  va tushadigan umumiy kuchlanish  $U$  mos holda quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$R = R_1 + R_2 \quad (2)$$

$$I = I_1 = I_2 \quad (3)$$

$$U = U_1 + U_2 \quad (4)$$

2. O'zaro parallel ulash. Bu holda esa yuqoridagi parametrlar quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{yoki} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

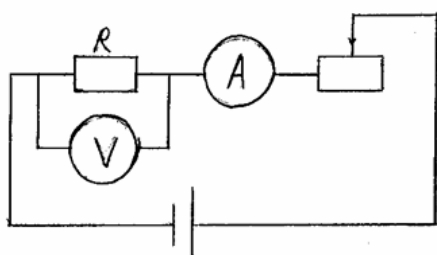
$$I = I_1 + I_2 \quad (6)$$

$$U = U_1 = U_2 \quad (7)$$

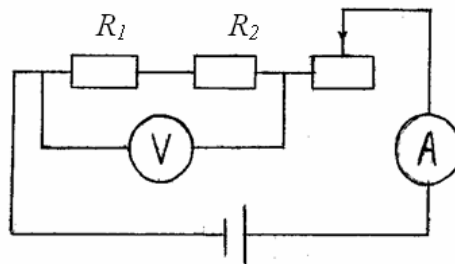
### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI**

1. 1 – rasmdagi elektr zanjiri yig'iladi.
2. Ampermetr va vol'tmetr bo'lim qiymatlarini aniqlab, qayd qilib quyiladi.
3. Reostat yordamida iste'molchidan o'tayotgan tokni  $I_1$  (masalan 20 mA) qiymatida belgilanadi. Uni va unga mos tushuvchi vol'tmetrlarning ko'rsatishi  $U_1$  ni jadvalga kiritib yoziladi.
4. 3 – banddagi shart  $I_2$  (masalan, 40 mA) va  $I_3$  (40 mA) toklar uchun takrorlanadi.
5. 1-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjiridagi  $R_1$  ni  $R_2$  iste'molchi bilan almashtirilib, 3-4 banddagi shartlar bajariladi.
6. 2- rasmdagi elektr zanjiri yig'iladi.
7. O'zaro ketma – ket ulangan ikki iste'molchini bir butun deb qarab, 3-4 banddagi shartlar takroran bajariladi.
8. 3- rasmdagi elektr zanjiri yig'iladi.

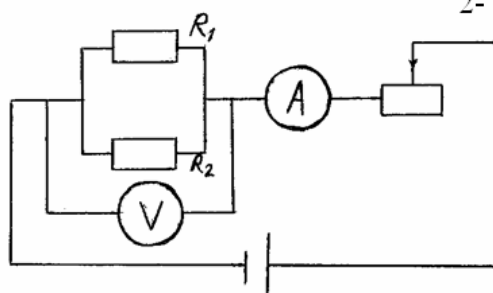
9. O'zaro parallel ulangan ikki iste'molchini bir butun deb qarab, 3-4 banddagi shartlar takrorlanadi.
10. Laboratoriya ishining eksperiment qismini yakunlab, zanjir tarmoqdan uzib quyiladi.



1-rasm



2-rasm



3-rasm

### • O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH

- 1- formula yordamida  $R_1$  qarshilik hisoblanib jadvalga kiritiladi. Bunda albatta  $I_1$ ,  $I_2$  va  $I_3$  toklarga mos keluvchi  $R_1$  ning uchta qiymati olinishi lozim.
- $R_1$  ning o'rta arifmetik qiymati hisoblanib, jadvalga kiritiladi.
- $R_2$  qarshilik uchun 1- 2 banddagi shartlar takrorlanadi.
- $R$  (k/k) uchun 1-2 banddagi shartlar takrorlanadi.
- $R$  (//) uchun 1-2 banddagi shartlar yana takrorlanadi.
- $R$  (k/k) uchun olingan natija (2) formula yordamida hisoblab topiladigan  $R$  ning qiymati o'zaro solishtirilib, iste'molchilarning ketma – ket ulanish formulasi tekshiriladi.
- 6- shart  $R$  (//) va (5) formuladan olinadigan  $R^*$  uchun takrorlanadi. Bu holda iste'molchilarning parallel ulanish formulasi tekshiriladi.

1- jadval

| № | $R_1$ |      | $R_2$ |      | $R(k/k)$ |      | $R(//)$ |      |
|---|-------|------|-------|------|----------|------|---------|------|
|   | I, A  | U, V | I, A  | U, V | I, A     | U, V | I, A    | U, V |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |

2- jadval

| №        | $R_1$ ,<br>Om | $R_2$ ,<br>Om | $R(k/k)$ ,<br>Om | $R$ , Om | $\Delta R$ ,<br>Om | $R (/ /)$ ,<br>Om | $R^*$ , Om | $\Delta R^*$ ,<br>Om |
|----------|---------------|---------------|------------------|----------|--------------------|-------------------|------------|----------------------|
| 1        |               |               |                  |          |                    |                   |            |                      |
| 2        |               |               |                  |          |                    |                   |            |                      |
| 3        |               |               |                  |          |                    |                   |            |                      |
| o'rtacha |               |               |                  |          |                    |                   |            |                      |

### • **SINOV SAVOLLARI**

1. Berk zanjir uchun Om qonunini yozib tushuntirib bering.
2. Kuchlanish va potentsiallar farqi qaysi hollarda o'zaro teng bo'lmaydi?
3. Manbaning EYUKsi nimani bildiradi?
4. Om qonunining differentsial ko'rinishini yozib, fizik mohiyatini ochib bering.
5. Ochiq zanjir uchun Om qonuni qanday ko'rinishni oladi?
6. Zanjirning FIK ni tahlil qiling.
7. Nima sababdan qarshiliklar parallel ulanganda umumiy qarshilik kamayada?
8. Nima uchun iste'molchilar ketma – ket ulanganda ularga tushadigan umumiy kuchlanish har biriga tushadigan kuchlanishning yig'indisidan iborat bo'ladi?
9. Ikkita bir xil  $R_0$  qarshilikni birinchi holda o'zaro ketma – ket, ikkinchi holda esa parallel qilib ulansa, natijaviy qarshiliklarning nisbati nimaga teng bo'ladi?
10. Bu ishni bajarib qanday xulosalar chiqarish mumkin?

## **6 – LABORATORIYA ISHI**

### **ELEKTR TOKINING ASOSIY QONUNLARI BO'YICHA BIRLASHGAN ISHLAR**

• **ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Zanjirdagi iste'molchilarga sarflanadigan energiya o'rganiladi.
- 2) O'lchov asboblarning tuzilishi va ishlash printsipli bilan tanishiladi.
- 3) O'lchov asboblarning ichki qarshiligini o'zgartirish usuli o'zlashtiriladi.

• **ADABIYOT [1] 96-98; 103-105, [2] 54-55 [3] 121 -125 [4] 66-71**

*I* – vazifa. **Turli kuchlanishlarda qarshilik iste'mol qiladigan elektr tokining quvvatini aniqlash.**

Iste'molchi (televizor, komp'yuter, elektr chirog'i) elektr zanjirining asosiy va muhim qismi hisoblanadi. Uni shartli ravishda elektr energiyasini iste'mol qiluvchi  $R$  qarshilik sifatida olish mumkin. Agar  $U$  kuchlanish berilganda, undan  $I$  tok o'tsa  $R$  qarshilikni va u iste'mol qiladigan  $N$  quvvatni quyidagi formulalar asosida hisoblab olish mumkin:

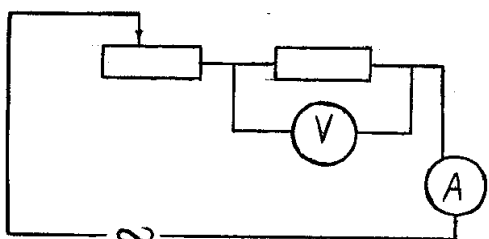
$$R = U/I \quad (1) \quad N = UI \quad (2)$$

• **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 1-rasmdagi elektr zanjiri yig'iladi. Uning tarkibiy qismlari o'zgaruvchan tok manbai (kuchlanishni pasaytirib beruvchi qurilma), reostat, iste'molchi qarshilik, ampermetr va volt'metrdan iborat.
2. Ampermetr va volt'metrning bo'lim qiymati aniqlanadi.
3. Surgichni reostat qarshiligining maksimal qiymatiga keltiriladi. Ampermetr va volt'metr ko'rsatgichlari olinib 1-jadvalga kiritiladi.
4. Reostatning o'rta qarshiligi uchun 2-banddagi shart bajariladi.
5. Reostatning minimal qarshiligi uchun ham 3-banddagi shart bajariladi.

1-jadval

| Nº | U,B | I,A | R,Om | N,Vt |
|----|-----|-----|------|------|
| 1  |     |     |      |      |
| 2  |     |     |      |      |
| 3  |     |     |      |      |



|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

1-rasm

• **O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH.**

1. 1-qatordagi qiymatlar uchun (1)-formulaga binoan  $R$  qarshilik, (2)-formulaga asosan  $N$  quvvat hisoblanib jadvalga kiritiladi.
2. 2-qatordagi qiymatlar uchun 1-banddagi shart takrorlanadi.
3. 3-qatordagi qiymatlar uchun ham 1-banddagi shart takrorlanadi.
4.  $N = f(u)$  grafigi chiziladi.

2 – vazifa. **Volt'metrning ichki qarshiligini aniqlash.**

Ayni bir volt'metrning ichki qarshiligini o'zgartirish (oshirish) orqali uning o'lchash chegarasini kengaytirish mumkin. O'lchov asboblarning ichki qarshiliklariga qo'shimcha ulanadigan qarshilikni odatda shunt qarshiligi deyiladi. Volt'metrni shuntlash 1-rasmda ko'rsatilgan.  $R_v$  va  $R_{sh}$  o'zaro ketma-ket ulangani uchun:

$$U = U_v \text{ va } U_{sh} \quad (3) \text{ hamda } I_1 = I_2 \quad (4)$$

$$\text{Shunga ko'ra: } \frac{U_v}{R_v} = \frac{U_{sh}}{R_{sh}} \quad (5) \text{ yoki } \frac{U_v}{U_{sh}} = \frac{R_v}{R_{sh}} \quad (6)$$

(1) formuladan  $U_{sh} = U - U_v$  ni belgilab, uni (4) formulaga keltirib qo'ysak, unda

$$\frac{U_v}{U - U_v} = \frac{R_v}{R_{sh}} \quad (7) \text{ yoki } R_v = \frac{U_v}{U - U_v} \cdot R_{sh} \quad (8)$$

ni hosil qilamiz. Bunda  $U$  kuchlanish  $R_{sh} = 0$  bo'lganida volt'metrning ko'rsatishi.

• **ISHNI BAJARISH TARTIBI**

1. 2-rasmdagi elektr sxemasi yig'iladi. Bunda uzuk chiziqlar bilan belgilangan qurilma volt'metr ekanligini ta'kidlab o'tamiz. Zanjir tok manbaidan tashqari volt'metr va qarshiliklar magazini (shunt qarshilikni) o'z ichiga oladi.

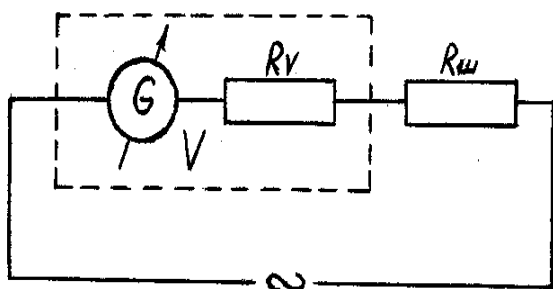
2. Zanjir tok tarmog'iga ulanadi.

3. Shunt qarshiligini ulamasdan oldin volt'metrning ko'rsatishini 2-jadvalga kiritamiz.

4. Qarshiliklar magazinidan shuntni ulab, uning mos qiymatini (masalan aytaylik 1000 Om) va shu paytdagi vol'tmetrning ko'rsatishini aniqlab 2-jadvalga kiritiladi.

5. 4-banddagi shart shuntning yana ikkita qiymati (aytaylik 2000 Om va 4000 Om) uchun takrorlanadi.

2-jadval



2-rasm

| No | U, B | R <sub>sh</sub> ,<br>Om | U <sub>v</sub> ,<br>B | R <sub>v</sub> ,<br>Om | <R <sub>v</sub> >,<br>Om |
|----|------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| 1  |      |                         |                       |                        |                          |
| 2  |      |                         |                       |                        |                          |
| 3  |      |                         |                       |                        |                          |

### • O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH

- 1-qatordagi qiymatlar bo'yicha (8)-formula yordamida R<sub>v</sub> hisoblanib, 2-jadvalga kiritiladi.
- 2 va 3 qatordagi qiymatlar uchun ham 1-banddagi shart takrorlanadi.
- Vol'tmetr ichki qarshiligining o'rtacha arifmetik qiymati hisoblab topiladi va 3- jadvalga kiritiladi.

### 3- vazifa. Ampermetrning ichki qarshiligini aniqlash.

Ampermetrning o'lchash chegarasini o'zgartirish uchun ham shuntlashdan foydalaniladi. 3- rasmdan ko'rinadiki, Kirxgofning birinchi qoidasiga binoan:

$$I = I_A + I_{sh} \quad (9) \text{ bundan } I_{sh} = I - I_A \quad (10)$$

Parallel ulanish qoidasiga ko'ra esa

$$U_A = U_{sh} \quad (11) \text{ yoki } \frac{R_A}{R_{sh}} = \frac{I_{sh}}{I_A} \quad (12)$$

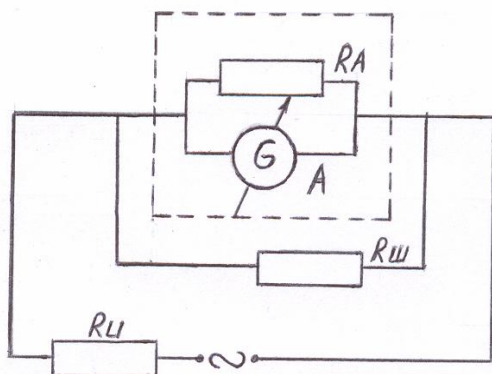
(4)- formulaga (2) – formulani keltirib qo'ysak, unda:

$$\frac{R_A}{R_{sh}} = \frac{I - I_A}{I_A} \quad (13) \text{ bundan esa, } R_A = \frac{I - I_A}{I_A} R_{sh} \quad (14)$$

ni hosil qilamiz. Bunda  $I$  tok kuchi  $R_{sh} = 0$  bo'lgandagi ampermetrning ko'rsatishi.

### **ISHNI BAJARISH TARTIBI**

1. 3-rasmdagi elektr sxemasi yig'iladi. Bunda uzoq chiziqlar bilan belgilangan qurilma ampermetr ekanligini ta'kidlab o'tamiz. Zanjir tok manбайдan tashqari, iste'molchi, ampermetr, qarshiliklar magazini (shunt qarshiligi) dan iborat bo'ladi.
2. Zanjir tok tarmog'iga ulanadi.
3. Shunt qarshiligini ulamasdan oldin ampermetrning ko'rsatishini 3 – jadvalga kiritamiz.
4. Qarshiliklar magazinidan shunt tanlab (masalan aytaylik 0,10 Om) zanjirga ulanadi. Shu paytdagi ampermetrning ko'rsatishini aniqlab 3- jadvalga kiritib, yoziladi.
5. 4- banddagi shart shuntning yana kamida ikkita qiymati (aytaylik 0,20 Om va 0,30 Om) uchun takrorlanadi.



3-rasm

3- jadval

| № | $I, A$ | $R_{sh},$<br>Om | $I_1, A$ | $R_A,$<br>Om | $\langle R_A \rangle,$<br>Om |
|---|--------|-----------------|----------|--------------|------------------------------|
| 1 |        |                 |          |              |                              |
| 2 |        |                 |          |              |                              |
| 3 |        |                 |          |              |                              |
|   |        |                 |          |              |                              |

### **• O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH**

1. 1-qatordagi qiymatlar bo'yicha (14) – formula yordamida  $R_{A1}$  hisoblanib, 3- jadvalga kiritiladi.
2. 2 va 3 qatordagi qiymatlar uchun ham 1 – banddagi shart takrorlanadi.
3. Ampermetr ichki qarshiligining o'rta arifmetik qiymati hisoblanib 3- jadvalga kiritiladi.

### **• SINOV SAVOLLARI**

1. Elektr toki bajaradigan ishni tushuntiring.
2. Joule' – Lents qonunining integral va differentsial ko'rinishlarda yozib bering.

3. Qachon zanjirning foydali quvvati maksimal qiymatga erishadi?
4.  $N = f(R)$  bog'lanishni tahlil qilib bering.
5. Ampermetr qanday tuzilishga ega?
6. Ampermetrning o'lchash chegarasini  $n$  marta oshirish uchun qanaqa kattalikdagi shunt olinadi? Bunda ampermetrning ichki qarshili  $r$  deb olinsin.
7. Nima sababdan ampermetrning ichki qarshiligi kichik bo'ladi?
8. Vol'tmetrning tuzulishini aytib bering. Nima sababdan uning ichki qarshiligi katta olinadi?
9. Vol'tmetrning o'lchash chegarasini  $K$  marta oshirish uchun, qanday kattalikdagi qo'shimcha qarshilik olish kerak? Bunda vol'tmetrning ichki qarshiligini  $R$  deb oling.
10. Bu ishni bajarib qanday xulosalar chiqardingiz?

### **7-LABORATORIYA ISHI**

#### **TARMOQLANGAN ELEKTR ZANJIRINI O'RGANISH.**

##### **• ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) O'zaro parallel ulanib, tizim hosil qiluvchi iste'molchilar zanjiri bilan tanishish;
- 2) Zanjirdagi tugunni va undan o'tuvchi toklarning qayta taqsimlanishini o'rganish;
- 3) Tarmoqlangan zanjir parametrlarini hisoblashda Kirxgof qoidalaridan foydalanish.

##### **• ADABIYOT: [1] 99-105; [2] 55-57; [3] 123-125; [4] 68-76**

Elektr zanjirida uchtdan kam bo'lmagan o'tkazgichlar uchrashadigan nuqtani tugun deb aytiladi. Zanjir tugun hosil qilib, tarmoqlanadi. U murakkab tuzilishga ega bo'lgani uchun, uni hisoblashda Kirxgofning ikkita qoidasidan foydalanamiz. Buning uchun shartli ravishda tugunga keluvchi toklarni musbat, undan chiqib ketuvchi toklarni esa manfiy ishora bilan olamiz. Shunda, Kirxgofning I-qoidasini quyidagicha ta'riflash mumkin: Tugunda uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

$$\sum_{i=3}^n I_i = 0$$

1-rasmda ifodalangan tugun uchun Kirxgofning I-qoidasini qo'llab, quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0 \quad (1)$$

Tarmoqlangan, murakkab zanjirning turli qismlariga tushadigan kuchlanishlar bilan zanjirdagi tok manbalarining EYUKlari orasidagi munosabat Kirxgofning II-qoidasiga binoan aniqlanadi:

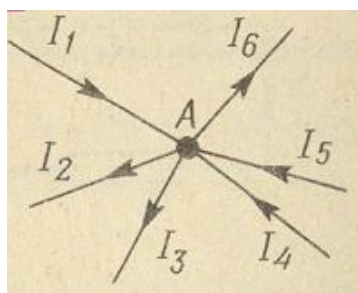
Tarmoqlangan elektr zanjiridagi ixtiyoriy berk kontur ayrim qismlaridagi tok kuchlarining mos qismlardagi qarshiliklarga ko'paytmalarining algebraik yig'indisi ushbu konturdagi barcha EYUKlarning algebraik yig'indisiga teng.

$$\sum_i^n I_i R_i = \sum_k^m \varepsilon_k$$

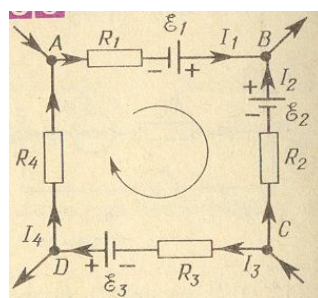
2-rasmdagi elektr zanjiri uchun Kirxgofning II-qoidasini qo'llab, quyidagi tenglamani olamiz:

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \quad (2)$$

Bunda hisoblash uchun tanlangan yo'nalish mutlaqo ixtiyoriydir. Agar Yuqorida ko'rib o'tilgan hol uchun soat mili harakati yo'nalishini emas, balki unga teskarisini tanlaganimizda (2) formuladagi har bir had oldidagi ishora teskarisiga almashingan bo'lar edi. Bu tenglamaning ikki tomoni minus birga ko'paytirishni bildiradi, xolos.



1-rasm



2-rasm

Kirxgofning I-qoidasi asosida zaryadning saqlanish qonuni, II-qoida asosida esa birlashgan Om qonuni yotishini ta'kidlab o'tamiz. Ma'lumki, zanjirning bir qismi uchun Om qonunidan bu qism qarshiligini aniqlash mumkin:

$$R = \frac{U}{I} \quad (3)$$

Elektr zanjirini baholashda qarshilikka teskari bo'lgan kattalik elektr o'tkazuvchanlikdan ham foydalaniladi:

$$\frac{I}{U} = \frac{1}{R} \quad (4)$$

$$G = \frac{1}{R} \quad (5)$$

$$[G] = \frac{1}{\Omega m} = Sm \text{ (simens)}$$

Kirxgofning I-qoidasi elektr o'tkazuvchanlik uchun ham o'rinalidir:

Tarmoqlanish nuqtasidagi umumiy o'tkazuvchanlik tarmoq ayrim qismlari o'tkazuvchanligining yig'indisiga teng, masalan 3-rasmdagi tarmoqlanish uchun:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 \quad (6)$$

#### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 3-rasmdagi elektr zanjiri bilan tanishiladi. Uning tarkibiy qismi o'zgaruvchan tok manbai, bosh reostat va bosh ampermetr, har biri, ampermetr va unga ketma – ket ulangan alohida reostatdan iborat bo'luvchi (va ayni paytda o'zaro parallel ulangan) uchta tarmoq elementi va vol'tmetrdan tashkil topadi.
2. Bunda keltirilgan barcha o'lchov asboblarning bo'lim qiymatlari hisoblab olinadi.
3. Zanjir tok tarmog'iga ulanadi.
4. Bosh reostat yordamida bosh ampermetr ko'rsatishi bo'yicha zanjirdagi umumiy tokning biror qiymati (masalan, aytaylik 1,00 A) tanlanadi. Uning qiymatini va tarmoqlanish elementidagi uchta yordamchi ampermetrlarning mos ko'rsatishlarini 1 – jadvalga kiritib yozamiz. Bu holga muvofiq keluvchi vol'tmetr ko'rsatishini ham 1 – jadvalga kiritiladi.
5. Zanjirdagi umumiy tokni o'zgartirib (masalan, 1,50 A uchun) 4-banddagi shart takrorlanadi.
6. Xuddi shunday vazifa umumiy zanjirdan o'tishi mumkin bo'lgan yana bir tok (aytaylik 2,00 A) uchun ado etiladi.



### 3-rasm

#### • O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH.

- 1 – jadvalning birinchi qatoriga joylashgan kattaliklarni navbati bilan, birin - ketin (3) formulaga qo'yib mos qarshilik ( $R, R_1, R_2$  va  $R_3$ ) larni hisoblab natijalarni 1 – jadvalga kiritamiz. Ma'lum bo'lgan qarshiliklar bo'yicha (5) formula asosida mos o'tkazuvchanlik ( $G, G_1, G_2$  va  $G_3$ ) larni aniqlab ularni ham 1 – jadvalga yozamiz.
- 1 – jadvalning ikkinchi qatoridagi kattaliklar uchun 1 – banddagi shart takrorlanadi.
- Xuddi shuningdek, 3 - qatordagi kattaliklar uchun ham shunday vazifa bajariladi.
- Bosh ampermetrda bevosita o'lchangan tok va yordamchi ampermetrlar o'lchagan toklarning yig'indisi 2 – jadvalga kiritiladi va ular o'zaro solishtiriladi, ya'ni farqi qayd qilinadi.
- (6) formula bo'yicha zanjirning tarmoqlanish sohasi (xududi)dagi umumiy o'tkazuvchanlik va tarmoq elementlari o'tkazuvchanligining yig'indisi hisoblanib, qiymatlari 2 – jadvalga kiritiladi va o'zaro solishtiriladi.

1 – jadval

| $I, A$ | $I_1, A$ | $I_2, A$ | $I_3, A$ | $U, B$ | $R, Om$ | $R_1, Om$ | $R_2, Om$ | $R_3, Om$ | $G$ | $G_1$ | $G_2$ | $G_3$ |
|--------|----------|----------|----------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----|-------|-------|-------|
|        |          |          |          |        |         |           |           |           |     |       |       |       |
|        |          |          |          |        |         |           |           |           |     |       |       |       |
|        |          |          |          |        |         |           |           |           |     |       |       |       |

2 – jadval

| № | $I, A$ | $\sum I, A$ | $\Delta I, A$ | $G, Sm$ | $\sum G, Sm$ | $\Delta G, Sm$ |
|---|--------|-------------|---------------|---------|--------------|----------------|
| 1 |        |             |               |         |              |                |
| 2 |        |             |               |         |              |                |
| 3 |        |             |               |         |              |                |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Manbaning EYUK nima va u qanday hosil bo'lgan?
2. Zanjirdagi tok manbaiga xuddi shunday yana bir manbani ketma – ket ulasak zanjirda qanday o'zgarish bo'ladi?
3. Yuqoridagi manbalar o'zaro parallel ulansa nima o'zgarish kuzatiladi?
4. Zanjirdagi foydali quvvat 50% bo'lishi uchun manbaning ichki qarshiligi  $r$  va zanjirning tashqi qarshiligi  $R$  o'zaro qanday munosabatda bo'lishi kerak?
5. Kirxgofning I - qoidasini ta'riflang.
6. Kirxgofning II - qoidasini ta'riflang.
7. Kirxgofning I - qoidasi zaryadning saqlanish qonunidan kelib chiqishini isbotlang.
8. 2 – rasmdagi berk zanjir uchun birlashgan Om qonunini qo'llab, (2) formulani keltirib chiqaring.
9. Zanjirning o'tkazuvchanligi haqida nimalarni bilasiz.
10. Bu tajribani o'tkazib qanday xulosaga keldingiz?

**8 – LABORATORIYA ISHI**

**ELEKTR ENERGIYASI HISOBLAGICHINI TARMOQQA**

**ULASH VA TEKSHIRISH**

• **ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Elektr energiyasi hisoblagichining tuzilishi va ishlash printsipi bilan tanishish;
- 2) Elektr tokining energiyasi va bajaradigan ishini hisoblashni o'rganish;
- 3) Elektr zanjiri uchun energiya saqlanish qonunining o'rinli bo'lishini kuzatish.

• **ADABIYOT [1] 90-105; [2] 45-57; [3] 118-125; [4] 66-76**

Elektr energiyasi hisoblagichining ishlash printsipli quyidagilarga asoslanadi:

1. Elektromagnit induksiya hodisasi (M. Faradey qonuni): Berk kontur bilan chegaralangan yuzadan o'tayotgan magnit oqimi o'zgarsa, shu konturda induksion tok hosil bo'ladi. Hosil bo'luvchi induksion tok (va demakki, induksion EYUK)ning miqdori faqatgina magnit oqimining o'zgarish tezligi bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Bu holdagi minus ishorasi 1833 yilda Lents tomonidan aniqlangan induksion tokning yo'nalishini ko'rsatuvchi umumiy qoidasining matematikaviy ifodasi bo'lib xizmat qiladi.

2. Lents qoidasi: Konturda hosil bo'luvchi tok shunday yo'naladiki, uning magnit maydoni shu induksion tokni hosil qiluvchi maydon o'zgarishini qoplash (kompensatsiyalash)ga intiladi.

3. Fuko toklari: Ko'ndalang kesim yuzi qalin bo'lgan o'tkazgichlarda hosil bo'luvchi toklarni uyurmali toklar deb yuritiladi. Bu toklar tormozlovchi xususiyatidan tashqari yana o'tkazgichlarni qizdirishga olib keladi. Shuning uchun generatorning yakori yoki transformatorning o'zagi yaxlit emas, balki alohida plastinkalar shaklida yasaladi.

Elektr energiyasini bevosita o'lchash uchun xizmat qiladigan bir fazali induksion hisoblagichning tuzilishi 1 – rasmda ko'rsatilgan.

Elektromagnit g'altak, doimiy magnit va ular orasidagi vertikal o'qqa mahkamlab joylashtirilgan alyuminiy disk hisoblagichning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi.  $\phi$ altakdan o'zgaruvchan tok o'tganida disk sirtini kesib o'tuvchi magnit oqimi ham mos holda o'zgaradi. Uning magnit maydoni va g'altakning magnit maydonlari o'zaro ta'sirlashib, diskni aylanishga majbur etuvchi kuch momentini vujudga keltiradi. Uning qiymati zanjirdagi tok quvvatiga proporsional bo'ladi:

$$M = CP \quad (1)$$

bunda

$$P = UI \quad (2)$$

Bu aylantiruvchi moment ta'sirida disk tezlanuvchan harakat qiladi, albatta. Diskning aylanish tezligini barqarorlashtirish uchun doimiy magnitdan foydalaniladi. Disk aylanganida doimiy magnitning magnit oqim chiziqlarini kesib o'tadi. Oqimning o'zgarishi diskda uyurmali tokni, uning hosil qilgan magnit maydoni esa tormozlovchi momentni hosil qiladi. Tormozlovchi momentning qiymati diskning aylanish tezligi vaqt birligi ichidagi aylantirishlar soniga proporsional bo'ladi:

$$M_2 = kn \quad (3)$$

bunda

$$n = \frac{N}{t} \quad (4)$$

Tormozlovchi moment aylantiruvchi momentga tenglashganda harakat barqarorlashadi, ya'ni disk tekis aylana boshlaydi:

$$M_2 = M_1 \quad \text{yoki} \quad kn = cP \Rightarrow n = \left(\frac{c}{k}\right)P \quad (5)$$

(5) formuladan, diskning vaqt birligi ichidagi aylanishlar soni hisoblagichdan o'tayotgan tokning quvvatiga proporsional bo'lishi ayon bo'ladi. Shu sababli, ma'lum bir  $t$  vaqt mobaynida diskning aylanishlar soni, shu vaqt orasida sarf qilingan elektr energiyaning o'lchovi bo'la oladi deb hisoblanadi.

Elektr zanjiriga isitgich (plitka) ulansa, u elektr energiyasini iste'mol qila boshlaydi, ya'ni unda Joule – Lents issiqligi ajralib chiqadi. Saflanadigan bu energiyaga hisoblagich diskning  $N$  marta to'liq aylanishi mos keladi.

$$W_1 = A_1 = \frac{1kVt \cdot soat}{640} \cdot N = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 3600}{640} \cdot N = 5625 \cdot N \quad (6)$$

bunda tayinli bir hisoblagichdan uning doimiysi 640 soni olindi. Bu iste'molchi  $1kVm \cdot coam$  energiya qabul qilguncha disk 640 marta

aylanishini anglatadi. Lekin shu o'rinda boshqa hisoblagichlarning doimiysi boshqacha son (masalan 1200) bo'lishi mumkinligini ham ta'kidlab o'tamiz. Umuman hisoblagichlarning doimiy nominal miqdori

$a_n = \frac{1kVt \cdot soat}{N_0}$  formula bilan ifodalanadi. Biz ko'rgan hol uchun  $N_0 = 640$ ,

$a_n = 5625$  ga teng.

Hisoblagich orqali qayd qilingan bu energiya isitgichning ichki energiyasiga aylanadi. Uni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$W_2 = A_2 = IUt \quad (7)$$

bunda  $I$  – zanjirdagi tok kuchi,  $U$  – isitgichga tushadigan kuchlanish,  $t$  – diskning  $N$  marta to'liq aylanishi uchun sarflangan vaqt.

Bunda, ayni bir energiyani ikki marta hisoblanganligini, -  $W_1$  bevosita elektr hisoblagichi yordamida,  $W_2$  esa bilvosta o'lchov asboblari (ampermetr, vol'tmetr va sekundometrlar) yordamida aniqlanganligiga diqqatni qaratish lozim. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, ular o'zaro teng yoki zanjirdagi o'lchov asboblari, simlar va iste'mol qilingan energiyani e'tiborga olsa (bu nisbatan ancha kichik energiya ekanligini eslatib o'tamiz) taxminan teng bo'lishi darkor.

Boshqa har qanday o'lchov asbobi singari elektr hisoblagichi ham ma'lum bir xatolikka ega. Uning nisbiy xatoligini quyidagicha hisoblaymiz:

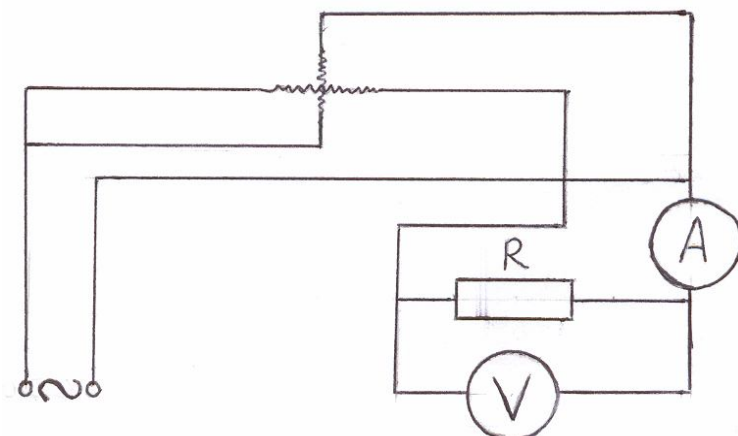
$$E = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100\% \quad (8)$$

#### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 2 – rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirining barcha qismlari nazardan o'tkazilib, ularning ishga yaroqli ekanligi tekshiriladi. Zanjir tarkibida iste'molchi sifatida elektr isitgichi (plitka) qatnashadi.
2. Zanjir tok tarmog'iga ulanadi.
3. Har bir o'lchov asbobining bo'lim qiymatini hisoblab, qayd qilib qo'yiladi.

4. Tayinli  $t_1$  vaqt (masalan, aytaylik 3 min=180s) tanlanib uni va shu vaqt ichida alyuminiy diskning to'liq aylanishlar soni  $N_1$ ning qiymatini 1 – jadvalga kiritib yoziladi. Shuningdek vol'tmetr ko'rsatishi  $U_1$  va ampermetr ko'rsatishi  $I_1$  ham 1 – jadvalga kiritiladi.

5.  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  vaqtlar (masalan, mos holda 300s, 420s, 600s va 900s) uchun 4 banddagi shart takrorlanadi.



1-rasm

• **O'LCHOV NATIJALARINI HISOBLASH.**

1. Jadvalning birinchi qatoridagi qiymatlar asosida (6) formuladan  $W_1$ , (7) – formuladan  $W_2$  hisoblanib, qiymatlari jadvalga aks ettiriladi.

2. 1 – banddagi shart jadvalning 2, 3, 4 va 5 qatorlari uchun ham bajariladi.

3.  $W_1$  va  $W_2$  juftlari uchun (8) – formula yordamida mos  $E_{1,2}$  hisoblab olinadi va 1 – jadvalga yoziladi.

4. Keyingi  $W$  lar uchun ham mos kombinatsiyalarni tuzib, 3 banddagi shart takrorlanadi.

1 – jadval

| $N_0$ | $U, B$ | $I, A$ | $t, s$ | $N$ | $W_1, J$ | $W_2, J$ | $E, \%$ |
|-------|--------|--------|--------|-----|----------|----------|---------|
| 1     |        |        |        |     |          |          |         |
| 2     |        |        |        |     |          |          |         |
| 3     |        |        |        |     |          |          |         |
| 4     |        |        |        |     |          |          |         |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Elektromagnit induktsiya hodisasini tushuntiring.
2. Lents qoidasini ta'riflang. Uning qo'llanishiga oid misollar keltiring.
3. Uyurmali toklar qanday xususiyatlarga ega?
4. Aylantiruvchi momentning hosil bo'lish sababini aniqlang.
5. Nima sababdan diskda tormozlovchi moment hosil qilish kerak? Uning hosil bo'lish mexanizmini gapirib bering.
6. Elektr hisoblagichdagi alyuminiy diskning har bir aylanishiga ma'lum bir miqdordagi energiya mos kelishini formulalar asosida isbotlab bering.
7. Elektr tokining bajargan ishi qanday kattaliklarga va qay darajada bog'liq.
8. Siz ishlatgan hisoblagichning doimiy nominal miqdori nimaga teng va u qanday fizikaviy ma'noga ega?
9. Elektr hisoblagichning nisbiy xatoligi qanday faktorlarga bog'liq bo'lishini tahlil qilib bering.
10. Bajargan ishingiz bo'yicha qanday xulosalar chiqardingiz?

**9 – LABORATORIYA ISHI**

**TERMOELEMENTNI DARAJALASH**

• **ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Metallar uchun kontakt hodislarini o'rganish;
- 2) Termoelektrik hodisalar va ularning qo'llanilishi bilan tanishish;
- 3) Tayinli termometr uchun  $I = f(\Delta t)$  diagrammasini tuzish.

• **ADABIYOT [1] 233-242; [3] 132-136; [4] 89-104;**

1797 yilda A. Vol'ta ikki metall o'zaro kontaklashsa, ulardan biri musbat, ikkinchisi esa manfiy zaryadlanishini aniqladi. Natijada metallar orasida kontakt potentsiallar farqi deb yuritiluvchi – potentsiallar farqi vujudga keladi. Agar  $Al, Zn, Sn, Pb, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd$  kabi

metallar ko'rsatilgan ketma – ketlikda kontaktlashtirilsa, unda har bir metall o'zidan keyingi istalgan metall bilan musbat zaryad namoyon etib kontaktlashadi. Bu qatorni Vol'ta qatori deb yuritiladi.

Vol'ta tajribaga tayanib quyidagi ikki qonunni aniqladi:

1. Kontakt potentsiallar farqi tegishuvchi metallarning faqat ximiyaviy tarkibiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi.
2. O'zaro ketma – ket ulangan bir xil temperaturali turli o'tkazgichlardan tashkil topuvchi tizimning kontakt potentsiallari ayirmasi oraliq o'tkazgichlarning ximiyaviy tarkibiga bog'liq emas, balki faqatgina ikki chetdagi metallarning bevosita ulanishida hosil bo'luvchi kontakt potentsiallar ayirmasigagini teng bo'ladi.

Turli metallarda chiqish ishining turlicha bo'lishi buning bosh sababi erkin elektronlar kontsentratsiyasining turlicha bo'lishi esa ikkinchi bosh sababi hisoblanadi. Bu ikki sababning natijaviy ta'siri ostida birinchi va ikkinchi metallar orasidagi kontakt potentsiallar farqi quyidagicha ifodalanadi.

$$\Delta\eta = \frac{A_1 - A_2}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}$$

bunda  $A_1$  va  $A_2$  mos holda 1 – metall va 2 – metaldan elektronning chiqish ishi.  $k$  – Bol'tsman doimiysi.  $T$  – termodinamik temperatura  $n_1$  va  $n_2$  mos holda elektronning 1 – metall va 2 – metaldagi kontsentratsiyasi.

Vol'taning ikkinchi qonuniga binoan, bir xil temperaturali, bir nechta metallardan tashkil topuvchi berk zanjirda EYUK vujudga kelmaydi, ya'ni elektr toki hosil bo'lmaydi. Lekin, kontaktlar temperaturasi turlicha bo'lsa, zanjirda termoelektrik tok deb ataluvchi, tok paydo bo'ladi. Metallarda, yarim o'tkazgichlarda issiqlik ta'siri ostida elektr hodisasi, elektr ta'sirida issiqlik hodisalari ro'y berishi mumkin. Buni termoelektrik hodisalar deb ataladi. Uning hosil bo'lish tabiati bilan bog'liq bo'lgan quyidagi effekt bilan tanishamiz.

**1. Zeebek effekti.** 1821 yilda nemis fizigi T.Zeebek berk zanjirni tashkil etgan ikki xil metallning kavsharlangan qismlarini turli temperaturalarda ushlab turilsa, zanjir bo'ylab elektr toki oqimini qayd qiladi. Kavsharlangan nuqtalardagi temperaturalar farqining ishorasi o'zgartirilsa, tok yo'nalishi ham o'zgaradi. Termo EYUK hosil bo'lishining sababi shuki, kavsharlangan turli metallarning qizigan uchidagi yuqori energiyali elektronlar kontsentratsiyasi sovuq uchiga nisbatan ko'proq bo'ladi va tez elektronlarning issiqroq uchidan sovuq uchiga qarab diffuzion oqimi vujudga keladi, o'tkazgichlarning issiq uchlari yaqinida esa elektronlarni kamayishi hisobiga ular musbat zaryadlanadilar. Sovuq uchlari manfiy zaryadlanadi, natijada o'tkazgichlarning uchlari potentsiallar farqi vujudga keladi.

Berk zanjirlarda ko'pgina metallar jufti (masalan *Cu-Bi*, *Ag-Cu*, *Au-Cu*) uchun elektr yurituvchi kuch kontaktdagi temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional bo'ladi:  $\varepsilon = \alpha(T_1 - T_2)$  bunda  $\varepsilon$  -termoelektr yurituvchi kuch deyiladi.

Zeebek effekti termodinamikaning ikkinchi qonuniga zid emas, chunki bunda ichki energiya elektr energiyasiga aylanadi. Shu sababli, mazkur zanjirda doimiy tok bo'lishi uchun, doimo kontaktdagi temperaturalar farqini o'lchab turish, ya'ni kontaktning bir uchiga issiqlik berish, ikkinchisidan esa issiqlikni olib turish darkor.

Zeebek effektidan temperaturalarni o'lchash uchun foydalaniladi. Undan shuningdek elektr toki generatsiyalash uchun ham foydalanish mumkin.

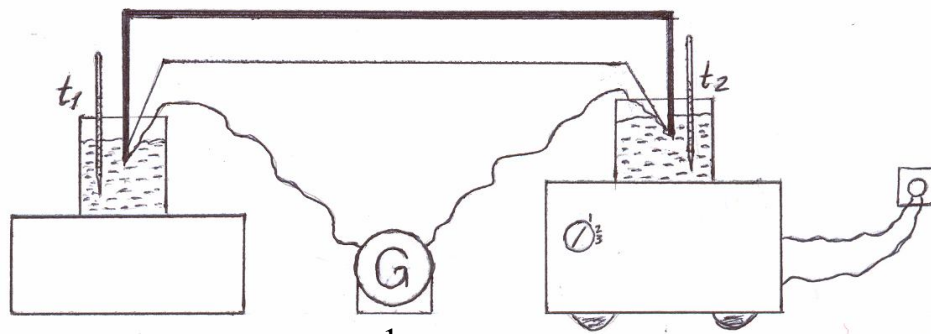
**2. Pel't'e effekti.** Frantsuz fizigi J. Pel't'e tomonidan 1834 yilda kashf etilgan. Bu effekt quyidagicha ta'riflanadi:

Turli metall yoki yarim o'tkazgichlar kontaktlaridan elektr toki o'tsa, tokning yo'nalishiga bog'liq ravishda shu kontaktda issiqlik yutiladi va yoki ajraladi. Bu issiqlik miqdori quyidagi formula bilan aynqlanadi:  $Q = \Pi \cdot I \cdot t$ .

Bunda Pel't'e koeffitsienti  $\Pi$ , I-tok kuchi va t-tokning o'tib turish vaqti. Pel't'e hodisasi quyidagicha tushuntiriladi. Agar zaryad tashuvchilar ikki metall kontaktidan o'tib, kichik energiyali (chiqish ishi nisbatan katta) metallga tushsa, ortiqcha energiyani kristall panjaraga beradi, natijada kontakt qiziydi. Aks xolda energiya yutiladi.

Pel't'e hodisalaridan foydalanib, xonalarni isitish yoki sovutish mumkin.

**3. Tomson effekti.** Termodinamika mulohazalari asosida Vil'yam Tomson (Kel'vin) 1856 yilda uzunligi bo'yicha temperatura gradienti bo'lgan o'tkazgichdan tok o'tganda Pel't'e issiqligiga o'xshash issiqlik ajralishi va yoki yutilishi kerak degan fikrni ilgari surdi. Bu gipoteza tajribada tasdiqlanib, Tomson effekti nomini oldi. Uning matematik ifodasi quyidagicha:  $Q_m = K_m (T_2 - T_1) I t$  bunda  $K_m$  - Tomson koeffitsienti bo'lib, uning qiymati materialning tabiatiga bog'liq.



**• ISHNI BAJARISHDAN TARTIBI:**

- 1 – rasmdagi termopara zanjiri bilan tanishib chiqiladi. Bunda gal'vanometr strelkasi nolda turganiga ishonch hosil qilish darkor.
- Elektr plitkani tok tarmog'iga ulanadi. Ulanish oldidan uning ustidagi idishda joylashgan termometrning ko'rsatkichi  $t_2$  va isitilmaydigan suvli stakandagi termometrning ko'rsatkichi  $t_1$  qiymatlari orasidagi  $t_2 - t_1 = \Delta t$  farq 1 – jadvalga kiritiladi, dastlabki holda  $t_2 = t_1$  bo'lgani uchun  $\Delta t = 0$  hamda unga mos keluvchi termotok ham  $I = 0$  bo'ladi.
- Temperaturaning oshishiga bog'liq holda hosil bo'luvchi termotokning mos qiymatlari (masalan, aytaylik, gal'vanometrning 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20 ko'rsatkichlari) bilan bog'liq bo'luvchi mos temperaturalar isitiluvchi termometrda qayd qilinib, birin – ketin 1 – jadvalga kiritib yoziladi.
- Gal'voanometrning ko'rsatkichi 20 birlikka yaqinlashganda plita o'chiriladi, chunki isish jarayoni undan so'ng ham davom etib strelka albatta 20 birlikka etib boradi.

5. 1÷4 banddagi shartlar teskari jarayon, ya'ni sovush uchun ham qaytadan takrorlanib bajariladi. Olingan barcha natijalar 1 – jadvalga kiritiladi.

6. Gal'vanometr strelkasi nolga kelgach oxirgi o'lchash bajarilib, ish yakunlanadi.

• **O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH:**

1. Isish jarayoni uchun olingan qiymatlar asosida  $I = f(\Delta t)$  diagramma tuziladi.

2. Sovush jarayoni uchun olingan qiymatlar asosida yana  $I = f(\Delta t)$  diagrammasi tuziladi.

1 - jadval

| № | Isish jarayoni |                | Sovush jarayoni |                |
|---|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|   | $\Delta t$     | $I(10^{-7} A)$ | $\Delta t$      | $I(10^{-7} A)$ |
| 1 |                | 0              |                 | 0              |
| 2 |                | 1              |                 | 1              |
| 3 |                | 2              |                 | 2              |
| 4 |                | 3              |                 | 3              |
| 5 |                | 5              |                 | 5              |
| 6 |                | 10             |                 | 10             |
| 7 |                | 15             |                 | 15             |
| 8 |                | 20             |                 | 20             |

• **SINOV SAVOLLARI:**

1. Kontakt potentsiallar farqi nima?

2. Vol'ta qatori qanday qonuniyat asosida tuzilgan?
  3. Vol'taning I - qonunini ta'riflang
  4. Vol'taning II - qonunini aytib bering.
  5. Kontakt potentsiallar farqi qanday formula bilan ifodalanadi?
  6. Termoelektrik hodisalarni tushuntiring.
  7. Zeebek effektini ta'riflang. Termo EYUK nimalarga bog'liq?
  8. Pel't'e effektini tahlil qilib bering.
  9. Tomson effekti nimani ifodalaydi?
  10. Nima sababdan isish va sovush jarayoniga mos keluvchi  $I = f(\Delta t)$  bog'lanish chiziqlari o'zaro ustma – ust tushmaydi?
- Xulosalaringiz bilan o'rtoqlashing.

## **10 – LABORATORIYA ISHI**

### **ER MAGNIT MAYDON KUCHLANGANLIGINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH**

#### **• ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Magnit maydon va uning asosiy xarakteristikalarini bilan tanishish;
- 2) Tangensbussol' asbobidan foydalanishni o'rganish
- 3) Erning magnit maydoni haqida tasavvurga ega bo'lish.

#### **• ADABIYOT: [1] 105-121; [2] 81-96; [3] 148-150; [4] 118-128**

Magnit maydonini – magnit maydon induktsiyasi xarakterlaydi:

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m} \quad (1)$$

bunda  $M_{\max}$  - kuchning aylantiruvchi momenti bo'lib, u maydonning shu nuqtasidagi xossalriga hamda konturning xossalriga bog'liq

bo'ladi:  $P_m$  - tokli konturning magnit momenti.  $I$  - tok o'tayotgan yassi kontur uchun

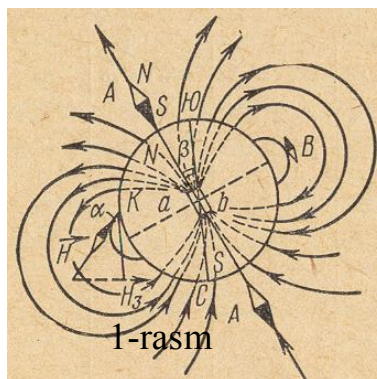
$$P_m = IS \quad (2)$$

Berilgan nuqtadagi magnit maydon yo'nalishi sifatida, shu nuqtaga joylashtirilgan tok konturining musbat yo'nalishi olinadi. Shuningdek, shu nuqtadagi magnit strelkasi (ignasi)ning shimoliy qutbiga ta'sir qiluvchi kuchning yo'nalishi orqali ham aniqlash mumkin (1 - rasm).

Makrotoklar hosil qiluvchi magnit maydonni esa – magnit maydon kuchlanganlik vektori  $\vec{H}$  orqali tavsiflanadi. Bir jinsli, izotrop muhit uchun:

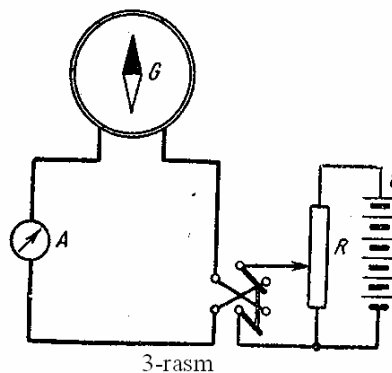
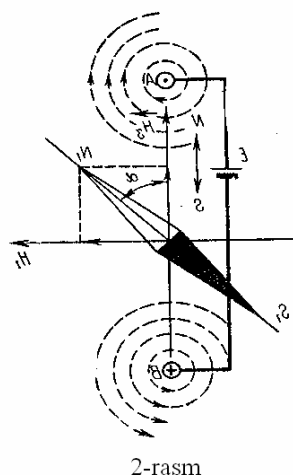
$$B = \mu\mu_0 H \quad (3)$$

bunda  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gts} / m$  - magnit doimiysi,  $\mu$  - muhitning magnit singdiruvchanligi bo'lib, u makrotok magnit maydoni muhitning makrotoklari hisobiga necha marta kuchayishini ko'rsatadi.



Ma'lumki, Er sayyorasi ham o'zining magnit maydoniga ega. Bu maydonning yo'nalishini, xususan uning shimoliy va janubiy qutblarini aniqlash uchun kompas ishlatiladi.

Lekin uning yordamida magnit maydonning son qiymati (miqdori)ni bilib bo'lmaydi. Buning uchun tangensbussol' asbobi ishlatiladi.



U bir-biridan elektr tokini o'tkazmaydigan izolyator bilan himoyalangan  $R$  radiusli  $n$  dona doiraviy o'tkazgich simdan iborat. Bu doiraning markazida uning diametri bo'ylab joylashuvchi ham o'zining o'qi atrofida erkin aylana oluvchi magnet ignasi (strelkasi) joylashgan.

Er magnet maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisini  $N_0$ , doiraviy  $n$  ta tokli o'ramning doira markazida hosil qiladigan natijaviy magnet maydonning kuchlanganligini  $N$  bilan belgilaymiz.

Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra, tokli, doiraviy o'tkazgichning markazidagi magnet maydoni:

$$B = \mu\mu_0 \frac{nI}{2R} \quad (4)$$

(3) va (4) formulalarni solishtirib quyidagini hosil qilamiz:

$$H = \frac{nI}{2R} \quad (5)$$

Ayni paytda magnet ignasi  $N_0$  va  $N$  larning ta'sirida bo'lgani uchun u  $N_0$  ga  $\alpha$  burchak hosil qilib joylashadi. (2-rasm). Bunda  $N_0$  aylana tekisligida yotib, uning diametri bo'ylab joylashishini,  $N$  esa aylana tekisligiga perpendikulyar tarzda joylashishini e'tiborga olishimiz lozim. Natijaviy maydonning yo'nalishi (ya'ni magnet ignasining  $\alpha$  - burchakka og'ishi) ularning o'zaro miqdoriy nisbatlariga bog'liq tarzda  $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$  oraliqda o'zgaradi.

3-rasmdan foydalanib  $N$  ni  $N_0$  bilan ifodalaymiz.

$$H = H_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (6)$$

$$(5) \text{ va } (6) \text{ formulalarni birgalikda echamiz: } H_0 = \frac{n}{2R} \cdot \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (7)$$

Agar  $\frac{n}{2R} = C(\operatorname{const})$  deb belgilab olsak, unda

$$H_0 = C \cdot \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (8)$$

Masalan, aytaylik  $n=25$ ,  $R=18\text{sm}=0,18\text{m}$  li parametr uchun  $S$  ni hisoblab olishimiz mumkin:

$$C = \frac{25}{2 \cdot 0,18} \cdot \frac{1}{\text{m}} = 69,44 \frac{1}{\text{m}}$$

Shuni e'tiborga olib, (8) formulani o'zimizning laboratoriya ishi qurilmasi (3-rasm) uchun mutlaqo xususiy holga keltirib yozamiz:

$$H_0 = 69,44 \cdot \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha} \text{ (A/m)} \quad (9)$$

#### • **ISHNI BAJARISH TARTIBI.**

1. 3-rasmdagi elektr zanjiri bilan tanishib chiqiladi. Aylanuvchi gardishning 0 nuqtasi va magnit ignasi doira tekisligida yotuvchi holga keltiriladi.
2. Zanjirni tok tarmog'iga ulaymiz. Qo'sh ulagich («rubil'nik») li kalitni qo'shamiz. Reostat yordamida I tokni tanlab, uni va magnit ignasi og'ishishiga mos keluvchi  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$  burchak (ignaning old va orqa og'ishlari) larni 1-jadvalga kiritamiz. Qo'sh ulagichli kalitni teskari (qarama-qarshi) tomonga o'tkazib, ulaymiz. Bunda zanjirdagi tokning yo'nalishi o'zgaradi, xolos. Magnit ignasi 0 holatning narigi tomonida  $\alpha_3$  va  $\alpha_4$  burchakka og'adi. Ularni ham 1-jadvalga kiritamiz.
3. Oshib borish tartibida  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  va  $I_5$  toklar uchun ham 2-banddagi shart takrorlab bajariladi.
4. Ishni yakunlab, zanjir elektr tarmog'idan uzib qo'yiladi.

#### • **O'LCHOV NATIJALARINI HISOBLASH.**

1. Jadvalning birinchi qatoridagi  $\alpha$  larning o'rta arifmetik qiymati  $\langle \alpha \rangle$  hisoblanadi. Uni va unga mos keluvchi  $\operatorname{tg} \langle \alpha \rangle$  ning qiymatini ham jadvalga kiritib yoziladi.
2. 9-formuladan foydalanib,  $I_1$  tok uchun  $N_{01}$  hisoblanadi va jadvalga kiritiladi.

3.  $I_2, I_3, I_4$  va  $I_5$  toklar uchun ham 1 va 2 – bandlardagi shartlar takrorlab bajariladi.
4. Olingan  $N_0$  qiymatlari asosida uning o'rtta arifmetik qiymati  $\langle H_0 \rangle$  aniqlanadi.

1-jadval

| № | I, A | $\alpha_1^0$ | $\alpha_2^0$ | $\alpha_3^0$ | $\alpha_4^0$ | $\langle \alpha \rangle^0$ | $tg \langle \alpha \rangle$ | $H_0 \frac{A}{m}$ | $\langle H_0 \rangle \frac{A}{m}$ | $\langle \Delta H_0 \rangle \frac{A}{m}$ | $\varepsilon\%$ |
|---|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-----------------|
| 1 |      |              |              |              |              |                            |                             |                   |                                   |                                          |                 |
| 2 |      |              |              |              |              |                            |                             |                   |                                   |                                          |                 |
| 3 |      |              |              |              |              |                            |                             |                   |                                   |                                          |                 |
| 4 |      |              |              |              |              |                            |                             |                   |                                   |                                          |                 |
| 5 |      |              |              |              |              |                            |                             |                   |                                   |                                          |                 |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Magnit maydon xarakteristikalarini ta'riflab bering.
2. Bio-Savar-Lampas qonuni nimadan iborat?
3. To'g'ri tokning magnit maydonini yozib bering.
4. Magnit maydon superpozitsiyasi nimani bildiradi.
5. Magnit maydon kuch chiziqlarini tushuntiring.
6. Magnit maydon yo'nalishini qanday aniqlash mumkin.
7. Tangensbussol' haqida bilganlaringizni gapirib bering.
8. Erning magnit maydoni qanday hosil bo'ladi?
9. Tokli doiraviy o'tkazgichning magnit maydoni formulasini keltirib chiqaring.
10. Mazkur ishni bajarish orqali qanday xulosalarga keldingiz?

**11 – LABORATORIYA ISHI**

**O'ZGARMAS TOK ZANJIRIDA QUVVATNI UZATISH**

• **ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) To'la quvvatning iste'molchi va manba qarshiliklari nisbatiga bog'liq bo'lishini eksperimental tadqiqotda o'rganish;
- 2) Foydali quvvatning  $r/R_u$  bog'liqligini o'rganish;
- 3) Manbaning F.I.K ning  $r/R_u$  bog'lanish qonuniyatini o'rganish.

• **ADABIYOT: *Laboratornyy praktikum po fizike pod redaktsiey K.A. Barsukova i YU.I. Uxanova 129-130 st.***

Agar ichki qarshiligi  $r$ , EYUK  $\varepsilon$  bo'lgan manbani  $R_u$  tashqi qarshilikka ulasak, unda zanjirdan  $I = \varepsilon / (R_u + r)$  tok o'ta boshlaydi. Shunday manbaning ekvivalent sxemasi 1a – rasmda ko'rsatilgan. Manba hosil qiladigan  $P = \varepsilon I$  quvvat iste'molchi va manba orasida xuddi kuchlanishlar singari nisbatda bo'linadi:

$$\frac{P_u}{P} = \frac{U_u}{\varepsilon} = \frac{R_u}{R_u + r} \quad \frac{P_m}{P} = \frac{U_m}{\varepsilon} = \frac{r}{R_u + r}$$

$P_u = U_u I$  – quvvat iste'molchida ajraladi. Uni **foydali quvvat** deb ataymiz.  $\eta = P_u / P$  - **foydali ish koeffitsientini** ifodalaydi. Tashqi qarshilik noldan (qisqa tutashuv) cheksizlikkacha (zanjirning uzilgan holati) oshganida iste'molchidagi  $U_u$  kuchlanish ham mos holda noldan EYUK miqdorigacha oshadi. Bu holda zanjirdagi tok esa  $I_{\kappa, m} = \varepsilon / r$  (qisqa tutashuv toki)dan nolgacha (zanjirning uzilgan holati) kamayadi. Foydali quvvat qisqa tutashuvda ham zanjir uzilganda ham nolga teng bo'ladi. Uning maksimal qiymatiga esa muvofiqlashgan qarshiliklarda, ya'ni  $R_u = r$  bo'lganda erishiladi:

$$P_{u, \max} = \varepsilon^2 / (4R_1)$$

To'la quvvat iste'molchining qarshiligi oshganda kamayadi va muvofiqlashgan qarshiliklar rejimida  $P = \varepsilon^2 / (2r)$  ni tashkil etadi. Bu esa manbaning qisqa tutashuv holatdagi quvvatining teng yarmisiga mos keladi:

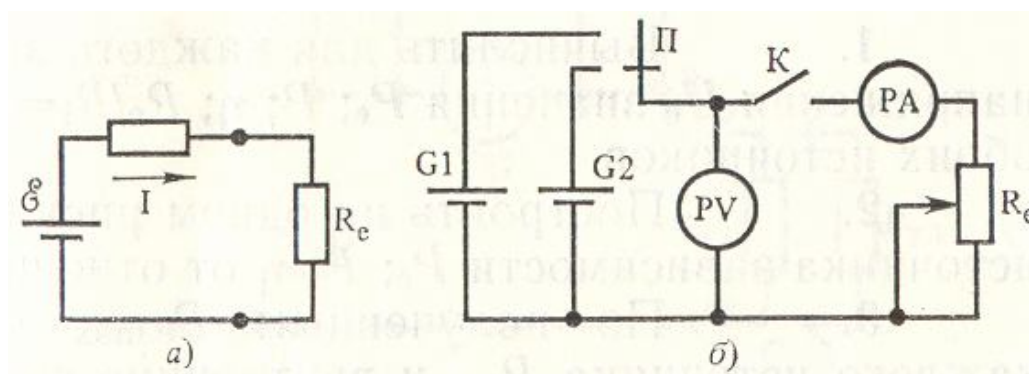
$$P_{\kappa, m} = \varepsilon^2 / r$$

Om qonuniga muvofiq  $R_u = r$  bulgani uchun manbaning tashqi kuchlanishi EYUK ning yarmiga teng bo'ladi. Bu holatda manbaning F.I.K  $\eta = 0.50$  (yoki 50%)ni tashkil etadi.

O'zgarmas tok zanjirini o'rganish uchun foydaniladigan qurilmaning sxemasi 1b - rasmda keltirilgan. Turli EYUK va ichki qarshiliklarga ega bo'lgan  $\varepsilon_1$  va  $\varepsilon_2$  manbalarni  $P$  ulagich yordamida navbat bilan  $R_u$  iste'molchiga ulash mumkin.  $R_u$  rezistordagi  $I$  tok kuchi va  $U_u$  kuchlanishni mos holda milliampermetr va vol'tmetr bilan o'lchanadi. Uzuq zanjir rejimi,  $K$  kalit bilan iste'molchini ajratish (uzish) orqali amalga oshiriladi.

• **ISHNI BAJARISH TARTIBI:**

1. 1b – rasmdagi zanjir yig'iladi va sxema bo'yicha tekshiruvdan o'tkaziladi.
2. 1 – manbaning  $\varepsilon_1$  EYUK o'lchanadi va 1 – jadvalga kiritiladi.
3. 1 – manbaga  $R_u$  iste'molchi ulanadi, tokni minimumdan maksimum qiymatgacha (iste'molchi qarshiligi orqali) o'zgartirilib, milliamperning ko'rsatishi  $I$  va vol'tmetrning ko'rsatishi  $U_u$  1 – jadvalga yozib boriladi.
4. 2 – manba uchun ham 2 va 3 banddagi shartlar takroran bajariladi. Natijalar 1 – jadvalga kiritiladi.



1-rasm

• **O'LCHASH NATIJALARINI HISOBLASH:**

1. Har bir  $I$  va  $U_u$  uchun  $P_u, P, R_u / r = U_u / (\varepsilon - U_u)$  ning mos qiymatlari har ikkala manba uchun ham hisoblanadi va 1 – jadvalga kiritiladi.
2. Har bir manba uchun bitta rasmda  $P_u, P$  va  $\eta$  larning  $R_u / r$  nisbatga bog'liqlik grafigi tuziladi.
3. Olingan  $P_{u, \max}$  bo'yicha har bir manba uchun  $P_{\kappa, m}$  va manbaning ichki qarshiligi aniqlanadi va 1 – jadvalga kiritiladi.

1 – jadval

| $\varepsilon_i$ | Manba<br>$EYUK, V$ | $I, A$ | $U_u, B$ | $P_u, Bm$ | $P, Bm$ | $R_u / r$ | $P_{\kappa, m}, Bm$ | $r, Om$ |
|-----------------|--------------------|--------|----------|-----------|---------|-----------|---------------------|---------|
| $\varepsilon_1$ |                    |        |          |           |         |           |                     |         |
| $\varepsilon_2$ |                    |        |          |           |         |           |                     |         |

• **SINOV SAVOLLARI.**

1. Birlashgan Om qonunini yozib, uni tahlil qilib bering.
2. Elektr zanjirining quvvati nimalarga bog'liq?
3. Foydali quvvatni ta'riflang.
4. Foydali ish koeffitsienti FIK nimani bildiradi?
5. Qisqa tutashuv hodisasini tushuntiring.
6. Nima sababdan foydali quvvat qisqa tutashuvda ham zanjir uzilganda ham nolga teng bo'ladi?
7.  $R_u = r$  bo'lganda  $P_u = P_{u, \max}$  bo'lishini isbotlang.
8. Nima uchun zanjirdagi to'la quvvat iste'molchining qarshiligi oshganida kamayadi?
9. Chizilgan, bog'lanishlar diagrammalarini qisqacha tahlil qilib bering.
10. Mazkur ishni bajarish tufayli qanday xulosalar chiqardingiz?

**12 – LABORATORIYA ISHI**

**YARIM O'TKAZGICHLI DIODNING VOL'T – AMPER**

**XARAKTERISTIKASINI OLISH**

• **ISHNI BAJARISHDAN MAQSAD:**

- 1) Yarim o'tkazgichli diodning tuzilishi bilan tanishish.
- 2) Uning ayrim xossalarini o'rganish.
- 3) Yarim o'tkazgichli diodning vol't – amper xarakteristikasini olish.

• **ADABIYOT: Fizikadan praktikum V.A. Burov, YU.I. Dik taxriri ostida 120-123 betlar.**

Bu ish yarim o'tkazgichli D7J diod bilan qilinadi. Uning asosiy detali germaniy monokristalidan qilingan 5 plastinkadan iborat (1 - rasm). Bu plastinkaning bir tomoniga bir tomchi 4 indiy payvandlangan. Natijada dastlab faqat elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan bu plastinkada bir – biridan chegara bilan ajratib turadigan elektron ( $n$ ) va teshikli ( $p$ ) o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita soha hosil bo'lgan. Bu sohalar chegarasida elektron – teshik ( $n - p$ ) o'tish deb ataladigan qatlam hosil bo'lgan, bu qatlam elektr tokini bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega.

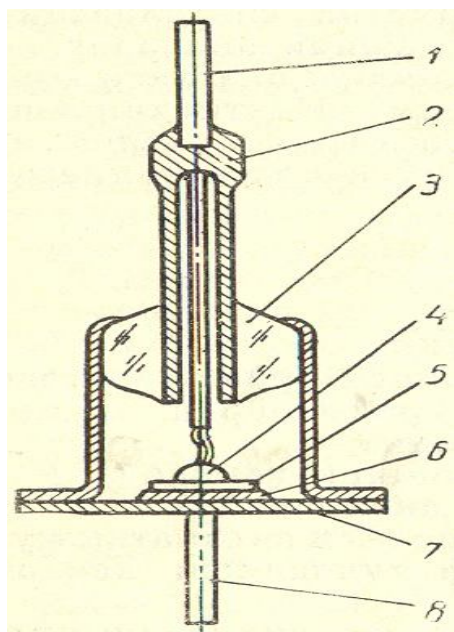
Germaniy plastinkasi 6 metall korpusning asosiga 8 qalay bilan kavsharlangan. Korpus kristallni tashqi ta'sirlardan himoya qilib, uning 8 kontakt chizig'i bor. Ikkinchi 1 kontakt chizig'i indiy tomchisidan qilingan. U 3 shisha izolyagorga eritib yopishtirib o'rnatilgan 2 metall trubkaning ichiga o'tadi. Diodning uchlari paneldagi «+» va «-» ishoralar bilan belgilangan ikkita klemmaga ulangan. Tashqi elektr maydon yo'qligida diodning elektron – teshikli o'tish sohasida asosiy zaryad tashuvchilar diffuziyalanib bir – birining orasiga singib o'tadi: elektronlar  $n$  – germaniydan  $p$  – germaniyga diffuziyalanib kiradi, teshiklar esa  $p$  – germaniydan  $n$  – germaniyga o'tadi. Natijada ikkita yarim o'tkazgich orasidagi chegaraning ikki tomonidan har xil ishorali hajmiy zaryadlar va shu bilan birga elektr maydon hosil bo'ladi. Bu maydon asosiy zaryad tashuvchilarning diffuziyasiga to'sqinlik qiladi va asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning teskari

harakatiga ko'maklashadi, ya'ni teshiklar  $n$  - sohadan  $p$  - sohaga, elektronlar esa  $p$  - sohadan  $n$  - soha tomon harakatlanadi.

Elektronlar bilan teshiklarning bir – biriga qarab harakatlanishida ularning bir qismi bir – biri bilan rekombinatsiyalashadi, natijada  $n - p$  o'tish sohasida  $10^{-4} - 10^{-5}$  sm qalinlikdagi harakatchan zaryad tashuvchilar juda kam bo'lgan bo'lgan qatlam hosil bo'ladi. Bu qatlam berkituvchi qatlam deb ataladi. Qalinligi kam bo'lishiga qaramay bu berkituvchi qatlam diod qarshiligining asosiy qismini tashkil etadi.

Tashqi elektr maydon bo'lmagan holda asosiy va asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning harakati tufayli hosil bo'lgan toklar absolyut qiymatlari jihatdan bir – biriga teng, yo'nalish jihatdan esa qarama - qarshi bo'ladi, shuning uchun ham o'tish sohasi orqali o'tadigan tokning kuchi nolga teng bo'ladi.

Diodga teshikli yarim o'tkazgichdan elektронli yarim o'tkazgich tomonga yo'nalgan tashqi elektr maydon ta'sirida  $n - p$  o'tish sohasining o'z elektr maydoni zaiflashadi, asosiy zaryad tashuvchilar ikkala yarim o'tkazgichni bir – biridan ajratib turadigan chegara chizig'i tomon harakatlanadi, berkituvchi qatlamning qalinligi va qarshiligi kamayadi, buning natijasida asosiy zaryad tashuvchilarning diffuzion toki ortadi va o'tish sohasi orqali o'tadigan umumiy tok kuchi nolga teng bo'lmay qoladi. Asosiy zaryad tashuvchilar hosil qilgan va teshikli yarim o'tkazgichdan elektronli yarim o'tkazgichga tomon yo'nalgan tok **diodning to'g'ri toki** deb ataladi.



1-rasm

Qo'yilgan kuchlanishning qutbiyligi o'zgarganda  $n - p$  o'tish sohasining xususiy elektr maydoni kuchayadi va asosiy zaryad tashuvchilarning o'tish sohasi orqali qiladigan diffuzion harakati to'xtaydi: bu elektr maydon ta'sirida asosiy zaryad tashuvchilar chegara qatlamlardan uzoqlashib elektronli va teshikli sohalarning ichkarisiga tarqalib ketadi. SHuning uchun berkituvchi qatlamning qalinligi va binobarin, qarshiligi ham ortadi. Ammo bu holda ham kichikroq tok o'tib turadi, uni asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar hosil qiladi. Bu tok elektronli yarim o'tkazgichdan teshikli yarim o'tkazgich tomonga yo'nalgan bo'ladi va **diodning teskari toki** deb ataladi. Dioddagi tokning yo'nalishiga qarab unga qo'yilgan kuchlanish va shuningdek, uning qarshiligi ham to'g'ri yoki teskari deb ataladi.

Bu ishda diodning to'g'ri va teskari toklarining unga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligini tekshirish va bu bog'lanishlarning grafiklarini chizish kerak.

Bu ishda diodning to'g'ri va teskari tokining unga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligini tekshirish va bu bog'lanishlarning grafiklarini chizish kerak.

• **ISHNI BAJARISHDAN TARTIBI:**

1. O'lchash va hisoblash natijalarini yozish uchun daftarga quyidagi jadvalni chizing:

1 - jadval

|         |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|--|
| $U, B$  |  |  |  |  |  |  |  |
| $I, mA$ |  |  |  |  |  |  |  |

2 - jadval

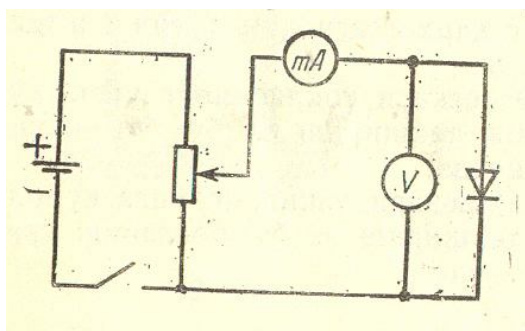
|         |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|--|
| $U, B$  |  |  |  |  |  |  |  |
| $I, mA$ |  |  |  |  |  |  |  |

2. To'g'ri tokning diodga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligini tekshiring. Buning uchun 2 – rasmda ko'rsatilgan sxemaga muvofiq zanjir yig'ing. Panelda ko'rsatilgan + va – ishoralarga e'tibor berib, diodni o'tkazish yo'nalishida ulang.

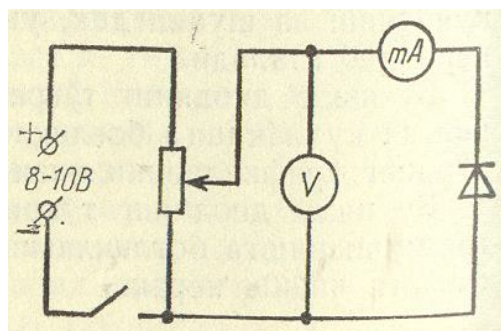
Bu o'lchashlarda to'g'rilagich yoki 3 – NKN – 10 batareyadan iborat bitta akkumulyator tok manbai bo'lishi mumkin. Diodga potentsiometrda kuchlanish beriladi va u 3 V shkalali vol'tmetr bilan o'lchanadi. Diodning to'g'ri toki dastlab 7,5 mA shkalaga ulangan milliampermetr bilan, keyin esa 15 va 30 mA shkalali milliampermetr bilan o'lchanadi.

Dioddagi kuchlanishni har gal taxminan 0,02 V orttirib, ikkala asbobning ko'rsatishini 1 – jadvalga yozing.

3. Diodning teskari toki diodga qo'yilgan kuchlanishga bog'liq ekanligini tekshiring. Buning uchun 3 – rasmda tasvirlangan yangi sxemaga muvofiq elektr zanjiri yig'ing, diod bilan vol'tmetrning boshqacha ulanganligiga e'tibor bering.



2 – rasm



3 – rasm

Bu erda ketma – ket ulangan ikkita 3 – NKN – 10 akkumulyatorlar batareyasi yoki VS4 – 12 to'g'rilagichni tok manbai bo'ladi. Diodga potentsiometr yordamida kuchlanish beriladi, bu kuchlanish 15 V shkalali vol'tmetr bilan, tok kuchi 1,5 mA shkalali milliampermetr bilan o'lchanadi.

Kuchlanishni 1 V dan orttirib, har gal diodning teskari tokini o'lchang. O'lchash natijalarini 2 – jadvalga yozing.

4. Ikkita jadval ma'lumotlari asosida tok kuchining qo'yilgan kuchlanishga bog'liqlik grafigini chizing. To'g'ri tokni va to'g'ri kuchlanishni musbat, teskari tok va kuchlanishni esa manfiy deb hisoblang. Absstissalar o'qiga vol'tlarda ifodalangan kuchlanishni, ordinatalar o'qiga esa milliampermetrda ifodalangan tok kuchini qo'ying.

To'g'ri kuchlanish uchun masshtab 1 sm – 0,1 V, teskari kuchlanish uchun esa 1 sm – 1 V. To'g'ri tok kuchi uchun masshtab 1 sm – 2 mA, teskari tok uchun esa 1 sm – 2 mA.

#### • **SINOV SAVOLLARI:**

1. Nima uchun dioddagi to'g'ri tokni o'lchashda elektr zanjirdagi barcha ulangan joylarning kontakti yaxshi bo'lishi zarur?
2. Nima uchun diodga 0,5 V dan ortiq to'g'ri kuchlanish berish xavfli?
3. Nima uchun dioddan uzoq vaqt to'g'ri tok o'tib tursa, diodning qarshiligi o'zgaradi?
4. Dioddagi to'g'ri va teskari toklarini o'lchashda nima uchun asboblarni ulash sxemasi o'zgartiriladi?
5. Vol't – amper xarakteristikasining qanday qismida diodning qarshiligi deyarli o'zgarmaydi?
6.  $n - p$  o'tishning bir yoqlama o'tkazuvchanlik namoyon qilishini qanday izohlash mumkin.

7. Qanday moddalar yarim o'tkazgichlar sifatida ishlatiladi?
8. Zamonaviy texnologiyalarda yarim o'tkazgichlarning ishlatilish haqida gapirib bering.
9.  $n-p$  va  $p-n$  o'tishlaridagi umumiy qonunlarni ayting.
10. Bu ishni bajarish natijasida qanday xulosalarga keldingiz?

## ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. T.: , «O'qituvchi», 1973. t. 2
2. Ahmadjonov O. Fizika kursi. T.: «O'qituvchi», 1987. t. 3- qismlar
3. Ismoilov M., Xabibullaev P.K., Xaliullin M. Fizika kursi Toshkent «O'zbekiston», 2000
4. Nazarov O'.Q. Umumiy fizika kursi. O'zbekiston. 2002
5. Trofimova T. I. Kurs fiziki. M.: Vo'sshaya shkola, 1985
6. Maysova N.N. Praktikum po kursu obshey fiziki. Vo'sshaya shkola, M. 1970
7. Gershenzon E.M., Malov N.N. Kurs obshey fiziki. “Prosvesheniye” M. 1990
8. Mir fiziki <http://Phisica.boom.ru>
9. Razdel po fiziki <http://www.edu.ru/noos/fizika>
10. Fizika jelto'e stranitso`. [http://rms.pstu.ru/vp/vp\\_ir/data/fol/htm](http://rms.pstu.ru/vp/vp_ir/data/fol/htm)
11. Hauka i jizn. Jurnal. <http://nauka.rilise.ru/>.

## M U N D A R I J A

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Elektr va magnetizm kursiga kirish                                                                                             | 3  |
| Texnika xavfsizligi qoidalari                                                                                                  | 5  |
| Elektr tokining inson tanasiga ta'siri                                                                                         | 6  |
| Elektr zanjiri elementlarining shartli belgilanishlari                                                                         | 8  |
| Elektr o'lchov asboblari                                                                                                       | 10 |
| Elektr yurituvchi kuch (EYUK) manbalariga tegishli asosiy ma'lumotlar                                                          | 15 |
| Elektr zanjirida bajariladigan ish va ajraladigan quvvat                                                                       | 20 |
| Kirxgrof qoidalari va ularning qo'llanilishi                                                                                   | 22 |
| 1 – Laboratoriya ishi. Elektrostatik maydonni o'rganish.                                                                       | 27 |
| 2 – Laboratoriya ishi. Kondensatorlarning sig'imini aniqlash hamda ularni ketma-ket va parallel ulash formulalarini tekshirish | 31 |
| 3 – Laboratoriya ishi. Uitston ko'prigi yordamida o'tkazgich materialining solishtirma qarshiligini aniqlash.                  | 36 |
| 4 – Laboratoriya ishi. Metallar elektr qarshiligining termik koeffitsientini aniqlash                                          | 39 |
| 5- Laboratoriya ishi. O'zaro ketma – ket va parallel ulangan elektr iste'molchilarining qarshiliklarini aniqlash.              | 43 |
| 6 – Laboratoriya ishi. elektr tokining asosiy qonunlari bo'yicha birlashgan ishlar                                             | 47 |
| 7-Laboratoriya ishi. Tarmoqlangan elektr zanjirini o'rganish.                                                                  | 52 |
| 8 – Laboratoriya ishi. Elektr energiyasi hisoblagichini tarmoqqa ulash va tekshirish                                           | 57 |
| 9 – Laboratoriya ishi. Termoelementni darajalash                                                                               | 62 |
| 10 – Laboratoriya ishi. Er magnit maydon kuchlanganligining gorizonta tashkil etuvchisini aniqlash                             | 68 |
| 11 – Laboratoriya ishi. O'zgarmas tok zanjirida quvvatni uzatish                                                               | 72 |
| 12 – Laboratoriya ishi. Yarim o'tkazgichli diodning vol't – amper xarakteristikasini olish                                     | 76 |
| Adabiyotlar                                                                                                                    | 82 |