

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI

ENERGO – MEXANIKA FAKULTETI
“UMUMIY FIZIKA” KAFEDRASI

FIZIKADAN TAJRIBA ISHLARI UCHUN
USLUBIY KO'RSATMA
(elektr va magnetizm)

Navoiy 2013

Fizikadan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma / Nazarov J.T., Xusanov Z. J., Baychaev F. X. NDKI, 2013. 49 b.

Uslubiy uslubiy ko'rsatma oliy o'quv yurtlarida "Fizika" kursini o'rganayotgan bakalavr ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Uslubiy ko'rsatmada "Fizika" kursining Elektr va magnetizm bo'limi bo'yicha asosiy mavzularni tajriba yo'li bilan mustahkamlash maqsadida 9 ta tajriba ishi keltirilgan. Ko'rsatmaning so'ngida qator fizik kattaliklar, ularning o'lchamlari hamda jadvallarda moddalarga doir ma'lumotlar berikgan.

Uslubiy qo'llanma NDKI "Umumiy fizika" kafedrası yig'ilishida muhokama qilingan va tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

NDPI "Umumiy fizika" kafedrası dotsenti,
f.-m. f. n. Xudoyberdiyev E. N.

NDKI "Elektr ta'minoti" kafedra mudiri, t. f. n. A. T. Tovbayev .

Elektr va magnetizm bo'limiga oid qisqacha tarixiy ma'lumotlar

Ba'zi bir asosiy elektromagnit hodisalari qadim-qadimdan ma'lum bo'lgan. Masalan eramizdan avvalgi XII asrdayoq qadimgi grek olimi Fales qaxraboni ipak matoga ishqalaganda u yengil jismlarni o'ziga tortishini ko'rsatib o'tgan. XVI asr oxirida ingliz vrachi va fizigi V.Gilbert bir qator tajribalar o'tkazib, nafaqat qaxrabo va balki shisha, chinni va boshqa jismlarning teri hamda 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.Galvani elektr toki hodisasini kashf etdi. 1799 yilda A.Volta 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 jihatdan 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 tasdiqlash uchun 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 kiritdi.

1841-1842 yillarda E.X.Lents va J. Joul 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 Kelvin (U.Tomson) past chastotali elektromagnit tebranishlarini olishga muvoffaq bo'ldi va uning nazariyasi ishlab chiqdi.

1860-1865 yillarda J. 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 hisobladi.

1887-1888 yillarda G.Gerts tajribada elektromagnit to'lqinlarni hosil qildi. 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 radiotelegrafiyaning 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 mashinalarining yaratilishiga olib keldi. Shuningdek, sanoatning turli tarmoqlari uchun misli ko'rinmagan rivojlanish imkoniyatlari ochildi.

Texnika xavfsizligi qoidalari

Elektr va magnetizm bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarishga kirishidan oldin, avvalo ishning tavsifnomasi bilan tanishib chiqish zarur. Ishni bajarish vaqtida esa juda ehtiyotkor bo'lib, texnika xavfsizligi qoidalari mutlaqo qat'iy amal qilish talab etiladi. Ko'p hollarda, talabalar tajriba qurilmasini mustaqil ravishda uning printsipl sxemasi asosida montaj qilishiga to'g'ri keladi. Buning uchun talabalar quyida keltirilgan qoidalarga qat'iy rioya qilishlari shart:

1. Butun 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. Kontaklanuvchi 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 manbaidan 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'zgarimas bo'lib, o'lchov asbobidagi nol shkalasi uning o'rtasida emas balki chapda bo'lsa, unda manbaning qutbi asbobning qutbi bilan ulanadi.
6. Zanjirga ulanaligan barcha reostatlar maksimal qarshilik holatiga 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.

FRONTAL TAJRIBA ISHI

ELEKTR O'LCHASH ASBOBLARINI O'RGANISH VA ULARDA O'LCHASH XATOLIKLARINI HISOBLASH

Ishning maqsadi: Elektr o'lchov asboblari klassifikatsiyasi bilan tanishish, ularda o'lchash xatolklarini aniqlash, sodda elektr zanjiri tuzib, unda o'lchash natijalari olishni o'rganish.

Kerakli jihozlar: voltmeter, ampermetr, reostat, resistor, o'zgarmas tok manbai, ulovchi simlar.

Nazariy qism

Elektr miqdorlarini o'lchash uchun belgilangan asboblari elektr o'lchash asboblari (EO'A) deb ataladi. O'lchanadigan miqdorlarni o'lchash usuliga qarab, EO'Alari 2 guruhga ajratiladi:

1. Oldindan darajalab qo'yilgan va o'lchanadigan miqdorni bevosita asbobning darajasi bo'yicha hisoblashga imkon beruvchi EO'A *bevosita baholaydigan (ko'rsatadigan) asbob* (ampermetr, voltmeter, vattmetr, fazometr, chastotametr va hokazo) deb ataladi.

2. O'lchanayotgan miqdor qiymatini uning o'lchovi bilan solishtirish natijasida olinadigan EO'A *solishtirib o'lchaydigan asbob* (o'lchash ko'prigi, potentsiometr va kompensator va hok.) deb ataladi.

Hozirgi vaqtda *bevosita baholaydigan (ko'rsatadigan) asbob* EO'A larining turlari nihoyatda ko'p, binobarin, ularga qo'yiladigan talablar, ishlatish sharoiti, tuzilishi va boshqa ko'rsatkichlari xilma-xil bo'lganligi uchun ularni quyidagicha tasniflash (klassifikatsiyalash) mumkin: (EO'A eng muhim texnikaviy tasniflari (xarakteristikallari) ularning shkalasida ko'rsatilgan bo'ladi)

1. **O'lchanayotgan kattalik turiga ko'ra:** ampermetr – A, voltmeter –V, vattmetr – W, fazometr –φ , chastotametr– Hz , ommetr – Ω

2. **Zanjirdagi tokning turiga ko'ra:** o'zgarmas - “– ”, o'zgaruvchan - “~”, o'zgarmas va o'zgaruvchan – “≈”, uchfazali - “≈”

3. Ishlash printsipiga ko'ra:

Magnitoelektrik



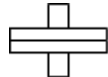
Induktsion

Elektromagnitlik

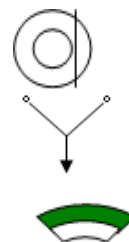


Simli qizdiriladigan issiqlik asbobi

Elektrodinamik



Bimetall (qo'shmetal)



4. **Aniqlik sinfiga (klassi) ko'ra:** 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 va 4

6. **Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishiga ko'ra:**



500 V dan
ortiq,
masalan 2
kV



500V
gacha



asbob izolyatsiya
mustahkamligini
bo'yicha
tekshirilmaydi

5. Ishlatish sharoitga (eksplotatsiya) ko'ra:

A guruh - ichki qismi isitiladigan yopiq binolar uchun; (+10°S - +35°S; 80%);

B guruh - ichki qismi isitilmaydigan yopiq binolar uchun; (-30 °S - +40°S ; 90%);

B guruh (B1; B2; B3) - dala yoki suvli joylar uchun; (-40°S - +50° S; 95%);

Elektr o'lchash asboblarning sezgirligi, bo'lim qiymati va xatoliklari

Asbob qozg'luvchan qismi burilish burchagi orttirmasining o'lchanadigan kattalik orttirmasiga nisbatini ko'rsatuvchi kattalik *EO'A sezgirligi* deyiladi. Asbobning sezgirligi o'lchanayotgan miqdorlar birligiga mos keluvchi shkalaning bo'limlar soni bilan aniqlanadi.

Asbob sezgirligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi :

$$S = \frac{d\varphi}{dA} = \frac{\Delta n}{\Delta A}; \quad (1)$$

A—o'lchanayotgan kattalik, n—shkaladagi bo'limlar (xonalar) soni.

Masalan: 2,5 A tokni o'lchashda asbob strelkasi 50 xonani (bo'limni) ko'rsatsa, asbobning tokka sezgirligi daraja qiymati:

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta I} = \frac{50 \text{ bo'l}}{2,5 \text{ A}} = 20 \frac{\text{bo'l}}{\text{A}}$$

Asbobning sezgirligi teskari bo'lgan kattalik asbobning *bo'lim (daraja) qiymati* deyiladi. U asbobning harakatlanuvchi qismini bir bo'limga bura oluvchi fizik kattalikni ifodalaydi.

$$C = \frac{1}{S} = \frac{\Delta A}{\Delta n} \quad (2)$$

Agar EO'A shkalasi teng bo'limlardan iborat bo'lsa, asbobning darajasi qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{A_{\max}}{N}; \quad (3)$$

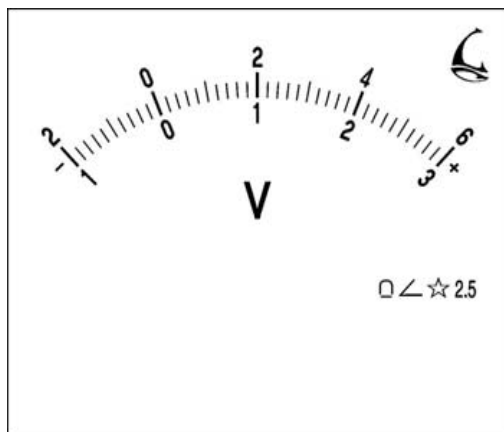
$A_{\max}$ — asbobning o'lchashdagi chegara qiymati, N - asbob shkalasidagi bo'limlarning umumiy soni. Bu ifodadan asbobning bo'lim qiymatini bilgan holda bo'limlar sonini sanab, aniqlanadigan kattalikni quyidagicha topamiz:

$$A = C \cdot n \quad (4)$$

Bo'limlar oralag'i tekis bo'lmagan shkalada xonalarning darajalanishi har-xil bo'ladi. Bu holda asbobning darajasi qiymati (2) ga asosan topiladi.

Elektr o'lchov asbobida bir nechta o'lchash chegarasi bo'lishi mumkin, bunday asboblarga *ko'p chegarali asbobl*ar deyiladi. Asbobning kuydirib quymaslik maqsadida ularni eng katta chegarasiga qo'yib zanjirga o'lanadi. Ko'p chegarali

asboblarni ishlatishda har bir chegara uchun alohida daraja qiymati aniqlanish kerak bo'ladi.



Masalan, voltmetr 0 dan 3V gacha va 0 dan 6V gacha o'lchash chegarasiga ega bo'lsin. Umumiy xonalar soni 30 ta bo'lsa, daraja qiymati:

$$\text{Birinci holda} \quad C = \frac{3V}{30bo'l} = 0,1 \frac{V}{bo'l}$$

$$\text{Ikkinchi holda} \quad C = \frac{6V}{30bo'l} = 0,2 \frac{V}{bo'l}$$

Har qanday o'lchashda o'lchash natijasi o'lchanayotgan miqdorning haqiqiy qiymatidan bir oz farq qiladi. Bunga sabab EO'A ning o'zidagi nuqsonlar va tashqi ta'sirlar bo'lishi mumkin. EO'A o'lchash natijasini baholashda "*aniqlik sinfi*" dan foydalaniladi.

EO'A ning anqlik sinfi asbobning absolyut xatosi ΔA uning butun maksimal shkalasinnig A_{max} qancha foizini tashkil qilishini bildiradi:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_{max}} \cdot 100\% \quad (5)$$

bu yerda: A_{max} - asbobning o'lchov chegarasi, ΔA - absolyut xatolik.

Normal ish sharoitlarida yo'l qo'yadigan asosiy xatoligi bo'yicha bevosita baholaydigan barcha EO'A lari davlat standartiga ko'ra 8 ta anqlik sinfiga ajratiladi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 va 4. Ular o'lchash asboblarining shkalalarida ko'rsatilgan bo'ladi. Aniqlik sinfini bildiruvchi raqam asosiy eng katta joiz keltirilgan xatolikni bildiradi.

Agar asbob hujjatida ko'rsatilgan qoidaga asosan ishlatilsa, uning aniqligi ko'rsatilgan sinfga mos keladi. O'lchashdagi absolyut xatoligini sinfidan foydalanib aniqlanadi. (5) tenglikga asosan absolyut xatolik topiladi.

$$\Delta A = \gamma \frac{A_{max}}{100\%}; \quad (6)$$

Absolyut xatolik asbobning butun shkalasi bo'yicha bir xil deb hisoblanadi.

EO'A absolyut xatoligi ΔA ning unda o'lchangan miqdor A_o qiymatiga nisbati o'lchashdagi *nisbiy xatolik* deb ataladi, ya'ni:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_o} 100\% \quad (7)$$

Agar (7) formuladagi ΔA o'rniga (6) ifodani quysak, o'lchashdagi nisbiy xatolik qo'yidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\gamma A_{max}}{A_o} \quad (8)$$

Demak, o'lchanayotgan miqdor asbobning o'lchash chegarasi (A_{max}) ga yaqin bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik asbobning aniqlik sinfiga - γ ga teng bo'ladi.

Masalan, aniqlik sinfi 0,5 bo'lgan asbobning shkalasi 150 bo'limga ega bo'lsin, strelka 150 bo'limga burilganda nisbiy xatolik 0,5% va absolyut xatolik $0,5\% \cdot 150 = \frac{0,5 \cdot 150}{100} = 0,75$ ga teng bo'ldi. Strelka 25 bo'limga burilganda esa nisbiy xatolik 3%, absolyut xatolik esa 0,75 bo'ladi. Demak bundan ko'rinadiki, EO'A ning kichik bo'lumlariga mos keluvchi qiymat o'lchanganda katta nisbiy xatolikka yol qo'yiladi, ammo bunda elektr kattalikni o'lchashdagi absolyut xatolik qiymati ayni bir asbobning butun shkalasi bo'yicha bir xil bo'ladi.

Yuqori aniqlikdagi maxsus asboblarda aniqlik sinfi, shkala bo'lim qiymatiga mos keladi. Ba'zan biz ishlatadigan oddiy asboblarda o'lchashdagi absolyut xatolik sifatida asbob shkalasi eng kichik bo'limining yarmi ya'ni $0,5 C$ olinishi mumkin. Bu hol quyidagi hollarda bajariladi:

1) agar $0,5C > \Delta A$ bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik $\varepsilon = \frac{0,5C}{A_o} 100\%$

2) agar $0,5C < \Delta A$ bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik $\varepsilon = \frac{\gamma A_{\max}}{A_o}$

Masalan, o'lchash chegarasi 30 mA, aniqlik sinfi- 2,5 bo'lgan shkalasi teng bo'limlardan iborat milliampermetrning bo'lim qiymati 1A teng. Unda 10 mA tok o'lchansa, qanday absolyut va nisbiy xatoliklarga yo'l qo'yilgan.

$$\Delta I = \frac{\gamma \cdot I_{\max}}{100\%} = \frac{2,5 \cdot 30mA}{100\%} = 0,75mA$$

Agar $\Delta I > 0,5C$ bo'lsa, ($0,5C = 0,5mA$) o'lchashdagi nisbiy xatolik $\varepsilon = \frac{\Delta I}{I_o} 100\% = \frac{0,75}{10} 100\% = 7,5\%$ teng bo'ladi.

Ishning bajarilishi va topshiriqlar

1. O'qituvchi tomonidan berilgan asboblarning ishlash prinsipini tushuntirib bering hamda aniqlik sinfi, bo'lim qiymati, sezgirligi, absolyut va nisbiy xatoliklarini aniqlang.
2. Texnika xavfsizlik qoidalarini esda saqlang.

Nazorat savollari

1. Elektr o'lchov asboblari qanday belgilariga ko'ra klassifikasiyalanadi?
2. Elektr o'lchov asboblarning shkalasiga qanday shartli belgilar qo'yiladi?
3. Asbobning sezgirligi, daraja qiymati nima va ular qanday o'zaro bog'langan.
4. Ko'p chegarali asbob nima va u qanday ishlatiladi?
5. Asbobning absolyut va nisbiy xatoligi qanday topiladi?
6. Texnika xavfsizlik qoidalarini ayting.

TAJRIBA ISHI № 1

ELEKTROSTATIK MAYDONNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: elektrostatik maydonning kuch va energetik xarakteristikalarini o'rganish, ekvipotensial chiziqlarni tajribada aniqlash.

Kerakli asbob va qurilmalar: suvli vanna, har xil shakldagi elektrodlar, metall zond, o'zgarmas tok manbai, galvanometr, voltmeter, ulovchi simlar.

Nazariy qism

Zaryadlangan jismlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir materiyaning maxsus turi bo'lgan elektr maydon orqali amalga oshadi.

Elektr maydonning asosiy xossasi elektr zaryadlarga uning biror kuch bilan ta'sir qilishidir. Qo'zg'almas elektr zaryadlarning elektr maydoni *elektrostatik maydon* deb ataladi.

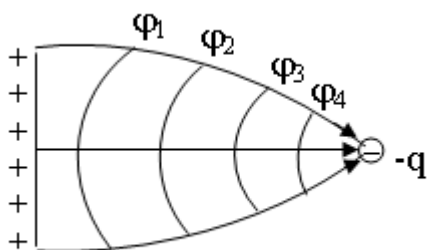
Elektrostatik maydonning kuch xarakteristikasi $\vec{E}$ –elektr maydon kuchlanganligi deyiladi. $\vec{E}$ - vektor kattalik bo'lib, u maydonning istalgan nuqtasiga kiritilgan q birlik sinov zaryadiga ta'sir qiluvchi F kuchga son jihatdan teng bo'ladi.

$$\vec{E} = \frac{F}{q} \quad (1.1)$$

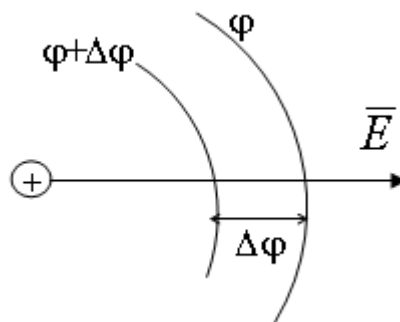
Elektrostatik maydonni energetik xarakteristikasi φ - elektr maydon potentsiali deyiladi. U son jihatdan birlik sinov zaryadini maydonning ma'lum bir nuqtasidan cheksizlikka ko'chirishda elektr maydon kuchlarining bajargan ishini ko'rsatadi va zaryad miqdoriga bo'lgan nisbatiga teng bo'ladi:

$$\varphi = \frac{A_{\infty}}{q} \quad (1.2)$$

Potensiallari teng bolgan elektrostatik maydon nuqtalarining geometrik o'rnidan iborat sirtga *ekvipotensial sirt* deyiladi.



1.1-rasm.



1.2-rasm.

Ekvipotensial sirtlar sistemasi orqali elektrostatik maydonni tasvirlash qulay, chunki ularga nisbatan kuchlanganlik vektori E ning kuch chiziqlari quriladi. Maydonning qaraladigan nuqtasida E vektor hamma vaqt ekvipotensial sirtlarga perpendikulyar bo'ladi.

Agar zaryadni ekvipotensial sirt bo'ylab Δl masofaga ko'chirsak, unda bajarilgan ish $\Delta A = q(\varphi_2 - \varphi_1)$ nolga teng buladi, chunki $\varphi_1 = \varphi_2$. Bundan,

$$\Delta A = F\Delta l \cos \varphi = qE\Delta l \cos(\vec{E}\Delta l) \quad (1.3)$$

Demak, $\cos \varphi = 0$ E vektori bilan l yo'nalish orasidagi burchak 90° ga teng ekan. Maydonning kuchlanganligi E va potentsiali φ orasidagi munosabatga asosan ekvipotensial cniziqlar bo'ylab kuchlanganlik E ni topish mumkin.

$$E = -grad\varphi \quad \text{yoki} \quad E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta d} = -\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{X_2 - X_1} \quad (1.4)$$

1.1 va 1.2–rasmlardan ko'rinadiki, ekvipotensial sirtlar sistemasi orqali elektrostatik maydonni tasvirlash qulay, chunki ularga nisbatan kuchlanganlik vektori E ning kuch chiziqlari quriladi. Maydonning qaraladigan nuqtasida E vektor hamma vaqt ekvipotensial sirtlarga perpendikulyar va $\vec{E}$ hamma vaqt potentsialning kamayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Tajriba qurilmasi va kerakli ko'rsatmalar

Tajriba qurilmasining asosiy qismini pelixsiglazdan yasalgan idish (vanna)dagi suvga joylashtirilgan elektrodning elektrostatik maydoni modeli tashkil qiladi. Suvning elektr o'tkazuvchanligi ($\gamma=1/R$) metallarnikiga nisbatan juda kichik bo'lgani uchun undagi elektrodlar manbaga ulanganda suvdan juda kuchsiz tok o'tadi. Qurilmada tok chiziqlari maydon kuch chiziqlari bilan mos tushadi va elektrolitik vannadagi ekvipotensial sirtlar elektr maydon ekvipotensial sirtlari hisoblanadi.

Potentsiali bir xil bo'lgan nuqtalar izolyatsiyalangan dastaga o'rnatilgan uchli o'tkazgich- zond Z yordamida aniqlanadi. Zondaning ikkinchi uchi galvanometr birinchi klemmasiga ulanadi. Galvanometrning ikkinchi klemmasi esa reostat jilgichiga ulanadi.

Ekipotensial sirt potentsiali reostat R bilan potensiometrlik ulangan voltmetr yordamida aniqlanadi. Elektrolitga tushirilgan zondning potentsiali voltmetr ko'rsatishiga teng bo'lganda zond zanjiridan tok o'tmaydi. Buni indikator-galvanometr strelkasining nol qiymatni ko'rsatishidan bilish mumkin.

Qidirilayotgan nuqtalar vanna ostiga o'rnatilgan va koordinata to'ri tushirilgan kataklar orqali aniqlanadi, hamda qalam bilan mm li qog'ozga belgilanadi. Bu no'qtalarni tekis birlashtirish natijasida ekvipotensial chiziqlarning geometrik shaklini hosil qilish mumkin.

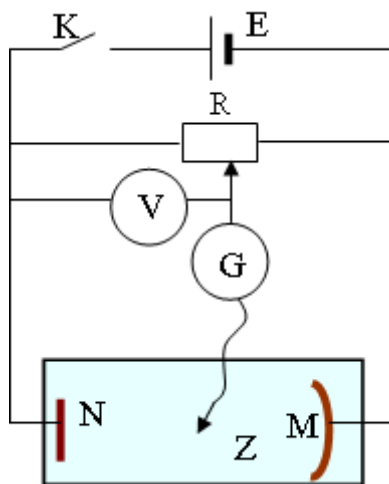
Ishni bajarish tartibi

1. Qurilmani 1.3-rasmda ko'rsatilganidek qilib yig'ing.
2. Vanna o'lchamlariga teng yoki ma'lum masshtabda kichraytirilgan millimetrli qog'oz olinadi va elektrodlar shakli va o'rni qog'ozga belgilanadi.
3. Reostat jilgichi oxirgi nuqtaga surib qo'yilib, N elektrodning eng katta potentsiali aniqlanadi. Zond uchi bu elektrodga tekkizilsa, galvanometr strelkasi nolni ko'rsatadi. Voltmetr ko'rsatishi yozib olinadi.
4. Reostat R yordamida voltmetr ko'rsatishini 10 % ga kamaytirib, va uning potentsialiga teng bo'lgan nuqtani vannadagi elektrodlar o'rtasidan aniqlab, yozib olinadi.

5. 4- punkt 3-4 marta takrorlanadi.

6. Topilgan har bir nuqta 1.1-jadvalga yoziladi. Ular asosida ekvipotensial sirtlarning chiziqlari va kuchlanganlik chiziqlari chiziladi.

7. Bu chiziqlardan foydalanib, maydonning bir jinsli qismlari uchun $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta d} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{x_2 - x_1}$ ifodadan kuchlanganlik aniqlanadi.



1.3-rasm

1.1-jadval

№	$\varphi_1 = \dots V$		$\varphi_1 = \dots V$		$\varphi_1 = \dots V$		$\varphi_1 = \dots V$	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1.								
2.								
3.								
..								

Nazorat savollari

1. Elektr maydoni nima uni xarakterlovchi kattaliklar va ularning birliklari.
2. Ostrogradskiy-Gauss teoremasi va Kulon qonunini ta'riflang.
3. No'qtaviy zaryadning kuchlanganligi va potentsiali.
4. Kuchlanganlik E bilan potentsial (orasidagi munosabat kuchlanganlik chiziqlarining ekvipotensial sirlarga perpendikulyar ekanligini isbotlang.
5. $grad \varphi$ ning fizik ma'nosi. Agar potentsial kordinata funktsiyasi sifatida ma'lum bo'lsa Kuchlanganlik E qanday aniqlanadi.

TAJRIBA ISHI № 2
**NOMA'LUM QARSHILIKNI AMPERMETR VA VOLTMETR
YORDAMIDA ANIQLASH**

Ishning maqsadi: Elektr qarshilikni o'lchash. O'tkazgichlarni parallel va ketma-ket ulashni o'rganish.

Kerakli asbob va qurilmalar: Voltmetr, ampermetr, reostat, o'zgarmas tok manbai, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy qism

Ma'lum bir sharoitda tok kuchi $I = \frac{U}{R}$ (2.1) formula yordamida aniqlanadi.

Bu elektr zanjirining bir jinsli qismi uchun Om qonuni bo'lib, tok kuchining kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatadi.

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda elektronlarning o'zaro hamda o'tkazgich kristall panjaralari tugunlaridagi ionlar bilan tuqnashushlari oqibatida ularning tartibli harakati sekinlashadi, tok kuchi kamayadi o'tkazgich esa qiziydi. Natijada o'tkazgichning qarshiligi ortadi.

$$R_t = R_o(1 + \alpha^\circ) \quad (2.2)$$

Tajribalarning kursatishicha, o'tkazgichning qarshiligi, uning materialiga, uzunligiga va kundalang kesim yuzasiga bog'liq, u qo'yidagicha ifodalanadi.

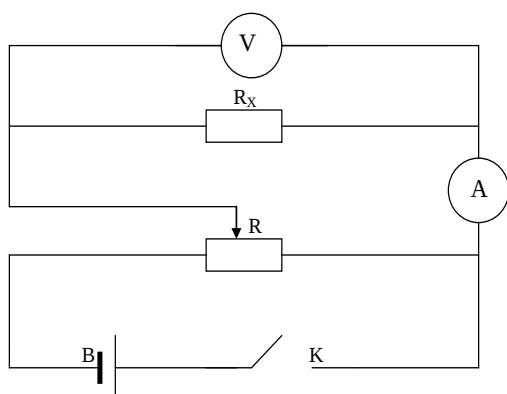
$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2.3)$$

ρ -har xil moddalar uchun turlicha bo'lib, **solishtirma qarshilik** deb yuritiladi. Masalan mis uchun $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ om} \cdot \text{m}$ alyuminiy uchun $\rho_{Al} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ om} \cdot \text{m}$

O'zgarmas tok zanjirida qarshilikni ampermetr va voltmeter yordamida o'lchash bilvosita o'lchash usuliga misol bula oladi. Buning uchun 2.1-rasmdagidek sxema yig'iladi. Noma'lum qarshilik Om qonuniga asosan aniqlanadi.

$$R = \frac{U_V}{I_A} \quad (2.4)$$

Bunda U_V —voltmetr ko'rsatgan kuchlanish; I_A —ampermetr ko'rsatgan tok.



2.1-rasm

(2.4) formula bilan hisoblangan qarshilik qiymati haqiqiy qiymatdan farq qiladi. Chunki 2.1-rasmdagi sxemadan ko'rinib turibdiki, ampermetrdan o'tayotgan tok I_A noma'lum qarshilikdagi tok I_x ga qaraganda voltmeterdan o'tayotgan tok I_V miqdoricha ortiqdir. Shuning uchun 2.1-rasmdagi sxema bo'yicha noma'lum qarshilikning haqiqiy qiymatini qo'yidagicha hisoblash mumkin: Buning uchun tarmoqlangan zanjirning voltmeter bilan parallel qismi qarshiligi hisoblanadi.

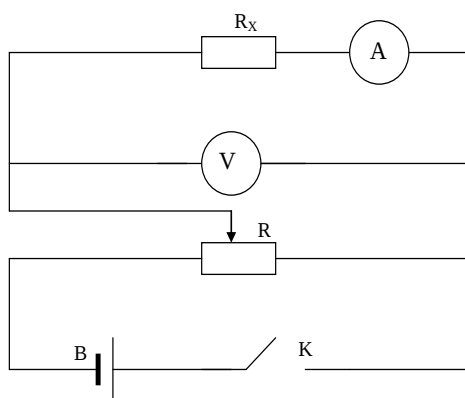
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_x}$$

Bu yerda R_V voltmetrning qarshiligi

Bundan $\frac{1}{R_x} = \frac{R_V - R}{R_V \cdot R}$ yoki $R_x = \frac{R}{1 - \frac{R}{R_V}}$ ni hosil qilamiz.

U holda noma'lum qarshilik $R_x = \frac{U_V}{I - \frac{U_V}{R_V}}$ (2.5) formula yordamida hisoblanadi.

1-rasmdagi sxemadan kichik qarshiliklarni, o'rtacha va katta qarshiliklarni o'lchashda foydalaniladi.



2.2-rasm

Agar voltmetrning qarshiligi R_V o'lchanayotgan qarshilik R_x dan ko'p marta katta bo'lsa (masalan yuz marta), u holda ampermetr ko'rsatgan tok rezistor qarshiligi R_V ga juda yaqin bo'ladi va qarshilikni (2.4) formula yordamida oson topish mumkin. Bu vaqtda o'lchashdagi R_V ta'siri tufayli hosil bo'lgan nisbiy xatolik 1% dan ortmaydi.

2.2-rasmdagi sxemada voltmetr ko'rsatayotgan kuchlanish U_V noma'lum qarshilik R_x ga qo'yilgan kuchlanish U_x dan ampermetrdagi kuchlanish tushishi $R_A \cdot I_A$

chalik kattadir. Shuning uchun 2-rasmdagi sxema bo'yicha noma'lum qarshilikning haqiqiy qiymatini qo'yidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$R_x = \frac{U_V}{I_A} = \frac{U_x + R_A I_A}{I_A} \quad (2.6)$$

Agar ampermetrning qarshiligi R_A o'lchanayotgan qarshilik R_x dan ko'p marta kichik bo'lsa (masalan yuz marta) u holda voltmetr ko'rsatgan kuchlanish noma'lum qarshilik uchlaridagi kuchlanish U_x ga juda yaqin bo'ladi va qarshilikni (4) formula yordamida topish mumkin. Bu vaqtda R_A ning ta'siri tufayli hosil bo'lgan nisbiy xatolik 1% dan kichik bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. 2.1 –rasmdagi sxema yig'iladi.
2. Ampermetr va voltmetrning bir nechta ko'rsatishlari 2.1-jadvalga yozib olinadi. Buning uchun reostat surgichini harakatlantirib kuchlanish qiymatini uzgartirib boramiz.
3. 2.2-rasmdagi sxema yig'iladi.
4. Reostat surgichini harakatlantirib, ampermetr va voltmetrning har xil ko'rsatishlari 2.2- jadvalga yozib olinadi.
5. Noma'lum qarshilikni (2.5) va (2.6) formulalar yordamida hisoblang va natijalarni jadvallarga yozing.
6. Topilgan qarshilikning qiymatlarini taqqoslang.

2.1-jadval

	U (B)	I (A)	R_V (OM)	R_X (OM)	ΔR_X (OM)	ε %
1.						
2.						
3.						
O'r						

2.2-jadval

	U (B)	I (A)	R_V (OM)	R_X (OM)	ΔR_X (OM)	ε %
1.						
2.						
3.						
O'r						

Nazorat savollari

1. Elektr tokining elektron nazariyasi.
2. Kirxgof qonunlarini ta'riflab bering.
3. Butun zanjir uchun Om qonunini yozing.
4. Noma'lum qarshilikni hisoblash formulalarini yozing.
5. Elektr yurituvchi kuch nima va uning birligi.

TAJRIBA ISHI № 3

UITSTON KO'PRIGI YORDAMIDA NOMA'LUM QARSHILIKNI ANIQLASH.

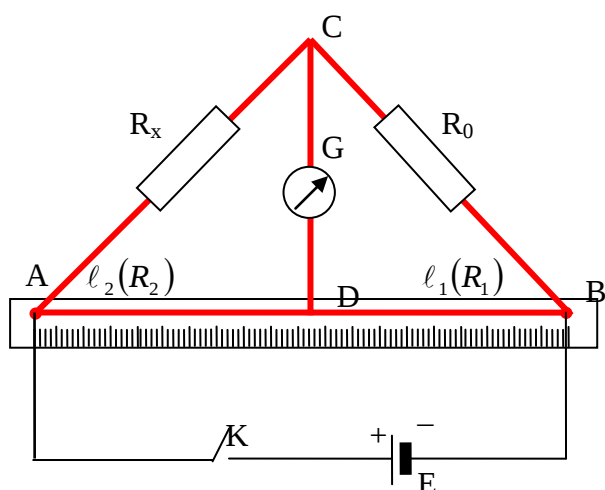
Ishning maqsadi: Tarmoqlangan elektr zanjirlari qonuniyatlarini o'rganish va ular yordamida noma'lum qarshiliklarni aniqlash.

Kerakli asbob va qurilmalar: Reoxord, galvanometr, qarshiliklar magazini, noma'lum qarshiliklar to'plami, tok manbai, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy qism

Qarshilikni aniq o'lchash usullaridan biri tokning tarmoqlanish qonuniga asoslangan. Shu qonunga asoslanib ishlaydigan qurilma *Uitston ko'prigi* deb ataladi. Uitston ko'prigi sxemasi (3.1-rasm) noma'lum qarshilik R_x ni ma'lum qarshilik (qarshiliklar magazini) yordamida aniqlashga imkon beradigan sxema hisoblanadi. Uitston ko'prigi E-galvanik elementga ulangan zanjir A tugundan boshlab tarmoqlanadi (3.1-rasm).

Bu zanjirning bir qismini ketma-ket o'langan ikkita R_x va R_0 qarshiliklar tashkil qiladi. Ikkinchi qismi esa santimترلarga bo'lingan, uzunligi 1 metr bo'lgan



1 – rasm

chizg'ichga tortilgan nikelin yoki solishtirma qarshiligi katta bo'lgan boshqa qotishmadan tayyorlangan bir jinsli AB –sim (reoxord) dan iborat.

G –galvanometrning bir uchi R_x va R_0 qarshiliklar o'zaro ulangan C nuqtaga ikkinchi uchi reoxord buylab sirpanuvchi D jilgichga ulangan bo'ladi, hamda bu jilgich AD va DB qismlarning R_1 va R_2 qarshiliklari nisbatini uzgartira oladi va shu tarzda ko'priknı muvozanat holatiga keltira oladi. $\varphi_C = \varphi_D$ bo'lganda galvanometr strelkasi nolni ko'rsatadi, ko'prik

muvozanat holatida bo'ladi. Bu muvozanat holat uchun qo'yidagi munosabat o'rinlidir.

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2} \quad (3.1)$$

Yuqoridagi munosabatni isbotlash uchun Kirxgof qonunlaridan foydalanamiz.

1. Tarmoqlangan zanjir tugunida uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi

nolga teng: $\sum_{i=1}^n I_i = 0$

Tugunga kiruvchi toklarnı musbat undan chiquvchi toklarnı manfiy deb hisoblab, qo'yidagilarnı hosil qilamiz.

C tugun uchun $I_1 - I_3 - I_G = 0$

D tugun uchun $I_G - I_2 - I_4 = 0$

2. Har qanday berk tarmoqda zanjirning tegishli qismlaridagi tok kuchi bilan qarshiligi ko'paytmasining algebraik yigindisi shu konturda uchraydigin E.YU.K. yig'indisiga teng.

Sxemadagi mustaqil

ACDA tarmoq uchun

$$I_1 R_X + I_G R_G - I_2 R_1 = 0$$

BDCB tarmoq uchun

$$I_3 R_0 + I_4 R_2 - I_G R_G = 0$$

Muvozanat shartiga ko'ra

$$I_1 = I_3$$

$$I_2 = I_4$$

$$I_1 R_X = I_2 R_1$$

$$I_3 R_0 = I_4 R_2$$

ifodadan $\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}$ ni hosil qilamiz. Zanjirning AD va DB qism qarshiliklari uning uzunligi l_1 va l_2 ga proporsional bo'lganligi uchun oxirgi ifodadan R_X ni qo'yidagicha topish mumkin.

$$R_X = R_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (3.2)$$

Ishni bajarish tartibi

1. 3.1-rasmdagi sxemani o'rganing va yig'ing.
2. Qo'zg'aluvchan tugun D jilgichni reoxord yelkalarining o'rtasiga quyib, ma'lum qarshilik R_0 shunday tanlab olinadiki, natijada galvonametrda deyarli tok bo'lmasin.
3. Tugun D ni chap yoki ung tomonga so'rib, galvanometr strelkasi «0» ga keltiriladi. Sungra reoxord yelkalarining l_1 va l_2 uzunliklari yoziladi.
4. Ma'lum qarshilik R_0 ni uzgartirib, tajriba uch marta takrorlanadi va natijalar 3.1-jadvalga yozib olinadi

3.1-jadval

№	O'lchashlar			Hisoblashlar		
	R_0 (Om)	l_1 (sm)	l_2 (sm)	R_X (Om)	ΔR_X (Om)	ε (%)
1						
2						
3						
O'r.q						

5. Noma'lum qarshilik R_X (3.2) formulaga quyib hisoblanadi. Absolyut va nisbiy xatoliklar topiladi.

6. Yuqorida bajarilgan ishlar qarshiliklar ketma-ket va parallel ulangan hollar uchun ham takrorlanadi. Ketma-ket va parallel holda hisoblanagan tajriba natijalari nazariy yo'l bilan hisoblangan natijalar $R_{K.K} = R_{X1} + R_{X2}$ va $R_{PAR} = \frac{R_{X1} \cdot R_{X2}}{R_{X1} + R_{X2}}$ bilan solishtiriladi.

7. Olingan natijalar va hisoblashlar 3.2-jadvalga kiritiladi.

3.2-jadval

Ulash tartibi	№	O'lchashlar			Hisoblashlar		
		R_0 (Om)	l_1 (sm)	l_2 (sm)	R_x (Om)	ΔR_x (Om)	ε (%)
Ketma-ket	1						
	2						
	3						
	O'r.						
Parallel	1						
	2						
	3						
	O'r.						

Nazorat savollari.

1. Kirxgof qonunlaridan foydalanib ko'priknining muvozanat tenglamasini keltirib chiqaring.
2. O'tkazgichning qarshiligi uning birligi va solishtirma qarshilik haqida ma'lumot bering.
3. Utkazgichlar parallel va ketma-ket o'langanda umumiy qarshilik qanday topiladi.
4. Tok manbalari va ularni tasniflovchi kattaliklar haqida ma'lumot bering.

TAJRIBA ISHI № 4
**TOK MANBAINING ELEKTR YURITUVCHI KUCHI VA ICHKI
QARSHILIGINI ANIQLASH**

Ishning maqsadi: Berk zanjir uchun Om qonunini o'rganish va Kirxgofning II qoidasini tajribada tekshirish.

Kerakli asbob va qurilmalar: O'zgarmas tok manbai-akkumulyator yoki quruq element batareyasi, voltmetr, ampermetr, reostat, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy qism

Elektr zanjirida tok bo'lishi uchun, albatta, tashqi kuchlar (Kulon kuchi bundan istisno) zaryadni kuchirishda ish bajarishi zarur. Tashqi kuchlarga kimyoviy reaksiyada moddani musbat va manfiy ionlarga ajratuvchi, yarim o'tkazgichlarda teshiklar hosil qiluvchi va shu kabi kuchlar kiradi. Sodda qilib, tashqi kuchlarning hammasi elektr yurituvchi kuch deb ataladi. Uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\varepsilon = \frac{A}{q} \quad (4.1)$$

Bu yerda ε -elektr yurituvchi kuch; A -tashqi kuch; q -zaryad.

To'liq zanjir uchun Om qonuni tashqi (EYUK) kuch orqali qo'yidagicha ifodalash mumkin:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (4.2)$$

Ko'rinib turibdiki, butun zanjirdagi tok kuchi zanjirdagi EYUK ning shu zanjir to'liq qarshiligiga nisbatiga teng. Tok kuchi uch kattalikka ya'ni EYUKga zanjirning ichki va tashqi qismlarining qarshiliklari R va r ga bog'liq. Agar tok manbaining ichki qarshiligi zanjirning tashqi qismining qarshilidan juda kichik ($R \gg r$) bo'lsa, ichki qarshilik tok kuchini sezilarli kamaytirmaydi. U holda tok manbaining qisqichlaridagi kuchlanish EYUK ga taxminan teng ya'ni

$$U = IR = \varepsilon \quad (4.3)$$

Endi zanjirning qarshiligini qo'yidagicha yozish mumkin:

$$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{U}{I} \quad (4.4)$$

Odatda tok manbaining ichki qarshiligi juda kichik bo'ladi, ya'ni $R \gg r$. Bu holda ε ning U dan farqi foizning o'ndan bir ulushidan oshmaydi, shuning uchun EYUK ni o'lchash xatoligi kuchlanishni ulchash xatoligiga teng. Tok manbaining ichki qarshiligini bevosita ulchash mumkin. Buning uchun ampermetr va voltmetrning zanjir berk holatdagi ko'rsatishlari qayd qilinadi. EYUKni berk zanjir uchun Om qonuni ifodasidan topish mumkin.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (4.5)$$

Ifodadagi

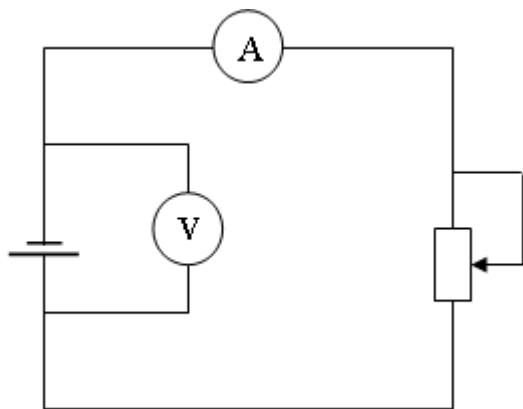
$$\varepsilon = U + Ir$$

bu yerda $U=IR$ -tashqi zanjirning kuchlanishi. U holda tok manbaining ichki qarshiligini qo'yidagicha yozish mumkin:

$$r = \frac{\varepsilon - U}{I} \quad (4.6)$$

Demak berk zanjirga ulangan tok manbaining EYUK va ichki qarshiligini tajribada aniqlangan natijalar asosida o'rganish hamda aniqlash mumkin ekan.

Ishni bajarish tartibi



4.1-rasm

1. 4.1-rasmdagi elektr sxemani yig'ing.
2. Voltmetr yordamida tok manbaining EYUKsini ulchang (kalit ochiq holda).
3. Kalit berk bo'lgan holda ampermetr va voltmeter ko'rsatishlarni 4.1-jadvalga yozib oling.
4. Reostat surgichini harakatlantirib ampermetr va voltmeterning bir nechta kursatishlari yozib olinadi.
5. Tajribada topilgan natijalarga asosan r ni hisoblang.
6. O'lchov asboblarning aniqlik sinfidan

foydalanib tok manbaining EYUK va ichki qarshiligini o'lchashdagi nisbiy va absolyut xatoliklarini hisoblab toping.

7. Tok manbaining EYUK va ichki qarshiligini o'lchash natijalarini jadvalga kiriting va yakuniy natijalarni quyidagicha hisoblab yozing.

4.1-jadval

No	ε	U	I	r	Δr	ε
1.						
2.						
3.						
O'r						

Nazorat savollari

1. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi.
2. Kuchlanishning EYUKdan qanday farqi bor.
3. Nima uchun kalit uzuq va berk bo'lgan hollarda voltmeterning ko'rsatishlari har xil bo'ladi.
4. Tok manbaining ichki qarshiligi qanday sabablarga ko'ra yuzaga keladi?

TAJRIBA ISHI № 5

YARIM O'TKAZGICHLI DIODNING VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINI OLISH

Ishning maqsadi: diodningning volt-amper tavsivnomasini olish, uning qarshiligini va to'g'rilash ko'effitsentini aniqlash.

Kerakli asbob va qurilmalar: diod, voltmeter, ampermetr, reostat, o'zgarmas tok manbai, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy qism

Elementlar elektr xususiyatlariga ko'ra uch turga – o'tkazgichlar, dielektriklar va yarimo'tkazgichlarga bo'linadi. Moddalarning har bir agregat holatida ularning elektr xususiyatlari turlicha namoyon bo'ladi.

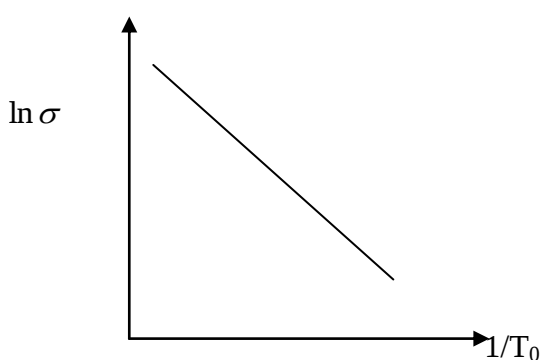
Hozirgi kunda inson hayotining barcha sohalarida yarim o'tkazgichlardan yasalgan elektr qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Elektr o'tkazuvchanlik jixatidan metallardan keyin dielektrlardan oldin turadigan moddalar qatori *yarimo'tkazgichlar* (chala o'tkazgichlarga) deb yuritiladi.

Chala o'tkazgichlarga Mendeleyev davriy sistemasining IV guruh elementlari germaniy (Ge) kremniy (Si) va shunga uxshash moddalar (B, C, Sn, P, As) va ularning birikmalari AlSi, Cu₂O kiradi. Chala o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik moddaning tozaligiga aralashtirilgan moddaning miqdoriga, kimyoviy tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'lib, ular quyidagicha ifodalanadi:

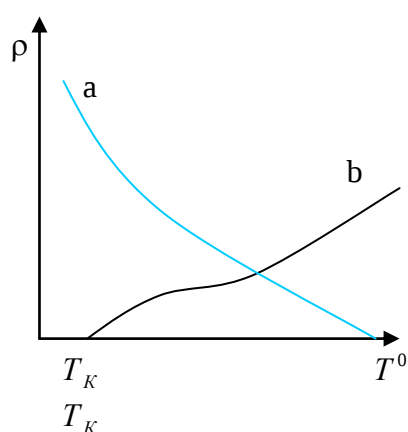
$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta E}{2kT}} \quad (5.1)$$

ΔE - taqiqlovchi qatlam energetik kengligi.

Temperatura ortishi bilan chala o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik ortib boradi, qarshilik esa kamayadi. (5.1–rasm) Bu yerda a- chala o'tkazgichlar b- metallar



Elektr o'tkazuvchanlikning
temperaturaga bog'likligi



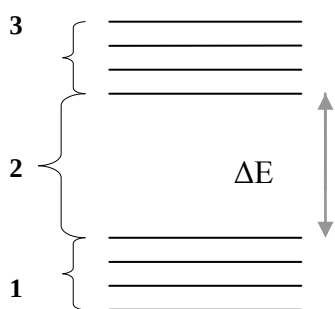
Solishtirma qarshilikning
temperaturaga bog'likligi

5.1-rasm.

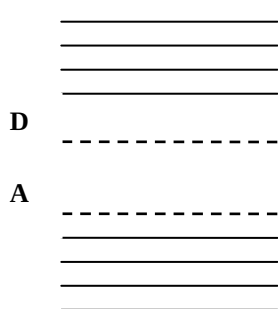
Chala o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlikni tahlil qilish uchun o'tkazuvchanlik zonalar nazariyasiga asoslanamiz.

Zonalar nazariyasiga ko'ra, atomdagi har bir elektron energiyasi uzluksiz bo'lmay, balki diskret qiymatlarnigina oladi. Ma'lumki, atomdagi har bir elektronga musbat zaryadli yadro va boshqa qo'shni elektronlarning elektr maydoni ta'sir qiladi. Natijada elektronlarning energetik satlari o'zgaradi (siljiydi) bu bilan har bir elektronning joylashishi mumkin bo'lgan energetik sathlar soni ortadi. Shuning uchun moddalarning elektr xususiyatlarini o'rganishda elektronlarning energiyalariga mos keluvchi bir biriga yaqin sathlar – zonalar tushunchasini kiritish qulay.

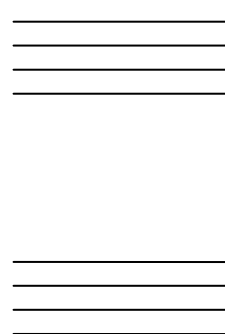
Soddalashtirilgan energetik sxemada valent elektronlar tomonidan egallangan (1) *valent zona* va bu zonaga eng yaqin bo'lgan ruxsat etilgan (3) *bo'sh zona* mavjud bo'ladi. Bu ikki zona (2) *taqiqlangan zona* bilan ajratilgan bo'ladi.



5.2-rasm



5.3-rasm



5.4-rasm

Agar quyi ruxsat etilgan zonalar elektronlar bilan tuldirilgan bo'lsa, undan yuqori energetik zonalar taqiqlovchi ($\Delta E \gg kT$) qatlam bilan ajratilgan bo'lsa (5.4-rasm) bunday qattiq jism *dielektriklar* deyiladi.

Agar yuqorigi ruxsat etilgan zonalar elektronlar bilan qisman to'ldirilgan bo'lsa yoki qisman to'ldirilgan zonalar bir – birini qoplagan bo'lsa ($\Delta E \ll kT$) bunday qattiq jismlar *o'tkazgichlar* (5.2-rasm) deyiladi.

Tabiiy holatda chala o'tkazgich atomlari kovalent bog'lanish strukturasi ega bo'lib, taqiqlovchi qatlam energetik kengligi issiqlik harakati o'rtacha kinetik energiyasi ($E > kT$) qadar bo'ladi. Uy harorati sharoitida tez elektronlar o'tkazuvchanlik zonasiga o'tib, mushtarak holga aylanadi (ya'ni erkin bo'ladi), natijada valent zonada elektrondan bo'sh qolgan joyda «+» zaryadli teshik hosil bo'ladi.

Agar modda elektr maydonida bo'lsa, elektron maydonga qarshi, teshik esa elektr maydon bo'ylab ko'chib tok hosil qiladiki, bu *xususiy o'tkazuvchanlik* (5.3-rasm) deyiladi.

Agar toza chala o'tkazgichga 10^{-7} % miqdorda boshqa modda aralashtirilsa, elektr o'tkazuvchanlik 10^3 - 10^4 marta ortadi. Ular *aralashmali chala o'tkazgich* deyiladi va ular ikki xil bo'ladi:

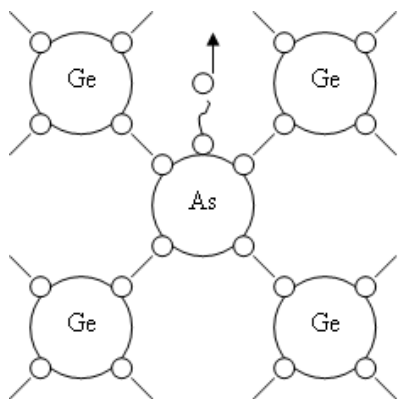
a) turt valentli germaniyga besh valentli surma, yoki mishyak aralashtirilsa, har bitta atomda bittadan elektron ortiqcha bo'lib, erkin holatga o'tadi. (elektr maydonida

tok hosil qiladi). Natijada o'tkazuvchanlik zonasi yaqinida qo'shimcha ruxsat etilgan zona hosil bo'ladi (5.5a-rasm).

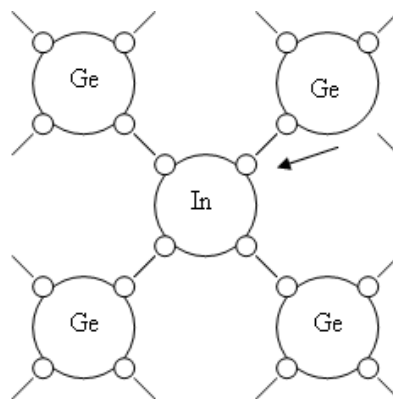
Ortiqcha elektron berishga mayli bo'lgan aralashma *n– tip (donor) chala o'tkazgich* deyiladi.

b) to'rt valentli germaniyga uch valentli indiy aralashtirilsa kovalent bog' hosil qilish uchun har bir indiy atomida bittadan elektron yetishmaydi (teshik hosil bo'ladi). Buni to'ldirish uchun boshqa atomdan elektron qabul qilib olish natijasida valent zona qoshida qo'shimcha ruxsat etilgan zona hosil qilinadi. (5.5b– rasm).

Bunday teshikli o'tkazgichli aralashmalar *p–tip (aktseptor) chala o'tkazuvchan* deyiladi.

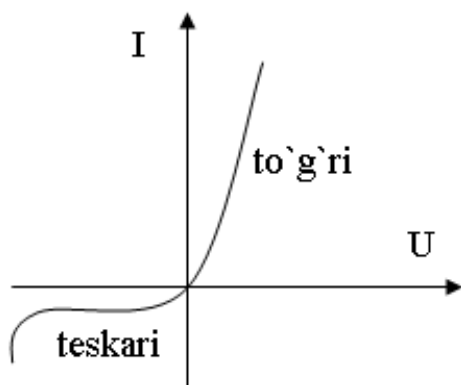


5.5a-rasm



5.5b-rasm

Shunisi qiziqarlilik, p-n tip chala o'tkazgich kontakti tokni faqat bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega bo'lib, u *chala o'tkazuvchanli diod* deb yuritiladi va o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiradigan qurilma diod sifatida ishlatiladi. *p–n* kontaktda teshiklar, elektronlar rekombinatsiyalashib chegara qatlami tok tashuvchilarga kambag'allashib qoladi va katta qarshilikka ega bo'ladi. Ichki potentsial tushuvi (qo'sh elektron qatlam) hosil qiladi. Kristallarga tashqi kuchlanish (musbat qutb p –sohaga, manfiy qutb n – sohaga ulanib) berilsa, elektr maydoni zaryad tashuvchilarni chegaraga siqadi, o'tish qarshiligi kamayadi, tok yaxshi o'tadi (to'g'ri o'tish). Agar aksincha ulansa, (musbat qutb n –sohaga, manfiy qutb p – sohaga ulanib) qarshilik ortadi, tok kuchi kam o'tadi (teskari o'tish). Tok kuchini



5.6-rasm

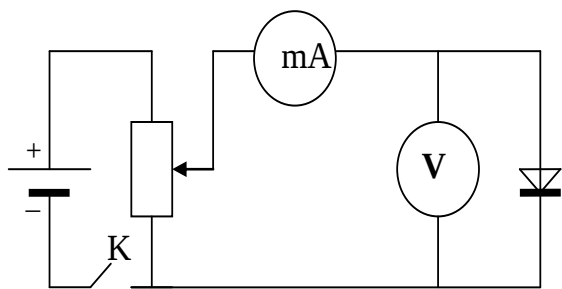
kuchlanganlikka bunday bog'liq holda o'zgarishi diodning voltamper xarakteristikasi (VAX) deyiladi va quyidagicha tasvirlanadi:

Diodlar VAX dan tashqari birday kuchlanganlikdagi to'g'ri tokni teskari tokka nisbati

$$\alpha = \frac{I_{togri}}{I_{teskari}}$$

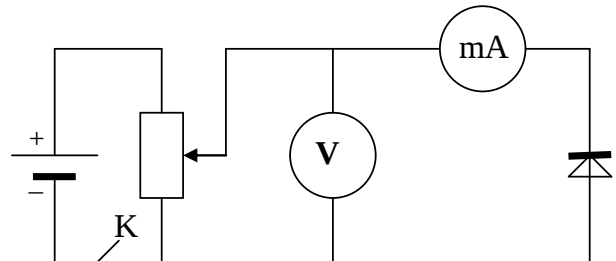
to'g'rilash ko'effitsiyenti bilan ham xarakterlanadi.

Ishni bajarish tartibi



5.7-rasm

1. 5.7-rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi:
2. Kalit K ni qo'shing va potentsiometr R yordamida diodga turli xil kuchlanishlar berib, unga mos keladigan toklarning qiymatlarini jadvalga yozib boring.



5.8-rasm

5.1-jadval

N _o	U (V)	I (A)	R(Om)
1.			
2.			
3.			
...			

5.2-jadval

N _o	U (V)	I (A)	R(Om)
1.			
2.			
3.			
...			

3. 5.8-rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi:
4. Kalit K ni qo'shing va potentsiometr R yordamida diodga turli xil kuchlanishlar berib, unga mos keladigan teskari toklarning qiymatlarini jadvalga yozib oling.
5. Yozib olingan qiymatlarga asosan $I = f(U)$ grafik chiziladi. Teskari va to'g'ri toklar uchun to'g'rilash koeffitsiyenti hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Zonalar nazariyasiga ko'ra metallar yarim o'tkazgichlardan qanday farq qiladi?
2. Qanday moddalar yarim o'tkazgich deyiladi va ularning o'tkazuvchanligi.
3. Yarim o'tkazgichlarning p –n kontakti haqida gapiring. To'g'rilash koeffitsiyenti nima?
4. Aralashmali chala o'tkazgichlarni haqida gapiring.

TAJRIBA ISHI № 6

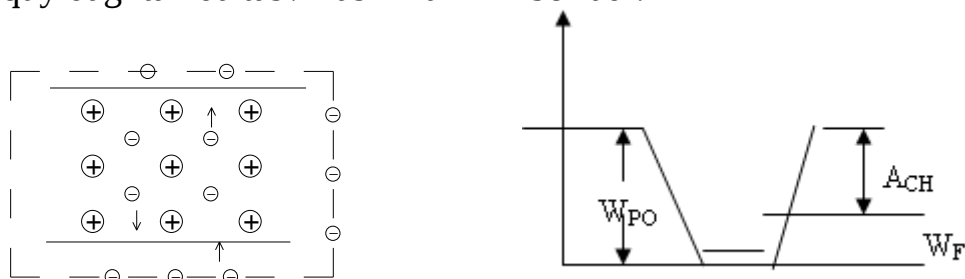
TERMOPARA DOIMIYSINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: tugunlarda kuzatiladigan termoelektr hodisalar bilan tanishish va termoparani doimiysini aniqlash .

Kerakli asbob va qurilmalar: termopara, isitgich, termometr, millivoltmetr, ulovchi simlar.

Nazariy qism

Moddalar tuzilish nazariyasiga ko'ra, metallar kristall panjara tuzilishiga ega bo'lib, erkin elektronlar uning sirtidan bug'lanib turadi. Shuning uchun metall sirti qo'sh elektr qatlam bilan ($1 \div 10 \cdot 10^{-8} \text{sm}$) o'ralgan bo'ladi. (1-rasm). Bu qo'sh elektr qatlam elektronni metall sirtidan cheksizlikkacha chiqishga yo'l qo'ymaydigan potensial o'ra bo'lib hisoblanadi. Potensial o'raning chuqurligi W_p –metall ichida va sirtida elektron ega bo'lishi mumkin bo'lgan energiyalar farqi qadar bo'ladi. Agar energiyalar o'qida elektron energiyasini energetik satih bilan belgilasak, yuqorida aytilganlarni quyidagi tarzda tasvirlash mumkin bo'ladi:



6.1-rasm.

Absolyut nol temperaturada elektron ega bo'lishi mumkin bo'lgan eng yuqori energiya W_F Fermiy sathi deyiladi. Elektron metall sirtidan cheksizlikkacha chiqib ketish uchun qo'sh elektr qatlam kuchini yengishda ish bajara oladigan energiyaga ega bo'lishi lozim. Ana shu energiyaga chiqish ishi deyiladi.

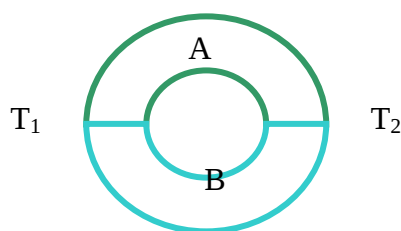
$$A_{CH} = W_{PO} - W_F, \quad A_{CH} = e(\varphi_+ - \varphi_-)$$

1797 yilda italiya olimi Volta chiqish ishlari har xil bo'lgan turli jinsli metallar bir-biriga tegizib kontakt qilganda, ularning uchlarida potentsiallar ayirmasi vujudga kelishini aniqladi. U shunday metallar qatorini tuzdiki, (Al, In, Sn, Cd, Pb, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu) har bir metall o'zidan oldingisiga nisbatan musbat zaryadlanib, konntakt (tugun) potentsiallar ayirmasi yig'indisi 0,1 - 10 V chamasiga etadi. (6.2-rasm)

I. Tajriba ko'rsatadiki, ochiq zanjirdagi kontakt potentsiallar ayirmasi (TKPA) oraliq metallar tabiatiga bog'liq bo'l may faqat chetki metallar kimyoviy tabiatiga, kontakt temperaturasiga bog'liq.

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{A_2 - A_1}{e} + kT \frac{n_{o2}}{n_{o1}}$$

II. Agar zanjir berk bo'lsa, kontaktlar temperaturasi birday bo'lsa, potentsial sakrashlarning algebraik (KPA) yig'indisi nolga teng bo'ladi.



6.2-rasm

$$\sum_{i=1}^n \Delta \varphi = 0$$

1821 yilda Zeebek har xil jinsli juft metallardan, berk zanjir tuzib, kontakt temperaturallari turlicha bo'lganda tok hosil bo'lishini kuzatadi. (6.2-rasm)

Bu hodisa *termoelektrik effekt* deb, moslama esa *termojuftlik* (termopara) deb yuritiladi. Zanjirdagi tok kuchi kontaktlar temperaturasi ayirmasiga proporsional bo'lib, uni vujudga keltiruvchi sabab *termoelektr yurituvchi kuch* (T.E.YU.K.) dir.

Termoelektr yurituvchi kuch son jihatdan chiqish ishlarining va elektronlar kondentsasiyasi farqi tufayli vujudga kelgan potentsial sakrashlar yig'indisiga teng bo'lib, berilgan yo'nalish uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon = \varphi_B - \varphi_A + \frac{kT_1^\circ}{\ell} \ln \frac{n_{oA}}{n_{oB}} + \varphi_A - \varphi_B + \frac{kT_2^\circ}{\ell} \ln \frac{n_{oB}}{n_{oA}} \quad (6.2)$$

Zanjir berkligi sababli chiqish ishlari farqiga tegishli potentsial sakrashlar yig'indisi 0 (nol') ga teng.

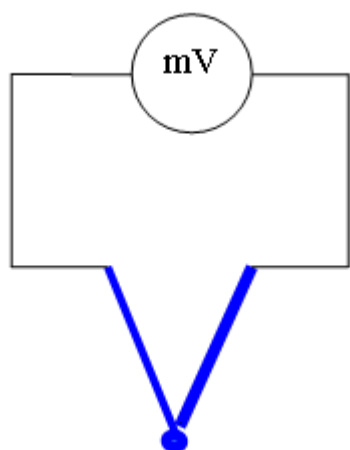
$$\sum_{i,j}^n \varphi_{ij} = 0 \quad i \neq j$$

u holda (6.2) ning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\varepsilon = \frac{\pi}{\ell} \ell m \frac{n_{oA}}{n_{oB}} (T_1^\circ - T_2^\circ) = \alpha (T_1^\circ - T_2^\circ) \quad (6.3)$$

bu yerda, $\alpha = \frac{k}{e} \ln \frac{n_{oA}}{n_{oB}}$ kontakt temperaturasi T° ga farq qilganda berilgan juft metall uchun qancha volt E.Yu.K. hosil bo'lishini bildiradi va termo E.Yu.K. doimiysi yoki termoparani doimysini aniqlash deyiladi. U har bir juft o'tkazgich sistemasi uchun xarakterli bo'lgan o'zgarmas kattalikdir.

Ishni bajarish tartibi



6.3-rasm

1. 6.3- rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi.
2. Termopara solingan idishdagi suv harorati o'chanadi va termoelektr yurituvchi kuch nolga teng bo'lishiga ishonch hosil qilinadi .
3. Isitgich yordamida idishdagi suyuqlik asta-sekin isita borib, termometr yordamida haroratnig har 5–10⁰ C ga o'zgargandagi millivoltmetr ko'rsatishi yozib boriladi .
4. Millivoltmetr ko'rsatishidan foydalanib, termoelektr yurituvchi kuch qiymatlarini aniqlab,

$\alpha = \frac{\xi}{t_1 - t_2}$ ifoda bilan termopara doimiysi topiladi.

5. Millimetrli qog'ozga millivoltmetr ko'rsatishining temperaturalar farqiga bog'liqlik grafigi chiziladi.

6.1-jadval

N	$t_1, (^{\circ}\text{C})$	$t_2, (^{\circ}\text{C})$	$t_1 - t_2, (^{\circ}\text{C})$	ξ (mV)	$\alpha, (\text{mV}/^{\circ}\text{C})$	$\Delta\alpha, (\text{mV}/^{\circ}\text{C})$
1						
2						
3						
O'r.q						

Nazorat savollari

1. Chiqish ishi deb nimaga aytiladi ?
2. Ikki metallning kontakt potentsiallar ayirmasi nimalarga bog'liq ?
3. Termoparani doimysining fizik ma'nosini ayting . .
4. Pel't'e va Zeebek hodisalarini tushuntiring.

TAJRIBA ISHI № 7

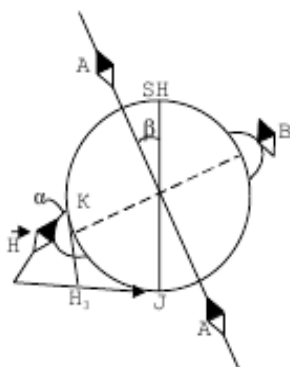
YER MAGNIT MAYDON KUCHLANGANLIGINI GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Yerni magnit parchasiga qiyos qilish va uni sirtida maydon kuchlanganligini meridian bo'ylab tashkil etuvchisini topish.

Kerakli asbob va qurilmalar: tangens galvanometr, ampermetr, reostat, doimiy tok manbai, ulavchi simlar, kalit.

Nazariy qism

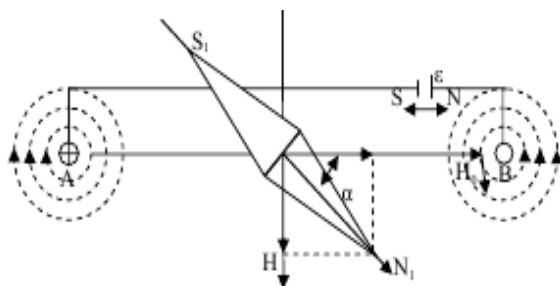
Yerni qutblari geografik qutblarda joylashgan katta magnit deb qabul qilish mumkin. Shimoliy geografik qutbda magnit maydoniing janubiy qutbi S, janubiy geografik qutbda esa shimoliy magnit N qutbi joylashgan. Yer magnit maydoni uning markazida joylashgan "ab" dipol magnit maydoni bilan to'g'ri keladi. Yer magnit maydoni ekvatorida gorizonttal (V nuqtada) magnit qutblarida esa (A nuqta) vertikal yo'nalgan bo'lib Yer sharining boshqa nuqtalarida esa Er magnit maydoni qandaydir burchak ostida (K nuqta) yo'nalgan (1-rasm).



7.1-rasm

Yer magnit maydoni kuchlanganligi uncha katta bo'lmasa ham u juda keng tarqalganligi sababli uning energiyasi juda kattadir. Bunday kuchlanganlikni hosil qilish uchun Yer ekvatoriga o'ralgan simdan 660 mln amper kattalikdagi tokni o'tkazish kerak bo'ladi. Yer sirtidagi magnit maydon kuchlanganligi ekvatoridan qutbga qarab 33,4 dan 55,7 A/m gacha ortib boradi.

Yer magnit maydoni kuchlanishning H gorizongal tekislikdan proeksiyasiga, *Yer magnit maydonining gorizonttal tashkil etuvchisi* H_e deyiladi. Shu tashkil etuvchi yo'nalishini magnit meridiani yo'nalishini deb qabul qilingan. U orqali o'tuvchi tekislikka magnit meridian tekisligi deyiladi. Faqatgina vertikal o'q atrofida aylana oladigan magnit strelkasi gorizonttal tekislikda Yer magit maydoni gorizonttal tashkil etuvchisi (H_e) ta'sirida og'a oladi. Magnit strelkasining bu xususiyatidan tangens-galvanometrda H_e topishda foydalaniladi. Tangens-galvanometr o'ramlar soniga teng radiusi r - bo'lgan yassi vertikal g'altakdan iborat. G'altak radiusi va o'ramlar soni tangens-galvanometrda ko'rsatilgan bo'ladi. G'altak markazidagi gorizonttal



7.2-rasm

teskislikda kompas joylashgan. G'altakdan tok o'tmaganda kompas strelkasi Yer magnit meridian NS bo'yicha joylashadi. G'altakning vertikal o'q atrofida aylantirish bilan magnit meridiani tekisligi bilan g'altak tekisligini ustma-ust tekshirish mumkin.

Agar g'altakni shunday o'rnatib, undan tok yuborsak, magnit strelkasi qandaydir α - burchakka beriladi. Bu

hodisa magnit strelkasiga ko'rsatiladigan ikki maydon ta'siri bilan izohlanadi. Bular

1. Yer magnit maydonining gorizontaal tashkil etuvchisi H_e
2. Tok orqali vujudga kelgan H dir.

Shu maydonlar ta'sirida magnit strelkasi shunday muvozanat holatini egallaydiki, ikki maydon teng ta'sir etuvchisi, strelka qutblarini tutashtiruvchi chiziq bilan ustma-ust tushadi. 2-rasmda Yer magnit meridiani (NS) ning yo'nalishi, A va B g'altak o'raining gorizontaal tekislikdagi kesimi, N_1S_1 -g'altak markazida o'rnatilgan kompas magnit strelkasi, H_e -Yer magnit maydoni gorizontaal tashkil etuvchisining vektori, H -g'altakdan o'tayotgan tok vujudga keltirilgan magnit maydoni kuchlanganligining vektori (norma qoidasi bilan aniqlanadi).

2-rasm bo'yicha Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontaal tashkil etuvchisi

$$H_e = \frac{H_0}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (7.1)$$

Agar g'altak tok manbaiga ulansa, Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra, uning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi kuchlanganligi

$$H_0 = \frac{nI}{2r} \quad (7.2)$$

ifoda bilan aniqlanuvchi magnit maydonni hosil qiladi. Bu ifodani (1) ifoda orqali quyidagicha yozamiz :

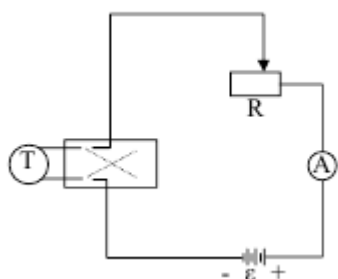
$$H_e = \frac{In}{2r \operatorname{tg} \alpha} = C \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (7.3)$$

bu yerda $C = \frac{n}{2r}$ - tangens-bussol doimiysi deb ataladi. Ma'lum bir geografik kengliklar uchun H_e o'zgarmas miqdor. (Toshkent uchun $H_g = 0.25537$ ersted = 20.33 A/m, 1 ersted = 79,6 A/m)

O'lchashlarning o'rtacha nisbiy xatoligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\varepsilon = \left[\frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta r}{r} + 2 \frac{\Delta \alpha}{\sin^2 \alpha} \right] \cdot 100\%$$

Ishni bajarish tartibi



7.3-rasm

1. 7.3-rasm elektr zanjir yig'iladi. Bunda TG–tangens galvanometr, QU–qayta ulagich, R–rheostat, A–ampermetr, B – o'zgarmas tok manbai, K – kalit.

2. Tangens-bussolni burib, uning tekisligi NS tekisligi bo'yicha joylashtiriladi, ya'ni u yer magnit maydoni meridianida joylashsin (bunda strelka ko'rsatkichining bir uchi 0^0 ni, ikkinchi uchi 180^0 gradusni ko'rsatadi).

3. Elektr zanjiri tekshirilib, tok manbaiga ulanadi.

4. Reostat yordamida turli xil tok qiymatlari berilib, ko'rsatkich og'ishi yozib olinadi.

5. Har bir o'lchash uchun yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontaI tashkil etuvchisi hisoblanadi.

6. O'lchangan va hisoblangan kattaliklar quyidagi jadvalga kiritiladi.

7.1-rasm

№	Tangens-bussol doimiysi : $n = \dots\dots\dots$ o'ram , $r = \dots\dots\dots$ m					
	I , (A)	α , (°)	$\text{tg}\alpha$	H_e (A/m)	ΔH_e (A/m)	ε , (%)
1						
2						
3						
...						
O'r.q						

Nazorat savollari

1. Tangens–galvanometr qanday tuzilgan va nima maqsadlarda qo'llaniladi?
2. Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontaI tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi?
3. Aylanma tok uchun Bio–Savar–Laplas qonunini yozing.
4. Yerning magnit maydonini xarakterlab bering.
5. Magnit maydon kuchlanganligi va uning birliklari ayting.

TAJRIBA ISHI № 8
G'ALTAKNING INDUKSIYA KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: O'zinduksiya hodisasi haqida tasavvurga ega bo'lish, g'altakning induktivligini o'zakli va o'zaksiz holda o'lchab, natijalarini solishtirish.

Kerakli asbob va qurilmalar: voltmetr, ampermetr, ommetr, o'rgani-layotgan g'altak, o'zak, reostat, tok manbai, ulagich simlar.

Nazariy qism

Har qanday berk o'tkazuvchan tarmoqda u ajratib olingan yuzadan o'tayotgan magnit induksiyasi o'zgarganda, tarmoqda elektr toki hosil bo'ladi. Bu hodisa *elektromagnit induksiyasi*, tok esa *induksion tok* deyiladi. Induksion tokning kattaligi magnit induksiyasi oqimi Φ ning o'zgartirish usuliga bog'liq bo'lmay, o'zgartirish suratiga ya'ni $\frac{d\Phi}{dt}$ ga bogliq. Masalan, tarmoqdan o'tayotgan elektr toki shu kontur o'rab olgan yuzasidan o'tuvchi magnit oqimi hosil qiladi, Tok kuchi o'zgarganda magnit oqimi o'zgaradi, demak, bu o'zgarish ham konturda elektr toki hosil bo'lishiga sababchi E.Yu.K. hosil qiladi. Bu hodisa *o'zinduksiya* deyiladi. Lens qonuniga ko'ra magnit maydon kuchlanganligi uni hosil qiluvchi tokka bogliq, bundan konturdagi tok yoki u hosil qiluvchi magnit oqimi o'zaro proporsional bo'ladi.

$$\Phi = Li \quad (8.1)$$

L-proporsionallik koeffisienti bo'lib, tarmoq induktivligi (o'zinduktivligi) deyiladi.

Hosil bo'lgan E.Yu.K.: $\varepsilon = -L \frac{di}{dt} \quad (8.2)$

ifoda bilan aniqlanadi. Manfiy ishora esa Lens qonunidan kelib chiqadi. Shuni ham e'tiborga olish kerakki, Φ bilan I orasidagi chiziqli bog'lanish atrof-muhitning magnit kirituvchanligiga bog'liq. Agar atrof-muhitda ferromagnit modda bo'lsa, yuqoridagi ifodalar murakkab ko'rinishga ega bo'ladi.

Agar $I = f$ bo'lsa, yuqoridagi formuladan ko'rinadiki, $\Phi = L$ bo'ladi. Yani kontur orqali o'tuvchi magnit oqimiga teng.

Induktivlik birligi *genri* bo'lib, u zanjirda tok kuchi 1A bo'lganda 1Vb ga teng magnit oqimi hosil bo'ladigan tugunning induktivligidir: $1Gn = \frac{1Vb}{1A}$

O'zgaruvchan tok zanjirining bir qismi uchun Om qonuniga asosan:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} \quad (8.3)$$

Agar shu qismda induktivlik g'altagi va kondensator ham bo'lsa:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{L}{\omega C}\right)^2}} \quad (8.4)$$

Faqat induktivlik bo'lganda, keyingi ifoda

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad (8.5)$$

ko'rinishni oladi. Bu yerda: I_{ef} - tokning effektiv qiymati, R – o'tkazgichning faol (aktiv) qarshiligi, U_{ef} – kuchlanishning effektiv qiymati, ω -burchak chastota, Z –zanjirning berilgan qismining to'liq qarshiligi bo'lib u quyidagiga teng

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

bu yerdan induktivlik uchun

$$L = \frac{Z^2 - R^2}{\omega^2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{eff}}{I_{ef}}\right)^2 - R^2}}{\omega} \quad (8.6)$$

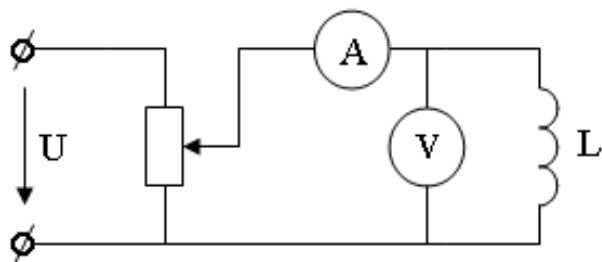
ifodani topish mumkin, bu yerda $\omega = 2\pi\nu$ ga teng ν -tarmoq chastotasi. Bizning elektr tarmoqlarimizda chastota 50 Gs bo'lganligi sababli, $\omega = 314 \text{ sek}^{-1}$

Bu ishda g'altakni qarshiligi o'zakli va o'zaksiz holda ommetr, voltmeter va ampermetr yordamida o'lchab olinib, natijalar solishtiriladi. G'altakni o'zakli va o'zaksiz holdagi induktivligi natijalari keltiriladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Ommetr yordamida doimiy tokka bo'lgan g'altakni qarshiligini o'lchab olinadi.

2. 8.1-rasmdagi zanjir yigilib, reostat orqali kuchlanishni har – xil qiymatlari uchun o'zakli, o'zaksiz holda tok kuchi o'lchanib, jadval to'ldiriladi. (kamida 3 marta).



3. Oxirgi formula orqali induktivlik hisoblanib, absolyut va nisbiy xatoliklar topilib, quyidagi jadval to'ldiriladi:

8.1-rasm.

8.1-jadval

O'zakli						O'zaksiz					
I	U	R	L	ΔL	ε	I	U	R	L	ΔL	ε

4. Oxirgi formula orqali induktivlik hisoblanib, absolyut va nisbiy xatoliklar topilib, quyidagi jadval to'ldiriladi:

Nazorat savollari

1. O'zinduksiya hodisasini tushuntiring.
2. Induktivlik va uning birligi.
3. Lens qonuni.
4. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok turlari uchun Om qonuni.
5. Induktivlikni hisoblash formulasini tushuntiring.

TAJRIBA ISHI № 9

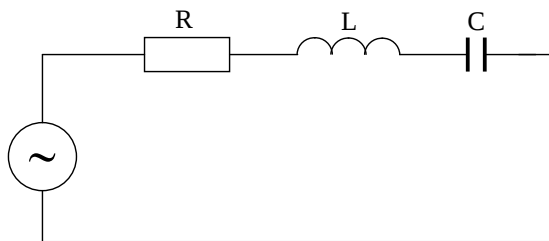
KUCHLANISHLAR REZONANSI

Ishning maqsadi: O'zgaruvchan tok zanjirida rezonans hodisasini ko'z atish va uni hosil qilishni o'rganish.

Kerakli asbob va qurilmalar: Voltmetr (3 ta), g'altak o'zagi bilan, kondensator, avtotransformator, o'zgaruvchan tok manbai, ulovchi simlar.

Nazariy qism

Ketma – ket ulangan aktiv qarshilik, induktiv g'altak va kondensatordan iborat elektr zanjirini kuzatamiz. (10.-1 rasm)



9.1–rasm

Zanjir $U = U_o \cos \omega t$ qonun bo'yicha o'zgaradigan kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, undan amplitudasi I_o fazasi (bo'lgan va R, L, C parametrlar orqali aniqlanadigan tok o'tadi.

Bu tok zanjirning alohida qismlarida amplitudasi:

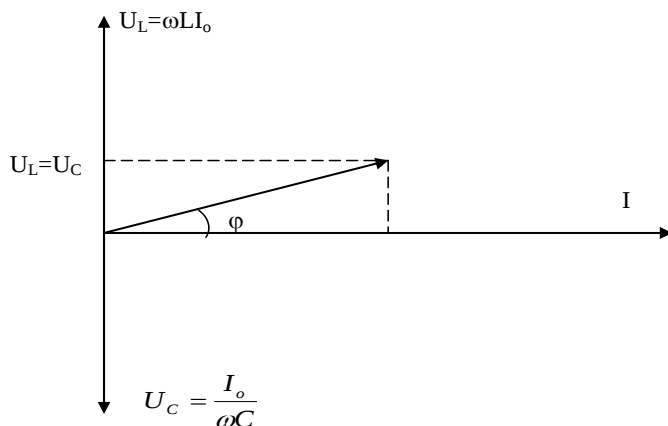
$$U_{OR} = RI_o$$

$$U_{OL} = \omega LI_o$$

$$U_{OC} = \frac{1}{\omega C} I_o$$

bo'lgan fazalari farq qiladigan potentsial tushuvi (kuchlanish) hosil qiladi.

Bu fazalar farqini xarakterlashda toklar o'qini X o'qi yo'nalishida tanlab olib, unga nisbatan kuchlanish tebranishlari vektorini amplituda va fazasini hisobga olgan holda ko'rgazmali tasvirlanadi.



9.2-rasm

Aktiv qarshilikdagi, kuchlanish fazasi tok kuchi fazasi bilan bir xil, shu tufayli uning amplitudasiga mos vektor tok o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Induktiv qismidagi kuchlanish tokka nisbatan $\frac{\pi}{2}$ qadar oldinda bo'lganligi uchun uning amplitudasiga mos vektor toklar o'qiga nisbatan soat strelkasiga teskari $\frac{\pi}{2}$ ga siljigan bo'ladi.

Kondensatordagi kuchlanish tokka nisbatan $\frac{\pi}{2}$ qadar orqada bo'lgani uchun vektor toklar o'qiga nisbatan soat strelkasi bo'yicha $\frac{\pi}{2}$ ga siljigan bo'ladi. (9.2- rasm)

Ketma–ket ulangan zanjirdagi to'la kuchlanish uning alohida qism kuchlanishlari yig'indisiga teng:

$$U = U_{OR} + U_{OL} + U_{OC} \quad (9.1)$$

rasmdan foydalanib (3) ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$(RI_o)^2 + \left[(\omega L - \frac{1}{\omega C}) I_o \right]^2 = U_o^2 \quad (9.2)$$

bundan.

$$I_o = \frac{U_o}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \quad (9.3)$$

Shunday qilib, zanjirdagi tok quyidagi garmonik qonun bo'yicha o'zgaradi:

$$I = I_o \cos(\omega L + \varphi) \quad (9.4)$$

(9.3) dagi $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$ zanjirning tuliq qarshiligi bo'lib, bu yerda

$\omega L - \frac{1}{\omega C}$ - reaktiv qarshilik deb yuritiladi. φ - tok fazasi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (9.5)$$

Tokning kuchlanishdan orqada qolishi ($\varphi > 0$) yoki oldinda ketishi ($\varphi < 0$) induktiv va sig'im qarshiliklar munosabatiga bog'liqdir.

a) Agar $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ bo'lsa tok fazasi kuchlanishdan orqada qoladi, zanjir induktiv xarakterga ega bo'ladi;

b) Agar $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ bo'lsa tok fazasi kuchlanishdan oldin yuradi va zanjir sig'im xarakterga ega bo'ladi;

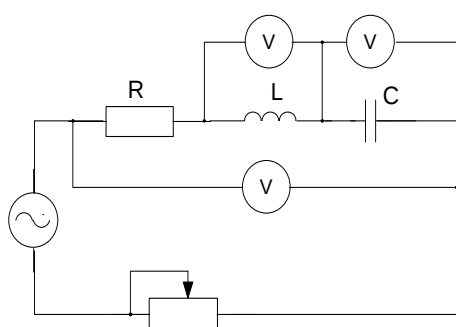
v) Agar $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ bo'lsa, aktiv qarshiligi kichik bo'lgan zanjirdagi tok U_o ni berilgan qiymatida o'zining eng katta qiymatiga erishadi va kuchlanish bilan birday fazada o'zgaradiki, bu elektr zanjiridagi *kuchlanish rezonansi* deb yuritiladi.

Rezonans paytida tok kuchi o'sishi bilan birga zanjirning kondensator va induktiv qismidagi kuchlanishlari ham U_o ga nisbatan keskin ortadi, qiymati jihatdan teng, fazasi jihatdan esa qarama - qarshi bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Kerakli asboblardan foydalanib quyidagi sxemani yig'amiz.
2. G'altak o'zagi dastagini oxirigacha burish yo'li bilan kiritib (chiqarib) qo'yamiz.
3. Sxema tekshirilgandan so'ng o'qituvchi ruxsati bilan kalit qo'shib, avtotransformator yordamida U_o ga 110 – 130 voltlar chamasidagi kuchlanish beriladi va U_o, U_L, U_C larning ko'rsatishlari jadvalga yozib olinadi.
4. G'altak o'zagini chiqarish (kiritish) yo'li bilan bir necha bor o'zgartirilgan voltmترلar qiymatlari ham jadvalga yozib boriladi.

5. Olingan natijalardan foydalanib $U_L = f(U_o)$ va $U_C = f(U_o)$ grafiklari bitta koordinatalar sistemasiga chiziladi.



9.3-rasm

6. $U_L = f(U_o)$ va $U_C = f(U_o)$ grafik kesishgan nuqta (rezonans) dan foydalanib, kuchlanishning vektor diogrammasi ko'chiriladi (masshtab bilan).

7. Rezonans shartiga ko'ra $\omega = 2\pi\nu$ bu yerda $\nu = 50$ gers va $c = 9$ mkf deb olinib, g'altak induktivligi hisoblanadi va jadvalga yoziladi.

9.1-jadval

N _o	U_o (v)	U_L (v)	U_C (v)	L (gn)
1.				
2.				
3.				
...				

Nazorat savollari

1. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini yozing.
2. Aktiv, induktiv va sig'im qarshiliklar nimalarga bog'liq?
3. Tok zanjiridagi kuchlanish rezonansini tushuntiring.
4. Kuchlanishlarning vektor diogramasi qanday quriladi?

MA'LUMOT UCHUN JADVALLAR

Xalqaro sistema(SI)dagi asosiy va qo'shimcha birliklar

№	Kattalik nomi	Kattalik oʻlchov birligining			
		Oʻlchamligi	Nomi	Belgisi	Taʼrifi
Asosiy birliklar					
1.	Uzunlik	L	metr	m	Kripton 86- atomining 2P ₁₀ va 5d ₅ sathlari orasidagi oʻtishga mos boʻlgan nurlanishning vakuumdagi toʻlqin uzunligidan 1650763,73 marta katta boʻlgan uzunlik 1metr deb qabul qilingan.
2.	Massa	M	kilogramm	kg	Diametri va balandligi 39 mm iborat platina (90%) va iridiy (10%) qotishmasidan tayyorlangan silindrning massasidir.
3.	Vaqt	T	sekund	s	Seziy 133 atomi asosiy holatining ikki oʻta nozik sathlari orasidagi oʻtishga mos boʻlgan nurlanish davridan 9192631770 marta katta vaqt 1 sekund deb qabul qilingan.
4.	Tok kuchi	I	amper	A	1 amper - vakuumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan ikki parallel cheksiz uzun, lekin kesimi juda kichik boʻlgan toʻgʻri oʻtkazgichdan oʻtganda oʻtkazgichning har bir metr uzunligi 2·10 ⁻⁷ N oʻzaro taʼsir kuchi hosil qiladigan oʻzgarmas tok kuchiga teng.
5.	Termodinamik Harorat	Θ	Kelvin	K	Suvning uchlanma nuqtasini tavsiflovchi termodinamik haroratning 1/ 273.16 ulushi 1 kelvin deb qabul qilingan.
6.	Modda miqdori	N	mol	mol	Uglerod-12 ning 0,012 kg massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element(atom, molekula yoki boshqa zarra) lardan tashkil topgan sistemadagi moddaning miqdori 1 mol deb qabul qilingan.
7.	Yorugʻlik kuchi	J	kandela	cd	540·10 ¹² Hz chastotali monoxromatik nurlanish chiqarayotgan manba yorugʻligining energetik kuchi 1 Vt /683 Sr boʻlgan yoʻnalishdagi yorugʻlik kuchi 1 kandela (sham) deb qabul qilingan.
Qoʻshimcha birliklar					
8.	Yassi burchak		radian	rad	Aylana uzunligi radiusiga teng boʻlgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 radian deb qabul qilingan. (1 rad = 57° 17’ 44,8’')
9.	Fazoviy burchak		steradian	sr	Uchi shar markazida joylashgan va shu shar sirtidan shar radiusining kvadratiga teng yuzli sirtini ajratuvchi fazoviy burchak 1 steradian deb qabul qilingan.

Asosiy fizik doimiyliklar

№	Kattalik nomi	Belgisi	Son qiymati
1.	Erkin tushish tezlanishi	g	$9,81 \text{ m/s}^2$
2.	Tortishish doimiysi	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
3.	Avogadro soni	N_A	$6,02497 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
4.	Gazning molyar hajm	V_0	$22,4 \text{ m}^3$
5.	Loshmidt soni	n_0	$2,686 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$
6.	Universal gaz doimiysi	R	$8,31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
7.	Boltsman doimiysi	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
8.	Faradey soni	F_A	$9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}$
9.	Elektronning zaryadi	e	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$
10.	Elektronning massasi	m_e	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
11.	Protonning massasi	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
12.	Neytronning massasi	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
13.	Massaning atom birligi	$m.a.b.$	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
14.	Elektr doimiysi	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/m}$
15.	Magnit doimiysi	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$
16.	Yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi	c	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
17.	Stefan – Boltsman doimiysi	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
18.	Vinning 1- siljish qonuni doimiysi	b	$2,89 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
19.	Vinning 2- siljish qonuni doimiysi	C	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}^{-5})$
20.	Plank doimiysi	h	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
21.	Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi	R	$1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
22.	α - zarraning massasi	m_α	$6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
23.	Faradey doimiysi	F	$9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/ mol}$
24.	Elektron uchun Kompton to'lqin uzunligi	γ_C	$2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
25.	Birinchi Bor orbitasining radiusi	r_1	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

O'qli old qo'shimchalar

Ko'paytu vchi	Ko'paytuvchi nomi	Old qo'shimcha				
		Kelib chiqishi		Belgisi		
		Ma'nosi	Nomi	O'zbek	Rus	Xalqaro
10^{18}	kvintillion	olti	Eksa	E	Э	E
10^{15}	kvadrillion	besht	Peta	P	П	P
10^{12}	trillion	g'oyat katta	Tega	T	Т	T
10^9	milliard	juda katta	Giga	G	Г	G
10^6	million	katta	Mega	M	М	M
10^3	ming	ming	Kilo	k	к	K
10^2	yuz	yuz	Gekto	g	г	h
10^1	o'n	o'n	Deka''	da	да	da
10^{-1}	o'ndan bir	o'n	Detsi	d	д.	d
10^{-2}	yuzdan bir	yuz	Santi	s	с	s
10^{-3}	mingdan bir	ming	Milli	m	м	m
10^{-6}	milliondan bir	kichik	Mikro	mk	мк	μ
10^{-9}	milliarddan bir	mitti	Nino	n	н	n
10^{-12}	Trilliondan bir	kichkina	Piko	p	р	p
10^{-15}	Kvadrilliondan bir	o'n besht	Fimto	f	ф	f
10^{-18}	Kvintilliondan bir	o'n sakkiz	Atto	a	а	a

Burchakning gradus va radian o'lchovining o'zaro bog'liqligi

Gradus o'lchovi	360^0	270^0	180^0	120^0	90^0	60^0	45^0	30^0
Radian o'lchovi.	2π	$\frac{3\pi}{2}$	π	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{6}$

Trigonometrik funksiyalarning ba'zi burchaklardagi qiymatlari

α^0	0^0	30^0	45^0	60^0	90^0	120^0	180^0	270^0	360^0
sinα	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	-1	0
cosα	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	-1	0	1
tgα	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	-	$-\sqrt{3}$	0	-	0
ctgα	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	$-\frac{1}{\sqrt{3}}$	-	0	-

SI sistemasidan tahqari birliklar

Kattalik nomi	O'lchov birliklari va uning SI sistema birliklari bilan bog'lanishi	
Uzunlik	1 angstrom ($\text{\AA}$)= 10^{-10} m 1 dyum=25,4 mm 1 fut=12 dyum=30,48 sm	1 yard=3 fut=91,44 sm 1 mil=1609,344 m 1 dengiz mili =1852 m
Massa	1 karat (kar)=0,2 g= $2 \cdot 10^{-4}$ kg 1 massa atom birligi (m.a.b)= $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg 1 massa texnik birligi (m.t.b)=9,81 kg	
Yassi burchak	1 aylanish (ayl)= $360^\circ=2\pi$ rad $\approx 6,283$ rad 1 gradus ($^\circ$)= $\pi/180$ rad $\approx 1,745 \cdot 10^{-2}$ rad 1 minut ($'$)= $(\pi/180) \cdot 10^{-2}$ rad $\approx 2,908 \cdot 10^{-4}$ rad 1 sekund ($''$)= $(\pi/648) \cdot 10^{-3}$ rad $\approx 4,848 \cdot 10^{-6}$ rad $1^\circ = 60' = 3600''$	
Yuza	1 ar (a)= 10^2 m ² 1 gektar (ga)= 10^4 m ²	
Hajm	1 litr (l)= 10^{-3} m ³	
Tezlik	1 uzel (uz)=1 dengiz mili/soat=1,852 km/soat=0,514 m/s	
Kuch	1 dina (dina)= 10^{-5} N 1 kilogramm-kuch (kG)=9,81 N 1 tonna-kuch (T)= $9,81 \cdot 10^3$ N	
Bosim	1 dina/sm ² =0,1 Pa 1 kG/m ² =9,81 Pa 1 millimetr simob ustuni (mm sim.ust.)=1 Torr=133 Pa 1 millimetr suv ustuni (mm suv.ust.)= 9,81 Pa 1 texnik atmosfera (at)=1 kG/sm ² = $0,981 \cdot 10^5$ Pa 1 fizik atmosfera (atm)=760 Torr= $1,013 \cdot 10^5$ Pa 1 bar= 10^5 Pa	
Ish, energiya, issiqlik miqdori	1 erg= 10^{-7} J 1 kG·m=9,81 J 1 vatt-soat (Vt·soat)= $3,6 \cdot 10^3$ J 1 elektron-volt (eV)= $1,6 \cdot 10^{-19}$ J 1 kaloriya (kal)=4,19 J	
Quvvat	1 ot kuchi (o.k)=735,499 J	
Dinamik yopishqoqlik	1 puaz (P)=0,1 N·s/m ²	
Kinematik yopishqoqlik	1 stoks (St)= 10^{-4} m ² /s	
Magnit oqimi	1 maksvell (Mks)= 10^{-6} Vb	
Magnit induksiya	1 gauss (Gs)= 10^{-4} Tl	
Magnit maydon kuclanganligi	1 ersted (E)= $1/4\pi \cdot 10^{-3}$ A/m=79,5775 A/m	

Qattiq jismlarning fizik xossalari

Modda	Zichlik, 10^3 kg/m^3	Solishtirma issiqlik sig'imi, $\text{J/kg}\cdot\text{K}$	Solishtirma erish issiqligi, 10^4 J/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffitsiyenti, 10^{-4} K^{-1}	Erish harorati, $^{\circ}\text{S}$
Alyuminiy	2,60	896	32,20	2,30	659
Jez	8,40	386	-	1,90	900
Kumush	10,50	234	8,80	1,90	960
Qo'rg'oshin	11,30	126	2,26	2,90	327
Qalayi	7,20	230	58,60	2,70	232
Muz	0,90	2100	33,50	-	0
Mis	8,90	395	17,60	1,60	1100
Platina	21,45	117	11,3	0,89	1770
Po'lat	7,85	460	-	1,60	1300
Rux	7,0	391	11,70	2,90	420

Ba'zi bir suyuqliklarning fizik xossalari

Suyuqlik	Zichlik, 10^3 kg/m^3	20°S dagi solishtirma issiqlik sig'imi, $\text{J/kg}\cdot\text{K}$	20°S dagi sirt taranglik koeffitsiyenti, N/m	Qovushoqligi, (yopishqoqlik) $10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$ (20°S da)
Benzol	0,88	1720	0.030	6,50
Glitserin	1,20	2430	0,064	14990,0
Kanakunjut moyi	0,96	1800	0,035	1,20
Kerosin	0,80	2140	0,030	1800,0
Suv	1,0	4190	0,073	10,0
Simob	13,60	138	0,50	15,54
Spirt	0,79	2510	0,020	11,9
Sovun pufagi	-	-	0,040	-

Dielektriklarning dielektrik singdiruvchanligi

Modda	ε	Modda	ε
Havo	1,000597	Shifer	6...10
Parafin	2,2	Atsiton	21,4
Ebonit	2,5...4,0	Etil spirti	25,1
Yog'och	3,5...5,0	Metal spirti	33,5
Slyuda	4...6	Suv	81
Chinni	4,5...6,5	Kerosin	2,1
Shisha	5...15	Moy	2,5...5

Moddalarning magnit singdiruvchanligi

Ferromagnitiklar		Paramagnitiklar		Diamagnitiklar	
Modda	μ	Modda	μ	Modda	μ
Permalloy	...50 000	Havo	1,00000038	Suv	0,999991
Temir	...5 000	Platina	1,00026	Vismut	0,999824
Cho'yan	...600	Alyuminiy	1,000021	Osh tuzi	0,9999987
Nikel	...300	Qalay	1,0000044	Oltin	0,999963
Po'lat	...200	Palladiy	1,000692	Shisha	0,999987

Ayrim o'tkazgichlarning 0°S dagi solishtirma qarshiliklari (nΩ · m)

O'tkazgich	Solishtirma qarshilik	O'tkazgich	Solishtirma qarshilik
Alyuminiy	25,8	Qo'rg'oshin	191,0
Grafit	390,0	Simob	940,0
Mis	17,0	Nixrom	1000,0
Temir	87,0	Po'lat	100,0

Inson fizikasi (elektr parametrlari)

N ^o	Tana to'qimalarining solishtirma qarshiligi	Om·m
1	Muskullar	1,5
2	Qon	1,8
3	Terining yuqori qavati qavati (quruq)	3,3·10 ⁵
4	Suyak	2·10 ⁶
Dielektrik singdiruvchanlik		
1	Qon	85,5
2	Quruq teri	40-50
3	Suyak	6-10
4	Insonning tana qarshiligi (bir qo'l boshidan ikkinchisi qo'l oxirigacha - Om)	~15
5	Tana orqali o'tuvchi xafvsiz tok kuchi (mA)	1
6	Tana orqali o'tuvchi xafvli tok kuchi (mA)	~100
7	Xafvsiz elektr kuchlanish (nam joyda V)	12
8	Xafvsiz elektr kuchlanish (quruq joyda V)	36

Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti

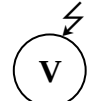
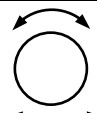
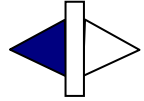
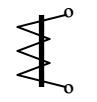
N ^o	Anionlar	Valentligi	Elektrokimyoviy ekvivalentligi 10 ⁻⁶ kg.kl	N ^o	Kationlar	Valentligi	Elektrokimyoviy ekvivalentligi 10 ⁻⁶ kg.kl
1	Cl ⁻	1	0,367	9	Al ³⁺	3	0,0992
2	No ⁻³	1	0,643	10	Au ³⁺	3	0,681
3	O ²⁻	2	0,0829	11	Cu ²⁺	2	0,329
4	OH ⁻	1	0,177	12	Fe ³⁺	3	0,193
5	S ²⁻	2	0,167	13	H ⁺	1	0,1045
6	SO ²⁴⁻	2	0,499	14	Hg ⁺	1	2,079
7	CO ²³⁻	2	0,311	15	Na ⁺	1	0,238
8	Ag ⁺	1	1,118	16	Zn ²⁺	2	0,339

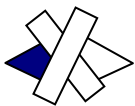
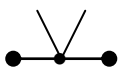
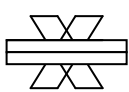
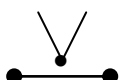
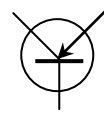
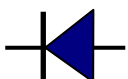
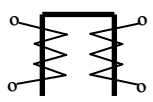
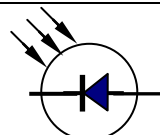
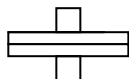
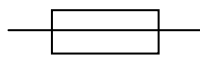
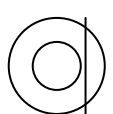
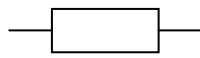
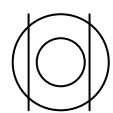
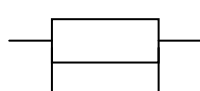
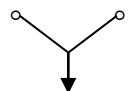
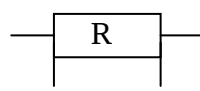
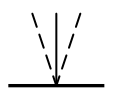
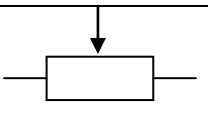
Termojuftlik uchun materiallar tanlash

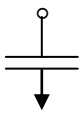
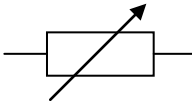
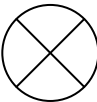
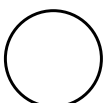
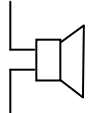
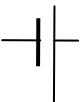
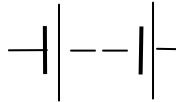
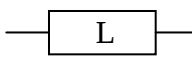
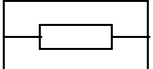
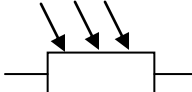
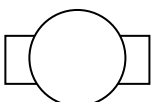
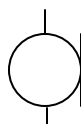
N ^o	Kavsharlanishda ishlatilgan sim materiali	Termopara doimiysi (mkV/ °C)	Kavsharlangan joyning qizdirishdagi chegaraviy t _{max} (°C)
1.	Temir – konstantin	53	600
2.	Manganin - konstantin	50	200
3.	Mis - konstantin	40	400
4.	Nixrom – konstantin	57	600
5.	Oltin – palladiy	46	1600
6.	Nixrom – nikel	35	1000
7.	Tellur – platina	400	-
8.	Xromel – kopel	60	600

0°-90° burchaklar uchun sinuslar va tangenslarning qiymatlari jadvali

Gr lar	Sinus lar	Tang lar	Gr lar	Sinus lar	Tang lar	Gr lar	Sinus lar	Tang lar
0	0,0000	0,0000	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
1	0,0175	0,0175	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
2	0,0349	0,0349	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
3	0,0523	0,0524	34	0,5592	0,6745	64	0,9888	2,050
4	0,0698	0,0699	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
5	0,0872	0,0875	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
6	0,1045	0,1051	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
7	0,1219	0,1228	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,4755
8	0,1392	0,1405	39	0,6193	0,8098	69	0,9336	2,605
9	0,1564	0,1584	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
10	0,1736	0,1763	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
11	0,1908	0,1944	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
12	0,2079	0,2126	43	0,6820	0,9323	73	0,9563	3,271
13	0,2250	0,2309	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,486
14	0,2419	0,2493	45	0,7071	1,000	75	0,9659	3,732
15	0,2588	0,2679	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
16	0,2756	0,2867	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
17	0,2924	0,3057	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
18	0,3090	0,3249	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
19	0,3256	0,3443	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
20	0,3420	0,3640	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
21	0,3584	0,3839	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
22	0,3746	0,4040	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
23	0,3907	0,4245	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
24	0,4067	0,4452	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
25	0,4226	0,4663	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
26	0,4384	0,4877	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
27	0,4540	0,5095	58	0,8490	1,600	88	0,9994	28,64
28	0,4695	0,5317	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,28
29	0,4848	0,5543	60	0,8660	1,734	90	1,000	∞
30	0,5000	0,5774						

№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
1.	O'zgarmas tok	—	12.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishini 500 V	
2.	O'zgaruvchan tok (bir fazali tok)	~	13.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishini 500 dan ortiq (masalan, 2 kV)	
3.	O'zgarmas va o'zgaruvchan tok	~	14.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini bo'yicha tekshirilmaydi	
4.	Uch fazali tok o'zgaruvchan tok	≡	15.	Asbob yoki yordamchi qism yuqori kuchlanish ostida	
5.	Faza yuklamalari bir-biriga teng bo'lmagan uch fazali tok	≡	16.	Tashqi magnit maydonida asbobni moslash kerak.	N
6.	To'rt simli tarmoq uchun bir o'lchash mexanizmligi asbob	≡	17.	Asbobning aniqlik sinfi	1,5
7.	Asbob shkalasini gorizontol holda o'rnatish zarur	┌	18.	Moslagich (korrektor)	
8.	Asbob shkalasini vertikal holda o'rnatish zarur	┐	19.	Magnitoelektrik logometr	
9.	Darajaning tik holatida ish doirasi 80° dan 100° gacha bo'lganda qo'llash	┐ 80...90...100	20.	Qo'zg'aluvchan (ramkali) magnitoelektrik asbob	
10.	Asbob shkalasini gorizontol tekislikka nisbatan 60° holda o'rnatish zarur	┐ 60°	21.	Qo'zg'aluvchi magnitli magnitoelektrik asbob	
11.	Darajaning gorizontol tekislikka nisbatan qiyalik holati 45° dan 75° gacha bo'lganda asbobni qo'llash.	┐ 45...60...75	22.	Elektromagnit logometr	

№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
23.	Qo'zg'aluvchi magnitli magnitoelektrik logometr		34.	Qutbli elektromagnit asbob	
24.	Ferrodinamik asbob		35.	Izolyatsilanmagan issiqlik o'tkazgich	
25.	Elektrodinamik logometr		36.	Izolyatsilangan issiqlik o'tkazgich	
26.	Ferrodinamik logometr		37.	O'lchash zanjiridagi electron o'tkazgich	
27.	Bimetall (qo'shmetal) asbob		38.	To'g'rilagich (diod)	
28.	Elektromagnit logometr		39.	Fotodiod	
29.	Elektrodinamik asbob		40.	Eruvchan saqlagich	
30.	Induksion asbob		41.	Qarshilik (faol)	
31.	Induksion logometr		42.	Tarmoqlagich (shunt)	
32.	Simli qizdiriladigan issiqlik asbobi		43.	Qo'shimcha qarshilik	
33.	Titrash (vibratsion) asbob		44.	Reostat	

№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
45.	Elektrosta		56.	O'zgaruvchan qarshilik	
46.	Elektrostatik to'siq (ekran)		57.	Chug'lanma lampa	
47.	Magnit to'sigi		58.	Qung'iroq	
48.	Astatik asbob	ast 24	59.	Karnay	
49.	Korpusga ulash		60.	Galvanik element yoki batareyya	
50.	Yerga ulash		61.	Galvanik element yoki batareyyalar tuplami	
51.	Termojuftlik		62.	Qo'shimcha induktiv qarshilik	
52.	Kondensator		63.	Induktiv g'altak	
53.	Q'zgaruvchan sig'imli kondensator		64.	Munosib hujjatga tayanish zarur	
54.	Isitgich		65.	Fotoqarshilik	
55.	Dvegatel yoki generator		66.	Mikrafon	

MUNDARIJA

1	Kirish. Elektr va magnetizm bo'limiga oid qisqacha tarixiy ma'lumotlar	
2	Texnika xavfsizligi qoidalari	
3	Frontal tajriba ishi. Elektr o'lchash asboblari o'rganish va ularda o'lchash xatoliklarini hisoblash	
4	Tajriba ishi № 1. Elektrostatik maydonni o'rganish	
5	Tajriba ishi № 2. Noma'lum qarshilikni ampermetr va voltmeter yordamida aniqlash	
6	Tajriba ishi № 3. Uitston ko'prigi yordamida noma'lum qarshilikni aniqlash	
7	Tajriba ishi № 4. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi va ichki qarshiligini aniqlash	
8	Tajriba ishi № 5. Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini olish	
9	Tajriba ishi № 6. Termopara doimiysini aniqlash	
10	Tajriba ishi № 7. Yer magnit maydon kuchlanganligini gorizontall tashkil etuvchisini aniqlash	
11	Tajriba ishi № 8. G'altakning induksiya koeffisientini aniqlash	
12	Tajriba ishi № 9. Kuchlanishlar rezonansi	
13	Tajriba ishlarini bajarishda kerak bo'ladigan ba'zi ma'lumotlar	

ADABIYOTLAR

1. Nazarov O'.Q. «Umumiy fizika kursi» 2-qism (Elektr va elektromagnetizm) Toshkent, «O'zbekiston», 2002 yil.
2. Detlaf A.A, Yavorskiy B.M “Kurs fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1989 g.
3. Trofimova T.I “Kurs fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1999 g.
4. Safarov A.S. «Umumiy fizika kursi» (Elektromagnetizm va to'lqinlar), Toshkent, «O'qituvchi», 1992 yil.
5. M.Ismoilov, P.Xabibullayev, M.Xaliulin «Fizika kursi» «O'zbekiston», Toshkent, 2000 yil.
6. Haydarova M.Sh., Nazarov O'.Q. «Fizikadan laboratoriya ishlari», Toshkent, «O'qituvchi» 1989 yil.
7. Maysova N. N “Praktikum po kursu obshey fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1970 g.