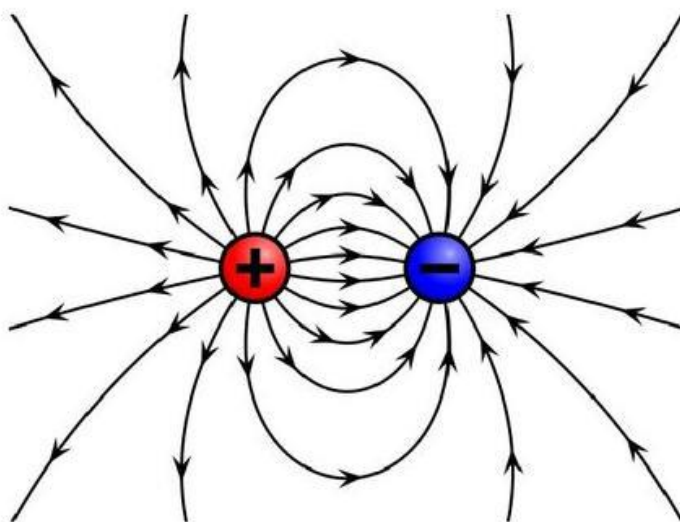


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AKADEMIK LITSEYI ANIQ

FANLAR "TEXNIKA" YO'NALISHI

**ELEKTRODINAMIKA ASOSLARI
FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI**



Ushbu o'quv- uslubiy qo'llanma akademik litseyning aniq fanlar chuqurlashtirilgan yo'nalishlari uchun ishlab chiqilgan bo'lib, o'quv rejadagi "Fizika" fanining 10 ta "Elektrodinamika asoslari" bo'limidagi laboratoriya ishlarini bajarishda zarur bo'lgan asosiy ma'lumotlar keltirilgan. Jumladan, laboratoriya ishining maqsadi, ish uchun zarur asbob va jihozlar ro'yxati, tegishli laboratoriya ishining nazariy tushunchasi, tajribada foydalaniladigan qurilmalar ish prinsipi, ishni bajarish tartibi, kerakli jadval va o'z bilimlarini sinash uchun nazorat savollari mavjud bo'lib, bu qulayliklar dars vaqtidan unumli foydalanishga yordam beradi.

Ushbu o'quv- uslubiy qo'llanma "Aniq fanlar" kafedrasining 2025 yil 29-avgustdagi № 1-sonli yig'ilishida muhokama qilinib, 2025 yil 30-avgustdagi № 1 - sonli ilmiy-pedagogik kengashda ko'rib chiqilib tasdiqlandi va o'quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etildi

Tuzuvchi: fizika fani o'qituvchisi U. Ahmedov

Fizika laboratoriyasida xavfsizlik texnikasi qoidalari

Qoidalar o'quvchilarga o'qib beriladi, har bir qoidaning mohiyat va mazmuni tushuntiriladi. Maxsus jumal tutilib, o'quvchilarning qoida bilan tanishganligini tasdiqlovchi shaxsiy imzosi bilan rasmiylashtirib qo'yiladi. Xavfsizlik texnikasi qoidalari fizika laboratoriyasining ko'rinadigan joyiga maxsus ramkaga solib osib qo'yiladi.

Laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarga e'tiborni qaratish lozim:

Ish jarayonida faqat toza, quraq va butun, ishga yaroqli asbob va jihozlardan foydalanish lozim.

- Asbob va jihozlardan foydalanishdan oldin ularning yo'riqnomasi bilan mukammal tanishib chiqish kerak.
- Elektr o'lchov asboblarini o'qituvchining ruxsatisiz tok manbaiga ulash mumkin emas.
- Laboratoriya ishining elektr sxemasini yig'ishda xatolikka yo'l qo'yib bo'lmaydi, aks holda, asbob ishdan chiqishi va o'quvchining hayotiga xavf tug'dirishi mumkin.
- Asbob va jihozlarni stolga uning yo'riqnomasida ko'rsatilgandek holatda o'rnatish lozim (yotqizilgan, tik, burchak ostida va h.).
- Har bir laboratoriya ishini yig'ib bo'lgandan so'ng, uni albatta o'qituvchi ko'rib chiqishi va uning ruxsati bilan tok manbaiga ulanishi shart.
- Laboratoriya ishini bajarib boigach, elektr o'lchov asboblarini tok manbaidan uzishni esdan chiqarmaslik zarur.
- Idishlarda suyuqliklarni qizdirish uchun ularning 1/3 qismigacha suyuqlik quyish maqsadga muvofiq.
- Moddalar shisha idishlarda qizdirilganda ularni quruq yonilg'i alangasiga tekkizmaslik kerak (chunki idishga darz ketib sinishi mumkin).
 - Quruq yoqilg'ini ishlatib boigach, uni maxsus qopqoq bilan berkitib o'chirish lozim.

Man etiladi:

- Asbob va jihozlarni ularning yo'riqnomasi bilan tanishmasdan ishlatishga urinish.
- Asbob va jihozlarni o'qituvchi yoki laborantning ruxsatisiz olib ishlatish.
- Elektr o'lchov asboblariga suv va boshqa suyuqliklar sepish, o'qituvchining ruxsatisiz ularni tok manbaiga ulash va ularning qisqichlarini qoi bilan ushlash qat'iyan man qilinadi.
- Tajriba jarayonida asbob va jihozlar joylashgan taglikka o'tirish, har xil buyumlar qo'yish va unga kuch bilan zarba berish.
- Asbob va jihozlarni begonalarining foydalanishi uchun berish.
- Asbob va jihozlarni yoki ortiqcha buyumlarni olib ketish.
- Tajriba jarayonida suyuqlikli idishni (bug'lanayotgan, qaynab turgan) himoya vositasiz ushlash va hokazo.

O'lchash xatoliklari

Akademik litsey va kasb-hunar kolleji talabalari laboratoriya ishini bajarish jarayonida fizikaviy kattaliklarni qanchalik to'g'ri yoki noto'g'ri o'lchaganligini bilish maqsadida: yo'l qo'yilgan xatoliklar to'g'risida tushunchaga va ularni hisoblash ko'nikmasiga ega bo'lmog'i lozim. Buning uchun o'qituvchi o'quv yili boshida laboratoriya mashg'ulotlari o'tkazilishidan oldin o'quvchilarga quyidagicha ko'rsatma berishi kerak:

Fizik kattaliklarni laboratoriya mashg'ulotlarida o'lchash bevosita va bilvosita bajariladi. Bevosita o'lchashda asbob izlanayotgan kattalikning qiymatini ko'rsatadi (masalan, sekundomer-vaqtni, termometr-temperaturani, ampermetr-tok kuchini va hokazo).

Fizik kattaliklarning hammasini bevosita o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun izlanayotgan fizik kattalik bevosita o'lchab topilgan kattaliklar orqali hisoblab topiladi (masalan, tezlik, bosim, issiqlik miqdori, elektr qarshilik va hokazo). Fizik kattalikni bunday aniqlash bilvosita o'lchash deyiladi. Bilvosita o'lchashda absolyut va nisbiy xatoliklarni hisobga olish zarur.

Fizik kattalikni o'lchashda bir xil sharoitda o'lchangan natija qiymatlari $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ olinadi. Ularning o'rtacha arifmetik qiymati

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

ifodadan topiladi. O'lchash vaqtida topilgan qiymatlar bir-biridan farq qilib, ularning o'rtacha qiymatdan farqi ayrim o'lchashlarning absolyut xatoligi deyiladi.

Birinchi o'lchashdagi absolyut xatolik $\Delta a_1 = |\bar{a} - a_1|$ ikkinchi o'lchashdagi absolyut xatolik

$\Delta a_2 = |\bar{a} - a_2|$, uchinchi o'lchashdagi absolyut xatolik $\Delta a_3 = |\bar{a} - a_3|$ va n chi o'lchashdagi absolyut xatolik $\Delta a_n = |\bar{a} - a_n|$ ifodalardan topiladi. So'ngra absolyut xatoliklarning o'rtacha qiymati

$$\Delta \bar{a} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3 + \dots + \Delta a_n}{n}$$

ifodadan aniqlanadi.

Fizik kattalikning haqiqiy qiymati topilgan o'rtacha qiymatdan $\pm \Delta \bar{a}$ qadar farq qiladi, ya'ni $a = \bar{a} \pm \Delta \bar{a}$ shuningdek, absolyut xatolikning o'rtacha qiymatini o'lchayotgan kattalikning o'rtacha qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deb ataladi va u foiz hisobida olinadi, ya'ni:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{a}}{\bar{a}} \cdot 100\%$$

ELEKTRODINAMIKA ASOSLARI

1- LABORATORIYA ISHI

Mavzu: O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash

Maqsad: O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligini aniqlashni o'rganish.

Asbob va jihozlar: Laboratoriya universal ta'minlash manbai, ampermetr, voltmeter, reostat, turli qarshilikli simlar to'plami va ulash simlari.

Ishning nazariy asosi

O'tkazgichning qarshiligi uning qanday moddadan tayyorlanganligiga va geometrik o'lchamlariga (uzunligi va ko'ndalang kesim yuziga) bog'liq. Shuningdek, o'tkazgichning qarshiligi uni o'rab turgan muhitning temperaturasi bog'liq bo'ladi. Ko'ndalang kesim yuzi S , uzunligi l bo'lgan o'tkazgichning qarshiligini hisoblash fo'rmulasi quyidagicha ifodalanadi:

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

Qarshilikni hisoblashning bu ifodasi faqat to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan o'tkazgichlar uchun o'rinli. (1) ifodadan ko'rinadiki, o'tkazgich qarshiligi uning uzunligiga to'g'ri va ko'ndalang kesimining yuziga esa teskari proporsional. Ifodadagi proporsionallik koeffitsiyenti ρ - o'tkazgich moddasining turiga va uni o'rab turgan muhit temperaturasi bog'liq kattalik bo'lib, unga o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deyiladi. HBS(Halqaro birliklar sistemasini) da ρ ning birligi qilib $[\rho] = \text{Om} \cdot \text{m}$ deb qabul qilingan.

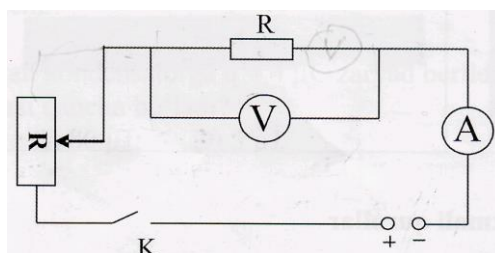
Diametri d bo'lgan silindrsimon shakldagi o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ ifoda

orqali hisoblanishini hamda Ohm qonuniga ko'ra o'tkazgichning qarshiligi $R = U/I$ ekanligini e'tiborga olib, (1) ifodani solishtirib qarshilik uchun quyidagicha yozamiz:

$$\rho = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot U}{4 \cdot l \cdot I} \quad (2)$$

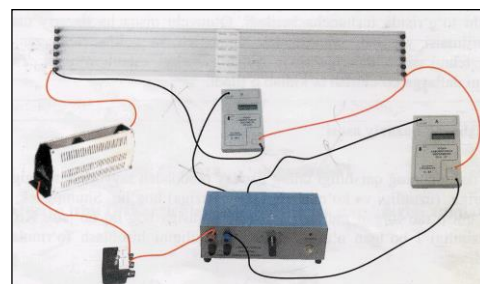
Qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipi

O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligini aniqlash qurilmasining elektr sxemasi 1-chizmada berilgan.



1-chizma

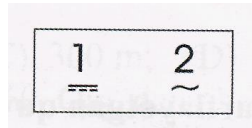
O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligini aniqlash qurilmasi laboratoriya universal ta'minlash manbai, ampermetr, voltmeter, reostat, uzunligi 1 m bo'lgan turli diametrli mis va nixrom simlar to'plamidan iborat. 1-chizma asosida yig'ilgan qurilmaning umumiy ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm
manbaining

Laboratoriya universal ta'minlash

iste'molchiga kuchlanish beruvchi murvatini 4 V holatga qo'ying. Laboratoriya universal ta'minlash manbaining iste'molchiga kuchlanish beruvchi musbat klemmasi ampermetrning musbat klemmasiga ulanadi. O'rganilayotgan o'tkazgich (masalan, diametri 1 mm bo'lgan nixrom sim)ning bir uchi ampermetrning manfiy klemmasiga ikkinchi uchi esa reostat orqali kalitning bir qutbiga ulanadi. Kalitning ikkinchi qutbi tok manbaining manfiy klemmasiga ulanadi. O'tkazgichning uchlariga qutblarini moslab voltmeter ulanadi. Qurilma yig'ib bo'lingach, kalitni ochiq holda qoldiring. Shuningdek, reostatning jilgichini surib uning qarshiligini eng katta qiymatiga moslab qo'ying. Laboratoriya universal ta'minlash manbainibg orqa tomonidagi ta'minlovchi maxsus tarmog'iga ampermetr va voltmeter ulanadi. Ampermetr va voltmترلar o'zgarmas tok qiymatini o'lchashi uchun ularning vaziyatli kalitlari 1 holatga keltiriladi.



Laboratoriya universal ta'minlash manbaini tok tarmog'iga ulanadi, so'ngra ampermetr va voltmeterning ishlashi tekshirib ko'riladi.

Ishni bajarish tartibi

- 1-chizma asosida zanjir qurilmasi yig'iladi. Kalit ochiq holda qoldiriladi.
- Laboratoriya universal ta'minlash manbai tok tarmog'iga ulanadi, so'ngra ampermetr va voltmeterning ishlashi tekshirib ko'riladi.
- Kalit ulanadi. Reostatning jilgichini surib, o'rganilayotgan o'tkazgichga IV gacha bo'lgan kuchlanish beriladi.
- Ampermetr va voltmeterning ko'rsatishi qayd etiladi.
- Reostatning jilgichini surib o'rganilayotgan o'tkazgichga 1,5 V gacha bo'lgan kuchlanish beriladi. Ampermetr va voltmeterning ko'rsatishi qayd etiladi.
- Reostatning jilgichini surib o'rganilayotgan o'tkazgichga 2 V gacha bo'lgan kuchlanish beriladi.
- Ampermetr va voltmeterning ko'rsatishi qayd etiladi.
- Olingan natijalar asosida o'tkazgichning solishtirma qarshiligi hisoblanadi.
- Boshqa diametrli o'tkazgichlar uchun ham tajriba yuqoridagi tartibda takrorlanadi.
- O'ichash va hisoblash natijalari asosida quyidagi jadval to'ldiriladi.

№	d (m)	L (m)	I	U	ρ	$\bar{\rho}$	$\Delta\rho$	$\overline{\Delta\rho}$	$\frac{\overline{\Delta\rho}}{\bar{\rho}} \cdot 100\%$
1- o'lchash									
2- o'lchash									
3- o'lchash									

Qo'shimcha ma'lumot

O'tkazgichning elektr qarshiligi nafaqat uning geometrik o'lchami va uning tabiatiga bog'liq bo'lishi bilan bir qatorda uni o'rab turgan muhit temperaturasiga ham bog'liqdir. Qizdirilgan o'tkazgichning geometrik o'ichamlari arzimagan darajada o'zgaradi. O'tkazgichning elektr qarshiligi asosan solishtirma qarshilik o'zgarishi hisobiga o'zgaradi. Solishtirma qarshilikni temperatura bo'yicha o'zgarish qonuniyati quyidagicha ifodalanadi:

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

Bunda ρ_0 -o'tkazgichning 0°C dagi, ρ esa biror t temperaturadagi solishtirma qarshilikdir. α - qarshilikning temperatura koeffitsienti bo'lib, u metallar uchun $\alpha > 0$.

Iste'molchining elektr qarshiligini va uning sarflayotgan quvvatini aniqlash

Biz kundalik turmushimizda elektr tokidan keng foydalanamiz. Elektr zanjiriga ulangan iste'molchidan (elektr chirog'i) o'tayotgan tok, uning qarshiligi va sarflayotgan quvvatini hisoblash uchun quyidagi rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig'amiz (2-rasm). Laboratoriya universal ta'minlash manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvatini 4 V holatiga qo'ying. Laboratoriya universal ta'minlash manbai tok tarmog'iga ulangach, iste'molchiga elektr toki beriladi (4, 6, 8, 10 va 12V). Ampermetr va volmetrning ko'rsatishiga ko'ra iste'molchining elektr qarshiligini va sarflayotgan quvvatini quyidagi ifodalar asosida aniqlaymiz:

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{va} \quad P = IU$$

Nazorat uchun savollar

1. To'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan o'tkazgichlar uchun qarshilikni hisoblash formulasini yozing va uni tushuntiring.
 2. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi deb nimaga aytiladi? U qanday kattaliklarga bog'liq?
 3. Om qonunini yozib uni ta'riflang.
- Metallarning solishtirma qarshiligi uni o'rab turgan muhit temperaturasiga qanday bog'liq?

2-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: Om qonunini o'rganish

Ishning maqsadi

1. O'tkazgichlarda Om qonunini o'rganish.
2. O'tkazgichlarni ulash usullarini va ularning umumiy qarshiligini aniqlashni o'rganish.

Ishning nazariyasi

O'zidan elektr toki o'tkazadigan qattiq, suyuq va gazsimon modda va materiallar *o'tkazgichlar* deyiladi. O'tkazgichlar elektr zanjirga ketma-ket, parallel va aralash ulanadi. O'tkazgichlarni ulash usuliga qarab ularning umumiy qarshiligi o'zgaradi. Natijada elektr zanjirning qismlaridagi tok kuchi va kuchlanish o'zgaradi. Qarshiliklarni quyidagicha ulanadi (28-rasm).

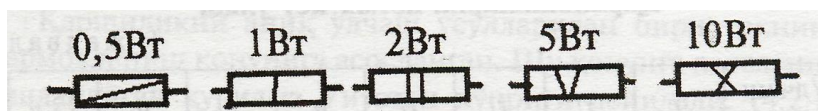
Qarshiliklar ketma-ket ulanganida ularning umumiy qarshiligi qarshiliklar yig'indisiga teng bo'ladi. Undagi kuchlanish R_1 va R_2 qarshiliklardagi kuchlanishlar yig'indisiga teng, ya'ni

$$U=U_1+U_2; \quad R=R_1+R_2.$$

O'tkazgichlar parallel ulanganida umumiy qarshilik va tok quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{yoki} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \quad I=I_1+I_2$$

Qarshiliklar elektr sxemalarda quvvatiga qarab quyidagicha belgilanadi (27 - rasm):



27- rasm.

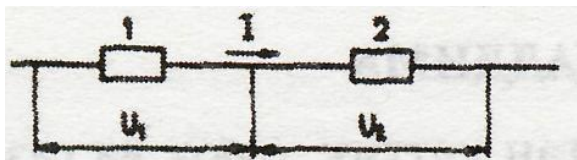
Kerakli asbob va jihozlar

Qarshiliklar yoki qarshiliklar magazini. Voltmetr va ampermetr (yoki avometr). Tok manbai va yordamchi aslahalar.

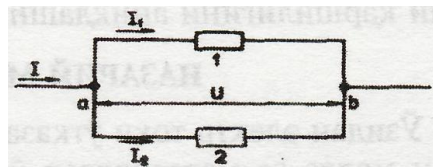
Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

Mazkur ishni bajarishda o'qituvchi bergan qarshiliklar asosida elektr zanjir tuziladi. Ma'lumki, voltmetr va ampermetr zanjirga mos ravishda parallel va ketma-ket ulanadi.

Elektr zanjirdan tok o'tganda qarshiliklarda issiqlik ajraladi. Bu issiqlikning ajralishiga o'tkazgichning qarshiligi sabab bo'ladi. Qarshilik qancha katta bo'lsa, undan shuncha kam tok o'tadi.



a)



b)

28- rasm. O'tkazgichlarni ketma-ket (a) va parallel (b) ulash sxemasi.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va o'qituvchi savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.
2. Ishni bajarishning texnika xavfsizligini o'rganib chiqing.

3. 27- va 28- rasmlarda keltirilgan sxemalar asosida elektr zanjir yig'ing va har bir zanjir uchun tok kuchi va kuchlanishlarni o'lchab, natijalarni 1 — 2-jadvalga kiriting.

Qarshiliklarni ketma-ket ulash

1 -jadval

O'lchash tartibi	I_1	U	U_1	U_2	R_1	R_2	R	$\pm \Delta R$
1								
2								
3								

Qarshiliklarni parallel ulash

2 -jadval

O'lchash tartibi	I	I_1	I_2	U	R_1	R_2	R	$\pm \Delta R$
1								
2								
3								

E s 1 a t m a. O'tkazgich (qarshilik)larning har biridan o'tgan tok va zanjirdagi kuchlanishni o'lchab, R_1 , R_2 va h.k.ning qiymatlari topiladi.

- O'lchashlar xatoligini hisoblang.
- Bajarilgan ishdan xulosa chiqaring.

Nazorat savollari

- O'tkazgichning qarshiligi deyilganda nimani tushunasiz?
- Elektr zanjirga nima uchun qarshiliklar ulanadi?
- Qarshiliklar (rezistorlar)ning SI sistemasidagi birligi qanday?
- Rezistorda nima sababdan issiqlik ajraladi?
- Rezistorlar elektr sxemalarda quvvatiga qarab qanday belgilanadi?

3-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash

Ishning maqsadi

1. Qarshiliklarni o'lchash usulini o'rganish.
2. Ketma-ket va parallel ulangan qarshiliklarning umu-miy qarshiligini Uitston ko'prigida aniqlashni o'rganish.

Ishning nazariyasi

Qarshilikni aniq o'lchash usullaridan biri tokning tarmoqlanish qonuniga asoslangan. Shu qonunga asoslanib ishlaydigan qurilma Uitston ko'prigi deyiladi (5 - rasm). Qurilmadagi reoxordning ustiga nikelin yoki solishtirma qarshiligi katta bo'lgan boshqa qotishmadan tayyorlangan bir jinsli sim tortilgan bo'ladi. Simning A va i?uchlari orasiga ketma-ket R_m va R_x qarshilik; C bilan B orasiga kattaligi ma'lum bo'lgan R_m qarshilik va C bilan A orasiga qarshiligi noma'lum R_x qarshilik ulanadi. Sezgir galvanometning bir uchi C nuqtaga, ikkinchi uchi esa bir jinsli sim bo'ylab sirpanuvchi D surilgichga ulanadi. Asbobning bu CD qismi uning tarmog'i ustidan solingan ko'priikka o'xshaydi, shuning uchun uni Uitston ko'prigi deyiladi. Reo-xordning «A» va «E» uchlariga «B» element parallel ulanadi. Agar zanjir berkitilsa, tok «AEC» va «ADE» tarmoqlarga bo'linib ketadi va «CD» ko'prikdan o'tib, galvanometr strelkasini og'diradi. «D» surilgichni o'ng yoki chapga surgan holda I_1 va I_2 qismlarning qarshiligini o'zgartirib, shunday bir holatni topish mumkinki, unda tok ko'prikdan o'tmaydigan bo'lsin. Galvanometrdan tok o'tmasligi «C» va «D» nuqtalarning potentsiallari tenglashganini ko'rsatadi. «C» va «D» nuqtalardagi potentsialni U_x bilan, «E» nuqtaning potentsialini U_2 bilan, galvanometrdan tok o'tmaganda ACE tarmoqdagi tok kuchini I_1 bilan, ADE tarmoqdagi tok kuchini I_2 bilan belgilaymiz. U holda zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga asosan:

$$\begin{aligned} -U_x &= I_2 R_x, & U_x - U_2 &= I_2 R_m. \\ -U_x &= I_1 r_1, & U_x - U_2 &= I_1 r_2. \end{aligned} \quad (1)$$

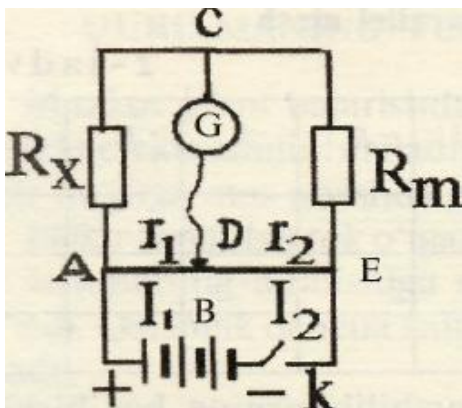
Bu tengliklarning chap tomonlari o'zaro teng bo'lganligi sababli, ularning o'ng tomonlari ham teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$I_2 R_x = I_1 r_1, \quad I_2 R_m = I_1 r_2, \quad (2)$$

Bu tengliklarni bir-biriga bo'lib, quyidagini hosil qilamiz:

$$R_x / R_m = r_1 / r_2 \quad (3)$$

Shunday qilib, ko'prikdan tok o'tmagan vaqtda to'rtala tarmoqning qarshiligi bir-biriga



proporsional bo'ladi. Ammo reoxord ustiga tortilgan sim bir jinsli bo'lgani sababli, uning qismlarining qarshiliklari shu qismlarning uzunliklariga proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$r_1 = \rho \frac{l_1}{S}, \quad r_2 = \rho \frac{l_2}{S} \quad (4)$$

(4) ifodani (3) ga qo'yib, noma'lum qarshilikni hisoblash formulasi topiladi:

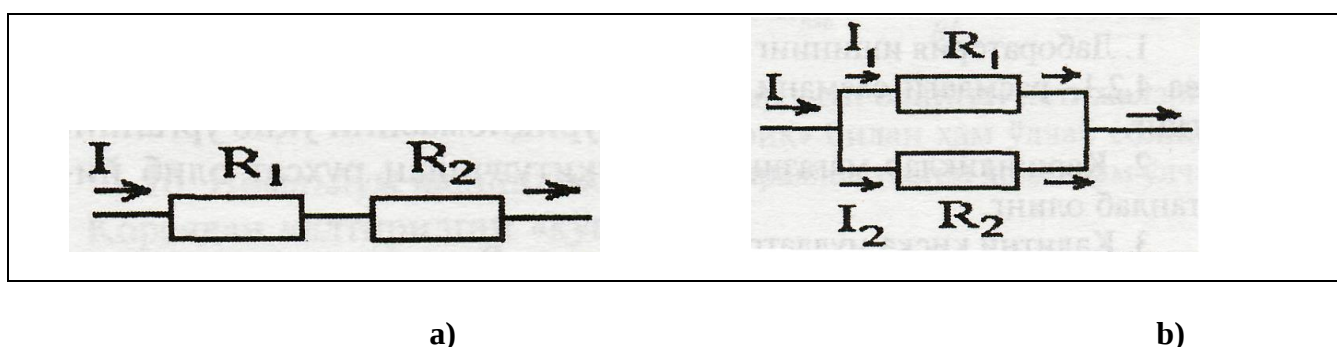
$$R_x = R_m \frac{l_1}{l_2}, \quad l_1 = l_x \text{ va } l_2 = l_m \text{ tenglikni e'tiborga olib,} \quad R_x = R_m \frac{l_x}{l_m} \text{ ifodaga ega bo'lamiz.}$$

Noma'lum qarshilikni hisoblashni osonlashtirish uchun reoxord yelkalarining nisbatlari $l_x/l_m = m$ deb belgilab olinadi va Uitston ko'prigida noma'lum qarshilikni hisoblash formulasi quyidagi shaklda yoziladi:

$$R_x = R_m \cdot m. \quad (5)$$

Endi kattaliklari aniqlangan qarshiliklarni parallel va ketma-ket ulagan holda (30-rasm), sxemaga kiritamiz. Bu qarshiliklarni Uitston ko'prigiga ulagandan keyin, ko'prikdan tok o'tmay qolguncha, ya'ni galvanometr nolni ko'rsatguncha reoxordning D surilgichi chap yoki o'ng tomonga suriladi. So'ngra l_1 va l_2 lar o'lchanadi.

Galvanometrni ekstratokdan saqlash uchun oldin zanjirni ulab, so'ngra galvanometrni tok manbaiga ulash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu ikki yoqlama kalit orqali bajariladi. Maqsad Uitston ko'prigidan foydalanib, faqat o'tkazgichlarning qarshiligini o'lchash emas, balki ularni parallel va ketma-ket ulash qonunlarining to'g'riligini tajribada tekshirishdan iborat bo'lishi kerak.



6- rasm. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash sxemalari.

Buning uchun dastlab birinchi o'tkazgich qarshiligi, so'ngra ikkinchi o'tkazgich qarshiligi o'lchanadi. So'ngra qarshiliklarni parallel va ketma-ket ulab, ularning shu holatlardagi qarshiligi topiladi. Haqiqatda Uitston ko'pri-gidagi o'lchashlar quyidagi natijalarni beradi:

$$R_{k-k}'' = R_1 + R_2 \quad R_{par}'' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (6)$$

bunda: R_1 — birinchi o'tkazgich qarshiligi; R_2 — ikkinchi o'tkazgich qarshiligi; R_{k-k}'' — o'zaro ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligi; R_{par}'' — o'zaro parallel ulangan o'tkazgichlar qarshiligi.

Agar R_1 , va R_2 , qarshiliklar aniq o'lchangan bo'lsa, ko'prikl bilan o'lchangan R_{k-k}^I va R_{par}^I qarshiliklar (6) formulaga asosan topilgan R_{k-k}'' va R_{par}'' qarshiliklarga teng bo'lishi kerak. Lekin o'lchashdagi mavjud xatoliklar sababli par shart bajarilmasligi mumkin.

E s 1 a t m a. Tarmoqlar qizib ketmasligi uchun tok qisqa muddatga ulanadi.

Kerakli asbob va jihozlar

Reoxord, qarshiliklar magazini, noma'lum qarshiliklar, tok manbai, galvanometr, kalit, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va 29- rasmdagi sxemani o'qituvchidan ruxsat olib yig'ing.
2. Qarshiliklar magazinidan R_m ma'lum qarshilikni tanlab oling.

3. Kalitni qisqa muddatga ulab, galvanometr milining harakatini kuzating. Reoxord D surilgichini chap yoki o'ng tomonga harakatlantirib, galvanometrdan tok o'tmaydigan, ya'ni galvanometr mili nol ko'rsatadigan holatni toping.

4. Shkala bo'yicha reoxord yelkalarining uzunligi (I_x va I_m) ni va magazin qarshiligi R_m ni yozib oling.

5. Tajribada aniqlangan natijalarni (5) formulaga qo'yib, izlanayotgan qarshilik (R_x) ni hisoblang.

6. Yuqoridagi usullardan foydalanib, ikkinchi qarshilik va h.k. o'tkazgichlar qarshiliklarini toping.

Ўлчаш тартиби	R_m	$\frac{I_x}{I_m} = m$	R_x^I	$R_{\text{ўрт}}^I$	Улаш усуллари
Кетма-кет					
1.					$R_{\text{к-к}}^{\text{II}} = R_1 + R_2$
2.					
3.					$E_{\text{к-к}}$
...					
Параллел					
1.					$R_{\text{пар}}^{\text{II}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
2.					
3.					$E_{\text{пар}}$
...					

7. Qarshiliklari aniqlangan o'tkazgichlarni o'zaro parallel va ketma-ket ulab, R_{k-k}^I va R_{par}^I larni Uitston ko'prigida aniqlang.

8. (6) formula bo'yicha ikkala qarshilikning o'zaro parallel va ketma-ket ulangandagi qarshiligi R_{k-k}^{II} va $R_{\text{par}}^{\text{II}}$ ni hisoblab toping.

9. Quyidagi formuladan foydalanib, tajribada yo'l qo'yilgan nisbiy xatolikni hisoblang:

$$E_{k-k} = \frac{|R_{k-k}^I - R_{k-k}^{\text{II}}|}{R_{k-k}^I} \cdot 100\% \quad E_{\text{par}} = \frac{|R_{\text{par}}^I - R_{\text{par}}^{\text{II}}|}{R_{\text{par}}^I} \cdot 100\%$$

10. Noma'lum qarshiliklar uchun olingan natijalarni Koreyadan keltirilgan «ko'prik» bilan ham o'lchab solishtirib ko'ring. Ketma-ket va parallel ulagan holda ham o'lchab ko'rish mumkin.

Nazorat savollari

1. Qanday shart bajarilganida Uitston ko'prigidagi galvanometrdan tok o'tmaydi?
2. Agar galvanometr mili har bir holatda bir tomonga burilsa, bu nimani bildiradi?
3. Qarshiliklar magazini qanday holatda bo'lganda reoxord surilgichi «0» holatda bo'ladi?
4. Agar sxemada tok manbai bilan galvanometr o'rnini almashtirsak, formula o'z kuchini saqlaydimi?
5. Ketma-ket va parallel ulangan o'tkazgichlarning qarshilik-lari hisoblanadigan formulani keltirib chiqaring.

4-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: Tok manbaining EYUK va ichki qarshiligini aniqlash

Ishning maqsadi

1. Berk zanjir uchun Om qonunini o'rganish.
2. Kirxgofning II qoidasini tajribada o'rganish.

Ishning nazariy asosi

Elektr zanjirda tok bo'lishi uchun, albatta, tashqi kuchlar (Kulon kuchi bundan istisno) zaryadni ko'chirishda ish bajarishi kerak. Tashqi kuchlarga kimyoviy reaksiyada moddani musbat va manfiy ionlarga ajratuvchi, yarim o'tkazgichda teshiklar hosil qiluvchi va sh.k. kuchlarni kiritish mumkin. Sodda qilib, tashqi kuchlarning hammasini elektr yurituvchi kuch deyiladi. Uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\varepsilon = A_{b,k} / q \quad (1)$$

bunda: ε — elektr yurituvchi kuch; $A_{b,k}$ — begona kuch; q — zaryad.

To'liq zanjir uchun Om qonunini tashqi kuch (EYUK) orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (2)$$

Ko'rinib turibdiki, butun zanjirdagi tok kuchi zanjirdagi EYUK ning shu zanjir to'liq qarshiligiga nisbatiga teng. Tok kuchi uch kattalikka, ya'ni EYUK ε ga, zanjirning ichki va tashqi qismlarining qarshiliklari R va r ga bog'liq. Agar tok manbaining ichki qarshiligi zanjirning tashqi qismining qarshiligidan 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

$$U = IR \approx \varepsilon, \quad (3)$$

Endi zanjirning qarshiligini quyidagi shaklda yozish mumkin:

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

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 ortmaydi, shuning uchun EYUK ni o'lchash xatoligi kuchlanishni o'lchash xatoligiga teng. Tok manbaining ichki qarshiligini bilvosita o'lchash mumkin, buning uchun ampermetr va voltmerning zanjir berk holatidagi ko'rsatishlari qayd qilinadi. EYUKni berk zanjir uchun Om qonuni ifodasidan topiladi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow \varepsilon = U + Ir \quad (5)$$

bu yerda $U = IR$ — tashqi zanjirning kuchlanishi. U holda tok manbaining ichki qarshiligini quyidagicha yozish mumkin:

$$r = \frac{(\varepsilon - U)}{I} \quad (6)$$

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

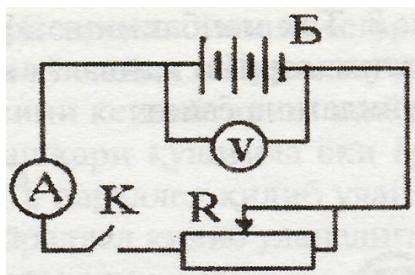
Kerakli asbob va jihozlar

O'zgarmas tok manbai — akkumulator yoki quruq element batareyasi. Ampermetr va voltmeter. Qarshiligi 20—50 Ω bo'lgan reostat va boshqa yordamchi aslahalar.

Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

Qurilmaning asosini yuqori aniqlikda o'lchaydigan o'zgarmas tok ampermetri va voltmeteri hamda simli qarshilik — reostat tashkil qiladi. Kalit (K) ulanganidan so'ng voltmeter tok manbaining kuchlanishini ko'rsatadi. Zanjirdagi tokni ampermetrning ko'rsatishidan aniqlash mumkin. Reostat

yordamida zanjir uchun zarur bo'lgan tok o'lchashlarga mos ravishda rostlanadi. Ishning elektr sxemasi 34 - rasmda ko'r satilgan. Ishda tok manbai sifatida akkumulator yoki cho'ntak fonarining batareyasi ishlatiladi.



34-rasm. Qurilmaning elektr sxemasi.

Kalit (K) uzoq bo'lganda tok manbaining EYUK tashqi zanjirning kuchlanishiga teng bo'ladi. Tajribada tok manbai voltmetrqa kalitsiz ulab qo'yilgan, chunki voltmetr qarshiligining tok manbaining r ichki qarshiligiga nisbati juda katta. Zanjirdagi tok kuchini o'lchashda ko'zguli mikroampermetrlardan foydalanilsa, tajribada topilgan natijalarning aniqligi ortadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing. Tajribani o'tkazishga kerakli asbob-uskunalarining mavjudligini tekshiring.
2. 34- rasmda qarab ishning elektr zanjirini yig'ing. Kontaktlarning ishonchliligini, ampermetr va voltmetrning to'g'ri ulanganini tekshirib ko'ring hamda o'qituvchiga tekshirtiring.
3. Kalit (K) ochiq va berk bo'lgan hollarda elektr zanjirning ishlashini tekshirib ko'ring.
4. Tok manbaining EYUK ni o'lchang.
5. Kalit berk bo'lgan holda ampermetr va voltmetr ko'rsatishlarini yozib oling. Bu band bir necha marta takrorlanadi, so'ngra tok hamda kuchlanishning o'rtacha qiymati topiladi. Aniqlangan natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.
6. Tajribada topilgan natijalar asosida r_{tajr} ni hisoblab toping.

O'lchash tartibi	ε	U	I	r	$\bar{r}$	Δr	$\overline{\Delta r}$	$\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}} \cdot 100\%$
1								
2								

7. O'lchov asboblarning aniqlik sinfidan foydalanib, tok manbaining EYUK va ichki qarshiligini o'lchashdagi nisbiy va absolut xatoliklarni hisoblab toping.

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

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} \pm \Delta\varepsilon \qquad r = \bar{r} \pm \Delta r$$

Nazorat savollari

1. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
2. Kuchlanishning EYUKdan qanday farqi bor?
3. Nima uchun kalit uzoq va berk bo'lgan hollarda voltmetrning ko'rsatishlari har xil bo'ladi?

5-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: Yarim o'tkazgichli diodning volt- amper tasnifini o'rganish

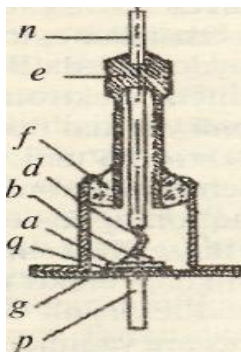
Ishning maqsadi:

1. Yarim o'tkazgichli diodning tuzilishini va turlarini o'rganish.
2. Yarim o'tkazgichli dioddan o'tayotgan tokning unga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligini o'rganish va tekshirish.

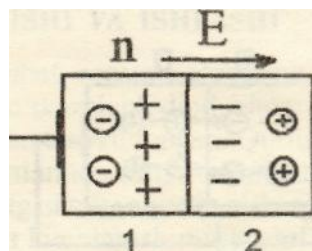
Ishning nazariy asosi

Diod—elektr tokini bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega bo'lgan elektron asboddir. Diodlar ikki xil: vakuumli (shisha ballonga joylashtirilgan ikki elektrodli elektron lampa) va yarim o'tkazgichli (asosi — germaniy va kremniy kristallari) bo'ladi. Germaniy monokristali asosida yasalgan diodlardan biriga Д7Ж (Ж harfi o'rniga boshqa harflar ham bo'lishi mumkin) misol bo'la oladi. Diod quyidagicha tuzilis'iga ega (1 -rasm): germaniy monokristalidan yasalgan plastinka (a) dan iborat bo'lib, uning bir tomoniga bir tomchi indiy (b) payvandlangan. Bir-biridan chegara bilan ajralib turadigan elektron (n) va teshikli (p) o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita soha hosil qilingan. Bu soha elektr tokini bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega. Germaniy plastinkasi metall korpus (g) asosiga qalay (q) bilan kavsharlangan va u manfiy qutb hisoblanadi. Ikkinchi kontakt (d) indiy tomchisiga ulangan va u musbat qutb hisoblanadi. U shisha (f) izolator orqali korpusdan izolatsiyalangan.

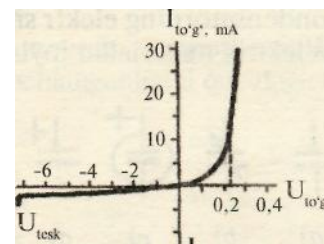
Diodning uchlari paneldagi «musbat» va «manfiy» ishoralar bilan belgilangan ikkita qisqichga ulangan. Tashqi elektr maydon bo'lmagan hoi uchun elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlarning yondosh sohasida elektr maydon hosil bo'lishini qarab chiqamiz. Elektronlarning issiqlik energiyasi eng kichik holatiga mos keluvchi energiyadagi harakati tufayli elektronlar teshikli yarim o'tkazgich bilan chegaradosh qatlamda to'planadi, teshiklar esa teshikli yarim o'tkazgichga qo'shni elektronli yarim o'tkazgich qatlamida to'planadi. Shuning uchun elektronli yarim o'tkazgich 2 bilan chegaradosh bo'lgan teshikli yarim o'tkazgich 1 qatlam manfiy potensialga ega bo'ladi (2- rasm). Teshikli yarim o'tkazgich 1 bilan chegaradosh bo'lgan elektronli yarim o'tkazgich 2 esa musbat potensialga ega bo'ladi. Elektron — teshikli o'tishga bevosita yopishib turgan elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlar sohalari orasida potentsiallar ayirmasi hosil bo'ladi.



1-rasm.



2-rasm.



7-rasm

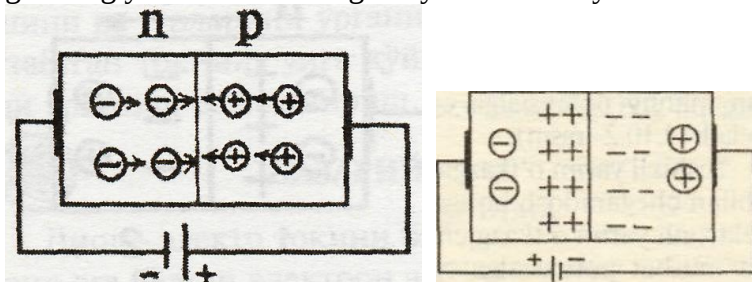
Binobarin, elektr maydon paydo bo'ladi. Birorvaqt oralig'ida teshikli yarim o'tkazgichda qancha elektronlar qayta qo'shilsa, shu vaqt oralig'ida elektronli yarim o'tkazgichdan teshikli yarim o'tkazgichga shuncha elektron o'tadi, shu vaqt oralig'ida elektronli yarim o'tkazgichda elektronlar bilan qancha teshiklar qayta qo'shilsa, shu vaqt oralig'ida teshikli yarim o'tkazgichdan elektronli yarim o'tkazgichga shuncha teshiklar o'tadi. Natijada ma'lum kattalikdagi elektr maydon vujudga keladi.

Elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlarning yondosh chegara yaqinida hosil bo'lgan qatlam 1 va 2 da tok tashuvchilar (elektronlar elektronli yarim o'tkazgichlarda va teshiklar teshikli yarim o'tkazgichlarda) kamayganligini osongina tasavvur qilish mumkin. Yupqa qatlamning qarshiligi yarim

o'tkazgichning qolgan hajmidagi qarshilikdan ancha katta bo'ladi. Bu qatlam berkituvchi qatlam deb ataladi.

Shunday qilib, elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlar kontaktida ularning yondosh chegarasida kontakt potentsiallar ayirmasi, shuningdek berkituvchi qatlam hosil bo'ladi.

Bundan so'ng elektron-teshikli o'tishda o'zgaruvchan elektr tokini to'g'rilashning fizik mohiyatini yuqoridagilar asosida tushuntiriladi. Faraz qilaylik, bitta monokristallda hosil qilingan elektronli va teshikli yarim o'tkazgichlarning yondoshgan sistemasiga biror potentsiallar ayirmasi berilgan bo'lsin. Unda teshikli yarim o'tkazgich musbat potentsialga, elektronli yarim o'tkazgich esa manfiy potentsialga ega bo'ladi (3- rasm). Bu holda tashqi elektr maydon elektronli va teshikli yarim o'tkazgichning yondosh sohasidagi elektr maydonni kuchsizlantiradi va elektronli yarim o'tkazgichdan elektronlarni, teshikli yarim o'tkazgichdan esa teshiklarni bir-biriga qarama-qarshi harakatlantiradi (elektron — teshikli o'tish). Buntla berkituvchi qatlamning qalinligi va uning qarshiligi kamayadi. Elektron — teshikli o'tish orqali tok tashuvchilar ko'p o'tadi, binobarin, katta tok o'tadi. Bu sistemaga qo'yilgan potentsialning ishorasi almashtirilsa (4-rasm), tashqi elektr maydon elektronli va teshikli yarim o'tkazgichning yondosh sohasidagi maydonni kuchaytiradi.



Tok tashuvchilar tashqi maydon ta'sirida yarim o'tkazgichlarning bo'linish chegarasida harakatlanadi. Berkituvchi qatlarning qalinligi ortadi va uning qarshiligi ko'payadi. Buning natijasida elektron — teshikli o'tish orqali ancha kam tok o'tadi.

Quyida Д7Ж yarim o'tkazgichli diodni tavsiflovchi eng muhim parametrlarni (muhit temperaturasi 20°C bo'lgan hoi uchun) keltiramiz:

teskari kuchlanishning eng katta qiymati 400 V;

eng katta teskari kuchlanishda teskari tok (o'rtacha qiymati) 0,3 mA;

eng katta to'g'rilangan tok (to'g'ri tokning o'rtacha qiymati) 300 mA;

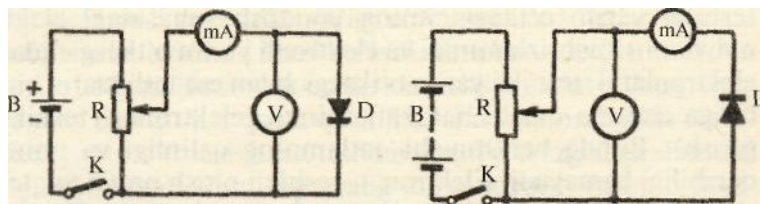
eng katta to'g'ri tokda diodda kuchlanishning tushishi 0,5 V.

Kerakli asbob va jihozlar

O'zgarmas tok manbai. Reostat. Voltmetr. Ampermetr. Yarim o'tkazgichli diod (Д7Ж yoki Д226). Elektr kalit va boshqa yordamchi aslahalar.

Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

Qurilma o'zgarmas tok manbai, reostat, o'zgarmas tok voltmeteri va ampermetri, yarim o'tkazgichli diod, elektr kalit va boshqa yordamchi aslahalardan tashkil topgan. Qurilmani ishga tushirish uchun K kalit yordamida zanjir tok manbaiga ulanadi. Shunda zanjirdan o'tayotgan tok va yarim o'tkazgichli diod uchlari oralig'iga qo'yilgan kuchlanish miqdorini mos ravishda ampermetr va voltmeter ko'rsatadi. Tajriba davomida zanjirdagi tokning yarim o'tkazgichli diodga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligi o'rganiladi.



5-rasm.

6-rasm.

Diodga har xil kattalikdagi kuchlanisblarni berib, undan o'tgan tok qiymatlari yozib olinadi. Buning uchun 5- va 6- rasmlarda keitiriigan ishning elektr sxemasi yig'iladi. Tajribada aniqliangan natijalar asosida $I=f(U)$ grafigi millimetrlil qog'ozga chiziladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va sxemalarni tahlil qiling. O'qituvchining savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.

1 - topshiriq. To'g'ri tok kattaligining diodga qo'yilgan kuchlanish qiymatiga bogliqligini o'rganish.

2. To'g'ri tok kattaligini aniqlashga mo'ljallangan 5-rasmda keitiriigan ishning elektr sxemasini yig'ing va uni o'qituvchiga tekshirtiring.

3. Kalit K ni qo'shing va potensiometr R orqali diodga turli xil kuchlanisblarni berib, unga mos keladigan toklarning qiymatlarini milliampermetr yordamida o'lchab oling va natijalarni 1 -jadvalga kiriting.

1-jadval

O'lchash tartibi	Kuchlanish U, V	To'g'ri tok, I, mA	Teskari tok, I, μA
1			
2			
3			

Eslatma. Zanjirni berkitishdan oldin reostatning sirpanuvchi kontaktini shunday holatga keltirib qo'yingki, bunda diodga beriladigan boshlang'ich kuchlanish qiymati taxminan 0 ga teng bo'lsin. Tokni quyidagicha berish maqsadga muvofiqdir: har safar 0,5 mA dan oshirib borilib to 30 mA gacha bo'lgan oraliqda o'lchashni davom ettirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Nazorat savollari

1. p va n turidagi o'tkazgichlar kontaktining xossasini tushuntiring.
2. Yarim o'tkazgichli diodning tuzilishini va uning ishlashini tushuntiring.
3. Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper tavsifini grafik shaklda qanday qurish mumkin?
4. Yarim o'tkazgichlarning qo'llanish sohalarini ayting.

6-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: O'zaksiz g'altakning induktiv qarshiligini aniqlash

Ishning maqsadi:

1. Aktiv va reaktiv qarshiliklar farqini o'rganish.
2. G'altakning induktiv qarshiligini aniqlashni o'rganish.

Ishning nazariy asosi

O'tkazgichlarning qarshiliklari ikki xil bo'ladi: a) elektr toki o'tganida issiqlik ajraladigan, ya'ni elektr energiyasi isrof bo'ladigan qarshilik — aktiv qarshilik; b) elektr toki o'tganida elektr energiyasi isrof bo'lmaydigan qarshilik — reaktiv qarshilik. Induktiv va sig'im qarshiliklarni reaktiv qarshiliklar deyiladi.

G'altakning induktiv qarshiligini aniqlashda undan o'zgaruvchan tok o'tganida shu tokning kuchlanish fazasi $\pi/2$ oldinda yuradi. Chastotasi ω bo'lgan o'zgaruvchan tokning induktiv qarshiligi, o'zgaruvchan elektr toki uchun Ohm qonu-nidan kelib chiqqan holda, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_L = \omega L = 2\pi\nu L, \quad (1)$$

bunda: L - berilgan g'altak induktivligi, H; ν - tarmoqdagi o'zgaruvchan elektr tokining chastotasi, Hz.

Har qanday o'tkazgich, eng kichik bo'lsa ham aktiv qarshilikka ega bo'ladi. Shuning uchun o'zgaruvchan tok zanjirining to'liq qarshiligini aniqlashda quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$Z = \frac{U}{I} \quad (2)$$

Ma'lumki, $Z = \sqrt{R^2 + R_L^2}$ tenglik asosida undan R_L topiladi:

$$R_L = \sqrt{Z^2 - R^2} \quad (3)$$

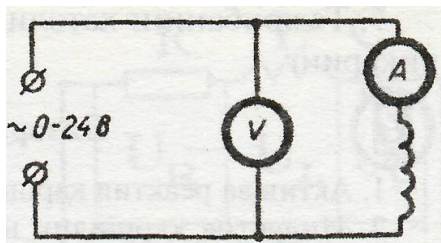
Kerakli asbob va jihozlar

O'zgaruvchan tok manbai. Voltmetr. Ampermetr. Induktivlik g'altagi. Reostat va ulash simlari.

Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

Qurilma 0—24V kuchlanish beradigan o'zgaruvchan tok manbai, o'zgaruvchan tok voltmetri va ampermetri, induktivlik g'altagi, kuchlanishni rostlash vazifasini bajaruvchi reostat hamda boshqa yordamchi asboblardan tashkil topgan. Mazkur ishning elektr zanjiri sxemasi 1- rasmda keltirilgan. Qurilmani ishga tushirish uchun tashqi o'zgaruvchan tok manbai tarmog'iga 24 V gacha kuchlanish beradigan asbob qo'shiladi. So'ngra qurilmadagi kalit K qo'shiladi. Shunda zanjirdagi voltmetr va ampermetr ma'lum kuchlanish va tokni ko'rsatadi. Reostat yoki LATR yordamida zanjirga beriladigan o'zgaruvchan tokning kuchlanishini o'zgartirib, o'lchov asboblarning ko'rsatishlari yozib olinadi. Buning uchun zanjirga elektr tokini qo'shib, reostat yordamida kerakli kuchlanish tanlanadi.

Har safar zanjirdagi kuchlanish o'zgartiriladi, elektr asboblarning ko'rsatishi yozib olinib, jadvalga kiritiladi. G'altakning aktiv qarshiligini o'lchashda Koreyadan olingan Uitston «ko'prigi» qo'l keladi.



11-rasm. G'altakning induktiv qarshiligi aniqlanadigan qurilmaning elektr sxemasi.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. Laboratoriya ishining elektr sxemasini yig'ing va uni o'qituvchiga tekshirtiring.
3. Istalgan induktivlik g'altagini (transformatorning birorta chulg'ami, drossel va sh.k) tanlab, uni zanjirga qo'shing.

4. LATR (laboratoriya avtotransformatori) yoki reostat yordamida elektr zanjiriga 0—20 volt kuchlanishlarni 5V dan oshirib borib, har safar voltmetr va ampermetrning ko'rsatganlarini ketma-ket yozib oling va natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

5. G'altakni zanjirdan uzing va uning qarshiligini Uistston ko'prigida o'lchang.

6. G'altakning induktiv qarshiligini yuqorida keltirilgan formulalardan foydalanib hisoblang.

7. Tajribaning xatoligini hisoblang va ishdan xulosa chiqaring.

O'lchash tartibi	Voltmetrning ko'rsatishi U, V	Ampermetrning ko'rsatishi I, A	R_L , Ω (Om)	$\pm \Delta R_L$, Ω (Om)	G'altakning to'la qarshiligi Z, Ω
1					
2					
3					

Nazorat savollari

1. Aktiv va reaktiv qarshiliklar deb nimaga aytiladi?
2. Induktiv qarshilik nima va u tajribada qanday usulda aniqlanadi?
3. Induktiv qarshilikni aniqlash va uni o'rganishdan asosiy maqsad nimadan iborat?
4. Drossel va transformator nima? Ular bir-biridan nima bilan farq qiladi?

7-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash

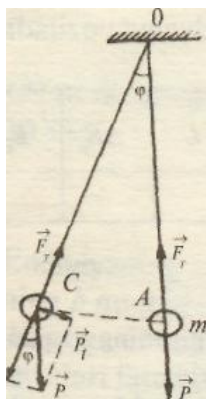
Ishning maqsadi

1. Matematik mayatnikning tebranish davrini tajribada aniqlashni o'rganish.
2. Tebranish davrining mayatnik yelkasi uzunligiga bog'liqligini o'rganish.
3. Tajribada topilgan natijalar asosida erkin tushish tezlanishini hisoblashni o'rganish.

Ishning nazariyasi

Moddiy nuqtaning muvozanat vaziyatidan istalgan vaqt-dagi $x(t)$ siljishi—sinus yoki kosinus qonunlariga binoan o'zgaradigan garmonik tebranma harakatdir.

Nyuton matematik mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini juda katta aniqlik bilan topgan. Bu usulning aniqligi shunchalik kattaki, u g og'irlik kuchi tezlanishining geografik kenglikka bog'liq o'zgarishi (Ag_1)ni hamda Yer qatlami zichligining o'zgarishi tufayli g ning normal qiymatidan chetlanishi (Ag_2)ni yaqqol aniqlashga imkon beradi.



Matematik mayatnik deb, vaznsiz va cho'zilmaydigan ipgaosilgan moddiy nuqtaga aytiladi. Mayatnikning uzunligi osma ipning bog'lanish nuqtasidan uning og'irlik markazigacha bo'lgan masofaga teng. Og'irlik markazigacha bo'lgan masofani aniqlash qulay bo'lishi uchun mayatnik sifatida shar shaklidagi qattiq jism olinadi. Real matematik mayatnik Matematik mayatnik bilan tanishishda uni uzunligi ℓ , massasi m bo'lgan moddiy nuqtadan iborat va yuqorida ko'rsatilgan shartlarni qanoatlantiruvchi ideal matematik mayatnik bilan almashtirish mumkin (10- rasm). Muvozanat holatidan a burchakka og'dirilgan moddiy nuqtaga ikkita kuch ta'sir qiladi: og'irlik kuchi ($P = mg$) va ipning taranglik (F) kuchlari.

Agar P og'irlik kuchini ipning yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan P_2 va nuqtaning harakat yoyiga o'tkazilgan urinma bo'yicha yo'nalgan P_1 tashkil etuvchilarga ajratsak, nuqtaning normal (markazga intilma) tezlanishi ip bo'ylab yo'nalgan kuchlar farqi bilan, tangensial tezlanishi esa faqat P_1 kuch bilan aniqlanadi, ya'ni

$$\bar{a}_n = \frac{\bar{F} - \bar{P}_2}{m} \quad (1)$$

Nyutonning II qonuniga asosan tangensial tezlanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$a_t = \frac{P_1}{m} = \frac{P \sin \alpha}{m} = \frac{mg \sin \alpha}{m} = g \sin \alpha \quad (2)$$

Demak, bu ifodadan ko'rinadiki, tebranma harakat qiluvchi nuqtaning tangensial tezlanishi uning massasiga bog'liq emas.

Tezlikning son qiymati, shuningdek, bir chetki holatidan ikkinchi chetki holatiga kelish uchun ketadigan vaqt nuqtaning massasiga bog'liq bo'lmasligi kerak. Tangensial tezlanish son qiymati jihatidan nuqta tezligining o'zgarishini ifodalaydi, ya'ni: $a_t = dv/dt$.

Nuqtaning tezligini quyidagi $v = dx/dt$ shaklda ifodalasak, unda tangensial tezlanishni

$$a_t = d^2x/dt^2$$

deb yozish mumkin, bu yerda dx — nuqtaning dt vaqt oralig'ida yoy bo'ylab bosib o'tgan yo'li. — dv va dx lar bir-biriga nisbatan qarama-qarshi ishorali, chunki dx musbat (nuqta muvozanat holatidan chetga chiqayotganida siljish ortib boradi) bo'lganda, dv manfiy (tezlik kamayib boradi) bo'ladi. Shuning uchun tangensial tezlanishni tebranma harakat qonuniga mos ravishda yozish mumkin:

$$d^2x/dt^2 = -g \sin \alpha.$$

Og'ish burchagi kichik bo'lganda ($\alpha \leq 0,2 \text{ rad} = 0,2 \cdot 57^\circ = 11,4^\circ$) $\sin \alpha = \alpha$ (bunda xatolik 0,4% atrofida) bo'ladi. Ushbu holda tangensial tezlanish ifodasi yana ham soddalashadi, ya'ni:

$$d^2x/dt^2 = -\alpha g.$$

Agar α burchak nuqtaning muvozanat holatidan og'ish masofasi (x) orqali ifodalansa (ya'ni $\alpha = x/l$), u holda:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{gx}{l} \quad (3)$$

Demak, istalgan vaqt uchun nuqtaning siljish kattaligidan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosila siljishga to'g'ri proporsional. Nuqtaning harakat qonunini aniqlash uchun istalgan vaqtdagi muvozanat holatidan siljishni ifodalovchi $x = x_0(t)$ funksiyani topish lozim. Agar nuqta tebranma harakat qilsa, uning funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (4)$$

bunda x_0 — tebranish amplitudasi, φ — tebranishning boshlang'ich fazasi. ω esa siklik chastota bo'lib, u quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (5)$$

Tenglama (4) dagi burchaklar radianlarda o'lchansa, uni qanoatlantiravchi harakat garmonik harakat bo'ladi, bu harakatning tebranma harakatdan iborat ekanligi sinusning davriyligidan ma'lumdir. Bu funksiyaning davri 2π ga teng, ya'ni $(\omega t + \varphi)$ kattalik 2π ga o'zgarganda x qiymat takrorlanadi.

Demak, moddiy nuqta bir yo'nalishda harakat qilib, o'zining holatini takror o'tishi uchun kerak bo'ladigan Tvaqt quyidagi shartdan topiladi:

$$(\omega t_2 + \varphi) - (\omega t_1 + \varphi) = 2\pi.$$

Bundan matematik mayatnik yoki nuqtaning tebranish davri topiladi, ya'ni:

$$T = t_2 - t_1 = 2\pi/\omega. \quad (6)$$

Ushbu tenglamaga (5) ni qo'yib, tebranish davrining mayatnik yelkasining uzunligiga va jismning erkin tushish tez-lanishiga bog'lanish ifodasi hosil qilinadi:

$$T = 2\pi\sqrt{l/g} \quad (7)$$

Demak, mayatnikning tebranish davri uning uzunligiga va berilgan nuqtadagi og'irlik kuchi tezlanishiga bog'liq ekan. Bu formuladan mayatnik uzunligining tebranish davri kvadratiga nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, uning qiymati og'irlik kuchi tezlanishiga tengligini keltirib chiqarish mumkin:

$$g = 4\pi^2 l / T^2 \quad (8)$$

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, tajribada mayatnik uzunligini va uning tebranish davrini o'lchab, kattaliklarni (8) tenglamaga qo'yib, gning qiymatini hisoblab topish mumkin ekan.

Nyuton tomonidan bajarilgan o'lchashlardan foydalanib, Yerning massasi yetarlicha aniqlik bilan topilgan, chunki gravitatsion maydon nazariyasidan ma'lumki, og'irlik kuchi tezlanishi quyidagicha ifodalanadi:

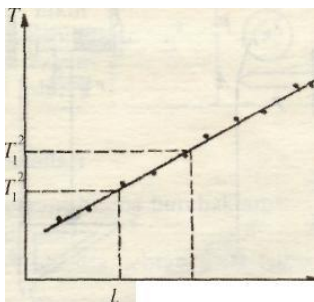
$$g = \gamma (M_{Yer}/R^2)$$

bu yerda M_{Yer} — Yer massasi; R — Yer radiusi; γ — gravitatsiya doimiysi. Bunda y Kavendish tajribasiga o'xshash tajribalardan, Yer radiusi esa astronomik o'lchashlardan aniqlanishi mumkin. Nyuton har xil moddadan yasalgan va massasi har xil bo'lgan mayatniklarning tebranish davrlarini kuzatib, og'irlik kuchi tezlanishining qiymati mayatnik massasiga bog'liq emas, degan xulosaga kelgan. Bu xulosa, o'z navbatida, inert va tortishish massalarining bir-biriga ekvivalent massalar ekanligini bildiradi.

Og'irlik kuchi tezlanishini (8) formula bilan hisoblanganda, vaqtni katta aniqlikda oichash qiyin bo'lganligidan, hisoblash xatoligi katta bo'ladi. Hisoblash xatoligini kamaytirish maqsadida quyidagi usuldan foydalanamiz. Ma'lumki,

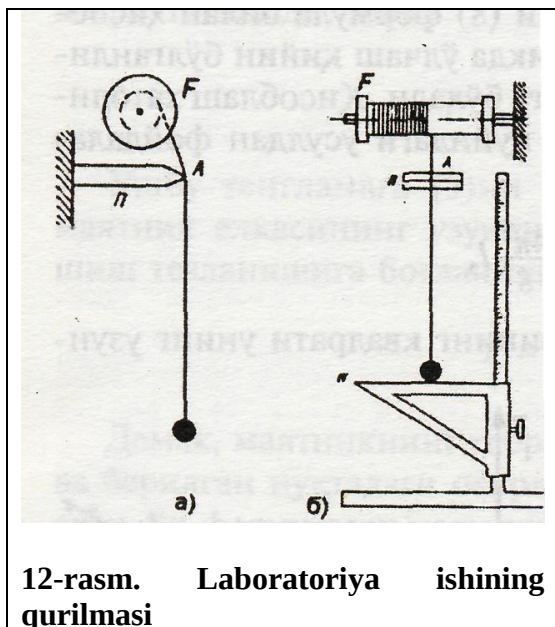
$$T^2 = (4\pi^2/g)l,$$

ya'ni mayatnik tebranish davrining kvadrati uning uzunligiga chiziqli bog'lanishda bo'lib, burchak ko'effitsienti $4\pi^2/g$ ga teng. Agar mayatnikning har xil uzunligi uchun tebranish davri topilsa va ulardan foydalanib, T^2 ning l ga bog'lanish grafigi (11-rasm) chizilsa, hosil bo'lgan to'g'ri chiziqning burchak ko'effitsientidan foydalanib, g ni hisoblash mumkin. Bu usulning boshqalaridan afzalligi shundan iboratki, ipning uzunligini o'lchash o'rniga uning o'zgarishini o'lchash kifoyadir. Bu esa o'lchash xatoligini kamaytirib, g ning aniqligini oshiradi. Hatto bu usul bilan g ni fbpishda sharchaning radiusi o'lchanmasligi mumkin. Haqiqatan ham, mayatnikning uzunligi $l_1=l_1-r$ bo'lganda, to'la tebranish davri T_1 va $l_2=l_2-r$ bo'lganda T_2 bo'lsin. U holda (8) ga asosan erkin tushish tezlanishini quyidagicha yozish mumkin:



$$g = -[4\pi^2(l_2-l_1)]/(T_2^2 - T_1^2) \quad (11)$$

Bu yerda l_1 va l_2 — mayatnikning osilish nuqtasidan sharchaning pastki nuqtasigacha bo'lgan masofalar, T_1 va T_2 lar esa mos ravishda l_1 va l_2 larga tegishli to'la tebranish davrlari.



Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

Qurilma sinf devoriga o'rnatilgan vertikal taxtaga mahkamlangan masshtabli chizg'ich, uchburchak chizg'ich, kichkina sharcha, mayatnik bog'lanadigan ip (g'altagi bilan), elektron sekundomerdan tashkil topgan. Og'irlik kuchi tezlanishini aniqlashda 12 - a, b rasmlarda ko'rsatilgan quril-madan foydalanib tajriba o'tkaziladi. Shar osilgan ip katta ishqalanish bilan aylanuvchi F g'altakka o'ralgan. Ip g'altakdan sal pastroq joylashgan P prizma qirrasidagi A nuqtadan oshirilib tashlangan bo'lib, bu nuqta atrofida tebranish sodir boiadi. Tebranish tekisligiga perpendikular tekislikda masshtabli chizg'ich mahkamlangan bo'lib, uning yordamida mayatnikning uzunligi o'lchanadi. (12-b rasm)

12-rasm. Laboratoriya ishining qurilmasi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va qurilmadagi hamma o'lchov asboblari va boshqa yordamchi aslahalarning mavjudligini tekshiring. O'qituvchining savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.

2. Mayatnik ipi o'ralgan « F » g'altakni burab, mayatnikning eng kichik uzunligi ($\ell \gg 2r$ shartga mos)ni tanlangan masshtab chizg'ichdan aniqlang.

3. Mayatnikni biror kichik burchakka og'diring va uning sekundomer bilan bir vaqtda tebranishini ta'minlang hamda 50 marta tebranishi uchun ketgan t_1 , vaqtni aniqlang.

4. Mayatnik uzunligini o'zgartiring va 3- banddagidek shu uzunlik uchun t_2 vaqtni aniqlang.

E s l a t m a.

- Tajribadagi o'lchashlarning har biri kamida 3 martadan bajariladi.
 - Mayatnik uzunliklari kamida 3—4 marta o'zgartiriladi.
5. Yuqorida o'tkazilgan tajribalarni teskari yo'nalishda, ya'ni mayatnik uzunligini kamaytirib borgan holda takrorlang.
6. Tajribada olingan natijalarni quyidagi jadvalga kiriting va ularga tayangan holda (8) va (11) formulalar bo'yicha hisoblashni bajaring.

O'lchash tartibi	50 ta tebranish uchun ketgan vaqt		Erkin tushish tezlanishi, g	T_1^2	T_2^2
	t_i^I	t_i^{II}			

Nazorat savollari

1. Nima sababdan mayatnik tebranishining burchak amplitudasini kichik qilib olish tavsiya qilinadi? 2. Berilgan mayatnik shaxtaga tushirilsa, tebranish davri qanday o'zgaradi?
3. Aynan shu mayatnik Oyda qanday davr bilan tebranadi?
4. Ushbu ishni bajarishda qaysi kattalikning o'lchash aniqli-gini yuqori qilib olish zarur?

8-LABORATORIYA ISHI

Mavzu: Prujinali mayatnikning tebranish qonunini o'rganish

Ishning maqsadi

Prujinali mayatnik tebranishi qonuniyatlarini:

- xususiy tebranishlar davrining osilgan yuk massasiga bog'liqligini o'rganish;
- doiraviy chastotaning yuk massasiga bog'liqligini o'rganish.

Ishning nazariyasi

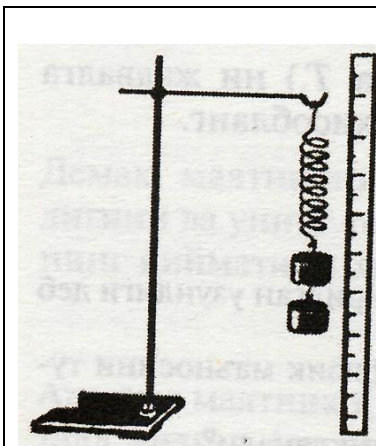
Prujinaga osilgan yukning tebranma harakati eng sodda, ya'ni garmonik tebranishdir. Yuqorida garmonik tebranishlar tenglamalarini keltirganimizni e'tirof etib, bu tenglamalar to'g'risida batafsil to'xtalmaymiz.

Prujinaga osilgan yukni tebranma harakatga keltirib va N marta to'la tebranishi uchun ketgan t vaqtni tajribada aniqlab, $T=t/N$ dan mayatnikning tebranish davrini, $\omega=2\pi/T$ dan davriy chastotasini topish mumkin. Mayatnikning tebranishlar davrining va davriy chastotasining yuk massasiga bog'liqligini tekshirish uchun bikrligi ($k = P/\Delta\ell$) ma'lum bo'lgan prujinalardan va turli massali (5—6 ta) yuklardan foydalaniladi.

Kerakli asbob va jihozlar

Shkalali shtativ. Bikrligi turlicha bo'lgan prujinalar to'plami. Turli og'irlikdagi yuklar to'plami. Elektron sekundomer.

Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi



13- rasm. Qurilmaning sxematik tasviri.

Qurilma laboratoriya shtativi, bikrligi har xil bo'lgan prujinalar, har xil og'irlikdagi yuklar, elektron sekundomer, yuklar qo'yiladigan ilgakli pallacha va boshqa yordamchi asboblardan tashkil topgan. Qurilmani ishga tushirish uchun shtativ sterjeniga, ma'lum balandlikda gorizontol holda ilgak mah-kamlanadi (13-rasm). Yig'ilgan qurilmaning ilgagiga pallachali prujina osiladi va pallachaga yuk qo'yiladi. Shundan so'ng, yukli prujinani pastga qarab bir necha santimetr tortib qo'yib yuborilgach, shu onda sekundomerni ham ishga tushiriladi. Agar elektromagnitli prujina tortgich va sekundomerni avtomatik ishga tushirish va to'xtatish sistemasi qo'llanilsa, natijalarning aniqligi ortadi. Shtativ stolga qattiq qotirilsa, yaxshi natija olinadi.

Ishni bajarish tartibi

1- topshiriq: Prujinal imayatnikning tebranish davrini va davriy chastotasini aniqlash.

- Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
- Ma'lum bikrlikdagi prujinani shtativga iling.
- Tarozi yordamida yuklarning mos ravishda $m_1, m_2, m_3 \dots$ massalarini o'lchab oling.
- Prujinaga m_x massali yukni osing va uni muvozanat vaziyatidan pastga 30—50 mm og'dirib qo'yib yuboring va shu onda elektron sekundomerni ishga tushiring. Mayatnik tebrana boshlaydi. Sekundomer vaqtni hisoblaydi.
- Mayatnikning N marta ($N= 40—50$) to'la tebranishiga ketgan vaqtni sekundomer yordamida aniqlang.
- $T = t/N$ munosabatdan mayatnikning tebranish davrini hisoblang.

7. Mayatnikning erkin'tebranishlari davriy chastotasini $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va $\omega_0 = \sqrt{\frac{R}{m_1}}$, ifodalardan

foydalanib hisoblang. Tajribada aniqlangan va ma'lum natijalarni bir-biri bilan taqqoslang.

E s 1 a t m a. Prujinaning bikrligi $k=P/\Delta l$ dan topiladi.

8. 3—6- bandlarda qayd etilgan vazifalarni qolgan yuklar va prujinalar uchun ham bajaring.

1-jadval

Tartib nomeri	m, kg	I prujina		II prujina		III prujina	
		T^2, s^2	ω_0^2, s^{-2}	T^2, s^2	ω_0^2, s^{-2}	T^2, s^2	ω_0^2, s^{-2}
1							
2							
3							

9. Har bir prujina uchun T^2 va ω_0^2 qiymatlarni hisoblang.

10. Tajribada topilgan natijalarni 1-jadvalga kiriting.

11. T^2 va ω_0^2 larning yukning m massasiga bog'liqlik grafigini chizing va tahlil qiling.

2-topshiriq: Prujinalimayatnikxususiy tebranishlarining prujina bikrligiga bog'iqligini o'rganish.

Prujinali mayatnik T xususiy tebranishlar davrining prujina bikrligiga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{R}} \quad (1)$$

bunda: T — tebranish davri; R — prujinaning bikrlilik koeffitsienti; m — prujinaga osilgan yukning massasi.

Turli prujinalarga ma'lum massali yukni osib va mayatniklarni tebrantirib, tajribada ularning har birining T tebranish davrlarini topish va $T=2\pi\sqrt{m/k}$ dan har bir prujina uchun bikrlilik koeffitsientini hisoblash va olingan natijalarga asoslanib, $T^2 = f(k)$ funksiyaning ko'rinishini aniqlash mumkin.

Ishni bajarish tartibi

1. Massasi $m = 30—50$ g oraliqda bo'lgan yukni tanlang.
2. Shtativdagi ilgakka ma'lum bikrlilikdagi prujinani osing va unga tanlangan yukni iling.
3. Birinchi topshiriqning 3—5- bandlarida qayd etilgan usul bilan mayatnikning T tebranish davrini toping.
4. T davrning topilgan qiymati asosida (1). formuladan foydalanib, prujinaning k bikrlilik koeffitsientini hisoblang.
5. Berilgan prujina uchun bikrlilik koeffitsientining hisoblangan qiymati bilan ma'lum qiymatini o'zaro taqqoslang.
6. Qolgan prujinalar uchun ham tanlab olingan m massali yuk bilan 2—5- bandlarda qayd etilgan vazifalarni bajaring.
7. Olingan natijalarni 2- jadvalga kiriting.

Prujina nomeri	m, kg	$T = \frac{t}{N}, s$	T^2, s^2	$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$	$k = \frac{P}{\Delta l}$

8. 2- jadval asosida T^2 ning k ga bog'liqlik grafigini chizing va uni tahlil qiling.

Nazorat savollari

1. So'nuvchi tebranma harakat deb nimaga aytiladi?
2. Prujinali mayatnikning real muhitda harakat tenglamasi qanday ko'rinishda bo'ladi?
3. Prujinali mayatnikning xususiy tebranishlari formulasini yozing. U qanday kattaliklarga bog'liqligini tushuntiring.
4. Prujinaning birklik koeffitsienti tajribada qanday topiladi? Uning fizik ma'nosini tushuntiring.

10-LABORATORIYA ISHI

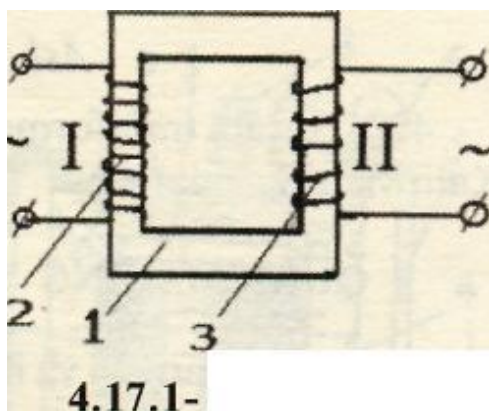
Mavzu: Transformatorning foydali ish koeffitsienti (F.I.K.) ni aniqlash

Ishning maqsadi:

1. Transformatorning tuzilishini va ishlash tartibini o'rganish.
2. Transformator FIKning ikkilamchi chulg'am zanjiridagi yuklanishga bog'liqligini o'rganish.

Ishning nazariy asosi

Transformator o'zaro induksiya hodisasiga asoslangan elektr asbobi bo'lib, chastotasini o'zgartirmasdan o'zgaruvchan tokni va uning kuchlanishini o'zgartirib (pasaytirib yoki kuchaytirib) beradi. Eng sodda transformator ikkita g'altakdan va elektromagnit o'zakdan iborat bo'ladi (1-rasm). Transformatorning tok manbaiga ulanadigan g'altagmi birlamchi chulg'am (g'altak), iste'molchiga ulanadigan g'altagini ikkilamchi chulg'am deb ataladi.



1-rasm. Transformatorning sxematik tasviri.

O'zgaruvchan tok transformatorining birlamchi chulg'amidan tok o'tganda shu g'altak atrofida o'zgaruvchan magnit maydon oqimi hosil bo'ladi va bu maydon, o'z navbatida, elektromagnitli o'zakda o'zgaruvchan magnit maydon oqimini hosil qiladi. Hosil bo'lgan bu o'zgaruvchan magnit

maydon oqimi transformatorning ikkilamchi o'ramlarini kesib o'tib, unda induksiya EYUK hosil qiladi. Bu induksiya EYUK esa ikkilamchi chulg'am g'altagida induksion tok hosil qiladi.

Transformatorning birlamchi g'altagi tok manbaiga ulanib, ikkilamchi g'altagi iste'molchiga ulanmasa, transformatorning bunday ishlashiga transformatorning salt ishlashiyoki bo'sh yurishi deb ataladi. Transformator salt ishlagan vaqtda, birlamchi g'altakdan o'tganjuda ham kichkina tokka saltishlash toki deyiladi.

Transformatorlarda magnit maydon oqimining sochilishini, po'lat o'zakda bo'luvchi fuko toklarini, g'altakdan tok o'tganda o'tkazgichning qizib energiyani behuda sarf bo'lishlarini hisobga olish kerak. Fuko toklari hisobiga energiyani behuda sarf bo'lishi iste'molchilarning ortishi bilan deyarU o'zgarmaydi. G'altakda esa energiyani behuda sarfi oshadi, chunki tok oshgandan keyin o'tkazgichlar ko'proq qiziydi. Transformatorning quvati oshi-shi bilan energiyani behuda sarfi uzatilayotgan quvvatning juda oz qismiga teng bo'ladi. Shuning uchun iste'molchi ortishi bilan transformatorning FIK ham oshadi.

Umuman olganda, transformator, elektr toki kuchlanishini o'zgartiruvchi asboblardan biri bo'lib, unda energiyani behuda isrofi juda oz bo'ladi. Katta quvatli takomillash-gan transformatorning FIK 96—99% bo'ladi. Agar transformatorning birlamchi g'altagidagi quvat $N_1=I_1U_1$ ni 100% desak, unda ikkinchi g'altakdagi iste'molchilarga uzata oladigan quvati $N_2=I_2U_2$ ga teng bo'ladi. Demak, transformatorning FIK ni hisoblash formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\% \quad \text{yoki} \quad \eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%$$

Kerakli asbob va jihozlar

42/4,5 voltli transformator, Ampermetr. Voltmetr. Reostat. Kalit va o'tkazgichlar.

Qurilmaning tuzilishi va islash prinsipi

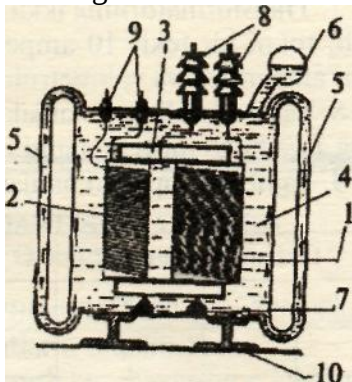
Qurilma birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar o'ralgan elektromagnitli po'lat o'zak, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi tok va kuchlanishlarni mos ravishda o'lchaydigan ampermetr va voltmetrlar, iste'molchi vazifasini o'taydigan reostat hamda boshqa yordamchi aslahalardan tuzilgan. Po'lat o'zak yupqa va tez magnitlanuvchi ferromagnit material (yumshoq po'lat)dan iborat.

Yupqa po'lat plastinkalarning usti maxsus lok bilan qoplanadi va ular bir-biriga tegmaydi. Bunday usulda loklanishiga asosiy sabab uyurmaviy (Fuko) tokni kamaytirishdan iborat. Transformator konstruksiyasiga qarab, uning plastinkalan II va III shaklida tayyorlanadi. Transformatorlar bir, ikki va uch fazali bo'ladi.

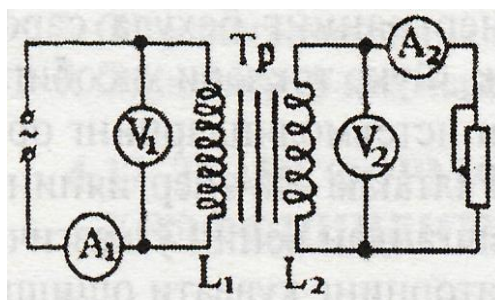
Transformatorlar elektromagnit induksiya hodisasining xususiy holi, ya'ni o'zaro induksiya qonuniga muvofiq ishlaydi. Transformator birinchi marta 1878- yili P. N. Yablochkov tomonidan ixtiro etilgan bo'lib, uni I. F. Usagin takomillashtirgan.

Qurilmani ishga tushirish uchun kirishidagi kuchlanish

42V va chiqishidagi kuchlanish 4,5 V bo'lgan o'zgaruvchan tok beruvchi asbobni laboratoriya xonasidagi 42 V elektr tarmog'iga ulanadi va asbobdagi kalit qo'shiladi. Shunda signal lampachasi shu'lalanadi. Kalit K_1 qo'shilganidan so'ng transformatorning birinchi chulg'amidagi o'lchov asboblari tok va kuchlanishni ko'rsatadi. Ikkinchi chulg'am zanjiridagi kalit K_2 qo'shilganida esa iste'molchi olayotgan quvvatni undagi o'lchov asboblari ko'rsatadi. Qurilmaning elektr sxemasi 2- rasmda keltirilgan.



3-rasm.



2-rasm.

3-rasm. Transformatorning kesimi: 1—yuqori kuchlanishda ishlaydigan birlamchi chulg'am g'altagi; 2—past kuchlanishii ikkilamchi chulg'am g'altagi; 3—elektromagnit o'zak; 4—sovituvchi moy; 5—moy aylanishini ta'minlovchi radiator; 6—bakcha; 7—transformatori izolatsiyalovchi taglik; 8—yuqori kuchlanish ulanuvchi qisqichning chinnili izolatorlari; 9—past kuchlanish chiqaruvchi qisqichlarning izolatorlari; 10— metall taglik.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing. Elektr toki bilan ishlashning texnika xavfsizligi talablarini o'rganing. O'qituvchining savollariga javob berib, ishning elektr sxemasini yig'ishga ruxsat oling.

2. Transformatorning tuzilishini o'rganing. Transformatorning pasporti bilan tanishib, uning ikkala g'altagi uchun nominal kuchlanish va tokni aniqlang.

3. Yuqoridagilarga asosan transformatorning birlamchi va ikkilamchi g'altaklariga ulanadigan o'lchov asboblari ajratib oling.

4. 2- rasmdagi sxemani yig'ing va uni o'qituvchiga tekshirtiring.

5. Transformatorning ikkilamchi g'altagini iste'molchiga ulamasdan birlamchi g'altagini tok manbaiga ulab, ya'ni transformator salt ishlagan vaqtda o'lchov asboblarning ko'rsatishlarini yozib oling.

6. Reostat jilgichini eng katta qarshilikka surib qo'ying.

7. Transformatorning ikkilamchi g'altagini iste'molchiga ulab, tokni bir tekis 10 ampergacha oshirib boring va har safar ampermetr va voltmerning ko'rsatganlarini yozib oling.

8. Tajribada olingan natijalarga asosan n ni hisoblang va n ning $1/2$ ga bog'lanish grafigini millimetrlı qog'ozga chizing.

9. Tajribada topilgan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

Ikkilamchi g'altak			Birlamchi g'altak			FIK
kuzatish		hisoblash	kuzatish		hisoblash	hisoblash
$I_2(A)$	$U_2(V)$	$N_2=I_2 \cdot U_2$	$I_1(A)$	$U_1(V)$	N_1	η

Nazorat savollari

1. Transformatorning ishlashi qanday fizik hodisaga asoslangan?
2. Transformatorning salt ishlashi deb nimaga aytiladi?
3. Transformatorning ish vaqtida energiyaning behuda sarfi nima sababga ko'ra paydo bo'ladi?
4. Transformatorning FIK qanday hisoblab topiladi?
5. Transformator energetika va elektronika sohalarida qanday ahamiyatga ega va ularda nima maqsadda qo'llaniladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2017-yil 28 iyunda 434-sonli buyrug'i bilan tasdiqlanib amaliyotga joriy etilgan Davlat ta'lim standarti va namunaviy o'quv dasturi
2. G'aniyev A.G., Avliyoqulov A.K., Alimardonova G.A. "Fizika" I qism, akademik lisey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik. – T.: "O'qituvchi", 2012. 400 b.
3. No'monxo'jayev, K.A. Tursunmetov va b. Fizika I. – T.: "O'qituvchi", 2002. 400 b.
4. No'monxo'jayev, P. Komilova va b. Fizika II. – T.: "O'qituvchi", 2003. 414 b.
5. K.A. Tursunmetov, A. Xudoyberganov Fizikadan praktikum. – T.: "O'qituvchi", 2004. 240 b.