

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**SAMARQAND IQTISODIYOT VA SERVIS
INSTITUTI**

**FIZIKADAN
LABORATORIYA PRAKTIKUMI**

SAMARQAND-2007

Abdusalomova M.N. Fizikadan laboratoriya praktikum, - Samarqand, SamISI,
2007, 40 bet.

Taqrizchilar: Fizika-matetmatika fanlari doktori,
professor Eshqobilov N.B.
O‘zbekiston FA akademigi, texnika fanlari doktori,
professor Eshquvvatov B.T.

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti o‘quv-uslubiy kengashning 2006 yil 17
dekabr yig‘ilishi qarori bilan tasdiqlangan va nashrga tavsiya etilgan (3 - sonli
bayonnoma)

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti, Abdusalomova M.N., 2007 y.

MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	4
Uslubiy tavsiyanomalar.....	5
Oʻlchash xatoliklari va ularni aniqlash.....	7
1-Laboratoriya ishi. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.....	9
2-Laboratoriya ishi. Trifilyar osma yordamida qattiq jismlarning inersiya momentini aniqlash.....	15
3-Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sigʻimini aniqlash.....	18
4-Laboratoriya ishi. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini tomchi uzilish usuli bilan aniqlash.....	21
5-Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning chiziqli kengayishi koeffitsiyentini aniqlash.....	24
6-Laboratoriya ishi. Termoelementni darajalash va uning termoelektr yurituvchi kuchini aniqlash.....	27
7-Laboratoriya ishi. Bir fazali transformator ishini oʻrganish.....	31
8-Laboratoriya ishi. Oʻzgaruvchan tok quvvati hamda tok kuchi va kuchlanish orasidagi faza siljishini aniqlash.....	34
9-Laboratoriya ishi. Difraksion panjara yordamida yorugʻlikning toʻlqin uzunligini aniqlash.....	36
Adabiyot.....	39
Jadvallar.....	40

SO‘Z BOSHI

Fan ma'lumotlari hamma vaqt praktikada, tajribada tekshirib kelingan va bu praktikada asoslangan. Fizika fani esa moddiy dunyodagi hodisalar haqida ma'lumotlarni tajriba orqali ifodalab beradi. Shuning uchun nazariy ma'lumotlarni tajribada tekshirib ko'rishning eng samarali yo'li laboratoriya mashg'ulotidir.

Umumiy fizika kursidan praktikum o'tkazishda quyidagi maqsadlar ko'zda tutiladi:

1. Talabalarning asosiy fizik qonunlarni va hodisalarni chuqurroq o'zlashtirishlariga yordam berish;
2. Tajriba uslubini to'g'ri tanlay bilishga, fizikaviy kattaliklar qiymatlarini o'lchashga va ularni formulalar yordamida tekshirishga o'rgatish;
3. Tajriba asosida o'lchangan fizik kattaliklarni matematik jihatdan ishlab chiqish usullari bilan tanishtirish kabilar.

Praktikumning asosiy maqsadlaridan biri – ma'lum o'lchash usulini va o'lchash natijalarini to'g'ri tahlil qilishga o'rgatishdir. Bu esa tajriba xatoliklarini hisoblash orqali amalga oshiriladi. Xatolikni hisoblashning qator usullari ichidan konkret tajribaning fizik mohiyatini to'g'ri ochib beradiganini tanlab olish muhim masala bo'lib, bu talabadan ma'lum eksperimental sinchkovlikni, mantiqiy tahlil malakasini talab qiladi. Shuning uchun praktikumda xatoliklarni hisoblashning ba'zi usullari keltirilgan.

Tavsiya etiladigan laboratoriya praktikumida ishning talaba tomonidan bajarilish tartibi, hisobot tuzish va uni topshirish metodikasi, amaliy ishni bajarishda uchraydigan asosiy xatoliklar va ularni hisobga olish metodikasi ko'rsatilgan.

Tekshirilayotgan ishga doir kontrol savollar berilgan. Savollar nazariy qismini, eksperimental qurilmani va ishning bajarilishini talaba qay darajada o'zlashtirganini tekshirish uchun qo'yilgan bo'ladi.

Usulubiy tavsiyanomalar

Ushbu uslubiya tavsiyanoma “Servis”, “Tovarshunoslik va tovarlarning tijorat ekspertizasi” ta’lim yo‘nalishlarining I kurs talabalari bajarishi kerak bo‘lgan laboratoriya ishlarini o‘z ichiga olgan. Har bir laboratoriya ishini bajarish uchun 4 (3 akademik) soat ajratiladi. Laboratoriya ishini o‘rganish va o‘lchash natijalarini hisoblash dars vaqtida emas, balki mustaqil ish vaqtida bajariladi. O‘z navbatida, laboratoriya ishlari uchun ajratilgan vaqt bevosita ishning amaliy qismini bajarish uchun ajratilgan.

Talabalar laboratoriya ishini bajarishdan oldin ishning nazariy qismini puxta o‘zlashtirganliklaridan so‘ng, o‘lchov asboblari, eksperimental qurilma va ishni metodikasini o‘rganishga kirishadilar. Lekin ungacha har bir talabada laboratoriya jurnali bo‘lishi va jurnalga ishning nomeri, nomi, ishning qisqacha bayoni, qurilmaning asosiy sxemalari, tajriba natijalari yoziladigan jadvallar va o‘lchash xatolari hisoblab topiladigan formulalar kiritiladi.

Laboratoriya jurnalining (bunday jurnal sifatida katta formatdagi daftardan foydalanish mumkin) titul varag‘i to‘g‘ri to‘ldiriladi. Laboratoriya ishlariga aloqasi bo‘lmagan har xil yozuv yoki belgilarning bo‘lishi qat’iyan man qilinadi. Har bir yangi ish yangi betdan boshlab yoziladi.

Talabalarining ishni bajarishdagi tayyorgarlik darajasi o‘qituvchi tomonidan og‘zaki so‘roq qilish yo‘li bilan aniqlanadi. Yetarli tayyorgarlikka ega bo‘lgan talabagagina ishning eksperimental qismini bajarishga ruxsat etiladi.

O‘qituvchi butun dars davomida ishni faol kuzatib borishi kerak. Bunda u talabalar orasida yurib, ularning savollariga javob beradi, sxemalarni tuzishga ko‘maklashadi va tekshirib boradi. Talaba sxema, qurilma tayyor bo‘lgandan so‘ng o‘qituvchidan uni tekshirib ko‘rishni so‘raydi, o‘qituvchi tekshirib ko‘rib, to‘g‘riligiga ishonch hosil qilgach, tajribalarini bajarishga ijozat beradi. Talaba laboratoriyada asosan natijalarni oxirigacha hisoblashni va nazariy qismni to‘la o‘zlashtirishni talab qilib ko‘p vaqt band qilmaslik kerak. Shu maqsadda talaba

olgan natijalar yordamida yakunlovchi natijalardan birortasi oxirigacha tekshirilib ko'rilsa kifoya. Shundan so'ng tajriba kerakli miqdorda takrorlanib ketishi kerak.

O'lchash natijalari shoshmasdan, diqqat bilan laboratoriya jurnaliga avvaldan tayyorlab qo'yilgan jadvalga kiritiladi. Kerakli kattaliklarni o'lchab bo'lgach, izlanayotgan fizik kattalik lozim bo'lgan formula yordamida hisoblab topiladi. Ishning eksperimental qismini tamomlab bo'lgach, asboblarni darhol yig'ib qo'ymasdan avval olingan natijalar o'qituvchiga ko'rsatiladi, chunki ba'zan shunday xato bo'lishi mumkinki, uni qurilmadan, sxemadan osongina topsa bo'ladi. Amaliy ishni tamomlab, natijalar tekshirib chiqilgandan keyin, sxema qismlarga ajratiladi, barcha asbob-anjomlar ish boshlanmasdan ilgari qanday tartibda turgan bo'lsa, shunday holatga keltiriladi. Laborant yoki o'qituvchidan olingan praktikum, kerakli qo'shimcha asboblari qaytarib topshiriladi. Amaliy ishlarni boshqarishda laboratoriya uchun zarur bo'lgan va laboratoriya devoriga yozib osib qo'yilgan xavfsizlik qoidalariga qat'iy rioya qilish kerak.

Talabalar amaliy ishga kirishganda va butun tajriba davomida o'qituvchi uni kuzatib borishi shart: talaba ishni qanday boshlandi, asboblardan qanday foydalandi, olingan natijalari qanoatlanarlimi, xavfsizlik qoidalariga amal qilinmoqdami va hakoza.

Talaba tomonidan laboratoriya mashg'ulotining bajarilishidan ko'zda tutilgan maqsad unga fizik qonunlar va ularning ob'ektivligi to'g'risida tasavvur hosil qilish, fizik qonunlarning aniqligiga va bu aniqlikning qaysi qonunda qay sharoitda to'g'riligiga ishonch va ko'nikma hosil qildirishdan iboratdir. Ma'ruza paytlarida hamma hodisani namoyish qilib ko'rish va ko'rsatish imkoniyati bo'lmaydi, shuning uchun bu hodisalarni faqat laboratoriya sharoitida kuzatish mumkin. Talaba laboratoriya mashg'ulotlari davrida o'lchov asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishadi; tajribaning qiymatlari bilan ishlab ularni ishlab chiqib, qonunlar, hodisalarning to'g'ri-noto'g'riligini aniqlash kabi muhim tekshirishlarni o'rganadi. Bularning hammasi talabani mustaqil ishga tajribalar o'tkazishda eng optimal yechimlarni topishga o'rgatadi.

O'lchash xatoliklari va ularni aniqlash

Fizik kattaliklarni laboratoriya sharoitida o'lchashda va o'lchash natijasini topishda hamma vaqt ozmi-ko'pmi xato qilamiz. Bu xatoliklar ikki guruhga bo'linadi:

1. Sistematik xatoliklar.
2. Tasodifiy xatoliklar.

Sistematik xatoliklar faqat o'lchov asbobining kamchiliklari tufayli yuzaga keladi, uni kamaytirish uchun o'lchov asbobini mukammallashtirish kerak. Bu xatolik insonga bog'liq emas.

O'lchash xatoligining insonga bog'liq qismi tasodifiy xatolik deb ataladi. Bu insonning kuzatishiga, e'tibor bilan o'lchashiga, qurolning joylashtirilgan muhitiga bog'liq holda hosil bo'ladi. Shuning uchun tasodifiy xatolikni kamaytirish maqsadida o'lchanayotgan kattalik bir necha marta takror o'lchanib, uning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

Masalan, matematik mayatnik sharchasining diametrini shtangensirkul yordamida bir necha marta o'lchab olaylik, ya'ni $D_1, D_2, D_3, D_4, \dots, D_n$ bo'lsin. Shu olingan o'lchash natijalarining yig'indisini o'lchashlar soniga bo'lsak, uning o'rtacha arifmetik qiymati hosil bo'ladi, ya'ni:

$$D = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + \dots + D_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}, \quad (1)$$

bunda: n – o'lchashlar soni; \sum_1^n - yig'indi belgisi; D – o'rtacha arifmetik qiymat.

O'rtacha arifmetik qiymatdan o'lchashda olingan natijalarni ayirsak, har bir o'lchashda yo'l qo'yilgan absolyut xatolik topiladi, ya'ni:

$$\Delta D_1 = |\bar{D} - D_1| \quad (2)$$

$$\Delta D_2 = |\bar{D} - D_2| \quad (3)$$

$$\Delta D_3 = |\bar{D} - D_3| \quad (4)$$

$$\Delta D_4 = |\bar{D} - D_4| \quad (5)$$

$$\Delta D_n = |\bar{D} - D_n| \quad (6)$$

Absolyut xatoliklar yig'indisini ularning o'lchash soniga nisbati o'rtacha absolyut xatolikni ifodalaydi:

$$\Delta \bar{D} = \frac{\Delta D_1 + \Delta D_2 + \Delta D_3 + \Delta D_4 + \dots + \Delta D_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta D_i}{n} \quad (7)$$

O'rtacha absolyut xatolikning o'rtacha arifmetik qiymatiga nisbati esa o'lchash jarayonida yo'l qo'yilgan nisbiy xatolikni beradi:

$$\beta = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} \quad (8)$$

Nisbiy xatolik ko'pincha foizlarda hisoblanadi, ya'ni:

$$\beta = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} \cdot 100\% \quad (9)$$

Odatda o'quv laboratoriya praktikumi sharoitida 5 foizgacha (5 %) nisbiy xatolikka yo'l qo'yilsa, ish to'g'ri (qoniqarli) va agar 5 foizdan ortiq xatolikka yo'l qo'yilsa, ish noto'g'ri (qonqarsiz) deb hisoblanadi va ish qaytadan bajariladi.

O'qituvchi hisobotni qabul qilar ekan, dastlab talabanning nazariy bilimni tekshiradi. Undan keyin talaba hisobot topshirilayotgan kun sanasini qo'yib o'qituvchi imzo chekishi lozim.

1-LABORATORIYA ISHI
MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ERKIN TUSHISH
TEZLANISHINI ANIQLASH

Kerakli asboblar: mayatnik, sekundomer,
lineyka, shtangensirkul.

Ishning maqsadi: Erkin tushish tezlanishini aniqlash va tebranma
harakat karakteristikalarini o'rganish.

Qisqacha nazariya. Universal mayatnik. Tebranma harakat (tebranishlar) – ma'lum vaqt oralig'ida aniq yoki taxminan takrorlanadigan harakatdir. Masalan mayatnik bir to'la tebrangach, ya'ni eng chekka chap vaziyatidan eng chekka o'ng vaziyatiga borib qaytgach, yana shu harakatni takrorlaydi. Teng vaqt oraliqlarida aniq takrorlanadigan harakat davriy harakat deyiladi.

Siljishga proporsional va siljish yo'nalishiga teskari yo'nalgan kuchlar ta'siridagi tebranma harakat garmonik tebranma harakat deyiladi. Agar nuqta garmonik tebranma harakat qilsa uning tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) \quad (1)$$

bu yerda A – tebranish amplitudasi; T – tebranish davri; $\left(\frac{2\pi}{T} + \varphi\right)$ - kattalik faza deyiladi; φ – tebranishlarning boshlang'ich fazasi ($\varphi = const$). $t=T$ bo'lgan vaqt ichida to'la bir tebranish bo'ladi. Tebranish amplitudasi A siljish x ning maksimal qiymatiga teng. $\frac{2\pi}{T} = \omega$ - siklik chastota. Agar boshlang'ich faza $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ga teng bo'lsa garmonik tebranma harakat tenglamasi

$$x = A \cos \omega t \quad (2)$$

tezlik v va tezlanish a esa

$$v = \frac{ax}{at} = -A \cdot \omega \sin \omega t = -\omega x$$

$$a = \frac{a^2 x}{at^2} = -A \cdot \omega^2 \cos \omega t = -\omega^2 x$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Fizik mayatnik. Fizik mayatnik deb, og‘irlik markazidan o‘tmaydigan biror gorizontal o‘q atrofida og‘irlik kuchi ta’sirida tebranma harakatga kela oladigan har qanday jismga aytiladi (1-rasm).

Muvozanat vaziyati OB-dan α burchakka chetlangan fizik mayatnik og‘irlik kuchi P ta’sirida muvozanat holatiga qaytishga intiladi. Mayatnik muvozanat vaziyatidan o‘tayotganda tezlikka ega bo‘lganligi uchun u avval qanday burchakka og‘gan bo‘lsa, avvalgi og‘ishiga teskari yo‘nalishda shunday burchakka og‘adi. Ishqalanish kuchlari bo‘lmaganda edi, mayatnik uzoq vaqt tebranib turishi mumkin edi.

Mayatnikning ohirlik markazi OC yoyni chizadi. Mayatnik muvozanat vaziyatidan o‘ngga chetlashsa α burchak musbat, chapga chetlashsa manfiy deb qabul qilamiz. Qaytaruvchi kuch

$$F = -P \sin \alpha = -mg \sin \alpha$$

bu yerda m – mayatnikning massasi. Minus ishora chetlanish burchagining va kuchning yo‘nalishi hamma vaqt qarama-qarshiligini ko‘rsatadi. Kichik burchaklar uchun $\sin \alpha = \alpha$. U holda

$$F = -mg\alpha = -mg \frac{x}{\lambda} \quad (3)$$

bu yerda $x = OC$ – mayatnik og‘irlik markazining muvozanat vaziyatidan yoysimon siljishi; $\lambda = BC$ - mayatnikning uzunligi; g – erkin tushish tezlanishi.

Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuniga asosan F kuchning momenti

$$M = F \cdot \lambda = I \cdot \beta$$

ga teng. Bu yerda: I – mayatnikning aylanish o‘qiga nisbatan inersiya momenti; β – burchak tezlanishi.

Bundan

$$F = \frac{I \cdot \beta}{\lambda}; \quad \beta = \frac{a}{\lambda}, \text{ o'z navbatida } a = -\omega^2 x \text{ ekanligini hisobga olsak}$$

$$F = \frac{I \cdot a}{\lambda^2} = \frac{I}{\lambda^2} \omega^2 x \quad (4)$$

formulaga ega bo'lamiz.

(3) va (4) formulalardan

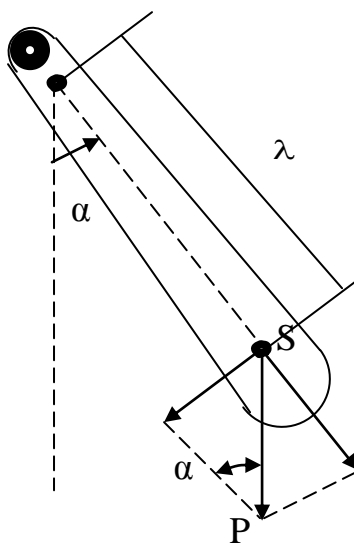
$$mg\lambda = I\omega^2; \quad \omega = \sqrt{\frac{mg\lambda}{I}}.$$

Tebranish davri uchun esa

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\lambda}} \quad (5)$$

ifodani hosil qilamiz.

(5) dan ko'rinadiki fizik mayatnikning tebranish davri inersiya momentining ortishi bilan ortib boradi.



1-rasm.

Matematik mayatnik. Vaznsiz va cho'zilmas ipga osilgan moddiy nuqtaga matematik mayatnik deb ataladi. Ingichka, qattiq ipga osilgan og'ir sharcha matematik mayatnika yaqin bo'ladi (2-rasm).

Matematik mayatnikning osish nuqtasiga nisbatan inersiya momenti

$$I = m\lambda^2$$

Bu ifodani (5) ga qo‘ysak matematik mayatnikning tebranish davri uchun quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda}{g}} \quad (6)$$

Bu formuladan ko‘rinadiki, matematik mayatnikning tebranish davri uning og‘irligiga bog‘liq emas.

Shuni aytish kerakki (5) formuladagi $\frac{l}{m\lambda}$ ifodaning o‘lchov birligi uzunlik o‘lchamligi bilan bir xildir. Shuning uchun uni biror λ^* uzunlik bilan almashtirish mumkin, ya’ni:

$$\lambda^* = \frac{l}{m \cdot \lambda}$$

U holda (5) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda^*}{g}} \quad (7)$$

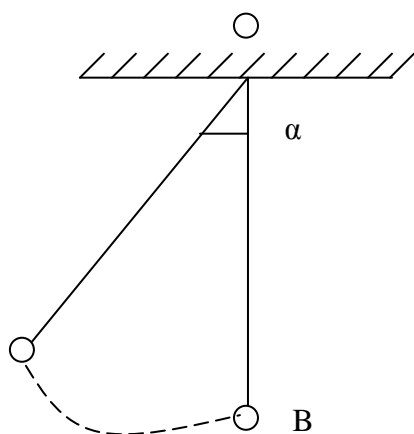
Bu ifoda matematik mayatnik tebranish davri ifodasining o‘zginasidir. Shuning uchun λ^* - ni fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deyiladi. Buning ma’nosi shuki, fizik mayatnik tebranish davri jihatidan uzunligi $\lambda = \frac{l}{mg}$ bo‘lgan matematik mayatnikka ekvivalent ekan.

(6) formuladan g – ning qiymatini topsak, quyidagini olamiz:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \lambda \quad (8)$$

Demak, mayatnikning uzunligi λ va uning tebranish davri T – ni bilsak, erkin tushish tezlanishi g – ni topish mumkin.

Eksperimental qurilma va ishning bajarilishi. Qurilma devorga



mahkamlangan kronshteynga ingichka ip orqali osilgan og‘ir metall sharchadan iborat (2-rasm). Bunday mayatnikni matematik mayatnik modeli sifatida qabul qilish mumkin. Mayatnikning uzunligi deganda

ipning tayanchga mahkamlangan nuqtasidan sharchaning markazigacha bo‘lgan masofa tushuniladi.

1. Avval millimetrli chizg‘ich yordamida ipning uzunligi λ' o‘lchanadi. Keyin esa shtangensirkul bilan sharchaning diametri D o‘lchanadi. Quyidagi munosabat yordamida mayatnikning uzunligi λ topiladi:

$$\lambda = \lambda' + \frac{D}{2} \quad (9)$$

2. Mayatnikning tebranish davri T – ni topish uchun sharchasidan tutib, biror tomonga 5^0 - 6^0 burchak chamasida chetlashtirib qo‘yib yuboriladi. Natijada mayatnik tebranma harakatga keladi. Og‘ish burchagi kichik bo‘lgani uchun bu tebranishni garmonik deb hisoblasa bo‘ladi. Sekundomer yordamida 20-30 marta to‘la tebranish uchun ketgan t vaqt aniqlanadi. Tebranishlar sonini N bilan belgilasak, tebranish davri quyidagicha bo‘ladi:

$$T = \frac{t}{N} \quad (10)$$

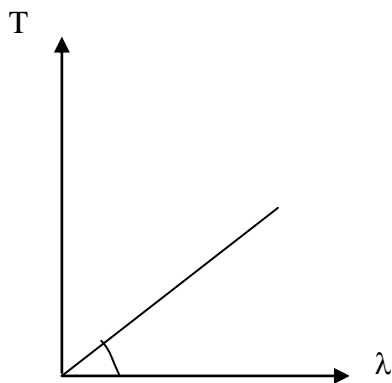
O‘lchab topilgan λ va T qiymatlarini (8) formulaga qo‘yib erkin tushish tezlanishi aniqlanadi.

Qurilma mayatnik uzunligini o‘zgartirishga imkon beradi. Tajribalarni uch xil uzunlik uchun har bir uzunlikda kamida uch martadan bajariladi. Natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

O‘lchash nomeri	λ	N	Tebranish uchun ketgan vaqt			T	T^2	g	Δg	$\frac{\Delta g_{yp}}{g_{yp}} \cdot 100\%$
			t_1	t_2	t_3					
1.										
2.										
3.										
...										
O‘rtacha										

Og'irlik kuchi tezlanishini (8) formuladan foydalanib hisoblaganda vaqtni katta aniqlik bilan o'lchash qiyinligidan, hisoblash xatoligi katta bo'ladi. Bu xatoni kamaytirish maqsadida quyidagi metoddan foydalaniladi. (8) dan ma'lumki

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot \lambda$$



3-rasm

ya'ni mayatnik tebranish davrining kvadarti uning uzunligiga chiziqli bog'lanishda bo'lib, burchak koeffitsiyenti $\frac{4\pi^2}{g}$ ga teng. Agar mayatnikning har xil uzunligi uchun T topilsa va ulardan foydalanib T ning λ ga bog'lanish grafigi chizilsa, hosil bo'lgan to'g'ri chiziqning (3-rasm) burchak koeffitsiyentidan foydalanib g - ni hisoblash mumkin. Og'irlik kuchi tezlanishini bu metod bilan topishda sharchaning radiusi o'lchanmaydi. Haqiqatan ham (8) ga asosan yozish mumkin

$$g = \frac{4\pi^2(\lambda_2 - \lambda_1)}{T_2^2 - T_1^2} :$$

bu yerda λ_1, λ_2 - mayatnik uzunliklari; T_1 va T_2 lar mos ravishda λ_1 va λ_2 larga tegishli tebranish davrlari.

Kontrol savollar:

1. Tebranma harakat deb nimaga aytiladi?
2. Tebranma harakatning amplitudasi, chastotasi, fazasi va davri deb nimaga aytiladi?
3. Matematik va fizik tebrangich (mayatnik) deb nimaga aytiladi?
4. Tezlanish (g - ning) formulasini chiqaring.
5. Garmonik tebranma harakat nima va uning tezlik ham tezlanishi qanday aniqlanadi?
6. Majburiy tebranishlar. Rezonans hodisasi va uning amaliy ahamiyati.

2-LABORATORIYA ISHI

TRIFILYAR OSMA YORDAMIDA QATTIQ JISMLARNING INERSIYA MOMENTINI ANIQLASH

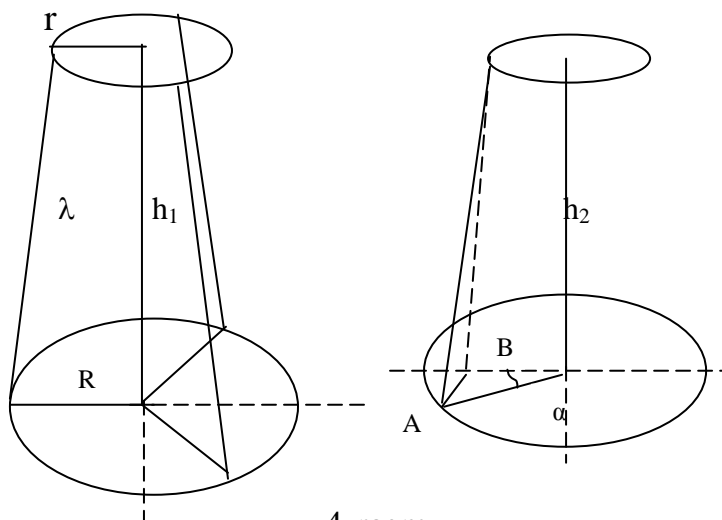
Kerakli asboblari: Trifilyar osma, sekundomer,
inersiya momenti o'lchaydigan qattiq jism.

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning inersiya momentini tajriba
yo'li bilan aniqlash.

Qisqacha nazariya: Jismning garmonik aylanma tebranishi deb jismning og'irlik markazi orqali o'tgan o'q atrofida davriy harakatiga aytiladi. Bunda muvozanat holatidan chetlashish burchagi sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradi:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (1)$$

Ma'lumki, aylanma harakatda bo'lgan jismda inersiya momenti paydo bo'ladi. Jismlarni inersiya momentini aniqlashda turli metodlardan foydalanish mumkin. Bu ishda inersiya momenti trifilyar osmadan foydalanib aniqlanadi.



4-rasm.

Trifilyar osma R radiusli doira shaklidagi disk (platformadan) iborat bo‘lib, chetidan uchta simmetrik joylashgan iplar orqali boshqa bir kichikroq r radiusli diskga osilgan bo‘ladi (4-rasm).

Agar platformani, uning markazidan o‘tuvchi vertikal o‘q atrofida biror α burchakka buralsa uchala iplar qiya holatga keladi va platformaning og‘irlik markazi h balandlikka ko‘tariladi. Bunda platforma quyidagi formula bilan aniqlanadigan qo‘shimcha potensial energiya oladi:

$$E_n = mgh \quad (2)$$

Bu holatdan platforma qo‘yib yuborilsa, u aylanma tebranma harakatga keladi. Bu vaqtda potensial energiya aylanma harakat kinetik energiyasiga aylanadi:

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Disk muvozanat holatidan o‘tayotgan paytida potensial energiya to‘la aylanma harakat kinetik energiyasiga o‘tadi. Ishqalanishni hisobga olmasak, energiya saqlanish qonuniga asosan quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$m_0 gh = \frac{1}{2} I \omega_m^2 \quad (3)$$

Burchak tezlik deb, aylanish burchagidan vaqt bo‘yicha olingan hosilaga aytiladi. (1) formuladan

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (4)$$

Bunda $\omega_m = \frac{2\pi\alpha_0}{T}$ burchak tezlikni amplitudasi (maksimal qiymati);

T – platformaning tebranish davri.

Platformani α_0 burchakka burilganda, uning ko‘tariladigan balandligi h – ni topamiz. Bunda

$$h_1 + h_2 = 2\lambda \quad (5)$$

deb hisoblaymiz. Ip uzunligi λ , diskning radiusini R bilan, yuqoridagi diskning radiusini r bilan belgilasak trifilyar osma og‘irlik markazining ko‘tarilishi quyidagicha bo‘ladi:

$$h = \frac{r\alpha R}{2\lambda} \quad (6)$$

(6) ni (3) ga qo'yib, inersiya momentini topsak, quyidagicha bo'ladi:

$$m_0 g \frac{r\alpha R}{2\lambda} = \frac{I}{2} \cdot \frac{4\pi^2 \alpha^2}{T^2}; \quad \text{bundan} \quad I_0 = \frac{mgrR}{4\pi^2 \lambda} T^2 \quad (7)$$

Bu formula bilan trifilyar osma pastki yuksiz platformasining inersiya momentlarini topish mumkin.

Ishning bajarilishi: 1. Dastlab yuksiz platformaning inersiya momentini aniqlaymiz. Buning uchun diskni 80-90⁰ atrofidagi burchakka burab, qo'yib yuboriladi va sekundomer bilan 20-30 ta to'la tebranish t vaqti o'lchanadi. Bu vaqtni N tebranishlar soniga bo'lib, tebranishlar davri T aniqlanadi. T ning, hamda R, r, m, λ qiymatlarini (7 formulaga qo'yib, yuksiz platformaning inersiya momenti I_0 aniqlanadi. Bu asbob uchun $R=9\text{sm}$, $r = 3 \text{ sm}$, $\lambda = 75,5 \text{ sm}$, $m_0 = 272,7$ gramm va $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2. Endi biror massasi m bo'lgan tekshiriladigan jismni inersiya momenti aniqlanadi. Buning uchun yukni platforma o'rtasiga shunday qo'yiladiki, iplarning tarangligi bir xil bo'lsin. Yana yuqoridagiday tajribalar o'tkazilib, yukli platformaning inersiya momenti I_1 aniqlanadi. Bunda (7) formuladagi m_0 o'rniga m_0+m ifoda qo'yiladi, ya'ni:

$$I_1 = \frac{(m + m_0)gRr}{4\pi^2 \lambda} \cdot T^2 \quad (8)$$

Tekshiriladigan qattiq jismning inersiya momenti quyidagi formuladan topiladi:

$$I = I_1 - I_0$$

Kontrol savollar:

1. Qattiq jismlarning aylanma harakati.
2. Kuch momenti va inersiya momenti.
3. Harakat miqdori momenti.
4. Aylanayotgan qattiq jismlarning kinetik energiyasi.

5. Trifilyar osma qanday kuch ta'sirida aylanma tebranish qiladi?

3-LABORATORIYA ISHI

QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Tekshiriladigan qattiq jism, termometr, tarozi (toshlari bilan), kalorimetr, elektroplitka, suv qaynatiladigan idish.

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Qisqacha nazariya. Jismga beriladigan yoki undan olinadigan issiqlik miqdori dQ jism temperaturasining o'zgarishi dT va massasiga proporsional

$$dQ = c \cdot m dT \quad (1)$$

bu yerda C – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, jismning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi.

(1) formuladan

$$c = \frac{dQ}{m \cdot dT} \quad (2)$$

Birlik massali jismni temperaturasini bir gradusga ko'tarish uchun ketgan issiqlik miqdori, shu jismning solishtirma issiqlik sig'imi deb ataladi. Uning o'lchov birligi $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$ (SI sistemasida).

Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imi aralashtirish usuli yordamida aniqlanadi. Faraz qilamiz, solishtirma issiqlik sig'imi C bo'lgan m massali qattiq jism T gradusgacha qizdirilib, suvli kalorimetrga botirilsin. Kalorimetrdagi suvning massasi m_1 , solishtirma issiqlik sig'imi C_1 , temperaturasi t_0 bo'lib, kalorimetrning masasi m_2 , solishtirma issiqlik sig'imi C_2 va temperaturasi t_0

bo'lsin. Bu paytda qattiq jismning temperaturasi pasayib, kalorimetr va undagi suvning temperaturasi ko'tariladi. Ma'lum vaqtdan so'ng bu temperaturalar tenglashadi. Faraz qilamiz, oxirgi temperatura t_1 bo'lsin. Qattiq jism o'zidan chiqargan issiqlik miqdori

$$Q = c \cdot m(T - t_1) \quad (3)$$

Kalorimetrdagi suv qabul qilgan issiqlik miqdori

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1(t_1 - t_0) \quad (4)$$

Kalorimetrning o'zi qabul qilgan issiqlik miqdori

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2(t_1 - t_0) \quad (5)$$

bo'ladi.

Aralashtirish metodiga asosan qattiq jism chiqargan va kalorimetr bilan suv qabul qilingan issiqlik miqdorlari bir-biriga teng bo'lgani uchun, issiqlikning balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (6)$$

(3), (4) va (5) formulalarni hisobga olib, (6) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$mc(T - t_1) = m_1c_1(t_1 - t_0) + c_2m_2(t_1 - t_0)$$

bu yerdan

$$c = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)(t_1 - t_0)}{m(T - t_1)} \quad (7)$$

Bu formuladan foydalanib qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'implari hisoblab topiladi.

Ishning bajarilishi. 1. Qattiq jismning solishtirma issiqligini aniqlash uchun avvalo uning massasi m tarozida o'lchab olinadi.

2. Jismni ipga bog'lab 3-5 minut qaynab turgan suvga solib qo'yamiz. Ayni vaqtda barometrqa qarab, uning ko'rsatgan bosimiga asosan suvning haqiqiy qaynash temperaturasi T aniqlanadi.

3. Kalorimetrning massasi m_2 va suvning massasi m_1 tarozida o'lchab aniqlanadi.

4. Kalorimetrning $2/3$ qismigacha sovuq suv solinadi.

5. Kalorimetr ichidagi suvning temperaturasi t_0 o'lchanadi. Tekshiriladigan jism qizigandan keyin tezlik bilan kalorimetr ichiga solinadi.

6. Suvni aralashtirib turib, temperaturasining ko'tarilishi kuzatiladi va eng yuqori temperaturasi t_1 yozib olinadi. Natijalar asosida (7) formuladan foydalanib qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imi hisoblab topiladi.

7. Olingan natijalar asosida C uchun o'rtacha qiymat, absolyut va nisbiy xatolar topiladi. Natijalar quyidagi jadvalga yozib qo'yiladi

Tajribalar	m, gramm	m_1 , g gramm	m_2 , g gramm	t_0 , $^{\circ}\text{C}$	T , $^{\circ}\text{C}$	t_2 , $^{\circ}\text{C}$	C , $\frac{\text{kal}}{^{\circ}\text{C}}$	\bar{C}	$\Delta\bar{C}$	β , %
1.										
2.										
3.										

C_1 – suvning solishtirma issiqlik sig'imi, $C_1 = 1 \frac{\text{kal}}{^{\circ}\text{C}}$;

C_2 – kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'imi bo'lib, uning qiymati,

$$C_2 = 0,34 \frac{\text{kal}}{^{\circ}\text{C}}.$$

Kontrol savollar:

1. Issiqlik sig'imi, solishtirma issiqlik sig'imi va molyar issiqlik sig'implari nima?
2. Issiqlik balansi tenglamasi qanday tuziladi?
3. Issiqlik sig'imini o'lchash metodlari va kalorimetrning tuzilishini tushuntiring.
4. Qattiq jismlarda issiqlik harakati nimadan iborat?

4-LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIK KOEFFITSIYENTINI TOMCHI UZULISH USULI BILAN ANIQLASH

Kerakli asboblari: Jumrakli ikkita byuretka, ikkita stakancha, distillangan suv, tekshirila-digan suyuqlik, tarozi va tarozi toshlari

Ishning maqsadi: Suyuqliklarni sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash usullarini o'rganish.

Qisqacha nazariya. Suyuqlik hajmidagi molekulalarga nisbatan sirt qatlamidagi molekulalar boshqacha sharoitda bo'ladi. Suyuqlik ichidagi har bir molekula hamma tomondan qo'shni molekulalar bilan o'ralgan bo'lib, unga hamma tomondan bir xil tortishish kuchlari ta'sir qiladi. Suyuqlik sirtidagi molekulalarga esa, sirtga tik va suyuqlik ichiga yo'nalgan natijaviy kuch ta'sir qiladi. Bu kuch ta'sirida sirdagi molekulalar suyuqlik ichiga tortiladi. Ammo sirt taranglik kuchlari paydo qiladigan ichki kuchlardan tashqari tashqi kuchlar (og'irlik kuchi, suyuqlik molekulalari bilan idish devorlari molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlari) ham ta'sir qiladi. Shuning uchun suyuqlik egallaydigan haqiqiy holat shu uchta kuchning munosabati orqali aniqlanadi.

Ingichka naychadan oqib tushayotgan suyuqlik tomchilari shar shaklida bo'ladi. Tomchining o'lchami naychadan chiqishda tobora ortib boradi, ammo u aniq bir o'lchamga yetganda uziladi, ya'ni tomchining og'irligi uni tutib turuvchi sirt taranglik kuchiga teng bo'lganida (aniqrog'i, undan ozroq katta bo'lganda)

tomchi uziladi. Agar tomchini uzuvchi kuch (tomchining og'irligi) ni P va tomchini ushlab turuvchi kuchni (sirt taranglik kuchini)

$$F = \alpha\lambda \quad (1)$$

deb belgilasak (bu yerda λ - uzilish paytidagi tomchi bo'yinchasining perimetri), u holda tomchining uzulish holati uchun quyidagini yozish mumkin

$$p = F = \alpha\lambda \quad (2)$$

bu yerda α – suyuqlikni sirt taranglik koeffitsiyenti.

Agar tomchi bo'yinchasining radiusi r bo'lsa, uning perimetri $\lambda = 2\pi r$ bo'ladi. U paytda

$$p = 2\pi r\alpha \quad (3)$$

r ni o'lchash qiyin bo'lgani uchun bu usul bilan aniqlangan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti uncha aniq bo'lmaydi. Ammo nisbiy o'lchashlar bilan cheklansak, r ni bilish shart emas. Bu holda tekshiriladigan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti α , boshqa bir sirt taranglik koeffitsiyenti ma'lum bo'lgan suyuqlik bilan taqqoslab topiladi. Bunday suyuqlik sifatida odatda toza suv olinadi. Suv va tekshirilayotgan suyuqlik tomchilarining og'irliklarini P_0 va P bilan belgilasak, u holda (3) ga asosan

$$P_0 = 2\pi r\alpha_0 \quad (4)$$

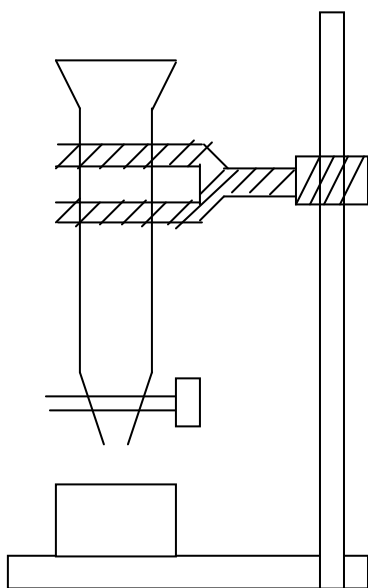
$$P = 2\pi r\alpha \quad (5)$$

bu yerda α_0 – toza suvning sirt taranglik koeffitsiyenti.

(4) va (5) formulalarni hadma-had bir-biriga bo'lsak

$$\frac{P_0}{P} = \frac{\alpha_0}{\alpha} \quad \text{bundan} \quad \alpha = \frac{P}{P_0}\alpha_0 \quad (6)$$

Bu usul bilan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash uchun ishlatiladigan qurilma 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm

Ishning bajarilishi. 1. Byuretkalarning biriga distillangan suv, ikkinchisiga esa tekshiriladigan suyuqlik solinadi.

2. Suv va tekshiriladigan suyuqlik solinadigan toza stakanchalar og'irligi P_1 tarozida o'lchanadi.

3. Birinchi stakanchaga 30-40 tomchi suv tomiziladi va stakanchaning suv bilan birga P_2 og'irligi tarozida aniqlanadi. Bir dona suv tomchisining og'irligi

$$P_0 = \frac{P_2 - P_1}{N} \quad (7)$$

formuladan hisoblab topiladi, bu yerda N – tomchilar soni.

4. Huddi yuqoridagidek tekshirilayotgan suyuqlikning bir dona tomchisining og'irligi P aniqlanadi. Suvning tegishli temperaturadagi sirt taranglik koeffitsiyentining qiymati jadvaldan olinadi.

Topilgan kattaliklarni (6) ifodaga qo'yib tekshirilayotgan suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini hisoblab topiladi.

Tajriba 3-5 marta takrorlanadi, aniqlanayotgan kattalikning o'rtacha qiymati, absolyut va nisbiy xatolari aniqlanadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

Tajribalar	Stakanchalar og'irligi		Tomchilar soni N	Suyuqlikli stakanchalar og'irligi		Bir tomchi suv og'irligi P_0	α	$\bar{\alpha}$	$\Delta\bar{\alpha}$	β
	P_1'	P_1''		P_2'	P_1''					
1.										
2.										
3.										

Kontrol savollar:

1. Sirt taranglik koeffitsiyenti va uning aniqlash usullari.
2. Suyuqlikning egri sirti ostidagi bosim. Laplas formulasi va uning xususiy hollari.
3. Kapillyarlik hodisasini tushuntiring.

4. Sirt taranglik koeffitsiyenti temperaturaga va suyuqlikning tabiatiga qanday bog'liq?
5. Suyuqlik bilan qattiq jism chegarasidagi hodisalarni tushuntiring. Ho'llash va ho'llamaslik nima?
6. Tovarlarni ishlab chiqarishda kapillyarlik hodisasi, ho'llash va ho'llamaslik qanday nazarga olinadi?

5-LABORATORIYA ISHI

QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENGAYISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Qattiq jismlarning chiziqli kengayish koeffitsiyentini aniqlaydigan maxsus qurilma, shisha probirka, tekshiriladigan jismlar (sterjenlar), termometr, indikator.

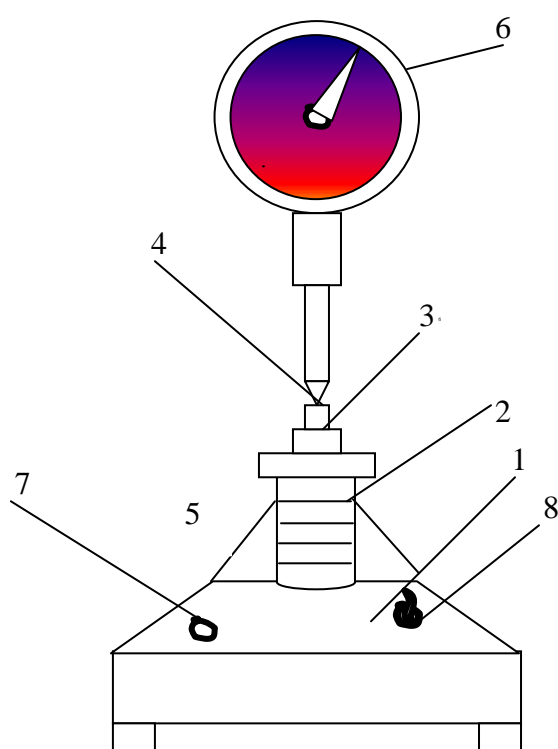
Ishning maqsadi: Qattiq jismni issiqlik xususiyatini o'rganish.

Qisqacha nazariya. Qattiq jismlar bir-biridan o'zlarining fizik xossalari bilan keskin farqlanadigan ikki turga, ya'ni kristall va amorf jismlarga bo'linadilar. Amorf jismlar izotropdirlar, ya'ni ular barcha yo'nalishlarda bir xil fizikaviy xossalarga ega bo'ladilar.

Tabiatdagi qattiq jismlarning ko'pchiligi kristall tuzilishga ega bo'ladi. Masalan deyarli barcha minerallar va metallar qattiq holatida kristall bo'ladi. Kristall holatdagi moddaning asosiy alomati undagi anizotropiyaning mavjudligidir. Anizotropiya deb, bir jinsli jism xossalarining turli yo'nalishlarda turlicha bo'lishiga aytiladi. Masalan, kristall jismning issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsiyenti turli yo'nalishlar uchun turlicha bo'ladi. Turli yo'nalishlarda kristallarning mexanik, optik va elektr xossalari ham turlichadir. Kristallning eng harakterli tashqi alomati, uning muntazam geometrik shaklda bo'lishidir. Kristallarning anizotropik xossasiga ega bo'lishiga ular tarkibidagi

zarralarning (atom va molekulalarning) tartibli joylashganligiga sabab bo‘ladi. Kristall panjaraning tugunlariga joylashgan zarralarning tabiatiga va zarralar o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sir kuchlarining harakteriga qarab kristall panjaralar 4 turga bo‘linadilar va shunga mos ravishda 4 xil: ionli, atomli, metall va molekulyar kristallar bo‘ladi. Kristall panjaraning tugunlari zarralarning o‘rtacha vaziyatini ko‘rsatib turadi. Zarralarning o‘zlari esa bu o‘rtacha vaziyatlari atrofida mutttasil tebranib turadi: temperatura ko‘tarilganda bu tebranishlarning intensivligi oshadi.

Zarralarning muvozanat vaziyati atrofida juda kichik tebranishlarinigina garmonik tebranma harakat bo‘ladi. Temperatura ko‘tarilishi natijasida tebranishlar amplitudasi oshib borishi bilan nogarmonik tebranishlar amplitudasi kuchli ravishda namoyon bo‘la boradi. Bu hol esa zarralar orasidagi o‘rtacha masofalarni oshuviga va bino-barin, kristall hajmining oshishiga olib keladi. Kristall jismlar issiqlikdan chiziqli va hajmiy kengayishi mumkin.



Qurilmaning tuzilishi. Qurilma korpus

1, unga o‘rnatilgan isitgich 2 dan iborat. Tajriba o‘tkazish vaqtida, isitgich ichida shisha probirka o‘rnatiladi va probirkaga sterjen 4 tushiriladi. Qurilma korpusiga kronshteyn 5 o‘rnatilgan bo‘lib, u indikator 6 ni mahkamlash uchun foydalaniladi. Kronshteyn o‘z o‘qi atrofida 90^0 ga burila oladi. Korpus asosida indikatorli lampa 7 va knopkali vklyuchatel 8 o‘rnatilgan. Shtepselli vilka qurilmaning kuchlanishi 220 V bo‘lgan tarmoqqa ulash uchun mo‘ljallangan.

Ishning bajarilishi:

1. Probirka $\frac{1}{2}$ qismiga teng suv bilan to‘ldirib, uning ichiga tekshiriladigan sterjen joylashtiriladi.

2. Sterjenning sferik oxiri probirkaning tubiga joylashishi kerak.
3. Aylanma kronshteynga indikatorni oʻrnatib, bir chekkaga aylantirib qoʻyish lozim.
4. Probirkadagi suvning t_1 temperaturasi termometr yordamida oʻlchab olinadi.
5. Indikator sterjeni yuqoriga tortilib, probirkadagi sterjenning oʻyiq uchiga joylashtiriladi.
6. Indikator shkalasidagi holat aniqlanadi (birinchi tajribada uni “0” holatga qoʻyish kerak).
7. Shtepselli vilka elektr tarmogʻiga ulanadi.
8. Shundan soʻng qurilmadagi knopka bosilib, tokka ulanadi. Bunda indikator lampasi yonishi kerak.

Probirkadagi suv qaynaganda undagi sterjenning t_2 temperaturasi suvning qaynash temperaturasiga tenglashadi. Uzunlikning qanchaga $\Delta\lambda$ oshishi indikator yordamida hisoblab olinadi. Tajriba takrorlash yo davom ettirish uchun viklyuchatel yordamida asbob tokdan uziladi, indikator yana chetga surib qoʻyiladi, isigan probirka boshqasi bilan almashtiriladi, boshqa sterjenlar uchun ham 5-8 punktlar takrorlanadi. Bu metodda boshlangʻich uzunlikni λ_0 , temperaturani t_1 va oshgan uzunlikni $\Delta\lambda$ va oxirgi temperaturani suvning qaynash temperaturasini t_2 deb olib quyidagi formula yordamida qattiq jismni α chiziqli kengayish koeffitsiyenti hisoblanadi.

$$\alpha = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

Natijalar jadvalga yoziladi.

Tajribalar	λ_0 , mm	t_1 , $^{\circ}\text{S}$	t_2 , $^{\circ}\text{S}$	$\Delta\lambda$, mm	α , $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$	$\bar{\alpha}$, $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$	$\Delta\bar{\alpha}$, $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$	B, %
1.								
2.								
3.								

Kontrol savollar:

1. Qattiq jismlar qizdirilganda nima uchun kengayadi?
2. Kristall va amorf jismlar haqida tushunsa.
3. Chiziqli kengayish koeffitsiyentining har xil jismlar uchun turlicha bo'lishini qanday tushuntirish mumkin?
4. Chiziqli kengayish koeffitsiyenti temperaturaga qanday bog'liqligini tushuntiring.
5. Kristallardagi nuqsonlar (defektlar) nimalardan iborat?

6-LABORATORIYA ISHI

TERMOELEMENTNI DARAJALASH VA UNING TERMOELEKTR YURITUVCHI KUCHINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Termoelement, galvometr, ikkita jez idish, elektr plitka, termometr, qarshilik magazini, uchoyoq.

Ishning maqsadi: Zeebek hodisasi asosida termoelement (termopara) yordamida temperaturani o'lchab olish va termoelektr yurituvchi kuch E ni qiymatini aniqlashdir.

Qisqacha nazariya. Turli materiallardan yasalgan ikkita yoki bir necha simdan ularning uchlari bir-biriga payvandlab yopiq zanjir tuzilsa, payvandlarni temperaturasi har xil bo'lganda bu zanjirdan tok o'tadi. Bu tok simlar ulangan joylarda termoelektrni hosil bo'lishi natijasida paydo bo'ladi. Uchlari payvandlangan ikki sim termoelement deyiladi (ba'zan termopara ham aytiladi).

Termoelementda vujudga keluvchi elektr yurituvchi kuchni termoelement zanjirida oquvchi I tok orqali ifodalash mumkin:

$$E = I(r + R) = IR_0 \quad (1)$$

bunda r – termoelementning ichki qarshiligi; R – zanjirning tashqi qarshiligi. Agar r qarshilik R ga nisbatan yetarli darajada kichik bo'lib, uning qiziganda o'zgarishi umumiy qarshilikka ta'sir etmasa, u holda tok kuchini $EYUK$ ga proporsional deyish mumkin. $EYUK$ esa payvandlarning temperatura farqi o'sgan sari

kattalasha boradi, chunonchi temperatura farqi uncha katta bo'lganda (bir necha o'n graduslar chamasida bo'lganda) shu farqga proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni:

$$E = c(t_1 - t_0) \quad (2)$$

Bunda c – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, termopara doimiyligi deyiladi. Agar shu ravishda vujudga kelgan termotok sezgir galvanometr bilan o'lchansa, galvanometr strelkasining toka proporsional bo'lgan og'ishi (1) va (2) tengliklar bajarilgan holda temperatura farqiga proporsional bo'ladi. Temperaturaning o'lchash shu hodisaga asoslangan.

Bu maqsad uchun termopara kontaktlaridan birining temperaturasi doimiy tutilgan holda ikkinchisi temperaturasi o'lchanadigan predmetga tekiziladi va galvanometrning tegishli ko'rsatishi qayd qilinadi. Galvanometrning bu ko'rsatishiga asoslanib bevosita temperaturani bilish mumkin. Buning uchun termopara darajalangan bo'lishi kerak.

Termoelementni darajalash maqsadida ikkinchi kontakti ma'lum, ammo o'zgartirilishi mumkin bo'lgan haroratli muhitga qo'yib va bu muhitni temperaturasini oshira borib, galvanometrni tegishli ko'rsatishlari qayd qilinadi. Natijalar galvanometr ko'rsatishi bilan temperaturalar ayirmasi orasida proporsionallik saqlanmagan holda interpolyatsiya yo'li bilan oraliq temperaturalarini o'lchash imkonini beruvchi grafik (to'g'ri chiziq bo'lmagan grafik) ko'rinishda tasvirlanadi, yoki bu proporsionallik mavjud bo'lganda

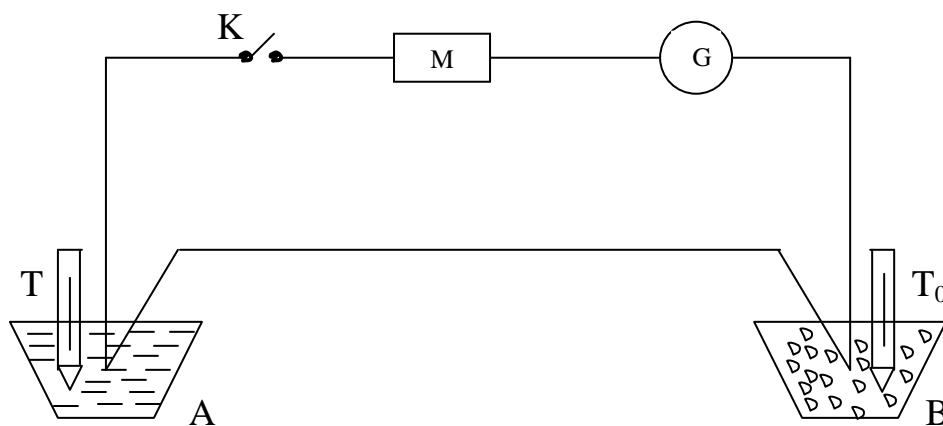
$$a_n = \gamma(t_n^0 - t_0^0) \quad (3)$$

formula ko'rinishida tasvirlanadi. Bundan

$$\gamma = \frac{a_n}{t_n^0 - t_0^0} \quad (4)$$

Termoelektr hodisalar hozirgi vaqtda temperaturalarini o'lchashda keng qo'llaniladi. Lekin termopara yordamida temperaturani aniq o'lchash mushkul. Asosiy qiyinchilik shundaki katta temperaturalar farqida ham EYUKning qiymati kichik bo'ladi.

1- mashq: Termoparani darajalash. Temir dastasi boʻlgan yogʻoch plangaka mahkamlangan ikkita termoparani birini A idishga, ikkinchisini B idishga kiritiladi (7-rasm). Idishlarga bir xil temperaturali suv quyiladi. Termoparalarni bitta kontaktlari sim bilan ulangan, ikkinchi kontaktlari oʻtkazgich bilan galvanometr ga ulanadi. Bu holda galvanometr strelkasi ogʻmasligi kerak. Suvning boshlangʻich uy temperaturasi T_0 haroratini termometr bilan oʻlchab yozib olamiz. Keyin B idish elektroplitka yordamida isitiladi va temperatura har 5° ga koʻtarilganda galvanometr koʻrsatishi yozib olinadi. Shu ravishda isitilayotgan suvning temperaturasi 90° ga koʻtarilganga qadar davom ettiriladi. Keyin plitka oʻchirilib suv soviyotgan paytda ham har 5° oʻzgarishda temperatura va galvanometr koʻrsatishi qayd qilinadi. a – ning qiymatlarini ordinata oʻqiga, Δt ning qiymatlarini abssissa oʻqiga qoʻyib, natijalar grafikda tasvirlanadi. Agar hosil boʻlgan grafik toʻgʻri chiziq boʻlsa, u holda (3) formuladagi koeffitsiyent γ (4) formula boʻyicha topiladi.



7-rasm.

2-mashq: Termoelementning termoelektr yurituvchi kuchini aniqlash.

(2) formuladagi C doimiylik termoelementni tashkil etuvchi har bir juft metall uchun xos kattalik boʻlib, payvandlarning temperatura ayirmasi 1° boʻlganda vujudga keluvchi EYUKdan iborat. Bu kattalik qancha katta boʻlsa, termoelement shuncha sezgirroq boʻladi. Bu kattalik quyidagicha aniqlanadi: galvanometr strelkasining biror muayyan Δt° temperatura farqiga tegishli boʻlgan ogʻishi a_0

o'lchanadi. So'ngra shu temperatura farqini saqlab tezlik bilan galvanometrغا ketma-ket ma'lum R_1 qarshilik ulab yana galvanometr ko'rsatkichi yozib olinadi: bunda strelkaning og'ishi a_1 bo'lsin. Termoelement, galvanometr va o'lchovchi simlardan tashkil topgan zanjirning noma'lum qarshiligini R_0 bilan belgilab,

birinchi hol uchun

$$E = ia_0R_0 \quad (5)$$

ikkinchi hol uchun

$$E = ia_1(R_0 + R_1) \quad (6)$$

ifodalarni topamiz. Bunda i – galvanometrning sezgirligi, ya'ni galvanometr strelkasini bir bo'limga og'diruvchi tok kuchi. Bu tenglamalardan R_0 ni yo'qotsak

$$E = i \frac{a_0 \cdot a_1}{a_0 - a_1} \cdot R_1 \quad (7)$$

bo'ladi.

U holda

$$C = \frac{E}{t^0 - t_0^0} = \frac{iR_1}{t^0 - t_0^0} \cdot \frac{a_0 \cdot a_1}{a_0 - a_1} \quad (8)$$

“C” kattalik mkV/grad larda o'lchanadi; $i = 10^{-6} \frac{A}{\text{оыл}}$.

Kontrol savollar:

1. Qanday hodisaga termoelektr hodisa deyiladi?
2. TermoEYUKning paydo bo'lish sababini tushuntirib bering.
3. Pelte va Tomson hodisalarini tushuntirib bering.

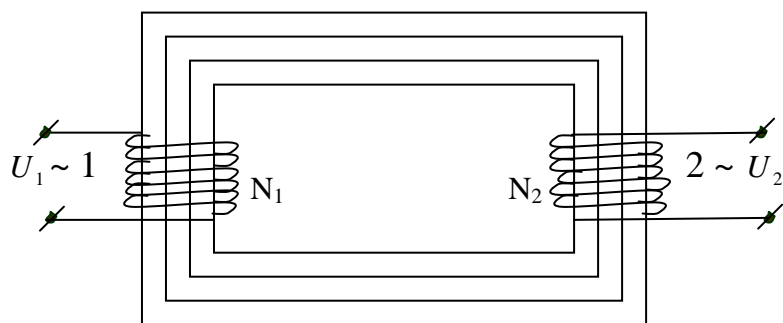
7-LABORATORIYA ISHI

BIR FAZALI TRANSFORMATOR ISHINI O'RGANISH

Kerakli asboblari: Ikkita voltmetrlar (250 V, 30 V), ampermetr, transformator, vattmetr, uchta kalit, o'tkazgichlar

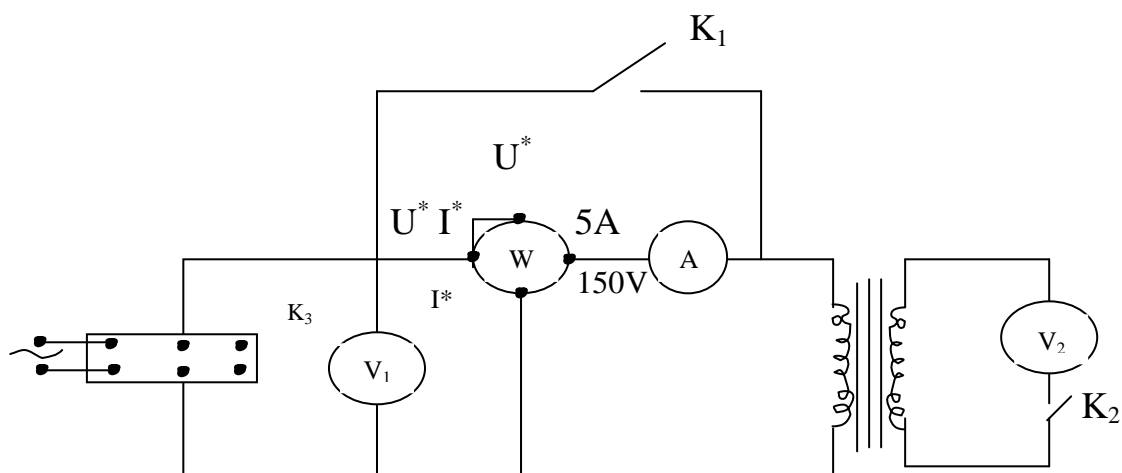
Ishning maqsadi: Bir fazali transformatorning tuzilishi, vazifasi, asosiy harakteristikalari va salt ishlash rejimini o'rganish.

Qisqacha nazariya. Biror kuchlanishli o'zgaruvchan tokning chastotasini o'zgartirmagan holda uni boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirish uchun ishlatiladigan elektromagnit qurilma transformator deyiladi. Transformatorning ishlash prinsipi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Texnika sanoatida ishlatiladigan transformatorlarning o'zagi ma'lum shakldagi berk ramka ko'rinishda yig'ilgan alohida po'lat plastinkalardan iboratdir (8-rasm). Birinchi g'altakdagi o'ramlar soni N_1 , ikkinchi g'altakdagi o'ramlar soni N_2 bo'lsin. Bir fazali transformator bir-biridan izolyatsiya qilgan ikkita (1 va 2, 7-rasm) g'altakdan iborat. Bulardan tok manbaiga ulanadigan 1-birinchi g'altak birlamchi g'altak deyiladi. Tashqariga energiya chiqaruvchi, ya'ni iste'molchiga energiyani taqsimlab beruvchi 2 g'altakda ikkilamchi g'altak deyiladi.



8-rasm.

Transformatorning salt (nagruzkasiz) ishi. Agar birlamchi g'altakka U_1 kuchlanishi tok ulab, ikkilamchi g'altakni ochib qoldirsak transformator nagruzkasiz ishlayapti deyish mumkin. Bu holda transformator iste'mol qilayotgan quvvat asosan birlamchi g'altak o'zagini hamda g'altak o'ramlarini isitishga sarf bo'ladi. Bu yerda sarf qiladigan quvvatning asosiy qismi birlamchi g'altakning po'lat o'zagini isitishda sarf bo'ladi. Shuning uchun ham transformatorning, salt, nagruzkasiz ishini o'rganish o'sha po'lat o'zagni isitishga sarf bo'lgan quvvatni topishga asoslanadi.



9-rasm.

Transformatorni o'zgaruvchan tok manbaiga (tarmoqqa) ulaganda o'zaro ketma-ket ulangan vattmetr va ampermetrda vujudga keladigan qisqa vaqtli kuchli tokdan bu asboblarning zararlanmasligi uchun, ular oldin K_1 kalit bilan qisqa tutashtirilgan bo'lishi kerak. Keyin o'lchash paytida bu kalit ochiladi.

Transformatorning ikkilamchi g'altakidagi kuchlanishni o'lchaydigan V_2 voltmetr K_2 kalit yordamida ulanadi. Transformatorning nagruzkasiz ishini

o'rganish paytida V_2 voltmetrga sarf bo'ladigan quvvat hisobga olmasligi uchun K_2 kalit ochiq holda bo'lishi zarur.

Ishning bajarilishi. 9-rasmdagi sxemaga qarab, elektr zanjir tuziladi. K_1 kalit ulangan, K_2 kalit esa ochiq (ulanmagan) holda bo'lganda, K_3 kalit orqali zanjir 220 V o'zgaruvchan tok manbaiga (tarmoqqa) ulanadi. Keyin K_1 kalit ochiladi va vattmetr, voltmetr V_1 , hamda ampermetr ko'rsatishlari yozib olinib, quyidagi formula orqali $\cos\varphi$ quvvat koeffitsiyenti topiladi:

$$\cos\varphi = \frac{W}{I \cdot V_1} \quad (1)$$

Bunga asosan jadvaldan tok kuchi bilan kuchlanish orasidagi φ faza siljishi aniqlanadi.

K_2 kalit ulanadi va V_2 voltmetrning ko'rsatishi yozib olinadi. Bunga asosan k transformatsiya koeffitsiyenti topiladi:

$$k = \frac{V_2}{V_1} \quad (2)$$

Kontrol savollar:

1. Transformator nima va u qanday vazifani bajaradi?
2. Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi.
3. Transformatorning salt ishlashi deb nimaga aytiladi?
4. Quvvatning yo'qolishi qayerda va nima sababdan bo'ladi?
5. Transformatsiya koeffitsiyenti deb nimaga aytilavdi?

8-LABORATORIYA ISHI

O'ZGARUVCHAN TOK QUVVATI HAMDA TOK KUCHI VA KUCHLANISH ORASIDAGI FAZA SILJISHINI ANIQLASH

Kerakli asboblar: Vattmetr, ampermetr (5-10 A), voltmetr (30 V, 150 V), kondensatorlar batareyasi, induktivlik g'altagi, reostat, o'tkazgichlar.

Ishning maqsadi: Har xil o'zgaruvchan tok zanjirlari uchun $\cos\varphi$ ning qiymatlarini aniqlashdan iborat.

Qisqacha nazariya. O'zgaruvchan tok nazariyasiga asosan kuchlanish pasayishi U_e ga teng bo'lgan zanjirning biron qismida I_e tok kuchi tomonidan vujudga keltiriladigan o'rtacha quvvati W quyidagi tenglikdan aniqlanadi:

$$W = I_e \cdot U_e \cdot \cos\varphi \quad (1)$$

Bu yerdagi I_e va U_e lar tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymati deyiladi. I_e va U_e lar tok kuchi va kuchlanishning maksimal qiymatidan $\sqrt{2}$ marta kam bo'ladi:

$$I_e = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}; \quad U_e = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

φ burchakka esa zanjirning R_1 qarshiligiga, L o'zinduksiyasiga va C sig'imiga hamda tok chastotasi ω ga bog'liq bo'lgan I tok va U kuchlanish o'rtasidagi faza siljishi deyiladi. $\cos\varphi$ kattalik esa quvvat koeffitsiyenti deyiladi.

Agar I_e , U_e va W larni tajriba orqali aniqlash mumkin bo'lsa, $\cos\varphi$ ni (1) tenglikka asosan topish mumkin. I_e va U_e lar ampermetr va voltmetrlarning ko'rsatishiga qarab olinadi. O'rtacha quvvat esa vattmetr orqali o'lchanadi:

$$\cos\varphi = \frac{W}{I_e \cdot U_e} \quad (3)$$

I-mashq:

10-rasmdagi sxemada Z nagruzka o'rniga L induktivlik g'altagini ulab, reostat qarshiligini uch marta o'zgartirib, voltmetr, ampermetr va vattmetr ko'rsatishlarini yozib olamiz va jadvalga yozib qo'yamiz. $\cos\varphi$ ni uch marta aniqlaymiz va o'rtacha qiymatini topamiz.

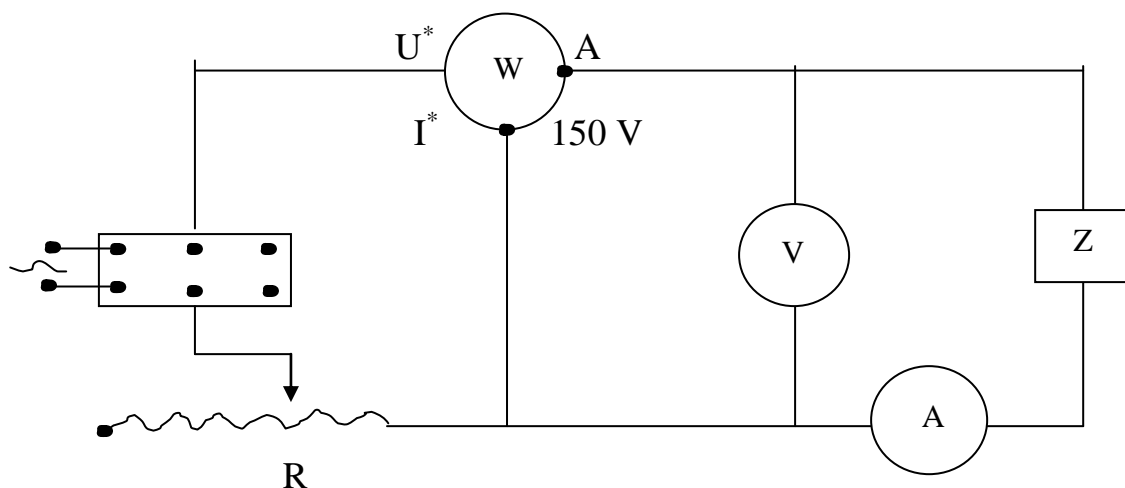
II-mashq:

10-rasmdagi sxemada Z nagruzka o'rniga C kondensatorlar batareyasini ulaymiz va reostat orqali qarshilikni o'zgartirib, $\cos\varphi$ ni uch marta aniqlaymiz.

III-mashq:

10-rasmdagi sxemada Z nagruzka o'rniga L induktivlik g'altagini C kondensatorlar batareyasini ketma-ket ulab, yana uch marta $\cos\varphi$ ni topamiz.

Nihoyat $\cos\varphi$ ning o'rtacha qiymatini va hisoblash xatolarini aniqlagandan keyin $\cos\varphi$ ning kattaligi nimalarga bog'liq ekanligini aniqlaymiz.



10-rasm.

Kontrol savollar:

1. Tok va kuchlanish orasidagi faza siljishini vektor diagramma asosida tushuntiring.
2. Tok va kuchlanishning effektiv qiymatlari deb nimani tushinamiz?
3. Quvvat formulasini $\cos\phi$ ning minimal va maksimal qiymatlarida tekshiring.
4. Quvvat koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
5. Induktivlik va sig'imi bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirdagi quvvat qanday aniqlanadi?
6. Aktiv qarshilikka ega bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirdagi quvvat qanday aniqlanadi?
7. Quvvat koeffitsiyenti qanday amaliy ahamiyatga ega?

9-LABORATORIYA ISHI
DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIKNING
TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: To'lqin uzunligini aniqlaydigan asbob, shtativga o'rnatilgan elektr lampochka, difraksion panjara.

Ishning maqsadi: Sun'iy yorug'lik manbai yordamida hosil bo'lgan spektrlarni o'rganish.

Qisqacha nazariya. Oq yorug'likni yetti xil rangli monoxromatik nurlardan iborat bo'lgan spektrga ajaritish mumkin: qizil, zarg'aldoq, sariq, yashil, havorang, ko'k, binafsha. Bu yetti xil nurlarning har biri o'ziga xos to'lqin uzunligiga ega bo'lib, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1)$$

bunda c – elektromagnit to'lqinning tarqalish tezligi;

ν – elektromagnit to'lqining tebranish chastotasi.

To'lqin uzunligi difraksion panjara yordamida topilishi mumkin.

Difraksion panjara bir xil masofada joylashgan bir qancha juda ingichka shaffof chiziqlardan iborat bo‘lib, ular orasi juda tor noshaffof chiziqlar bilan ajratilgan bo‘ladi.

To‘lqin uzunligini aniqlash uchun ishlatiladigan asbob quyidagidan iborat: uzunligi 532 mm bo‘lgan yog‘och brusokning ustiga millimetrli shkalasi bo‘ladi. Brusokning old tomonida ramka o‘rnatilgan bo‘lib, unga difraksion panjara qo‘yiladi. Ikkinchi tomonidan brusok bo‘yicha harakatlana oladigan korat metallik plastinka o‘rnatiladi. Bu ekran o‘rtasida kichik to‘rtburchakli tirqish kesilgan. Ekraning pastki qismida mm-li shkalasi bo‘lgan oq qog‘oz yopishtirilgan bo‘lib, shkalaning nol chizig‘i yordamida shtativga mahkamlanishi mumkin.

Asbob bilan ishlash. Asbobni ko‘z balandligiga moslashtirib shtativga mahkamlanadi. Ramkaga difraksion panjara qo‘yiladi va uni ko‘zga yaqinlashtirib erkanning tirqishi orqali lampochkaga qaraladi. Lampochkaning yorug‘lik chiqarayotgan spirali vertikal holda ekrandagi tirqishga parallel ravishda joylashgan bo‘lishi kerak. Bu holda tirqishning ikki tomonida simmetrik joylashgan diffraksion spektrlar ko‘rinadi. Bu spektr 7 xil rangdan iborat bo‘lib, binafsha rangi tirqishga yaqinroq joylashadi. Odatda 1 mm da 100 ta shtrixi bo‘lgan panjara ishlatilganda ekranda ikki juft spektrlar ko‘rinadi. Tirqishga yaqin turgan spektr birinchi tartibli, undan keyingisi ikkinchi tartibli va hokazo spektrlar deyiladi.

Ishning bajarilishi. Bu ishda binafsha va qizil nurlarning to‘lqin uzunligi aniqlanadi. Buning uchun ekranda spektrni kuzatib avval binafsha, keyin qizil nur turgan joydagi shkalaning qiymati yozib olinadi. Bu binafsha yoki qizil chiziqdan tirqishgacha bo‘lgan masofa d bo‘ladi. So‘ngra difraksion panjaradan ekrangacha bo‘lgan masofa λ brusokdagi shkaladan aniqlanadi. Geometrik nuqtai nazardan quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{\lambda} \quad (2)$$

Ikkinchi tomondan yozishimiz mumkin:

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{a} \quad (3)$$

bunda a – difraksiyon panjaraning doimiyliigi, $a = \frac{1}{100} \text{mm}$;

λ – yorug‘likning to‘lqin uzunliigi.

Burchak α kichik bo‘lganliigi uchun uning tangensini sinusi bilan almashtirsak, deyarli xato bo‘lmaydi: $\text{tg}\alpha \approx \sin\alpha$

U holda

$$\frac{d}{\lambda} = \frac{\lambda}{a} \quad (4)$$

Bundan

$$\lambda = \frac{d}{\lambda} \cdot a \quad (5)$$

Bu formula bilan yorug‘likning to‘lqin uzunliigi aniqlanadi.

Aniqroq natija olish uchun λ masofa kattaroq olinadi va ekranning shunday holati topiladiki, kuzatiladigan rangdagi spektr ekrandagi shkala chizig‘ining ustiga tushsin (d masofa butun son bo‘lsin).

Tajriba qizil va binafsha nurlarning har biri uchun uch martadan o‘tkaziladi: to‘lqin uzunliklarning o‘rtacha qiymati, absolyut (mutloq) va nisbiy xatolar hisoblab topiladi.

Kontrol savollar:

1. Ishning maqsadi va bajarilishi.
2. Yorug‘lik difraksiyasi deb nimaga aytiladi?
3. Yorug‘likning elektromagnit va kvant nazariyasini tushuntiring.
4. Yorug‘likning to‘lqin uzunliigi, amplituda va chastotasi nima?
5. Spektr deb nimaga aytiladi va u qanday hosil bo‘ladi?

ADABIYOT:

1. Goldin L.L., Igoshin F.F., Kopel S.M. Rukovodstvo k laboratornim zanyatiyam po fizike. M., “Nauka”, 1983.
2. Iveronova V.I. Fizikadan praktikum. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1979.
3. Nazirov E.A., Sayfulina N.X. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1979.
4. Ansiferov L.I. Fizicheskiy parktikum. M, “Prosvesheniye”, 1982.
5. Tojiyev A. Fizikadan laboratoriya ishlari. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1983.
6. Saidmurodov T., Vahobov M. Molekulyar fizikadan praktikum. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1987.
7. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1989-1991 yy.
8. No‘monxo‘jayev A.S. Fizika kursi, 1-qism. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1992.
9. Safarov A.S. Fizika. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1992.
10. Nazarov U.K. Umumiy fizika kursi, 1-qism. Toshkent, “O‘qituvchi”, 1992.
11. Ismoilov M., Xabibullayev P., Xalkulin M. Fizika kursi. Toshkent, “O‘zbekiston”, 2000.
12. Abdusalomova M.N. Ma’ruzalar matni. Samarqand, 2003.
13. Nazarov U.K. Umumiy fizika kursi. II – jild. Toshkent, “O‘zbekiston”, 2002.

JADVALLAR

1. Asosiy fizik kattaliklar

Fizik kattaliklar	Son qiymatlari
Yorug‘likning vakuumdagi tezligi c	$3 \cdot 10^8 \text{ m/c}$
Elektron zaryadi e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Bolsman doimiysi k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ж/К}$
Universal gaz doimiysi R	$8,31 \text{ Ж/моль} \cdot \text{К}$
Plank doimiysi h	$6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Ж} \cdot \text{с}$
Gravitatsion doimiysi γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Avogadro soni N_a	$6,025 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Loshmidt soni n_0	$2,69 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
Erkin tushish tezlanishi g	$9,807 \text{ м/с}^2$
Normal sharoitda ideal gazning molyar hajmi V_μ	$22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{моль}$
Faradey soni F	$9,648 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}$
Tinchlikdagi massa:	

Elektron uchun m_e	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Proton uchun m_p	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Neytron uchun m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2. Ba'zi suyuqliklarning xossalari

Suyuqlik	Zichlik, kg/m^3	20 °S dagi solishtirma issiqlik sig'imi		20 °S dagi sirt taranglik koeffitsiyenti, H/m
		$\text{Ж/кг} \cdot \text{град}$	$\text{кал/г} \cdot \text{град}$	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1,0	0,073
Glitserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjut moyi	900	1800	0,43	0,035
Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2150	0,6	0,02

3. Ba'zi qattiq jismlarning xossalari

Moda	Zichlik kg/m^3	Erish temperaturasi, °S	Solishtirma issiqlik sig'imi		Erish solishtirma issiqligi, J/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffitsiyenti, grad^{-1}
			$\text{Ж/кг} \cdot \text{град}$	$\text{кал/г} \cdot \text{град}$		
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	$3,22 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Temir	7900	1530	500	0,119	$2,72 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Jez	8400	900	386	0,092	-	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Muz	900	0	2100	0,5	$3,35 \cdot 10^5$	-
Mis	8600	1100	395	0,094	$176 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{-5}$

Qalay	7200	323	230	0,055	$586 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Platina	21400	1770	117	0,028	$113 \cdot 10^5$	$0,89 \cdot 10^{-5}$
Po'kak	200	-	2050	0,49	-	-
Qo'rg'oshi n	11300	327	126	0,030	$2,26 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Kumush	10500	960	234	0,056	$8,8 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Po'lat	7700	1300	460	0,11	-	$1,06 \cdot 10^{-5}$
Rux	7000	420	391	0,093	$1,17 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^{-5}$

4. Ba'zi qattiq jismlarning elastik xossalari

Modda	Mustahkamlik chegarasi, H/m	Yung moduli, H/m ²
Alyuminiy	$1,1 \cdot 10^8$	$69 \cdot 10^{10}$
Temir	$2,94 \cdot 10^8$	$19,6 \cdot 10^{10}$
Mis	$2,45 \cdot 10^8$	$11,8 \cdot 10^{10}$
Qo'rg'oshin	$0,2 \cdot 10^8$	$1,57 \cdot 10^{10}$
Kumush	$2,9 \cdot 10^8$	$4,7 \cdot 10^{10}$
Po'lat	$7,85 \cdot 10^8$	$21,6 \cdot 10^{10}$

5. Ba'zi qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanligi

($\lambda, Bm/m \cdot \text{grad}$)

Alyuminiy	210
Temir	58,7
Eritilgan kvarts	1,37
Mis	390
Kumush	460
Ebonit	0,174

6. Dielektriklarning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi

Modda	Nisbiy dielektrik singdiruvchanligi
-------	-------------------------------------

Mum	7,8
Suv (dissilangan)	81,0
Kerosin	2,0
Moy	5,0
Parafin	6,0
Slyuda	6,0
Shisha	6,0
Chinni	6,0
Ebonit	2,6
Parafinlangan qog'oz	2,0

7. O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi

Modda	Solishtirma qarshiligi, 0 °S da Om·m
Alyuminiy	$2,53 \cdot 10^{-8}$
Grafit	$3,9 \cdot 10^{-7}$
Temir	$8,7 \cdot 10^{-8}$
Mis	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Nixrom	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Simob	$9,4 \cdot 10^{-7}$
Qo'rg'oshin	$2,2 \cdot 10^{-7}$
Po'lat	$1,0 \cdot 10^{-7}$

