

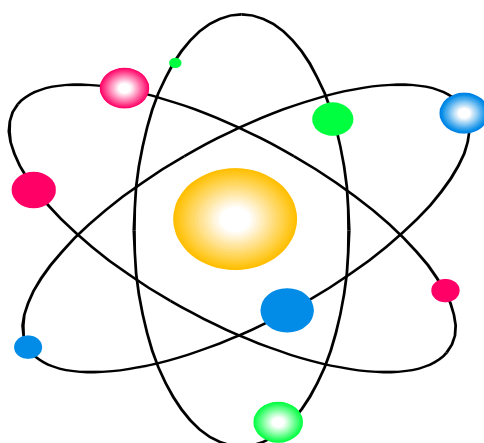
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA FAKULTETI

“FIZIKA” KAFEDRASI

Mechanics, molecular physics, electromagnetism, optics and nuclear physics
experiments performed according to

USLUBIY KO'RSATMA



Namangan-2020

Ushbu fizika fanidan tayyorlangan uslubiy ko'rsatma muhandislik-texnologiya, yengil sanoat texnologiyasi, kimyoviy-texnologiya, avtomatika va energetika, qishloq ho'jaligi texnologiyasi fakultetida ta'lim oluvchi bakalavrlar uchun mo'ljallangan bo'lib u fanning namunaviy dasturi asosida tuzilgan.

Uslubiy ko'rsatmaga fizika fanining mexanika molekulyar fizika, elektromagnetizm, optika va yadro fizikasi bo'limlaridan mavzulariga oid qisqacha nazariy ma'lumotlar va shu mavzularga tegishli bo'lgan laboratoriya mashg'ulotlari, ularni bajarish tartibi hamda talabalarni olgan nazariy bilimlarini tekshirish uchun savollar kiritilgan.

Uslubiy ko'rsatmadan kasb-hunar texnikumlari o'qituvchilari va o'quvchilari ham foydalanishlari mumkin.

TUZUVCHI:

f.-m.f.d. professor P. Usmanov

Taqrizchilar:

R. Ikramov – fiz.-mat. fanlari doktori, professor (NamMTI).

O. Mamatkarimov – fiz.-mat. fanlari doktori, professor (NamMTI).

Uslubiy ko'rsatma Namangan muhandislik-texnologiya instituti «Fizika» kafedراسi yig'ilishi (2020 yil -sonli bayonnoma) va institut ilmiy-uslubiy kengashida (2020 yil -sonli bayonnoma) ko'rib chiqilib, chop etishga tavsiya etilgan.

SO'Z BOSHI

Jamiyatimizning hozirgi taraqqiyotida fan-texnika yutuqlarini ishlab chiqarishga joriy qilish har qachongidan ko'ra katta ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada texnika oliy o'quv yurtlari tomonidan tayyorlanayotgan malakali injener-mutaxassislarning roli mislsiz kengdir. Binobarin, ishlab chiqarishni fan yutuqlari, ayniqsa mikroelektronika, hisoblash texnikasi, asbobsozlik, mashinasozlik asosida yangilash bilan uning samaradorligini oshira oluvchi, moddiy boyliklarni iqtisod eta oluvchi injenerlar tayyorlash oliy texnika o'quv yurtlarining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Hozirda kunda prizdentimizning ta'limga bo'lgan etibori malakali o'qituvchilar va yosh kadrlar va albatta yetishib chiqayotgan kadrlar hammamiz bunga labbay deb javob qaytarishimiz kerek. Bu esa hozirgi zamon texnologiyasini taraqqiy ettirishga katta hissa qo'shayotgan fundamental fanlardan biri hisoblangan fizika va uning tatbiqiga alohida e'tibor berilishini taqozo etadi. Ushbu fan bo'yicha bulg'usi yosh kadrlarga chuqur bilim berish bilan bir qatorda, fizikaning yutuqlarini texnikaga, ishlab chiqarishning turli sohalariga qo'llay bilish ko'nikmalarini shakllantirish ham zarur. Shu jihatdan qaraganda, fizika fani bo'yicha o'tkaziladigan laboratoriya mashg'ulotlari katta ahamiyatga va keng imkoniyatlarga egadir.

Ma'lumki, oliy o'quv yurtiga kirgan talabalarning dastlabki bilim va ko'nikmalari turlichadir: o'rta maktabni bitirib oliy o'quv yurti studenti bo'lgan yoshlarda nazariy bilim kengroq bo'lib, amaliy ko'nikmalari yetarli bo'lmaydi, ishlab chiqarish stajiga ega bo'lganlarda esa aksincha. Boshlang'ich kurslarda o'tiladigan amaliy mashg'ulotlarda, jumladan, laboratoriya mashg'ulotlarida bu tafovutni yo'qotish imkoniyatlarini izlash maqsadga muvofiq.

Ana shu kamchiliklarni yo'qotish maqsadida qo'llanmada har bir bo'limga doir laboratoriya ishlarining tavsifini keltirishdan avval asboblari bilan tanishuv ishlari beriladi va o'quv jarayonida dastlab ularning bajarilishi ko'zda tutiladi. Ushbu holat asosiy laboratoriya ishlarini muvaffaqiyatli bajarishga studentlarni tayyorlash bilan bir qatorda qisqa muddat ichida o'rta maktab fizika kursining mazkur bo'limi bo'yicha olgan bilimlarini qayta eslash imkonini beradi.

Qo'llanmadagi hisoblashlari murakkabroq bo'lgan laboratoriya mashg'ulotlari so'ngida kompyuter yordamida laboratoriya ishi natijalarini hisoblash uchun "Fortran" tilida dasturlar va xatoliklarini hisoblash yo'llari va jadvallar keltirilgan.

Qo'llanma Namangan muhandislik-texnologiya institutining barcha ta'lim yo'nalishidagi talabalar uchun mo'ljallangan.

FIZIK KATTALIKLAR QIYMATLARINI O'LCHASH VA ULARNING XATOLIKLARINI ANIQLASH USULLARI

O'lchashdagi xatoliklar. Tadqiqotda fizik kattalikni o'lchash – bu eng muhim va mas'uliyatli ish. Biror kattalikning o'lchangan son qiymati uning aniq qiymatidan qancha katta yoki kichikligini aniqlash muhimdir.

Bevosita o'lchash usulida biror aniq fizik kattalik o'lchov asboblarining ko'rsatishi asosida (masalan, vaqt–sekundomer, tok kuchi – ampermetr, yoritilganlik–lyuksmetr yordamida va sh.k.) aniqlanadi.

Ko'pchilik hollarda qidirilayotgan fizik kattalikni o'lchov asboblarini ishlatmasdan, bog'lanishlar asosida hisoblash yo'li bilan ham topish mumkin. Masalan, jismning erkin tushish tezlanishi g ni o'lchov asboblari bilan o'lchab bo'lmaydi. Uni aniqlashda jismning biror h balandlikdan erkin tushishi uchun ketgan t vaqt sekundomer bilan, h balandlik chizg'ich bilan o'lchanadi va $u = gt^2/2$ formuladan foydalanib hisoblab topiladi. So'ngra g ning tajribada aniqlangan qiymati uning o'zgarmas kattaliklar kiritilgan jadvaldagi qiymati bilan taqqoslanadi. Xuddi shunday $Q = mc(T_2 - T_1)$ dan m , c , T_2 , T_1 kattaliklarning o'lchangan va jadvalda keltirilgan qiymatlari asosida issiqlik miqdori hisoblanadi va h.k.

Yuqorida keltirilgan hisoblash yoki o'lchash usullarida o'ziga xos xatoliklarga yo'l qo'yiladi.

Sanash bilan hisoblanadigan ayrim holatlarda, masalan, sinfdagi o'quvchilar sonini, stol ustidagi o'quvchi foydalanayotgan kitoblar sonini hisoblashda va sh.k.da mutlaqo xatolik bo'lmasligi mumkin. Demak, har qanday turdagi fizik kattalikni o'lchashda muayyan xatolikka yo'l qo'yiladi. Unda *haqiqiy qiymat* (x_{haq}) bilan o'lchangan x *qiymat* o'rtasida musbat yoki manfiy ishorali Δx farq bo'ladi. Bundan o'lchangan har qanday kattalik o'ziga xos xatolik bilan tavsiflanadi, degan fikr kelib chiqadi.

Xatoliklar ikki xil: sistematik xato va tasodifiy xato bo'ladi. *Sistematik xatoliklar* olchov asboblarining nosozligidan, ularning noto'g'ri ishlatilishidan hamda qo'llanilgan nazariyaning nomukammalligi, ya'ni hamma hodisalar e'tiborga olinmaganligidan paydo bo'ladi.

Tasodifiy xatoliklar o'lchash vaqtida nazorat qilib bo'lmaydigan tasodifiy ta'sirlar hisobiga paydo bo'ladi. Bu xatolik hisobiga o'lchash natijasi ma'lum qiymatga ortishi yoki kamayishi mumkin. Ushbu xatolikni hisobga olishda eng yaxshi usul – hamma o'lchash natijalarining o'rta arifmetik qiymatini olishdir, ya'ni:

$$x_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$x_{o'rt}$ ma'lum darajadagi xatolik bilan aniqlanadi. Shuning uchun ma'lum qiymatni undan ayirish yoki unga qo'shish zarur. Bu xatolik *o'lchashning absolut xatoligi* deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta x_i = |x_{ort} - x_i|, \quad (2)$$

uning o'rtacha qiymati esa

$$\Delta x_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n} \quad (3)$$

Yuqoridagi ifodalarda n – o'lchashlar soni; x_i – biror i -o'lchash natijasi; $x_{o'rt}$ – hamma o'lchangan natijalarning o'rta arifmetik qiymati; Δx_i – o'lchash uchun absolut xatolik bolib, $\Delta x_{o'rt}$ – uning o'rtacha qiymati.

O'lchashning sifati to'g'risida gap ketganda absolut xatolik yetarli bo'lmay qoladi. O'lchashning sifati faqat nisbiy xatolik asosida baholanishi mumkin.

Nisbiy xatolik deb, absolut xatolikning o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy yoki o'rtacha qiymati nisbatiga aytiladi va u foiz hisobida olinadi, ya'ni

$$E = \frac{\Delta x_{o'rt}}{x_{o'rt}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Lab.1. Gorizonttal burchak ostidagi otilgan jismning harakatini o'rganish.

Tajriba maqsadi

- Uchish uzoqligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash.
- Ko'tarilish balandligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash.

Nazariy tamoyili

Tajribada m massali po'lat sharcha gorizontga α burchak ostida v_0 boshlang'ich burchak ostida otilgan. Po'lat sharchaning gravitatsiya maydonidagi harakatining tekisligidagi proeksiyasi quydagi tenglama bilan

tavsiflanadi.

Quyidagi boshlang'ich shartlar asosidagi

$$\vec{r}(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{va} \quad \vec{v}(0) = \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_0 \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$$

(I) tenglama yechimi po'lat shar koordinatalarining t vaqt funksiyasi kabi ifodalanadi:

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

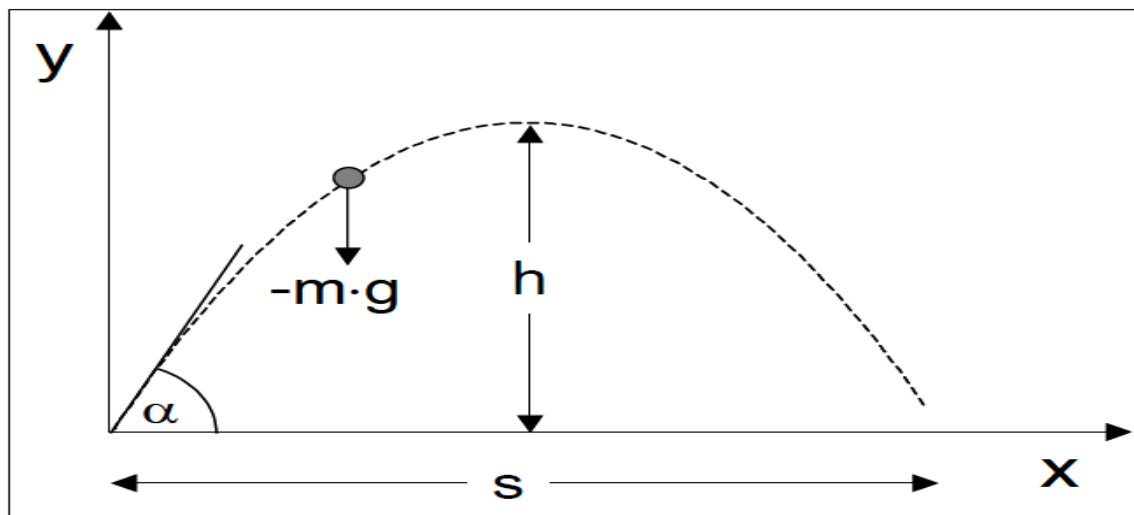
$$y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (\text{II})$$

Bularni s uchish masofasi va h maksimal ko'tarilish balandligining h og'ish burchagi α va v_0 boshlang'ich tezlikka bog'liq tenglamalar kabi ifodalash mumkin:

$$s = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad (\text{III})$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha \quad (\text{IV})$$

Bu tajribada uchish uzoqligi s va h maksimal ko'tarilish balandligi α og'ish burchagining funksiyasi sifatida v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymati uchun aniqlangan.



1-rasm: Moddiy nuqtaning gravitatsiya maydonidagi harakati. (I) tenglama asosida bo'ladigan harakatning tanlangan koordinatalar sistemasida tavsiflanishi.

Qurilma asbob-anjomlari

1 Katta proeksion qurilma	336 56
2 Qisqich	301 06
1 Vertikal shkala, 1 m.....	311 22
1 Po'lat o'lchov lentasi, 2 m.....	311 77
1 Egarsimon asos.....	300 11
1 Laboratoriya tagligi II.....	300 76
1 Lotok, 552 x 197 x 48 mm	649 42
1 Kvarts quv 1 kg	309 00 743

Texnika xavfsizligi

Proyeksion qurilma yorlig'idagi texnika xavfsizligi bo'yicha tavsiyalar bilan tanishing. Qurilmani o'rnatishda yoki ish jarayonida barmoqlaringizning xavfli zonalarida bo'lishiga yo'l qo'ymang. Qo'lingizni jaraholashdan saqlaning

Qurilma

- Proyeksion qurilmani 2-rasmda ko'rsatilgani kabi stolga o'rnatish.
- Latokni laboratoriya tagligiga o'rnatish.
- Qum to'shalma sathi (I usulda) yoki oq qog'oz varagi ustidagi nusxa olish qog'ozi (II usulda) sathi proyeksion qurilmadagi sharcha sathi (10 sm) bilan bir xil sathdabo'lsin.
- Traektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligini o'lchash uchun shoxsimon asosga shkala o'rnatish.

Tajribani o'tkazish tartibi

a) Uchish uzoqligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

- Berilgan boshlang'ich v_0 tezlikda α uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog'liqligini o'lchang.
- Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holatiy'ani v_0 boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

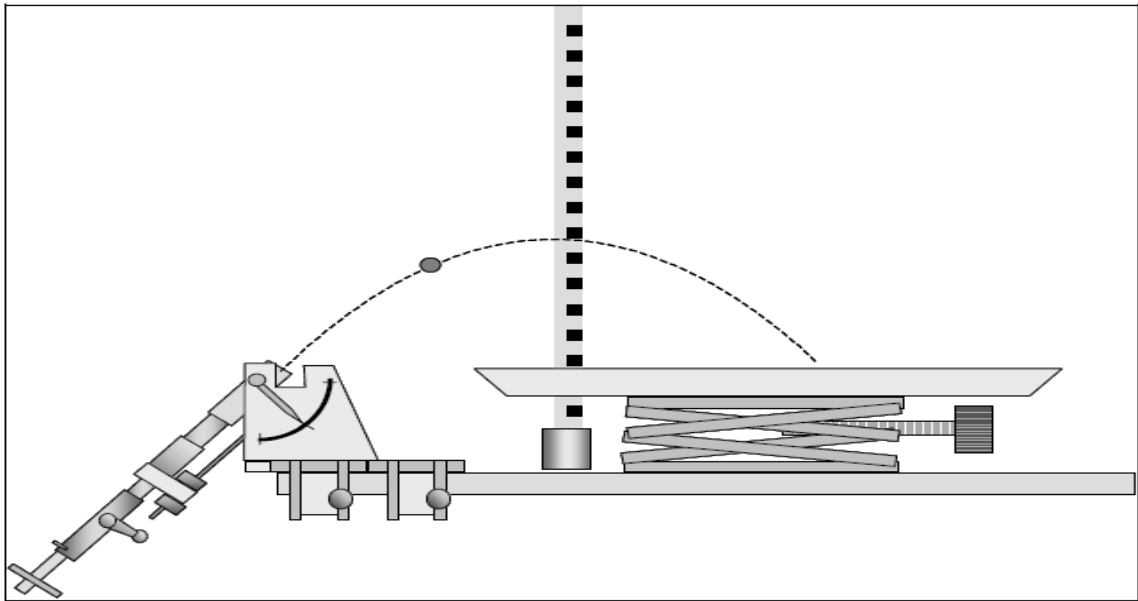
Eslatma: Sharchaning tushish nuqtasi ikki usulda Qum to'shalma (I usul) yoki oq qog'oz varagi ustidagi nusxa olish qog'ozini qo'yish (II usul) bilan qayd qilinishi mumkin. Ikkinchi usul uchun nusxa olish va oq qog'ozni yopishqoq lenta bilan mahkamlash tavsiya qilinadi. Har bir tushish nuqtasini raqamlab boring (336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasiga qarang).

b) Ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash

- Berilgan v_0 boshlang'ich tezlikda maksimal ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini o'lchang.
- Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y'ani boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma. Trayektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligi vertikal shkalali harakatlanuvchi chizg'ich bilan oson va aniq aniqlanishi mumkin.

Qo'shimcha ma'lumot uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasiga qarang.



2-rasm. Uchish uzoqligi va balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlovchi tajriba qurilmasi tuzilish chizmasi. Biror o'zgarish borligini tekshirish uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasi bilan solishtiring.

O'lchash namunasi

a) Determination of the range as function of inclination angle

1-jadval. Turli boshlang'ich tezliklarda uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog'liqligi.

1-jadval

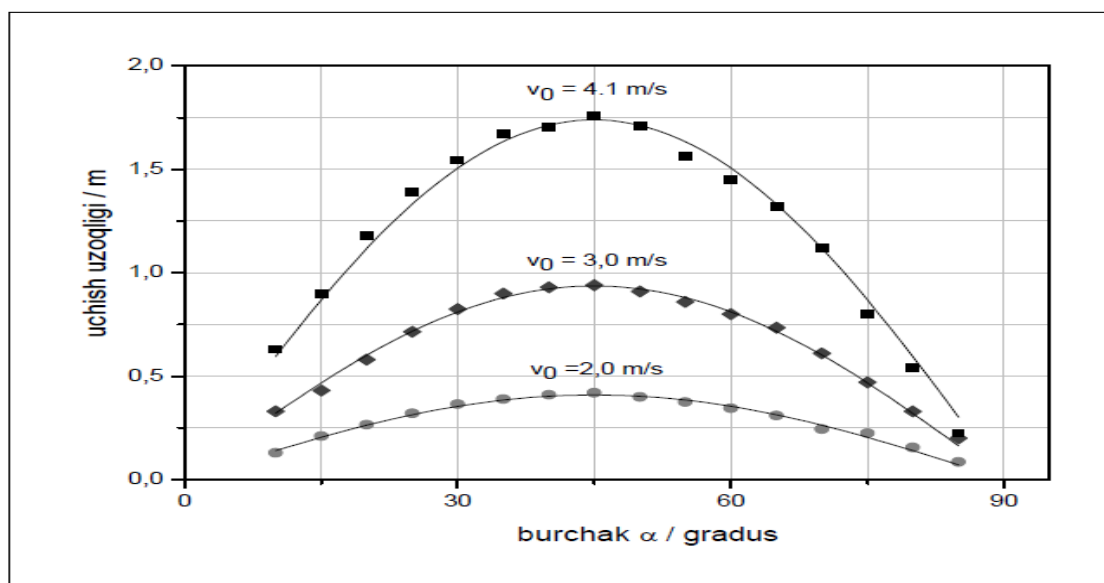
α gradus	s_1 m	s_2 m	s_3 m
10	0.130	0.330	0.630
15	0.210	0.430	0.900
20	0.265	0.580	1.180
25	0.320	0.715	1.390
30	0.365	0.825	1.545
35	0.390	0.900	1.670
40	0.410	0.930	1.705
45	0.420	0.940	1.760
50	0.400	0.910	1.710
55	0.375	0.860	1.565
60	0.345	0.800	1.450
65	0.310	0.735	1.320
70	0.245	0.610	1.120
75	0.225	0.470	0.800
80	0.155	0.330	0.540

2-jadval

α gradus	h_1 m	h_2 m	h_3 m
10	—	0.025	0.035
15	0.0250	0.035	0.075
20	0.030	0.065	0.115
25	0.035	0.105	0.180
30	0.065	0.140	0.235
35	0.080	0.175	0.305
40	0.085	0.213	0.375
45	0.110	0.230	0.460
50	0.130	0.285	0.530
55	0.150	0.320	0.580
60	0.165	0.375	0.640
65	0.185	0.410	0.730
70	0.195	0.422	0.760
75	0.225	0.430	0.825
80	0.235	0.445	0.840

b) Balandlik va uchish otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

2-jadval: Uchta har xil boshlang'ich tezliklar uchun h maksimum ko'tarilish blandligining otilish burchagiga bog'liqligi.



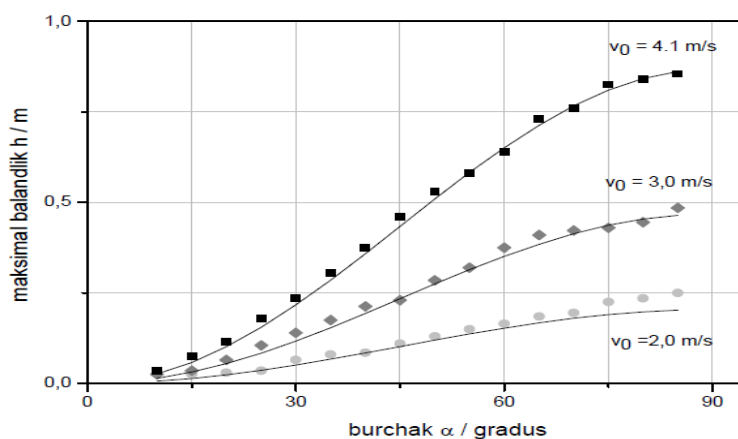
3-rasm: Uchta v_0 boshlang'ich tezliklar qiymatida s bosib o'tilgan yo'l qiymatining α o'g'ish burchagiga bog'liqligi. Uzluksiz chiziqlar (III) tenglama asosida kichik kvadratlar usuli bilan hisoblangan qiymatlarga mos keladi.

3-rasmdan boshlang'ich v_0 tezlik $\alpha = 45^\circ$ burchak uchun (III) tenglamadan aniqlangan:

$$v_1 = 2.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 3.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_3 = 4.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



4-rasm: v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymatlaridamaksimal ko'tarilish balandligining α og'ish burchagigabog'liqligi. Uzluksiz chiziqlar (IV) tenglama asosida kichikkvadratlar usulida aniqlangan qiymatlarga mos keladi.Parobalik qonuniyatdan chetlashish havoning qarshiliginatijasi bo'lishi mumkin.3- va 4-rasmlardagi grafiklar (III) va (IV) tenglamalardaifodalangan qonuniyatlarni vertikal erkin tushishda vagorizontal harakatda qarshilik bo'lmagan deb hisoblansa to'latasdiqlaydi. Po'lat sharcha trayektoriyasi kengligi va balandligi

otilish burchagi va boshlang'ich tezligi qiymatiga bog'liqbo'lgan parabaladir.

Tajriba maqsadi

- Bu tajriba shuni ko'rsatadiki, qiya trayektoriya bo'ylab harakatni vertikal ba gorizontal yo'nalgan ilgarilanma harakatlaryig'indisi deb qarash mumkin. .

Nazariy tamoyili

Tajribada v_0 boshlang'ich tezlikli jims (sharcha) gorizontga bnisbatan α burchak ostida $t=0$ vaqtda otilgan. Jism ko'chishianiqlash uchun koordinatalar sistemasi kiritilgan bo'lib,harakat trayektoriyasi xy-tekislikka chiziladi va jismning boshlang'ich vaziyati koordinatalar boshi bilan mos tushadi(1-rasmga qarang). Harakatning x_1 va y_1 tashkil qiluvchilariquyidagilardir.

$$x_1(t) = v_0 t \cos \alpha$$

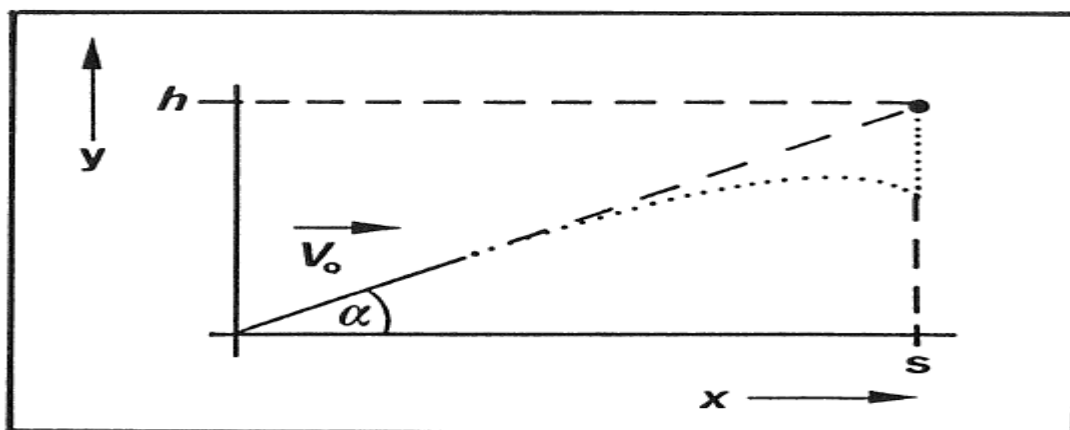
$$y_1(t) = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$$

bu yerda g -erkin tushish tezlanishi. x_1 tashkil qiluvchi ilgarilanma harakatni y_1 tashkil qiluvchi esa $v_0 \sin \alpha$ boshlang'ich tezlikli vertikal harakatni tavsiflaydi.(1) va (2) tenglamalarni tajribada tekshirish uchun ikkinchi sharcha koordinatalar sistemasida (s, h) nuqtaga o'rnatilgan(1-rasmga qarang) va birinchi jism otilgach qo'yib yuboriladihamda erkin tushadi. Bu ko'chish quyidagich ifodalanadi (y_2 tashkil qiluvchi)

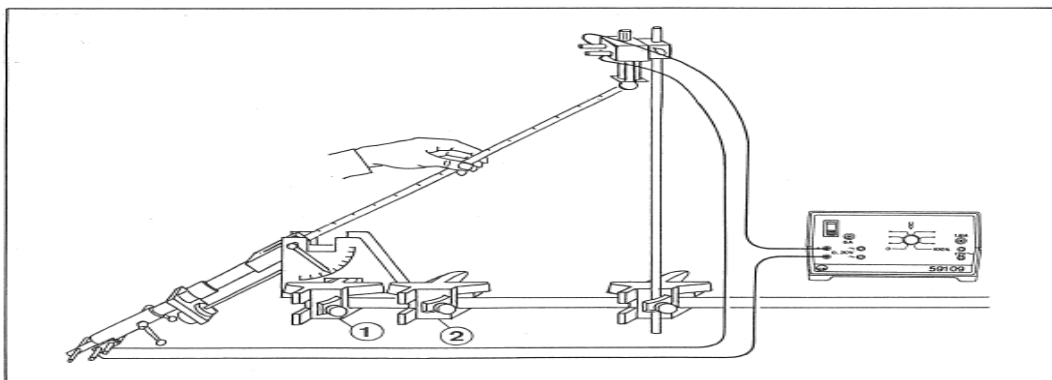
$$y_1(t = t_s) = \frac{s * \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{2} g t_s^2 = h - \frac{1}{2} g t_s^2$$

$$y_2(t) = h - \frac{1}{2} g t^2 \quad t_s = \frac{s}{v_0 \cos \alpha} \quad \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \right)$$

$$y_2(t) = -\frac{1}{2} g t^2$$



5-rasm: Qiya otilgan jism harakatini erkin tushuvchi jismharakati bilan solishtirish.



6-rasm. Qiyalik bo'ylab harakatni o'rganish qurilmasi va qiyalik burchagini o'rnatish.

Qurilma tarkibi

1. katta namoyish qurilmasi
2. ushlab turuvchi magnit
- 3.ta'minlash manbai 10 V DC va 2A
4. past kuchlanishli transformator
5. metall o'lchov lentasi
6. qisqichlar
7. asosli sterjen, 75 sm

Tajribani bajarish tartibi:

Proyeksion qurilmaning ishga tushirish uchun qattiq siqilgan prujinasini bo'shatish mexnizmini bosib va sharlar uchishi trayektoriyasini kuzating. Kerak bo'lsa proyeksion qurilmani qayta sozlang. Agar sharlar to'qnashsa prujinaning siqilish darajasini o'zgartiring va tajribani takrorlang.

Lab. 2. Matematik mayatnik yordamida og'irlik kuchining tezlanishini aniqlash.

Tajriba maqsadi

- Mayatnik tebranish davrining mayatnik ipi uzunligiga bog'liqligini aniqlash.
- Mayatnik tebranish davrining mayatnik og'ish burchagiga bog'liqligini aniqlash.
- Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.

Kirish

Tebranish (va to'lqin) tabiatda va texnikada ko'p kuzatiladigan va yaxshi ma'lum bo'lgan hodisadir. Buhodisani ham nazariy ham amaliy o'rganish fizikaning fundamental asoslarini tushunish va o'rganishda judamuhim hisoblanadi. Shuningdek bu tajribalar nazariy vaamaliy fizika orasidagi bog'liqlikni elementar darajada tushunishga imkon beradi.

Matematik mayatnik tajribasi mexanik tebranishni modelinivaqt va uzunlikni o'lchash bilan tavsiflovchi ko'plab turlitajribalar orasida eng mashhuri hisoblanadi. Boshqa mexaniktebranishlar modelini tadqiq qilish uchun quyidagilarga murojat qiling: fizik mayatnik (ya'ni teskari mayatnik:P1.5.1.2 to P1.5.1.6), prujinali mayatnik (P1.5.2.1 yokiS-laserli harakat sensori bilan CASSY tajribalari: PCP1.5.1

dan PCP1.5.5 gacha) va aylanma tebaranish (P1.5.3.1 dan P1.5.3.4 gacha) bularning bari o'rganilishi zarur bo'lgan tebranishlarning asosiy turlaridir (erkin, majburiy va vaotik tebranishlar titrash tebranishi bilan birga).

Nazariy tamoyillari

Oddiy matematik mayatnik deganda L uzunlikdagivaznsiz ipga osilgan m massali moddiy nuqtatushuniladi. Ishqalanish kuchlarini hisobga olmagan holdamoddiy nuqta harakati Nyuton qonunlari asosida nazariyravishda quyidagicha tavsiflanishi mumkin:

$$J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + D \sin \varphi = 0 \quad (I)$$

$J = m \cdot L^2$: osma chetiga nisbatan inertsia momenti

$D = m \cdot g \cdot L$ kuch momenti

g : erkin tushish tezlanishi

φ : og'ish burchagi

m : massa

Kichik burchaklar ($\sin \varphi \approx \varphi$) uchun (I) tenglama yechimimoddiy nuqta quyidagi tebranish davri bilan o'g'irlik kuchita'sirida tebranishini ko'rsatadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (II)$$

Shuning uchun mayatnik tebranish davri T va L uzunligini bilgan holda matematik mayatnikdan g erkin tushish tezlanishini aniqlash mumkin. Mayatnik tebranishi ham energiya aylanishini kuzatish mumkin bo'lgan standart namunadir. (I) tenglamani t vaqt bo'yicha integrallab energiyaning saqlanish teglamasi ilinishi mumkin:

$$L^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + 2gL(1 - \cos \varphi) = E_{kin} + E_{pot} + E_0 = cons \quad (III)$$

E_{kin} : kinetik energiya

E_{pot} : potensial energiya

E_0 : to'la energiya

$\varphi = \alpha$ bo'lgan nuqtada burchak tezlik nolga tenglashadi va potensial energiya minimal qiymatga erishadi:

$$2gL(1 - \cos \varphi) = E_0 \quad (IV)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \varphi + \dots \right) \quad V$$

Natijalar aniqligini oshirish uchun tebranishlar sonini hamoshirish zarur. Bunday holda erkin tushish qiymatidagixatolik faqat mayatnik uzunligi qiymatidagi xatolikkabog'liq bo'ladi.

Asboblari va anjomlar

1. Osmaga osilgan sharli mayatnik
2. Po'lat o'lchash lentasi, 2 m
3. Stopli soat

Tajribaning borishi

a) Tebranish davrini og'ish burchagi funksiyasi sifatida aniqlash

- Mayatnik uzunligini 1.0 metrdan uzunroq qilib tanlang.
- Bir nechta burchaklar uchun 10 davrni olchang. Og'ish burchagini ϕ ni aniqlash uchun mayatnik tagiga x ni aniq o'lchash uchun metall o'lchagich o'rnatilgan (1-rasmga qarang). Og'ish burchagi quyida berilgan trigonometrik tenglamadan aniqlanadi:

$$\varphi = \arcsin \frac{x}{L} \text{ (VI)}$$

b) Tebranish davrining uzunlikka bog'liqligini aniqlash

- Mayatnik uzunligini 1.0 metrdan uzunroq qilib tanlang.
- O'lchash xatoligini kaamaaytirish uchun 10 tebranish davrini o'lchang
- Mayatnik uzunligi L ni o'lchang.
- tajribani mayatnikning uzunligini oz'gartirib takrorlang. Mayatnik uzunligini 0.8 m dan 2.0 m gacha oraliqda tanlash tavsiya qilinadi.

O'lchash namunasi

a) Tebranish davrining o'g'ish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

1-Jadval. Mayatnik uzunligi L=2.05 m bo'lganda T tebranish davrining (o'lchashda tebranishlar soni 10 dan ko'proq) og'ish masofasi (amplitudasi) va burchagiga bog'liqligi. Og'ish burchagi (VI) tenglama asosida aniqlanadi

$\frac{x}{m}$	$\frac{\varphi}{^\circ \text{deg}}$	$\frac{T}{s}$
0.10	2,8	2,83
0.20	5,6	2.83
0.30	8,4	2.83
0.40	11,3	2.84
0.50	14,1	2.84
0.60	17,0	2.85
0.80	23,0	2.86
1.00	29,2	2.88
1.20	35,8	2.89
1.35	41,2	2.93
1.50	47,0	2.96
1.70	56,0	3.00

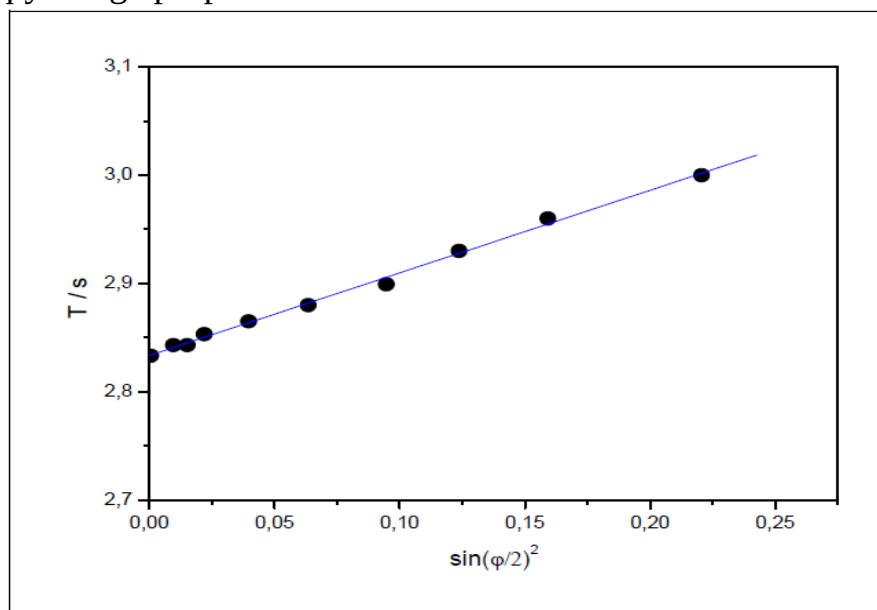
b) Tebranish davrining uzunlikka bog'liqligini o'lchash

2-jadval. Tebranish davri T (o'lchash 10 tebranishda) L uzunlik funksiyasi sifatida (kichik og'ish burchaklarida).

$\frac{L}{m}$	$\frac{T}{s}$
0.80	1.77
1.00	2.10
1.25	2.24
1.50	2.44
1.75	2.66
2.05	2.84

Baholash va natijalar

2-rasm 1-jadval natijalarini akslantiradi: Tebranish davri T (V) tenglamaga asosan $\sin^2(\phi/2)$ qiymatiga proporsionaldir.



2-rasm. Uzunligi $L = 2.05$ m bo'lgan mayatnikning T tebranish davrining og'ish burchagiga bog'liqligi. Bog'lanish yaqqolroq ko'rinishi uchun T qiymatining $\sin^2(\phi/2)$ ga bog'liqligi tasvirlangan. Uzluksiz chiziq (V) tenglama asosida olingan bog'lanishdir.

Lab.3. Gravitatsiya doimiysini Kavendishning burilma tarozsi yordamida aniqlash

Tajriba maqsadi

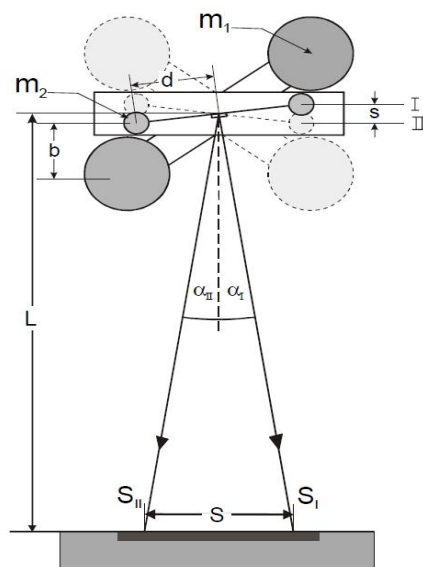
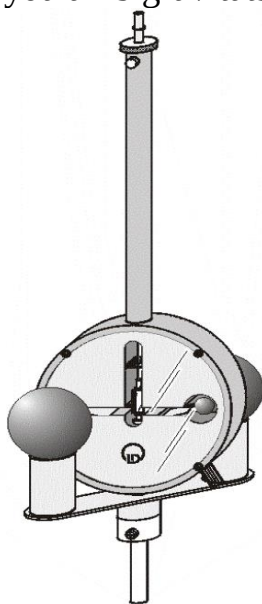
- Aylanma mayatnikning muvozanat vaziyati atrofida tebranishlari so'nishining vatqa bog'liqligini qayd qilish.
- Gravitatsiya doimiysi g ni eng chekka og'ishni aniqlash usulida topish.
- Gravitatsiya doimiysi g ni tezlanish usulida aniqlash..

Qisqacha nazariya

Torsion balansir –Kavendish tarozisi asosini uchlariga osilish nuqtasidan d masofada m_2 massali sharchalar o'rnatilgan, ingichka elastik torga osilgan yengil ko'ndalang tayoqcha tashqil qiladi. Bu ikki sharchalar m_1 massali ikkita katta sharlar ta'sirlashadilar. Ta'sirlashuv kuchi 10^{-9} N tartibida bo'lishiga qaramasdan bu kuchni o'ta sezgir gravitatsion torsion balansir bilan kuzatish mumkin. Kichik sharlar harakati infraqizil harakat detektorida bilan payqaladi va o'lchanadi (1-rasmga qarang).

Infraqizil harakat detektorida to'rtta infraqizil diod mavjud bo'lib, ular torsion mayatnikning ko'ndalang to'siniga o'rnatilgan botiq oynani yoritadilar. Oynadan qaytgan nur qator fototranzistorlarga tushadi va m_2 massali sharcha tebranishini qayd qiladi. m_1 massali jism harakati haqidagi va qurilma geometriyasi haqidagi ma'lumotlar asosida maksimal o'gish usuli yoki oddiyoq bo'lgan tezlanish

usulidan foydalanib gravitatsiya doimiysini aniqlash mumkin.



Qurilma tarkibi

1 Gravitatsion torsion balansir..... 332 101

1 IQ holat detektori (IRPD) 332 11

1 Optik rels, standard ko'ndalang kesimli 1 m 460 32

1 Optik surgich 60/50..... 460 373

1 Optik surgich 90/50 460 374

1 Taglik sterjeni, 25 sm 300 41

qo'shimch zarur narsalar: Windows 98 yoki yuqori versiyali OT ega kompyuter

1-rasm.Kavendishning gravitatsion torsion balansir (chapda) va tajriba qurilmasining tuzilish chizmasi (o'ngda).

a) Maksimal og'ish usuli

Maksimal og'ish usuli m_1 va m_2 massali ikki sferik sharcha orasidagi gravitatsion tortishish kuchini berilgan masofada aniqlashga asoslangan(1-rasm).

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{b^2} \quad (I)$$

Shunday qilib m_1 massali ikkita katta sharlar 1 vaziyatda bo'lganlarida(1-rasmga qarang) torsion mayatnikka ta'sir qiluvchi kuch miqdori momenti M_I quyidagiga teng

$$M_I = 2 \cdot F \cdot d = 2 \cdot G \cdot \frac{m_1 m_2}{b^2} d \quad (II)$$

Tortishish hosil qilgan kuch momenti sterjenning aylanish momenti bilan kompensatsiya qilinadi va shunday qilib s_{II} vaziyatda muvozanat hosil bo'ladi.

II vaziytdagi katta qo'rg'oshin sharchalarni siljitib kuch simmetrik inverterlanadi(kompensatsiyalanadi). Endi jismlarga ta'sir qiluvchi kuch momentlari uchun $M_{II} = -M_I$ tenglik o'rinli. Mayatnik tebranishlari s_{II} muvozanat vaziyati atrofida so'nadi. Bu ikki kuch momentlari farqi mos ravishda α_I va α_{II} burchaklar farqiga bog'liqdir.

$$D \cdot (\alpha_I - \alpha_{II}) = M_I - M_{II} = 2 \cdot M_I \quad (III)$$

D burchak yo'naltirilganligi qiymati torsion mayatnik T tebranish davri va J inersiya momenti bilan aniqlanadi:

$$D = \frac{4 \pi^2}{T^2} \cdot J \quad (IV)$$

Texnika xavfsizligi

Gravitatsion torsion balansir va infraqizil harakat detektori yo'riqnomasini o'qib chiqing:

- Mexanik ta'sirlarga o'ta sezgir gravitatsion torsion balansir va infraqizil harakat detektorini mexanik zo'riqishlardan saqlang.
- Foydalanilmagan paytlarda ham gravitatsion torsion balansir holatini ko'zdan kechirib turing.
- Statik elektr zaryadi IQ harakat detektori elektorn qismiga zarar yetkazishi mumkin.
- Tajriba uchun shunday joy tanlangki u erda biror qurilmalar yoki foydalanuvchi tomonida statik elektr zaryadi hosil qilinmasin.
- Doimo, qurlmani ko'chirishda va qayta yig'ishda tebranuvchi tizimi mahkamlamganiga e'tibor qiling.

Bu erdagi J inertsia momenti ikki kichik sharlar inertsia momentlari yig'indisiga teng:

$$J = 2 m_2 d^2 \quad (V)$$

Unda (IV) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi

$$D = \frac{8 \pi^2}{T^2} \cdot m_2 \cdot d^2 \quad (VI)$$

(I), (III) va (IV) tenglamalardan quyidagiga ega bo'lamiz

$$G = \frac{2 \pi^2}{T^2} \cdot \frac{b^2 \cdot d}{m_1} (\alpha_I - \alpha_{II}) \quad (VII)$$

Geometrik munosabatdan (vaziyatlari bo'yicha)

$$\tan 2\alpha = \frac{S_I}{L}$$

kichik burchaklar uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$\alpha = \frac{S_I}{2L} \quad (VIII)$$

Bu (VIII) va (VII) tenglamadan quyidagiga ega bo'lamiz (batafsil ma'lumotlar uchun 332 11 yoki P1.1.3.1 yo'riqnomalarga qarang):

$$G = \frac{2 \pi^2}{T^2} \cdot \frac{b^2 \cdot d}{m_1} \frac{(S_I - S_{II})}{L} \quad (IX)$$

b) Tezlanish usuli

Katta qo'rgoshin sharchalar I vaziyatdan II vaziyatga o'tgach, quyidagi harakat tenglamsiga asosan kichik sharlar $a=0$ tezlanishga ega bo'ladilar:

$$m_2 \cdot a_0 = 2 \cdot G \frac{m_1 m_2}{b^2} \quad (X)$$

Bundan gravitatsiya doimiysi kelib chiqadi:

$$G = \frac{a_0 b^2}{2 m_1} \quad (XI)$$

m_2 massali jismga berilgan tezlanish a_0 , a'_0 tezlanish va geometrik masofalar d va L orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$a_0 = a'_0 \frac{d}{2L} \quad (XII)$$

Bosib o'tilgan yo'l tenglamasi quyidagicha bo'lgani uchun

$$s(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 \quad (XIII)$$

a'_0 harakatning birinchi fazasi umumiy tenglamasi

$$s(t) = A \cdot t^2 + B \cdot t + C \quad (XIV)$$

dan keltirib chiqirilishi mumkin.

(XIII) tenglamani (XIV) tenglama bilan solishtirib quyidagini olamiz:

$$a'_0 = 2 \cdot A$$

(XII) tenglama bilan gravitatsiya doimiysi ham aniqlanadi

$$G = a_0 \frac{db^2}{4 m_1 L} \quad (XV)$$

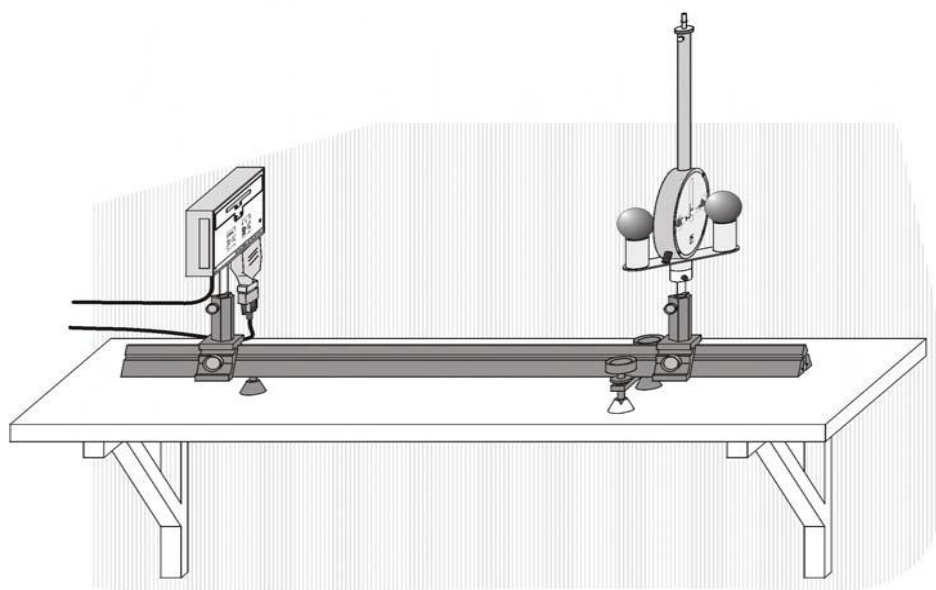
Tajriba qurilmasi

Muhim: torsion balansir talab bo'yicha sozlangan bo'lsagina o'lchash natijalari qoniqarli bo'lishi mumkin. Bundan tashqari jismlar orasidagi ta'srilashuv myatnikning tashqaridan tebranishlari bilan buzilmasligi kerak. Torsion mayatnik korpusiga beriladika tashqi mexanik ta'sirlarga jud sezgirdir. Torsion balansir korpusidagi harorat farqi tufayli yuzaga keladigan konveksiaylar ham torsion mayatnik tebranishiga olib kelishi mumkin.

Tajriba qurilmasi uchun mustahkam devor tanlang.

Tajriba uchun to'g'ridan to'g'ri quyosh nuri tushmaydigan shamol (yelvizak) bo'lmaydigan joyno tanlang. Sharlar asosini burayotganda yoki qo'rg'oshin sharlarni o'rnatayontganda asosga zarb berilmasin.

2-rasmda



tajriba quyilmasi umumiy ko'rinishi keltirilgan.

Gravitatsion torsion balansirni ishga tushirishdagi yig'ish:

- Tajriba uchun ishchi stolini 2-rasmda ko'rsatilgani kabi yig'ing (332 101 va 322 11 yo'riqnomalarni ham qarab chiqing).
- Gravitatsion torsion balansir mahkamlangan optik relsni o'rning.
- Gravitatsion torsion balansirni shunday holatga keltiringki (katta sharlar qo'yilmagan holada) katta sharlar o'qi uchu yetarlicha joy bo'lsin.
- Torsion mayatnikning tutib turish mexanizmini bo'shating va shunday sozlangki mayatnik osmalari uchlaridagi ignalari teshik o'rtasida bo'lib, mayatnik erkin aylana olsun.
- Torsion mayatnikning bir yoki bir necha kun osilgan holda turishiga qo'yib bering. Kerak bo'lganda nolini qayta sozlang (332 101 yo'riqnomasiga qarang).

Gravitatsion torsion balansir va IQ harakat detektor orasidagi masofani dasrlabki(birinchi marta) tanlash.

- IQ harakat detektorini optic relsga o'rnatilgan taglik sterjeniga orqa paneli bilan qistiring(mahkamlang).
- IQ harakat detektorni optik relsga shunday o'rningki, gravitatsion balansir oynasi va IQ detektor orasidagi masofa 70 sm bo'lsin.

- 12 V o'zgaruvchan tok ta'minlash manbaini IQ harakat detectoriga ulang va IQ yorug'lik diodlarini gravitatsion torsion balansir bilan bir sathga qo'ying.
- Ikki qizil yorug'lik diodlari shunday yorqin yonadiki ularning akslangan tasviri qurilma tekisligida ko'rinsin yoki uning yoniqa qo'yilgan oq qog'ozda akslansi
- Agar tasvir oynaning chap yoki o'ng tomonida paydo bo'lsa gravitatsion torsion mayatnikni tebranishini shunday kamaytiringki LED diodlar nuri akslanishi old panelda ko'rinsin.
- Agar tasvir oynadan pastda yoki yuqorida bo'lsa IQ detektorni pastga yoki yuqoriga harakatlantirib nurni markazga olib keling.
- Amin bo'lingki, fototranzistorlar qatori oynadan qaytgan nurlar bilan to'la qoplangan bo'lib barcha tranzistorlar o'lchashda qatnashsin.
- Balandlik sathini yashil va qizil yorug'lik diodlari nuri bilan to'g'irlab oling. Fototranzistorlar yorug'lik nurlari kuchiga qarab ochiladi yoki yopiladi (kalit sifatida ishlaydi)
- Qizil LED miltillasa: yoritilganlik/sozlanganlik yetarlicha
- Yashil LED miltillasa yoritilganlik/sozlanganlik yaxshi

Tajribaning borishi

Dastlabki tayyorgarlik

- Mayatnik biror bir muvozanat holatida tinch turishi uchun qurilma kamida ikki soat davomida tashqi zarba va ta'sirlardan holi bo'lishi zarur.
- Eslatma: Yaxshi sozlash uchun maqbul muvozanat holatiga taxminan 20 mm va 50 mm masofalarda bo'ladi. Agar bu holat bajarilmasa, aylanma tortishish tarozisi kichik burchakgagina og'adi. Bu holda bu qadamni bir necha marta bajarilishi kerak bo'ladi.

Agar tutib turuvchi vint bo'shatilgan holda aylanuvchi mayatnik ko'p vaqt davomida ishlatilmay turgan bo'lsa uni muvozanat holatiga keltirish uchun ko'p vaqt talab qilinishi mumkin.

Sanoq boshini qayd qilayotganda nol nuqtaning stabilligini tekshiring. Tugmasini bosib ma'lumotlarni qabul qilishni boshlang.

- Nol nuqta fluktuatsiyalarini 10 minut davomida kuzating.

a) Maksimal og'ish usuli

Sistema to'la muvozanat holatiga kelgunicha kuting (dastlabki tayyorgarlik ko'rsatmasiga qarang).

- Siz o'lchangan asosiy chiziqni tugmasi yoki F4 klavishi bilan o'chirishingiz mumkin.
- Axborot yig'ishni tugmasini yoki F9 klavishi bosib boshlang.
- Qo'rg'oshin sharli kronshteynni I holatdan II holatga tez (ammo ehtiyotkorlik bilan) o'tkazing.
- Qo'rg'oshinli sharlarni II holatdan I holatga olib keling va I holat atrofidagi tebranishlarni o'lchashni takrorlang.
- Axborot yig'ishni tugmasi yoki F9 klavishi bilan to'xtating.

Eslatma: O'lchagan natijalaringizni tugmasini yoki F2 klavishini bosib saqlashingiz mumkin.

b) Tezlanish usuli

- Sistema to'la muvozanat holatiga kelgunicha kuting (dastlabki tayyorgarlik ko'rsatmasiga qarang).
- Qo'rg'oshin sharli kronshteynni I holatdan II holatga tez (ammo ehtiyotkorlik bilan) o'tkazing va harakatning birinchi fazasini yozib oling.

Eslatma: Bu tajribada gravitatsion torsion balansirlar tebranishini qayd qilishga mo'ljallangan IQ harakat detektor maksimal og'ish usulida o'lchalar olib borilganda avtomatik ishga tushadi. O'lchash intervalini kiritish zarur bo'ladi masalan 15 sekund.

Lab.4. Elastik va noelastik to'qnashuvda energiya va impuls ikki shoxsimon yorug'lik datchigi bilan aniqlash.

Tajriba maqsadi

Elastik to'qnashuvda energiyasini o'lchash

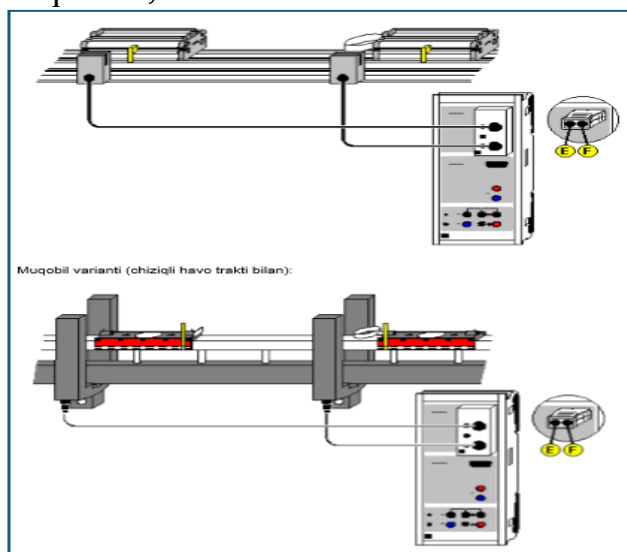
Impulsni ikki shoxsimon yorug'lik datchigi bilan aniqlash

Tajriba tavsifi

Ikki aravachaning v tezliklari to'qnashuvdan oldin va kegin ikki yorug'lik datchiklari orasidan o'tish vaqtini o'lchash orqali o'lchanadi. Shu usulda elastic va noelastik to'qnashuvda impulsning saqlanishi hamda elastic to'qnashuvda energiya saqlanish qonunini tekshirib ko'rish.

Kerakli jihozlar

- 1 Cassy-sensori 524 010 yoki 524 013
- 1 Cassy Lab 2 dasturi 524 220
- 1 Taymerli adapter yoki Taymer S 524 034 yoki 524
- 1 Trakt 072 337 130
- 2 Aravacha 33 110
- 1 Qo'shimcha yuklar jufti 337 114
- 1 Aravacha uchun zarb purjuna 337 112
- 2 Universal yorug'lik datchigi 337 462
- 2 Ko'p negizli kabellar 6-qutubli, 1.5m 501 16



Tajriba qurilmasi (rasmga qarang)

Dastlab trakti ishga tushiring va ikki yorug'lik datchikli ayirlarni o'rnatish (E va F kirishlarga taymerni ulang). Aravalar datchikli ayri orasidan bemalol o'ta olsin. Ikki aravachaga o'rnatilgan bayroqchalar aravacha ayri orasidan o'tganda yorug'lik datchiklari yaqinidan o'tishi lozim.

Tajribaning o'tkazish tartibi

Parametrlarni o'rnatish

Jadvalga m_1 va m_2 massalarni kiriting (sichqoncha bilan m_1 va m_2 kiritiladigan xonalarga bosib klaviaturadan kiritishni faollashtiring).

To'qnashuvdan oldin aravachalarning E va F datchiklargacha bo'lgan o'rnini kiriting (v_1 , v_2 , v_1' yoki v_2'). To'rtta turli joylashish holatlari mavjud: Ikkala arava ham yorug'lik datchigi orqasida. Chap aravacha yorug'lik datchiklari orasida, o'ng aravacha esa yorug'lik datchigi orqasida. O'ng aravacha yorug'lik datchiklari orasida, chap aravacha esa yorug'lik datchigi orqasida. Ikkala aravacha ham ichkarida (tutashgan holda).

Bayroqchalarni o'rnatish (Settings v_1 , v_2 , va v_2' ga ham).

To'qnashuvni yuzaga keltiring (agar to'qnashuvdan oldin tezlik qiymati nolga farq qilsa $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan nolga keltiring) va amin bo'lingki yorug'lik datchiklari biron bir boshqa zarb yoki impulsni qayd qilmasin (masalan aravaning trakt oxiridagi qaytish zarbini va h.k.).

O'lchashlarni End of Collision funksiyasi bilan chegaralang (o'lchashlar to'rtta tezlik o'lchab bo'lingach avtomatik to'xtatiladi). $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan yangi o'lchashlarni boshlang.

Baholash .Jadvallar to'qnashishni amalga oshirishda oldin tayyorlanishi zarur, to'la impuls, energiya, to'la energiya va yo'qotilgan energiya qiymatlarini siz yoqorida tayyorlagan jadvalaringizga tugmasi bilan kiriting. Natijalarni belgilash uchun jadval kataklariga Click qiling. Agar siz qiymatlar to'qnashuvdan keyin shu zahoti kiritilishi zarur bo'lsa ekrandagi mos tugmalarni bosing. Siz nazariya va tajriba natijalarini tekshirish uchun qo'shimcha formulalarga zarurat sezasiz. Elastik to'qnashuv uchun quyidagiga egamiz $v_1' = (2 \cdot m_2 \cdot v_2 + (m_1 - m_2) \cdot v_1) / (m_1 + m_2)$ $v_2' = (2 \cdot m_1 \cdot v_1 + (m_2 - m_1) \cdot v_2) / (m_1 + m_2)$ Noelastik to'qnashuv uchun quyidagi o'rinli: $v_1' = v_2' = (m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2) / (m_1 + m_2)$.

Lab. 5. Girooskop chayqalishini kuzatish.

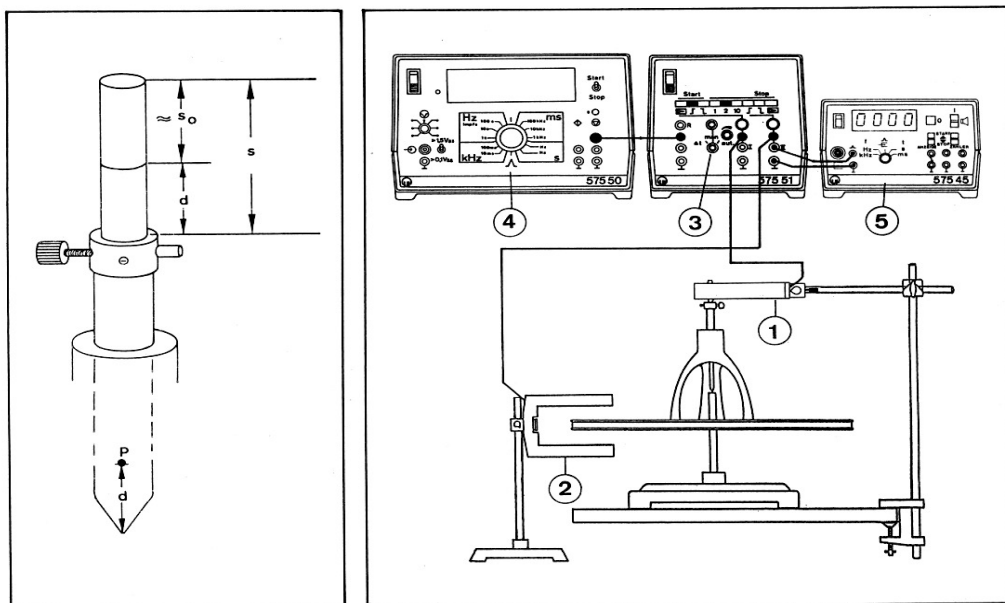
Girooskop pressesiyasi girooskop tashqi kuch ta'siridaharakatlanganda sodir bo'ladi. Girooskop shindeligaaylantiruvchi moment tasir qilsa shindel buaylantiruvchi momentga mos aylanmaydi, u faqatto'g'ri burchakka buriladi.Girooskopda koordinata boshidan o'tuvchi vakoordinata boshiga burchak ostida bo'lgan aylanisho'qi mavjud(1-rasm). Koordinata boshidan girooskop og'irlik markazigacha bo'lgan masofa s vagirooskop o'qining Z-o'qiga nisbatan og'ishi α gateng.Girooskopning impuls momenti quyidagiga teng

$$\vec{L} = J \cdot \vec{\omega}$$

bu erda ω - girooskop aylanma chastotasi,J-girooskopning 3-o'qqa nisbatan inertsia momenti

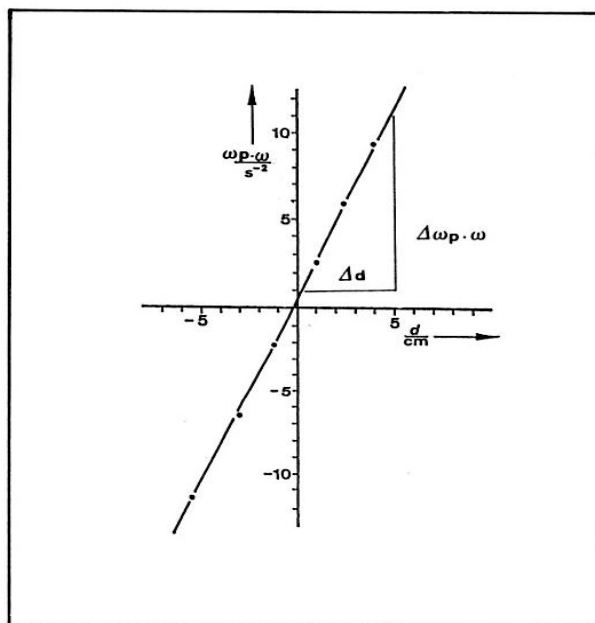
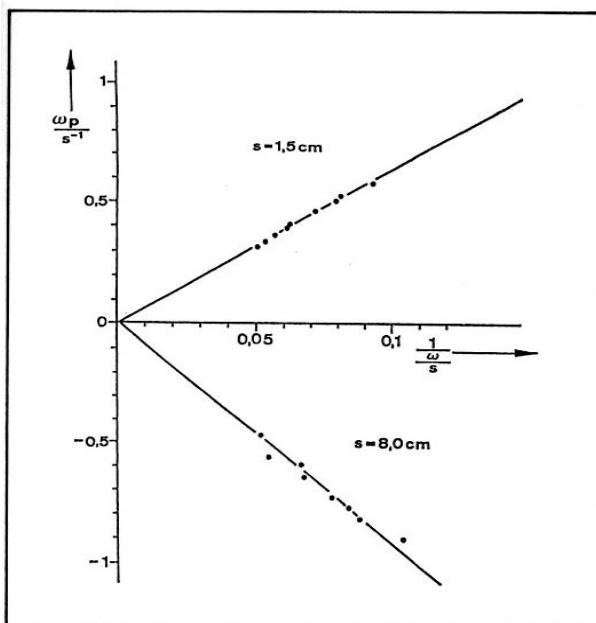
1 katta giroskop	348 18
2 ulanish kabellari, 6-pinli, 1.5 m	501 16
1 P-sanagich	575 51
1 raqamli sanagich	575 50
1 boshqarish kalitlari	575 51
1 10 dona yuklar, har biri 100 g	590 24
2 ulanish simlari, 25 sm	501 23
1 bir juft shtangosirkul	311 52
1 dinamometr, 100 N	314 201
1 taglik asos	300 02

O'rnatish:



Tajribaning borishi

Maqbul s masofani stangensirkul bilan o'rnatish. Giroskopni vertikal o'rnatish va asos tagliknishunday joylashtirishki giroskop spetsialariyirug'lik datchigi virtual o'qida yorug'lik nurinikesib o'tsin. Giroskopni harakatga keltirish. O'ng qo'l bilan yuqori nuqtasidan mahkam ushlab chap qo'l bilan giroskop g'ildiragini aylantirish, giroskoptez aylansin ammo 3 Hz dan tezroq emas. Giroskop shpindelini sekin qiyalatingki giroskoppresessiyasi shindellarning qo'shimcha tebranishisiz sodir bo'lsin. Giroskop sekin-asta sekinlasguncha ω_p va ω qiymatlarni bir necha marta o'lchang. Amin bo'lingki, pressessiya chastotasi mos w aylanishchastotasida o'lchangan bo'lsin. Tajribani s ning bir necha qiymatida olib boring. S_0 ni shtangensirkul bilan o'lchang. 4–5-rasm. ω_p $s_1=1.5$ sm va $s_2=8.0$ sm bo'lganda $1/\omega$ funksiyasidir; ω (6) ga asosan aniqlanadi.



Natijalar:

4-rasm ko'rsatadiki ω va $1/\omega$ qiymatlar orasida (4) tenglamaga asosan d ning turli qiymatlaridachiziqli proporsionallik mavjud.

5-rasmdan ko'rinadiki ω/ω_p va d orasida to'g'ri proporsionallik mavjud ekan.

Lab.6. Maksvell mayatnigi yordamida inersiya momentini aniqlash.

Tajribaning maqsadi

- Energiya saqlanishi qonuniga kirish
- Potensial energiyaning kinetik va yalanma harakat energiyasiga aylanishida energiya miqdorini o'lchash
- Maksvel mayatnigi inersiya momentini aniqlash

Qisqacha nazariya

Mexanik energiyaning saqlanish qonunini namoyish qilish uchun Maksvel mayatnigidan foydalaniladi. Agar disk qo'lda yuqoriga ko'tarilsa va pastga tusha boshlasa E_{pot} potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi $E_{\text{rot}} + E_{\text{trans}}$ (aylanish va o'zgargan energiya). Siytemaning to'la energiyasi T esa o'zgarmasdir:

$$E = E_{\text{rot}} + E_{\text{tras}} + E_{\text{pot}} \quad (1)$$

yoki

$$E = mgh + \frac{m}{2}v^2 + \frac{I}{2}\omega^2 \quad (2)$$

bu erda m -massa va I -disk inersiya momenti, h -ko'tarilish balandligi, v -chiziqli tezligi va ω -burchak tezligi. g -erkin tushish tezlanishi. Tinch holatda ($v = 0$ va $\omega = 0$) deb hisoblab, harakat pastga yo'nalganda (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$mgh = \frac{m}{2}v^2 + \frac{I}{2}\omega^2 \quad (3)$$

r shpindel radiusini bilgan holda v chstotani quyidagicha aniqlash mumkin:

$$v = \omega \cdot r \quad (4)$$

(4) va (3) bilan disk inersiya momentini aniqlash mumkin:

$$I = mr^2 \left(\frac{2gh}{v^2} - 1 \right) \quad (5)$$

bunda $m = 450 \text{ g}$, $r = 3 \text{ mm}$ va $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Kerakli jihozlar

1. Maksvel diskleri	331 22
2. U-simon tutgichga o'rnatilgan yorug'lik datchigi	337 46
3. Ko'p o'zakli kabel, $l = 1.5 \text{ m}$	501 16
4. Sanagich-S	575 471
5. Magnit tutgichli qaytuvchi mexanizmli adapter.....	336 25
6. Ko'rsatkichli o'lchagich	311 23
7. Egarsimon asos.....	300 11
8. Support block.....	301 25
9. Taglik asos MF	301 21
10. Sterjen ustun, 50 cm	301 27
11. Sterjen ustun, 100 cm	300 44
12. Leybold multiqisqichi.....	301 01

Tajriba qurilmasi

Tajriba qurilmasini 1-rasmga asosan yig'ing. Dastlab yo'rug'lik to'silishi sezuvchi datchikli ramka o'rnatiladigan po'lat ustunlarni yig'ing. Keyin Maksvel diskli sterjenni shunday o'rningi disk o'qi ikki uchi bir sathda bo'lsin. Tajribani boshlashdan oldin diskni pastga va yuqoriga bir necha marta harakatlantirsangiz yaxshi natijaga erishasiz. Ulash kalitini boshqarish blokiga ulang. Shkalali o'lchagichni U-simon tutgichga o'rning. Shkala ko'rsatkichi yuqoridan disk o'qinigi eng yuqori holatiga to'g'rilangan bo'lsin. Bunday holati tajriba davomida o'zgarmasligi kerak. Eng quyi ko'rsatkichi esa yorug'lik nurini to'sish nuqtasi o'rni bilan barobar bo'lsin.



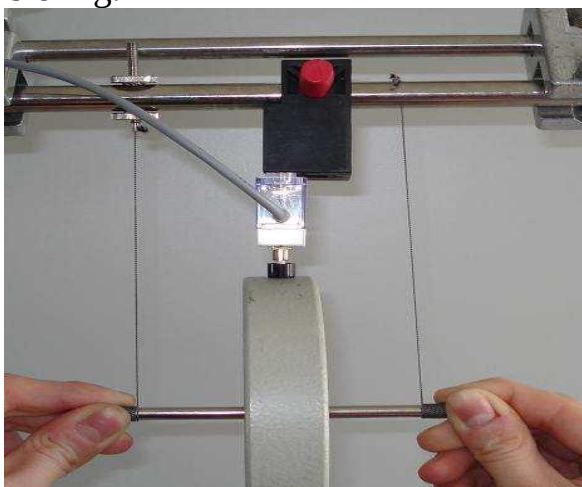
1-rasm: Maksvel diskleri yordamida energiya saqlanishi qonunini tekshirish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi.

Tajribaning borishi

Tajribada disk boshlang'ich holatdan yorug'liq datchigigacha bo'lgan masofani o'tguncha ketgan vaqt t o'lchanadi va s masofa o'tgandagi disk tezligi aniqlanadi. Masofa 15 sm dan 55 sm gacha bo'lib 5 sm oralatib o'zgartirib boriladi.

a) Boshlang'ich holatdan yo'rug'lik datchigigacha bo'lgan s masofada t harakat vaqtini o'lchash

- Klavishli kalitni sanagichning E portiga . Yorug'lik datchigini F portga ulang.
- $t \rightarrow F$ rejimini tanlang
- Diskni yuqqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring(2-rasm).
- START tugmasini bosing
- Diskni qo'yib yuborin(sga nagich hisoblashni boshlaydi)
- Disk yorug'lik datchigidan o'tishi bilan o'lchash to'xtaydi
- t tushish vaqtini yozib oling.



2-rasm.Diskning boshlang'ich holati

b) Yorug'lik datchigi yaqinidagi v tezlikni aniqlash

- Yorug'lik datchigini elektron sanagichini E portiga ulang
 - t_E rejimini tanlang
 - Diskni yuqqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring(2-rasm).
 - Start tugmasini bosing.
 - Diskni qo'yib yuboring (sanagich hali hisoblashni boshlamaydi)
- Disk yorug'lik datchigidan o'tishi davomida o'lchash amalga oshiriladi
- D t vaqtini yozib oling.
 - v tezlik qiymatini quyidagi ifodadan aniqlang

$$v = \frac{d}{\Delta t} (5)$$

shpindel diametri $d = 6 \text{ mm}$.

O'lchash namunalari

1-jadval: h masofa tanlangan, t vaqt o'lchangan delta t va tezlik hisoblanadi

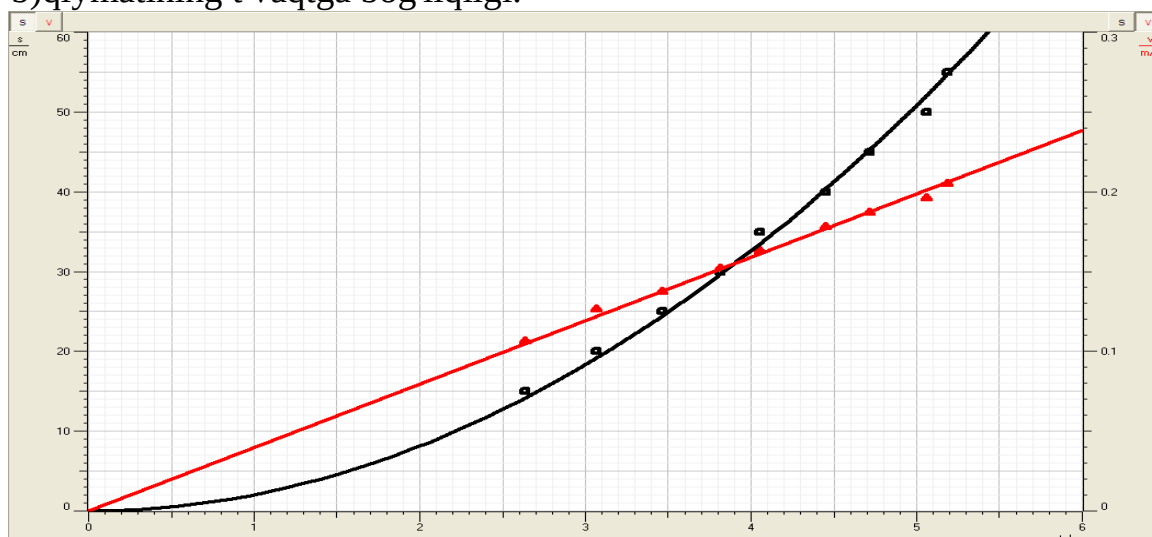
$\frac{h}{\text{sm}}$	$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{\Delta t}{\text{ms}}$	$\frac{v}{\text{m/s}}$
15	2.63	56.50	0.11
20	3.06	47.80	0.13
25	3.47	43.84	0.14
30	3.82	39.35	0.15
35	4.05	36.73	0.16
40	4.45	33.76	0.18
45	4.71	32.13	0.19
50	5.06	30.68	0.20
55	5.18	29.25	0.21

Natijalar tahlili

a) Harakat dinamikasini tahlil qilish

3-rasm: s -masofa (qora to'rtburchak) va v tezlik (qizil uchburchak)

b) qiymatining t vaqtga bog'liqligi.



3-rasm

1-jadvalda keltilgan o'lchash natijalari grafik tarzda keltirilgan. E'tibor qilingki, x o'qidagi o'lchangan vaqt qiymatlari masofa va tezlikka ham tegishlidir. Ko'rinib turibdiki masofaning vaqtga bog'liqligi chiziqli, tezlik qiymati esa parabolik boglanishga ega. Demak, $s \sim t^2$ va $v \sim t$ bog'lanishga ega bo'lamiz.

b) I inertsia momentini aniqlash

h va v ning o'lchangan qiymatlarini (5) tenglamaga qo'yib har bir o'lchangan qiymatlar uchun I inertsia momentini aniqlang. 2-jadval:

$\frac{h}{\text{sm}}$	$\frac{v}{\text{m/s}}$	$\frac{I}{10^{-3} \text{ kg m}^2}$
15	0.11	1.05
20	0.13	1.00
25	0.14	1.06
30	0.15	1.02
35	0.16	1.04
40	0.18	1.00
45	0.19	1.02
50	0.20	1.03
55	0.21	1.03

Aniqlangan o'rtacha qiymat quyidagicha

$$I = (1.03 \pm 0.03) 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

c) Energiya aylanishi

(3) va (4) tenglamalardan hamda I inertsia momenti qiymatidan foydalanib biz potensial E_{pot} va E_{kin} kinetik energiyani aylanma E_{ayl} va oz'garish energiyasi E_{trans} yig'indisi sifatida hisoblab topish mumkin (3-jadval).

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{rot}} + E_{\text{trans}} \quad (6)$$

4-rasmda (manfiy) potensial energiya va kinetik energiya keltirilgan. Ular doimo bir xil qiymatga ega bo'ladilar.

Ilgarilanma harakat energiyasi qiymati juda kichik bo'lgani uchun, xulosa qilishimiz mumkinki potensial energiyaning katta qismi aylanma harakat energiyasiga aylanadi.

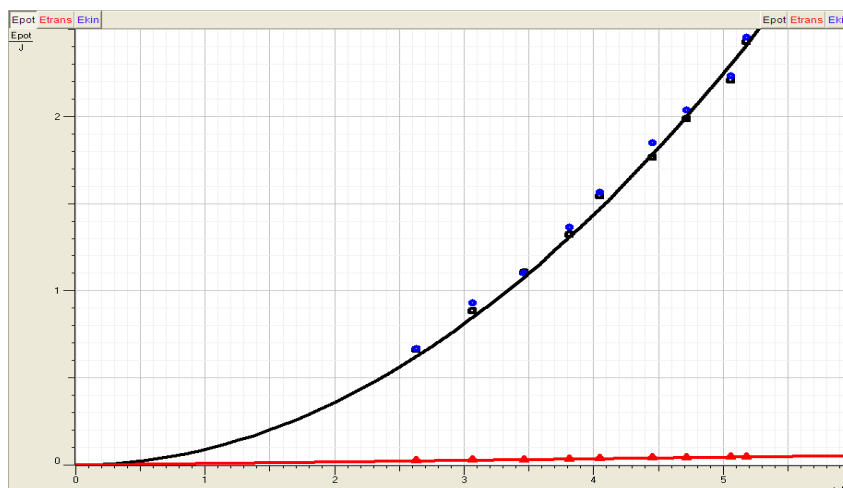
3-jadval: Energiyani hisoblash.

$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{E_{\text{pot}}}{\text{J}}$	$\frac{E_{\text{kin}}}{\text{J}}$	$\frac{E_{\text{aylanish}}}{\text{J}}$	$\frac{E_{\text{trans}}}{\text{J}}$
2.63	0,66	0,67	0,65	0,02
3.06	0,88	0,93	0,90	0,03
3.47	1,10	1,10	1,07	0,03
3.82	1,32	1,36	1,33	0,03
4.05	1,55	1,56	1,52	0,04
4.45	1,77	1,85	1,81	0,04
4.71	1,99	2,04	2,00	0,04
5.06	2,21	2,23	2,19	0,04
5.18	2,43	2,45	2,40	0,05

Qo'shimcha ma'lumot

Bu tajribani o'tkazishda o'lchashlar uchun taxminan 20 minutva natijalarni baholash uchun 30 min vaqt talab qilinadi.

Qo'shimcha mashqda olingan inertsia momenti qiymati $I = 1 \text{ kg m}^2$ bo'yicha erkin tushish tezlanishini aniqlash mumkin.



4-rasm. Potensial (qora to'rtburchak), kinetik (ko'k doira) va aylangan energiya (qizil uchburchak).

Shuningdek har bir tebranishda ishqalanish tufayli energiya yo'qotilishini balandlik pasayishini o'lchab hisoblash mumkin. Ilg'or talabalar uchun harakatni yo'nalishi o'zgarishini deyarli elastik to'qnashuvdagidek deb hisoblab tahlil qilishni tavsiya qilamiz.

Lab.7. Qattiq jismlarni chiziqli kengayish ko'effitsiyentining temperaturaga bog'liqligini o'lchash

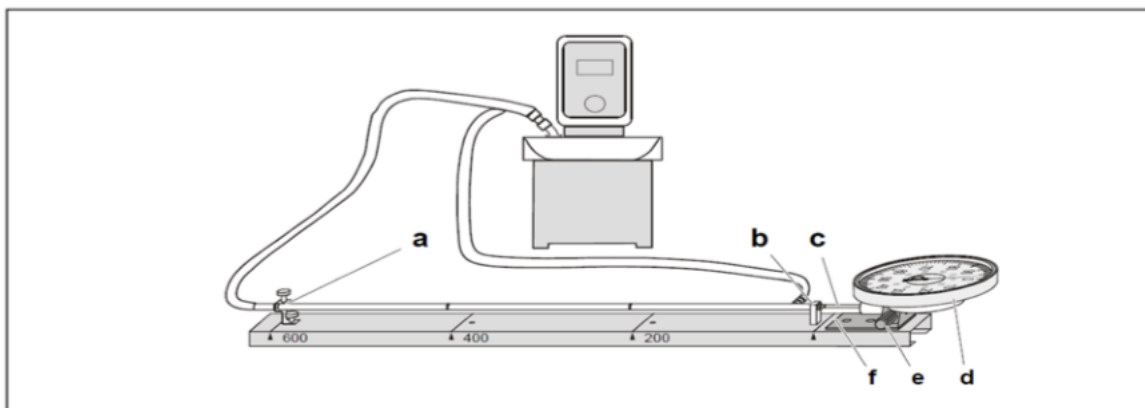
Ishning maqsadi

- Latun, po'lat va shishani chiziqli kengayish ko'effitsiyentlarining temperaturaga bog'liqligini o'lchash
- Latun, po'lat va shishani chiziqli kengayish ko'effitsiyentlarini aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar Qattiq jismning uzunligi s temperaturaga t chiziqli bog'liq:

$$s = s_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t), \quad (I)$$

bu yerda s_0 – xona temperaturasidagi uzunlik, t – °C dagi temperatura. Qattiq jismlarning chiziqli kengayish ko'effitsiyenti α , ularning materiali bilan aniqlanadi. Mazkur ishda suvni qizdirish uchun sirkulyasion termostatdan foydalaniladi va qizigan suv turli materiallardan tayyorlangan quvurlar ichidan oqadi. Aylanma shkalasi 0,01 milimetrli shkalalar bo'linmalaridan iborat asbobdan uzunlikning o'zgarishini $\Delta s = s - s_0$ temperaturaning funksiyasi t sifatida o'lchashda foydalaniladi.



**1-rasm. Quvurlarning chiziqli kengayishini temperatura funksiyasi sifatida o'lchash
bo'yicha tajriba qurilmasini kengaytiruvchi apparat bilan birgalikdagi sxematik
ko'rinishi.**

Kerakli asboblari va ashyolar

- 1 Bo'ylama kengayishni o'rganish uchun asbob D381 341
- 1 Siferlatli indikator, 10 mm.....361 15
- 1 Siferlatli indikatorni tutgich 381 36
- 1 Termometr -10... dan +110 °C gacha 382 34
- 1 Sirkulyasion termostat +25 ...dan +100 °C gacha..... 666 768
- 1 Nasos..... 666 7703
- 2 Silikonli quvurlar, 7 mm..... 667 194
- 2 Toza suv, 5 l 675 3410

Tajriba qurilmasi

1-rasmida tajriba qurilmasi sxematik tarzda tasvirlangan. - Siferlatli indikatorni 381 36 (e) tutgichdagi vintni burang (tafsilotlar uchun kengaytiruvchi apparat instruksiyasidan 381 341 foydalaning) va siferlatli indikatorni 361 15 (d) o'z o'rniga o'rnatib. - Kengaytiruvchi apparatning qo'zg'almas tayanchini (a) 600 belgisiga o'rnatib va latun quvurning ochiq uchini qo'zg'almas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting. - Latun quvurning yopiq uchini biriktiruvchi quvur qismini yo'naltirgichga (b) shunday bir tekis siljitingki qisqa quvur (f) pastga qarasin. - Latun quvurni qo'zg'almas tayanchga mustahkamlash uchun vintni burab qotiring (vint quvurdagi xalqasimon o'yiqa kirishi kerak). - Kengaytiruvchi qismni o'rnatib (c) (siferlatli indikator 361 instruksiyasining mos varag'iga qarang) - Sirkulyasion termostatni ishga tayyorlang va uni ulang. To'liqroq bayonnoma tafsilotlari uchun, 666 768 instruksiyaning mos varag'iga murojat qiling.

Diqqat: Sirkulyasion termostatdan 666 768

foydalanishdan oldin uning instruksiyasini diqqat bilan o'qib chiqing. - Sirkulyasion termostat vannasini distillangan suv bilan to'ldiring. - Asbobni silikonli quvurlar yordamida sirkulyasion termostatga ulang, ya'ni latun quvurning ochiq uchini va qisqa quvurni (f) termostat nasosining qisqa quvuriga biriktiring - Suv vannasining temperaturasini 9 o'lchash uchun termometrdan 382 foydalaning.

Tajribani o'tkazish tartibi

- Nolni o'rnatish uchun siferlatli indikatorning korpusini buring.

- Boshlang'ich temperaturani o'lchang, ya'ni xona temperaturasini 90. - Sirkulyasion termostatni ulang va uning temperaturasini 90 ga nisbatan 5 °C ga kattaroq qilib o'rnatib. - Toki termodinamik muvozanat o'rnatilmaguncha kuting.

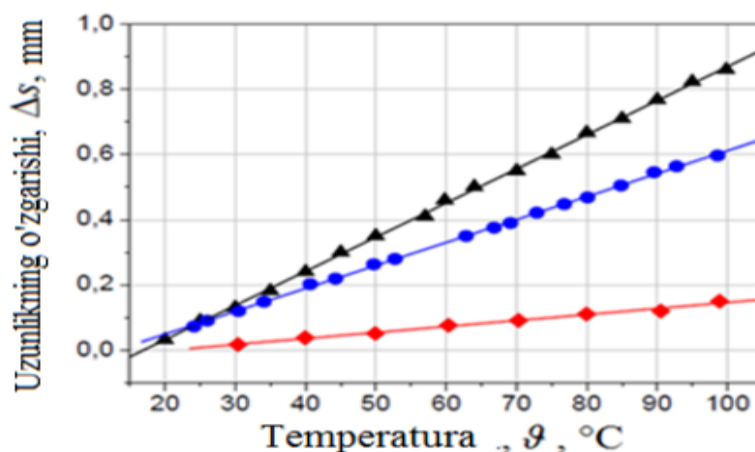
- Temperaturani 9 o'lchang. - Siferlatli indikatorning ko'rsatishini yozib oling. - 9 temperaturani taxminan 5° C qadam bilan 100° C gacha ko'taring. - Latun quvur xona temperaturasigacha sovushiga imkon bering. - Latun quvurni po'lat quvur bilan almashtiring va kengaytiruvchi apparatning qo'zg'almas tayanchini (a) 600 belgisiga o'rnatib va po'lat quvurning ochiq uchini qo'zg'almas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting - Shunday tajribalarni shisha trubka bilan ham bajaring. Bu holda temperatura 9 ni taxminan 10 °C qadam bilan ko'taring.

Texnika xavfsizligi

- Issiq suvning nazoratsiz chiqishini va bu bilan atrofdegilarga shikast va talofat yetishini oldini olish uchun, apparatning har bir ishlashidan oldin silikonli birikmalarni tekshiring.
- Sirkulyasion termostatdan foydalanish bo'yicha maslahatlarga amal qiling.
- Shisha trubka bilan ishlaganingizda, apparatning bayonida keltirilgan instruksiyalarga amal qiling.

Latun		Po'lat		Shisha	
$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$\Delta s, \text{mm}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$\Delta s, \text{mm}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$\Delta s, \text{mm}$
20.0	0.03	24.1	0.07	30.4	0.02
25.0	0.09	26.0	0.09	39.9	0.04
30.0	0.13	30.5	0.12	49.9	0.05
35.0	0.18	34.1	0.15	60.3	0.08
40.0	0.24	40.7	0.20	70.3	0.09
45.0	0.30	44.3	0.22	79.9	0.11
50.0	0.35	49.7	0.26	90.5	0.12
57.0	0.41	52.7	0.28	98.9	0.15
59.8	0.46	62.8	0.35	—	—
64.0	0.50	66.8	0.38	—	—
70.0	0.55	69.1	0.39	—	—
75.0	0.60	72.9	0.42	—	—
80.0	0.67	76.8	0.45	—	—
85.0	0.71	80.1	0.47	—	—
90.0	0.77	84.9	0.51	—	—
95.0	0.82	89.6	0.55	—	—
99.8	0.86	92.8	0.56	—	—
—	—	98.6	0.60	—	—

2-jadval. Temperaturaning t funksiyasi sifatida uzunlikni o'lchangan qiymatlari



3-jadval temperatura t funksiyasi sifatida uzunlikning o'zgarishi Δs : latun (▲), po'lat (●), shisha (◆). Uzlaksiz chiziqlar (II) tenglama bo'yicha approksimasiyaga mos keladi.

Natijalar va ularning tahlili

Turli o'lchashlar jadval 1 da keltirgan. Chiziqli kengayish koeffitsiyentini α temperatura t funksiyasi sifatida aniqlash uchun uzunlikning o'zgarishini Δs o'lchash asosida grafik tuzilgan (2-rasmga qarang) Xona temperaturasida aniqlangan boshlang'ich uzunlikni s_0 tenglamaning (I) ikki tomonidan ham ayirib, uzunlikning o'zgarishi Δs uchun quyidagini olish mumkin:

$$S - S_0 = S_0 \cdot \alpha \cdot t$$

$$\Delta S = k \cdot t, \quad (II)$$

bu yerda $k = S_0 \cdot \alpha$. (II) tenglamani o'lchangan natijalar bo'yicha chiziqli approksimasiyasi beradi α (2-rasm). Natijalar jadval 2 da keltirilgan.

Jadval 2. (II) tenglama bo'yicha tuzilgan 2-rasm bo'yicha aniqlangan chiziqli kengayish koeffitsiyentlari α .

Material	Δs , mm	Tajriba, α , K^{-1}	Adabiyotdagi natijalar, α , K^{-1}
Latun	600	$17.8 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$
Po'lat	600	$11.7 \cdot 10^{-6}$	$11 \cdot 10^{-6}$
Shisha	600	$3.1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$

Qo'shimcha ma'lumot

Qo'shimcha, issiqlikdan chiziqli kengayish quvurning to'liq uzunligi s_0 funksiyasi sifatida o'lchanishi mumkin. Issiqlikdan chiziqli kengayishni temperatura farqiga $\Delta t = t_1 - t_0$ bog'liqligini aniqlashning tajriba tartibi P2.1.1.2. instruksiyada keltirilgan. Sirkulyasion termostat o'rniga bug' generatoridan P2.1.1.2 foydalanish uzunlikning o'zgarishini Δs aniqlashga imkon beradi. Shunday qilib, chiziqli kengayish koeffitsiyenti, masalan turli uzunlikdagi (200 mm, 400 mm, 600 mm) latun quvurlarniki, sirkulyasion termostatda o'rnatiladigan boshlang'ich 90 va yakuniy 91 temperaturalarni o'lchab, P2.1.1.2 instruksiyadagi 2-rasmda ko'rsatilganidek aniqlanishi mumkin (shuningdek asbobning 381 341 instruksiyasiga qarang).

Lab.8. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash.

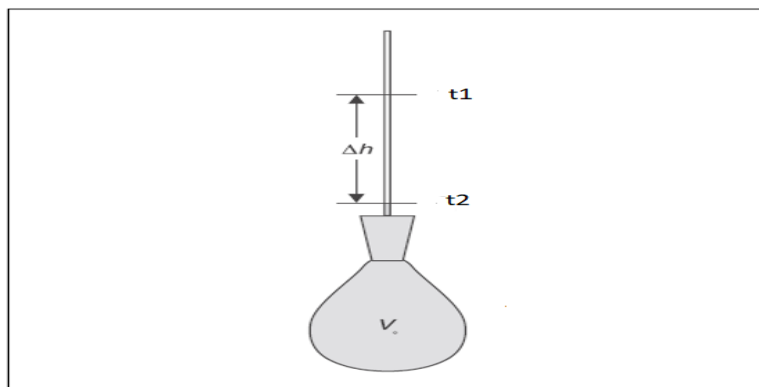
Ishning maqsadi

- Dilatometrning hajmini V_0 aniqlash.
- Suvni va etanolni hajmlarining kengayishini temperaturaning funksiyasi sifatida o'lchash va ularning hajmiy kengayish koeffitsiyentlarini γ aniqlash.
- Suv bilan etanolning hajmiy kengayish koeffitsiyentlarini taqqoslash.

Nazariy ma'lumotlar

Agar idish ichidagi V_0 hajmga ega suyuqlikning temperaturasi t , Δt ga o'zgarsa, qattiq jismda kuzatiladigandek, uning hajmi ΔV_0 ga o'zgaradi. $\Delta V_0 = \gamma \times V_0 \times \Delta t$ (I).

Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash



1-rasm

Amalda hajmiy kengayish koeffitsiyenti γ suyuqlikning temperaturasi t bog'liq emas, ammo suyuqlikning turiga bog'liq. Umuman olganda suyuqliklar odatda, qattiq jismlarga nisbatan ko'proq kengayadi. Hajmiy kengayish koeffitsiyenti dilatometr yordamida aniqlanishi mumkin.

Dilatometr tor bo'g'izli shisha kolba bo'lib, uning ustki tomonidan, radiusi r ma'lum bo'lgan ochiq kapillyar mahkamlanadi. Kapillyardagi suyuqlikning sathi h , uning yon tomoniga chizib qo'yilgan milimetrli shkala bo'yicha aniqlanadi. Shisha kolba suvli vannada bir tekis qizdirilsa, suyuqlikning hajmi kengayishi evaziga kapillyardagi suyuqlikning sathi ko'tariladi. Suyuqlik sathining o'zgarishi Δh hajmning o'zgarishiga mos keladi, ya'ni

$$\Delta V = \pi r^2 \Delta h, \quad (II)$$

bu yerda $r = (1.5 \pm 0.08)$ mm. Ammo, bundan tashqari qizishda dilatometrni o'zining ham kengayishini hisobga olish kerak. Bunday kengayish suyuqlik sathining o'zgarishiga to'sqinlik qiladi. Shunday qilib, suyuqlik hajmining o'zgarishini quyidagidan aniqlash mumkin:

$$\Delta V_0 = \Delta V + \Delta V_D, \quad (III)$$

bu yerda ΔV_D dilatometr hajmining o'zgarishi bo'lib, u quyidagidan aniqlanadi: $\Delta V_D = \gamma D \times V_0 \times \Delta \theta$, (IV)

bu yerda

$\gamma D = 0.84 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. (I), (III), va (IV) formulalardan foydalanib, suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash formulasini keltirib chiqarish mumkin: $\gamma = (1/V_0) \times (\Delta V / \Delta t) + \gamma D$. (V)

(jad.1 ga qarang) foydalangan holda, dilatometrning hajmi quyidagi formuladan topiladi:

$$V_0 = (m_2 - m_1) / \rho. \quad (VI)$$

Jadval 1. Toza suv zichligining ρ temperaturaga bog'liq t funksiyasi sifatida adabiyotlarda keltirilgan natijalar

t	$\rho,$ g · sm ⁻³	t	$\rho,$ g · sm ⁻³
15 °C	0.999099	23 °C	0.997540
16 °C	0.998943	24 °C	0.997299
17 °C	0.998775	25 °C	0.997047
18 °C	0.998596	26 °C	0.996785
19 °C	0.998406	27 °C	0.996515
20 °C	0.998205	28 °C	0.996235
21 °C	0.997994	29 °C	0.995946
22 °C	0.997772	30 °C	0.995649

Kerakli asboblar va ashyolar

- 1 dilatometer382 15
- 1 termometr, 10 dan 110 0C gacha..... 382 34 yoki
- 1 NiCr-Ni temperatura datchigi.....666 193
- 1 Yakka kirishli raqamli termometr..... 666 190
- 1 O'quv laboratoriya tarozisi 311..... 315 05
- 1 Diametri d = 150 mm va quvvati 1500 W bo'lgan qizdirgich.....666 767
- 1 Mustahkam shishadan tayyorlangan, hajmi 400 ml bo'lgan menzurka. 664 104
- 1 V shaklidagi shtativ asosi.....300 02
- 1 Uzunligi 47 sm bo'lgan shtativ ustuni 300 42
- 2 Multi qisgich Leybold.....301 01
- 2 Diametri 0÷80 mm bo'lgan universal qisgichlar...666 555
- 1 Etanol, denaturat, 1 l..... 671 972

bundan tashqari kerak: distillangan yoki tuzsizlantirilgan suv

Dilatometning V_0 hajmini ham aniqlash kerak bo'ladi. U quyidagicha aniqlanadi: oldin bo'sh quruq dilatometrning massasi m_1 o'lchanadi, shundan so'ng ochiq kapillyarning pastki belgisigacha suv bilan to'ldirilgan dilatometrning massasi m_2 o'lchanadi. Turli temperaturalar uchun suv zichliklari keltirilgan jadvaldan

Laboratoriya qurilmasi va tajribalarni o'tkazish tartibi

Eslatmalar: Turli kuchlanganlikli kapillyar kuchlar ta'siri tufayli suyuqlik sathini h o'lchashda anchagina xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Ulardan xoli bo'lish uchun kapillyarni toza tuting va zururiyat tug'ilganda uni mos tozalovchi eritmalar bilan tozalang va shundan so'ng uni distillangan suv bilan chaying.

a) Dilatometrni kalibrlash: - Bo'sh dilatometrning massasini m_1 aniqlang. - Kolbani ochiq tomonidan uchdan birigacha suv soling. - Suv pufakchalaridan xoli bo'lish uchun, kapillyar trubkani mahkamlamasdan oldin, dilatometrni suv vannasida qaynash temperaturasiigacha qizdiring. - Suv vannasini xona haroratigacha sovushini kuting; shundan so'ng zurur bo'lgan sathgacha yana suyuqlik quyib to'ldiring. Temperaturani θ qayd qiling. - Kapillyar trubkani o'z joyiga o'rnatib. Trubkaning ochiq tomoniga barmog'ingizni bosib, kapillyar trubkani chiqarib oling va suyuqlikning sizishiga yo'l qo'ying. - Kolbadagi

kapillyarni o'zgartiring, dilatometrni quriting va suv bilan to'ldirilgan dilatometrning massasini m_2 o'lchang.

b) Suv va etanol hajmlarining kengayishini o'lchash. Diqqat: Qizdirgich o'chirilganidan keyin ham suyuqlikning qandaydir vaqt mobaynida qizishi davom etadi va shu sababli suyuqlik dilatometrda toshib ketishi mumkin. Ayniqsa, kolba etanol bilan to'ldirilgan holatda ishlaganingizda, etanol toshib ketishining oldini olish uchun, qizdirgichni ancha ilgari o'chiring. Tajriba qurilmasi 1-rasmda tasvirlangan. LD

Dilatometrni qiziyotgan suvli vannaga shunday tushirikki, kapillyar trubka vannadagi suv sathidan chiqib tursin. - Qizdirgichni eng quyi qadam bilan o'zgaradigan pog'onada ulang va dilatometrda suyuqlikning sathi shkaladagi eng yuqoridagi belgiga yetganda uni o'chiring. - Suyuqlikning sathi o'zining maksimumiga yetguncha kuting va shundan so'ng suvli vannaning taxminan 1-2 K ga sovushiga yo'l bering. - Keyin suvli vannaning sovushi davom etishiga yo'l berib, kapillyar trubkadagi suv sathini h temperatura funksiyasi sifatida aniqlang (2-jadvalga qarang),

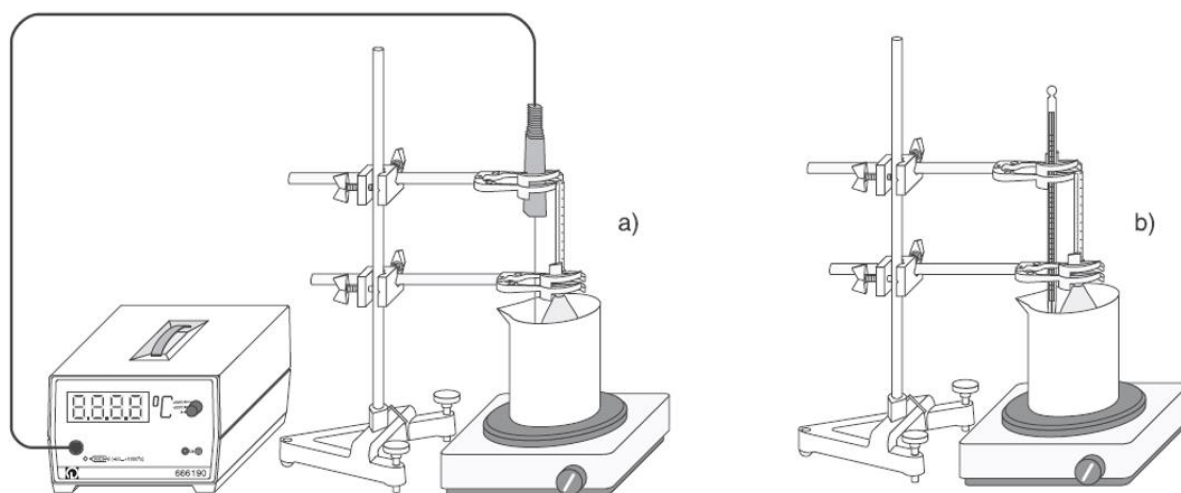
- Keyinchalik, to'liq quritilgan dilatometrni etanol bilan to'ldiring va uni suvli vannada qizdirib, suyuqlik sathini h temperatura funksiyasi sifatida o'lchashni takrorlang (3-jadvalga qarang).

Tajriba namunasi a) Dilatometrni kalibrlash:

$$m_1 = 31.29 \text{ g}$$

$$m_2 = 88.01 \text{ g}$$

$$t = 22^\circ\text{C}$$



1-rasm. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi. a) temperatura datchigidan foydalanilganda; b) termometrda foydalanilganda.

b) Suv bilan etanolning hajmiy kengayishlarini o'lchash: Baholash va natijalar

Jadval 2. Toza suv sathi h temperatura t funksiyasi sifatida

ϑ	$\frac{h}{\text{sm}}$	ϑ	$\frac{h}{\text{sm}}$
60 °C	9.5	45 °C	4.25
59 °C	9.3	44 °C	3.9
58 °C	8.9	43 °C	3.55
57 °C	8.6	42 °C	3.2
56 °C	8.2	41 °C	2.9
55 °C	7.85	40 °C	2.6
54 °C	7.5	39 °C	2.3
53 °C	7.1	38 °C	2.0
52 °C	6.75	37 °C	1.7
51 °C	6.4	36 °C	1.4
50 °C	6.0	35 °C	1.1
49 °C	5.7	34 °C	0.8
48 °C	5.3	33 °C	0.55
47 °C	4.9	32 °C	0.3
46 °C	4.6		

Jadval 3. Etanol sathi h temperatura t funksiyasi sifatida

ϑ	$\frac{h}{\text{sm}}$	ϑ	$\frac{h}{\text{sm}}$
38 °C	9.9	32 °C	4.6
37 °C	9.1	31 °C	3.7
36 °C	8.25	30 °C	2.7
35 °C	7.4	29 °C	1.8
34 °C	6.5	28 °C	0.9
33 °C	5.55		

a) Dilatometrni kalibrlash:

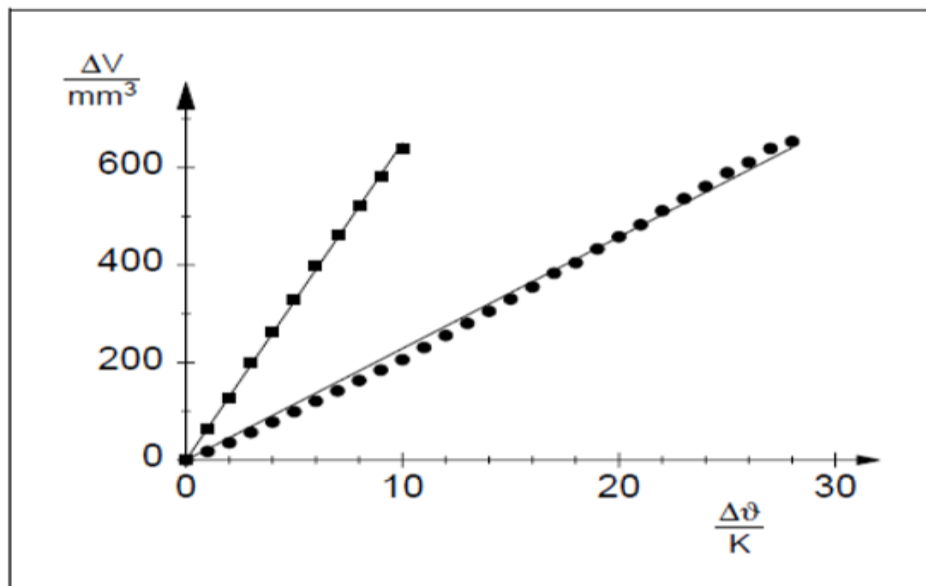
massalar farqi: $m_2 - m_1 = 56.72 \text{ g}$

$t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ dagi zichlik $\rho = 0.9978 \text{ g/sm}^3$ ga teng (1jadvaldan)

(VI) ifodadan $V_0 = 56.85 \text{ cm}^3$ ekanligini aniqlaymiz.

b) Suv bilan etanolning hajmiy kengayishlarini o'lchash:

2-rasm. Suv hajmining ΔV (doiralar) va etanol hajmining (to'rtburchaklar) temperaturalar farqi Δt funksiyasi sifatida issiqlikdan kengayishi



2-rasmda $\Delta h = h - h_0$ sathning o'zgarishi bo'yicha (II) formula bilan hisoblangan, suyuqlik hajmining o'zgarishini ΔV temperaturalar farqi $\Delta t = t - t_0$ funksiyasi sifatidagi bog'lanish grafiklari keltirilgan (mos ravishda $t_0 = 32^\circ\text{C}$ suv uchun va 28°C etanol uchun, 2 va 3-jadvallarni taqqoslang). Suv uchun koordinata boshidagi nuqtadan o'tgan to'g'ri chiziq og'masi $\Delta V / \Delta t = 22.9 \text{ mm}^3/\text{K}$ va etanol uchun esa to'g'ri chiziq og'masi $\Delta V / \Delta t = 65.0 \text{ mm}^3/\text{K}$. (V) formuladan foydalanib, suv va etanol uchun hajmiy kengayish koeffitsiyentlarini topish mumkin: $\gamma = 4.9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ (suv), $\gamma = 12.3 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ (etanol). Suv holida o'lchangan qiymatlarda chiziqli o'zgarishdan sistematik chetlanishlar mavjud. Suvning hajmiy kengayish koeffitsiyenti doimiy emas va u tajribada ko'rsatilganidek, temperatura 30°C dan 60°C ga ortganda oshadi. Etanolning hajmiy kengayish koeffitsiyenti suvnikiga nisbatan ancha katta. Temperaturalarining keng ko'lamida bu koeffitsiyent o'zgarmaganligi tufayli, etanoldan termometrlar uchun suyuqlik sifatida foydalanish mumkin.

Qo'shimcha eslatmalar:

Suvning issiqlik anomaliyasi, ya'ni 0°C dan 4°C gacha oraliqda suv hajmining kamayishi P2.1.3.1 tajribada o'rganiladi.

Lab.9. Suv aralashmasining temperaturasi aniqlash.

Ishning maqsadi

- Temperaturalar t_1 va t_2 bo'lgan, m_1 va m_2 massali suv miqdorlarini kalorimetrdagi aralashtirish va aralashmaning temperaturasi t_n aniqlash.

Tajriba qurilmasi



1-rasm. Tajriba qurilmasi versiya (a)

Kerakli asboblari va ashyolar

1 Dyuar idishi g'lofi.....	384 161
1 Kalorimetr Dyuar idishi.....	386 48
1 O'quv laboratoriya torozisi 610 posangi torozi toshlari bilan.....	315 23
2 Menzurka DURAN (DURAN), 400 ml, keng.....	664 104
1 Taymer I.....	313 07
1 Elektroplitka	666 767

(a) versiya bo'yicha o'lchash

1 Termometr, -10 dan +110 °C/0.2 K gacha...	382 34
---	--------

yoki (b) versiya bo'yicha o'lchash

1 Bir kirishli raqamli termometr	666 190
1 Temperatura datchigi, tip NiCr-Ni, 1.5 mm.	666 193

yoki (s) versiya bo'yicha o'lchash

1 Mobil SASSU (CASSY).....	524 009A
1 NiCr-Ni adapter S, Tip K	524 0673
1 Temperatura datchigi, tip NiCr-Ni, 1.5 mm,	529 676

Agar turli temperaturali ikki modda bir biriga tutashtirilsa, issiqlik almashinuvi jarayonidan keyin bu moddalar orasidagi temperaturalar farqi nolga teng bo'ladi. Aralashmaning temperaturasini aniqlash uchun quyidagi qoida qo'llaniladi:

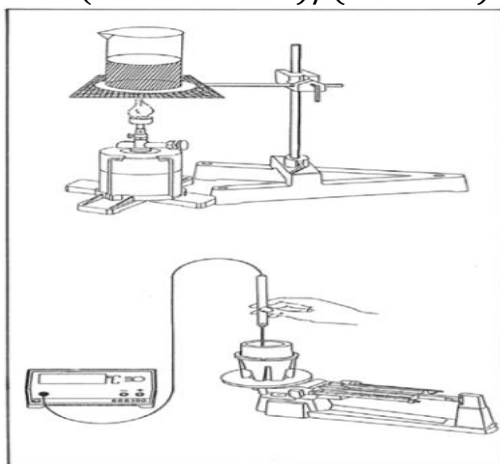
$$c_1 m_1 (t_n - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t_n),$$

(1) bu yerda s_1 va s_2 , mos ravishda modda 1 va moddalarning solishtirma issiqlik sig'implari; m_1 va m_2 ularning massalari; t_1 va t_2 mos ravishda ularning temperaturalari, t_n esa aralashmaning umumiy temperaturasi. Turli temperaturali moddalarni aralashtirish bo'yicha tajribalarda issiq jismdan berilgan issiqlik miqdori, sovuq jism olgan issiqlik miqdoriga teng. Ko'rilayotgan holda, issiq suv bergan issiqlik miqdori Q_1 , sovuq suv olgan issiqlik miqdoriga Q_2 teng, ya'ni $Q_1 = Q_2$. Agar suvning solishtirma issiqlik sig'imi s_v ma'lum bo'lsa, unda turli massali suv aralashmasining temperaturasi (1) formula yordamida quyidagi formula bo'yicha hisoblanishi mumkin:

$$s_v = s_1 = s_2,$$

$$s_v = 4,19 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)},$$

$$t_n = (m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2) / (m_1 + m_2)$$



Tajriba sixemasi

Kerakli asboblari va ashyolar

1 Dyuar idishli kalorimetr.....	38416
---------------------------------	-------

1 Temperaturani o'lchash uchun raqamli asbob.....	666 190
1 Temperatura datchigi.....	383 02
1 O'quv laboratoriya torozisi 610.....	315 23
2 Menzurka, 400 ml,.....	664 104
1 Saqllovchi to'r, qizdirish uchun rezistor (elektroplitka).....	303 58
1 Katta shtativ asosi.....	300 01
1 Shtativ ustuni, 25 sm.....	300 02
1 Xalqa va asos.....	302 68
1 Leybold multi qisgichlar.....	301 01
1 Bunzen gorelkasi, butan uchun.....	303 11
1 Kallaklar uchta komplekti 303 11.....	303 12

Tajribani o'tkazish tartibi:

Dyuar idishini toroziga qo'ying va uni bo'sh holatda torting. Unga temperaturasi 60°C gacha qizdirilgan, $m_2 = 0,1$ kg massali suv quyning. Oldin sovuq suvning temperaturasi ϑ_1 aniqlang va keyin kalorimetr ichidagi suvning temperaturasi t_2 aniqlang. Kalorimetrga $m_1 = 0,15$ kg massali sovuq suv qo'shing. Aralashtiring va aralashmaning temperaturasi ϑ_n o'lchang. Tajribani sovuq suv va issiq suv massalarining boshqa nisbatlari uchun qaytaring.

Tajriba namunasi:

Jadval 1.

Suv massasi m_1	kg	0,1	0,125	0,15
Suv massasi m_2	kg	0,15	0,125	0,1
m_1 massali suvning temperaturasi ϑ_1	°C	22,6	22,8	23,0
m_2 massali suvning temperaturasi ϑ_2	°C	67,0	69,2	64,0
Aralashmaning o'lchangan temperaturasi ϑ_n	°C	48,4	43,4	38,8
Aralashmaning hisoblangan temperaturasi ϑ_n	°C	49,2	46,0	39,4

Natijalar va ularning tahlili:

Aralashmaning temperatura qiymati suvning boshlang'ich temperaturalari oralig'ida yotadi. Aralashmaning hisoblangan va o'lchangan temperaturalari jadval 1 da keltirilgan. Jadval 1 dan ko'rinib turibdiki, temperaturalarning qiymatlari tajriba xatoliklari chegarasida yaxshi mos keladi.

Lab.10. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash

Ishning maqsadi

□ Qizdirilgan mis, qo'rg'oshin va shishani sovuq suv bilan aralashtirish va aralashmaning temperaturasi o'lchash.

□ Mis, qo'rg'oshin va shishaning issiqlik sig'imini aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar

Jism qizishida yoki sovushida yutilgan yoki ajralgan issiqlik miqdori ΔQ temperaturaning o'zgarishiga ΔT va massaga m proporsional:

$$\Delta Q = cm\Delta t \quad (I).$$

Bu yerda proporsionallik koeffitsiyenti c – jismning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi va uning qiymati materialning turiga bog'liq. Mazkur tajribada pitra shaklidagi turli materiallarning solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyenti aniqlanadi. Har bir hol uchun pitralar torozida tortiladi va ϑ 1 temperaturagacha qizdiriladi, keyin massasi torozida tortib aniqlangan ϑ 2 temperaturali suv quyiladi. Yaxshi aralashgandan keyin issiqlik almashinuvi evaziga pitra bilan suv umumiy temperaturaga erishadi t_m . Bunda pitradan ajralgan issiqlik miqdori ΔQ_1

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_m) \quad (II),$$

(bu yerda m_1 pitra massasi, c_1 - pitraning solishtirma issiqlik sig'imi) suv yutgan issiqlik miqdoriga ΔQ_2 teng

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_m - t_2) \quad (III),$$

bu yerda m_2 – suv massasi. Bu yerda suvning solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyenti c_2 aniq, temperaturasi esa bug' temperaturasiga teng deb faraz qilinadi. No'malum c_1 ning qiymati o'lchangan t_m , t_2 , m_1 va m_2 ning qiymatlari bo'yicha quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$c_1 = c_2 \cdot m_2 (t_m - t_2) / m_1 (t_1 - \vartheta_m)$$

Kalorimetrning idishi ham pitradan ajralgan issiqlikning bir qismini yutadi. Demak, kalorimetrning issiqlik sig'imi quyidagiga teng bo'ladi

$$C_K = C_2 \cdot m_K \quad (V)$$

Shunday qilib, kalorimetr idishining suv ekvivalenti m_K hisoblashlarda hisobga olinadi. (III) formula bilan hisoblangan yutilgan issiqlikning miqdori ancha aniqroq hisoblanadi

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot (m_2 + m_K) \cdot (t_m - t_2) \quad (VI),$$

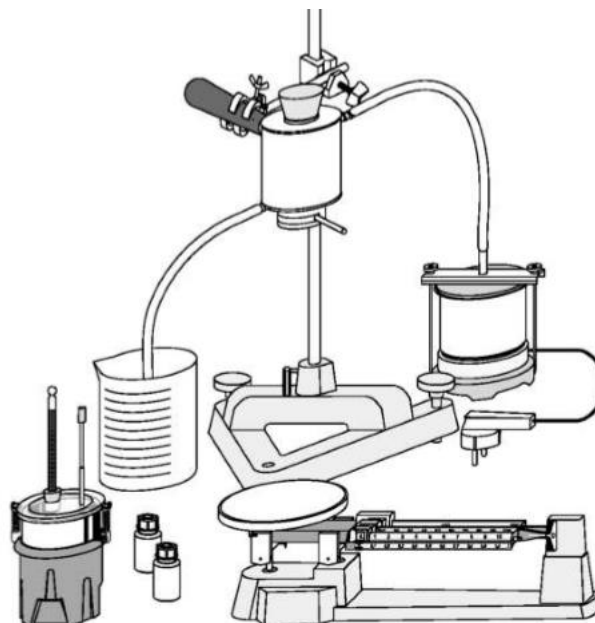
va uni hisobga olgan holdagi (IV) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$c_1 = c_2 \cdot (m_2 + m_K) (t_m - t_2) / m_1 (t_1 - \vartheta_m)$$

Kerakli asboblari va ashyolar

1 Dyuar idishi	386 48
1 Dyuar idishi g'ilofi	384 161
1 mis pitra, 200 g	384 35
1 shisha pitra, 100 g	348 36
1 qo'rg'oshin pitra, 200 g	315 76
1 o'quv laboratoriya torozisi 610 Tare, 610 g .	315 23
1 termometr -10 °C dan +110 °C gacha	382 34
1 NiCr-Ni temperatura datchigi.....	666 193
1 raqamli termometr	666 190
1 Bug' generatori, 550 Vt / 220 V	303 281
1 Qizdirish apparati	384 34
1 menzurka, 400 ml	664 104
1 V-shaklsimon shtativ asosi, 20 sm	300 02

1 shtativ ustuni 47 sm 300 42
 1 multi tutgichlar Leybold 301 01
 1 Universal tutgich, diametri 0...80 mm 666 555
 1 Silikon quvurlar, ichki diam. 7×1.5 mm, 1 m..... 667 194
 bir juft issiqlikka chidamli qo'lqop667 614



1.rasm. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash uchun tajriba qurilmasi.

Qizdirgichni shtativga o'rnatib. - Bug' generatorini suv bilan to'ldiring va ehtiyotlik bilan qurilmani berkiting va uni silikon quvur yordamida qizdirgichning yuqorisidagi (bug' kirishi) shlangli birikmaga ulang. - Silikon quvurni qizdirgichning pastidagi shlangli birikmaga (bug'ning chiqishi) ulang va quvurning ikkinchi uchini menzurkaga soling. Barcha birikmalarda silikon quvurlar ishonchli mahkamlaganini ko'zdan kechiring. - Qizdirgichning namunalar kamerasini qo'rg'oshin pitrasi bilan to'ldiring va imkoni boricha uni stopor bilan zich qilib berkiting. - Bug' generatorini elektr tarmoqqa ulang, shundan keyin esa qizdirgichdagi pitralarni ular orqali bug' o'tkazib 20-25 vaqt davomida qizdiring.

Bo'sh Dyuar idishining massasini aniqlang, shundan so'ng unga taxminan 180 g suv quyib. - Dyuar idishini g'ilofga soling va mos ravishda termometr yoki temperatura datchigini qo'ying. - Suv temperaturasi t_2 o'lchang. Dyuar idishining qopqog'ini oching va uni chetga suring; namunalar uchun mo'ljallangan to'rni Dyuar idishiga kiriting. Temperaturasi 100 °C bo'lgan pitralarni namunalar uchun mo'ljallangan to'rga tashlang, qopqoqni yoping va pitralarni suv bilan astoydil aralashtiring. Suv temperaturasi ko'tarilmay qolganda, aralashmaning temperaturasi aniqlang. Qo'shimcha ravishda pitralarning massasini m aniqlang. Mis va shisha pitralar bilan tajribani takrorlang.

Tajriba namunasi

Suv massasi: $m_1 = 180$ g

Pitra temperaturasi: $t_2 = 100$ °C

Jadval 1. Moddalar solishtirma issiqlik sig'imining o'lchangan qiymatlari.

Modda	m_2/kg	ϑ_1	ϑ_M
Qo'rg'oshin	77	24.5 °C	25.4 °C
Mis	69	24.0 °C	26.2 °C
Shisha	19	23.8 °C	24.9 °C

Hisoblar: Kalorimetrlarning suv ekvivalenti: $m_K = 23 \text{ g}$

Suvning solishtirma issiqlik sig'imi: $c_2 = 4.19 \text{ kJ/(K}\cdot\text{kg)}$

Jadval 2: Tajribada aniqlangan solishtirma issiqlik sig'imining qiymatlari va adabiyotlardan olingan ularga mos natijalar

Modda	$c,$ $\text{kJ/(K}\cdot\text{kg)}$	$c,$ $\text{kJ/(K}\cdot\text{kg)}$
	tajriba	Adabiyotdagi natija
Qo'rg'oshin	0.133	0.1295
Mis	0.367	0.385
Shisha	0.656	0.746

Jadval 2 da moddalarning (VII) formula bo'yicha hisoblangan solishtirma issiqlik sig'imi qiymatlari keltirilgan. Adabiyotlardan olingan natijalar bilan ularning mos kelishi qoniqarli.

Xulosalar

Materialning turiga bog'liq ravishda qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imi tadqiq qilindi va ularning qiymati suvning solishtirma issiqlik sig'imining nisbatan ancha kichik ekanligi aniqlandi.

Lab. 11. Havodagi tovush tezligining haroratga bog'liqligini aniqlash.

Tajriba maqsadi

tovush tezligini xavoda tarqalish tezligini o'rganish

tovush tezligini haroratga bog'liqligini o'rganish

Tajriba tavsifi

Mazkur tajriba tovush impulsining havodagi tarqalish tezligini gruppaviy va fazaviy tezliklari teng bo'lgan holda aniqlaydi. Tovush impulsi "titrovchi" membranali karnayga arrasimon kuchlanish berib hosil qilinadi. Bunda zarb natijasida havoda zarb to'lqini hosil bo'ladi. Tovush impulsi mikrofon yordamida karnaydan malum masofada qabul qilinadi.

c-tovush tezligini aniqlash uchun biz, tovush impulsining karnayda hosil bolishi va mikrofondan qabul qilinishi orasidagi t vaqtini o'lchaymiz. Karnayda shakllanadigan impulsning aniq boshlanish nuqtasini to'g'ridan-to'g'ri aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun mikrofonni bir marta s_1 ikkinchi marta s_2 nuqtaga qo'yib o'lchash olib boriladi. Tovush tezligi $\Delta s = s_1 - s_2$ yo'llar farqi va o'tish vaqtlari farqi

$\Delta t = t_1 - t_2$ nisbati kabi quyidagicha aniqlanadi

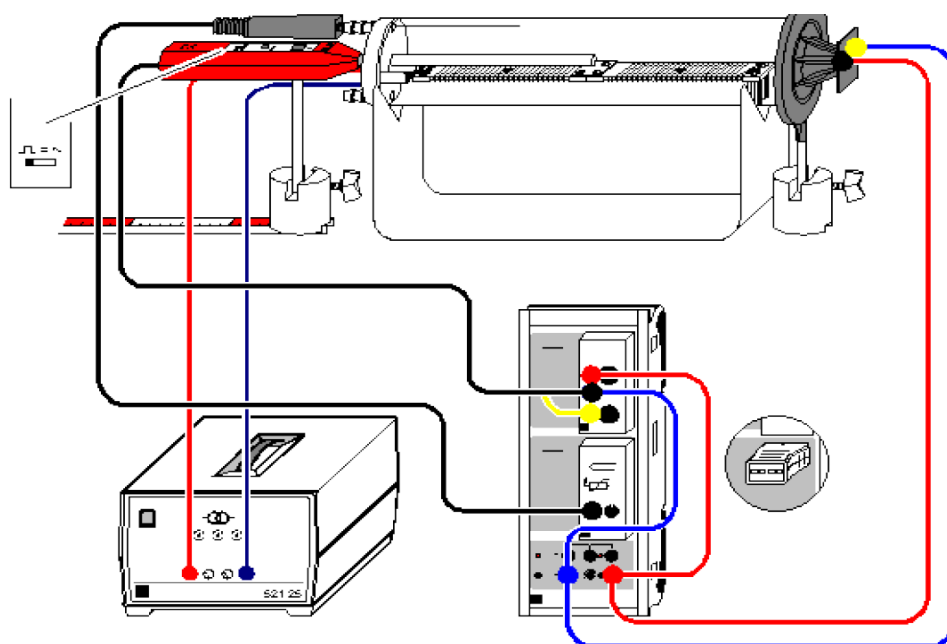
$$c = \Delta s / \Delta t$$

Tovush qurilmasiga isitgichdan isitilgan havo yuboriladi shu bilan birga shu vaqtda bu qurilma o'lchashga ta'sir qiluvchi tashqi faktorlar harorat farqi va havo konveksiyasi kabilarni blokirovka qiladi. Bu tizimda p bosim o'zgarmas saqlanadi (atrof muhitning amaldagi bosimi). T harorat ortishi bilan ρ havo zichligi kamayadi va tovush tezligi ortadi.

Asboblار ro'yxati

1. Sensor-CASSY
2. CASSY Lab 2
3. Timer 1 Haroratni o'lchash bloki
4. NiCr-Ni harorat sensori
5. NiCr-Ni S adapteri
6. NiCr-Ni harorat sensori, K tipli
7. Tovush tezligini qayd qilish qurilmasi
8. Quvur va ga'ltaklar uchun taglik
9. Yuqori chastotali tovush dinamigi
10. Universal mrikopfon
11. Transformator 12 V/3.5 A.
12. Shkalali metall rels, 0.5 m
13. Egarsimon izolyatsiyali taglik
14. Juft kabe l2,5 sm, qizil va qora
15. Juft kabel, 100 sm, qizil va ko'k
16. Windows XP/Vista/7/8 OT kompyuter

Tajriba qurilmasi (rasmga qarang)



Isitgichni tovush tezligini o'lchash qurilmasidagi plastik quvurga tutashtiring.
 - Plastik quvurni quvur va shlanglar uchun mo'ljallangan taglikka joylashtiring va yuqori chastotali karnayni iloji boricha mushtahkam o'rnatib.

- Universal mikrofonni o'rtadagi tirqishga taxminan 1 sm chuqurlikka o'rnting va harkatlanganda quvur ko'ndalangkesimiga parallel qolishini ta'minlang. Universal mikrofon rezimlarni tanlash muruvatini "Trigger" (ishga tushurish)holatiga o'tkazing. Mikrofonni ishga tushirishni esdan chiqarmang.
- Darajalangan metall relsni tezda egarsimon tutgich ostiga qo'ying.
- Sensor-CASSY dagi A kirishga timerni va B kirishga haroratni qayd qilish qurilmasini ulang va zajirni rasmdagikabi ulang, S ta'minlash manbaidan kuchlanishni maksimal qilib o'rning.

Ehtiyot choralari

Yuqori haroratlarda havo uzatuvchi va tezlikni o'lchashda qo'llaniladigan plastik quvurlar buzilishi (erishi) mumkin.

- 80 °C dan yuqori haroratgacha qizdirmang
- Qizdirgichga beriladigan maksimum kuchlanishni 25 V dan oshirmang (tok kuchi esa 5 A atrofida).

Tajribani o'tkazish tartibi

a) Xona haroratidagi o'lchashlar Qurilmani ishga tushuring

- orqali o'lchashlarni bir necha marta takrorlang.
- Siljiydigan kontaktga ega bo'lgan mikrofon butun yo'l davomida plastik quvur ichida bo'lib, metall relsda Δs masofada o'zgarishlarni seza oladi.

- $c = \Delta s / \Delta t$ ifodadan foydalanib tovush tezligini aniqlang (Draw Mean dan foydalanib grafikdan tovush o'tishi vaqtining o'rtacha qiymatini aniqlang).

b) Haroratga bog'liqligini o'lchash Qurilmani ishga tushiring

- Universal mikrofonni o'rning.
- Xona haroratida yana $\Delta tA1$ o'tish vaqtini aniqlang va aniqlangan tovush tezligidan foydalanib $s=c \cdot \Delta tA1$ mikrofan va dinamik orasidagi masofani hisoblang, hamda bu qiymatni jadvalga yozing (s-ustundagi birinchi qatorga kiriting).
- Qizdirgichni ta'minlash manbaiga (12 V , tok 3.5 A atrofida) himoyalangan kabell bilan ulang.
- Tok o'tish vaqtini orqali har 5 °C da aniqlang.

Tahlil

Xona haroratida tovush tezligini aniqlaganingizda (a-holda) s mikrofon va dinamik o'rtasidagi masofadir. b) holda komyuter dasturi har bir $\Delta tA1$ o'tish vaqtida tovush tezligining to'g'ri qiymatini simulyatsiyalab hisoblaydi. Tovush tezligi qiymati o'lchash(tajriba) davomida Harorat ekranida harorat funksiyasi sifatida yozib boriladi. Tuzatma kiritilgan to'g'ri chiziqni adabiyotlarda keltirilgan quyidagi qiymat bilan solishtirishingiz mumkin.

$$c = (331.3 + 0.6 \cdot \vartheta / ^\circ\text{C}) \text{ m/s.}$$

Lab. 12. Gaz qonunlarini tajribada o'rganish

Ishning maqsadi:

Doimiy temperaturada havo ustunining hajmini V bosimga p bog'liqligini o'lchash

Boyl-Mariott qonunini tekshirish

Nazariy ma'lumotlar

Ideal gazning holati uchta o'lchanadigan miqdorlar: bosim, temperatura, hajm orqali to'liq ifodalanadi. Bu uch miqdor orasidagi munosabat asosiy gaz qonuni bilan aniqlanadi:

$$pV = \nu RT, \quad (1)$$

bu yerda p – bosim; V - hajm; T – temperatura; ν – ideal gazning moldagi miqdori; R - universal gaz doimiysi ($8,31 \text{ Dj}/(\text{K} \cdot \text{mol})$). Agar miqdorlardan biri- bosim, hajm yoki temperatura doimiy qolsa, qolgan ikki miqdorni bir biridan mustaqil tarzda o'zgartirib bo'lmaydi. Masalan, doimiy temperaturada quyidagi ko'rinishdagi Boyle-Mariott qonuni bajariladi:

$$pV = \text{const}$$

Mazkur tajribada bu qonun gazli termometr yordamida tasdiqlanadi. Gazli termometr shisha kapillyardan tashkil topgan bo'lib, uning bir uchi ochiq. Havoning ma'lum miqdori kapillyar ichida simobning tomchisi bilan zich berkitiladi. Tashqi p_0 bosimda, kapillyar ichidagi havo V_0 hajmga ega. Xona temperaturasida dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) nasos yordamida havoni so'rib olish, havo ustunida $r_0 + \Delta r$ bosim hosil bo'lishiga olib keladi, bu yerda r_0 – tashqi bosim. Simobning tomchisi ham havo ustuniga bosim beradi:

$$p_{\text{Hg}} = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_{\text{Hg}}, \quad (\text{III})$$

bu yerda $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/sm}^3$ – simobning zichligi, $g = 9,81 \text{ m/c}^2$ – erkin tushish tezlanishi; h_{Hg} – simob tomchisining balandligi. Gazli termometrda havo ustunidagi umumiy bosim quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$p = p_0 + \Delta p + p_{\text{Hg}}. \quad (\text{IV})$$

Qamalgan havo hajmi V bosim p bilan aniqlanadi. Hajm V havo ustunining balandligi h bilan kapillyar A ko'ndalang kesimining yuzasi orqali quyidagi formuladan hisoblanishi mumkin: $V = \pi \cdot d^2 h / 4$, bu yerda $d = 2,7 \text{ mm}$ kapillyarning ichki diametri

Asboblari va ashyolar

1 Gazli termometr

1 Dastaki vakuum nasosi

1 V shaklsimon shtativ asosi .. 20 s

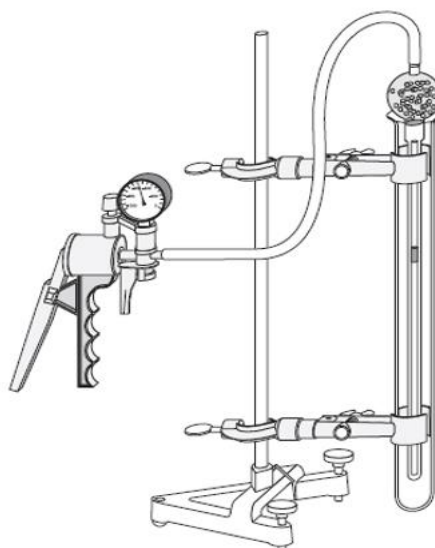
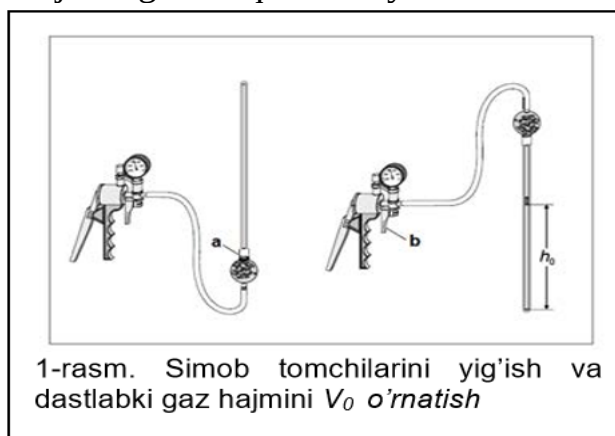
1 Shtativ ustuni, 47 sm

2 "Timsol" tipli qistirgich

Tajriba qurilmasi

Simob tomchilarini yig'ish - Dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosini gazli termometrga ulang va termometrni shunday ushlangki, uning ochiq uchi pastga qarab yo'nalgan bo'lsin. (2-rasmga qarang). - Dastaki vakuum nasosi yordamida maksimum ortiqcha bosimni Δp yuzaga keltiring va tomchi shaklidagi

simobni qavariq joyga (a) to'plang. Dastaki vakuum nasosining manometri ortiqcha bosimni Δp manfiy qiymat tarzida ko'rsatadi. - Agarda hali ham simobning tomchilari kapillyarda qolsa, kapillyarni sekin turtkilab, ular qavariq joyga(a) siljiriladi. Simob bilan berkitilgan kapillyar uchida qolgan kichkina simob tomchisi tajribani bajarishga xalaqit bermaydi.



1- rasm.Doimiy temperaturada gaz hajmining bosimga bog'likligini organish uchun mo'jallangan tajriba gurilmasi

Gaz hajmini V_0 o'rnatish - Gazli termometrdan foydalanish uchun uni ishchi holatdan (ochiq uchi yuqorida) sekin shunday buringki, simob kapillyarning kirish teshigiga siljisin. - Dastaki vakuum nasosining ventilyasiya klapanini (b) sekinlik bilan oching va Δp bosimni sekin 0 ga

Shunday kamaytiringki, simob yakka bog'langan tomchi bo'lib asta yumalasin. - Gazli termometr bilan katta trubkani shtativ ustuniga o'rnatish. Agar katta simob tomchisi kuchli ventilyasiya yoki vibratsiya natijasida bo'linib ketsa, qaytadan simobni yig'ing.

Tajribani o'tkazish tartibi

– Tashqi bosimni p_0 aniqlang. – Gazli termometrnin shkalasi bo'yicha simob ustunining balandligini h_{Hg} yozib oling. – Dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosi yordamida ortiqcha bosimni Δp yuzaga keltiring va uni qadamma-

qadam sekin asta oshirib boring. – Har safar havo ustunining balandligini h , Δp bilan birgalikda yozib boring.

Tajriba namunasi

Tashqi bosim: $p_0 = 1011$ gPa Simob ustunining balandligi: $h_{Hg} = 11$ mm

Jadval 1. Havo ustuni balandligining h bosimlar farqiga Δp bog'liqligi.

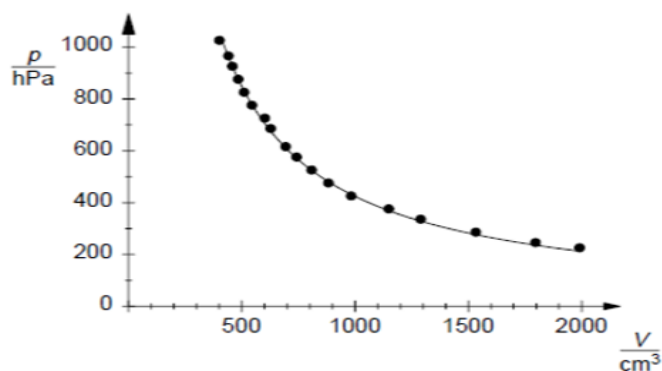
Δp , gPa	H , sm
0	7.0
- 60	7.7
-100	8.0
-150	8.45
-200	8.9
-250	9.5
-300	10.5
-340	10.95
-410	12.1
-450	12.95
-500	14.1
-550	15.4
-600	17.15
-650	20.05
-690	22.5
-740	26.75
-780	31.35
-800	34.75

Natijalar va ularning tahlili

(III) tenglamaga asosan, simob ustuni yuzaga keltirayotgan bosim p_{Hg} quyidagiga teng: $p_{Hg} = 13.6 \text{ g/sm}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 11 \text{ mm} = 15 \text{ gPa}$

Jadval 2: Havo bosimining (o'lchangan Δp qiymatlari bo'yicha, jadval1.) hajmga V (h qiymatlari bo'yicha hisoblangan, jadval 1.) bog'liqligi.

V , mm^3	p , gPa
401.1	1026
441.2	966
458.4	926
484.2	876
510	826
544.4	776
601.7	726
627.4	686
693.3	616
742	576
807.9	526
882.4	476
982.7	426
1148.9	376
1289.3	336
1532.8	286
1796.4	246
1991.2	226



2-rasmda p va V ning o'lchangan qiymatlari bo'yicha tuzilgan grafik keltirilgan (jadval 2.) Bu yerda uzluksiz silliq egrilik giperbolaga mos keladi.

$p = C/V$, bu yerda $C = 424\,000 \text{ gPa/mm}^3$. O'lchash aniqligi chegarasida, bu egrilik olingan tajriba natijalari bilan mos keladi. Shunday qilib, (II) tenglama qamalgan havo ustuni uchun bajariladi, ya'ni havo ustuni o'zini ideal gaz kabi tutadi.

Xulosa:

Doimiy temperaturada, ideal gazning bosimi va hajmi bir biriga nisbatan teskari proporsional. yoki: Doimiy temperaturada ideal gaz bosimining hajmiga ko'paytmasi doimiy bo'ladi (Boyl – Mariott qonuni).

Lab. 13. Elektrometrik kuchaytirgich yordamida elektrostatikaning asosiy tajribalarini bajarish.

Tajribaning maqsadlari:

- Ikki ishqalanish tayoqchasini bir-biriga ta'sir etkazganda zaryadlarning ajralishini tekshirish.
- Ishqalanish tayoqchasi ishqalash folgasi bilan ishqalanganda zaryadlar ajralishini tekshirish.
- Ishqalanish tayoqchalari har xil ishqalash folgalar bilan ishqalangandan keyin zaryadlangan tayoqlarning qutblarini aniqlash.

Qisqacha nazariya

Zaryadlar ikkimaterialni bir-biriga ishqalaganda yoki ta'sir etkazganda hosil bo'lishi mumkin. Tajribalarga ko'ra materiallarning biri musbat ikkinchisi manfiy zaryadga ega bo'ladi. Bundan tashqari hosil bo'lgan zaryadlarning miqdori bir-biriga teng bo'ladi. Agar materiallarda hosil bo'lgan zaryadlarni bir vaqtda o'lchasak ular bir-birini kompencatsiyalaydi. Material zaryadining ishorasi bir materialning o'zidan bog'liq emas, ya'ni ikkinchi materialning xossaligidan ham bog'liq. Ikki material bir-biriga ishqalanganda zaryadlarning hosil bo'lishini aniqlash uchun elektrometrik kuchaytirgichdan foydalaniladi. Bu qurilma juda katta kirish qarshiligiga (10^{13} Om) va juda kichik chiqish qarshiligiga (1 Om) ega bo'lgan asbob hisoblanadi. Kuchaytirgichning kirishi 2 ta sig'imiyl ulash yo'li bilan va zaryadlarni to'plash uchun Faradey chashkasidan foydalanib asbob yordamida juda kan miqdordagi zaryadlarni

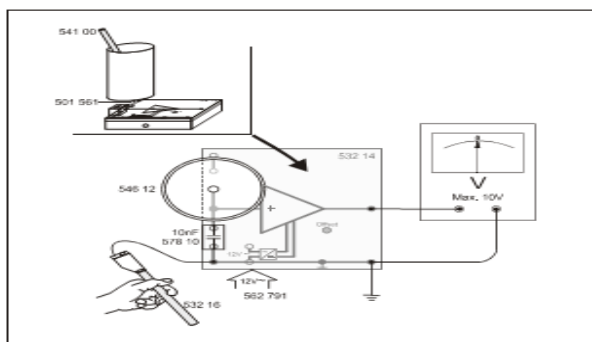
o'lchash imkonini beradi. Shunday qilib tekizish va isqalash yo'li bilan hosil qilingan zaryadlar yuqori aniqlik bilan topilishi mumkin.

Asbob va uskunalar

Electrometerik kuchaytirgich Kuchaytirgich energiya manbai. Energiya manbai Ulash tayoqchasi Multimeter LDanalog Faraday chashkasi. Tutgich shtepsel Kondensator. PVC and acrylic tayoqchalar. Teri. Polyetilen ishqalash folgasi Induksion tarelka

Tajriba qurilmasi

450 V li energiya manbaiva 12 V AC energiya manbaiga ega bo'lgan tajriba qurilmalasi.



Tajribani o'tkazish tartibi

Eslatma:

Aniq tajribaviy natijalarga erishish uchun tajriba o'tkazishdan oldin ishqalanish tayoqchasini va Faradey chashkasini zaryadsizlantiring.

Navbatdagi ko'rsatmalar:

Ishqalanish tayoqchasini zaryadsizlantirish uchun uni bor uzunligi bo'yicha bir necha marta uncha yorqin bo'lmagan olov ustidan harahatlantirib o'tkazing. Faradey chashkasini zaryadsizlantirish uchun unga ulash tayoqchasini to multimetr $U=0$ V kuchlanishni ko'rsatguncha tegizing.

- Zaryadsizlantirilgan ishqalanish tayoqchalarini birbiriga birnecha marta ta'sir ettiring . Keyin ularni qo'llaringizga ajratib oling.
- PVC tayoqchasini to'rtdan bir qismini Faradey chashkasi ichiga kiriting va multimetr strelkasi og'ishini kuzating.

- Xuddi shu tajribani akrilik tayoqcha bilan ham o'tkazing.
 - Keyin ikkala tayoqchani bir vaqtda Faradey chashkasiga kiriting va multimetr og'ishuini yana kuzating.
- Induksion plastinka ishqalanish tayoqchasidan zaryadni Faradey chashkasiga o'tkazishni namoyish qilish uchun foydalanish mumkin. Bunda ishqalanish tayoqchasini induksion plastinkaga tegiziladi va induksion plastinkani Faradey chashkasiga kiritish bilan zaryadlar unga o'tkazilishi va miqdori o'lchanishi mumkin.

a) Ishqalanish tayoqchasi teri bilan ishqalanganda zaryad hosil bo'lishini tekshirish.

- Zaryadsizlantirilgan akrilik tayoqchani material bilan ishqalang, uni Faradey chashkasi ichiga uzunligining chorak qismi kiradigan qilib joylashtiring va multimetr strelkasi og'ishini kuzating.
- Akrilik tayoqchani Faradey chashkasidan chqarib oling.
- Agar zarur bo'lsa Faradey chashkasini zaryadsizlantiring, teri materialni ochiq Faradey chashkasiga qo'ying va multimetr strelkasining og'ishini kuzating.
- Teri materialni Faradey chashkasidan chiqarib oling .

Ishqalanish tayoqchasining va ishqalash materialining (terining) zaryadlangandan keyingi zaryad ishoralari.

Ishqalanish tayoqchasi	Zaryadlanish ishorasi	Ishqalanish materiali	Ishq.materiali zaryadi ishorasi
Akril	-	Teri	+

b) Ishqalanish tayoqchalarini turli xil materiallar bilan ishqalab zaryadlangandan keyingi zaryad ishoralarini tekshirish.

- PVC va akrilik tayoqchalarni navbatma – navbat teri material bilan va qog'oz material bilan ishqalang.
 - Har safar zaryadlangan tayoqchani Faradey chashkasi ichiga uzunligining chorak qismi kiradigan qilib joylashtiring.
 - Har safar zaryadlangan tayoqcha zaryadining ishorasini multimetr strelkasining og'ishiga qarab yozib oling.
- ishqalanish tayoqchalarining har xil materiallar bilan ishqalagandan keyin zaryadining ishorasi.

Ishqalanish tayoqchasi	Ishqalash materiali	Ishqalanish tayoqchasi ishorasi
Akril	Politelen	+
PVC	Politelen	+
Akril	Teri	-
PVC	Teri	-
Akril	Qog'oz	+
PVC	Qog'oz	-

Lab. 14. Uitson ko'prigidan foydalanib qarshiliklarni aniqlash.

Tajribalar maqsadi:

- Uitson ko'prigi uchun nol metodni tushunish
- Qarshiliklarni yuqori aniqlik bilan o'lchash

Kerakli asboblari

- 1 Demonstration ko'priki, 1 m
- 1 O'lchash resistori $10\ \Omega$, 4 W
- 1 O'lchash resistori $100\ \Omega$, 4 W
- 1 O'lchash resistori $1\ k\Omega$, 4 W
- 1 Qarshiliklar decadi $0 \dots 1\ k\Omega$
- 1 Qarshiliklar decadi $0 \dots 100\ \Omega$
- 1 Qarshiliklar decadi $0 \dots 10\ \Omega$
- 1 Qarshiliklar decadi $0 \dots 1\ \Omega$
- 1 DC energiya manbai $0 \dots \pm 15\ V$
- 1 Galvanometer C.A 403
- 3 Ulash simlari, 50 cm, qora
- 1 Kabel jufti, 1 m, qizil/ko'k

Asosiy ma'lumotlar

Charlz Uitson tomonidan 1843 yilda kashf etilgan ko'priki seximasi metodi qarshilikni o'lchashning birimkonyatini ifodalaydi. Noma'lum qarshilikning qiymati R_x boshqa bir juda yuqori aniqlikda ma'lum bo'lgan R qarshilikning qiymati bilan taqqoslanib katta aniqlik bilan o'lchanishi mumkin.

Tajriba paytida uzunligi 1 m va ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lgan o'tkazgich simga U kuchlanish qo'yiladi. Simning uchlari noma'lum qarshilik R_x ga va qarshiliklari yuqori aniqlik bilan aniq bo'lgan va ketma-ket ulangan o'zgaruvchan qarshilik R ga ulangan (2-rasmga qarang). O'tkazgich simning ustiga o'rnatilgan siljuvchi kontakt simni uzunliklari S_1 va S_2 bo'lgan ikki qisimga ajratadi. Siljuvchi kontakt nul indikator vazifasini bajaruvchi ampermetr orqali R_x va R qarshiliklar tutashgan nuqtaga ulanadi. Agar ampermetr orqali o'tayotgan tok nolga teng bo'lsa

$$R_x = \frac{S_1}{S_2} R \quad (1)$$

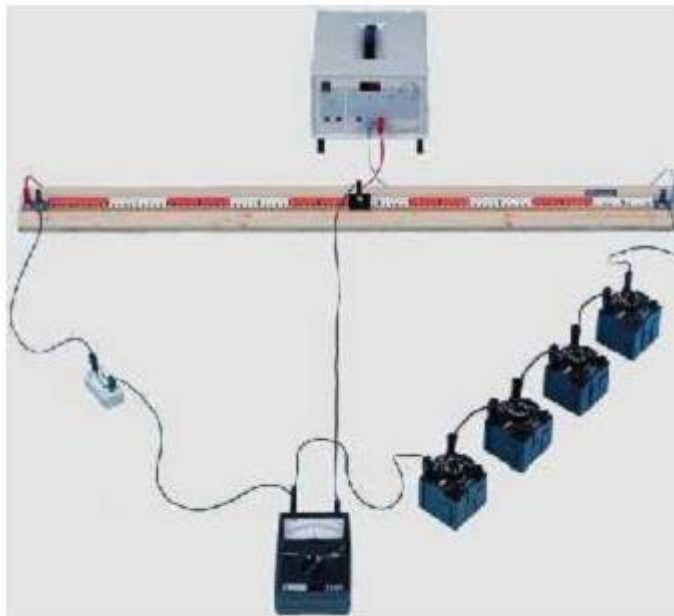
ga teng bo'ladi.

Shuning uchun qarshilikni o'lchashning nul balansli usuli qarshilikdan oqayotgan tokdan bog'liq bo'lmaydi va stabillanmagan tok manbayi yordamida ham bajarilishi mumkin. Bu eksperimental konfiguratsiya uchun eng yaxshi o'lchash aniqligiga simmetrik ulash yo'li bilan, ya'ni siljuvchi kontakt o'tkazgich simning o'rtasida joylashganda va shuning uchun S_1 va S_2 qisimlar bir-biriga teng uzunlikka ega bo'lganda yetishish mumkin. U vaqtda

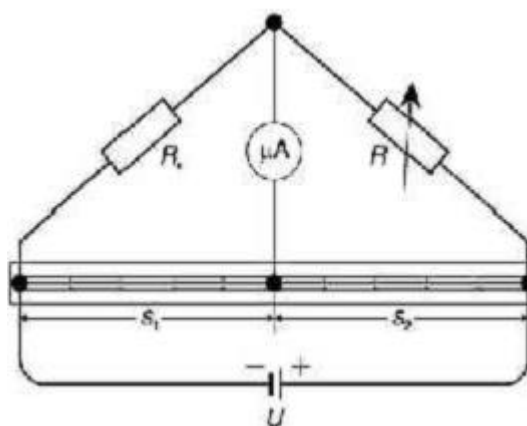
$$R_x = R \quad (2)$$

bo'ladi.

Shuning uchun ma'lum bo'lgan qarshilik R ning qiymati imkoni boricha to'g'ri o'lchangan bo'lishi kerak. Chunki aniqlanayotgan R_x qarshilik unga teng bo'ladi. Yuqoridagiga alternativ holda, nomalum qarshilik (2) tenglama bilan to'g'ridan-to'g'ri o'lchanishi uchun, dastlab siljuvchi kontakt simning teng o'rtasiga joylashtirilishi lozim va o'zgaruvchan R qarshilikning qiymati ampermetr nolni ko'rsatguncha o'zgaritib borilishi lozim. Bu holda R qarshilikning qiymati to'g'ridan-to'g'ri izlanayotgan R_x noma'lum qarshilikning qiymatiga teng bo'ladi.



1-rasm. Eksperimental qurilmaning tasviri.



2-rasm. Elektr zanjiri diagrammasi

Tajribalar uchun qurilma(1) va(2) rasmlardagi sxemalarga mos ravishda bo'ladi. Noma'lum qarshilik sifatida qiymati 10 Om bo'lgan rezistorni o'rnatish. Tok manbaidagi kuchlanish qiymati 2 V dan katta bo'lmasligi va qarshiliklar dekadasi o'tayotgan tok kuchi 250 mA dan katta bo'lmasligi lozim.

Tajribalarni o'tkazish tartibi:

S_1 va S_2 larni tanlash bilan nol balansga keltrish:

- Qarshiliklar dekadasi $R = 0.5 \cdot R_x$ qarshilikni o'rnating.
 - DS tok manbaini ulang va unga $U = 1 \text{ V}$ kuchlanishni o'rnating.
 - O'tkazgich simda S_1 va S_2 uzunliklarni shunday o'rnatingki, ampermetr eng sezgir diapazonida $I = 0 \text{ A}$ ni ko'rsatsin.
 - Qarshiliklar dekadasi R ning qiymatini orttiring va tajribani takrorlang.
 - O'lchanishi lozim bo'lgan har xil qiymatli R_x qarshiliklar uchun tajribani takroriy o'tkazing.
- Qarshiliklar dekadasi R ni tanlash bilan nol balansga keltring.
- O'tkazgich simda S_1 va S_2 uzunliklarni aniq 50 sm dan qilib siljuvchi kontakti o'rnating.
 - Qiymati 10 Om bo'lgan o'lchanadigan qarshilik R_x ni sxema bo'yicha ulang va unga mos R ni qarshiliklar dekadasi o'rnating.
 - Tok manbaini kuchlanishini 1 V ga o'rnating.
 - Qarshiliklar dekadasi R ni shunday tanlangki ampermetr eng kichik diapozonida $I = 0 \text{ A}$ ni ko'rsatsin.
 - R_x va R larning qiymatini yozib oling.
 - O'lchanishi lozim bo'lgan har xil qiymatli R_x qarshiliklar uchun tajribani takroriy o'tkazing.

Lab 15. Taqasimon magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'lchash

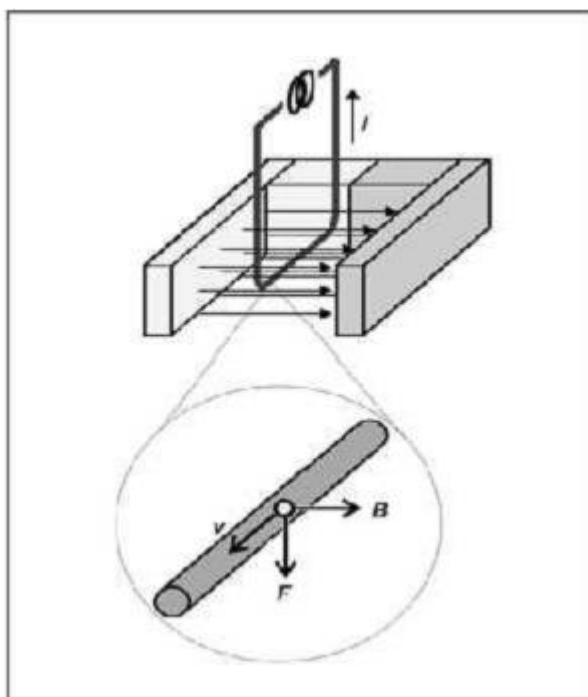
Tajribaning maqsadlari

- Taqasimon magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni tok kuchining funksiyasi sifatida o'lchash.
- Taqasimon magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'tkazgich uzunligining funksiyasi sifatida o'lchash.
- Taqasimon magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni magnit maydoni va tok yo'nalishi o'rtaidagi burchakning funksiyasi sifatida o'lchash.
- Magnit maydonini hisoblash.

Asosiy ma'lumotlar

Magnit induksiyasi, yoki soddaroq qilib aytganda magnit maydoni B vector kattalik hisoblanadi. B magnit maydonida v tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadga tezlikning kattaligi va yo'nalishidan hamda magnit maydoni kuchlanganligidan va yo'nalishidan bog'liq bo'lgan kuch ta'sir etadi. Bu kuchni topish uchun quyidagi munosabatdan foydalaniladi

$$\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (1)$$



Mavzu rasmi: magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchning sxemali ko'rinishi.

Lorents kuchideb ataluvchi $\mathbf{F}$ kuch ham vector kattalik bo'lib u avval $\mathbf{B}$ lar bilan aniqlanadigan tekislikka perpendikulyar ravishda tasir etadi. Tokli otkazgichga magnit maydonida ta'sir etayotgan kuchni tokni hosil qiluvchi va shu maydonda harakatlanayotgan individual zaryad tashuvchilarga ta'sir etuvchi kuch komponentlarining yig'indisi deb tushunish mumkin. (1) tenglamaga asosan Lorents kuchi $\mathbf{v}$ dreif tezlik bilan harakatlanayotgan har bir individual $\mathbf{q}$ zaryadga ta'sir etadi. To'g'ri o'tkazgich uchun bu umumiy kuch

$$\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{n} \cdot \mathbf{A} \cdot (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (2)$$

Bu yerda $-\mathbf{n}$ zaryad tashuvchilarning zichligi, $\mathbf{A}$ - o'tkazgichning kondalang kesimining yuzasi, $\mathbf{s}$ – o'tkazgichning magnit maydonida joylashgan qismining uzunligi.

Umumiy holda o'tkazgich kesimining yo'nalishini ko'rsatuvchi $\mathbf{s}$ vektorni kiritish qulay hisoblanadi.

Bundan tashqari $q \mathbf{n} \mathbf{A} \mathbf{v}$ ko'paytma $\mathbf{I}$ tok kuchiga teng. Shunday qilib magnit maydonining tokli o'tkazgichga segmentiga ta'sir etuvchi kuchi quyidagi tenglamadan topiladi

$$\mathbf{F} = \mathbf{I} \cdot (\mathbf{s} \times \mathbf{B}) \quad (3)$$

Bu kuchning absolyut qiymati quyidagi tenglamadan topiladi.

$$F = I \cdot (s \cdot B) \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Bu yerda α - magnit maydoni va tok kuchi yo'nalishi orasidagi burchak.

Bu tajribada 20 A gacha tok o'tkazadigan to'g'ri to'rt burchak shaklidagi otkazgich halqa taqasimon magnitning gorizontaal maydoniga joylashtiriladi. Otkazgichning gorizontaal qismiga ta'sir etuvchi kuch o'lchanadi. Otkazgichning ikki vertical qismiga ta'sir etuvchi kuchlar o'zaro kompensatsiyalanadi.

O'tkazgich halqa kuch sensoriga ulanadi. U egilgan qismga ega bo'lib unga o'lchash asbobiga biriktiriladi. Bu elementlarning elektr qarshiligi o'zgartirilishi mumkin. Qarshilikdagi o'zgarish hosil bo'ladigan kuchga to'g'ri proporsional. Unga ulangan dinamometr qarshilikdagi o'zgarishni o'lchaydi va unga mos kuchni ko'rsatadi.

Kerakli asboblari

- 1 Taqasimon magnit
- 1 Kuch sensori
- 1 O'tkazgich halqalar to'plami
- 1 O'tkazgich halqalar uchun taglik
- 1 Dinamometr
- 1 Ko'p o'zakli ulash kabeli
- 1 Yuqori energiyali manba
- 1 Kichik shtativ, V-shaklida
- 1 Shtativ tayoqchasi,
- 1 Leybold ko'putgich

Eksperimental qurilma va tajribalarni o'tkazish

Eslatmalar: O'lchanayotgan kattalikning qiymati juda kichik bo'lganligi sababli o'lchashlarga tashqi ta'sirlar oson xalaqitberishi mumkin. Atrofdagi temperaturaning o'zgarishidan, siljishlardan va taqillashlardan saqlanib.

Dinamometr tajribalarning boshlanishidan kamida 15 minut qizdirilishi lozim. Dinamometrni ulanga kuch sensori bilan qurilma orqa tarafidagi asisiy kalit yordamida qoshing. 20 A tokni o'tkazgich halqadan va ta'minlash manбайдan faqat qisqa muddat (bir necha minut) o'tkazish mumkin.

Taqasimon magnitning magnit maydoni bir jinsli emas.

Barcha tajribalar uchun o'tkazgich halqani taqasimon magnit qo'llari o'rtasida shunday joylashtiringki, magnit maydonining ta'siri imkoni boricha bir jinsli bo'lsin.

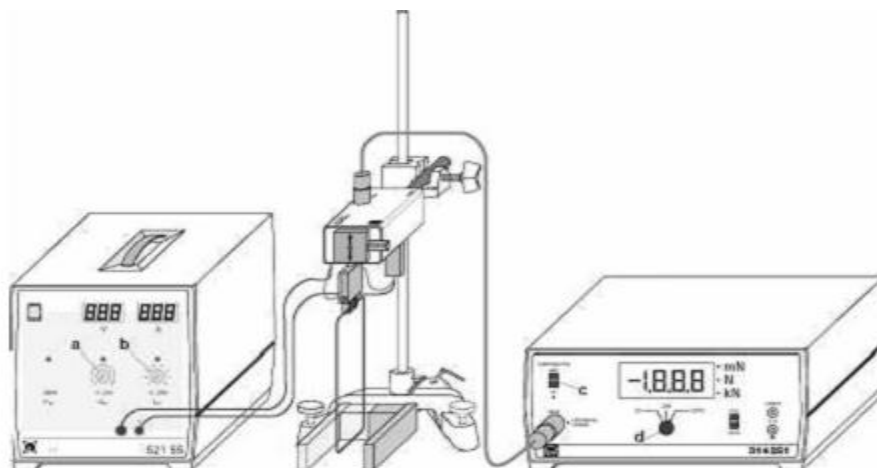
1 – rasmda ko'rsatilgandek qurilmani yig'ing.

-Qisqa tutashuv bo'lmasligi uchun o'tkazgich halqa uchun taglik kabelining izolyatsiyalanmagan qismi tegib qolmasligiga ishonch hosil qiling.

Dinamometr o'lchash diapozonining kalitini 2000 ga o'rnatib.

Tajribalar faqatgina tor qismga ega bo'lmagan o'tkazgich halqalardan foydalanib o'tkaziladi. Tokni o'rnatishning eng oson yoli tokni control qilish knopkasi (b) dan foydalanib bajarilishi mumkin.

Kuchlanishni control qilish knopkasi (a) hamma vaqt o'ng tarafga burilgan holda turadi.



1-rasm. Magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'lchash qurilmasi.

a) Tokning funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

- Dastlab kengligi 8 sm bo'lgan o'tkazgich halqani kuch sensoriga ulang.
- Tokni control qilish (b) knopkasini hamma vaqt chap tarafga burilgan holda va kuchlanishni control qilish knopkasi (a) ni hamma vaqt o'ng tarafga burilgan holda o'rnatish. Keyin yuqori tok manbaini qo'shing.
- Dinamometrning nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang.
- Tokni control qilish knopkasi (b) yordamida tokni 2 A qadam bilan 20 A gacha oshiring. Tokning har bir qiymati uchun dinamometrdan kuchni yozib oling va bu qiymatlarni tajriba kitobingizga yozing.
- Tok kuchini $I = 0$ A ga o'rnatish va kuchning nol nuqtasini tekshiring.

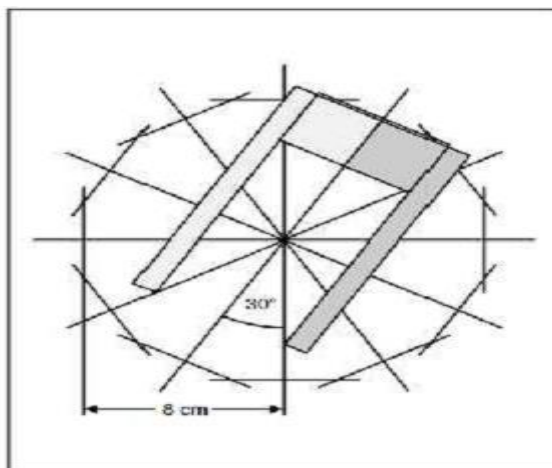
b) O'tkazgich uzunligining funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

- Dastlab kengligi 4 sm bo'lgan o'tkazgich halqani kuch sensoriga ulang.
- Dinamometrning nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang.
- Tok kuchini $I = 20$ A sathga o'rnatish, Tokning bu qiymati uchun dinamometrdan kuchni yozib oling va bu qiymatlarni tajriba kitobingizga yozing.
- Tok kuchini $I = 0$ A ga o'rnatish va kuchning nol nuqtasini tekshiring.
- Tajribani 2 sm li o'tkazgich halqa uchun takrorlang.

c) Magnit maydoni va tokning yo'nalishlari orasidagi burchakning funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

Rekomendatsiya: magnit maydonining bir jinslilikmasligini kompensatsiyalash uchun va xususiy aylanish burchagini o'rnatish uchun moslama yasang (1-rasmga qarang) . Bu moslama taqasimon magnitni kerakli holda joylashtirishni osonlashtiradi va aniqlashtiradi

- Tokni control qilish tugmasini chap tarafga buring va 4 sm kenglikdagi o'tkazgichhalqani kuch sensoriga ulang.
- Moslamani o'tkazgich halqaning octiga shunday joylashtiringki, moslamaning markazi o'tkazgich halqaning gorizontaal qismining o'rtasiga joylashsin va moslama chiziqlaridan biri o'tkazgich gorizontaal qismiga parallel bo'lsin.



2 –rasm. Taqasimon magnitni kerkli holda joylashtirish uchun moslamadan foydalanish.

- Taqasimon magnitni shunday joylashtiringki, magnit maydon va o'tkazgich gorizontaal qismi parallel bo'lsin.
- Dinamometrning nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang.
- Tok kuchi sathini $I = 10 \text{ A}$ qilib o'rnatang.
- Magnitni 30° burchakli qadam bilan 360° gacha buring va har bir burchak uchun dinamometrdan kuchni yozib oling.
- Tok kuchini $I = 0 \text{ A}$ ga ornating va kuchning nol nuqtasini tekshiring.

Lab. 16. To'g'ri o'tkazgich va aylanma halqaning magnit maydonini o'lchash

Tajribalarning maqsadi

- To'g'ri o'tkazgich va aylanma halqaning magnit maydonini tok kuchining funksiyasi sifatida o'lchash.
- To'g'ri o'tkazgich magnit maydonini o'tkazgich o'qidan hisoblanadigan masofaning funksiyasi sifatida o'lchash.
- Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgich vagnit maydonini halqa radiusining funksiyasi sifatida va halqa o'qi ustida halqa markazidan masofaning funksiyasi sifatida o'lchash.

Kerakli asboblari.

- 1 4 o'tkazgichlar to'plami
- 1 teslameter
- 1 axial B-probe
- 1 tangential B-probe
- 1 ko'p o'zakli kabel, 6-qutb
- 1 yuqori energiyali manba
- 1 kichik optic ctol

- 1 shtepsel elementlari tutgichi elements
- 2 Leybold ko'ptutgich
- 1 shtativ, V-shaklda, 28 cm
- 1 ikki-yo'lli adapterlar to'plami

Asosiy ma'lumotlar

Bio –Savar qonuniga asosan I tok o'tayotgan o'tkazgich atrofidagi P nuqtadagi magnit maydoni o'tkazgichning cheksiz kichik qismlarining magnit maydonlarining ulushlarining yig'indisidan iborat bo'ladi

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{I}{r^2} dS \times \frac{r}{r} \quad (1) \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \text{ magnit doimiysi}$$

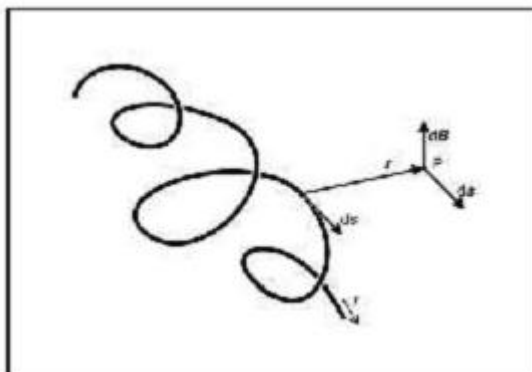
O'tkazgichning uzunligi va yo'nalishi **ds** vector yordamida ifodalanadi. O'tkazgichning kichik qismidan **P** nuqtaga o'tkazilgan radius vector orqali berilgan **(1-rasmga qarang)**.

Shuning uchun umumiy magnit maydon integral hisob yordamida aniqlanadi. Bu holda analitik yechim faqat ma'lum simmetriyaga ege bo'lgan o'tkazgichlar uchun hisoblanishi mumkin bo'ladi. Masalan cheksiz uzun o'tkazgichning magnit maydoni o'tkazgich o'qidan **r** masofada

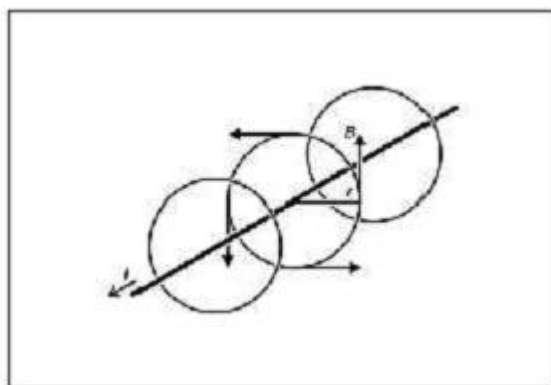
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \times \frac{r}{r^3}$$

va maydon kuch chiziqlari silindr o'qi atrofida konsentrik shaklda bo'ladi.

(2 – asmgga qarang)



1 –rasm. Tokli o'tkazgich magnit maydonini integral usulda hisoblash.

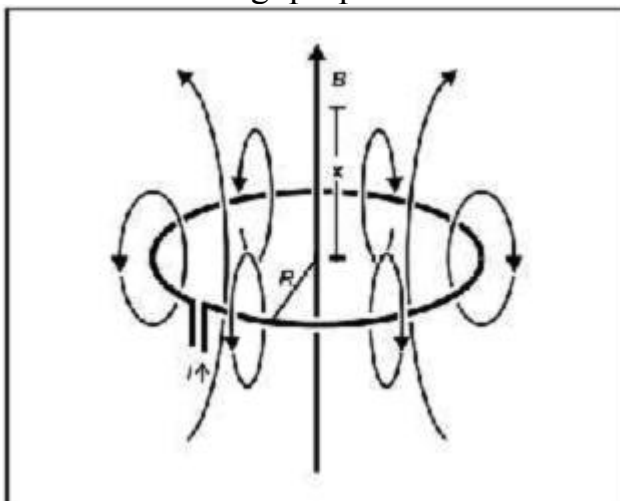


2 – **rasm.** Cheksiz uzun tokli to'g'ri o'tkazgichning magnit maydoni.

Radiusi **R** bo'gan aylanma halqa shaklidagi o'tkazgichning aylana o'qi ustida halqa markazidan **x** masofadagi nuqtaning magnit maydoni

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \times I \times 2\pi \times \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (3)$$

Uning maydon kuch chiziqlari aylana o'qiga parallel bo'ladi. **(3-rasmga qarang)** Bu tajribada yuqorida qayd etilgan o'tkazgichlarning magnit maydoni mos ravishda aksial yoki tangensial **B**-probe metodi yordamida o'lchanadi. **B**-probe ning Xoll datchigi yupqa plastinka shaklida bo'lib, u magnit maydonining o'z yuzasiga perpendikulyar bo'lgan komponentalariga sezgir bo'ladi. Shuning uchun magnit maydoni kuchlanganligining nafaqat qiymatini balki uning yo'nalishini ham aniqlash mumkin. To'g'ri o'tkazgich uchun magnit oqimi zichligi **B** ning **r** masofadan bog'liqligi o'rganiladi, aylanma shakldagi otkazgich uchun esafazoviy koordinata **x** dan bog'liqligi o'rganiladi. Bundan tashqari, magnit maydon induksiyasi **B** va tok kuchi **I** o'rtasidagi proportsionallik ham tekshirib ko'riladi.



3-rasm. Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgichning magnit maydoni.

Eksperimental qurilma va tajribalarni o'tkazish

a) To'g'ri o'tkazgichning magnit maydoni.

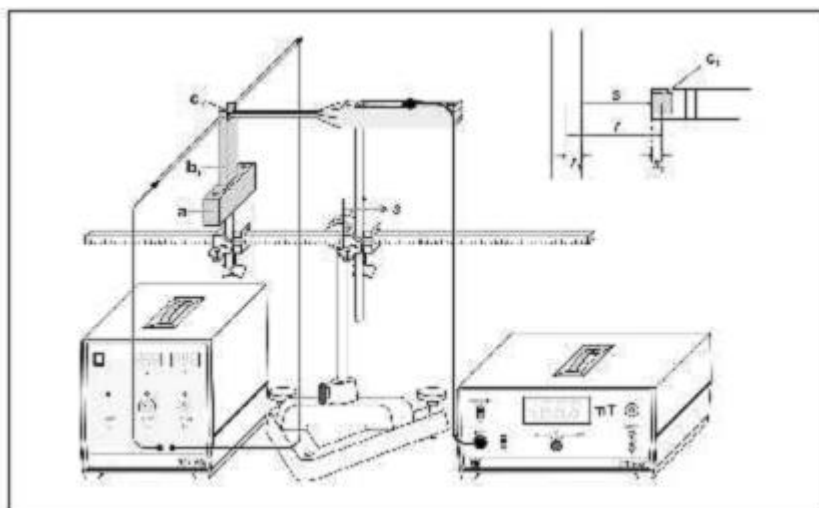
Eksperimental qurilma **4 –rasmda** tasvirlangan.

- Kichik optik qurilmani shtativga oʻrnating va uni gorizantal xolatda joylashtiring.
- (a) shtepsel uchun tutgichni Leyboldga maxkamlang.
- Toʻgʻri oʻtkazgich uchun tutgichni maxkamlang , toʻgʻri oʻtkazgichni unga oʻrnating va katta tokli manbaga ulang.
- Tangensial **B**-probe ni teslametrga ulang va teslametrni nolini oʻrnating (teslametr uchun koʻrsatmalarga qarang)
- Tangensial **B**-probe ning chap uchini Leyboldga shkalada 50.0 sm belgiga Toʻgʻirlab va toʻgʻri oʻtkazgich oʻrtasining balandligiga toʻgʻirlab oʻrnating.
- Toʻgʻri oʻtkazgichni Xoll datchigi tomon deyarli unga tegadigan darajada yaqin qilib oʻrnating. ($S=0$ boʻlsin)
- Tok kuchi I ni xar 2 A qiymatga 0 A dan, 20 A gacha oshiring. Xar safar B magnit maydonini oʻlchang, qiymatini yozib oling.
- $I=20$ A ga **B**-probe ni unga tomon qadam-ba qadam siljiting, **B** magnit maydonini masofaning funksiyasi sifatida oʻlchang va qiymatlarini yozib oling.

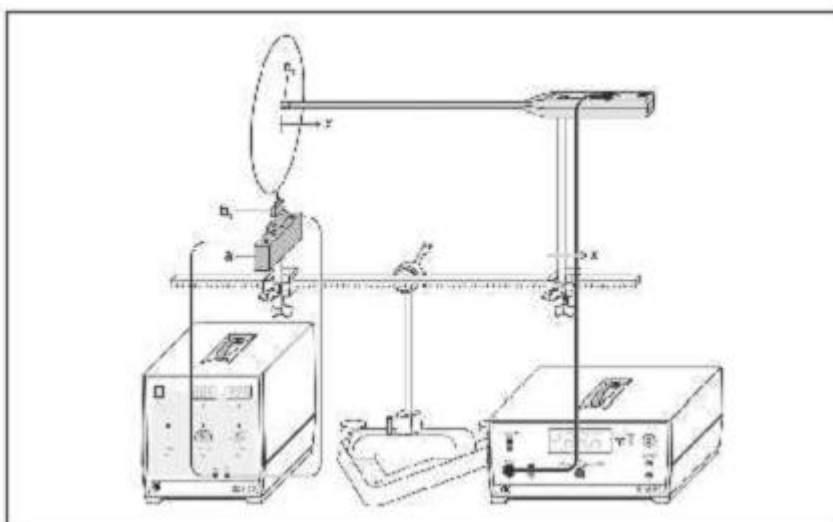
b) Aylanma xalqa shaklidagi oʻtkazgichning magnit maydoni

Eksperimental qurilma **5-rasmda** tasvirlangan.

- Toʻgʻri oʻtkazgich uchun tutgichni oʻtkazgich halqa uchun adapter bilan almashtiring va unga diametric 40 mm boʻlgan oʻtkazgich halqani biriktiring.
- Otkazgich halqani ulash kabtlari yordamida tutgichning (a) shtepselli elementining pozetkalariga ulang.
- Aksial **B**-probe ni teslametrga ulang va teslametrning nolini oʻrnating (teslametr uchun koʻrsatmalarga qarang)
- Aksial **B**-probe ni Leybold ga chap uchi 70.0 sm shkala belgisiga toʻgʻrilab joylashtiring.
- B**-probe ni oʻtkazgich halqa markaziga toʻgʻrilab joylashtiring.
- Oʻtkazgich halqani imkoni boricha Xoll datchigiga aniq joylashtiring.
- I tok kuchini har safar 2 A qiymatga 0 A dan to 20 A qiymatgacha oshiring. Har safar magnit maydonini oʻlchang va qiymatini yozib oling.
- $I=20$ A da **B** –probni chap tarafga va ong tarafga qadam –baqadam siljiting, har safar magnit maydonini oʻlchang, yaʼni magnit maydonini fazoviy koordinata x ning funksiyasi sifatida oʻlchang. Oʻlchagan qiymatlarni yozib oling.
- 40 mm li oʻtkazgich halqani 80 mm li oʻtkazgich halqa bilan almashtiring va keyin 120 mm li oʻtkazgich halqa bilan almashtiring. Barcha hollarda magnit maydonini fazoviy koordinata x ning funksiyasi sifatida oʻlchang.



4 –rasm. To'g'ri o'tkazgichning magnit maydonini o'lchash uchun eksperimental qurilma.



5 –rasm. Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgichning magnit maydonini o'lchash uchun eksperimental qurilma.

Lab. 17. Yer magnit maydonini aylanuvchi induksion g'altak yordamida o'lchash

Tajribaning maqsadlari

- Yer magnit maydonining komponentlarini aniqlash.
- Yer magnit maydonining og'ish burchagini aniqlash.

Kerakli jihozlar.

- 1 Juft Gelmgolts g'altaklari
- 1 Sensor CASSY
- 1 Mikrovoltmetr
- 1 CASSY Lab

Qo'shimcha rekomendatsiya:

1 Experimental motor

1 Experimental motor uchun kotroller

Asosiy ma'lumotlar

O'ramlar soni N ta, yuzasi $S = \pi R^2$ bo'lgan aylanma induksion g'altak aylanish o'qining diametridan otuvchi o'q atrofida o'zgarmas ω burchak tezlik bilan bir jinsli $\mathbf{B}$ magnit maydonida aylansa uni kesib o'tuvchi magnit oqimi (1)

$$\Phi = \pi R^2 \times N \times B \times \cos(\omega t) \quad (1)$$

Bu yerda ω – burchak tezlik, R – induksion g'altakning radiusi, N – induksion g'altakning

o'ramlar soni. (1) tenglamada aylanish o'qi $\mathbf{B}$ magnit maydoniga perpendikulyar yonalgan.

$\mathbf{B}$ magnit maydonini induksiyanayotgan kuchlanish U ning amplituda qiymatidan aniqlash mumkin.

$$U = - \frac{d\Phi}{dt} = \pi R^2 \times N \times B \times \omega \times \sin(\omega t) \quad (2)$$

$T = 2\pi/\omega$ aylanish davrida foydalanib, induksiyaangan kuchlanishning maksimal qiymati uchun quyidagini hosil qilamiz

$$U = \frac{2 \times \pi^2 \times N \times R^2}{T} \times B = u \times B \quad (3)$$

$$u = \frac{2 \times \pi^2 \times N \times R^2}{T} \quad (4)$$

Induksion g'altakning z – yo'nalish atrofida aylanish uchun Dekart koordinatalar sistemasida (1 – rasm) kuchlanish amplitudasi

$$U_z = a \sqrt{B_x^2 + B_y^2} \quad (5)$$

Induksion kuchlanish urning quyidagi magnit maydonida induksiyanadi.

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} \quad (6)$$

Simmetriya tufayli x -yoki y –yo'nalishlar uchun quyidagilar o'rinli bo'ladi.

$$U_x = a \sqrt{B_z^2 + B_y^2} \quad (7)$$

$$U_y = a \sqrt{B_x^2 + B_z^2} \quad (8)$$

Yer magnit maydonining komponentalari (5), (7) va (8) tenglamalar sistemasini yechish orqali hisoblanishi mumkin

$$B_x = \sqrt{\frac{-U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (9)$$

$$B_y = \sqrt{\frac{U_x^2 - U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (10)$$

$$B_z = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 - U_z^2}{2a^2}} \quad (11)$$

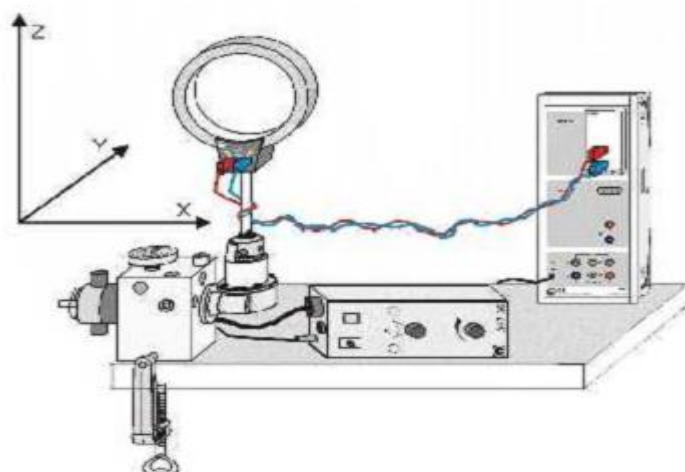
Xususiyl holda yer magnit maydonining umumiy qiymati

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (12)$$

Yer magnit maydonining qiyalik burchagi ϑ quyidagi tenglamadan topilishi mumkin

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{B_z}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2U_z^2}} \quad (13)$$

Bu formula matematik jihatdan to'g'ri, ammo o'lchash noaniqligi tufayli kvadrat ildizning argument ekvatorga yaqin joylardagi tajribalar uchun manfiy bo'lishi mumkin. Masalaning yechimi uchun qo'llanmaning oxiriga qarang. Bu tajribada induksion g'altakning aylanish o'qi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining x-, y-va z -yo'nalishlari bo'yicha o'rnatiladi. Har bir holda induksiyalangan kuchlanish amplitudasi vaqtning funksiyasi sifatida CASSY bilan o'lchanadi. O'lshangan signallardan amplituda va chastota yerning magnit maydon kuchlanganligi va og'ish burchagini aniqlash uchun foydalaniladi.



1-rasm. Eksperimental motor bilan o'lchanadigan eksperimental qurilmaning sxemaviy korinishi.

Tajriba qurilmasi.

- Tajriba motorini ctol ustining burchagiga **1-rasmda** ko'rsatilgandek qo'yingki, uning x-, y va z-yo'nalishlarda buralishi mumkin bo'lsin.
- mikrovoltmetrni va induksion g'altakni bir-biriga ulash uchun 2 m uzunlikdagi aylanma ulash kabelidan foydalaning.

Tajribalarni o'tkazish

Tajribani motor yordamida o'tkazish

CASSY misollar faylidan "Earth magnetic field" ni ishga tushiring. Eslatma: By fayl CASSY misollar faylida saqlanmagan. U kompyuter "Hard disk" idan funksional knopka F3 ni bosish bilan ishga tushirilishi lozim.

-Misollar faylidagi berilganlarni funksional knopka F4 ni bosish bilan tozalang.

-Tajriba motorining tezligini 0 ga o'rnatish.

-Motorni ehtiyotkorlik bilan qo'shing va uning tezligini taqriban sekundiga 0.3 aylanishgacha oshiring.

-Aylanma ulash kabelini qo'l bilan shunday yo'naltiringki, ular tajriba motori bilan o'rab olinsin. O'tkazgich halqa aylanayotganida u tugunlarda ushlab qolinmasligiga amin bo'ling.

-Induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida o'lchashni F9 funksional knopkani bosish yordamida boshlang.

-Eslatma: O'lchash 20 sekunddan keyin avtomatik ravishda to'xtaydi. O'lchash parametrlarining detallari uchun ... knopkasini bosing va "measuring parametr" menyusidan ularni ko'ring.

-O'lchashlar tugagandan keyin motorning o'chirilganligiga ishonch hosil qiling. Tajriba motorini teskariga aylantiring va uni qulay fursatda to'xtatish.

-Aylanish o'qini x –yo'nalishga o'zgartiring va o'lchashlarni dastlabki burchak tezlik bilan takrorlang.

-Va nihoyat induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida aylanish o'qining y –

yo'nalishi uchun tajriba motorini 90° ga buring.

-Induksion g'altakning **d** diametrini o'lchang.

Tajriba motorisiz o'lchashlarni bajarish.

-CASSY misollar faylidan "Earth magnetic field" ni ishga tushiring. Eslatma: By fayl

CASSY misollar faylida saqlanmagan. U kompyuter "Hard disk" idan funksional knopka F3 ni bosish bilan ishga tushirilishi lozim.

-Misollar faylidagi berilganlarni funksional knopka F4 ni bosish bilan tozalang.

Tajriba motorining tezligini 0 ga o'rnatish.

-Induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida o'lchashni F9 funksional knopkani

bosish yordamida boshlang.

-Induksion g'altakni z o'qi atrofida qo'l bilan aylantiring.

-Eslatma: O'lchash 20 sekunddan keyin avtomatik ravishda to'xtaydi. O'lchash parametrlarining detallari uchun ... knopkasini bosib va "measuring parametr" menyusidan ularni ko'ring.

-O'lchashlarni y -va x -o'qlar atrofida aylantirishlar uchun takrorlang.

Qoshimcha ma'lumotlar

Tajribadagi asosiy xatolik o'tkazgich halqa yaqinida joylashgan magnitlangan po'lat jismlar sababli magnit maydonining buzilishidan hosil bo'ladi. Yuqori o'lchash aniqligiga erishish uchun g'altakning parametrlari imkoni boricha katta qilib tanlab olinishi zarur.

yer magnit maydonining og'ishi bo'lmaganda (magnit ekvatorida) er magnit maydonining qiymati $31.2 \mu T$ ga teng va magnit qutblarida 2 marta kattaroq bo'ladi.

Ekvatorga yaqin joyda tajribani bajarishda muammo tug'iladi. Ekvatorida magnit maydonining qiyalik burchagi 0 ga yaqin va xuddi shu holda B_z ham nolga yaqin bo'ladi. (11) va (13) tenglamalar katta sonlarni ayiradi va nazariyada kichik musbat sonlarni hosil qiladi. Bu kichik farq kichik o'lchash xatoliklari tufayli ham (po'lat bo'lagi) manfiy bo'lib qolishi mumkin va (11) va (13) tenglamalardagi kvadrat ildiz echimga ega bo'lmaydi.

Ekvatorga yaqin joylarda og'ish burchagi uchun natijalar olish uchun B_z to'g'ridan -to'g'ri o'lchanishi kerak. (7) tenglamadan foydalanib biz gorizontaal aylanish o'qi bo'yicha tajriba o'tkazamiz va $B_z = 0$ ga aylanish o'qini shimol janubga to'g'rilab erishamiz. Bu esa kuchlanishning minimumini izlash bilan bajarilishi mumkin. Keyin B_z ning qiymati (7) tenglamadan hisoblanadi va (13) tenglamaning o'ta qismiga qo'yiladi. Bu tajribada biz B_z ning qiymatini uning ishorasisiz o'lchaymiz, chunki ekvatorning janubida (11) va (13) tenglamalar kvadrat funksiyaning manfiy natijalaridan foydalanish lozim.

Lab. 18. Erkin elektromagnit tebranishlar davrini aniqlash.

Tajribaning maqsadi:

Elektr tebranishlar konturi bilan tanishish.

Tebranish konturi xususiy chastotasini aniqlash.

Tebranish zanjirida tok va kuchlanish o'zgarishini tahlil qilish.

Qisqacha nazariya

Bugungi kunda kommunikatsiya va hisoblash texnikalarini elektromagnit tebranish konturlarisiz ta'savur qilib bo'lmaydi. Ideal LC elektromagnit tebranish konturida energiya yo'qotilishi, so'nish bo'lmaydi. Ammo bu hol faqat nazariy jihatdan mumkin. Amalda esa tebranish konturlarida elektromagnit tebranishlar kam bo'lsada so'nadi. Misol qilib so'nuvchi garmonik ossilyatorni keltirish mumkin.

Tebranish konturi bir biriga ulangan kondensator va induktiv g'altakdan iborat bo'ladi. So'nuvchi tebranish konturida L va C zanjirga ketma-ket ravishda aktiv qarshilik ham mavjud bo'ladi.

Kirxgofning ikkinchi qonuni bo'yicha

$$\sum_i U_i = 0 \quad (1)$$

Bu tenglama zanjirdagi barcha kuchlanishlar yig'indisi nolga teng ekanligini bildiradi. Bu qonun ichki qarshilikka ega bo'lgan tebranish konturida ham o'rinlidir (1-rasmga qarang):

$$U_C + U_R - U_{\text{ind}} = \frac{Q}{C} + R \cdot I + L \cdot \dot{I} = 0 \quad (2)$$

Ma'lumki, kondensator sig'imi $C = \frac{Q}{U_c}$, aktiv qarshilik kuchlanishi $U_R = R \times I$

(Om qonuni) va g'altakdagi reaktiv kuchlanishi $U_{\text{ind}} = -L \dot{I}$ kabi aniqlanadi.

I tok kuchining diferensial tenglamasini (2) tenglama hadlarini L ga bo'lib, $\dot{Q} = I$, deb hisoblab hosil qilamiz:

$$I \times \omega_0^2 +$$

$$I \cdot \omega_0^2 + I \cdot \gamma + I = 0, \quad (\text{III})$$

Be erda $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ – xususiy chastota, $\gamma = \frac{R}{L}$ konturning asilligi. Bu matematik differensial tenglamani yechish uchta xususiy holga olib keladi. Tenglama

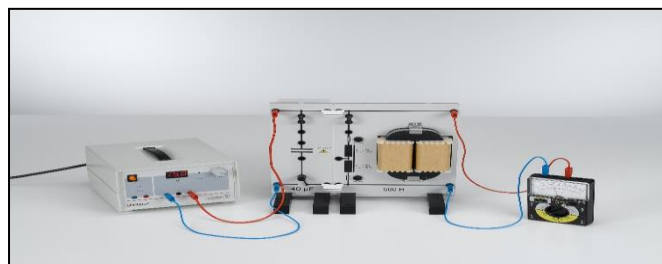
$$I(t) = I_0 \cdot e^{-i\omega t}$$

– Kabi yechimga olib keladi, bu erda I_0 tebranish amplitudasi, $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$:-tebranish chastotasi.

Tajriba qurilmasi

Qurilma 3-rasmga keltirilgan.

- Dastlab, kondensatorni razryadlash uchun qisqa tutashtiring.
- Induktiv g'altak va kondensatorni asos taglikka o'rnatish.
- Induktiv g'altak va kondensatorni bir chiziqda joylashtiring va ularni ikkita shtepsellar bilan ulang.
- Kondensatorga o'zgarmas tok manbaini ulang, o'rtadagi yerga ulash chiqishiga ualamang.
- Kuchlanish muruvatini 0 V ga qo'ying.
- Multimeterni induktiv g'altakka parallel ulang va DC kuchlanishni 3 V ga qo'ying.



3-rasm: Tajriba qurilmasi.

LAB. 19. Tranzistorlarning diod avsifnomalarini o'rganish.

Tajriba maqsadi.

Takrorlanish chastotasi va impuls davomiyligi ma'lum bo'lgan to'g'ri burchakli impulsni hosil qilish

Ikki noturg'un holatga ega bo'lgan multivibratorni yig'ish va o'rganish

Qisqacha nazariya

Funksional generatorlar – turli chastotali va davomiylikli asosan to'g'ri burchakli shaklga ega impulslarni (arrasimon, sinusoidal shakldagi ham) elektr tebranishlarini hosil qiluvchi asbobdir. Bunday asbobning asosini nostabil multivibrator zanjiri tashkil qiladi. Bu zanjir asosini esa navbati bilan ochilib yopiladigan ikkita taranzistordan iborat bo'lib, bunday ochilish va yopilishlarda tranzistor kollektorlariga kuchlanish berildi yoki brilmaaydi. Bunday holda zanjir chiqishida ma'lum vaqt davom etadigan ikkita turg'un holat mavjud bo'ladi. Bu turg'un holatlar mal'lum vaqt davom etib o'zaro almashinadilar. Holatlar davomiyligi kondensator va qarshilikdan iborat zanjir orqali o'rnatiladi va shunday qilib taranzistorlarning qayta ulash vaqtlarini tanlab simmetrik va nosimmetrik to'g'ri burchakli impulsga ega bo'lamiz.

Mazkur tajribada turg'un holatlarni ko'rgazmali namoyish qilish uchun indikator chiroqchalardan foydalaniladi. Kondensator sig'imi yoki qarshilik qiymati o'zgarganda impuls davomiyligi yoki tebranishlar chastotasi o'zgarishni kuzatish mumkin. Turg'un holatlar orasidagi o'tish holatini kuzatish uchun ossilografdan foydalaniladi.

Qayta ulash vaqti τ miqdorga bo'g'liq bo'lib u o'z navbatida RC elementlarga bo'g'liq:

$$\tau = RC \quad (1)$$

τ_{ED} ulanish davri mobaynida ta'minlash manbai kuchlanishi baza-emitter kuchlanishidan katta bo'ladi,

$$U_{BE} > U_{BC} \quad (2)$$

Tranzistorning ulanish vaqti yoki impuls davomiyligi quyidagicha ifodalanadi:

$$(3)$$

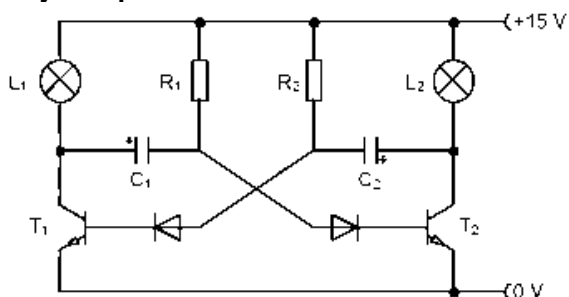
bu erda T_s tebranish davri bo'lib u ikki tranzistor ochilish vaqti yig'indisiga teng bo'ladi.

Kerakli jihozlar.

Rastrli panel DIN A4
10 ta qisqa ulash simlari majmuasi
Tranzistor BC 140, NPN,..
Tranzistor BC 140, NPN,
Rezistor 1.5 kOm, 1.4 W
Rezistor 1.5 kOm, 0.5 W
Kondensator 0.22 mkF, 250 V, 5 %
Kondensator 0.47 mkF, 100 V, 20 %

Kondensator 220 mkF, 35 V, 20 %
Kondensator 470 mkF, 16 V, 20 %
Kremniyli diod 1N 4007
Cho'g'lanma lampa patroni E 10
Cho'g'lanma lampa E10; 15 V/2 W
Ta'minlash manbai DC 0 ... + 15 V

Tajriba qurilmasi



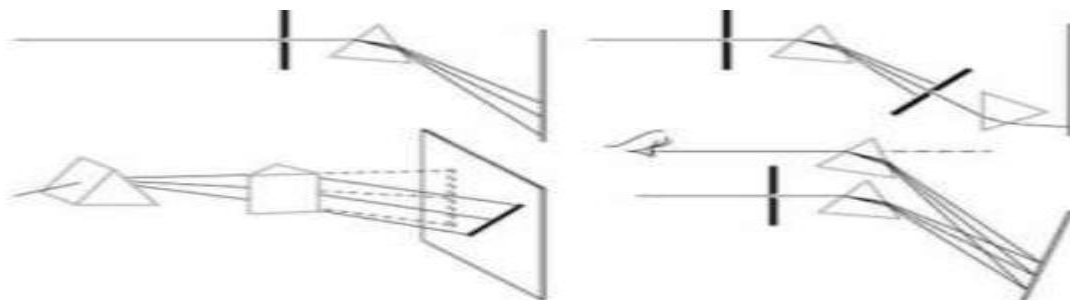
Lab.20. Oq yorug'likning dispersiyasi va rekombinatsiyasi bo'yicha Nyuton tajribalari.

Oq yorug'likni shisha prizmada spektral tashkil etuvchilarga ajratish.

- Dispersiyalangan yorug'lik ikkinchi prizmada qayta parchalanmasligini o'rsatish.
- Birinchi prizma ortidagi oq yorug'likning ajralgan spektrini birinchi prizмага parallel joylashgan ikkinchi prizmadan o'tishda spektral ranglarning rekombinatsiyasidan oq yorug'likning yuzaga kelishini namoyish qilish.

Apparatura: Shisha prizma, Elektr lampa, nabor, Lampa korpusi kabel bilan Asferik kondensor diafragma tutqich bilan, Transformator, Prisma stoli, sterjenda,





1666 yilda Isaak Nyuton 23 yoshida prizmalar bilan qilgantajribalari, optikaning salmoqli tarraqiyotiga olib keldi, chunki u aksariyat yaxshi o'ylangan tajribalari yordamidashisha prizmada yorug'lik singanda yuzaga keladiganyorug'likning dispersiyasini tajriba yo'li bilan tushuntiribberdi. Nyuton o'z tajribalarida quyoshni yorug'lik manbasisifatida olganini va proyeksion obyektiv bilan umumanishlamaganini e'tiborga olish kerak. DC 535.853.2 dabayon qilingan tajribalarda yorug'lik manbasi sifatidacho'g'lanma lampadan foydalanilgan. Cho'g'lanmalampaning ekranga proyeksiyalangan dispersiyalangan "oq" yorug'ligining spektri kamalakda yuzaga keladiganma'lum ranglar ketma-ketligidan iborat. Bundan tashqari, turli rangli yorug'lik filtrlaridan foydalanilganda, alohidaranglarning og'ishini namoyon qilish mumkin. Hatto filtrlardan foydalanganigizda ham, har bir rang spektrdagio'rniga mos tarzda og'adi: spektrning turli sohalari uchunprizmaning sindirish ko'rsatgichi farq qiladi. Nyutonspektrdagi alohida sohalar mustaqil tarzda yana ranglarga ajralmasligini ko'rsatdi. Uning qurilmasida tirqish spektrko'rinadigan ekranga yo'nalgan. Tirqishdan o'tganyorug'lik monoxromatik va u boshqa ekranga tushishdanoldin minimal og'ishli ikkinchi prizmadan o'tadi. Ushbuekranda garchi tasvir bir oz kengaysa ham, faqattirqishdan o'tgan rang kuzatiladi. Ammo, boshqa ranglarko'rinmaydi.

Nyuton xuddi shunday natijani kesishgan prizmalar bilan olgan. Mazkur tajriba uchun ikkinchi prizma gorizontalsoyjashtirilgan sindiruvchi qirrasini bilan birinchisining ortigao'rnatilgan. Bunda yorug'lik dastasi ikkala prizma bilan shunday og'adiki, og'gan spektr ekranga tushadi. Yorug'likning rangli spektral sohalari ikkinchi prizmada hamxuddi birinchi prizmadagidek og'adi. Rangli spektral sohalarning rekombinasiyasi oq rangningshakllanishiga olib kelishi nazorat tajribalarining asosiniifodalaydi. Spektral ranglar prizma vositasida oq rangdan hosilqilinganidek, spektrning hamma sohasini ustma-usttushushidan oq yorug'lik olinishi mumkin. Bu maqsaddalinza dispersiyalangan yorug'lik yo'liga joylashtiriladi, linzaprizma sirtidan nurlarni ekranga yig'adi. Ekrandagi tasvir oq va shu linza tenglamasi uchun mos kattalashgan bo'ladi. Spektr linza ortidagi fokal tekislikda yaxshi fokuslanadi. Prizma sirtidan akslanish, bunga qaramasdan, rangsiz vafaqat shu spektrning 11 ta rangi ekranda tasvirgarekombinasiyalanganda oq bo'ladi. Agar mazkur spektrning bir yoki boshqa qismi juda kichiklinza yoki ekran bilan to'sib qo'yilsa, unda tasvir to'liq oqrang bo'lmaydi, ammo, tusga kirgan bo'ladi (qo'shimcharanglar haqida DC 535.621.1 ;a ga qarang).

Lab. 21 Qo'sh tirqishda va ko'p sonli tirqishda difraksiya- VideoCom yordamida qayd etish va hisoblash.

Optika

To'qin optikasi
Difraksiya

LD
Physics
Leaflets

P5.3.1.7

Qo'sh tirqishda va ko'p sonli tirqishda difraksiya - VideoCom vositasida qayd qilish va hisoblash.

Tajribaning maqsadlari

Quyidagi hollar uchun difraksiyon tasvirlarni qayd qilish va intensivlik taqsimotini modellashtirish:

- ☐ tirqishning turli kengliklari uchun, tirqish kengligi doimiy qo'sh tirqishlar va tirqish kengligini aniqlash bilan.
- ☐ tirqishning turli intervallari uchun, tirqish kengligi doimiy qo'sh tirqishlar va tirqish intervalini aniqlash bilan.
- ☐ tirqishlar turli soni uchun ko'p tirqishlar va tirqish kengligini va tirqish intervalini aniqlash bilan.

Umumiy ma'lumotlar

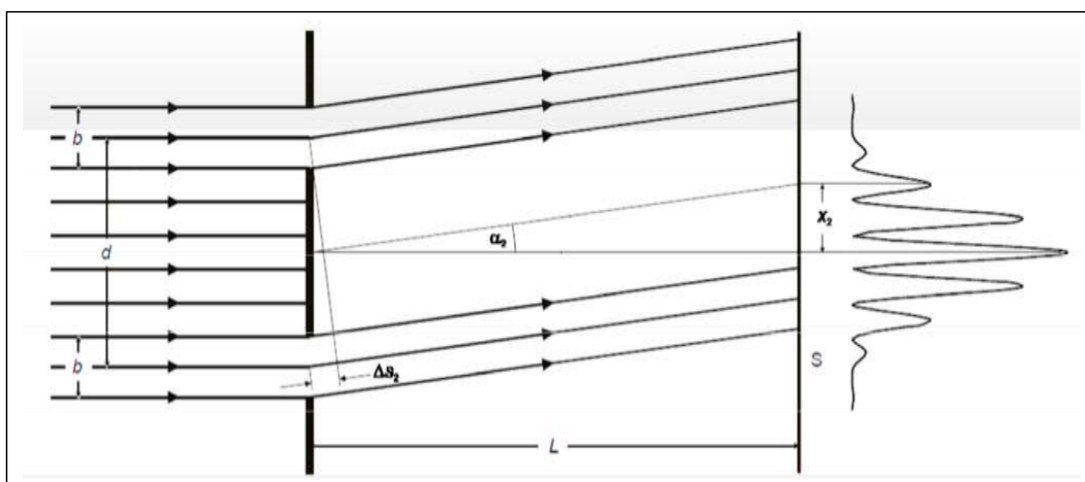
Erkin tarqalayotgan yorug'lik nurining yo'lga to'siqlar, masalan gulsapsar tipli diafragma yoki tirqish qo'yilganda difraksiyon hodisalar yuz beradi. Yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqalishdan og'ishi kuzatiladigan bunday holat difraksiya deb ataladi.

Difraksiyon hodisalar o'rganilganda, tajriba bajariladigan ish tartibi ikki turga ajratiladi: *Fraunhofer* difraksiyasi holida yorug'likning parallel to'lqin frontlari difraksiyon obyektning old tomonida va ortida o'rganiladi. Bu bir tomondan difraksiyon obyektidan cheksiz masofada joylashgan yorug'lik manbasiga va ikkinchi tomondan xuddi shuningdek difraksiyon obyektidan cheksiz masofada joylashgan ekranga mos keladi. Uni tajribada nur yo'lga joylashtirilgan yig'uvchi linzalar yordamida, masalan yorug'lik manbasi bilan difraksiyon obyekt orasiga joylashtirish orqali amalga oshirish mumkin

Frenel difraksiyasi holida yorug'lik manbasi va ekran difraksiyon obyektidan chekli masofada joylashadi. Masofa ortib borgani sari *Frenel* difraksiyon tasvirlari *Fraunhofer* difraksiyon tasvirlariga o'xshashroq bo'lib boradi. *Fraunhofer* difraksiyasi holida difraksiyon tasvirlarni hisoblash ancha soddaroq. Shu sababli mazkur ishda bayon qilingan tajribalar *Fraunhofer* nuqtai nazariga asoslangan

Rasm.1: Qo'sh tirqishdan yorug'lik difraksiyasining sxemasi (tajriba P5.3.1.2 taqqoslash)

b : tirqish kengligi
 g : tirqishlar oralig'i
 L : tirqish bilan ekran orasidagi masofa
 x_2 : markazdan 2-intensivlik minimumigacha masofa
 α_2 : 2-susaygan interferensiya kuzatiladigan yo'nalish
 Δs_2 : yo'llar farqi
 S : kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)



BI 0903
LD

LD Didactic GmbH · Leyboldstrasse 1 · D-50354 Huerth / Germany · Phone: (02233) 604-0 · Fax: (02233) 604-222 · e-mail: info@ld-didactic.de

©by LD Didactic GmbH

Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved

T. Yungga asosan, ikkita kogerent nurni bir-biriga yaqin joylashgan teng kenglikdagi tirqishlar orqali intensiv va kogerent lazer nuridan olish mumkin. Bu esa tirqishlarning ikki (qo'sh) yorug'lik manbai sifatida namoyon bo'lishini anglatib, yorug'lik dastalari ancha darajadagi uzoq masofada birlashadi. Bu ikki tirqishdagi difraktsiya kirayotgan parallel yorug'likni hattoki tirqish diafragmasining geometrik soyasida ham tarqalishiga olib keladi (Rasm.1 dagi kul rang soha). Bundan tashqari, kuzatish tekisligida yorqin va qoramtir tasmlar namoyon bo'lib, ularni geometrik nur optikasi qonunlari bilan tushuntirib bo'lmaydi. Yorug'lik to'liq xossalarga ega deb inobatga olinva va ekranda kuzatilayotgan difraktsion tasvirni tirqish aperturasidan kelyotgan ko'p sonli(cheksiz) dastalarning superpozitsiyasi deb qaralsagina uni tushuntirish mumkin.

Difraktsion tasvirni hisoblash uchun, N tirqishlardan iborat, bir biridan teng masofalarga joylashgan tirqishlardan kelayotgan barcha dastalarning tebranish holatlari, fazalari farqi e'tiborga olingan holda qo'shiladi. Natijada kuzatish tekisligining ixtiyoriy joyidagi x difraktsiyalangan yorug'lik maydon kuchlanganligining amplitudasi A olinadi. Bu metod orqali amplituda taqsimotidan $A(x)$ bevosita intensivlik taqsimoti $I(x) = A^2(x)$ hisoblanadi. Amalda, kichik difraktsion burchaklar ($\sin \alpha \approx \alpha$) holda, kengligi d bo'lgan, N tirqishlar uchun quyidagi proporsionallik olingan:

$$I(\alpha) \sim \frac{1}{N^2} \cdot \frac{\sin^2(2\pi \frac{b}{\lambda} \alpha)}{(2\pi \frac{b}{\lambda} \alpha)^2} \cdot \frac{\sin^2(N\pi \frac{d}{\lambda} \alpha)}{\sin^2(\pi \frac{d}{\lambda} \alpha)^2} \quad (I)$$

Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi uchinchi had, cheksiz tor va bir tekis taqsimlangan N ta tirqishdan yorug'lik to'liqining difraktsiyasi kuzatiladigan intensivlikning maksimumi va intensivlikning minimumlari davriyligining ketma-ketligini ifodalaydi.

Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi ikkinchi had chekli tirqish kengligining b ta'sirini ifodalaydi. Bu had difraktsion tasvirning "qobig'i" hisoblanadi va yakka tirqish kengligi b ning difraktsion ta'siriga mos keladi. Shunday qilib, ko'p sonli tirqishlarning ($N \geq 2$) difraktsion tasviri yakka tirqishning difraktsion tasviri orqali modulyasiyalanadi. Birinchi had $1/N^2$ intensivlikning tirqishlar soniga bog'liqligini ifodalaydi.

VideoCom bilan intensivlik taqsimotini qayd qilish

Tajribada difraktsion tasvirning intensivlik taqsimoti $I(\alpha)$ VideoCom ning bir satri ZBA kamerasi yordamida qayd qilinadi. Bunda difraktsion tasvir 2048 pikselga ega bo'lgan ZBAda (ZBA: zaryad bog'lanishli asbob) aks etadi va ketma-ketli interfeys orqali kompyuterga uzatiladi.

VideoCom bilan bog'langan kompyuter dasturi intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ ko'rsatadi va bu esa (IV) tenglamaga asosan nazariya bo'yicha kutilgan intensivlik taqsimoti bilan uni tez va bevosita taqqoslashga imkon beradi.

Jihozlar

1 3 qo'sh tirqishli diafragma.....	469 84
1 4 qo'sh tirqishli diafragma.....	469 85
1 5 qo'sh tirqishli diafragma.....	469 86
1 Prujinali siqib turuvchi tutgich.....	460 22
1 He-Ne-Lazer, chiziqli qutblangan.....	471 830
1 Polarizatsion filter.....	472 401
1 VideoCom USB.....	337 47USB
1 Gardishli linza, $f = +5$ mm.....	460 01
1 Gardishli linza, $f = +50$ mm.....	460 02
1 Gardishli linza, $f = +500$ mm.....	460 11
1 Optik stol, profili standard 1 m.....	460 32
7 Optik reyder 60/50.....	460 373

qo'shimcha talab qilinadi:

1 Windows 2000/XP/Vista o'rnatilgan PK

Xavfsizlik bo'yicha eslatma

Geliy-neonli lazer 2 sinf bo'yicha EN 60825-1 "Lazer apparaturasi xavfsizli" talablariga javob beradi. Agar instruksiyada keltirilgan mos punktlarga amal qilinsa, geliy-neonli lazer bilan tajriba o'tkazish xavfli emas

- ☐ Hyech qachon bevosita to'g'ri yoki akslangan lazer nuriga qaramang.
- ☐ Hyech qaysi kuzatuvchi ko'zini qamashganiini sezmasligi kerak.

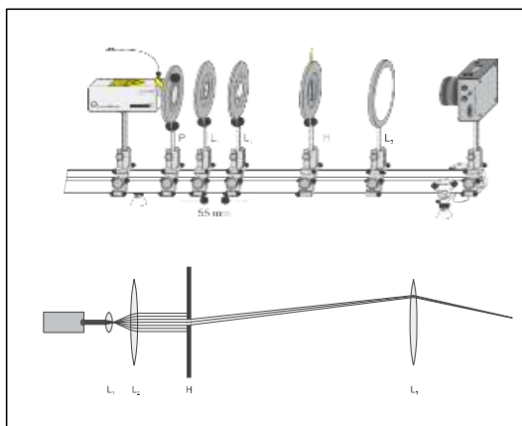
Qurilma

Eslatma: Yustirovka bir oz qorong'ulashtirilgan xonada bajarilishi kerak.

Butun tajriba qurilmasi Rasm.2 da tasvirlangan. Fokus masofasi $f = +5$ mm bo'lgan sferik linza L_1 qutblangan lazer nurining kengayishini ta'minlaydi. Fokus masofasi $f = +50$ mm bo'lgan keyingi yig'uvchi linza L_2 shunday joylashtirilganki, uning markazi sferik linza markazidan bir oz pastda. Bu bilan lazer nuri bir oz kengayadi va optik o'q bo'yicha deyarli parallel tarqaladi. Prujinali qisqichli tutgichdagi H fokus masofasi $f = +500$ mm bo'lgan yig'uvchi linza L_3 ortidagi VideoComning ZBA si namunasida yorqin difraktsion tasvirni ta'minlaydi. Lazer nurlanishining intensivligi lazer bilan linza L_1 orasidagi polarizatsion filtr P yordamida o'zgartirilishi mumkin.

Optik qurilma

- Optik reyderdan foydalanib, geliy-neonli lazerni optik stolga Rasm.2 da keltirilgandek o'rnatish.
- Shtativ va optik reyder yordamida optik stolning qarama-qarshi tomoni oxiriga VideoCom ni joylashtirish.
- Lazerni ulang va lazer bilan VideoCom ni shunday yustirovka qilingki, ular aniq optik o'qda yotsin. Boshqa optik komponentlarni joylashtirishda optik o'q saqlanishini tekshirib boring.



Rasm. 2: Tirqishdan keyingi difraksiyani kuzatish tajriba qurilmasi (yuqorida) va nurning sxematik yo'li (pastda)

L₁: linza $f = +5$ mm
 L₂: linza $f = +50$ mm
 L₃: linza $f = +500$ mm
 P: polarizatsion filtr
 H: prujinali qisqichli tutgich
 S: kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

- Fokus masofasi $f = +5$ mm bo'lgan sferik linzani L₁ lazer old tomonidan taxminan 20 sm masofada o'rnatish. (lazer nuri VideoCom tuynugiga tushishi kerak)
- Fokus masofasi $f = +50$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L₂ sferik linza L₁ orqasiga taxminan 6 sm masofada joylashtirish va uni to lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'lmaguncha optik stol bo'ylab, sferik linza L₁ tomonga qarab, siljitish.
- Yig'uvchi linza L₂ ni sferik linza L₁ dan to ekrandagi lazer nurining diametri taxminan 6 mm gacha kengaymaguncha siljitish (bunda lazer nuri doimiy aylana kesimga ega bo'lishi kerak)
- Linza bilan ekran oralig'ida nurning diametri doimiy qolishini aniqlash uchun, nur yo'lga oq varaq tuting va optik o'q bo'yicha nurning kesimini tekshiring.
- Fokus masofasi $f = +500$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L₃ nurning yo'lga VideoCom dan taxminan 50 sm da joylashtirish va uni lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'ladigan qilib o'rnatish.
- Uchta qo'sh tirqishli diafragma bor prujinali siqib turuvchi tutgichni L₂ bilan L₃ oralig'iga nurning yo'lga joylashtirish.
- VideoCom faqat kanalidagi intensivlikni o'lchaydi. Shuning uchun, difraksiyon tasvir aniq ZBA kanaliga tushayotganini tekshirish kerak. Zarur bo'lsa, VideoCom balandligini o'zgartirish.
- Polarizatsion filtrni P lazer bilan linza L₁ oralig'iga o'rnatish.

VideoCom vositasida intensivlikni o'lchash

- VideoCom ni kompyuterga ketma-ket interfeys orqali ulang va "VideoCom Intensities" dasturini ishga tushirish.
- Intensivlik taqsimotini qayd qilish uchun tugmachani (256 pikselga) yoki F8 klavishani bosish. (O'lchash davomida doimo o'lchangan qiymatlar yangilanadi, ya'ni ular jadvalga yozilib, grafikda namoyon qilinadi)
- Polarizatsion filtrni P shunday yustirovka qilingki, difraksiyon tasvirning maksimumi uchun intensivlik 100% dan bir oz past bo'lsin.
- belgini chertish yoki F5 klavishani bosish orqali «Calibration/Comparison with Theory» menyusini chaqirish.
- Burchakni graudirovka qilish uchun «Diffraction Angle» jadvalga linza L₃ ning fokus masofasini $f = +500$ mm kiritish. Zarur bo'ladigan burchakni nolga siljitish "Zero Point Corresponds to Maximum" belgisiga chertilganda, ko'rinishdagi difraksiyon tasvirning maksimumiga mos keladigan bo'lib avtomatik tarzda amalga oshadi. Pirovardida, difraksiyon burchak o'lchash uchun kalibrovka qilingandagina nazariya bilan taqqoslash imkonini bo'ladi.

Izoh: lazer nuri ZBAning yorug'likni sezuvchi qatlamiga kelib tushguncha bir necha linzadan va ZBA kanalini himoya qiluvchi shishadan o'tadi va bu esa har bir shisha obyektlarda nurning interferensiyalanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, interferensiyon strukturalar hattoki difraksiyalanmagan lazer nurlanishida ham bo'lishi mumkin.

Tajribani bajarish

a) 3 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,25$ mm):

- ga chertish yoki F4 bilan eski o'lchangan qiymatlarni o'chirish.
- $b = 0,10$ kenglikdagi qo'sh tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling. Buning ychun oldin (256 piksel) tugmaga chertiladi yoki F8 klavishaga bosiladi va polarizatsion filtrning P optimal sozlanmasi tanlanadi.
- Difraksiyon tasvirlarni qayd qilish uchun, (2048 piksel) tugmani cherting yoki F9 klavishani bosish.
- tugma yoki F9 bilan o'lchashlarni to'xtatish.
- tugmaga chertib yoki F2 klavishani bosib natijalarni saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- yoki F4 bilan eski o'lchangan qiymatlarni o'chirish.
- O'lchashlarni $b = 0,15$ mm va $b = 0,20$ mm bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

b) 4 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,20$ mm):

- Eski o'lchangan qiymatlarni o'chirish.
- $g = 0,25$ mm tirqishlar oralig'i uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling.
- Natijani saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- O'lchashlarni $g = 0,50$ mm, $g = 0,75$ mm va $g = 1,00$ mm bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

c) 5 xil ko'p sonli tirqishli diafragmada difraksiya ($b = 0.20 \text{ mm}$ va $g = 0.25 \text{ mm}$):

- Eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- $N = 2$ tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling.
- Natijani saqlang(o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- O'lchashlarni $N = 3, 4, 5$ va 40 uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

Rasm.3 da modellashirish vositasida hisoblangan intensivlik egriliklari bilan o'lchangan intensivlik taqsimotlari muvofiq kelishi namoyon qilingan. O'lchash aniqligi chegarasida bu yo'l orqali olingan tirqishning kengligi b , berilgan nominal qiymat bilan yaxshi mos keladi.

O'lchash namunasi va baholash

a) 3 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0.25 \text{ mm}$):

Rasm.3 da tirqishlar oraliqlari turli $b = 0,10 \text{ mm}$, $0,15 \text{ mm}$ va $0,20 \text{ mm}$ bo'lgan 3 xil qo'sh tirqishli diafragmadan olingan difraksion tasvirlarning intensivlik taqsimotlari keltirilgan. Tirqish kengligi b ortgan sari intensivlik taqsimotidagi intensivlikning asosiy maksimumlari geometrik soya sohasi tomon siljiydi. Difraksion tasvirming yirik strukturasi (qobig') tirqish kengligiga b bo'g'liq. Doimiy tirqishlar oralig'i g intensivlik taqsimotidagi doimiy "nozik struktura"da namoyon bo'ladi. Past keskinlikli ikkilamchi maksimumlar orasidagi masofa sezilarli darajada o'zgaradi.

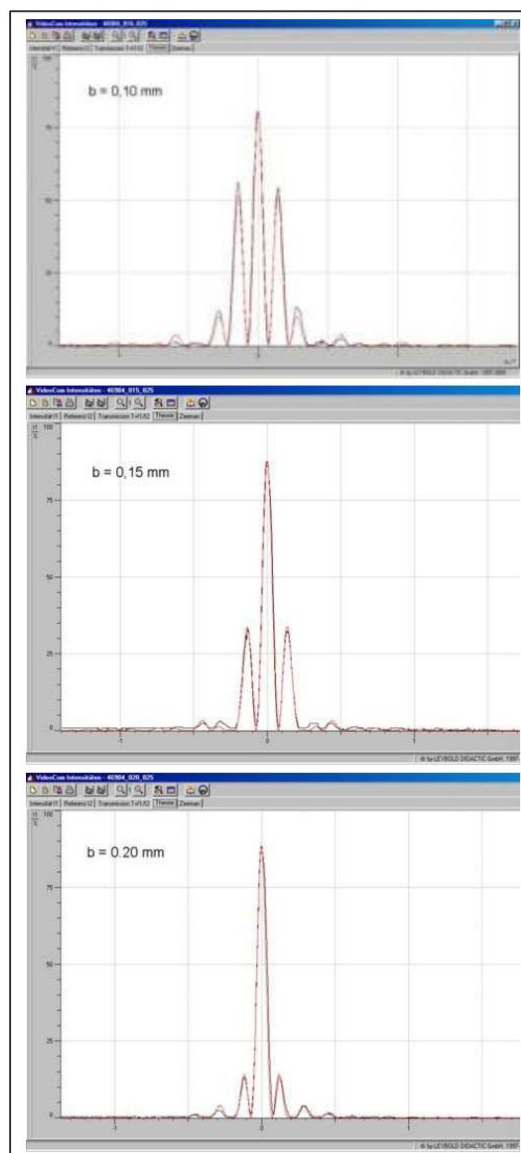
Nisbiy baholash:

Hisoblangan intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ o'lchangan taqsimot bilan taqqoslash orqali tirqishning kengligini b aniqlash mumkin.

- Tirqishlar kengligi $b=0,1 \text{ mm}$ bo'lgan qo'sh tirqishdan intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ modellashirish uchun tugmani yoki F5 klavishani bosib, "Calibration/Comparison with Theory" menyusini chaqiring(saqlangan o'lchashlar tugma yoki F3 klavisha orqali qayta yuklanishi mumkin).
- Intensivlik taqsimotini modellashirishni bajarishdan oldin «Diffraction Angle» jadvalida "Zero Point Corresponds to Maximum" va "Background at Minimum" avtomatik tuzatishni o'rnatish.
- Intensivlik taqsimotini tenglama (1) bo'yicha modellashirishda lazerning to'liq uzunligi λ ma'lum parametr sifatida kiritiladi. Linza L_3 ning effektiv fokus masofasi $f = +500 \text{ mm}$ ham ma'lum o'lchash miqdori hisoblanadi. Parametr sifatida kiritilishi mumkin bo'lgan maksimal amplituda $I(\alpha)$ joriy o'lchashlardan «Theory» jadvalidagi «Automatic Maximum» tugmasiga chertish orqali avtomatik tarzda aniqlanadi.
- «Theory» jadvalidan "Grating" difraksion panjarani tanlang va tirqishlarning sonini N hamda tirqishlar orasidagi masofani g kiriting.
- Kiritilgan tirqishning kengligini modellashirish uchun boshlang'ich qiymat deb qabul qiling.
- O'lchangan va hisoblangan intensivliklar egriliklari orasida yetarli darajada muvofiqlikga erishilmaguncha, tirqish kengligi b parametrini o'zgartirishni takrorlang.

Izoh: o'lchangan intensivlik taqsimotining nazariya bilan yaxshi muvofiq kelishi, difraksion obyektga faqat parallel nur tushgandagina ro'y beradi, ya'ni agar optik qurilma juda puxtalik bilan yustirovka qilingan bo'lsa.

Rasm.3 Qo'sh tirqishning ($N=2$) tirqishlar oralig'iga b (qora chiziq) bog'liq difraksion tasvirlari. Qizil chiziqlar tenglama (1) bilan modellashirishga mos keladi.



b) 4 xil qo'sh tirqishli ($b = 0,20$ mm) diafragma
difraksiya:

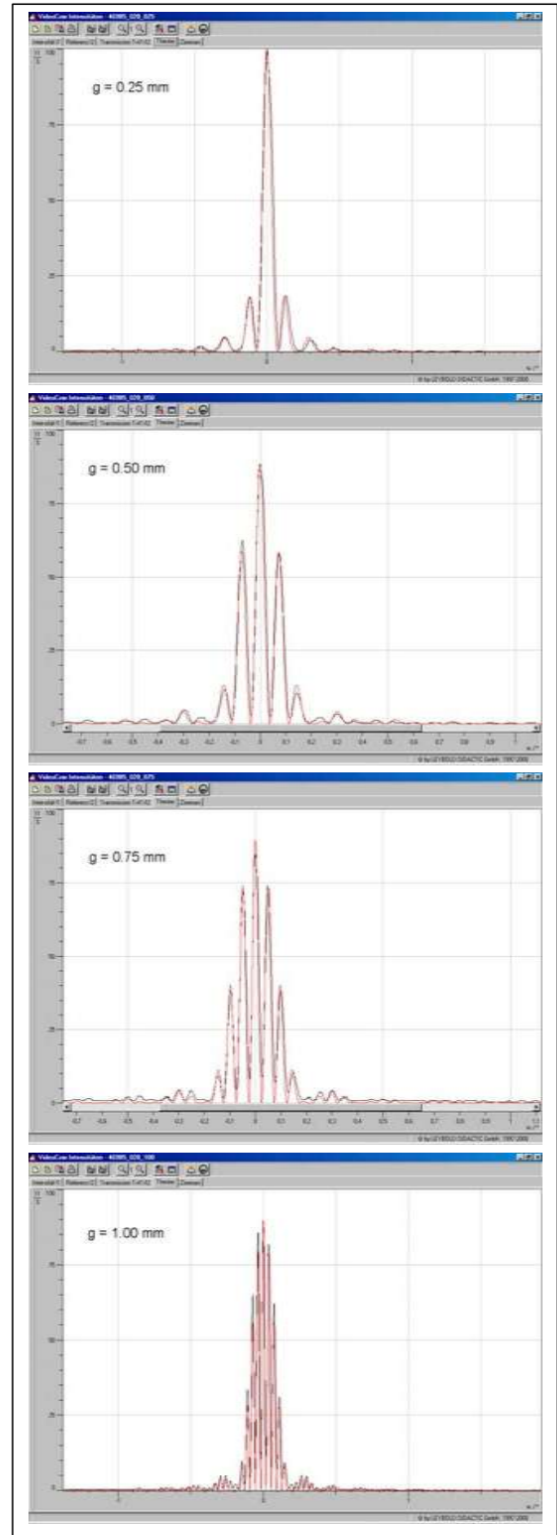
Rasm.4 da tirqishlarning turi oraliqlari $g = 0,25$ mm, $0,50$ mm, $0,75$ mm va $1,00$ mm uchun intensivlikning taqsimotlari 4 xil qo'sh tirqishli diafragma uchun keltirilgan. Bunda a) tajribadan farqli, intensivlik taqsimotlaridagi yirik strukturaning (qobig') asosiy maksimumlari intensivligi o'zgarmaydi. Tirqishlar oralg'ining g o'zgarishi, intensivlikning ikkilamchi minimumlari orasidagi masofaning sezilarli o'zgarishiga olib keladi, ya'ni u difraksiyon tasvirining nozik strukturasi belgilaydi. Tirqishlar oralg'ini g ortishi bilan, ikkilamchi maksimumlar bir-biriga yaqinlashadi.

Baholash:

O'lchangan intensivlik taqsimoti bilan hisoblangan taqsimotni $I(\alpha)$ taqqoslash orqali tirqishlar oralg'ini g aniqlash mumkin.

- a) da bayon qilingan amal orqali tirqishlar oralg'ini g o'zgaruvchan parametr qilib kiritib, intensivlikning taqsimotini modellashtirish.

Rasm. 4 dan ko'rinib turibdiki, modellashtirish vositasida hisoblangan intensivlik egriliklari intensivlikning o'lchangan taqsimoti bilan muvofiq kelgan. O'lchash aniqqligi chegarasida bu yo'l bilan olingan tirqishlar oralg'i g berilgan nominal qiymat bilan yaxshi mos keladi.



Rasm. 4: Qo'sh tirqishning ($N = 2$) tirqishlar oralg'iga g (qora chiziq) bog'liq difraksiyon tasvirlari. Qizil chiziq tenglama (1)ga asosan modellashtirishga mos keladi.

Rasm. 5 da tirqishlar soni $N = 2, 3, 4$ va 5 bo'lgan ko'psonli tirqishlar diafragmasi uchun difraksiyon tasvirlarning intensivlik taqsimotlari keltirilgan. Tirqish kengligi b va tirqishlar oralig'i g doimiy qo'lganda, intensivlik taqsimotida N ga mos ravishda, asosiy maksimum atrofida $N-1$ ikkilamchi minimumlar va $N-2$ ikkilamchi maksimumlar namoyon bo'ladi. Asosiy maksimumning intensivligi N^2 ga proposional tarzda ortadi. N ortib borgan sari, ikkilamchi maksimumlarning intensivligi kamayadi va asosiy maksimum yaqolroq bo'lib boradi. Tirqishlar soni o'zgarganda, difraksiyon tasvirdagi asosiy maksimumning o'qi o'zgarmaydi.

Baholash.

Hisoblangan intensivlik taqsimoti $I(\alpha)$ bilan o'lchangan intensivlik taqsimotini taqqoslash orqali tirqishning kengligini b va tirqishlarning oralig'ini g aniqlash mumkin.

- tirqish kengligini b va tirqishlar oralig'ini g o'zgaruvchan parametrlar deb olib, a)da keltirilgan amal bo'yicha intensivlik taqsimotini modellashtirishni bajaring.

Rasm.5 dan ko'rinish turibdiki, modellashtirish vositasida hisoblangan intensivlik egriliklari o'lchangan intensivlik taqsimotlariga muvofiq kelgan. O'lchash aniqligi chegarasida bu usul bilan olingan tirqish kengligi b va tirqishlar oralig'i g nominal qiymatlar bilan yaxshi mos keladi.

Natijalar

Kengligi b bo'lgan, bir xil masofada joylashgan N tirqishlardan o'tgan lazer nuridan difraksiyon tasvir olinganda, intensivlik taqsimoti tenglama (1) orqali yaxshi muvofiqlikda ifodalanishi mumkin.

Intensivlik taqsimoti tirqishning kengligiga b , tirqishlarning oralig'iga g va tirqishlarning soniga N bog'liq. Tirqishlar soni kam bo'lganda, tirqishning kengligi b geometrik soya sohasiga kengayishni belgilaydi. Ikkilamchi minimumlarning soni tirqishlarning oralig'iga g bog'liq. Tirqishlarning soni N ortishi bilan asosiy maksimum yanada intensivroq bo'ladi; ikkilamchi maksimumlarning intensivligi esa sustlashadi.

Qo'shimcha ma'lumotlar

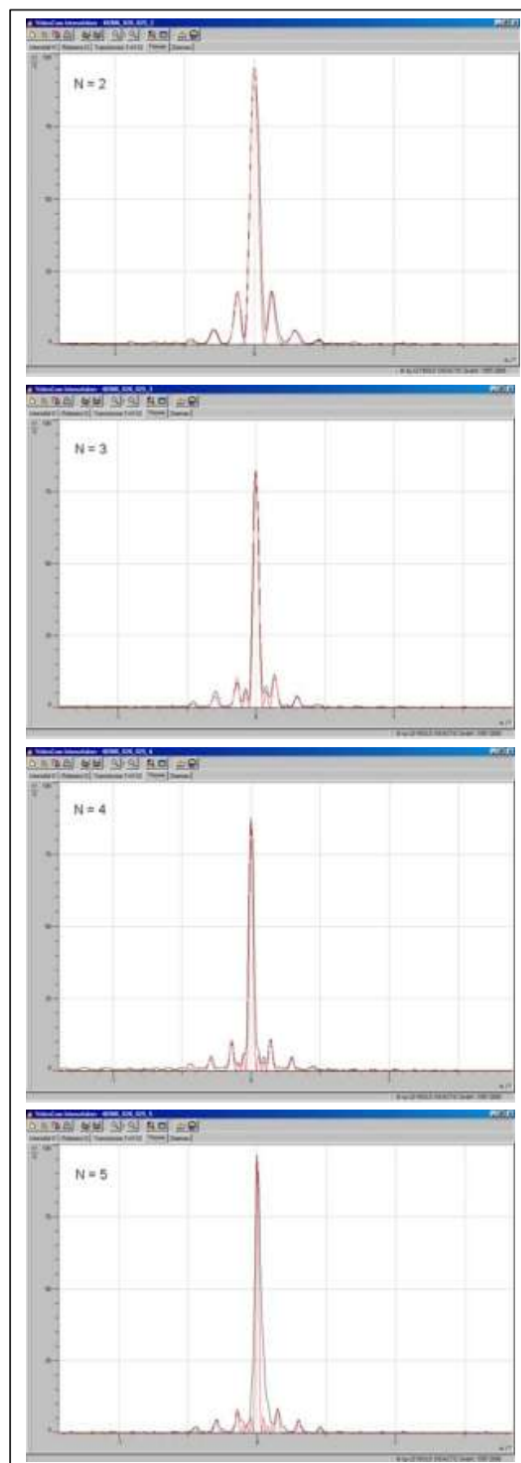
Qo'sh tirqish uchun bayon qilingan interferension hodisalar fizikaning boshqa bo'limlarida ham kuzatiladi; yerda ular ancha osonroq idrok qilinadi, masalan, suv sirtida qo'sh tirqish ortidagi to'lqinlar.

To'lqin modeli fotoelektrik effektlarni va yorug'likning chiqishini talqin qilishdagi yorug'lik kvant gipotezasining zarur sharti hisoblanadi.

Kvant mexanikasida qo'sh tirqishdagi tajribalar muhim rol o'ynaydi. Ular zarrachalar interferensiyalangan to'lqinlar kabi harakatlanishini ko'rsatadi.

Elektromagnit to'lqinlar (yorug'lik) uchun elektr maydon amplitudasining kvadrati intensivlikni ifodalaydi. Modda zarrachalari holida modda to'lqin amplitudasining kvadrati lokalizatsiyani (to'lqin ehtimoliyati) ifodalaydi.

Rasm. 5. Difraksiyon tasvirning tirqishlar soniga bog'liqligi (qora chiziq). Qizil chiziq tenglama (1) ga asosan modellashtirishga mos keladi.



Lab. 22 O'tgan va qaytgan oq yorug'likda Nyuton halqalarini kuzatish.

Tajribaning maqsadlari

O'tgan yorug'likdagi yorqin xalqalarni qaytgan nurdagi qoramtir xalqalar bilan qiyoslash

Interferension tasvirlarning o'zaro bog'liqligini yuqoriroq optik zichlikli muhitdan qaytishda yuz beradigan fazalarning keskin o'zgarishi orqali tushuntirish

Bu ikki interferension tasvirning kontrastini qiyoslash

Suvdagi yupqa neft qatlamlaridagi. juda yupqa sovun pardalaridagi va yupqa havo qatlamlaridagi rangli hodisalar yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi sababli yuzaga keladi. Bugungi kunda yupqa qatlamlardagi yorug'likning interferension hodisalaridan shisha sirtidan akslanishlarni kamaytirish maqsadida foydalaniladi. Nyuton xalqalari bir-biriga juda yaqin bo'lgan ikkita sindiruvchi sirtlardan yorug'likning qaytishi va sinishi natijasida yuzaga keladi. Mazkur tajribada Nyuton xalqalari egrilik radiusi katta bo'lgan va juda sust qavariq tomoni yassi shisha plastina bilan tutashgan yassi qavariq linza orqali generasiyalanadi. Agar bu birikma perpendikulyar tushayotgan parallel oq yorug'lik bilan yoritilsa, ikki sirt tutashgan nuqta atrofida rangli shakldagi konsentrik xalqalar hosil bo'ladi. Interferension xalqalar qaytgan yorug'likda ham, o'tgan yorug'likda ham kuzatiladi. interferension xalqalar orasidagi masofa doimiy emas, chunki bitta tutashuvchi sirt egik.

Rasm 2 da d qalinlikli ponasimon havo qatlami orqali interferensiyaning ikki shisha sirtida yuzaga kelishi tasvirlangan: yorug'lik to'lqini W chap tarafdin linza L chegaraviy sirtiga tushadi va qisman qaytadi T_1 . Qaytmagan qismi esa ponasimon havo qatlamidan T_2 o'tib, shisha plastina sirtidan qaytadi.

Rasm.1.

Yassi shisha plastina bilan egrilik radiusi katta bo'lgan yassi-qavariq linzaning sxematik tasviri.

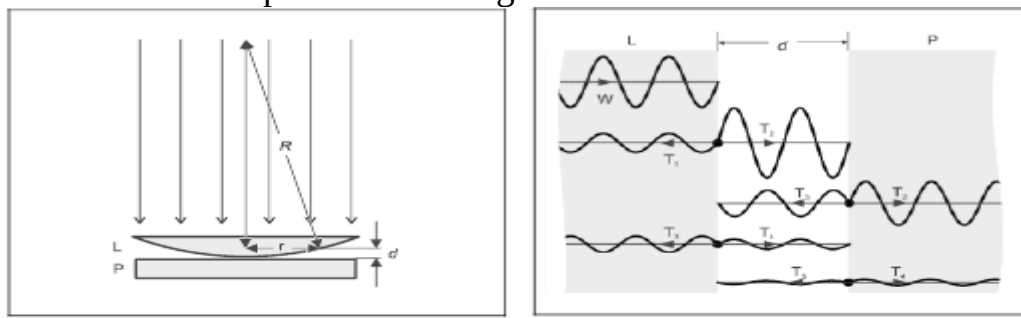
P: shisha plastina

L: yassi-qavariq linza

R: egrilik radiusi

r : shisha plastina bilan linzaning tutashgan nuqtasigacha masofa

Rasm.2 Ponasimon havo qatlamida interferensiyaning tushuntirish sxemasi, L : yassi-qavariq linza, P : shisha plastina, L va P oraliqda yorug'lik nurining qaytishi va uzatilishi natijasida yuzaga keluvchi $T_1 \dots T_5$ to'lqin qismlari, d : linzaning shisha sirti bilan shisha plastina orasidagi masofa.



Asboblari va ashyolar

1 Nyuton xalqalari uchun shisha plastina.	471 111
2 nur sochgichlar	471 88
2 hoshiyalı linza f = +200 mm	460 04
1 pretseziyon optik stol, 1 m	460 32
5 naezdnlklar, H = 60 mm/B = 36 mm	460 353
1 naezdnlk, H = 60 mm/B = 50 mm	460 351
1 konsol richag 100	460 356
1 xona galogen lampasi 12 V, 50/90 W	450 64
1 cho'g'lanma lampasi 12 V/90 W, G6.35	450 63
1 transformator 2 ... 12 V	521 25
2 Biriktiruvchi sim, 100 cm, qora	501 33

P oraliqdan qaytish yuqoriroq optik zichlikli muhitda yuz berganligi sababli, qisman qaytgan to'liqin T_3 T_1 to'liqindan farqli, fazaning sakrab o'zgarishiga duchor bo'ladi. (mos keluvchi qaytgan to'liqin arqonning mahkamlangan oxirida) Qaytmagan qism katta optik zichlikka ega bo'lgan shisha plastina orqali T_2 to'liqin sifatida o'tadi. T_3 to'liqin esa L linzaga qaytadi va linzada fazasi sakrab o'zgarishi bilan T_4 to'liqin sifatida yana qaytadi. Qaytmagan qismi esa yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan yana shisha plastina orqali, fazasi sakrab o'zgarishidan o'tadi. Keyinchalik T_5 bilan belgilangan to'liqin qismlari ko'p marotaba qaytishlar orqali yuzaga keladi.

Qaytgan yorug'likda interferensiya qisman to'liqinlar T_1 va T_3 da kuzatiladi. T_1 bilan T_3 orasidagi yo'llar farqi

$$d_R = 2 \cdot d + 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (I),$$

va qaytish hamda sinish orqali shakllangan interferensiyon tasvir, qora markaz atrofidagi konsentrik qoramtir xalqalardan tashkil topadi. Destruktiv interferensiya yuzaga kelish sharti, agar yo'llar farqi λ to'liqin uzunligining yarmiga karrali bo'lsa bajariladi.

$$(2 \cdot k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} = 2 \cdot d + 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

yoki

$$d = (k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (II).$$

O'tgan yorug'likda T_2 bilan T_4 to'liqinlarda interferensiya kuzatiladi. T_2 bilan T_4 orasidagi yo'llar farqi dT

$$dT = 2 \cdot d + 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (III).$$

Agar o'tgan yorug'likda Nyuton xalqalari kuzatilsa, interferensiyon manzara qaytgan nurning interferensiyasiga qo'shiladi. O'tgan yorug'likning doiralari to'plami ravshanroq. Shuning uchun qora xalqalarning o'rtasiga yorqin xalqalar o'lanadi. Yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan muhitda ikki marta qaytgan to'liqin qismi T_4 , T_1 ning ikki faza sakrashini boshdan kechiradi va shunday qilib T_4 bilan T_2 ustma-ust tushganda, T_2 original to'liqinlar seriyasi bilan fazasi mos keladi.

Konstruktiv interferensiyaning yuzaga kelish sharti, dT yo'llar farqi λ to'liqin uzunligiga karrali bo'lsa, bajariladi.

$$k \cdot \lambda = 2 \cdot d + 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

yoki

$$d = (k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (IV).$$

Bu shart qaytgan yorug'likda destruktiv interferensiya uchun shartga (II) aynan mos keladi. Shuning uchun kuzatilayotgan interferensiyon manzaralar qo'shimchadir.

Rasm. 2 bo'yicha T_1 va T_3 to'liqin qismlarining amplitudalari deyarli teng, chunki ikkala to'liqin qismlari ham bitta qaytish bilan generatsiyalangan. T_4 to'liqin ikkita qaytish orqali generatsiyalangan, shu sababli u qaytishsiz generatsiyalangan T_2 ga nisbatan ancha sust. Shuning uchun, kontrast, ya'ni yorqin xalqalar bilan qoramtir xalqalar intensivliklari orasidagi nisbiy farq qaytgan yorug'lik holdagidan o'tgan yorug'lik holda ancha sust.

Rasm.2 ga ko'ra, (II) va (IV) dagi d qalinlik qavariq linza bilan shisha plastina orasidagi tutashuv nuqtasi r masofasiga va qavariq linzaning egrilik radiusiga R bog'liq. d qalinlikning kichik qiymatlari uchun biz quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d = \frac{r^2}{2R} \quad (V).$$

Qo'shni Nyuton xalqalarining diametri

$$Dk = 2 \cdot rk$$

uchun (II) yoki (IV) dan, mos ravishda (V) dan ham quyidagi munosabat olinadi:

$$D_{k+1}^2 - D_k^2 = 4 \cdot R \cdot \lambda \quad (VI).$$

Shunday qilib, agar linzaning egrilik radiusi R ma'lum bo'lsa, oq yorug'likning o'rtacha to'liqin uzunligi diametrlarni o'lchash orqali aniqlanishi mumkin.

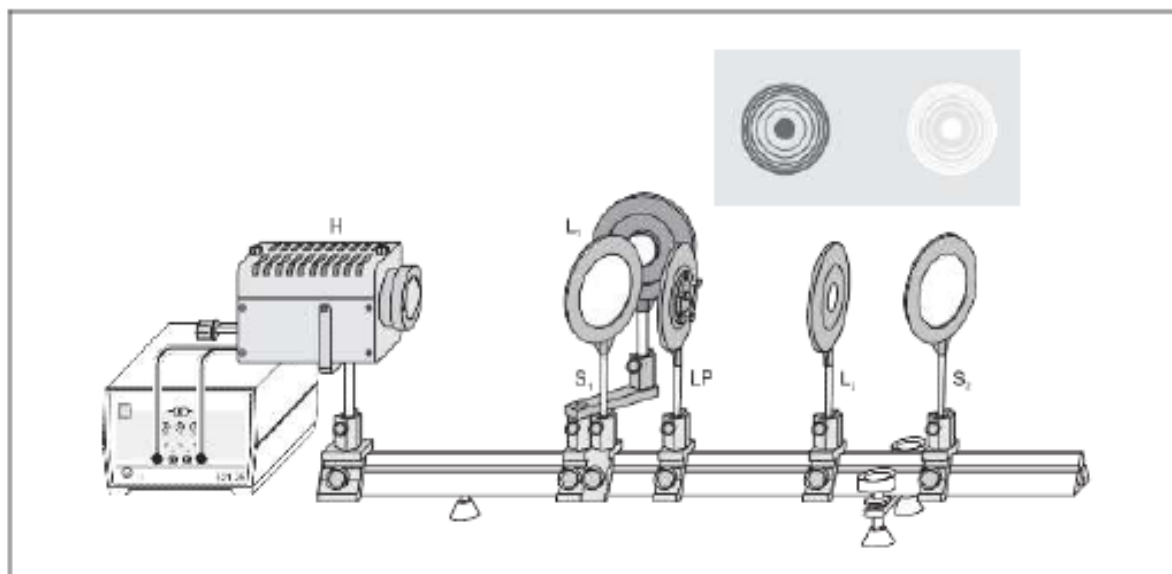
Tajriba qurilmasi

Izoh:

Agar Nyuton xalqalari uchun shisha plastinaga ta'sir qilayotgan bosim juda yuqori yoki asimmetrik bo'lsa, shisha plastinalar doimiy deformatsiyalanishi yoki shikastlanishi mumkin. Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni sozlashda qo'llaniladigan o'yiqli vintlarni burishda juda ehtiyot bo'ling.

Tajriba qurilmasi Rasm.3 da tasvirlangan. Ikkita S_1 va S_2 nurni ajratgichlar yordamida, Nyuton xalqalari qo'shni devorga proyeksiyalanadi. Bu esa interferensiyon hodisalarni bir vaqtda kuzatishga va shu bilan ularni bir-biri bilan taqqoslashga imkon beradi.

- Optik kursini devordan taxminan 2,0 m masofada parallel qilib o'rnatish.
- Rasm.3 da keltirilganidek, galogen lampasi H optik kursiga joylashtirish.
- S_1 nur ajratgichni galogen lampadan 30 sm masofada optik kursiga joylashtirish va uni 45° burchak ostida to'g'irlang.
- Galogen lampasi H yoqing va uni nur ajratgichga yo'naltirish.
- Rasm.3 da keltirilganidek, nayezdnlk va konsoldan foydalanib, linzani L_1 bevosita nur ajratgich S_2 oldiga joylashtirish.



Rasm. 3 O'tgan va qaytgan yorug'likda Nyuton xalqalarini bir vaqtda kuzatish uchun tajriba qurilmasi.

H: galogen lampa
LP yassi-qavariq linza va shisha plastina
S1, S2 nur ajratgichlar
L1, L2 xalqalarni shakllantirish uchun linzalar

- Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni optik kursiga S1 nur ajratgichdan taxminan 16 sm masofada joylashtiring(plastinadan masshtab S1 nur ajratgich yo'nalishida ko'rsatilishi kerak)
- Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni nayezenikni nur ajratgich tomon, to L1 linza orqali devorda xalqasimon tasvir paydo bo'lmaguncha siljiting.
- Buning uchun oldin Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni o'yikli vintni bo'shating va keyin ehtiyotkorlik bilan qotiring.

a) shisha plastinalar tutashadi (ya'ni hali hech qanday interferensiyon xalqalar markazdan chiqmaydi va qaytgan yorug'likning eng ichki halqasi qoramtir bo'ladi.)

b) xalqasimon sistema aynan masshtabning markazida joylashadi (Xalqasimon sistema doimo aylanayotgan vint yo'nalishida siljiydi)

- Agar zarur bo'lsa, L1 linzani to xalqasimon tasvirning devordagi obrazi keskin bo'lmaguncha siljiting.
- L1 linzani Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni nayezenikdan taxminan 20 sm masofada joylashtiring.
- S2 nur ajratgichni optik kursiga Nyuton xalqalari uchun shisha plastinadan taxminan 35 sm masofada joylashtiring.
- Nur ajratgichni optik o'qqa nisbatan 45° burchak ostida shunday to'g'irlangki, lampa yorug'ligi qaytgan yorug'lik interferensiyon manzarasi oldida sezilsin.
- L1 linzani S2 nur ajratgich tomon to o'tgan yorug'likning xalqasimon tasvir obrazi (va masshtabi) keskin bo'lmaguncha siljiting.

Tajribani o'tkazish

- Interferensiyon hodisalarni kuzatib va yorqin hamda qoramtir xalqalar ketma-ketligiga nisbatan, o'tgan va qaytgan yorug'likning konsentrik xalqalari obrazini taqqoslang.
- Proyeksiyalangan masshtab orqali markazning yorqin va qoramtir diametrini o'lchang.
- Proyeksiyalangan masshtab orqali xalqalarning yorqin va qoramtir diametrini o'lchang
- Bu ikki interferensiyon manzaraning kontrastini taqqoslang.

Tajriba namunasi

O'tgan yorug'likda kuzatilgan interferensiyon manzara: past kontrast

Markazi qora va atrofida konsentrik qoramtir xalqalar. Xalqalarning chegaralari bo'yalgan.

Qaytgan yorug'likda kuzatilgan interferensiyon manzara: yuqori kontrast markazi yorqin va yorqin konsentrik xalqalar bilan o'ralgan. Xalqalar chegaralari bo'yalgan.

Jadval 1: Mos ravishda qaytgan yorug'lik uchun maksimum intensivlikning yoki o'tgan yorug'lik uchun minimum intensivlikning xalqasimon diametri D.

	$\frac{D_k}{\text{mm}}$	
	Qaytish	O'tish
Markaz	3.2	3.3
xalqa1	6.2	6.3
xalqa2	8.4	8.6
xalqa3	10.2	10.4
xalqa4	11.5	11.6
xalqa5	12.8	13.0

Radius ortgan sari qo'shni xalqalar orasidagi masofa kamayib boradi.

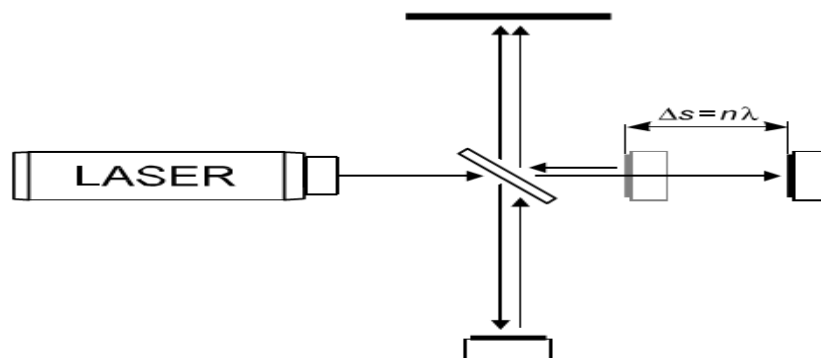
Lab. 23. Maykelson interferometridan foydalanib geliy-neonli lazer yorug'ligining to'lqin uzunligini aniqlash.

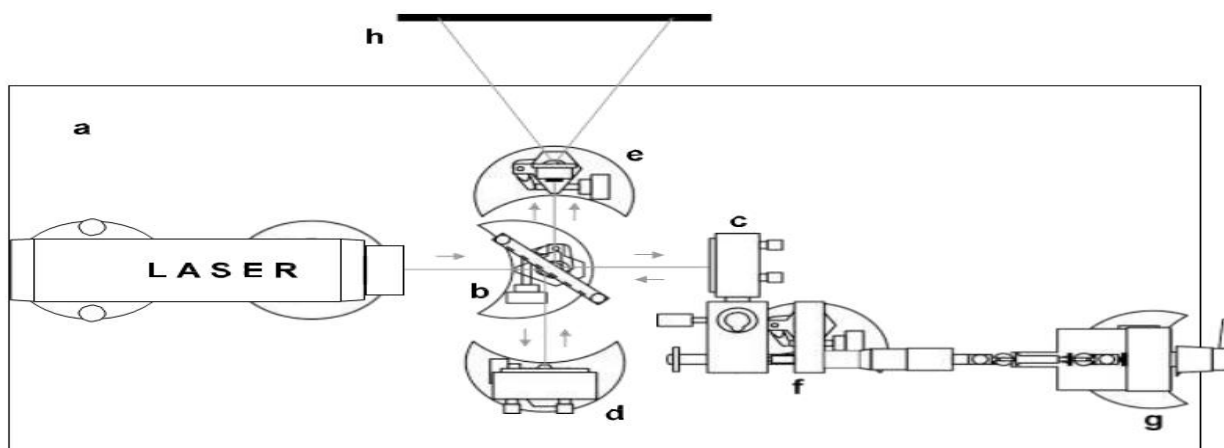
Tajribaning maqsadi Maykelson interferometrini yig'ish, Interferension manzarani kuzatish

Asboblari va ashyolari: lazer optik tayanch plita, He-Ne lazer, chiziqli qutblangan, optik asos, nur bo'lgich, sferik linza, nozik sozlash mexanizmi, yarim shaffof ekran.

Umumiy ma'lumotlar

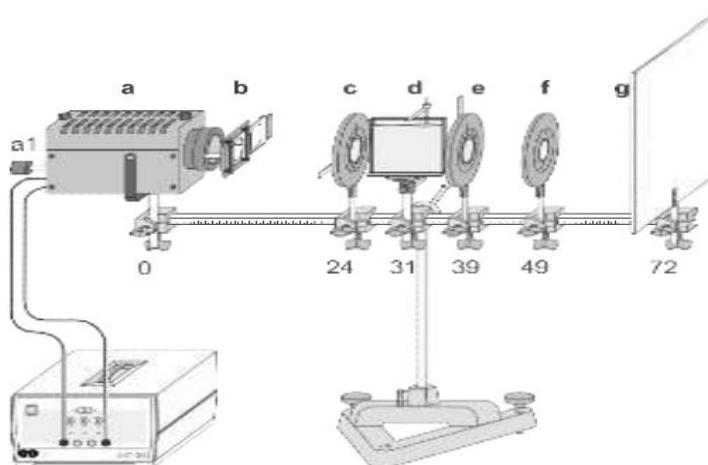
Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodidir hisoblanadi, masalan uzunlikning o'zgarishini, zichlik darajasini, sindirish ko'rsatkichlarini va to'lqin uzunligini. Maykelson interferometri ikki nurli interferometrlar oilasiga mansub. Uning ishlashi quyidagicha: Talabga javob beradigan manbadan kelayotgan kogerent yorug'lik nuri optik komponentda ikki qismga ajraladi. Nurning bu qismlari turli yo'llardan harakatlanadi, bir-biridan qaytib, boshqa optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushib bir-biri bilan birikadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlar birining yo'li uzunligi, ya'ni sindirish ko'rsatkichi va geometrik yo'l natijasida o'zgarsa, bu o'zgarmagan nurga nisbatan faza siljishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida interferension manzaraning o'zgarishiga olib kelib, u orqali, agar boshqa miqdorlar doimiy qolsa, sindirish ko'rsatkichining yoki optik yo'lning har qanday o'zgarishi haqida xulosa qilish imkonini bo'ladi. Demak, sindirish ko'rsatkichi doimiy qolsa, biz geometrik yo'ldagi farqni aniqlashimiz, masalan issiqlik yoki elektr yoki magnit maydonlari sababli materiallar o'lchamining o'zgarishini aniqlashimiz mumkin. Boshqa tarafdin, agar geometrik yo'l doimiy qolsa, sindirish ko'rsatkichini, hamda sindirish ko'rsatkichiga ta'sir qiladigan bosim, temperatura yoki zichlikning o'zgarishi kabinaning miqdorini va ta'sirini aniqlashimiz mumkin. Lazer nurining to'lqin uzunligini o'lchash uchun bitta yassi ko'zgu nozik sozlash mexanizmidan foydalanib siljiriladi; Bu o'zgartirish mos nurning optik yo'lini o'zgartiradi. Bunday siljitish davomida interferension chiziqlarning siljishi yarim shaffof ekranda kuzatiladi. Bu hodisani baholash uchun, yassi ko'zgu siljiganda, kuzatish ekranidagi qo'zg'almas nuqtadan o'tayotgan maksimumlarni yoki minimumlarni hisoblashimiz mumkin.





Rasm. 1: Lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometriqurilmasi, bitta yassi ko'zgu chun nozik sozlashmexanizmi bilan, yuqoridan ko'rinishi.

Tajribani o'tkazish



Tajriba davomida:– Lazer optikasi tayanch plitasiga mexanik zarbalardan ehtiyot bo'ling (masalan stolni silkitmang va urmang). Qurilmada havo oqimlariga yo'l qo'ymang, masalan nafas olish yoki yelvizaklar. Yarim shaffof ekranda (h) interferension chiziqlarni sanash mumkin bo'lgan, intensivliklar maksimumlarining o'rnini belgilang.

Reduktor dastasiga yengilgina qo'lingizni qo'yib, reduktorni to chiziqlar harakatlanishni boshlamaguncha, sekin va bir tekis aylantiring (sizga bir necha aylantirish talab qilinishi mumkin). Shundan so'ng, reduktorni kamida yana bir marta to'liq aylantiring. Reduktorni aylantirishni davom eting va shu bilan birgalikda interferension chiziqlarning belgidan o'tishini va reduktor aylanishlar sonini qayd qiling.

Lab. 24. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burish

Umumiy ma'lumotlar

Tajribaning maqsadi

- Qutblanish tekisligining konsentrlangan shakarli eritmada burilishini bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikki polarizator bilan kuzatish.
- Uchta turli yorug'lik ranglari uchun burish burchagini aniqlash.

Asboblari va jihozlar

saxaroza, galogen lampa, yorug'lik filtri, transformator, ko'zgusimon shisha yacheyka, polarization filtri, linza, prizmalı stol, yarim shaffof ekran, kichik optik kursi, taglik asos,

Rasm. 1 Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burilishini kuzatish uchun tajriba qurilmasi

Optik aktivlik bir qator moddalar uchun xos bo'lib, bumoddalardan chiziqli qutblangan yorug'lik o'tganda qutblanish tekisligi buriladi. Bunday hodisa ba'zi eritmalaridam yuz beradi. Eritmaning molekulyar strukturasi yorug'likning o'ng aylanishli va chap aylanishli qutblanishiga olib kelib, ular eritmada turli fazaviy tezlikda harakatlanadi. Eritmaga tushayotgan chiziqli qutblangan yorug'lik o'ng va chap aylanishli qutblangan to'lqin qismlariga ajralishim mumkin. To'lqinning ikki qismlari turli fazaviy tezlikdalarqalib, bosib o'tgan masofasiga proporsional bo'lgan fazalar farqini keltirib chiqaradi. To'lqinning ikki qismi bumasofani bosib o'tganidan so'ng, superpozitsiya natijasidayo'nalishi asl to'lqinga nisbatan burilgan chiziqli qutblangan to'lqinga aylanadi. Burilish burchagi molekulyar strukturaga, eritmada yorug'lik yo'li davomligidagi erigan modda konsentratsiyasiga va yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq. Kuzatuvchi yorug'lik nuri tarqalishi yo'nalishiga qarama-qarshi qaraganida, yorug'likning qutblanish tekisligi soat strelkasi bo'yicha burilsa (o'ng aylanish) unga musbat qiymat beriladi. Aksincha, soat strelkasiga teskari aylanishni chap aylanish deb atashadi va unga manfiy qiymat beriladi. Asosan har qanday optik aktiv moddada o'ng aylanishli va chap aylanishli modifikatsiyalar bo'lishi mumkin. Bu ikki modifikatsiyaning mo'ayyan aylantirish qiymati bir-biriga teng va qarama-qarshi ishoraga ega. Ikkala modifikatsiyaning aralashmasi burilish burchagini kamaytiradi. Ikkala modifikatsiya teng proporsiyada bo'lgan aralashma resemat deb ataladi. Tajribada qutblanish tekisligining burilishi bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikkita polarizatorlarda kuzatiladi. Konsentrlangan eritma $D(+)$ - suvdagi saxaroza optik aktiv modda sifatida qo'llaniladi. $D(+)$ belgi qutblanish tekisligini modda o'ng tomonga aylantirishini anglatadi.

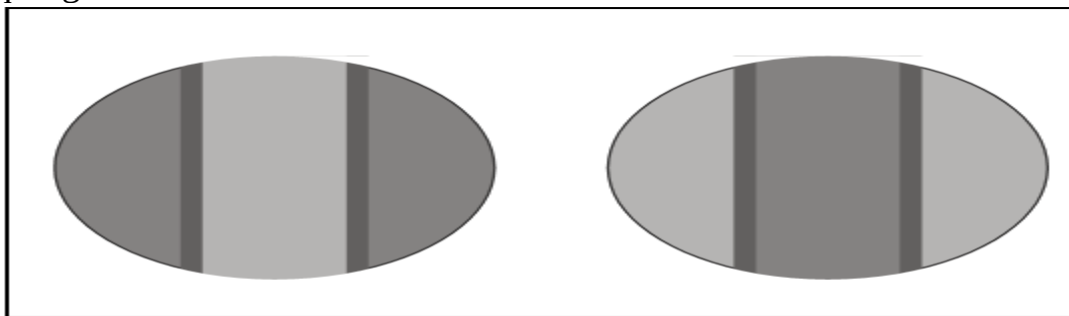
Tajribani bajarish

a) Oq yorug'likni kuzatish:

Analizatorni 0° ga o'rnatib va butun ko'rish maydonini kuzatib. Ko'zgusimon shisha yacheykani nur yo'lidan oling va ehtiyotlik bilan taxminan 20 qoshiq $D(+)$ - saxarozani suvga soling. Chayqash orqali $D(+)$ - saxarozani maksimal to'liq eriting. Ko'zgusimon shisha yacheykani qayta nur yo'lining markaziga joylashtiring va ko'rish maydonini kuzatib. Analizatorning qutblash yo'nalishini buring va buning barchasini ko'rish maydonida kuzatib.

b) **Monoxromatik yorug'likni kuzatish:** Galogen lampa korpusining chiqish aperturasidagi tasvir siljitgichga qizil yorug'lik filtni o'rnatib va analizator bilanko'rish maydonining o'rta qismida maksimal qorong'ulikga erishib (Rasm. 2 ga qarang) Analizator o'rnini qizil yorug'lik uchun eritmaning burilish burchagi sifatida qabul

c) qiling.



Rasm. 2 Shakarli eritma nur yo'liga qo'yilgandan keyin monoxromatik yorug'lik uchun ko'rish maydoni (chapdagi: analizator o'rni 0° , o'ngdagi: ko'rish maydonining markaziy qismida maksimal qorong'ulik)

Tajriba namunasi va hisoblashlar

Jadval 1: Yorug'likning turli ranglari uchun burish burchaklari

filtr	burish burchagi
qizil	25°
yashil	40°
ko'k	55°

Lab.25. Stefan-Bolsman qonuni: “Qora jism” nurlanish intensivligining temperaturaga bog'liqligini o'lchash.

Kerakli asboblari va ashyolari: Elektrik pech, Absolyut qora jism detallari, Elektrik pech ashyolari, Bir tarafi ochiq kirishli raqamlitermometr, Temperatura datchigi, NiCr-Ni, Moll termoelementi, Mikrovoltmetr, Universal fiksator.

Umumiy ma'lumotlar

Barcha jismlar issiqlik nurlantiradi. Bu issiqlik elektromagnitnurlanishning intensivligi temperatura ortishi bilan ortadi vahamda shu jismning sirtiga ham bog'liq. Berilgan to'liq uzunligida, u nurni qanchalik yaxshiroq yutsa, shunchalik ko'proq issiqlik nurlantiradi.

Barcha to'liq uzunlikli issiqlik nurlanishini yutuvchi jism *absolyut qora jism* deb ataladi. Aynan *Kirxgoff* birinchi bo'lib, berk bo'shliqdan virtual absolyut qora jism sifatida foydalanishni taklif qilgan. Absolyut qora jism eng kata yutish koeffitsiyentiga ega va shu bilan, berilgan temperaturada va to'liq uzunlikda maksimal mumkin bo'lgan nurlantirishga ega. *Stefan-Bolsman qonuni* absolyut qora jismning umumiy chiqarayotgan nurlanishi T absolyut temperaturaning to'rtinchi darajasiga proporsional ekanligini tasdiqlaydi. Yanada aniqroq nurlanish manbasining nurlanuvchanligi M , ya'ni sirtning bir tomonidagi nurlanishning umumiy quvvati nurlanayotgan sirtsohasiga nisbatan quyidagidan aniqlanadi

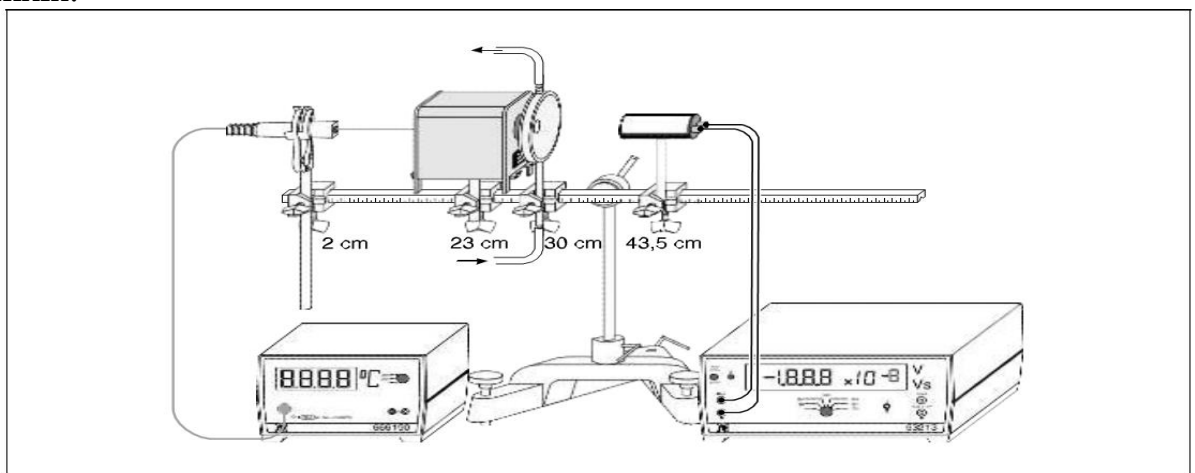
$$M = a T^4(I) \quad (5 \cdot 10^{-8} \text{ (Vt/m}^2 \text{)}) \quad \text{Stefan-Bolsman doimiysi}$$

Shu vaqtda absolyut qora jism atrof muhitdan nur ham yutadi. Shunday qilib biz M umumiy nurlanuvchanlikni emas, anig'i absolyut qora jism nurlanishidan olingan M' nurlanish manbasining nurlanuvchanligini o'lchaymiz. Atrof muhitdanyutilgan

nurlanishning $M_0 = a \cdot T_0^4$ - nurlanuvchanligi - quyidagiga teng: (II)

Shuning uchun, quyidagini yozish mumkin $M' = a \cdot (T^4 - T_0^4)$ (III).

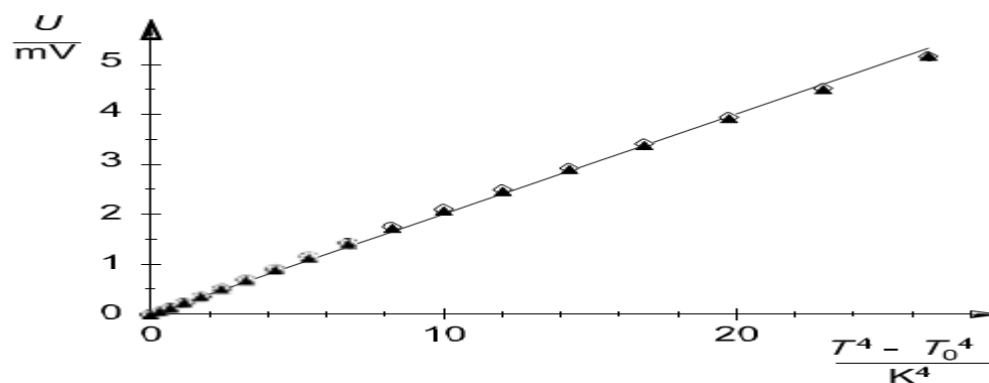
Mazkur tajribada «absolyut qora jism» sifatida elektr pechdan foydalaniladi. Absolyut qora jism detallari jilvirlangan mis silindrga ekrandan iborat. Bir uchi izolyasiya qilingan mis silindr, elektrpechga kiritiladi va talab qilingan temperaturagacha qizdiriladi. Zarur bo'lganda suv bilan sovutiladigan ekran elektr pechning oldiga shunday o'rnatilganki, qaynoq pechkaning tashqi devorlarining nurlanishini emas, faqat jilvirlangan silindrning issiqlik nurlanishini o'lchash mumkin. Temperatura datchigi NiCrNi mis silindrdagi temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi. Issiqlik nurlanishi mikrovoltmetrga ulangan Moll termoelementidan foydalanib o'lchanadi. Termoelement ulangan termojuftliklar seriyasidan tashkil topgan. O'lchanayotgan nuqtalar tushayotgan nurni to'liq yutadi, qiyoslash nuqtalari esa atrof muhit temperaturasida bo'ladi. Biz shunday qilib, termoelektrik batareyalarning chiqish kuchlanishini nurlanish manbasining M' nisbiy nurlanuvchanligi o'lchovi sifatida olishimiz mumkin.



Rasm. 1: Stefan-Bolsmanning issiqlikdan nurlanish qonunini tasdiqlash uchun tajriba qurilmasi.

Tajribani o'tkazish

Rasm. 2: Suvli idishga immersion nasosni o'rnatish namunasi Dastlab:- n mis silindrning temperaturasini va termoelektrik batareyaning boshlang'ich chiqish kuchlanishini o'lchang va bu qiymatlarni o'z tajriba jurnaligizga yozib oling. Shundan so'ng: - Elektr pechni ulang va temperatura har 25 °C ga oshganda, n va U ning qiymatlarini o'lchang va ularni o'z tajriba jurnaligizga yozib oling. Temperatura 400 °C va 500 °C oralig'i darajasiga erishganda: - Elektr pechni uzing; va temperatura har bir 25 °C gapasayganda, n va U ning qiymatlarini o'z tajriba jurnaligizga yozib boring. - Temperatura 100 °C bilan xona temperaturasi oralig'igacha pasayganda, elektr pechdan temperature datchigini oling, xona temperaturasini o'lchang va bu qiymatni o'z tajriba jurnaligizga yozib oling. - Termoelektrik batareyani qoramtir karton bilan ekranshtiring, voltmetrning nol ko'rsatishini tekshiring va bu qiymatni o'z tajriba jurnaligizga yozib oling.



Rasm.3: U chiqish kuchlanishining $T_4 - T_0^4$ funksiyasi sifatidagi grafigi. Doiralar qizishdagi, uchburchaklar esa sovushdagi o'lchangan qiymatlarga mos keladi.

Jadval 1. Qizish va sovushdagi o'lchangan qiymatlar

$\frac{n}{^{\circ}\text{C}}$	$\frac{T}{\text{K}}$	$\frac{T^4 - T_0^4}{\text{K}^4}$	$\frac{U_{\uparrow}}{\text{mV}}$	$\frac{U_{\downarrow}}{\text{mV}}$
24	297	0	0	0
50	323	0.31	0.06	0.06
75	348	0.69	0.14	0.14
100	373	1.16	0.24	0.24
125	398	1.73	0.36	0.36
150	423	2.42	0.52	0.51
175	448	3.25	0.70	0.68
200	473	4.23	0.91	0.89
225	498	5.37	1.16	1.13
250	523	6.70	1.43	1.41
275	548	8.24	1.75	1.72
300	573	10.00	2.11	2.07
325	598	12.01	2.50	2.46
350	623	14.29	2.93	2.90
375	648	16.85	3.42	3.38
400	673	19.74	3.95	3.92
425	698	22.96	4.53	4.50
450	723	26.55	5.17	5.17

Lab.26. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.

Tajriba ob'ektlari

- Elektronlarning magnit maydonida aylanma orbita bo'ylab og'ishini o'rganish.

- Magnit maydoni B ni doimiy r radiusli orbitadagi elektronlarni tezlashtiruvchi potensial U ning funksiyasi sifatida aniqlash.
- Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.

Asboblarni ro'yxati

1 Elektron nur trubkasi, O'lchash qurilmasi va ushlab turqichiga ega bo'lgan Gelmgolts g'altagi, Trubkaning energiya manbai, Multimetr LDanalog, Po'lat lentali o'lchagich, Xavfsiz ulash cimlari.

Asosiy ma'lumotlar

Tajribaviy yo'l bilan elektronning massasi m_e ni aniqlash qiyin. Elektronning solishtirma zaryadini tajribalarda aniqlash esa osonroq hisoblanadi

$$\varepsilon = \frac{e}{m_e} \quad (I),$$

agar elementar zaryad e ma'lum bo'lsa (I) ifodadan elektronning massasi m_e ni hisoblab aniqlash mumkin. Bir jinsli magnit maydoni B da maydonga perpendikulyar ravishda v tezlik bilan harakatlanayotgan elektronga F Lorets kuchi ta'sir qiladi

$$F = e \cdot v \cdot B \quad (II)$$

va u tezlik vektoriga va magnit maydonga perpendikulyar bo'ladi. Markazga intilma kuch (Rasm 1. ga qarang)

$$F = m_e \cdot \frac{v^2}{r} \quad (III)$$

bu kuchlar ta'sirida elektron r radiusli orbitada harakatlanadi

$$\frac{e}{m_e} = \frac{v}{r \cdot B} \quad (IV)$$

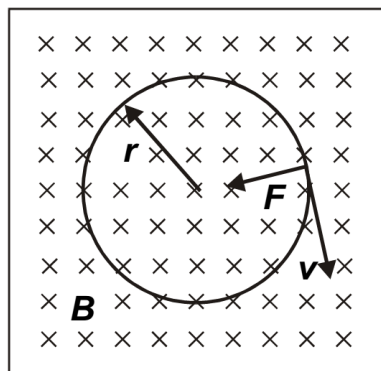
Bu tajribada elektronlar elektron nur trubkasida U kuchlanish yordamida tezlashtiriladi. Natijaviy kinetik energiya quyidagicha

$$e \cdot U = \frac{m_e}{2} \cdot v^2 \quad (V)$$

Shunday qilib elektronning solishtirma zaryadi :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{(r \cdot B)^2} \quad (VI).$$

Rasm 1: Elektronlarning B magnit maydonida Lorets kuchi F tomonidan berilgan r radiusli orbita bo'ylab og'ishi



Elektron nur trubkasida past bosimda vodorod molekulari bo'ladi, va ular elektronlar bilan to'qnashganda nur chiqaradi. Bu esa elektronlarning orbitasini bevosita korinadigan bo'lishiga olib keladi, va orbita radiusi lineyka bilan o'lchab olinishi mumkin

Magnit maydoni Gelmgolts g'altaklar juftida hosil qilinadi va u Gelmgolts g'altaklaridagi tok I ga to'g'ri proporsional:

$$B = k \cdot I \quad (\text{VII})$$

Magnit maydonida harakat qilayotgan elektron orbitasi r doimiy bo'lib turganda, tezlashtiruvchi potensial U ning tok kuchi I dan bog'liqligi (VI) va (VII) tenglamalarni shakl o'zgartirishdan hosil qilinishi mumkin:

$$U = \frac{e}{m_e} \cdot \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot k^2 \cdot I^2 \quad (\text{VIII})$$

Proportsionallik koeffisienti

$$k = \mu_0 \cdot \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{n}{R} \quad (\text{IX})$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$: magnit doimiylik

g'altakning radiusi $R = 150$ mm va g'altak o'ramlar soni $n = 130$ qiymatlardan foydalanib hisoblanishi, yoki kalibrovka grafigi $B = f(I)$ ni o'lchashdan foydalanib topilishi mumkin. U holda elektronning solishtirma zaryadini aniqlash uchun barcha kattaliklar ma'lum bo'ladi.

Qurilma

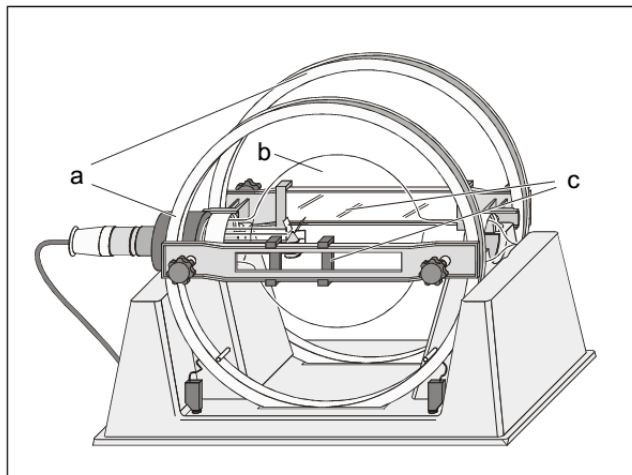
Izoh:

O'lchashlarni qorong'ilashtirilgan kamerada bajaring. Gelmgolts g'altaklaridan 2 A dan katta toklar faqat qisqa vaqt

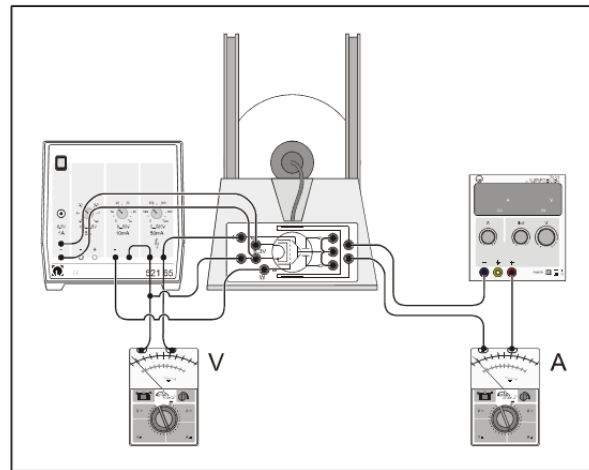
oralig'ida o'tkazilishi mumkin. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash qurilmasi Rasm 2.da va uning ulash sxemasi Rasm 3. da ko'rsatilgan-Trubkani energiya manbaidan uzing va barcha potensiometraylanuvchi qismini eng chap holatga qo'ying

-Elektron nur trubkasining 6.3-V li kirish oxirini trubka manbaini 6.3-V li chiqishiga ulang.- Trubka manbaini 50 V lik chiqishining musbat qutbini 500 V lik chiqishining manfiy qutbi bilan qisqa tutashtiring vatoza nur trubkasining (katod) "-" rozetkasi bilan ulang.- Elektron nur trubkasining "+" rozetkasini (anod) 500 V chiqishining musbat qutbi bilan, W rozetkani (Venalt silindri,

ENT da) 50 V lik chiqishning manfiy qutbi bilan ulang.- Tezlashtiruvchi potensial U ni o'lchash uchun voltmetrni (o'lchash chegarasi 300 V_) 500 V lik chiqishga ulang.-Elektron nur trubkasining og'diruvchi plastinkalarini anodga ulang.- DC energiya manbai va ampermetrni (o'lchash chegarasi 3 A -) Gelmgolts g'altaklari bilan ketma-ket ravishda ulang.



Rasm 2. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash uchun tajriba
a Gelmgolts g'altaklari
b toza nur' trubkalari
c O'lchash asbobi

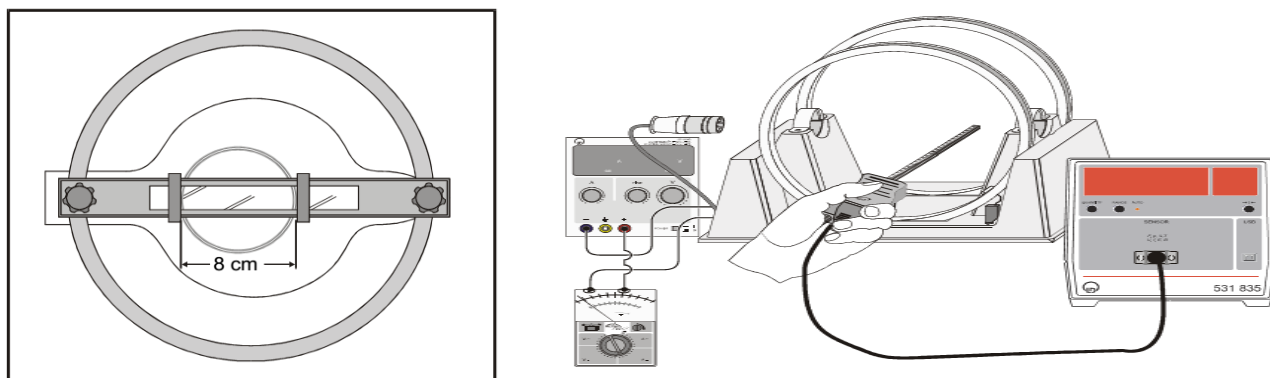


Rasm 3. Elektrik ulash qurilmasi

Tajribalarni o'tkazish

- O'lchash qurilmasining chap slaydini shunday siljitingki, uning ichki uchi, oynaviy tasviri va elektron nurning chiqish tirqishiko'rish chizig'ida yotsin - Ong slaydni har ikkala ichki uchi uchun masofa 8 sm ga teng bo'ladigan qilib o'rnatish.
- O'ng slaydning ichki uchini kuzating, uni o'zining oynaviy tasviri bilan to'g'rilang, va g'altak toki I ni elektronlar nuri oynaviy tasvirni qoplovchi slayd uchi bo'ylab tangensial ravishda aylanguncha regulirovka qiling (Rasm 4. ga qarang) - Tezlashtiruvchi potensial U ni 10 V qadam bilan 200 V gacha kamaytirib boring, va elektron nurlarining orbita diametri 8 sm ga teng bo'lgandagi g'altakdagi tok I ni tanlab oling. - Tezlashtiruvchi potensial U va g'altak toki I ni yozib oling
- Trubkaning energiya manbaini qo'shing va tezlashtiruvchi kuchlanishni $U=300$ V ga o'rnatish. Termo-elektron emissiya bir necha minutdan keyin, katod qizib olgandan keyin boshlanadi. -Elektronlar nurining fokusini Venalt Silindridagi kuchlanishni 0...10 V oraliqda o'zgartirish bilan to aniq, o'tkir uchli nur hosil bo'lguncha ptimallashtiring. - Gelmgolts g'altaklarini DC energiya manbaiga ulang, va elektronlar nuri yopiq orbita hosil qilib aylanadigan tokni toping Agar elektronlar nuri anoddan chiqqandan keyin noto'g'ri yo'nalishda (chap tarafga) og'sa: - har ikkala energiya manbalarini ochiring. - Magnit maydon qutblarini o'zgartirish uchun DC energiya manbaining chiqishidagi kontaktlar qutblarini

almashtirib ulang Agar elektronlar yopiq orbita bo'yicha harakatlanmasdan, spiralsimon egri chiziq bo'yicha harakat qilsa : -Har ikkala kronshteynning mahkamlovchi boltlarini bo'shating (toza nur trubkasi ma'lumotlar kitobchasini oqing) -Toza nur trubkasini uning bo'ylama o'qi atrofida ehtiyot bo'lib, to elektronlar nuri yopiq orbita hosil qilguncha aylantiring. - Mahkamlash bo'ltlarini qotiring.



Rasm 5.

Gelmgolts magnit maydonini kalibrovka qilish:

Magnit maydonini kalibrovka qilish uchun qurilma Rasm 5.da ko'rsatilgan. Yuqorida qo'shimcha tavsiya etilgan asboblarni o'lchash ishlarini olib borish uchun zarur bo'ladi

-Agar lozim bo'lsa barcha energiya manbalarni tarmoqdan ushbu -O'lchash qurilmasini va Gelmgolts g'altaklarini oldingi tarafga siljiting, toza nur trubkasiga ulanishlarni va ikki kronshteynning mahkamlash boltlarini (toza nur trubkasi uchun ko'rsatmalar kitobchasini o'qing) bo'shating - Ehtiyotlik bilan elektron nur trubkasini chiqarib oling, va uni original korpusiga joylashtirib qo'ying -Oldingi tarafdagi Gelmgolts g'altaklarini qayta yig'ing va ulang -Aksial B-probe ni teslametrga ulang(o'lchash chegarasi 20 mT) va nol nuqtani kalibrovka qiling (Teslametr ko'rsatmalar kitobiga qarang). -Aksial B-probe ni Gelmgolts g'altaklarining magnit maydoniga parallel ravishda juft g'alaklar markazi tomon siljiting. - G'altaklardagi tok kuchini 0 dan 3 A gacha 0.5 A qadam bilan orttira boring, va B magnit maydonini o'lchang, o'lchangan qiymatlarni yozib oling. Kalibrovkalashni tugatgandan keyin:- Elektron nur trubkasini ko'rsatmasiga muvofiq qayta yig'ing.

O'lchash misollari

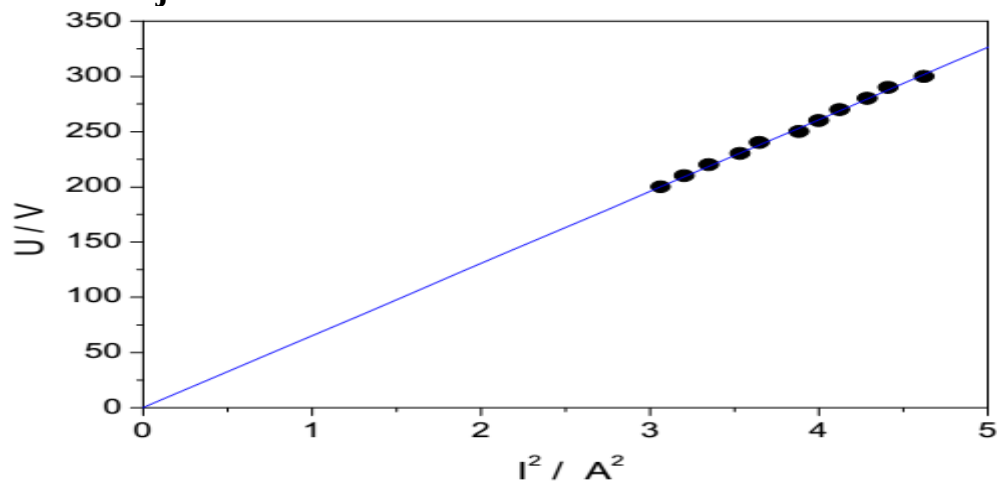
Jadval 1: Doimiy $r = 0,04$ m radiusli orbita uchun, g'altakdagi tok I tezlashtiruvchi potensial U ning funksiyasi sifatida

$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$
300	2.15
290	2.10
280	2.07
270	2.03
260	2.00
250	1.97
240	1.91
230	1.88
220	1.83
210	1.79
200	1.75

Jadval 2: Gelmgolts g'altaklarining B magnit maydoni g'altakdagi tok I ning funksiyasi sifatida. (Bu tajriba yuqorida tavsiya etilgan qo'shimcha qurilmalarni talab qiladi)

$\frac{I}{A}$	$\frac{B}{mT}$
0.5	0.35
1.0	0.65
1.5	0.98
2.0	1.34
2.5	1.62
3.0	2.05

Baholash va natijalar



6-Rasm. 1-jadvaldagi o'lchangan qiymatlarning grafigi (VIII) tenglamaga muvofiq chiziqli ko'rinishda keltirilgan. Natijaviy grafikning qiyaligi koordinata boshida quyidagicha $\alpha = 65,3 \text{ V A}^{-2}$. (VIII) tenglamaga ko'ra elektronning solishtirma zaryadi

$$\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot \alpha}{r^2 \cdot k^2}$$

Keyingi hisoblashlarga propotsionallik faktori k ning qiymati kerak bo'ladi. Agar yorug'lik nurlari perpendikulyar ravishda tushsa, ($\alpha = \beta$) ular o'z yo'llari bo'yicha

qaytadilar. Agar yorug'lik nurlari qiya ravishda tushsa, ular boshqayo'nalishda qaytadi, ammo parallelligicha qoladi.

Proportsionallik faktori k ni Gelmgolts magnit maydoni kalibrovkasidan aniqlash.

2-jadvaldagi o'lchangan qiymatlar, yoki 7 Rasmdagi to'g'ri chiziqlarning koordinata boshidan o'tkazib, quyidagini olamiz $k = 0,67 \text{ mTA}^{-1}$ va undan keyin

$$\frac{e}{m_e} = 1,8 \cdot 10^{11} \frac{\text{As}}{\text{kg}}$$

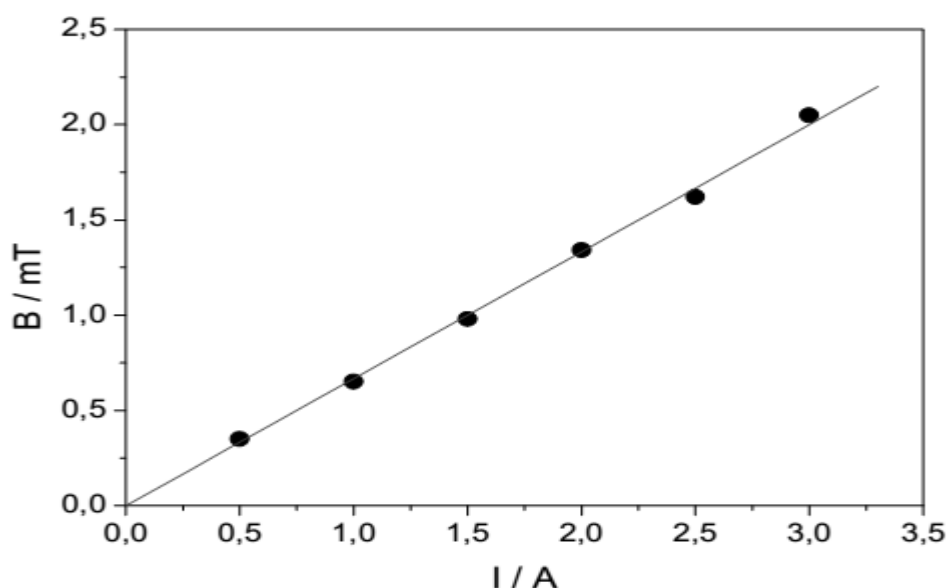
Proportsionallik faktori k ni hisoblash: (IX) dan foydalanib, hisoblaymiz

$$\frac{e}{m_e} = 1,3 \cdot 10^{11} \frac{\text{As}}{\text{kg}}$$

$k = 0,78 \text{ mT A}^{-1}$ va undan keyin

Hosil qilingan qiymat:

$$\frac{e}{m_e} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{As}}{\text{kg}}$$



Rasm 7. Gelmgolts g'altagingining magnit maydoni uchun kalibrovka grafigi.

Mundarija.

Fizik kattaliklar qiymatlarini o'lchash va ularning xatoliklarini aniqlash usullari.....	4
LAB: 1. Gorizontaal burchak ostidagi otilgan jismning harakatini o'rganish.....	5
LAB: 2. Matematik mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash	11
LAB: 3. Gravitatsiya doimiysini Kavendishning torsion tarozilari bilan aniqlash	14
LAB: 4. Elastik to'qnashuvda energiya va impuls ikki shoxsimon yorug'lik datchigi bilan o'lchash	20

LAB: 5. Girooskop chayqalishi.....	21
LAB: 6. Maksvel mayatnigi yordamida inersiya momentini aniqlash.....	24
LAB: 7. Qattiq jismlarni chiziqli kengayish koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligini o'lchash	29
LAB: 8. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash	32
LAB: 9. Suv aralashmasi temperaturasi aniqlash	37
LAB: 10. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash	39
LAB: 11 Havodagi tovush tezligining haroratga bog'liqligini o'rganish	42
LAB: 12. Gaz qonunlari (Boyl-Mariott qonuni).....	45
LAB: 13. Elektrometrik kuchaytirgich yordamida elektrostatikaning asosiy tajribalarini bajarish.....	48
LAB: 14. Uitson ko'prigidan foydalanib qarshiliklarni aniqlash.....	51
LAB: 15. Taqasimon magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'lchash.....	53
LAB: 16. To'g'ri o'tkazgich va aylanma halqaning magnit maydonini o'lchash.....	57
LAB: 17. Yer magnit maydonini aylanuvchi induksion g'altak yordamida o'lchash.....	61
LAB: 18. Erkin elektromagnit tebranishlar.....	65
LAB: 19. Tranzistor sxemalar.....	67
LAB: 20. Oq yorug'likning dispersiyasi va rekombinatsiyasi bo'yicha Nyuton tajribalari.....	68
LAB: 21. Qo'sh tirqishda va ko'p sonli tirqishda difraksiya- VideoCom yordamida qayd etish va hisoblash.....	70
LAB: 22. O'tgan va qaytgan oq yorug'likda Nyuton halqalarini kuzatish.....	76
LAB: 23. Maykelson interferometridan foydalanib geliy-neonli lazer yorug'ligining to'lqin uzunligini aniqlash.....	79
LAB: 24. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burish	80
LAB: 25. Stefan-Bolsman qonuni: «qora jism» nurlanish intensivligining temperaturaga bog'liqligini o'lchash.....	82
LAB: 26. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.....	84

