

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

Guliston davlat universiteti

**“ATOM FIZIKASI” FANIDAN LABORATORIYA
ISHLARI TO‘PLAMI**

*Guliston davlat universiteti “Fizika” yo‘nalishi III kurs talabalari uchun
laboratoriya ishlarini bajarishga doir o‘quv-uslubiy qo‘llanma*

Laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma “Fizika”
kafedrası yig‘ilishida (bayonnoma № 2019 – yil “_____”) ko‘rib chiqilgan.

Guliston – 2019

Tuzuvchilar:

dots. A. Abdullayev ,
o‘q. B.A. Abdullayev.

Taqrizchilar:

f.-m.f.n. R. Elmurodov,
f.-m.f.n. G‘. Raxmonov.

Mundarija

1. Kadmiy qizil chizig'i Zeeman ajralishini magnit maydondan bog'liqligini o'lchash-Fabri-Pero etalonidan foydalanuvchi spektroskopiya	4
2. Elementar zaryadni aniqlash, O'zgaruvchi kuchlanish metodi. Ko'tarilish va tushish tezligi metodi	15
3. Frank-Gertsning simob bilan tajribasi - CASSY bilan o'lchash va baholash	24
4. Vodorodning balmer seriyalaridan H_{α} , H_{β} va H_{γ} larning to'lqin uzunliklarini aniqlash	29
5 Plank doimiysini kompakt o'lchash qurilmasi yordamida aniqlash	34
6. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash	44
7. Stefan-Bolsman qonuni: "qora jism" nurlanish intensivligining temperaturaga bog'liqligini o'lchash	52
8. Inert gaz va metall bug'larining chiziqli spektrlarini prizmalı spektrometr yordamida o'lchash	59

Laboratoriya ishi – 1

Mavzu: Kadmiy qizil chizig'i Zeeman ajralishini magnit maydondan bog'liqligini o'lchash-Fabri-Pero etalonidan foydalanuvchi spektroskopiya.

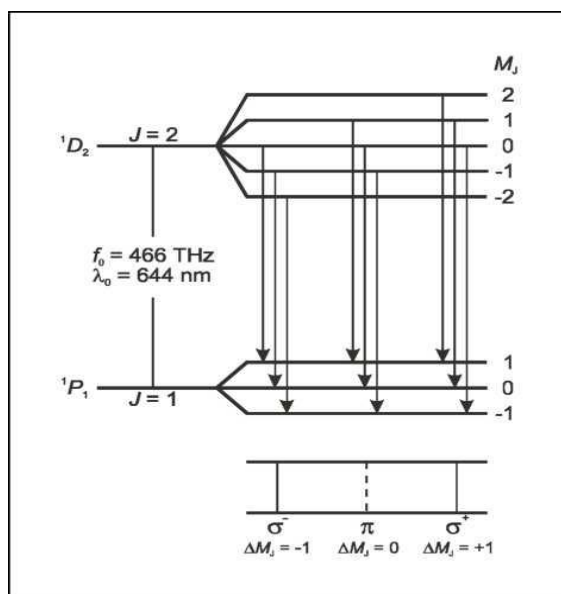
Ishdan maqsad:

1. Fabri-Pero interferometri yordamida Zeeman effektini kuzatish - VideoCom dan foydalanish.
2. Bor magnetonini μ_B va elektronning solishtirma zaryadini $\frac{e}{m_e}$ aniqlash

Kerakli asbob va jixozlar

- 1 Kadmiy lampasi
- 1 Universal drossel, karobkada
- 1 Yuqori tokli energiya manbai
- 1 U-simon o'zak
- 2 G'altaklar, 10 A, 480 o'ram
- 1 Pair of pole pieces with great bore
- 1 Fabri-Pero etaloni
- 1 Presision optik stol, 1 m
- 1 Surg'ichlar asosi, iplar bilan
- 5 Optika surg'chlari 60/50
- 2 Linzalar, $f = +150$ mm
- 1 Interferensione filtrlar uchun tutgich
- 1 Interferension filtr, 644 nm
- 1 VideoCom USB
- 1 Universal o'lchash asboblari Fizika
- 1 Mobile-CASSY
- 1 Combi-B-sensor S
- 1 Kengaytuvchi kabel, 15-qutb
- 1 Shtativ, V-shakl, 20 cm
- 1 Shtativ sterjeni, 47 cm
- 1 LD-ko'pqisqich
- 3 Ulash simlari, 100 cm

Qo'shimcha talablar : PC Windows 98



Rasm 1: Kadmiyda normal Zeeman effektida sathlarning ajralishi va o'tishlari.

Magnit maydoniga joylashtirilgan yorug'lik manbaining optikspektri magnit maydon bo'lmagandagiga qaraganda murakkab tuzilishga egadir. Spektrdagi har bir chiziq bir necha komponentadan iborat. Magnit maydonda spektral chiziqlarning komponentalarga ajralishi birinchi marta 1896-yilda Zeyeman tomonidan kuzatildi.

Shuning uchun magnit maydonda spektral chiziqlarning ajralish hodisasiga Zeyeman effekti deyiladi. Zeyemanning effekti oddiy (normal) va murakkab (anomal) effektlari kuzatilgan. Agar spektrdagi har bir spektral chiziq uchta komponentaga ajralsa, Zeyemanning oddiy effekti, agar har bir spektral chiziq uchta dan ortiq ko'p sonidagi komponentalarga ajralsa Zeyemanning murakkab effekti hosil bo'ladi. Zeyemanning oddiy murakkab effektlari kvant fizikasi nuqtai nazaridan tushuntiriladi.

Zeeman effekti atomning energetik sathlarining yoki spektral chiziqlarining tashqi magnit maydoni ta'sirida ajralish hodisasi hisoblanadi. Bu effekt birinchi marta 1895 yilda H.A.Lorents tomonidan uning elektronlarning klassik nazariyasining bir qismi sifatida oldindan aytib berilgan, va bir necha yil keyinroq P.Zeeman tomonidan eksperimental ravishda amalga oshirilgan. **Zeeman** magnit maydoniga to'g'ri burchak ostida bitta spektral chiziq o'rniga triplet chiziqni, va magnit maydoniga parallel bo'lganda duplet chiziqni kuzatdi. Keyinroq, anomal Zeeman effekti deb nomlangan spektral chiziqlarning murakkabroq ajralishlari kuzatildi. Bu hodisani tushuntirish uchun *Goudsmit va Ulenbeklar* elektron spini to'g'risida birinchi gipotezani 1925 yilda kiritishdi. Oqibatda, shu narsa aniqlandiki, anomal Zeeman effekti qoidalar doirasida bo'lib, "normal" Zeeman effekti odatdan tashqari effekt hisoblanar ekan. Normal **Zeeman** effekti faqat umumiy spini $S=0$

bo'lgan atom holatlari o'rtasidagi otishlarda kuzatiladi. Holatlarning umumiy burchak momenti $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$, u vaqtda orbital burchak momentga teng bo'lib qoladi ($\mathbf{J} = \mathbf{L}$). Unga mos keluvchi magnit moment esa, quyidagiga teng bo'ladi:

$$\mu = \frac{\mu_B}{\hbar} J \quad (1)$$

Bu yerda

$$\mu_B = \frac{\hbar e}{2m_e} \quad (2)$$

(μ_B – Bor magnitoni, m_e – elektron zaryad, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h – plank doimisi)

Tashqi magnit maydonni B damagnit mament quydagi energiyalarga ega bo'ladi

$$E = -\mu_B B \quad (3)$$

Burchak momentining tashqi magnit maydon yo'nalishidagi komponentasining qiymatlari

$$J_z = M_J \hbar, M_J = J, J-1, \dots, -J \quad (4)$$

Shuning uchun, burchak momenti J bo'lgan term $2J+1$ ta teng masofali va qiymatlari M_J ga farq qiluvchi Zeeman komponentlariga ajraladi. M_J va M_{J+1} qo'shni komponentlarning energiya intervallari quyidagicha bo'ladi

$$\Delta E = -\mu_B B \quad (5)$$

Normal **Zeeman** effektini kadmiyning qizil spektral chizig'ida ($\lambda_n = 643,8 \text{ nm}$, $f_n = 465,7 \text{ THz}$) kuzatish mumkin. It U beshinchi qobiqdagi elektronning $\frac{1}{2}D (J=2, S=0)$, $\frac{1}{1}P (J=1, S=0)$ otishlariga mos keladi (Rasm 1). Magnit maydonda $\frac{1}{2}D$ sath beshta **Zeeman** komponentlariga ajraladi, va $\frac{1}{1}P$ sath esa uchta Zeeman komponentlariga ajraladi va ular (5) tenglama bo'yicha hisoblangan joylarni egallaydi Bu sathlar o'rtasidagi optik o'tishlar faqat elektr dipoli nurlanishi ko'rinishida bo'lishi mumkin. Holatlarning magnit kvant sonlari M_J uchun quyidagi tanlash qoidalari o'rinli bo'ladi:

$$\begin{aligned} \Delta M_J &= \pm 1, \sigma \text{ komonenta uchun} \\ &= 0, \pi \text{ komonenta uchun} \end{aligned} \quad (6)$$

Shunday qilib, biz umumiy uchta spektral chiziqlarni kuzatamiz (Rasm 1); π komponent siljimagan, va ikki σ komponentlar asosiy chastotaga nisbatan

$$\Delta f = \mp \frac{\Delta E}{h} \quad (7)$$

qiymatga siljigan. Bu tenglamada, ΔE teng masofali energiya ajralishi bo'lib, u (V) ga asosan hisoblangan.

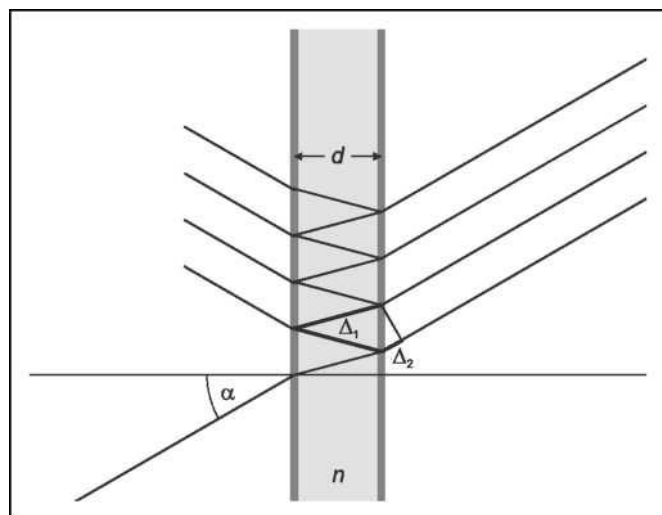
Zeeman effekti turli xil qutblangan komponentlarni spektroskopik ajratish imkonini beradi. Ammo bu siljishni ko'rsatish uchun bizga juda yuqori ajratish qobiliyatiga ega bo'lgan spektral qurilma kerak bo'ladi, chunki qizil kadmiy chiziqlarining ikki σ komponentlari $B=1\text{T}$ magnit oqimi zichligida faqat $\Delta f=14$

GHz ga, yoki unga mos $\Delta\lambda = 0,02 \text{ nm}$ ga siljigan bo'ladi. Tajribada Fabri-Pero etalonidan foydalaniladi. Bu har ikkala tomoni alyuminiy bilan qoplangan, juda yuqori aniqlikda koplanar bo'lgan shisha plastinkadan iborat. Optik o'qqa perpendikulyar to'g'rilangan etalonga kichik burchak ostida yorug'lik kiradi, va bir necha marta orqaga qaytadi. Har qaytganda bir qismi tashqariga chiqadi (Rasm 2). Alyuminiy qoplamasi tufayli bu chiqayotgan qism kam, chiqayotgan nurlar interferensiyalanishi mumkin. Etalonning ortida chiqayotgan nurlar linza yordamida linzaning fokal tekisligiga fokuslanadi. Okulyar yordamida λ to'lqin uzunlikli nurlar konsentrik doiraviy polosalar manzarasini kuzatish mumkin. Doiraning diafragma burchagi Fabri-Pero etalonidan chiqayotgan nurlarning chiqish burchagi α bilan bir xil bo'ladi. α_k burchak ostida chiqayotgan nurlardan bir-biriga qo'shni bo'lgan ikkitasi quyidagi interferensiya shartini qanoatlantirsa bir-biri bilan konstruktiv holda interferensiyalashadi (Rasm 4):

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_k} = k\lambda$$

(Δ = optik yo'llar farqi, d = etalon qalinligi, n = shishaning qaytarish koeffisienti, k =interferentsiyaning tartibi). To'lqin uzunligining o'zgarishi $\delta\lambda$ diafragma burchagining $\delta\alpha$ ga o'zgarishi kabi ko'rinadi. Linzaning fokus masofasidan bo'g'liq bo'lgan holda, diafragma burchagi α radius r ga mos keladi, va burchakning $\delta\alpha$ ga o'zgarishi radiusning δr ga o'zgarishiga mos keladi. Agar spektral chiziq $\delta\lambda$, masofali bir necha komponentlarga ega bo'lsa, har bir doiraviy polosa radial masofasi δr bo'lgan bir nechta komponentlarga ajraladi. Demak, doiraviy polosadagi spektral chiziq dupleti duplet struktura bilan va spektral chiziq tripleti triplet struktura bilan tushuntirilishi mumkin.

Tajribada, kadmiy qizil chizig'ining Zeeman ajralishi magnit maydoni B ning funksiyasi sifatida o'lchanadi. Triplet komponentlarning energiya intervali



Rasm 2: Fabri-Pero etaloni interferentsion spektrometr sifatida.

Nurning yo'li optik o'qqa nisbatan $\alpha > 0$ burchak ostida chizilgan. Ikki qo'shni chiquvchi nurlar o'rtasidagi optik yo'llar farqi $\Delta = n \cdot \Delta_1 - \Delta_2$ ga teng.

((II) va (V)tenglamalarga qarang)

$$E = \frac{h}{4\pi} \frac{e}{m_e} B \quad (8)$$

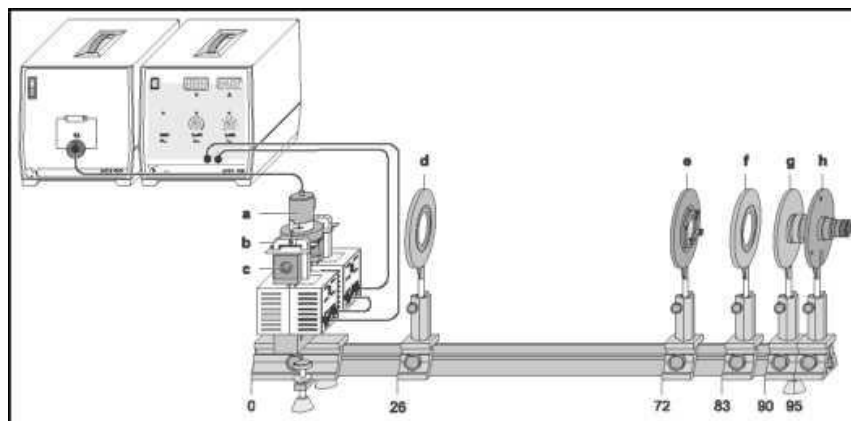
elektronning solishtirma zaryadini hisoblash uchun foydalanildi Qizil kadmiy spektral chizig'ining Zeeman komponentlarini spektroskopik ajratishga erishish uchun, Fabri-Pero interferometrining optik doiraviy sistemasi Video-Com CCD ustiga tasvirllovchi linzalardan foydalanib o'rnatilgan. CCD optik doiraviy sistema orqali diametral kesimni ko'ra oladi.

Ishni bajarish tartibi

Kadmiy lampasidagi va elektrodlardagi elektr simlar ochiq ho'lda joylashgan va osongina tegish mumkin:

Tok oqayotgan birirta ham qismga tegmang. Mahkamlanmagan ferromagnit buyumlar elektromagnit tomonidan kuchli tortilishi va kadmiy lampasining kvarts qismini ishdan chiqarishi mumkin. Elektromagnitga tokni ulashdan oldin uning qutb bo'laklari yaxshi mahkamlanganligiga ishonch hosil qiling. Elektromagnitga tok ulangandan keyin kadmiy lampasining yaqiniga ferromagnit buyumlarni yaqinlashtirmang. Kadmiy lampasi uning qobig'idagi ifloslanishlar tufayli qizib ketishi natijasida kvarts lampochka ishdan chiqishi mumkin. Kadmiy lampasining kvarts lampochkasini hech qachon ochiq qo'l bilan almashtirmang.

To'liq eksperimental qurilmaning kesimli konfiguratsiyasi Rasm 3. da tasvirlangan.



Rasm 3: Zeeman effektini kuzatish uchun eksperimental qurilma. Optik surg'ichlar chap uchidagi holatlari sm larda berilgan

- a) Tutgich platasi bilan kadmiy lampasi
- b) Qisqichlar
- c) Qutb bo'laklari
- d) Musbat linzalar, $f = 150$ mm (Yig'uvchi linzalar)
- e) *Fabri-Pero* etaloni
- f) Musbat linzalar, $f = 150$ mm (tasvir linzalari)
- g) Interferentsion filtr tutgichi bilan
- h) VideoCom (To'g'rilash uchun okulyardan foydalanish yaxshi natija beradi).

Mexanik qurilma :

Ipli sterjenni surg'ichning asosiga burab mahkamlang. U-simon o'zakni ipli sterjen ustidan surg'ichning asosiga shunday mahkamlangki u erkin aylana olsun, va uni g'altaklar ustiga qo'ying. Qutb bo'laklari va kadmiy lampasining tutgich platasini qisqichlar yordamida shunday mahkamlangki, qutb bo'laklari va tutgich platasi ochgichlari orasida taxminan 10 mm masofa qolsin. Qisqichlarning vintini hozircha mahkamlamay turing. Kadmiy lampasini ehtiyotlik bilan qutblar orasiga o'rnating. Kadmiy lampasi qutblarning aniq o'rtasiga joylashganligiga, lampochkaning payka qilingan nuqtasi orqa tarafda ekanligiga, va manba simlari nurning yo'lidan imkoni boricha uzoqroqdan o'tganligiga ishonch hosil qiling. Kadmiy lampasini tutgich platasi bilan siljitib olish va qo'yish magnit maydonini o'lchashga xalaqit bermasligi lozim. Qisqich vintlari yordamida qutb bo'laklarini va tutuvchi platani mahkamlang. B-sensor S ni shtativ materiallari yordamida shunday mahkamlangki, tangensial probe ni qutb bo'laklari orasining o'rtasiga joylashtirish mumkin bo'lsin, Elektrulash :

Elektromagnitning g'altaklarini ketma-ket ulang, va yuqori tokli energiya manbaiga ulang. B sensorni Fizika universal o'lchash asboblariga yoki Mobile CASSY ga ulang. Kadmiy lampasini universal drosselga ulang. VideoCom ni kompyuterga ulang.

Kuzatish optik sistemasini to'g'rilash :

Optik komponentlarni Rasm 3. ga muvofiq mahkamlang. Universal drosselni qo'shgandan keyin yorug'lik chiqarish yetarlicha kuchli bo'lguncha 5 min kuting. Iloji bo'lsa, halqa sistemasining yaxshi tasvirini hosil qilish uchun, dastlab okulyardan (460 135 shkalali okulyar) foydalaning. Keyin, Later on, the CCD of the VideoCom ning CCD si tasvir joylashgan optik tekisligiga joylashtirilishi lozim.

VideoCom:

Maksimumlar intensivligi taxminan 50 % bo'lguncha ekspozitsiya vaqtini optimallashtirish mumkin. CCD tasvir linzasining fokal tekislikda joylashganligiga ishinch hosil qilish ichun, tasvir linzasini optik o'q bo'ylab kuzatilayotgan grafikning maksimumlari aniq va maksimum intensivlikka erishguncha siljiting. Halqa sistemasining markazi CCD chizig'ining ustida joylashishi lozim. Buning uchun, siz, yoki VideoCom ni optik o'qqa perpendikulyar siljitishingiz, yoki, etalonni to'g'rilash vintlari yordamida to'g'rilashingiz lozim. Siz halqa sistemasining markazini topgan bo'lasiz, agarda keyingi to'g'rilashlar boshqa maksimumlarni hosil qilmasa va (halqalarning chap va o'ng kesimlari) ikki markaziy maksimumlar bir biridan maksimal uzoqda joylashsa. Yig'uvchi linzani to CCD chizig'ining mumkin bo'lgan bir jinsli to'la korinishini hosil qilguncha siljitingki, o'rtadagi maksimumlar bir xil intensivlikka erishsin (Rasm 4).

VideoCom ni kalibrovka qilish

Burchakni kalibrovka qilish uchun, tasvir linzasining fokus masofasida qo'llaniladi (bu yerda $f = 150 \text{ mm}$). Nol nuqtani siljitish uchun, "Calculate Peak Center" funksiyasidan foydalanib ikki markaziy maksimum o'rtasidagi burchakni aniqlang, va ikki maksimum markazlarining o'rtacha manfiy qiymatlarini kiriting. Bu doiraviy sistemaning markazini burchak shkalasida 0° ga o'rnatadi.

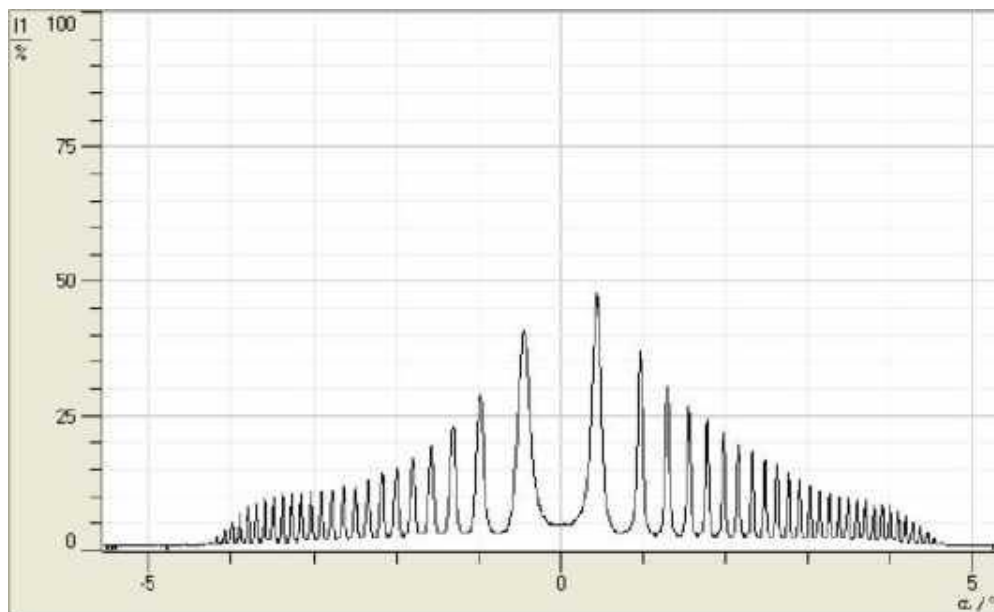
Tajribalarni o'tkazish

a) Magnit maydonini o'lchash

Kadmiy lampasi o'rnatilmagan holda, tangensial probe ni qutb bo'laklari markaziga vertikal holda joylashtiring. G'altaklardagi tok kuchini orttira borib, magnit maydonining tokdan bog'liqligini o'lchang. Jadval 1. ga qarang

b) Kadmiy chiziqlarining ajralishini o'lchash

Kadmiy lampasini, qutb bo'laklari orasidagi masofani o'zgartirib yubormasdan, ehtiyotlik bilar ular o'rtasiga joylashtiring. (Mexanik qurilmaga qarang). "VideoComInt" dasturini ishga tushiring, va optik kuzatishlarni to'g'rilang. Intensivlik maksimumi texminan 50 % bo'lsin (Cd lampasining yorug'ligi magnit maydonda o'zgarsa, uni, agar lozim bo'lsa to'g'rilang).



Rasm 4: Magnit maydoni bo'lmaganda, intensivlikning burchakka bog'liqligi

"Zeeman" jadvali baholash uchun lozim bo'ladi; bu jadvalga tegishli knopkani bosing. Bu jadval B magnit maydoni uchun, siljimagan chiziqli burchagi α_1 (π -component) uchun, siljigan chiziqlar burchagi α_2 (σ^+ or σ^-) uchun, va mos to'lqin uzunligi va energiya siljishlari uchun qiymatlarga ega. Oxirgi ikki qiymatlar α_1 va α_2 larni kiritilgandan avtomatik ravishda hisoblanadi

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \text{ bilan } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = 1,46 \text{ etalon uchun va}$$

$$\Delta E \approx \frac{-\Delta\lambda}{\lambda} E = -hc \frac{\Delta\lambda}{\lambda^2} \text{ bilan } \lambda = 643,8 \text{ nm uchun}$$

Baholashni “Calculate Peak Center” bilan maksimumni belgilab boshlang. Bu qiymatni “Zeeman” jadvaliga jadvalning $\alpha 1$ ustunidan ko'chiring (kochir va qo'y). Diagrammada koordinata boshini aniqlash uchun qiymatni $\alpha 2$ ustunga ham ko'chiring va B ustunga 0 ni kiriting (Magnit maydonisiz va siljimagan halqa). Keyin, halqaning magnit maydonida ajralishini tekshiring ($\sigma+$ yoki $\sigma-$). Yana bir marta, siljish burchagi $\alpha 2$ ni “Calculate Peak Center” dan foydalanib tekshiring va uni "Zeeman" jadvalining $\alpha 2$ ustuniga ko'chiring. Siljimagan burchak $\alpha 1$ o'zgarmasdan qoladi (siz uni "drag and drop" dan foydalanib oldingi o'lchashlardan ko'chirib olishingiz mumkin), va B magnit oqimi zichligini kiriting. Bu qiymatlardan foydalanib, dastur to'lqin uzunligining va energiyaning siljishlarini hisoblaydi. Qo'shimcha ravishda, diagrammaga mos nuqtalar qo'yiladi. (Effekt boshqa halqalar uchun ham bir xil oqim zichliklari uchun tasdiqlash uchun, yoki, turli oqim zichliklari uchun mashq qilish uchun, maksimumni har safar bir xil komponentlar ($\sigma+$ yoki $\sigma-$) uchun tekshirish lozim. Chiziqlar ajralishidagi gradientni olish uchun o'lchangan nuqtalar orqali to'g'ri chiziq o'tkazing.

O'lchash misollari

a) Magnit maydonini o'lchash

Jadval 1: Magnit maydoni B va tok kuchi I

<i>I</i>	<i>B</i>	<i>I</i>	<i>B</i>
A	mT	A	mT
0.0	0		
0.5	68	5.5	601
1.0	127	6.0	631
1.5	194	6.5	655
2.0	249	7.0	678
2.5	307	7.5	695
3.0	373	8.0	713
3.5	423	8.5	728
4.0	479	9.0	739
4.5	528	9.5	752
5.0	569	10.0	765

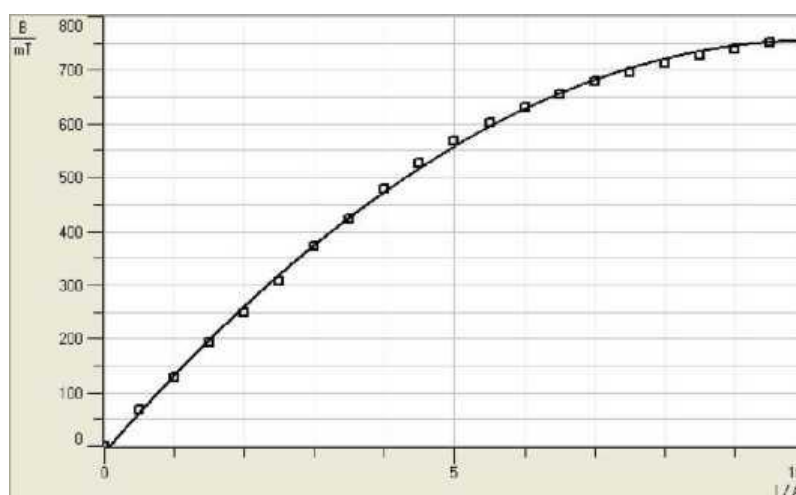
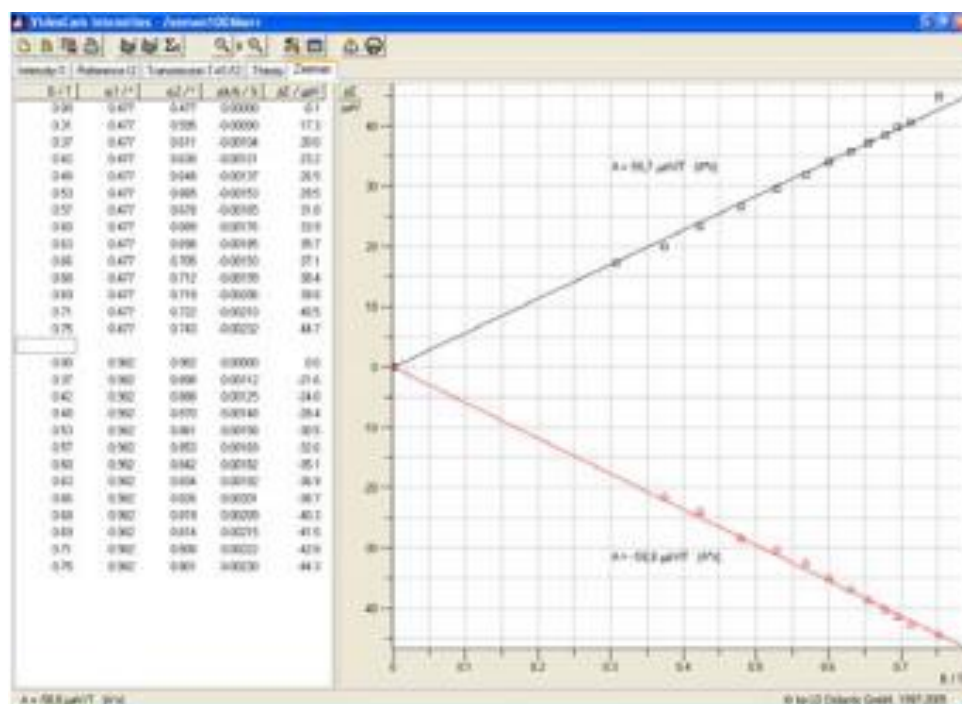


Diagramma 1: B magnit maydonining I tok kuchidan bog'liqligi

b)Kadmiy chiziqlarining ajralishini o'lchash



Rasm 5: “Zeeman” jadvali ekrani rasmi diagrammasi bilan

Baholash Grafiklarning $\sigma+$ yoki $\sigma-$ komponentlari uchun gradient A:

$$A=57,8\frac{\mu ev}{T} \text{ va } A=-58,8\frac{\mu ev}{T}$$

Bor magnetonining o'rtacha qiymati:

$$\mu_B = 57,8\frac{\mu ev}{T} = 9,26 * 10^{-24}\frac{Js}{T}$$

bu yerda

$$h=6,626*10^{-34}Js$$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{4\pi\mu_B}{h} = 9,26 \cdot 10^{-24} \text{Js}$$

Adabiyotlardagi qiymatlar:

$$\mu_B = 57,9 \frac{\mu\text{ev}}{T}$$

$$\frac{e}{m_e} = 1,759 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

Nazariy savollar

1. Zeyman effektini tushuntirib bering?
2. Fabri-Pero interferometri nima?
3. Bor magnetoni nimani ifodalaydi?

Laboratoriya ishi – 2

Mavzu: Elementar zaryadni aniqlash, O'zgaruvchi kuchlanish metodi. Ko'tarilish va tushish tezligi metodi.

Ishdan maqsad:

1. Zaryadlangan yog' tomchisining vertikal elektr maydonida harakatini kuzatish.
2. Elementar zaryadni:
 - zaryadlangan moy tomchilari Milliken kamerasida suzayotgandagi kuchlanishni o'lchash va kuchlanish o'chirilgandan keyin tomchining erkin tushish tezligini o'lchash yordamida (muvozanat metodi) aniqlash;
 - kuchlanish o'chirilgandan keyin tomchining erkin tushish tezligini o'lchash, va tomchining ko'tarilish tezligini kuchlanish bilan aniqlash yordamida (dinamik metod) aniqlash.

Kerakli jihozlar:

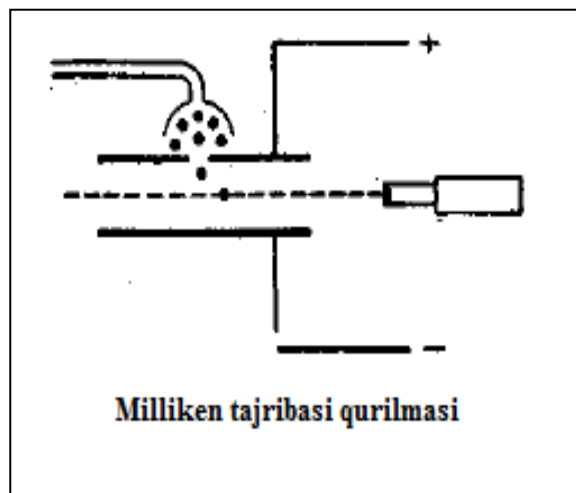
- 1 Milliken qurilmasi
- 1 Milliken qurilmasi uchun energiya manbai. .
- 1 Elektron soat-to'xtatgich p
- 1 Ulash simlari
- 1 Ulash simlari
- 1 Ulash simlari
- 1 Ulash simlari
- 1 Ulash simlari
- 1 Sanagich P

Elektron soat-to'xtatgich p va sanagich dinamik usul uchun zarur bo'ladi. Muvozanat usul uchun bu asboblardan faqat bittasi zarur bo'ladi.

Qisqacha nazariya

Elektron zaryad kattaligini o'lchash. Milliken tajribasi. Elektron zaryadining kattaligi R.Millikenning kichik zarralarda paydo bo'ladigan juda kichik zaryadlarni o'lchashga doir tajribalarida bevosita aniqlandi. Bu tajribalarning g'oyasi quyidagicha. Elektron nazariyaning asosiy tasavvurlariga muvofiq biror jismning zaryadi uning tarkibidagi elektronlar (yoki zaryad kattaligi elektronning zaryadiga karrali bo'lgan musbat ionlar) miqdori o'zgarishi natijasida hosil bo'ladi. Shu tufayli har qanday jism zaryadining o'zgarishi faqat sakrashsimon bo'lishi kerak va bu o'zgarish elektron zaryadlarining butun soniga teng bo'lgan portsiyalar tarzida bo'lishi kerak. Shuning uchun tajribada elektr zaryadning diskret xarakterda o'zgarishini aniqlash bilan elektronlarning mavjudligini isbotlash va bitta elektronning zaryadi kattaligini (elementar zaryadni) aniqlash mumkin. Tushunarliki, bunday tajribalarda o'lchanadigan

zaryadlar juda kichik bo'lishi va kam sonli elektron zaryadlaridan iborat bo'lishi kerak. Aks holda bir elektronning qo'shilishi yoki olinishida umumiy zaryad protsent jihatidan oz o'zgaradi va zaryadni o'lchashda bo'ladigan doimiy xatolar tufayli kuzatuvchiga sezilmay qolishi mumkin. Tajribalarda zarralarning zaryadi haqiqatdan ham sakrashlar bilan o'zgarishi, bunda hamma vaqt zaryadning o'zgarishi aniq chekli zaryadga karrali bo'lishi qayd qilindi. Milliken tajribalarining sxemasi rasmda ko'rsatilgan. Asbobning asosiy qismi juda aniq yasalgan yassi kondensator bo'lib, uning plastinkalari bir necha ming voltli kuchlanish manbaiga ulanadi. Plastinkalar



orasidagi kuchlanishni o'zgartirish va aniq o'lchash mumkin. Yuqorigi plastinkadagi maxsus teshik orqali plastinkalar orasidagi fazoga maxsus pulverizator yordamida hosil qilinadigan mayda moy tomchilari kiritiladi. Alohida moy tomchisining harakati mikroskop orqali kuzatiladi. Kondensator muhofaza g'ilofi bilan berkitilgan bu g'ilof o'zgarmas temperaturada saqlanadi va tomchilarni konveksion havo oqimlarida muhofaza qiladi. Moy tomchilari purkalayotganda zaryadlanadi va shuning ularning har biriga ikki kuch: og'irlik kuchi va elektr maydoni yuzaga keltirgan kuch ta'sir qiladi. Agar kondensator plastinkalari orasidagi kuchlanish U , kondensator plastinkalari orasidagi masofa d bo'lsa, u holda kondensatorda maydon kuchlanganligi $E = U / d$ bo'ladi. Shuning uchun q zaryadli tomchiga maydonda

$$F_E = qE = \frac{qU}{d}$$

kuch ta'sir qiladi. Ikkinchi kuch tomchining og'irligi va o'rab turgan havoning gidrostatik kuchi (Arximed kuchi) yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$F_g = \frac{4}{3}\pi a^3(\delta - \delta_0)g$$

bu erda a - tomchining radiusi, δ - moyning zichligi δ_0 - tajriba sharoitida havoning zichligi, g - og'irlik kuchi tezlanishi.

Milliken tajribalarida dastlab tomchining purkashda olgan q_0 zaryadi aniqlangan. So'ngra kondensatordagi havoga rentgen nurlari, ultrabinafsha nurlar yoki radioaktiv preparatlar nurlanishi bilan ta'sir qilib, qoplamalar orasidagi fazoda ionlar hosil qilingan. Ionlar tomchiga o'tirib qolgan va uning zaryadi o'zgarib, q_1 , q_2 va h.k. qiymatlar hosil qilgan. Zaryadlarning topilgan kattaliklari va shuningdek, ularning o'zgarishlari $(q_1 - q_0)$, $(q_2 - q_1)$, ... ni taqqoslab, bu miqdorlarning

umumiy bo'luvchisini topish mumkin, bu umumiy bo'luvchi elektron zaryadi bo'lishi ravshan. Elektron zaryadini aniqlashning bundan boshqa metodlari ham bor. Barcha eksperimental ma'lumotlarni solishtirish asosida hozirgi vaqtda elektron zaryadining eng aniq qiymati $e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ga teng deb olinadi.

Atomar holatga o'tgan moy tomchilari yassi kondensatorning bir jinsli elektr maydoniga kiritiladi. Atomar holatga o'tish davrida moy tomchilari ishqalanish tufayli q zaryadga erishadi. Massasi m bo'lgan tomchi kuchlanganligi E bo'lgan elektr maydonida quyidagi kuchlar ta'siri ostida bo'ladi:

Elektr maydoni ta'sir kuchi - $q \cdot E$;

Og'irlik kuchi - $m \cdot g$

Tomchini havoda deb hisoblasak, unga quyidagi kuchlar ham ta'sir etadi:

$F_A = \rho_h g V$ -ko'taruvchi kuch

Agar tomchi atrofdagi havoga nisbatan harakatlanayotgan bo'lsa, Stoksning ishqalanish kuchi - $6\pi r \eta v$ (bu yerda η - havoning yopishqoqlik koeffisienti, r - tomchining radiusi, v -harakat tezligi)

Maydon bo'lmagan fazoda tushish tezligi; Tomchining radiusi r ni aniqlash:

Agar tomchi maydon bo'lmagan fazoda doimiy tezlik v_1 bilan tushsa, og'irlik, ko'tarish kuchining teskari qiymati va Stoksning ishqalanish kuchining yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$mg - \rho_h g V - 6\pi r \eta v = 0$$

Bu yerda: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, $m = \rho_m V$. Bu ifodalarni yuqoridagi tenglikka qo'ysak, quyidagi tenglik hosil bo'ladi.

$$\rho_m g \frac{4}{3}\pi r^3 - \rho_h g \frac{4}{3}\pi r^3 - 6\pi r \eta v = 0$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_1}{2g(\rho_m - \rho_h)}} \quad (1)$$

Agar plastinkalari orasidagi masofa d bo'lgan a plastinkali kondensator qoplamalariga U kuchlanish qo'yilsa, tomchi doimiy v_2 tezlik bilan ko'tariladi. Ko'tarish kuchi, og'irlik kuchi, Stoks ishqalanish kuchi va elektr maydonining kuchlarining yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$qE - \rho_m g \frac{4}{3}\pi r^3 + \rho_h g \frac{4}{3}\pi r^3 - 6\pi r \eta v = 0 \quad (2)$$

Agarda elektr maydoni shunday bo'lsaki, tomchi muvozanatda bo'lsa Stoksning ishqalanish kuchi ta'sir etmaydi, u holda

$$qE - \rho_m g \frac{4}{3} \pi r^3 + \rho_h g \frac{4}{3} \pi r^3 = 0 \quad (3)$$

Milliken qurilmasidan foydalanib moy tomchisining zaryadi q ikki usul bilan aniqlanishi mumkin:

muvozanat metodi;

dinamik metod;

Muvozanat usulida kondensatorga qo'yiladigan kuchlanish tomchini muvozanat holatda ushlab tura oladi (3). U vaqtda v_1 tezlik kondensatordagi kuchlanish uzilgan holda tomchining tushish tezligi bo'ladi. (1) va (3) tenglamalardan zarrachaning zaryadini topamiz. Bunda $E=U/d$

$$q = \frac{6\pi\eta v_1 d}{U} \sqrt{\frac{9\eta v_1}{2g(\rho_m - \rho_h)}}$$

Agarda quyidagi kattaliklarning qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$\eta = 1,81 \cdot 10^{-5} \frac{Ns}{m^2}; d = 6 \cdot 10^{-3} m$$

$$\rho_m = 875,3 \frac{kg}{m^3};$$

$$\rho_h = 1,29 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_m - \rho_h = 874 \frac{kg}{m^3}$$

tomchining zaryadi quyidagiga teng bo'ladi:

$$q = 2 \cdot 10^{-10} \frac{\vartheta_1^{\frac{3}{2}}}{U} \quad (*)$$

Dinamik usul holida, maydon bo'lmagan fazoda, tomchining tushish tezligi v_1 , (1), va U kuchlanish qo'yilgan holdagi ko'tarilish tezligi v_2 lar o'lchab olinadi. (1) va (2) tenglamalardan foydalangan holda q zaryad uchun quyidagini olamiz:

$$q = (\vartheta_1 + \vartheta_2) \frac{6\pi\eta d}{U} \sqrt{\frac{9\eta v_1}{2g(\rho_m - \rho_h)}} \quad (4)$$

Qiymatlarni o'rniga qo'yib quyidagini olamiz:

$$q = 2 \cdot 10^{-10} \frac{(\vartheta_1 + \vartheta_2) \cdot \sqrt{\vartheta_1}}{U} \quad (**)$$

(*) va (**) formulalar ishchi formula hisoblanadi.

Qurilma

Izoh: Elektron soat - to'xtatgich sanagich P ning o'miga ishlatilishi mumkin. Qurilmani tuzish:

Milliken qurilmasini yig'ing va foydalanish ko'rsatmalari kitobchasiga (559

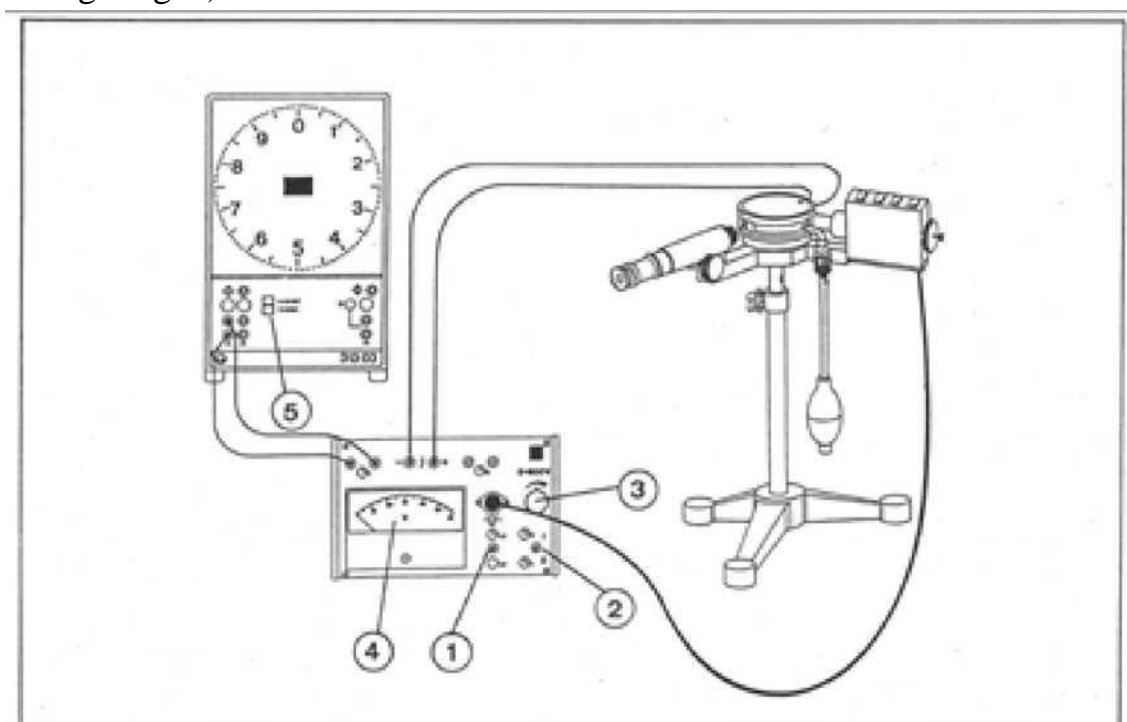
41) muvofiq holda uni moy bilan to'ldiring.

Rasm 1 da ko'rsatilgandek, muvozanat usuli uchun elektr zanjiri tuzing.

Energiya manbai sistemasini blokning orqa tarafidagi pereklyuchatel yordamida qo'shing. Okulyar mikrometrini vertikal ravishda o'rnatish va qora halqani burash yordamida uni fokuslang. Rezina sharni qisish yordamida Milliken kamerasi ichiga moyni atomar holda o'tkazing. Vintni burash yordamida moy tomchilarini fokuslang.

Mikroskop teskari tasvir hosil qiladi. Shuning uchun barcha harakatlarning yo'nalishi teskari holda ko'rinadi. Quyida, barcha harakatlar mikroskopda ko'ringanidek izohlanadi.

Vaqt displeyini reset knopkasini bosish bilan nolga qo'ying. (Old panelda 0 bilan belgilangan)



Rasm 1. Muvozanat usuli uchun elektron soat - to'xtatgich P bilan tuzilgan elektr zanjir.

- 1- soat-to'xtatgich zanjirini qo'shish uchun elektr zanjir;
- 2- Energiya manbaini qo'shish va ajratish uchun kalit;
- 3- DC kuchlanish potentsiometri;
- 4- Voltmetr;
- 5-Boshlash/To'xtatish

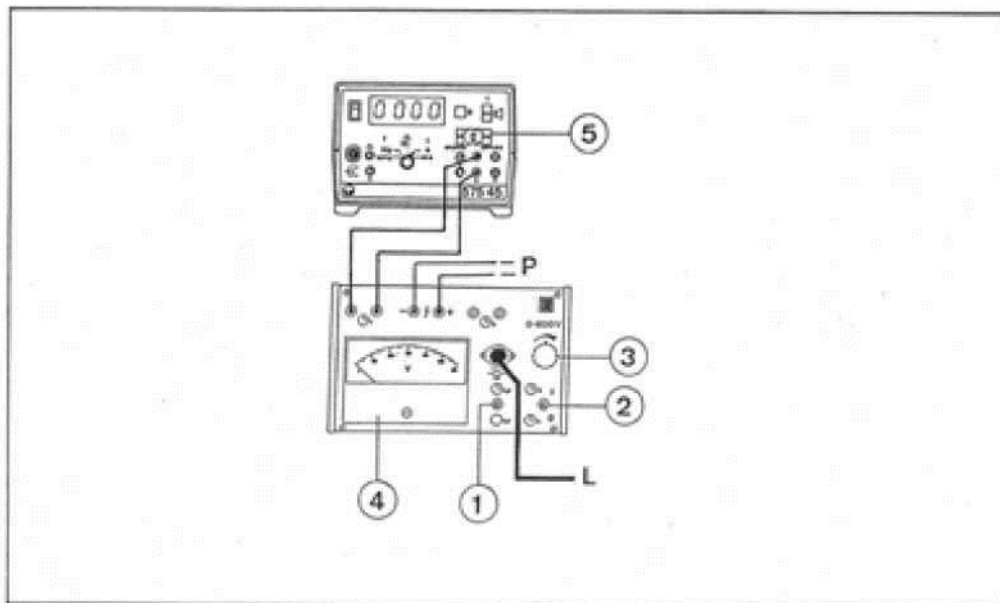
Agar sanagichdan foydalanilsa:

Sanagichni asosiy pereklyuchatel yordamida qo'shing. Sanagich ustidagi peraklyuchatelni vaqtni o'lchash diapozoniga o'rnatish. Elektron soat - to'xtatgich P (313 03) yordamida vaqtni o'lchash diapozoni faqat 10 s gacha mumkin. Agar o'lchash vaqti 10 s dan ortib ketsa oldingi paneldagi qizil lampacha yonadi. 20 s

dan ortiq o'lchash vaqtini displey 10 s va 20 s oralig'idagi o'lchash vaqtidan farqlab bera olmaydi. 10 s dan ortiq vaqtni o'lchash uchun soat-to'xtatgichning qo'shimcha qo'llanmasidan foydalanish maslahat beriladi (ya'ni 313 07).

Izoh:

Elektr zaryadining kvantlanishini taminan 6 -8 marta tajriba o'tkazilgandan keyin amalga oshirish mumkin. Bu tajribalar sonining ikki yoki uch marta ko'prog'idan keyin elementar zaryadni aniqlash maslahat beriladi.



Rasm 1.1. Muvozanat usuli uchun sanagich P bilan tuzilgan elektr zanjir. (belgilanishlar xuddi Rasm 1. dagi kabi)

Tajribalarni o'tkazish

Rezina sharchani qisman bosish bilan moyni Milliken kamerasi ichiga atomar holatda kiriting. Keyingi o'lchashlar uchun $U = 0$ bo'lganda 1-2 shkala bo'limi/sekund tezlik bilan "ko'tarilayotgan" tomchini va $U = 600$ V bo'lganda 1-2 shkala bo'limi/sekund tezlik bilan "tushayotgan" tomchini toping.

Muvozanat usuli:

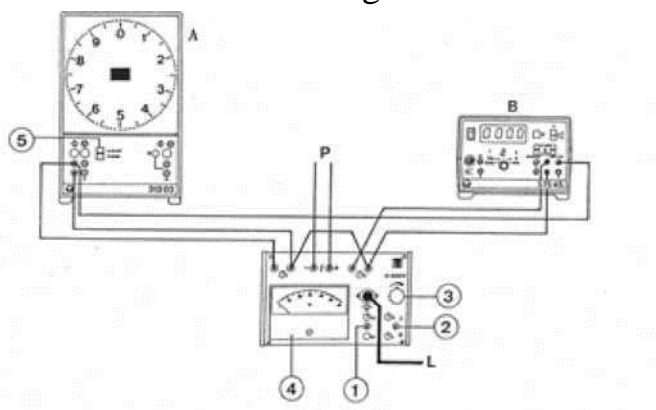
O'lchash kattaliklari:

Moy tomchisi muvozanatda bo'ladigan kuchlanish U .

U kuchlanish o'chirilganda moy tomchilari x shkala barcha bo'limlari orasidagi masofani o'tish uchun ketadigan vaqt t . (1) va (2) peraklyuchatellarni qo'shing. (Rasm 1.) Soat-to'xtatgich o'lchashlarni o'tkazishga tayyor va kondensatorning energiya manbaiga ulanishiga tayyor. (3) aylanuvchi ruchka yordamida U kuchlanishni shunday rostlangki, eng pastda kuzatilayotgan tomchi 1 muvozanatda bo'lsin; kuchlanish U ni yozib oling. (2) peraklyuchatelni "0" holatga siljiting, shunda U kuchlanish o'chiriladi; shu vaqtda soat-to'xtatgich ishlay

boshlaydi.

Ko'tarilayotgan tomchini kuzating, va tomchi x shkala bo'limlarini otib bo'lganda (5) knopkani bosib soatni to'xtating.



Rasm 2. Dinamik usul uchun soat-to'xtatgich elektr zanjiri. L: ko'rsatish sistemasi uchun, P: kondensator platasi uchun. Belgilanishlar xuddi Rasm 1. da ko'rsatilgandek.

Dinamik usul (Rasm 2. ga mos keluvchi elektr zanjir).

O'lchash kattaliklari:

U kuchlanish ulanganda moy tomchilari x shkala barcha bo'limlari orasidagi masofani o'tish uchun ketadigan vaqt t_2 . Kondensatorga ulangan U kuchlanish.

U kuchlanish o'chirilganda moy tomchilari x shkala barcha bo'limlari orasidagi masofani o'tish uchun ketadigan vaqt t_1 . (1) pereklyuchatelni pastki holatga va (2) pereklyuchatelni yuqorigi holatga o'rnatish. Soat-to'xtatgich zanjiri ochiq va kondensatorning energiya manbaiga ulanishiga tayyor. (3) aylanuvchi ruchka yordamida U kuchlanishni 500 V dan 600 V gacha shunday rostlangki, eng pastda kuzatilayotgan tomchi sekin "tushsin"; kuchlanish U ni yozib oling .

Sekin tushayotgan tomchini kuzatish sohasidan tanlab oling va u o'lchash belgisidan o'tganda (shkala bo'limi 40) (1) peraklyuchatelni qo'shing, B soat-to'xtatgich ko'tarilish vaqti t_2 ni elektr maydon qo'shilganda o'lchashi lozim.

Tushayotgan tomchini kuzating va u ikkinchi o'lchash belgisidan o'tganda (shkala bo'limi 60) (2) pereklyuchatelni "0" holatga qo'ying. Kondensator kuchlanishi o'chirilgan, B soat to'xtagan va shu vaqtda A soat ishlay boshlagan bo'ladi.

Ko'tarilayotgan tomchini kuzating va u birinchi o'lchash belgisidan qaytadan o'tganda A soatni (5) to'xtatish knopkasini bosib to'xtating.

O'lchash misollari.

Mikrometr shkalasi bo'limlarini hisoblayotganda, biz ob'ekt kuchaytirishni, ya'ni, $1.875x$ ni inobatga olishimiz zarur . $S = \frac{x}{1.875} \cdot 10^{-4} m$

a) Muvozanat usuli:

$$U = 213 \text{ V}; x_A = 10 \text{ Skt}; t_1 = 8,34 \text{ s};$$

b) Dinamik usul:

$$U = 500 \text{ V}; x_2 = 20 \text{ Skt}; t_2 = 20,5 \text{ s};$$

$$x_1 = 20 \text{ Skt}; t_1 = 5,98 \text{ s};$$

Baholash va natijalar:

a) uchun

$$\vartheta_1 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{10 \cdot 10^{-4}}{1,875 \cdot 8,34} = 0,64 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}; \quad q = 2 \cdot 10^{-10} \frac{\vartheta_1^{\frac{3}{2}}}{U} = 4,81 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

b) uchun

$$v_1 = 1,78 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}; \quad v_2 = 0,518 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s};$$

$$q = 2 \cdot 10^{-10} \frac{(\vartheta_1 + \vartheta_2) \cdot \sqrt{\vartheta_1}}{U} = 6,62 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

q zaryadni hisoblashning yuqoridagi usuli barcha o'lchash ma'lumotlari uchun mos ravishda foydalaniladi. Elektr zaryadining kvantlanishi gistogramma ko'rinishida ko'rsatilsa ancha aniqroq ifodalanadi (Rasm 3). O'lchangan natijalarda elementar zaryad e ning butun son N ga ko'paytmasi sifatida guruhlanadi. Elementar zaryad e eng katta umumiy bo'luvchini hisoblash yordamida zaryadning turli qiymatlaridan aniqlanadi $q = Ne$.

$N = 3$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ muvozanat usuli uchun (a bo'lim);

$N = 4$; o'lchash misollaridagi dinamik usul uchun (b bo'lim); $e = 1,65 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

Elementar zaryad e uchun barcha o'lchash natijalarining o'rtacha qiymati $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ga nisbatan taxminan 10% ga kattaroq chiqmoqda.

Bu qiymatdan chetlanish kuzatilayotgan tomchi radiusining kamayishi bilan ortib boradi. Bu Stoks qonunida asoslangan tomchi o'lchamlarining qiymatining tartibidan bu tajribalardagi tomchi o'lchamlari 10^{-6} va 10^{-7} m farq qilishi va shuning uchun havo molekulalarining o'rtacha erkin chopish masofasi tartibida ekanligida hisoblanadi.

e ning o'lchangan qiymatlari uchun korrektirovka:

Agar biz elementar zaryadning to'g'riroq qiymatini va shuningdek Q zaryadning kvantlanishini to'g'riroq aniqlamoqchi bo'lsak o'lchangan qiymatlarni korrektirovka qilishimiz zarur bo'ladi. Ishqalanish kuchining korrektirovkalangan ko'rinishi quyidagi formula shaklida bo'ladi:

$$F = \frac{6\pi r \eta}{1 + \frac{b}{rp}} \quad (7)$$

bu yerda p-havo bosimi

b-doimiy parametr Agarda hisoblashlar ishqalanish kuchining bu modifikatsiyalangan formulasi asosida olib borilsa zaryad qiymatining

korrektirovkalangan ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$q_K = \frac{q}{\left(1 + \frac{b}{rp}\right)^{\frac{3}{2}}} \quad (8)$$

bu yerda $b = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}$

b ning qiymati turli bosimlar ostida o'tkazilgan tajribalardan topilishi mumkin.

10



Rasm 3. O'lchangan qiymatlarning gistogrammasi; n - o'lchashlarning soni bo'lib 10^{-20} As diapozonida bo'ladi.

Laboratoriya ishi – 3

Mavzu: Frank-Gertsning simob bilan tajribasi - CASSY bilan o'lchash va baholash.

Ishdan maqsad: Frank-Gertsning simob bilan tajribasi-CASSY bilan o'lchashni baholash.

Asboblarni ro'yxati:

Sensor-CASSY

CASSY Lab2

Hg Frank-Gerts trubkasi

Hg Frank-Gerts trubkasi uchun rozetka

Elektr qizdirgich, 230 V

Frank-Gerts taminlash manbai

Temperatura sensori NiCr-Ni

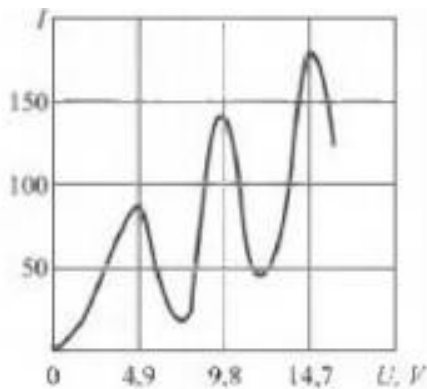
Kabellar juftlari , 100sm , qizil va ko'k

PC, Windows XP/Vista/7/8

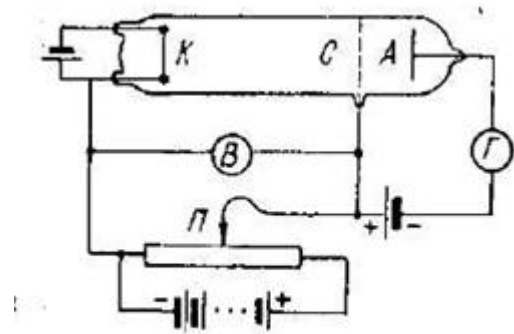
Qisqacha nazariy ma'lumot

Atomning diskret energiyaviy sathlarning mavjudligi Frank va Gerts o'tkazgan tajribalari bilan tasdiqlangan. Ularning qurilmasi 1-rasmda keltirilgan. Uncha kata bo'lmagan bosim (1 mm. sim. Ust.) da simob bug'lari bilan to'ldirilgan trubkaga K katod , C to'r va A anod vazifasini o'taydigan elektrodlar joylashtirilgan. Termoelektron emissiya natijasida katoddan uchib chiqayotgan elektronlar katodda va to'r orasiga qo'yilgan. U potentsiallar farqi bilan tezlashtiriladi. Bu potentsiallar farqini P potinsiometr yordamida tekis o'zgartirish mumkin. To'r va anod orasidagi kuchsiz elektr maydonini (potentsiallar ayirmasi 0.5 V atrofida) hosil qilib, anodga qarab ketayotgan elektronlar harakatini tormozlashtirilgan.

Anod zanjiridagi (galvovometr bilan) o'lchanayotgan I tok kuchining U kuchlanishga bog'liqligi o'lchanilgan. Olingan natijalar 2-rasmda berilgan. Tok kuchi avval monoton o'sib borib $U=4.9$ V da maksimumga erishadi, shundan keyin U ni yana orttirib boorish bilan keskin kamayib , minimumga erishadi va yana yangidan o'sa boshlaydi. Tok kuchining maksimum qiymatlari U ning 9.8 V va 14.7 V va h.k qiymatlarida takrorlanadi.



2-rasm



1-rasm

Egri chiziqning bunday ko'rinishda bo'lishi energiyaviy sathlarning diskretligi natijasida atomlar energiyani faqat ma'lum porsiylalar tarzida qabul qila olishi bilan tushuntiriladi, ya'ni $\Delta E_1 = E_2 - E_1$ yoki $\Delta E_2 = E_3 - E_1$ va h.k. Bu yerda E_1, E_2, E_3, \dots -1,-2,-3 va hakoza statsionar holatlarning energiyalari.

Lampa ballonni B past bosimli gaz (masalan, simob buglari) bilan tuldirilgan da chiqaradi. Anod oldiga elektron C setka urnatilgan ,anod va katod orasiga ihtiyoriy potentsiallar farqi beriladi. Anodga setkaga nisbatan kichik manfiy kuchlanish masalan, $0.5U_c$ beriladi. Ballondagi gaz bosimi bosimi va elektrodlar orasidagi masofa shunday tanlanganki bunda setka bilan anod orasidagi tuqnashuv sodir bulmaydi, katoddan chiqqan elektronlar bilan gaz atomlari orasida fasoda sodir buladi. Katoddan chiqqan elektronlar bilan gaz atomlari orasidagi tuqnashuv katod bilan setka orasidagi fazoda sodir bo'ladi. Agar to'qnashuv elastik bo'lsa , elektron o' energiyasini yoqotmaydi va anodga etib boradi. Elektronlar noelastik to'qnashganlarida o'z energiyalarini yo'qotib o'tiradilar.

Shunday qilib setkaning vazifasi gaz atomlari bilan noelastik to'qnashuv, energiyalarini yoqo'tgan gaz elektronlarini ushlab qolganidan iborat.

Tajriba quyidagicha bo'lib o'tadi: Setkaga katod potentsiyal beriladi, keyin U_c oshirila boradi, shunga mos katodda chiqqan elektronlar tezlashtiriladi (Kinetik energiyalari osh boradi) va setkaga $\frac{1}{2}mv^2$ energiya bilan etib keladilar.

Setkadan o'tgan elektronlar setka va an od orasidagi fazoga tushadilar. Agar katoddan anodga kelayo'tgan elektronlarning tezligi o'zgarmasa, unda barcha elektronlar setkadan otadilar va anodga etib keladilar. Setka kuchlanishi U_c ni oshishi anod toki qiymati oshadi.

Egri chiziqli Ong qismi termoelektron asboblarning oddiy volt-amper harakteristikasidir. Tok katod bilan anod orasidagi kuchlanish 4.9 V ga etguncha oshadi.

Simob atomi uchun birinchi uygonish potentsiyali - 4.9 V Bu potentsiyalga mos va simob spektrida ko'rinvchi chiziqning to'lqin uzunlikka mos keluvchi kvantning energiyasi

$$h\nu = h \frac{e}{\lambda} = 7.9 \cdot 10^{-11}$$

Tajribani o'rnatish(chizmaga qarang)

Frank-Gerts tajribasining manbai o'chirilganligiga ishonch hosil qiling. Manbaning orqa tomonidagi 4-mm li xavfsiz rozetkaga qizdiruvchi pechni ulang. Xususan, ulayotganingizda sariq vilka sariq rozetkaga va yashil vilka yashil roztkaga ulanganiga ishonch hosil qiling.

Qo'shimcha ravishda, 4-mm li mis vilkaning mis simini yashil-sariq xavfsiz rozetkaga ulang (Frank-Gerts trubkasini maydonlar interferensiyasidan ekranlash uchun).

Temperatura sensorini "NiCr-Ni" DIN rozetkaga ulang va Frank-Gerts trubkasini manba sistemasining "Franck-Hertz tube" DIN rozetkasiga ulang.

Insert the temperatura sensorini qizdiruvchi pechning yopiladigan teshigiga to oxirigacha kiriting va mis tutgichli Franck-Hertz trubkasini pechning ichiga siljiting. Izoh: If the thermal contact of the agar temperatura sensorining issiqlik kontakti yomon bo'lsa, u pechning temperaturasi past ko'rsatadi va buning natijasida trubkao'ta qizib ketishi mumkin.

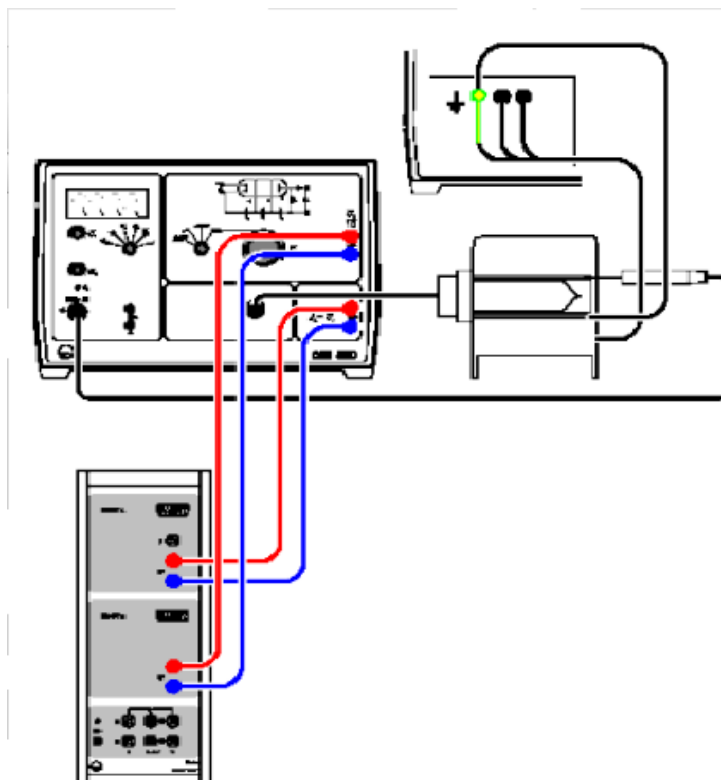
Operatsion modulni RESET ga qo'ying va manba sistemasini ulang (bir necha sekunddan keyin the simob (Hg) uchun LED indikatoryashildan ko'kka o'zgaradi).

"Default setting $\vartheta_s = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ " ni tekshiring va ishchi temperaturaga yetguncha kuting(LED indi kator qizildan yashilga o'zgaradi; temperatura ϑ dastlab maksimumga erishadi,va keyin oxirgi temperaturada to'xtaydi).

Agar displaydagi indikator chaqnasa:

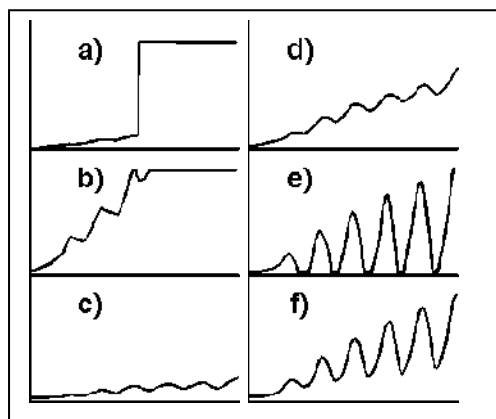
Temperaturani o'lchashni o'rnatishda xatolik mavjud (Instruksiya kitobiga qarang).

Sensor-CASSY uchun A kirish kuchlanishini anod kuchlanishiga proporsional bo'lgan UA chiqishga ulang va and the voltage input B ofSensor-CASSY uchun B kirish kuchlanishini tezlalashtiruvchi kuchlanish uchun $U_2/10$ chiqishga ulang.



Ishni bajarish tartibi

- * Frank-Gerts tajribasining manbai o'chirilganligiga ishonch hosil qiling .
- * Manbaning orqa tomonidagi 4-mm li xavfsiz rozetkaga qizdiruvchi pechni ulang. Xususan, ulayotganingizda sariq vilka sariq rozetkaga va yashil vilka yashil roztkaga ulanganiga ishonch hosil qiling.
- * Qo'shimcha ravishda, 4-mm li mis vilkaning mis simini yashil-sariq xavfsiz rozetkaga ulang (Frank-Gerts trubkasini maydonlar interferensiyasidan ekranlash uchun).
- * T emperatur a sensor ini "NiCr-Ni" DIN rozetkaga ulang va Frank-Gerts trubkasini manba sistemasining "Franck-Hertz tube" DIN rozetkasiga ulang.
- * Insert the temperatur a sensor ini qizdiruvchi pechning yopiladigan teshigiga to oxirigacha kiriting va mis tutgichli Franck-Hertz trubkasini pechning ichiga siljiting. Izoh: If the thermal contact of the agar temperatura sensorining issiqlik kontakti yomon bo'lsa, u pechning temperaturasini past ko'rsatadi va buning natijasida trubka o'ta qizib ketishi mumkin.
- * Operatsion modulni RESET ga qo'yning va manba sistemasini ulang (bir necha sekunddan keyin the simob (Hg) uchun LED indi k ator yashildan ko'kka o'zgaradi).
- * "Default setting $\theta_s = 180^\circ \text{C}$ " ni tekshiring va ishchi temperaturaga yetguncha kuting (LED indikator qizildan yashilga o'zgaradi; temperatura dastlab maksimumga erishadi, va keyin oxirgi temperaturada to'xtaydi).



Hisoblashlar

Tajribalarda o'lchangan grafiklarni baholashda vertikal chiziqlar yoki maksimumlar markazlarini chizish yordamida mos maksimumlar o'rtasidagi masofani o'lchashda foydalanildi. Tajribaviy misollarda o'rtacha qiymat $U_2=5.07$ V ekanligi aniqlandi. Bu esa $\Delta E=5.07$ eV o'tish energiyasiga mos keladi.

Simob atomining asosiy holat $1S_0$ dan birinchi $3P_1$ holatga o'tish energiyasining adabiyotlarda topilgan qiymati $E_{Hg}=4.9$ eV ga to'g'ri keladi.

Birinchi maksimumning holati foydalanilgan elektrod materiallarining kontakt kuchlanishlari orqali va boshqaruvchi potentsial U_1 yordamida aniqlandi. Yuqoriroq tartibdagi maksimumlar o'rtasidagi masofaning kattaroq qiymati xarakteristik trubka chizig'ida Frank-Gerts grafigining superpozitsiyasi sababli bo'ladi.

Laboratoriya ishi – 4

Mavzu: Vodorodning balmer seriyalaridan H_α , H_β va H_γ larning to'lqin uzunliklarini aniqlash.

Tajribadan maqsad:

1. Ajratish qobiliyati yuqori bo'lgan difraktsion panjara yordamida vodorod atomi spektral chiziqlarini kuzatish.
2. Balmer seriyalaridan H_α , H_β va H_γ to'lqin uzunliklarni o'lchash.
3. Ridberg doimiysi R_∞ ni aniqlash.

Qisqacha nazariya:

Atomar vodorod spektri ko'rinish sohasida H_α , H_β va H_γ chiziqlarga ega. Bu chiziqlar ultra fiolet sohagacha kengayib ketgan to'liq seriyalar sohasiga tegishli bo'ladi. Balmer 1885 yilda bu seriyalarning chastotalari uchun quyidagi empirik formulani yaratdi:

$$\nu = R_\infty \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{m^2} \right) \quad m = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$$

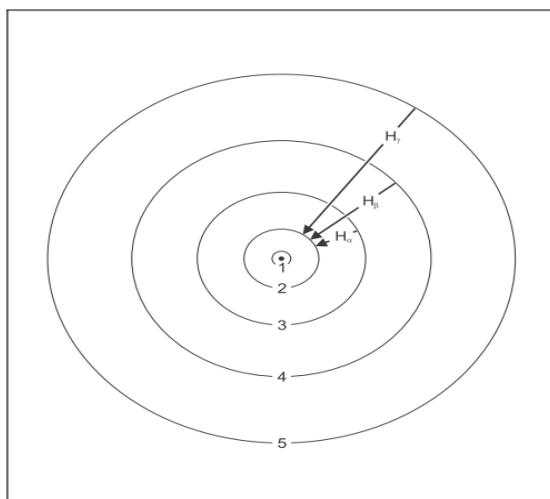
$$R_\infty = 3.2899 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}: \text{Ridberg doymiysi.}$$

Keyinchalik Balmer fo'rmulasi Borning atom modeli asosida tushuntirib berildi. (1-rasmga qarang). Tajribada suv bug'lari bilan to'ldirilgan Balmer lampasi yordamida chiqarish spektri uyg'ongan holatga o'tkaziladi. Suv molekulalari elektr razryadi yordamida uyg'ongan vodorod atomi va gidroksil guruhga ajratiladi. H_α , H_β va H_γ larning to'lqin uzunliklari yuqori ajratish qobiliyatiga ega bo'lgan difraktsion panjara yordamida aniqlanadi. Birinchi tartibli difraktsion maksimum uchun, to'lqin uzunligi λ va kuzatilish burchagi ϑ o'rtasidagi munosabat quyidagicha

$$\lambda = d \cdot \sin \vartheta \quad (\text{II})$$

d - panjara doimiysi.

O'lchangan qiymatlar Balmer formulasi (I) fo'rmula yordamida hisoblangan chastotaning qiymatlari bilan taqqoslanadi.



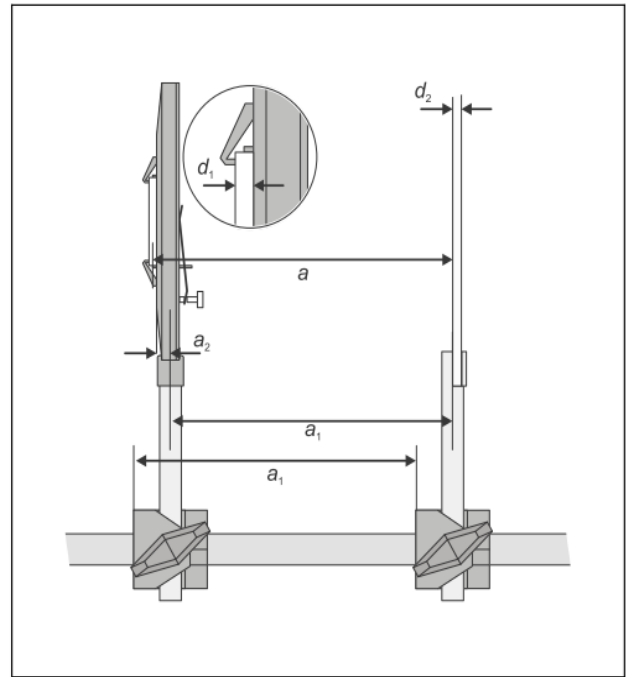
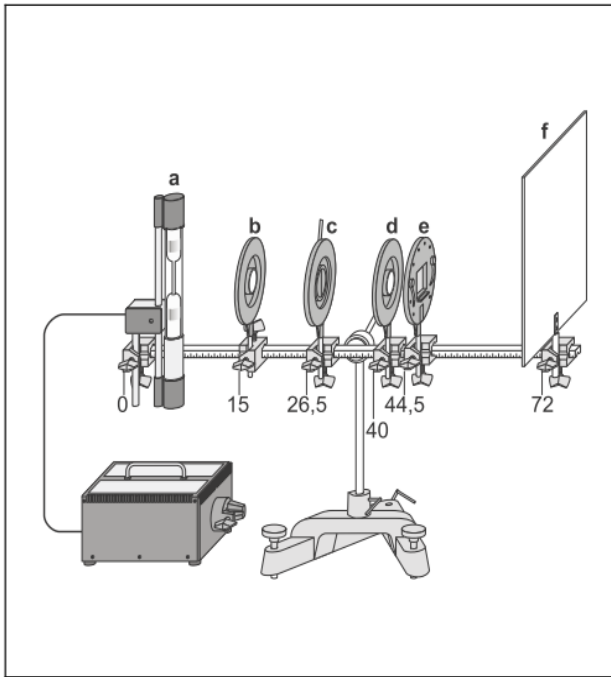
Vodorodning Bor atom modeli H_α , H_β va H_γ lar Balmer seriyasi o'tishlarining sxematik diagrammasi.(1-Rasm).

Asboblarni ro'yxati:

- 1 Balmer lampasi.
- 1 Balmer lampalari uchun energiya manbai.
- 1 Rowland panjarasi ko'piyasi
- 1 Prujina qisqichli tutgich.
- 1 Linza , $f = + 50 \text{ mm}$
- 1 Linza , $f = + 100 \text{ mm}$
- 1 Rostlanuvchi tirgish
- 1 Kuzatish ekrani.
- 1 Kichik optik stol.
- 1 V shakldagi shtativ, 28 cm
- 6 Leybold ko'ptutgichi
- 1 O'lchash lineykasi , 2 m

Qurilma:

Izoh : Spektral chiziqlar faqat to'lig'icha qorong'ilashtirilgan xonada kuzatilishi mumkin . Eksperimental qurilma (2-Rasm) va (3-Rasm) larda tasvirlangan.



Atomar vodorodning Balmer seriyalarini o'rganish uchun eksperimental qurilma. Rasmda optik sto'l ustida Leybold ko'p tutgichining chap qimi vaziyati ko'rsatilgan) (2-Rasm)

- a - Balmer lampasi
- b - tasvirlovchi linza $f = 50 \text{ mm}$
- c - rostlanuvchi tirgish
- d - tasvirlovchi linza $f = 100 \text{ mm}$
- e - difraksion panjara
- f - ekran

(3-Rasm). Rowland panjarasi va kuzatish ekranining batafsil sxemasi.

Texnika xavfsizligi: Energiya manbai Balmer lampasi hali o'rnatilib bo'linmagan holda tutgichlarga tegib ketganda xavfli kuchlanishni generatsiyalaydi. Energiya manbaini Balmer lampasini o'rnatib bo'linmaguncha tarmoqqa ulamang.

Qurilmani tuzish :

Agar lozim bo'lsa, Balmer lampasini tutgichga ko'rsatmalar kitobida ifodalangandek qilib mahkamlang. Kichik optik sto'lni o'rnatang, va 2-Rasmda ko'rsatilgandek Leybold ko'p tutgichni mahkamlang. Ikkinchi ko'p tutgich 180° ga burila olishi lozim. Balmer lampasi mahkamlangan tutgichni optik sto'lga o'rnatang, energiya manbaini tarmoqqa ulang va kalitini qo'shing. Ikki linzani, rostlanuvchi tirgishni va prujina qisqichli tutgichni yig'ing, va ularni bir xil balandlikda to'g'rilang. Kuzatish ekranini 3-Rasmda ko'rsatilgandek mahkamlang.

Tajribalarni o'tkazish:

Rowland panjarasi kopiyasini yorug'lik yo'liga siljiting.

Tajriba xonasini to'liq qorong'ilashtiring, va yorug'lik o'tishini kuzatish ekraniga to'g'riling.

Rostlanuvchi tirqishni to ekranda alohida ajralgan chiziqlar hosil bo'lguncha kichiklashtiring.

Agar lozim bo'lsa, Balmer lampasidan tushayotgan keraksiz yorug'likni karton qog'oz bilan to'sib qo'ying.

Ekranda chiziqlarning holatini va nolinchi tartibning holatini belgilang.

Ekrandagi chiziqlar va nolinchi tartib o'rtasidagi masofalar, b larni o'lchang

Rowland panjarasi va kuzatish ekrani o'rtasidagi masofa a ni aniqlang (3-Rasm).

O'lchash misollari:

Panjaraning masofasi a : $a_1 = 275mm$ $a_2 = 5mm$ $d_1 = 2.5mm$ $d_2 = 3mm$

Ko'p tutgich 1 – Ko'p tutgich 2: $a_1 = 275mm$

Tutgich o'rtasi – tutgich oxiri : $a_2 = 5mm$

Rowland panjarasi : $d_1 = 2.5mm$

Kuzatish ekrani : $d_2 = 3mm$

Jadval 1: Chiziqlar va nolinchi tartib o'rtasidagi masofalar b (panjara doimiysi $g = 600mm^{-1}$)

	$\frac{b}{mm}$	
Rangi	chap	o'ng
qizil	121	123
biryuza rang	89	87
ko'k	78	76

Hisoblashlar: Panjara doimiysi : $d = \frac{1}{g} = 1.67\mu m$

Panjara masofasi (Rasm 3 ga qarang) $a = a_1 + a_2 + \frac{d_1}{2} + d_2 = 284mm$

Rasm 4 dan $\sin \vartheta = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$ ket-maketlik

bilan quyidagini beradi $\lambda = d \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$ yoki $\nu = \frac{c}{d} \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$ mos ravishda .

c -yorug'likning vakuumdagi tezligi.

Jadval 2: kuzatilgan chiziqlarning to'lqin uzunligi va chastotasi.

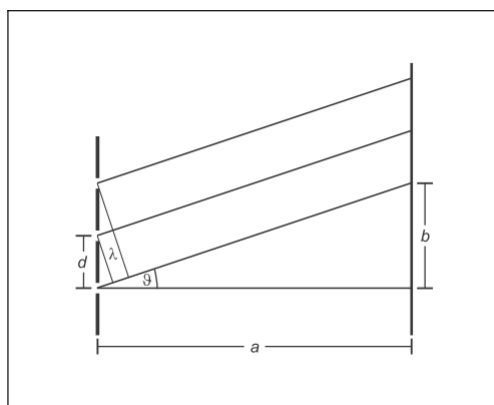
Rang	chiziq	$\frac{\lambda}{\text{nm}}$	$\frac{\nu}{\text{THz}}$	$\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}$
qizil	H_{α}	658	456	0.1389
biryuza rang	H_{β}	493	608	0.1875
ko'k	H_{γ}	436	688	0.2100

Jadval 2. da H_{α} , H_{β} va H_{γ} larning tajribada aniqlangan to'lqin uzunligi va chastotasi keltirilgan (Rasm 5),da chastota $\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}$ ning funksiyasi sifatida tasvirlangan. Grafikning koordinata boshidan o'tayotgan to'g'ri chiziqning qiyaligi $R = 3,27 \cdot 10^{15} \text{s}^{-1}$ ga teng. Bu qiymat adabiyotlarda keltirilgan

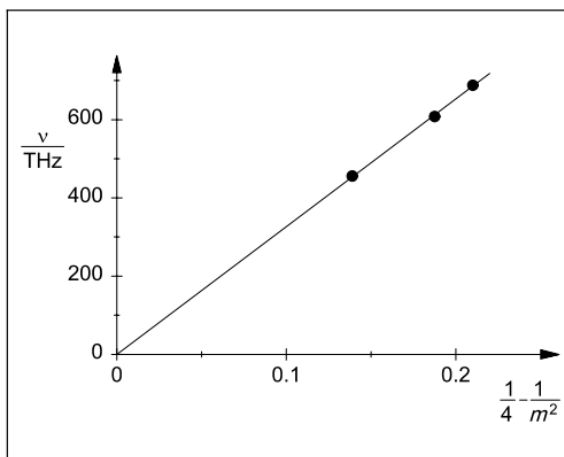
Ridberg doimiysining qiymati bilan a'lo darajada mos keladi

(yuqoriga qarang).

Rasm 4 .Panjarada birinchi tartibli difraksiya .



Rasm 5 . Chastota $\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}$ ning funksiyasi sifatida



Laboratoriya ishi – 5

Mavzu: Plank doimiysini kompakt o'lchash qurilmasi yordamida aniqlash

Ishning maqsadi: Elektronlarning kinetik energiyasini yorug'lik chastotasining funksiyasi sifatida o'lchash. Plank doimiysi h ni aniqlash.

Kerakli asboblarni ro'yxati:

h ni aniqlash uchun fotoyacheyka
1 h uchun kompakt qurilma
1 Yuqori bosimli simob lampa
1 Universal drossel
1 Elektrometr kuchaytirgich
1 O'zgartiriluvchi energiya manbai 12 VAC
1 Kondensator 100 pF, 630 V
1 Kalit qo'shgich (NO), bir qutbli
2 Qisqichli vilka
1 Multimeter LD-analog 20
1 Ekranli kabel BNC/4 mm
1 Taqsimlash karobkasi
1 Juft kabellar, 50 cm, qizil/ko'k
1 Juft kabellar, 100 cm, qora
1 Ulash simlari Lead, 25 cm, qora
1 Ulash simlari, 100 cm, sariq/yashil

Nazariy qism.

XIX asrning o'rtalariga kelib, yorug'likning to'lqin tabiatga ega ekanligi to'liq tasdiqlandi. Bu tasdiq interferentsiya va difraktsiya hodisalarida o'z aksini topdi. Lekin yorug'likning to'lqin nazariyasi hamma optik hodisalarni ham tushuntira olmas edi. Masalan: absolyut qora jismning nurlanishi. Shundan keyin 1900 yilda nemis olimi Plank empiric ravishda tajriba hulosalariga mos keluvchi formulani topdi. Bu formula yangi kvant tasavvurlarni xosil bo'lishidagi dastlabki qadam edi. Plank gipotezasiga asosan modda tomonidan yorug'likning nurlanishi va yutilishi uzlukli ya'ni portsiyalab–portsiyalab amalga oshiriladi. Plank nurlanayotgan yoki yutilayotgan yorug'lik kvantini energiyasi

$$E = h\nu \quad (1)$$

ifoda bilan aniqlanishini ko'rsatdi, bu erda h – Plank doimiysi bo'lib, uning qiymati $h = 6,626176(36) \cdot 10^{-27} \text{ J} \cdot \text{s}$. Plankning fikricha yorug'likning kvant xususiyati nurlanish va yutilish momentlaridagina ya'ni, yorug'likni modda bilan ta'siri vaqtida namoyon bo'ladi. Yorug'likning fazoda tarqalishi esa uzluksiz ravishda sodir bo'ladi va Maksvellning klassik tenglamalari bilan ifodalanadi.

Nazariy va eksperimental natijalarga asosan Eynshteyn yorug'lik fazoda tarqalishida o'zini qandaydir zarralar to'plami kabi tutadi degan fikrni bildirdi. Keyinchalik bu zarralar yorug'lik **kvantlari** yoki **foton** deb nomlandi. Fotonlarga klassik mexanikadagi ma'lum bir traektoriyalar bo'ylab xarakatlanuvchi moddiy nuqtalar kabi qarashimiz mumkin emas. Chunki fotonlarga interferentsiya va difraktsiya xodisalari xosdir. Fotonlar korpuskulyar xususiyatlargagina emas, balki to'lqin xususiyatlariga xam egadirlar. Fotonlarning bunday xususiyatlari **korpuskulyar tulqin dualizimi** deb ataladi.

Agar foton energiyaga ega bo'lsa nisbiylik nazariyasiga asosan u impulsiga xam ega bo'lishi kerak. Foton impulsi masalan, yorug'lik bosimi xosil bo'lishida namoyon bo'ladi. Nisbiylik nazariyasiga asosan zarra xarakatlanganda energiya va impulsi orasidagi bog'lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\left(\frac{E}{c}\right)^2 - P^2 = (m_0 c)^2 \quad (2)$$

Foton vakuumda yorug'lik tezligi bilan xarakatlanadi, ya'ni **relyativistik zarra** xisoblanadi. Agar fotonning tinchlikdagi massasi m_0 noldan farq qilsa, uni relyativistik massasi

$$m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

foton uchun $m_0=0$ ga teng. Shuning uchun (1) formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$E = Pc \quad (3)$$

nurlanishning korpuskulyar xususiyatlari E energiya va impuls R , to'lqin xususiyatlari esa chastota ω va to'lqin vektori k bilan xarakterlanadi. Foton uchun korpuskulyar to'lqin dualizimi xos bo'lgani uchun bu kattaliklar orasida quyidagicha bog'lanishlar mavjud.

$$E = \hbar\omega, \quad P = \hbar k \quad (4)$$

fotonlar modda bilan o'zaro ta'sirlashganda yutilishi va sochilishi mumkin. Bunda energiya va impulsni saqlanish qonuni bajariladi.

Fotonlar haqidagi gipotezani tasdiqlovchi xodisalaridan biri **fotoelektrikeffekt** xisoblanadi. 1887 yilda Genrix Gerts manfiy elektrodni ultrabinafsha yorug'lik bilan yoritganda u manfiy zaryadini yuqotishini aniqladi. Musbat elektrodni xuddi shunday yorug'lik bilan yoritganda esa zaryad yuqolishi kuzatilmadi. Shu bilan birga agar ultrabinafsha nurlar zaryadsiz jismga tushirilganda bu jism musbat

zaryadlanishi aniqlandi. 1897yilda Tomson tomonidan elektronlar kashf qilingandan keyin jismlar yoritilganda o'zidan elektron chiqarishlari ma'lum bulib qoldi. Yorug'ik ta'sirida moddan elektronlar chiqarilish xodisasi **fotoelektrikeffekt** yoki **fotoeffekt** deyiladi. Tashqi va ichki fotoeffekt mavjuddir. Tashqi fotoeffektida elektronlar modda sirtidan chiqib boshqa muxitga o'tadi. Ichki fotoeffektida esa elektronlar yoritilayotgan moddani elektr neytralligini buzmasdan uning ichida qoladi. Yorug'ik ta'sirida moddadan chiqarilgan elektronlar **fotoelektronlar** deyiladi. Fotoelektrik xususiyatlarga metallar, dielektriklar, yarim o'tkazgichlar va elektrolitlar ega bo'ladi.

Fotoeffekt sodir bo'lishi uchun asosiy shart yorug'ikni yoritilayotgan moddani sirtida yutilishidir. Fotoelektrik effekt faqat ultrabinafsha nurlar ta'siridagina xosil bo'lmasdan balki ishqoriy metallar –litiy, natriy, kaliy, rubidiy, tseziy kabi moddalarda spektrning ko'rinadigan sohasida xam kuzatiladi.

Elektronlar metal sirtidan yorug'lik nurlari yordamida urib chiqarilishi mumkin (fotoelektrik effekt). "Fotoelektronlarning " soni yorug'lik intensivligidan bog'liq bo'ladi. Ammo, urib chiqarilgan elektronlarning energiyasi faqat yorug'lik chastotasidan bog'liq bo'ladi. Bu tajribalarning natijalari 1905 yilda Eyinshteyn tomonidan tushuntirib berildi. Bunda U yorug'lik "fotonlar" deb ataluvchi zarrachalarning oqimidan tashkil topgan deb faraz qildi, va har bir fotoelektron energiyasi chastotaga proporsional bo'lgan individual foton tomonidan urib chiqariladi deb faraz qildi, ya'ni foton energiyasi:

$$E = h \bullet \nu \quad (5)$$

“Eyinshteyn munosabati” bu jarayon uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Har bir urib chiqarilgan elektron fotonning $h \bullet \nu$ energiyasini oladi. Chiqish ishi W dan ortiqcha energiya elektron tomonidan kinetik energiya Erkin sifatida olinadi:

$$E_{kin} = \frac{m\vartheta^2}{2} = h \bullet \nu - W \quad (6)$$

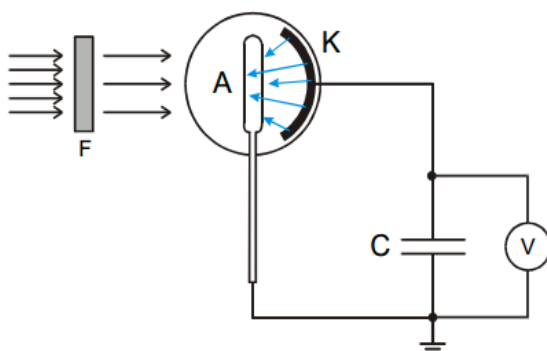
Elektronning chiqish ishi material turidan bog'liq bo'ladi. Plank doimiysi h fotoyacheykani monoxromatik yorug'lik (ya'ni, maxsus to'lqin uzunlikka ega bo'lgan yorug'lik) bilan ekspozitsiyalash yo'li bilan aniqlanishi mumkin va urib chiqarilgan elektronlarning kinetik energiyasi o'lchanishi mumkin. Rasm 1.da bunday tajribaning sxematik tasviri keltirilgan. Yorug'lik halqa shaklidagi anod orqali (platina sim kaliy sirtiga tushadi. Fotoelektronlar anodgacha yetib boradi, va fototok I shaklida o'lchanadi. Agar fotoelektronlar asta-sekin orttirilib boriladigan manfiy potentsial bilan qaytarilsa fototok mos ravishda kamayib boradi. Fototok qiymati nolga teng bo'lgandagi bu kuchlanishning qiymati U_0 ga chegaraviy kuchlanish deyiladi. Bu kuchlanishda hatto eng kuchsiz bog'langan elektronlar,

ya'ni, eng kuchsiz chiqish ishiga ega bo'lgan va shuning uchun eng katta kinetik energiyaga E_{kin} ega bo'lgan elektronlar ham anod kuchlanishini yenga olmaydi. Bu tajribada anod kuchlanishi tushuvchi elektronlar bilan U_0 chegaraviy kuchlanishgacha zaryadlanadigan kondensatordan foydalanib hosil qilinadi. Chegaraviy kuchlanish U_0 bu kuchsiz bog'langan elektronlarning kinetik energiyasini hisoblashda foydalanilishi mumkin:

$$e \bullet U_0 = h \bullet \nu - W \quad (7)$$

e : elementar zaryad

W : chiqish ishi(qo'shimcha ma'lumotlarga qarang) Agar tushuvchi yorug'likning chastotasi $\Delta \nu$ ga ortsa elektronning energiyasi $h \cdot \Delta \nu$ ga ortadi.



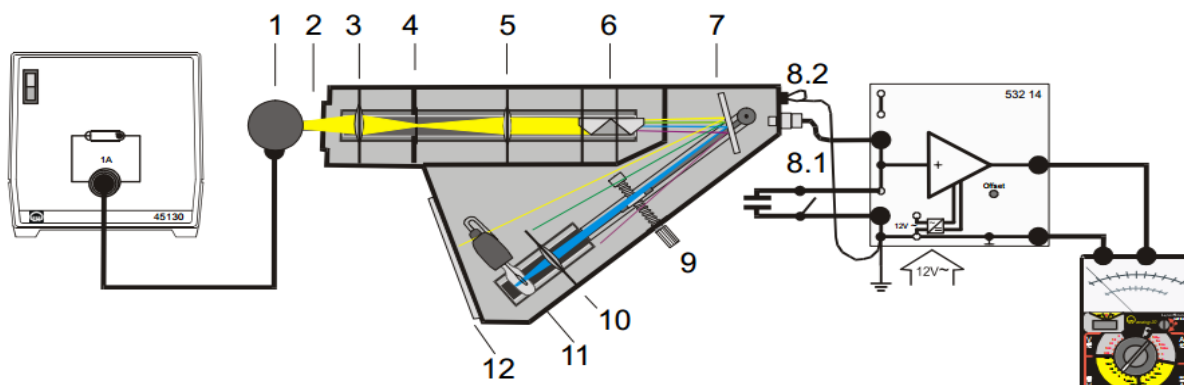
Rasm 1. Fotoelektrik elektr yordamida Plank doimiysini o'lchash uchun qurilmaning sxematik ko'rinishi. To'lqin uzunligi bo'yicha filtr F yordamida hosil qilingan monoxromatik yorug'lik nuri fotoyacheykaning K katodiga tushadi. Fotoeffektronlar anodga tomon harakatlanadi va C kondensatorni chegaraviy kuchlanish U_0 gacha zaryadlaydi.

Chegaraviy kuchlanish fototokni kompensatsiyalash uchun ΔU_0 ga orttirilishi lozim. Bu holat uchun quyidagi tenglama qo'llaniladi:

$$e \bullet \Delta U = h \bullet \Delta \nu \quad (8)$$

ya'ni energiya $h \cdot \Delta \nu$ ga ortishi bilanoq eU oenergiya yo'qotilishi bilan kompensatsiyalanadi. Agar chegaraviy kuchlanish U ochastota ν ning funksiyasi sifatida chizilsa (8) tenglama qiyaligi quyidagiga teng bo'lgan tog'ri chiziqni beradi

$$\frac{\Delta U}{\Delta \nu} = \frac{h}{e} \quad (9)$$



Rasm 2: Eksperimental qurilmaning sxematik ko'rinishi.

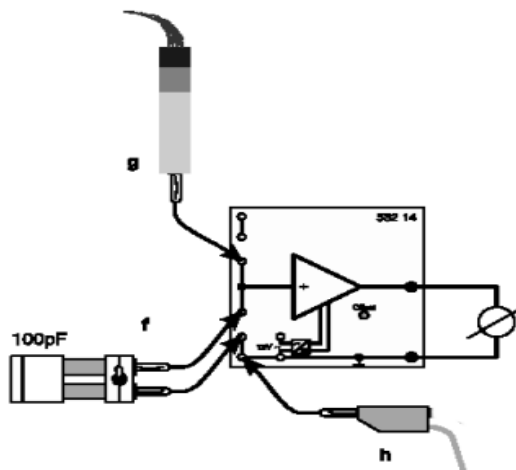
- (1) Yuqori bosimli simob lampasi
- (2) Surg'ich
- (3) Yig'uvchi linza
- (4) Tirqish
- (5) Tasvirlovchi linza
- (6) To'g'ri ko'rish prizmasi
- (7) Oyna
- (8.1) BNC/4 mm ekranlangan kabel uchun vilka(katod)
- (8.2) 4 mm vilkalar (halqa anod)
- (9) buruvchi ruchka
- (10) tirqishli diafragma bilanyig'uvchi linza
- (11) fotoyacheyka
- (12) oyna va pasaytiruvchi surg'ich

Qurilmaning elektr tuzilishi

Fotoyacheykaning metal halqali anodiga tushuvchi fotoelektronlar ondensatorni zaryadlaydi, va unda chegaraviy kuchlanish U_0 ni hosil qiladi. Fotoelektronlarning kinetik energiyani aniqlash uchun shu kuchlanishni o'lchash lozim. Elektrometr kuchaytirgich kondensatordagi kuchlanishni o'lchash uchun foydalaniladi. Rasm 2. va Rasm 3. da ko'rsatilgan elektrometr kuchaytirgich zanjirini tuzing:

- Qisqichli vilka (f), 100 pF kondensator va kalitni ulang (Rasm 3)
- Ekranli kabel BNC/4 mm ni BNC pozetkaga (Rasm 2. da 8.1.) va elektrometr kuchaytirgichga (g) ulang; Ekranli kabel BNC/4 mm ning "yer" simini elektrometr kuchaytirgich "yer" iga ulang (Rasm 3.h)
- 4 mm rozetkalarining har ikkalasini(Rasm 2.da 8.2–kabel halqasi) 25 sm li kabel bilan ulang. 4 mm li rozetkani 100 sm li kabel bilan elektrometr kuchaytirgichning "yer" kontaktiga ulang (Rasm 3. h)

- Multimetрни 50 sm li kabel bilan elektrometr kuchaytirgichning chiqishiga ulang (Rasm 2.)
- Elektrometr kuchaytirgichnig "yer"ini taqsimlovchi karobkaning "yer" kontakti bilan sariq/yashil kabel yordamida ulang.



Rasm 3: Chegaraviy kuchlanish U_0 ni o'lchash uchun elektrometr kuchaytirgich zanjiri

Qurilmani optik to'g'rilash

Rasm 2. ga mos tayyorlash: chiqarish oynasining pleksiglass platasining ichki qismini (12) oq qog'oz bilan yoping. (6) to'g'ri ko'rish prizmasini va (10) tirqishli diafragma bilan linzani nur yo'lidan olib qo'ying. "elektr ulashlarni o'rnatish" tavsiflangan elektr ulashlarni bajaring (Rasm 3. ga qarang). Yuqori bosimli simob lampasini (1) kompakt qurilma asosidan dan taxminan 5 mm masofada o'rnatish.

-Yuqori bosimli simob lampasining (1) tasvirini linza (3) bilan tirqish (4) ustida hosil qiling. Lampani va linzalarni to'g'rilang (tirqish tutgichning o'rtasida).

- Tirqishning tasvirini chiqarish oynasining ustida tasvirini (5) linzani to'g'rilash bilan, agar lozim bo'lsa (7) oynani to'g'rilash bilan hosil qiling .

-To'g'ri ko'rish prizmasi (6) ni shunday kiritingki, yuqori bosimli simob lampasining har ikkala, binafsha chizig'i va sariq chizig'i chiqarish oynasiga to'g'ri tushsin.

-Fotoyacheykani rozetkaga burab kiriting; tirqishli diafragma biriktirilgan linzani nurning yo'lga shunday joylashtiringki spektral chiziq tasviri fotokatod ustida hosil bo'lsin.

- Agar lozim bo'lsa ikkinchi qadamni takrorlang.

Izoh: Optik sirtlarni toza saqlang. Chang va barmoq izlarining natijasida parazit nurlar hosil bo'lib, ular past chastotalarda nihoyatda katta chegaraviy kuchlanishga (U_0) olib keladi.

Ishni bajarish tartibi

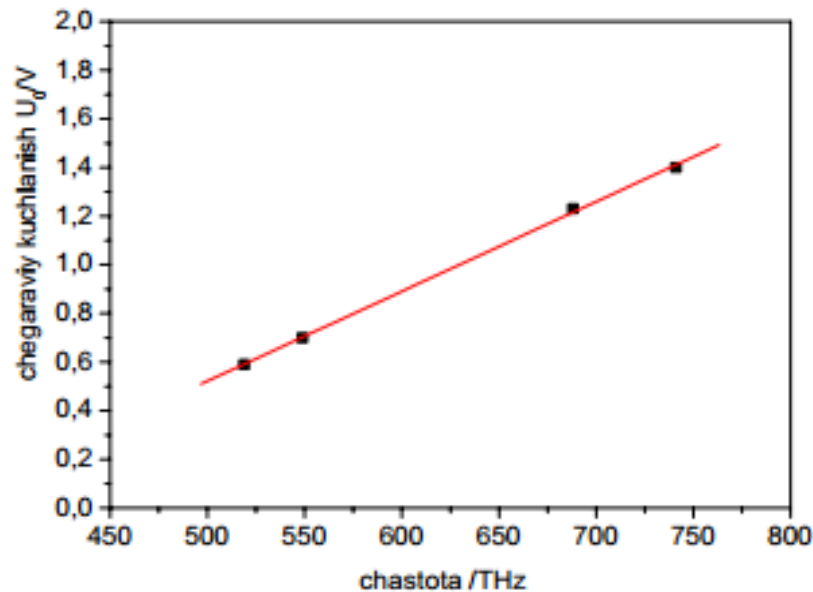
Kondensatorning kuchlanishiga turli induksion effektlar ta'sir qilishi mumkin. Bu qismni tajriba davomida imkoni boricha kamroq siljiting Fotoyacheykaning kirlanishi anod va katod o'rtasida tok qochishiga olib kelishi va chegaraviy kuchlanish U_0 ni o'lchashga ta'sir etishi mumkin. Fotoyacheykani spirt bilan tozalang. Qo'shimcha ma'lumotlar uchun fotoyacheykaning 55877 ko'rsatmalar kitobiga qarang

- Xonani qisman qoronfilashtiring. (10)linza tirqishli diafragmasining tasviri chiqarish oynasida ko'rinadi.
- Multimetрни qo'shing va 3 V DC diapazonga ornating.
- Sariq nur uchun chegaraviy kuchlanish U_0 ni aniqlang: buni bajarish uchun (9) ip yordamida buraluvchi ruchkani sariq chiziqli chiqarish oynasidan ko'rinadigan qilib to'g'rilang.
- Agar siz tajribani qorong'ilashtirilmagan xonada o'tkazsangiz (12) chiqarish oynasini qorong'ilashtiruvchi surg'ich bilanyoping.
- Kondensatorni kalitini pastga bosib, multimetr nolni ko'rsatguncha razryadlang
- Tajribani qo'shish kalitini ulash bilan boshlang; kondensator chegaraviy kuchlanish U_0 gacha zaryadlanguncha taxminan 30 s dan to 1 min gacha kuting.
- U_0 uchun o'lchangan qiymatlarni yozib oling.
- Bu ishlarni yashil, ko'k va binafsha spektral chiziqlar uchun takrorlang.

O'lchash misollari

Jadval 1: O'lchangan chegaraviy kuchlanish U_0 to'lqin uzunligi λ va chastota ν ning funktsiyasi sifatida

Rang	$\frac{\lambda}{nm}$	$\frac{\nu}{THz}$	$\frac{U_0}{V}$
Sariq	578	519	0.59
Yashil	546	549	0.70
Ko'k	436	688	1.23
Binafsha	405	741	1.40



Rasm 4: Chegaraviy kuchlanish U_0 chastota ν ning funksiyasi sifatida (Jadval 1 ga qarang)

Izoh: Yuqori bosimli simob lampasining turli chiziqlarining chastotasi prizmadan foydalanib, yoki P5.7.1.1 va P5.7.2.1. tajribalarda tavsiflangan panjarali spektrometr yordamida aniqlanishi mumkin.

Hisoblashlar va natijalar

Rasm 4. da chegaraviy kuchlanish U_0 ning yuqori bosimli simob spektral chiziqlarining chastotasi ν dan bog'liqlik grafiği tasvirlangan. O'lchash natijasida aniqlangan nuqtalar bir to'g'ri chiziqda yotadi. To'g'ri chiziqning qiyaligini aniqlash natijasida quyidagini aniqlash mumkin:

$$\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = 0.38 \cdot 10^{-14} \text{ Vs}$$

Elementar zaryad bilan $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ bunda Plank doimiysi uchun:
 $h = 6.1 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ Adabiyotlardagi qiymatlar: $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Ajralib chiqqan fotoelektronlarning kinetik energiyasi tushayotgan nurning chastotasidan bog'liq bo'ladi. Plank doimiysini chegaraviy kuchlanishning U_0 qiymatini turli chastotalar uchun o'lchash natijasida aniqlash mumkin.

Qo'shimcha ma'lumotlar.

1. Chiqish material turidan bog'liq. Katod sifatida kaliydan foydalanish, elektronlari kuchsiz bog'langanligi va chiqish ishi ishqoriy metallarda boshqa metallarga nisbatan kichik bo'lganligi sababli tanlab olingan.

2. Fotoelektrik effektini o'z ichiga oladigan jarayonni chuqurroq tushunish uchun, metallarda elektronlarning energetik taqsimotini o'rganib chiqish lozim bo'ladi. Elektronlarning kinetik energiyasi eU_0 ning nurlantiruvchi yorug'lik chastotasidan bog'liqlik grafigidan (II) tenglama bilan mos holda, ordinata bilan kesishishidan chiqish ishini aniqlash mumkin. Ammo bu, birinchi qarashda tuyulganidek, katodning chiqish ishi emas. Prinsip jihatdan katodning chiqish ishini o'lchash imkoni yo'q: Katoddagi elektronlar E F Fermi sathiga nisbatan olinganda chuqurligi WC bo'lgan potentsial chuqurlikda joylashadi. Xuddi shu yo'l bilan olinganda, anoddagi elektronlar ham chuqurligi WA bo'lgan potentsial chuqurlikda joylashadi. Anod va katod o'rtasida elektr o'tkazuvchan bog'lanish amalga oshirilganda, ularning materiallarining Fermi sathlari bir xil balandlikka erishguncha to'g'rilanadi (Rasm 5). Agar anod va katod o'rtasiga U kuchlanish qo'yilsa, Fermi sathlari bir - biriga nisbatan eU energiyaga siljiydi. Bu xolda katoddagi elektronlar potentsial to'siqning eng yuqori nuqtasini yengib o'tishlari lozim bo'lib u quyidagi ifodadan topiladi:

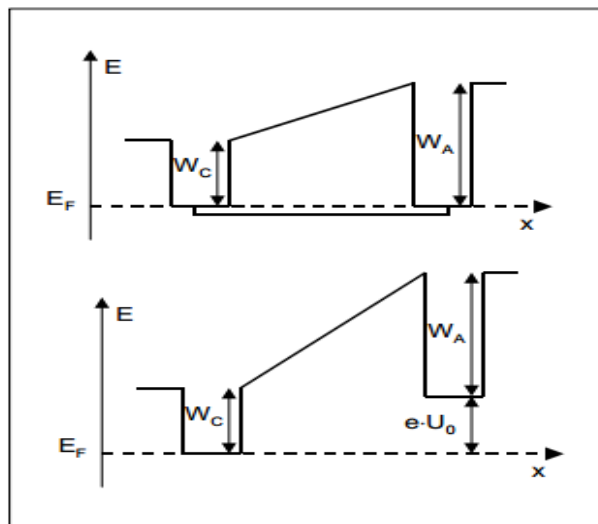
$$W_A = eU_0 \quad (\text{VI})$$

Potentsial to'siqni yengish uchun zarur bo'ladigan energiya foton tomonidan ta'minlanadi. Anod toki nol bo'ladi, qachonki quyidagi munosabat o'rinli bo'lsa

$$h\nu = W_A + eU_0 \quad (\text{VII})$$

Ammo, anodning chiqish ishi W_A kristalning oriyentatsiyasidan va gaz atomlarining sirt akkumulyatsiyasidan bog'liq bo'lganligi uchun osonlikcha aniqlanib bo'lmaydi.

3. Tarixan, yorug'likning (II) tenglama yordamida taklif etilgan kvant xarakteri to undan bog'liq bo'lmagan holda Kompton tajribalarida tasdiqlanmaguncha turli mulohazalar ostida bo'lib turgan edi. Ammo, fotoelektrik effektga qarama-qarshi ravishda, Kompton effektida fotonlar energiyasining faqat bir qismigina elektronlarga o'tadi. (fotonlarning kuchsiz bog'langan elektronlarda sochilishi, P6.3.7.2 yoki P6.5.6.1 tajribalarga qarang). Fotoelektrik jarayonlarda esa fotonning energiyasi to'lig'icha yutiladi.



Rasm 5: turli chiqish ishiga ega bo'lgan ikki metal (katod va anod) uchun energetik diagramma.

Labaratoriya ishi – 6

Mavzu: Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.

Ishning maqsadi:

- 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.

Kerakli asboblari:

- 1 Elektron nur trubkasi
- 1 O'lchash qurilmasi va ushlab turgichiga ega bo'lgan Gelmgolts g'altagi
- 1 Trubkaning energiya manbai 0 dan 500 V
- 1 DC energiya manbai 0...16 V, 0...5 A
- 1 Multimetr LDanalog 20
- 1 Po'lat lentali o'lchagich, $l = 2 \text{ m/78}''$
- 1 Xavfsiz ulash simlari, 25 cm
- 3 Xavfsiz ulash simlari, 50 cm
- 7 Xavfsiz ulash simlari, 100 cm
- Qo'shimcha rekomendatsiya qilinadi:*
- 1 Fizikaviy universal o'lchash asboblari
- 1 Aksial B-Sensor S
- 1 kengaytirish kabeli, 15-qutbli

Nazariy qism

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

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

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 Lorents kuchi ta'sir qiladi

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

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

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

bu kuchlar ta'sirida elektron r radiusli orbitada harakatlanadi

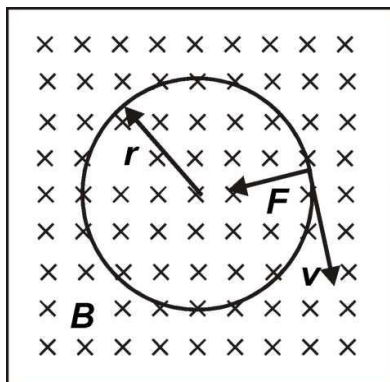
$$\frac{e}{m_e} = \frac{v}{r \cdot B} \quad (\text{IV})$$

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:

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



1-Rasm. Elektronlarning B magnit maydonida Lorents 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 ko'rinadigan 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:

$$I \cdot k = B \quad (VII)$$

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

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

Proportsionallik koeffisienti

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

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$ - magnit doimiylik.

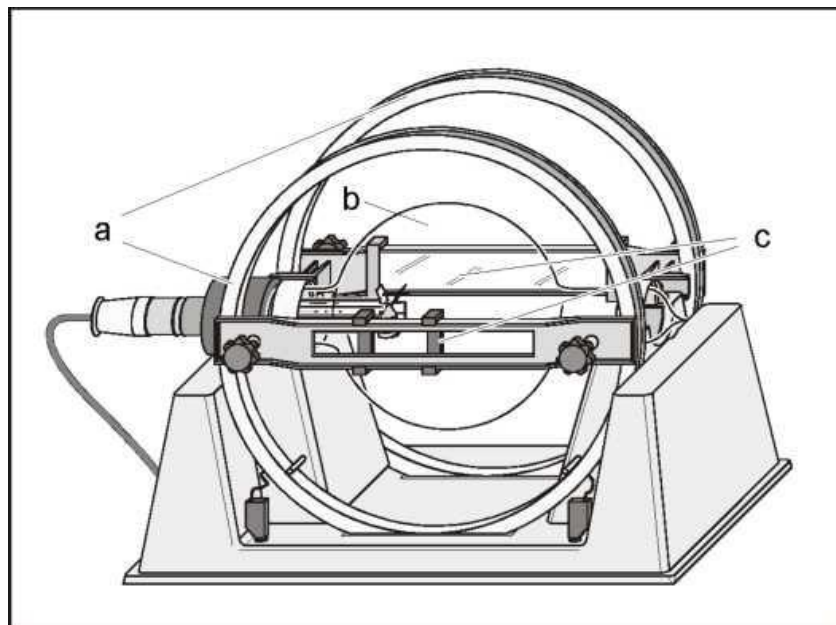
G'altakning radiusi $R=150$ mm va g'altak o'ramlar soni $n=130$ bo'lgan qiymatlardan foydalanib hisoblanishi, yoki kalibrovka grafigi $B=f(I)$ ni o'lchashdan foydalanib topilishi mumkin. U holda elektronning solishtirma zaryadini aniqlash uchun barcha kattaliklar ma'lum bo'ladi.

Qurilma.

Izoh:

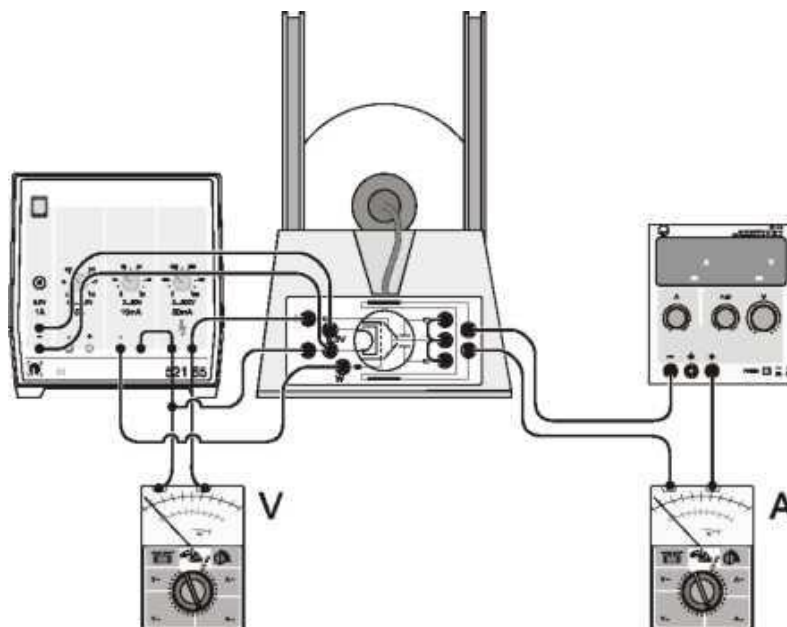
O'lchashlarni qorong'ilashtirilgan kamerada bajaring. Gelmgolts g'altaklaridan 2A dan katta toklar faqat qisqa vaqt oralig'ida o'tkazilishi mumkin. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash qurilmasi 2-Rasmda va uning ulash sxemasi 3-Rasmda ko'rsatilgan.

- Trubkani energiya manbaidan uzing va barcha potensiometr aylanuvchi qismini eng chap holatga qo'ying.
- Elektron nur trubkasining 6.3V li kirish oxirini trubka manbaining 6.3V li chiqishiga ulang.
- Trubka manbaining 50V lik chiqishining musbat qutbini 500V lik chiqishining manfiy qutbi bilan qisqa tutashtiring va toza nur trubkasining (katod) "-" rozetkasi bilan ulang.
- Elektron nur trubkasining "+" rozetkasini (anod) 500V chiqishning musbat qutbi bilan, W rozetkani (Venalt silindri, ENT da) 50V lik chiqishning manfiy qutbi bilan ulang.
- Tezlashtiruvchi potensial U ni o'lchash uchun voltmetrni (o'lchash chegarasi 300V) 500V lik chiqishga ulang.
- Elektron nur trubkasining og'diruvchi plastinkalarini anodga ulang.
- DC energiya manbai va ampermetrni (o'lchash chegarasi 3A) Gelmgolts g'altaklari bilan ketma-ket ravishda ulang.



2-Rasm. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash uchun tajriba qurilmasi.

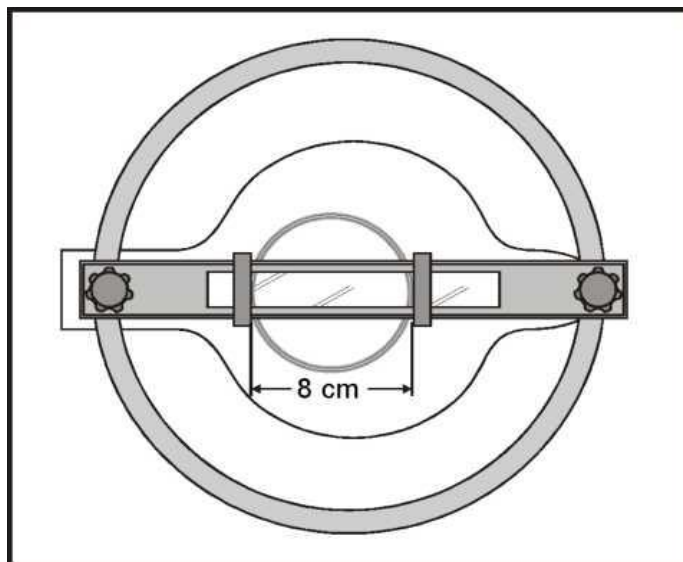
a - Gelmgolts g'altaklari; b - Toza nur trubkalari; c - O'lchash asbobi;



3-Rasm. Elektrik ulash.

Ishni bajarish tartibi:

- O'lchash qurilmasining chap slaydini shunday siljitingki, uning ichki uchi, oynaviy tasviri va elektron nurning chiqish tirqishi ko'rish chizig'ida yotsin.
- O'ng slaydni har ikkala ichki uchi uchun masofa 8 sm ga teng bo'ladigan qilib o'rnatib.
- 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 (4-Rasmga qarang)
- Tezlashtiruvchi potensial U ni 10V qadam bilan 200V 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.



4-Rasm. O'lchash asbobi bilan orbita diametrini o'lchash.

Gelmgolts magnit maydonini kalibrovka qilish:

Magnit maydonini kalibrovka qilish uchun qurilma 5-Rasmda 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 using.
- 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 3A gacha 0.5A 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.

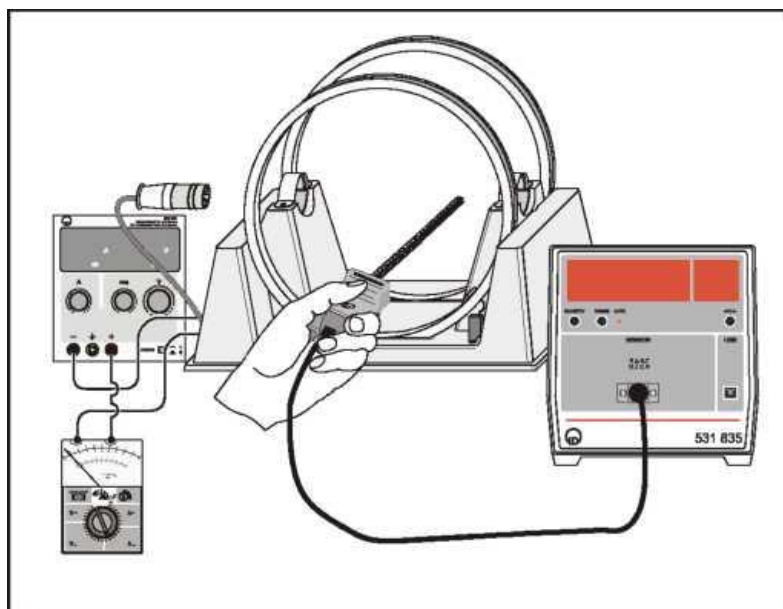
O'lchash misollari:

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'altadagi 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



5-Rasm. Gelmgolts magnit maydonini kalibrovka qilish uchun qurilma.

Baholash va natijalar:

6-Rasmda 1-jadvaldagi o'lchangan qiymatlarning grafigi (VIII) tenglamaga muvofiq chiziqli ko'rinishda keltirilgan.

Natijaviy grafikning qiyaligi koordinata boshida quyidagicha:

$$\alpha = 65,3 \text{ V A}^{-2}$$

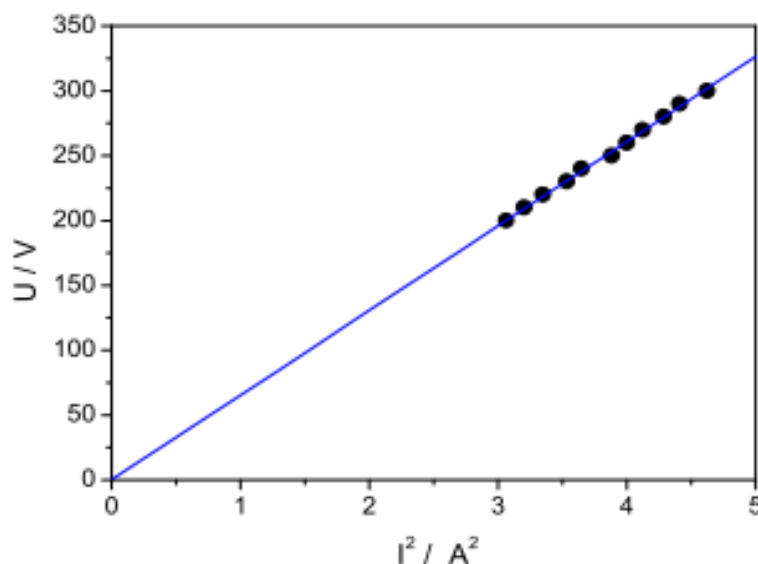
(VIII) tenglamaga ko'ra elektronning solishtirma zaryadi

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

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.

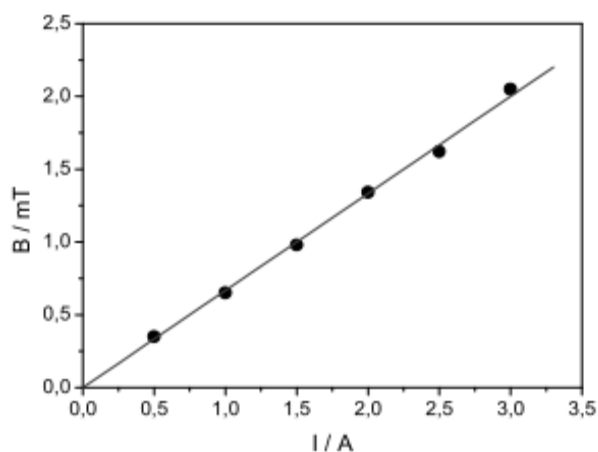
Agar yorug'lik nurlari qiya ravishda tushsa, ular boshqa yo'nalishda qaytadi, ammo parallelligicha qoladi.



6-Rasm. 1-jadvaldagi o'lchash natijalarining grafigi.

Proportsionallik faktori k ni Gelmgolts magnit maydoni kalibrovkasidan aniqlash.

2-jadvaldagi o'lchangan qiymatlar, yoki 7-Rasmdagi to'g'ri chiziqning koordinata



7-Rasm. Gelmgolts g'altagining magnit maydoni uchun kalibrovka grafigi.

boshidan o'tkazib, quyidagini olamiz

$k = 0,67 \text{ mT A}^{-1}$ 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

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

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

Hosil qilingan qiymat:

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

Nazariy savollar:

1. Elektron solishtirma zaryadi qanday aniqlanadi?
2. Elektronlar oqimi qanday hosil qilinadi?
3. Elektronning magnit maydondagi harakatini tushuntirib bering?

Laboratoriya ishi -7

Mavzu: Stefan-Bolsman qonuni: “qora jism” nurlanish intensivligining temperaturaga bog’liqligini o’lchash

Ishning maqsadi:

- Moll termoelementidan foydalanib, 300-750 K temperaturalar intervalida “qora jism” detallari bor elektr pechdagi nurlanishning nisbiy intensivligini o’lchashni amalga oshirish.
- Stefan-Bolsman qonunini tekshirish uchun nurlanish intensivligining absolyut temperaturaga bog’liqligi grafigini tuzish.

Kerakli asboblari va jihozlari:

- 1 Elektrik pech, 230 V
- 1 Absolyut qora jism detallari
- 1 Elektrik pech ashyolari
- 1 Bir tarafi ochiq kirishli raqamli termometr
- 1 Temperatura datchigi, NiCr-Ni
- 1 Moll termoelementi
- 1 Mikrovoltmetr
- 1 Kichik optik kursi
- 1 Katta V-shaklsimon shtativ
- 4 Leybold multiqisqichlari.
- 1 Universal fiksator S
- Biriktirish bo’yicha ko’rsatmalar
- Qo’shimcha tavsiya qilinadi:
- 1 Immersion suyuqlikli nasos
- 2 Silikon quvurlar, ichki diametri 7x1.5 mm, 1 m
- 1 Suv uchun idish, hajmi taxminan 10 l

Nazariy qism

Barcha jismlar issiqlik nurlantiradi. Bu issiqlik nurlanishning intensivligi temperatura ortishi bilan ortadi va shu jismning sirtiga ham bog’liq bo’ladi. Berilgan to’lqin uzunligida, jism nurni qanchalik yaxshiroq yutsa, shunchalik ko’proq issiqlik nurlantiradi.

Barcha to’lqin uzunlikdagi issiqlik nurlanishini to’liq yutuvchi jism *absolyut qora jism* deb ataladi. *Kirxgoff* birinchi bo’lib, kovakdan absolyut qora jism sifatida foydalanishni taklif qilgan. Absolyut qora jism eng katta yutish koeffitsiyentiga ega bo’lib, berilgan temperaturada va to’lqin uzunligida mumkin bo’lgan maksimal nurlantirishga ega.

Stefan-Bolsman qonuni absolyut qora jismning umumiy chiqarayotgan nurlanishi (M), absolyut temperatura (T)ning to’rtinchi darajasiga proporsional ekanligini tasdiqlaydi.

$$M = a T^4 \quad (1)$$

($\alpha = 5,67 \cdot 10^{-8} \left(\frac{\text{Vt}}{\text{m}^2}\right) \cdot K$ Stefan-Bolsman doimiysi)

Stefan – Bolsman qonunini ifodalovchi fo'rmulani quyidagicha toamiz

$$M = \int_0^\infty f(\omega, T) = \int_0^\infty \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu = \frac{8\pi^2 k^4}{15 h^3 c^3} \cdot T^4$$

Bu yerda $\frac{8\pi^2 k^4}{15 h^3 c^3} = \alpha$ Stefan- Bolsman doimiysi.

Dastlabki holatda absolyut qora jism atrof muhitdan nur yutadi. Biz bu laboratoriya ishida manbaning nurlanuvchanligi M' ni o'lchashimiz kerak. Buning uchun M umumiy nurlanishidan, dastlabki nurlanish M_0 ni ayirmasini topamiz.

Atrof muhitdan yutilgan nurlanishning nurlanuvchanligi quydagiga teng:

$$M_0 = a T^4 \quad (2)$$

Shuning uchun, manbaning nurlanuvchanligini quydagicha yozish mumkin

$$M' = \alpha(T^4 - T_0^4) \quad (3).$$

Mazkur tajribada «absolyut qora jism» sifatida elektr pechdan foydalaniladi. Absolyut qora jism detallari jilvirlangan mis silindr va ekrandan iborat. Bir uchi izolyasiya qilingan mis silindr, elektr pechga 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 NiCr-Ni 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 va qiyoslash nuqtalari atrof muhit temperaturasida bo'ladi. Shunday qilib biz, termoelektrik batareyalarning chiqish kuchlanishini nurlanish manbasining M' nisbiy nurlanuvchanligi o'lchovi sifatida olishimiz mumkin.

Tajriba qurilmasi

Izohlar:

O'lchanayotgan intensivlik juda past va shuning uchun u atrofdagi jismlardan nurlanish interferensiyalariga nihoyatda sezgir:

O'lchash vaqtida termoelektrik batareyalarga aslo qo'l tegizmang.

Termoelektrik batareyalarga yaqin joyda, ayniqsa ular oldida ishlamang.

Tajriba davomida xona temperaturasining o'zgarishidan xoli bo'ling.

Boshqa nurlanish manbalarning aralashishiga yo'l qo'ymang; zarur bo'lsa, yig'mani karton bilan ekranlashtiring.

Zarur bo'lsa, xonani qorong'ulashtiring.

Texnika xavfsizligi bo'yicha ko'rsatmalar

Kuyib qolish xavfi bor: elektr pechni tashqi devorining temperaturasi 200 °C ortiq bo'lishi mumkin.

- Qaynoq elektr pechda terini kuyib qolishidan saqlaning.
- Elektrik pechni faqat jihozlar bilan boshqaring
- Elektrik pechdan foydalanish bo'yicha instruksiyalarni batafsil o'qib chiqing va barcha instruksiyalarga rioya qiling.

Immersion nasos dvigateli ichiga sizib kirgan suv qisqa tutashuvni keltirib chiqarishi mumkin.

- Botirish chuqurligini 17 sm dan oshirmang.
- Ishlatib bo'lingan ho'l immersion nasosni kallagi bilan qo'ymang.

Immersion nasosdan foydalanish bo'yicha instruksiyalarni batafsil o'qib chiqing va barcha instruksiyalarga rioya qiling.

Interferension nurlanish kelib chiqishi mumkin:

Termoelektr batareya jisidan bevosita issiqlik nurlanishi, nurlanishning akslantiruvchi yuzalardan qaytishi (masalan: oqish rangli kiyim), issiqlik uzatgichlar, quyosh nuri va boshqa yorug'lik manbalari.

Tajribani boshlashdan oldin, mikrovoltmetr 10 minut davomida qizishiga imkon bering.

Qurilmaning orqa qismida joylashgan asosiy ulab uzgich yordamida mikrovoltmetrni elektr tarmog'iga ulang.

Rasm. 1 da tajriba qurilmasi tasvirlangan.

Suv bilan sovutishdan foydalanilganda:

Silikon quvurni immersion nasosga va ekranga shunday biriktiringki, ekranga suvning oqib kelishi pastki patrubkadan, chiqishi esa ekranning asosiy patrubkasidan bo'lsin.

Idishni suv bilan to'ldiring va immersion nasosni suvli idishning gardishiga montaj qisqichdan foydalanib shunday mahkamlangki, kirish teshigi to'liq suvga botsin va maksimal botish chuqurligi 17 sm dan ortiq bo'lmasin (Rasm.2 ga qarang; boshqa imkonni bor montaj uchun foydalanish bo'yicha instruksiyalarga murojat qiling)

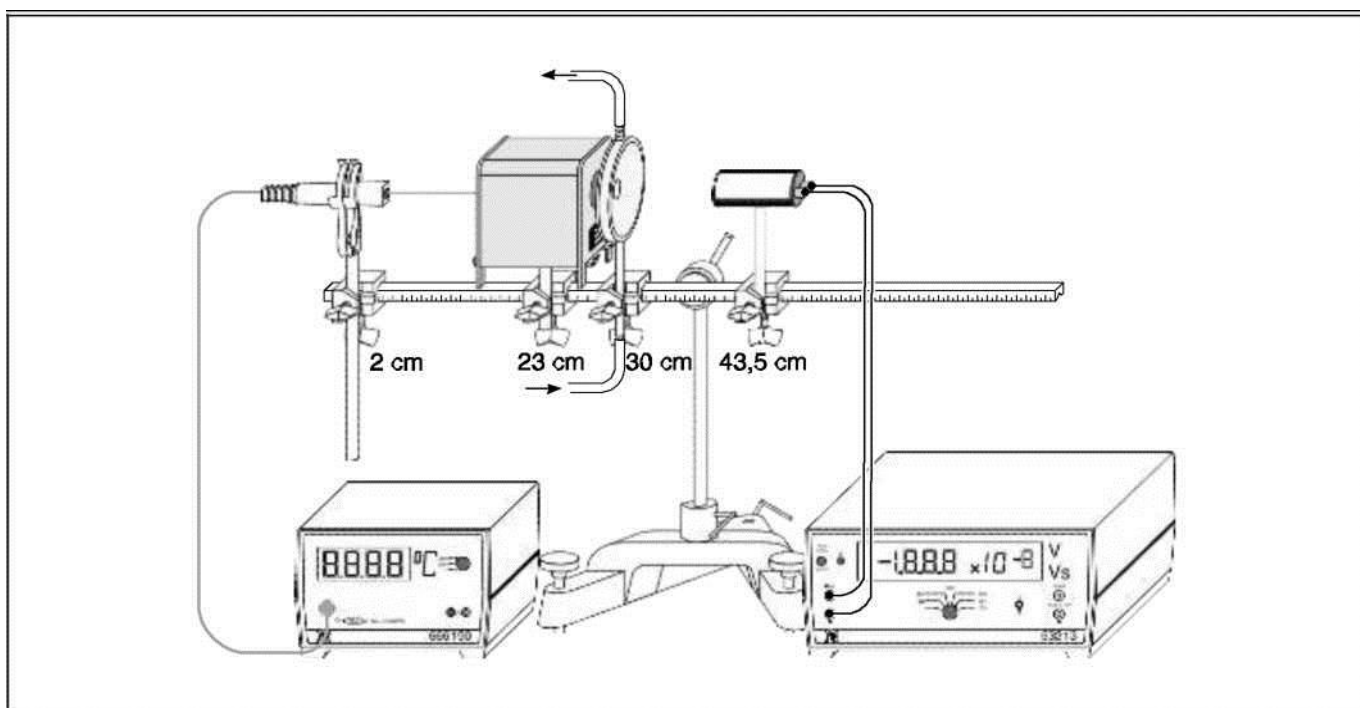
Shundan so'ng:

Elektrik pechni, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani Rasm.1 da keltirilganidek shunday o'rnatibki, termoelektrik batareyaning sterjeni elektr pechning ochiq tarafi oldidan taxminan 15 sm da joylashsin. Absolyut qora jism komplekti ekrani metall tarafi bilan termoelektrik batareyaga qaralgan holda elektr pechning oldida taxminan 5-10 mm da joylashtiring.

Izoh: Shisha tuynuk qisqa to'lqn uzunlikli nurlanishga ko'ra uzun to'lqn

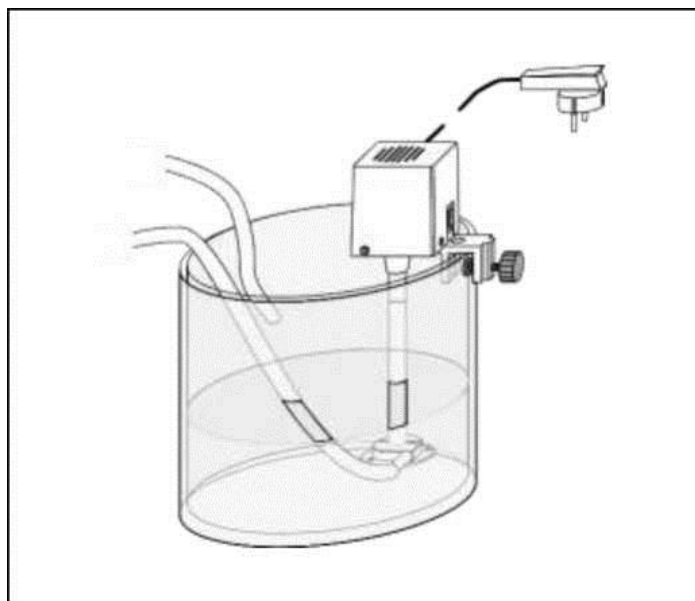
uzunlikli nuilanishni ko'proq yutadi va shuning uchun nuilanish intensivligining temperaturaga bog'liqligini o'lchashlarni sistematik tarzda soxtalashtiradi.

- Termoelektrik batareyaning shisha tuynugini olib tashlang.
- Temperatura datchigini NiCr-Ni raqamli termometr bilan ulang va uni jilvirlangan mis silindrning markazidagi teshikka iloji boricha chuqurroq joylashtiring.
- Joyida temperatura datchigini universal qichqich bilan S montaj qiling va raqamli termometrni ulang (o'lchash diapazoni $> 200\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Elektrik pechning ochiq tarafini, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani shunday to'g'irlangki, issiqlik nuri bevosita ochiq termoelektrik batareyaga tushsin.
- Suv bilan sovutishdan foydalanilganda, immersion nasosni qo'llang.
- Termoelektrik batareyani mikrovoltmeter bilan Rasm.1 da keltirilganidek ulang (o'lchash diapazoni 10^{-4} V); termoelektrik batareyadagi qizil klemma mikrovoltmeterdagi qizil klemma bilan ulanganiga ishonch hosil qiling
- Siljishni "avto kompensasiya" tugmasini bosish orqali kompensasiyalang;
- zarur bo'lsa, raqamli displeyni nollashtirish uchun potensiometr yordamida aniq sozlashni bajaring (mikrovoltmeter uchun instruksiya betiga qarang).



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

O'rinlar haqidagi ma'lumotlar kichik optik kursidagi Leybold multiqisqilarining chap tarafidan boshlangan.



Rasm. 2: Suvli idishga immersion nasosni o'rnatish namunasi

Ishni bajarish tartibi

Dastlab:

- n mis silindrning temperaturasi va termoelektrik batareyaning boshlang'ich chiqish kuchlanishini o'lchang va bu qiymatlarni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.

Shundan so'ng:

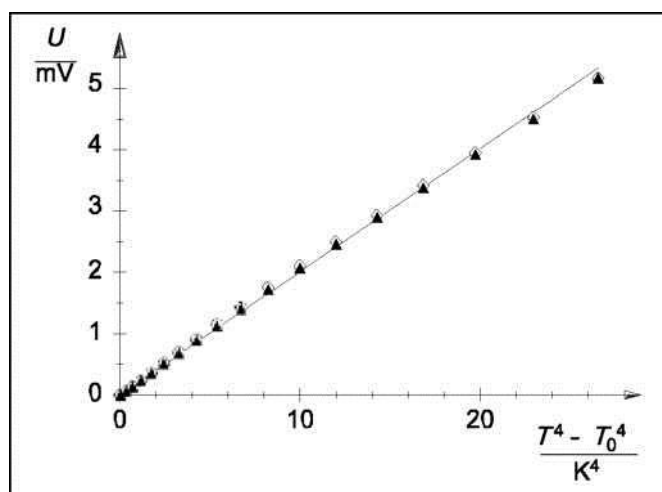
- Elektr pechni ulang va temperatura har $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga oshganda n va U ning qiymatlarini o'lchang va ularni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling. Temperatura $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ oralig'i darajasiga erishganda:
- Elektr pechni uzing; va temperatura har bir $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga pasayganda, n va U ning qiymatlarini o'z tajriba jurnalangizga yozib boring.
- Temperatura $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bilan xona temperaturasi oralig'igacha pasayganda, elektr pechdan temperatura datchigini oling, xona temperaturasi o'lchang va bu qiymatni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.
- Termoelektrik batareyani qoramtir karton bilan ekranlashtiring, voltmetrning nol ko'rsatishini tekshiring va bu qiymatni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.

O'lchash namunalari va baholash

Jadval 1.

Qizish va sovushdagi o'lchangan qiymatlar

$\frac{n}{^{\circ}\text{C}}$	$\frac{T}{\text{K}}$	$\frac{T^4 - T_0^4}{\text{K}^4}$	$\frac{U_{\text{h}}}{\text{mV}}$	$\frac{U_{\text{v}}}{\text{mV}}$
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



Rasm.3: U chiqish kuchlanishining $T^4 - T_0^4$ funksiyasi sifatidagi grafigi. Doirlar qizishdagi, uchburchaklar esa sovushdagi o'lchangan qiymatlarga mos keladi

Bu rasmda termoelektrik batareyani U chiqish kuchlanishining, pechning to'rtinchi darajali absolyut temperaturasi T bilan to'rtinchi darajali absolyut xona temperaturasi T_0 orasidagi farqning funksiyasi sifatidagi bog'lanishi keltirilgan. Bu munosabat *Stefan-Bolsman qonuni* bashorat qilganidek, taxminan to'g'ri chiziqqa yaqin. Agar, egrilik sinchkovlik bilan

o'rganilsa, yaxshi mos kelgan to'g'ri chiziqdan bir oz chetlanishni kuzatishimiz mumkin. Buning sababi quyidagi effektlarning natijasidir: termoelektrik batareya bilan o'lchashlarga konveksiya va muhitda nurlanish yo'qotishlari, ayniqsa shisha tuynuk olib tashlanganda, ta'sir qiladi. Bundan tashqari biz pech temperaturasi ortganda, termoelektrik batareya qiyoslash punktlarida issiqlikning ortib borishini to'liq bartaraf eta olmaymiz.

Nazorat savollari

1. Stefan-Bolsman qonunini tushuntirib bering.
2. Stefan-Bolsman doimiysining fizik ma'nosi nima?
3. Absalyut qora jism nurlanishi temperaturaga qanday bogliq?

Lobaratoriya ishi - 8

Mavzu: Inert gaz va metall bug'larining chiziqli spektrlarini prizmalı spektrometr yordamida o'lchash

Ishdan maqsad:

Spektrometr prizmasini sozlash.

He-lampa bilan spektrometr prizmasini kalibrlash.

“Nomalum” chiziqli spektrni o'lchash.

“Nomalum” yorug'lik manbaini aniqlash.

Kerakli asboblar va jihozlar:

1 Spektrometr va goniometr .

1 Spektral lampa He, pin kontakt

1 Spektral lampa Cd, pin kontakt

1 Korpus pin kontakt bilan spektral lampa uchun

1 Universal drossel, 230 V, 50 Hz

1 Transformator, 6 V AC, 12 V AC

1 Taglik, kichik, V-simon .

Qo'shimcha qo'llaniladigan asboblar:

1 Spektral lampa Ne, pin kontakt

1 Spektral lampa Hg/Cd, pin kontakt

1 Spektral lampa Ti, pin kontakt

1 Spektral lampa Na, pin kontakt

Nazariy qism

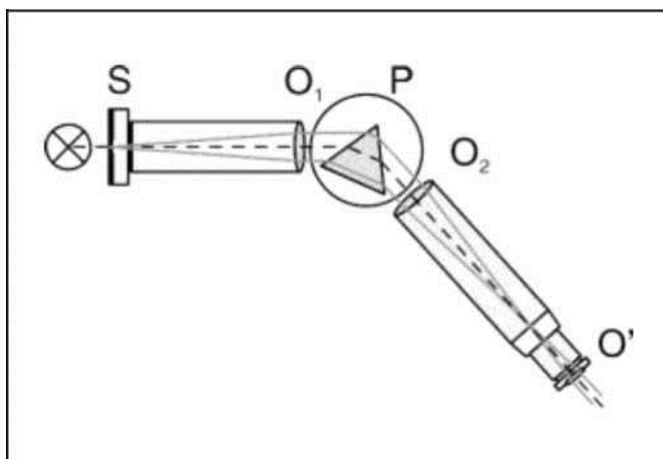
Har qanday qizdirilgan modda o'zidan elekyromagnit to'lqinlar chiqaradi. Bu to'lqinlar majmuasi nurlanish spektri deyiladi. Moddaning holatiga va nurlanish mexanizmiga qarab nurlanish spektri ham turlicha bo'ladi. Agar qizdirilgan qattiq jismdan chiqayotgan yorug'lik prizma orqali o'tkazilsa, ekranda taxlit uzluksiz nurlanish spektri hosil bo'ladi. Agar gaz yoki bug' yorug'lik manbai bo'lib xizmat qilsa, spektrning manzarasi keskin o'zgaradi. Qorong'u sohalar bilan ajratilgan yorqin chiziqlar majmuasi kuzatiladi. Bunday spektrlar chiziqli spektrlar chiziqli spektrlar deyiladi. Nurlanayotgan gazlar spektrining ko'rinishi gazning kimyoviy tabiatiga bog'liq bo'ladi. Har bir gaz yoki bug' o'zigagina xos bo'lgan spektrga ega. Shuning uchun nurlanayotgan gazning spektriga qarab, uning kimyoviy tarkibini aniqlash mumkin. Agar nurlanish manbai bo'lib moddaning molekulasi xizmat qilsa, yo'l-yo'l spektr kuzatiladi. Nurlanish va yutilish spektrini o'rganish moddaning tarkibini aniqlashga imkon berishi tuqorida aytib o'tildi. Shuningdek, spectral chiziqlarning yorqinligi mazkur elementning birikmadagi miqdorini aniqlashga imkon beradi. Nurlanish va yutilish spektriga muvofiq moddaning kimyoviy tarkibini o'rganish usuli spectral analiz deyiladi.

Spektrning ko'rinish sohasini o'rganish uchun spektraskop deb ataluvchi asboblar ishlatiladi.

Yorug'lik bilan uyg'otilgan inert gazlar va metall bug'lari spektral chiziqlar, ya'ni mos element uchun xarakterli bo'lgan konkret to'liq uzunliklar to'plamini chiqaradi. Bu to'liq uzunliklarni aniq o'lchash orqali, biz yorug'lik manbaining xarakteri haqida asosli xulosalar qilishimiz mumkin. Bu spektral chiziqlarni ajratish uchun biz prizmadan foydalanishimiz mumkin. Bu ishda sindirish ko'rsatgichi n prizma materialiga bog'liqligidan foydalaniladi (mazkur holda rangsiz shisha).

Yorug'lik nurlari prizmada sinib, to'liq uzunliklariga bog'liq ravishda prizmada turli darajada og'adi. Spektrning ko'rinish diapazonidagi qisqa to'liqinli yorug'lik uzun to'liqinligi yorug'likga qaraganda ko'proq og'adi.

Prizmalı spektrometrda kengligi va balandligini o'zgartirish mumkin bo'lgan vertikal tirqishdan S chiqqan yorug'lik sochilgan holda tarqaladi va O_1 obyektivning linzasiga tushadi: tirqishdan ungacha bo'lgan masofa uning fokus masofasiga ekvivalent (Rasm.1 ga qarang). Tirqish va linza birgalikda kollimatorni tashkil qiladi. Obyektivdan keyin, yorug'lik parallel dasta sifatida P prizмага tushadi, ya'ni prizмага barcha nurlar bitta burchak ostida tushadi. Prizma yorug'likni sindiradi va har bir to'liqin uzunlikli nur turli burchakka og'adi. Va nihoyat, ikkinchi O_2 obyektivning linzasida ma'lum to'liqin uzunlikli barcha parallel nurlar fokuslanib, obyektivning fokal tekisligida S tirqishning obrazini hosil qiladi.



Rasm. 1 Prizmalı spektrometrda nurning yo'li

Shunday qilib, toza spektr fokal tekislikda shakllanadi va biz uni O' okulyar yordamida kuzatishimiz mumkin. O_2 obyektiv linza va O' okulyar birgalikda fokuslanishi cheksiz bo'lgan astronomik teleskopni tashkil qiladi.

Prizma shunday o'rnatiladiki, spektrning o'rtacha to'liqin uzunliklari (500 - 600 nm ga yaqin) uchun nurning yo'li simmetrik va og'ish minimal bo'lsin. Bu o'z navbatida spektral ajrata olishni oshiradi.

Teleskop og'ish burchagini o'lchash mumkin bo'ladigan qilib aylanma richagga o'rnatilgan. Teleskop burilganda, okulyar fokal tekisligida joylashgan okulyar kesishma viziri alohida spektral chiziqlarda bo'ladi. Burchakni va shu bilan chiziqlarning nisbatan o'rnini o'lchash uchun,

teleskop graduiruvka aylanasi bilan birgalikda (disk shkalasi yarim gradus bo'linmalari bilan) goniometr bilan ta'minlangan. Nonius chiziqlar o'rnini burchak minuti darajasi aniqligida o'lchashga imkon beradi.

Sindirish ko'rsatgichi n bilan to'liq uzunligi λ orasidagi bog'lanish chiziqli emas. Agar Nomalum yorug'lik manbaining to'liq uzunligini prizmadan o'tishdagi og'ish bilan aniqlansa, spektrometrni oldin kalibrlash kerak. Bunga spektral chiziqlari spektrning to'liq ko'rinish sohasida taqsimlangan va ma'lum bo'lgan lampa yordamida erishiladi. Olingan kalibrlash egriligidan foydalanib, Nomalum yorug'lik manbaining mos to'liq uzunliklariga tegishli spektral chiziqlarni aniqlash mumkin.

Spektrometrni sozlash

Aniq o'lchashlarni amalga oshirish uchun asbob puxtalik bilan sozlanishi kerak. Tirqish va okulyar viziri aniq mos linza obyektivining fokal tekisligida yotishi kerak. (teleskopik nur yo'li). Tirqish va prizma sirti teleskopning aylanish o'qiga parallel qilib to'g'irlanishi kerak. Ba'zi sozlash bosqichlari, hamda spektrlar chiziqlarini o'lchashni amalga oshirish xona bir oz qorong'ulashtirilganda oson kechadi.

Dastlabki sozlash:

Prizma stolining og'ishi faqat chegaralangan darajada o'zgaradi. Sozlash uchun yetarli bo'lishiga amin bo'lish uchun stolni dastlabki sozlash vaqtida imkoni boricha (ko'z bilan chamalab) gorizont bo'yicha to'g'rilang.

Teleskopni (a), prizma stolini (c), va trubka tirqishini (kollimator) (e) gorizont yo'nalishda ko'z bilan chamalab to'g'rilang (Rasm.2 ga qarang).

Teleskop va kollimatorni yon tomonga sozlash vintlari (b), (d), yordamida markazlashtiring va keyin vintlarni qotiring. Sozlash vintlariini juda ko'p ochib yubormang, chunki ular teleskopni va kollimatorni tutib turadi.

Teleskopni cheksizlikka fokuslash:

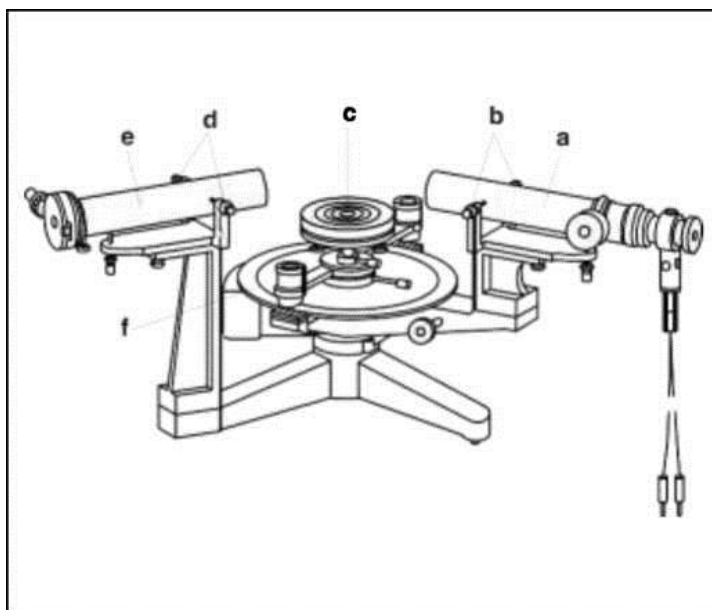
Izoh: Ko'rishda muammosi bor eksperimentatorlar, teleskop orqali uzoqdagi obyektlarni yaxshi ko'radi; lekin bu holat teleskop cheksizlikka aniq o'rnatilganidan dalolat bermaydi.

Texnika xavfsizligi bo'yicha ko'rsatmalar

Yoritish sistemasidagi He-lampa uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan oshirmaslik kerak ($U_{\max} = 8 \text{ V}$).

Ish vaqtida spektral lampa va korpus nihoyatda qizib ketadi.

- Lampani almashtirishdan oldin uning sovushini kuting.



Rasm. 2 Spektrometr

- a Teleskop
- b Kollimatorni siljitish uchun sozlash vinti
- c Prisma stoli
- d Teleskopni siljitish uchun sozlash vinti
- e Kollimator
- f Spektrometrning asosiy qurilmasi

Okulyarni chiqarib oling (a4), yorug'lik manbaini (a3) teleskopga o'rnatish va yorug'lik manbai uchun teshigini pastga qaratib okulyarni qayta o'rnatish (Rasm. 3 ga qarang).

Trubkadagi okulyarni siljitish (a4) orqali vizir kesishmaga qaratish va zarur bo'lsa, uni to'g'rilang.

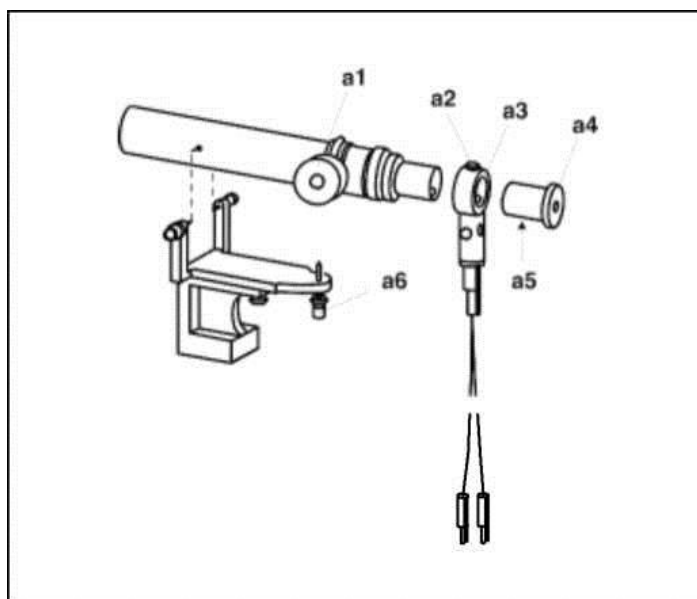
Yorug'lik manbai uchun teshik (a5) hali ham pastga qarab turganiga amin bo'ling. Gorizontall bo'yicha to'g'rilangan teleskopni markazni korrekcirovka qilish dastasi(a1) bilan uzoqdagi obyektga fokuslang(> 50.0 m)

Agar o'rnatish to'g'ri bo'lsa, kuzatilayotgan obyekt tasviri va vizir kesishma ikkalasi ham obyektivning fokal tekisligida yotishi kerak, mumkin bo'lsa, kuzatilayotgan obyekt bilan vizir kesishma o'rtasida parallaks bo'lmasligi lozim.

Yorug'lik manbaini sozlash:

-Teleskopni kollimatorga yo'naltiring (tirqishni bir oz oching). -Yoritish manbaini (a3) $U = 6\text{ V}$ kuchlanishga ulang.

- Qotiruvchi vintdan (a2) foydalanib, yoritish qurilmasini, okulyar holatini o'zgartirmasdan, teleskopga shunday joylashtiringki, tirqishning ichi yaxshi yoritilsin.



Rasm. 3 Teleskop yoritgich bilan
 a1 fokusni sozlash dastasi
 a2 yorug'lik manbaini qotirish vinti
 a3 yorug'lik manbai
 a4 okulyar
 a5 yorug'lik manbai uchun teshik (ko'rinmagan)
 a6 teleskopni balandlik bo'yicha sozlash vinti

Teleskop optik o'qini spektrometr o'qiga perpendikulvar vustirovka qilish:

Yassi shisha plastinani prizma stoli markazidagi tutgichga (g), kollimatorga(e) nisbatan 45° burchak ostida shunday joylashtiringki, prizma stolining ikki sozlash vintlari bo'yicha o'tkazilgan (faraziy) chiziq yassi shisha plastinaning yon tomoni sirtiga parallel bo'lsin (Rasm.4 ga qarang).

Teleskopni (a) yassi shisha plastinaning biror bir yon qirrasiga perpendikulyar qilib shunday to'g'rilangki, vizir kesishma shu sirtida akslansin.

Gorizontal vizirni uning aksi bilan mos keladigan qilib sozlang. Bu sozlashni to'g'ri amalga oshirish uchun, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (Rasm.3) orqali, boshqa yarim farqni esa prizma stolini o'rnatish vinti (c1) orqali bajaring.

Bu ikki amalni gorizontal vizir va uning ko'zguli tasviri yassi shisha plastinadan ikki tarafda ham mos kelmaguncha takrorlang:

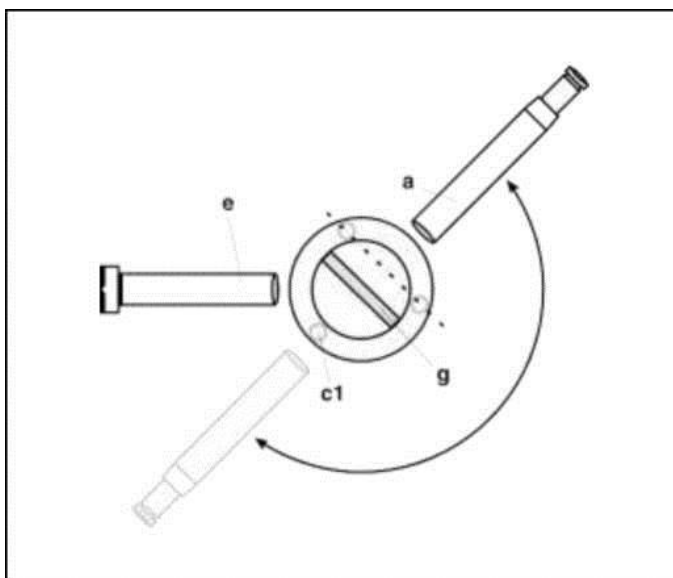
4-Rasmda keltirilganidek, ko'rish trubasini 180° ga vizir kesishma yassi plastinaning qarama-qarshi tarafida akslanadigan qilib buring.

Vizir kesishma va uning ko'zguli aksi mos kelishini tekshiring. Agar mos kelmasa, yuqorida keltirilganidek, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (Rasm.3) orqali, boshqa yarim farqni esa prizma stolini o'rnatish vinti (c1) orqali bajaring.

Teleskop balandligini sozlash vintini (a6) kontrgaykadan foydalanib qotiring.

Prizma stolidan yassi shisha plastinani tutgichi bilan oling. Yoritish manbaini ta'minlash kuchlanishidan uzing.

Tirqishni tashqi manba orqali, masalan lampochka yoki spektral lampalarning biri bilan yoriting.



4-Rasm Spektrometr yassi shisha plastina bilan birgalikda

a teleskop

c1 prizma stoli uchun vintlar

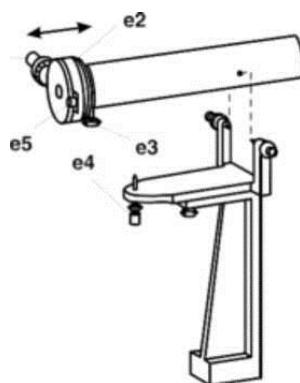
e Kollimator

g yassi shisha plastina tutgichda

Teleskopni kollimatorga yo'naltiring va tirqishni tirqish kengligini o'zgartiruvchi mikrometrik vint(e1) yordamida bir oz kengaytiring.

Pasaytirgich(e5) yordamida tirqishning sezilarli, qulay balandligini o'rnatish.

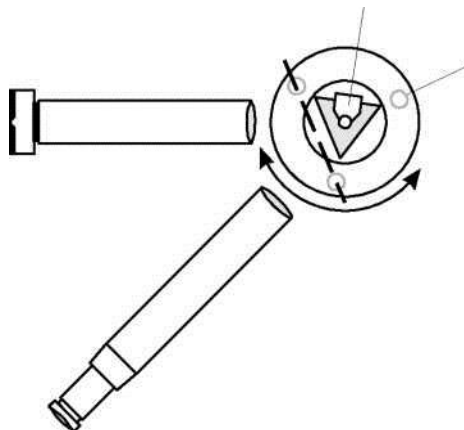
Kollimator balandligini yustirovka qilish vinti(e4) orqali, tirqishning markazini gorizontaal vizir kesishmaga keltiring.



Rasm. 5 Kollimator

- e1 Mikrometer dastasi
- e2 Kollimator trubasi
- e3 Kollimator trubkasini qotirish vinti
- e4 Kollimator balandligini korrektirovka qilish vinti
- e5 Tirqish balandligini pasaytirgich

Kollimator trubkani qotirib turish vintini(e3) bo'shating va kollimator trubkani (e2) strelka yo'nalishida to yorqin obraz paydo bo'lmaguncha siljiting (Rasm. 5 ga qarang). Trubkani burish orqali tirqishni shunday to'g'rilangki, u vertikal vizir kesishmasiga parallel bo'lsin va keyin kollimator trubkani qotirib turish vintini mahkamlang (e3).



Rasm. 6 Prizma sirtini yustirovka qilish
cl Prizma stoli uchun yustirovka vintlari
h (flint) shisha prizma tutgichda

Burishga imkon yaratish bilan prizma sirtiga parallel yustirovka qilish:

Teleskopni shunday burishingki, u kollimatorga o'tkir burchakda joylashsin va uni shu joyida qotirish vinti yordamida mahkamlang(Rasm.6 va Rasm.7 ga qarang)

Prizmani prizma stolidagi tutgichga (h) Rasm.6 da keltirilganidek o'rnatish va bunda prizmaning bir tomoni prizma stolidagi ikkita sozlash vintlari orqali o'tkazilgan (faraziy) chiziqqa parallel bo'lsin.

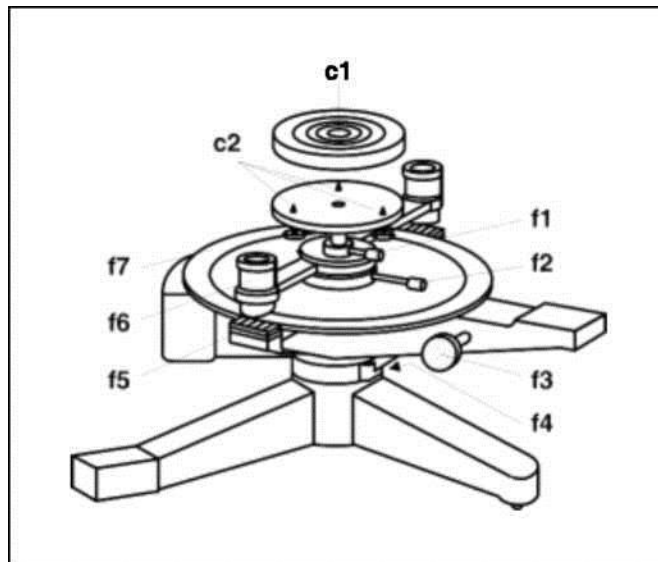
Prizma stolini to prizmaning bir qirrasidan akslangan tirqish tasviri teleskopda ko'rinmaguncha burish va keyin prizma stolini qotirish vintini (f1) mahkamlang.

Orqadagi sozlash vintlaridan (c1) foydalanib, tirqishning akslangan tasvirini vizir kesishmaning markaziga siljiting.

Prizma stoli burilganda akslangan tirqish o'zgarmasligi uchun quyidagi ikki amalni bajaring:

Prizma stolini mahkamlab turgan vintni(f1) bo'shating va tirqishning tasviri prizmaning keyingi sirtida akslanmaguncha prizma stolini burish va keyin prizma stolini qotiruvchi vintni mahkamlang.

Prizma stolining orqa tomonidagi(teleskopda ko'rinib turibdi) o'rnatish vinti yordamida tirqishning akslanishini vizir kesishmaning o'rtasiga olib keling.



Rasm 7 Spektrometrnihg asosiy qurilmasi va prizma stoli

- c1 Prisma stoli
- c2 Prisma stolini to'g'rilash
- f1 Prisma stolini qotirish vinti
- f2 Graduirovka qilingan
- f3 Teleskopni burish uchun
- f4 Teleskopni qotirish
- f5 Noniuslar
- f6 Lupa
- f7 Graduirovka qilingan aylana

Tajriba qurilmasi

Spektral lampani korpusga mahkamlang, uni Rasm.8 da keltirilganidek taglikka o'rnatib, uni universal drosselga ulab yoqing.

He-spektral lampa bilan tirqishni yoritib. Lampa kollimatorning ko'rish o'qida joylashganiga ishonch hosil qiling.

Prizmani prizma stoliga joylashtiring va teleskopni shunday to'g'rilangki, tirqishdan o'tgan yorug'lik prizma tushsin (agar yuqoridan qaralsa, Rasm.1 ga qarang) va spektrni teleskopda kuzatish mumkin bo'lsin.

Tajribani o'tkazish a) Minimal og'ish burchagini o'rnatish:

Tirqish kengligi toraytirilsa, ajrata olish qobiliyati ortadi; Shu bilan birga spektr yorug'lik intensivligi esa mos ravishda pasayadi:

Tirqish (e1) kengligini o'zgartiruvchi mikrometrik vint yordamida, munosib tirqish kengligini o'rnatib.

Sekinlik bilan prizma stolini buring va teleskopda spektral chiziqlarning o'zgarishini spektr «markaz» chizig'i (masalan, sariq $\lambda = 587,6 \text{ nm}$) reversiv nuqtadan (minimal qiymat) o'tguncha kuzatib.

Prizma stolini minimal holatda, mos vintlarni (f1) va (f4) mahkamlashdan foydalanib qotirib.

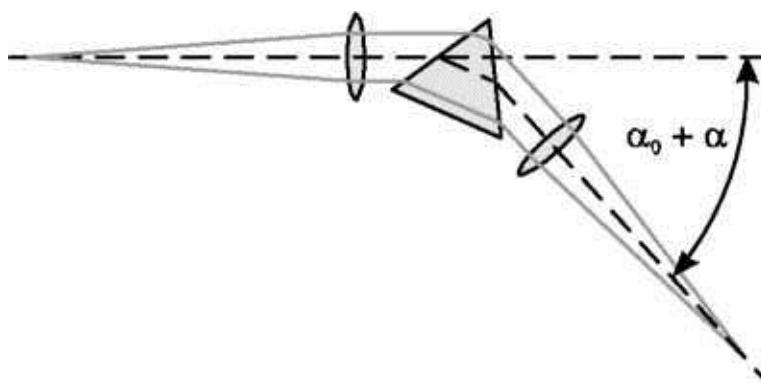
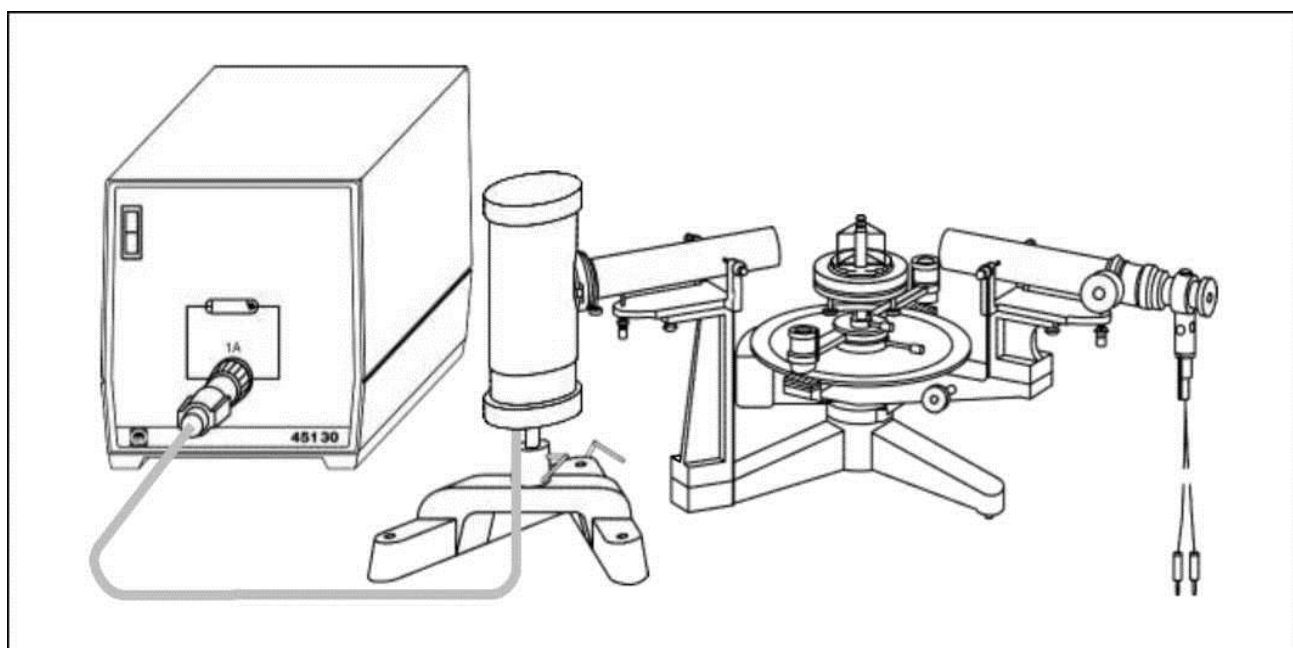
Spektrometrni He - spektral lampa bilan kalibrlash:

Izoh: spektrometr ikkita qarama-qarshi turgan nonius bilan jihozlangan. Qayd qilish xatoligini minimallashtirish va aylanish o'qiga nisbatan har qanday eksentrisitetni kompesasiyalash uchun ikkita ko'rsatishning o'rtacha qiymatini oling.

Teleskopni shunday yustirovka qilingki, vertikal chiziq biron-bir tashqi spektral chiziq bilan mos kelsin (mazkur o'lchash namunasida qizil chiziq).

Graduirovka qilingan aylanani (f7) 0° va 180° nonius chizig'iga keltiring (f5) va uni qotirish vintidan (f2) foydalanib mahkamlang.

nozik sozlash (f3) dastasi yordamida, ketma-ket har bir spektral chiziq bilan to'g'rilang va qayd qiling va bu qiymatlarni tajriba jurnaliga yozib oling.



Rasm. 9 α burchakni aniqlash uchun sxematik diagramma
O'lchash namunasida α_0 shunday tanlanganki,
 $\alpha_0 = 0.00^\circ$ burchakda to'lqin uzunligi $\lambda = 706,5 \text{ nm}$

Ishni bajarish tartibi

Izoh: spektrometr prizmasi yordamida metall bug'lari yoki inert gaz spektriga tegishli bo'lmagan past intensivlikli chiziqlarni ham ko'rish mumkin. Ishlab chiqarish jarayoni sababli boshqa gazlar ham lampaga kiritilishi mumkin.

Metall bug'larili lampalarda argon (Ar) qo'shimcha asosiy gaz sifatida qo'llaniladi.

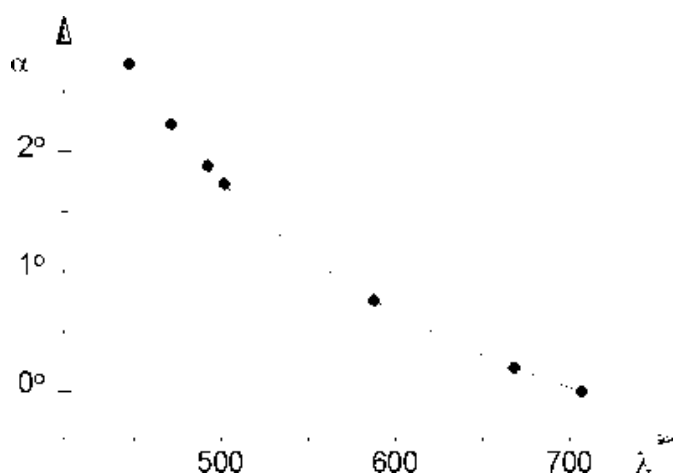
Jadval-1: He-spektral lampadan foydalanib, spektrometrni kalibrlash uchun o'lchangan qiymatlar; α ni aniqlash uchun Rasm. 9 ga qarang.

Adabiyot nm	α .
706.5	0.00°
667.8	0.20°
587.6	0.76°
501.6	1.73°
492.2	1.88°
471.3	2.23°
447.1	2.73°

Nomalum yorug'lik manbailarini identifikatsiyalash uchun spektral chiziqlarning to'lqin uzunligi qayd qilinadi va kalibrovka egriligidagi o'lchangan burchaklar bilan qiyoslanadi (Rasm.10 ga qarang). Adabiyotlarda keltirilgan qiymatlar vakuumdagi to'lqin uzunliklariga tegishli. Havodagi to'lqin uzunligiga o'tish zaruriyati yo'q.

Jadval 2: Cd lampa namunasida o'lchangan qiymatlar; α ni aniqlash uchun Rasm.9 ga qarang.

α .	Hisoblangan [nm]	Adabiyot [nm]
2.30°	468.7	467.8
2.08°	480.4	480.0
1.63°	507.7	508.6
0.43°	631.8	632.5
0.35°	644.1	643.8



Rasm 10 Prizmalı spektrometrning kalibrlash egriligi:
Nuqtalar: 1 jadvaldan olingan o'lchangan qiymatlar
Chiziq: interpolyasiya qilingan egrilik

Qo'shimcha ma'lumotlar

Spektrometr bilan goniometr difraksion spektrometr sifatida ham ishlatilishi mumkin (tajriba P5.7.1.2 bayonnomasiga qarang). Bunday konfiguratsiyada to'lqin uzunligini aniqlash uchun kalibrlash egriligi qayta talab qilinmaydi. Biroq spektrlarning intensivligi pastroq, sust chiziqlar ko'pincha ko'rinmaydi. Bundan tashqari difraksiyaning ko'p miqdordagi tartiblari yuzaga kelib, foydalinalayotgan panjaraga qarab ustma-ust tushishi mumkin va shu bilan belgilangan maqsadga xalaqit beradi.

Difraksion panjaradan foydalanilganda spektrometrning ajrata olishi, odatda, prizmalı spektrometrikiga nisbatan yaxshi. Masalan, tirqishi minimal kenglikka o'rnatilgan spektrometrning prizmasida ikki Na-D chiziqlar arang farqlansa, ular Rowland panjarasidan foydalanilgan spektrometrda osongina ajratilishi va alohida o'lchanishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Spektroskop nima maqsadda qo'llaniladi ?
2. Spektroskop yordamida yorug'lik to'lqin uzunligi qanday o'lchanadi?
3. Spektroskop qanday darajalanadi?