

**O'ZBEKISTON ALOQA VA AXBOROTLASHTIRISH
AGENTLIGI**

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

**RADIOTEKNIKA, RADIOALOQA VA
TELERADIOESHITTIRISH FAKULTETI**

Fizika kafedrası

**FIZIKA FANIDAN
VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH UCHUN
USLUBIY QO`LLANMA**

Toshkent-2008

Ushbu qo'llanmada fizika fanining "Mexanika", "Elektr va magnetizm", "Molekulyar fizika", "Optika", "Kvant optikasi", "Atom fizikasi" bo'limlari bo'yicha virtual laboratoriya ishlarini bajarishga oid uslubiy ko'rsatmalar keltirilgan.

Bu qo'llanma fizika fani bo'yicha "Informatika va axborot texnologiyasi", "Telekommunikatsiya", "Radiotexnika", "Televideniye, radioaloqa va radio-eshittirish", "Axborot xavfsizligi", "Elektron tijorat", "Pochta xizmati", hamda "Kasb ta'limi" yo'nalishlari bo'yicha birinchi bosqich bakalavrlari uchun ishlab chiqilgan ishchi dasturga mos ravishda tayyorlangan.

Unda talabalar o'zlashtirgan nazariy bilimlarni tekshirish uchun nazorat savollari va zaruriy adabiyotlar ro'yxati berilgan.

Mas'ul muharrir fizika-matematika fanlari doktori,
prof. Abduraxmonov Q.P.

Tuzuvchilar: prof. Abduraxmonov Q.P.
 kat. o'qit. Xolmedov H.M.
 aspirant Xamidov V.S.

1. M E X A N I K A

1.1 – laboratoriya ishi

Mexanik tebranishlar

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasidan ishning nazariyasi bilan tanishing (Savelyev I.V., t.1, § 49, 50, 53, 58)

Ishning maqsadi:

- jismlar harakatini tahlil qilish uchun fizikaviy modellarni tanlash;
- kvazielastik kuchlar ta'sirida jismlar harakatini tekshirish;
- tebranishlar chastotasining tizim parametrlariga bog'liqligini tajribalar orqali aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Tebranish – jismlarning davriy takrorlanuvchi harakati.

Davr – harakat to'la takrorlanishi uchun ketgan minimal vaqt.

Garmonik tebranish – jismning koordinatasi vaqt davomida sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradigan harakat:

$$y = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (1)$$

bu yerda y - siljish, A - siljish amplitudasi, ya'ni maksimal siljishning absolyut qiymati, t - vaqt, $(\omega_0 + \varphi_0)$ - tebranish fazasi, φ_0 - boshlang'ich faza, ya'ni, $t = 0$ vaqt momentidagi faza.

Davrga teskari kattalik chastota deyiladi. Siklik chastota 2π sekund ichida tebranishlar soniga teng:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad (2)$$

Garmonik tebranma harakat qilayotgan nuqtaning tezligi va tezlanishi ham garmonik qonuniyat bo'yicha o'zgaradi:

$$g = \frac{dy}{dt} = A\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (3)$$

$$a = \frac{d^2y}{dt^2} = -A\omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = -\omega_0^2 y \quad (4)$$

(4) ifodadan ko'rinadiki, garmonik tebranishlarda tezlanish siljishga proporsional bo'lib, muvozanat vaziyatiga tomon yo'nalgan.

Garmonik tebranishlarning differensial tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega_0^2 y$$

Bu tenglamaning yechimi (1) ifoda ko'rinishida bo'lib, undan agar $t = 0$ boshlang'ich vaqt momentida nuqtaning siljishi va tezligi ma'lum bo'lsa, amplituda va boshlang'ich fazani aniqlash mumkin. Siklik chastota tebranuvchi tizimning parametrlari orqali, masalan, tebranuvchi tizimning m massasi va qaytaruvchi kuchning elastik (kvazielastik) koeffitsiyenti $F = -ky$ orqali aniqlanadi. Bunday tebranuvchi tizimlarda, masalan, juda yengil prujinaga mahkamlangan, barcha massasi deyarli qattiq jismda mujassamlashgan prujinali mayatnik kabi tebranuvchi tizim uchun Nyutonning ikkinchi qonuni

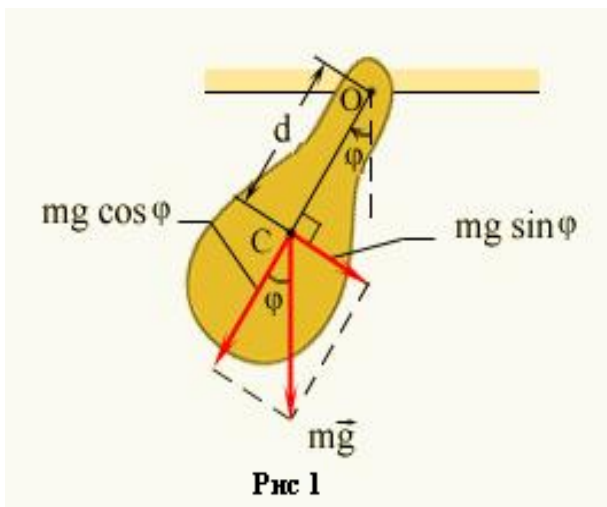
$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = -ky \quad (5)$$

ko'rinishda bo'lib, undan garmonik tebranishlar differensial tenglamasi kelib chiqadi. Tebranishlarning siklik chastotasi quyidagicha topiladi

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (6)$$

Fizik va matematik mayatniklar. Bu mayatniklar harakatga qarshilik qiluvchi kuchlar mavjud bo'lmaganda va kichik og'ishlarda garmonik tebranma harakat qiladi.

Fizik mayatnik (1-rasm) deb og'irlik markazi orqali o'tmagan gorizonttal o'q atrofida og'irlik kuchi ta'sirida tebranma harakat qiluvchi mutlaq qattiq jisimga aytiladi. 1-



rasmda fizik mayatnikning og'irlik markazi orqali o'tuvchi aylanish o'qiga perpendikular bo'lgan vertikal tekislik bo'yicha kesimi ko'rsatilgan. Bu yerda φ - mayatnikning muvozanat vaziyatidan og'ish burchagi, d - og'irlik markazi C dan OO o'qqacha bo'lgan OC masofa, $P = mg$ - mayatnikning og'irlik kuchi, $P_t = P \sin \varphi$ va $P_n = P \cos \varphi$ esa mos ravishda P kuch vektorining tangensial va normal tashkil etuvchilari.

Og'irlik kuchining tangensial tashkil etuvchisi aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Mayatnik harakatining differensial tenglamasini ishqalanish kuchi momentini hisobga olmagan holda yechib, mayatnikning xususiy so'nmaydigan tebranishlari davrini osongina topish mumkin.

OO o'qqa nisbatan P og'irlik kuchi momenti quyidagiga teng:

$$M = -P_t \cdot d = -Pd \sin \varphi \quad (7)$$

"Minus" belgisi P_t kuch siljishga qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi. Ushbu aylantiruvchi moment ta'sirida mayatnik burchak tezlanish oladi

$$\beta = \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

Aylanma harakat uchun Nyutonning ikkinchi qonunidan

$$\beta = \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{M}{I} \quad (8)$$

bu yerda $I = \sum \Delta m_{ki} r_{ki}^2$ - jismning OO o'qqa nisbatan inersiya momenti.

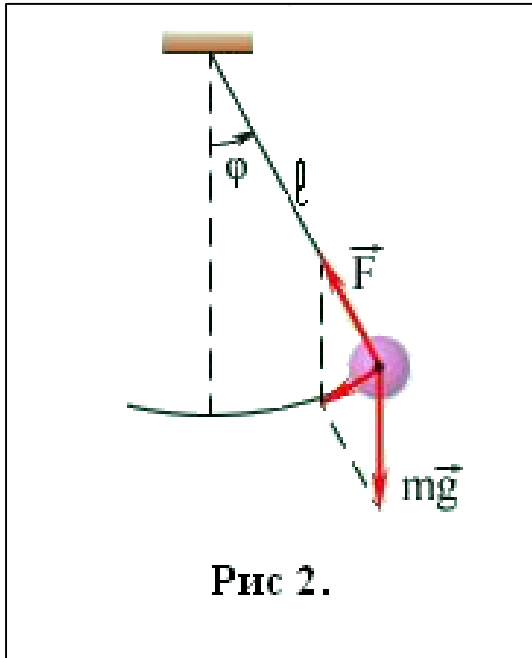
(8) da ning o'rniga uning (7)dagi ifodasini qo'yib va kichik burchaklar uchun $\sin \varphi \approx \varphi$ ekanligini hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = -\frac{mgd}{I} \cdot \varphi \quad (9)$$

(9) va (4)ni solishtirib, hamda (2)ni hisobga olib, qaralayotgan holatda fizik mayatnikning tebranishi garmonik tebranish ekanligini, uning xususiy kichik tebranishlarining davri esa quyidagi formula orqali aniqlanishini ko'ramiz:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (10)$$

Matematik mayatnik (2-rasm) deganda, vaznsiz, cho'zilmaydigan



ipga osilgan bir jinsli og'irlik kuchi maydonidagi moddiy nuqta tushuniladi. U amalda uzun ipga osilgan og'ir sharcha ko'rinishida qo'llaniladi.

Matematik mayatnik uchun $I = ml^2$ va $d = l$. Bularni (10) formulaga qo'yib, matematik mayatnikning garmonik tebranishlari davrini topamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{g}} \quad (11)$$

(10) va (11) larni solishtirib,

$$l_{\text{кел}} = \frac{I}{md}$$

kattalikni fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb atash mumkinligini ko'ramiz, chunki shunday uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davri berilgan fizik mayatnikniki bilan bir xil bo'ladi. Matematik yoki fizik mayatnikning tebranish davrini o'lchab va mayatnikning uzunligini (mos ravishda, keltirilgan uzunligini) bilgan holda, Yerning muayyan joyidagi erkin tushish tezlanishini aniqlash mumkin.

Tebranishlarning so'nishi deb vaqt o'tishi bilan tebranayotgan tizimning energiyasini yo'qotishi tufayli tebranishlar amplitudasining kamayib borishiga aytiladi.

Erkin so'nuvchi tebranishlarning differensial tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\beta \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = 0 \quad (12)$$

Bu yerda y - nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishi, β - so'nish koeffitsiyenti, ω_0 - xususiy tebranishlarning siklik chastotasi.

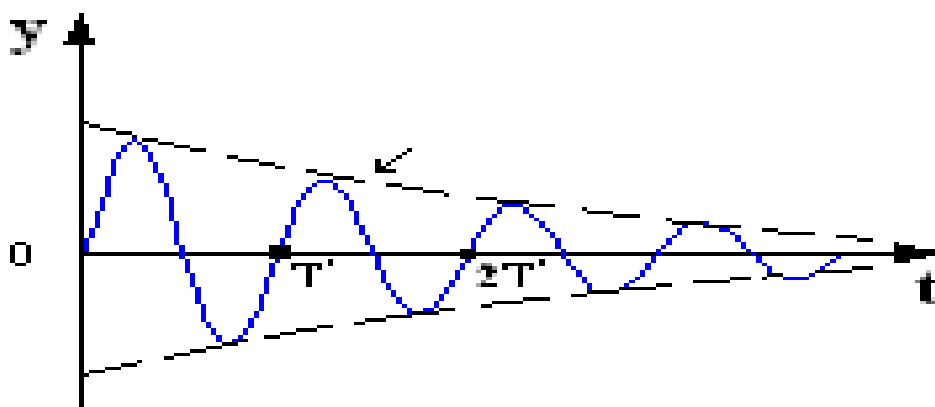
Differensial tenglamaning yechimi quyidagi ko'rinishga ega

$$y = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega' t + \varphi_0) \quad (13)$$

Bu yerda $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ - so'nuvchi tebranishlar chastotasi, A_0 va esa boshlang'ich holatga bog'liq bo'lgan doimiy kattaliklardir.

So'nuvchi tebranishlar davriy bo'lmaydi. Masalan, tebranuvchi kattalik ning biror vaqt momentidagi maksimal qiymati keyinchalik hech ham qaytarilmaydi. Lekin, so'nuvchi tebranishlarda kattalik teng vaqtlar oralig'idan keyin maksimal va minimal qiymatlarga erishadi:

$$T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} \quad (14)$$



Siljishning vaqtga bog'lanish grafigi

Shuning uchun va kattaliklar shartli ravishda davr (yoki shartli davr) va siklik chastota (shartli siklik chastota) deb ataladi.

Tebranishlar amplitudasi quyidagicha ifodalanadi:

$$A = A_0 e^{-\beta t} \quad (15)$$

bu yerda A_0 - boshlang'ich amplituda. So'nuvchi tebranishlar amplitudasi vaqt davomida kamayib boradi va bu kamayish so'nish koeffitsiyenti β qancha katta bo'lsa, shuncha tez bo'ladi.

Topshiriq: Mutlaq tekis gorizontaal sirtida yotgan prujinaga biriktirilgan kubning erkin tebranishlari siklik chastotasi uchun formula chiqaring.

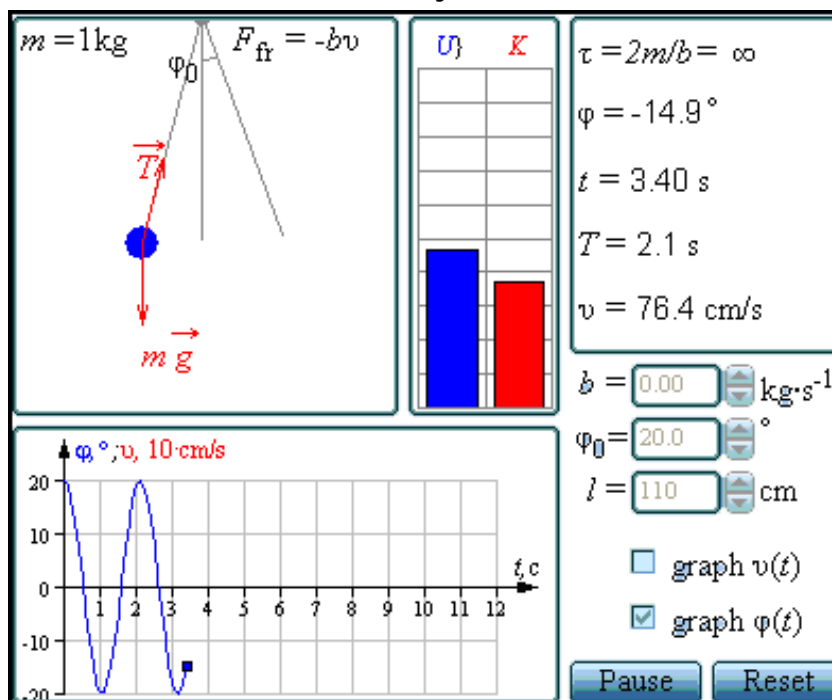
Ko'rsatma: Nyutonning ikkinchi qonuni formulasini yozing. Kubga ta'sir etuvchi barcha real kuchlarni unga kiriting. Hosil qilingan vektor tenglamani vertikal va gorizontaal o'qlarga proyeksiyalang. Tegishli almashtirishlarni bajarib, erkin tebranishlarning differensial tenglamasiga o'xshash tenglamani keltirib chiqaring. A ning oldida ko'paytuvchi bo'lib turgan o'zgarmas kattalikni siklik chastota kvadratiga tenglang va undan ω ni toping.

O'lchash usuli va tartibi

Sichqoncha yordamida monitor ekranining yuqori qismidagi "Start" tugmasini bosing.

Sichqoncha orqali matematik (garmonik) mayatnikli tajribani tanlang. Monitor ekranidan jismning harakat maydonini va tegishli kattaliklarni o'zgartirgich(regulyator)larni chizib oling (ular nimani o'zgartirishini ko'rsating).

1 – Tajriba.

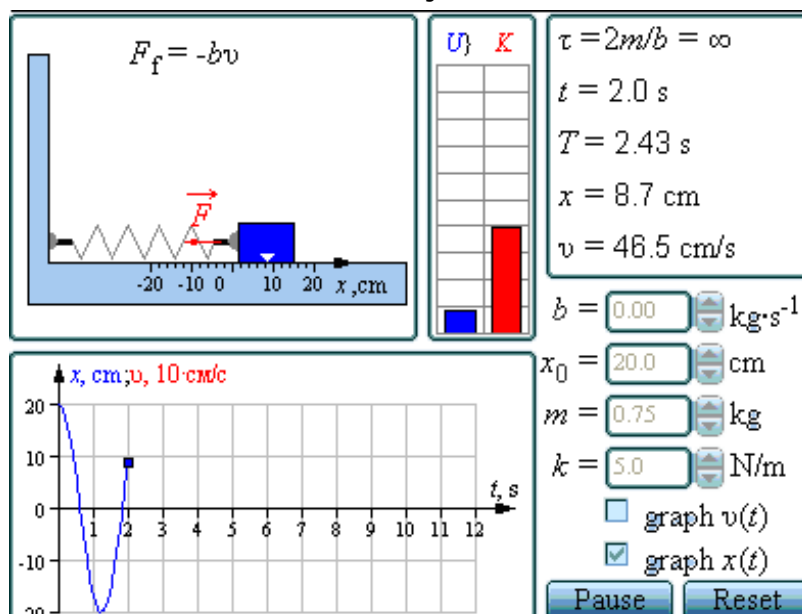


O'zgartirgichlar surilmalari yordamida ipning maksimal uzunligini, so'nish koeffitsiyenti va boshlang'ich og'ish burchagining qiymatlarini kiriting. Sizing brigadangiz uchun ushbu qiymatlar 1-jadvalda ko'rsatilgan. Sichqoncha yordamida monitor ekranining pastki qismidagi "Start" tugmasini bosib, burchak va tezlik grafiklarining chizilishini (yuqorida o'ngda) va mayatnikning harakatini kuzating. Harakatni klaviaturadagi "Pause" tugmasi bilan to'xtatib va probel tugmasi (klaviaturaning pastki qismidagi eng uzun tugma) bilan yana davom ettirib, ishlashni mashq qiling. Vaqtni (OX o'qi bo'ylab masshtabni hisobga olgan holda) o'lchang va to'liq tebranishlar sonini aniqlang.

O'qituvchidan o'lchashlarni bajarish uchun ruxsat oling.

Mayatnik ipini eng katta (130 sm) uzunlikda o'rnatib, N (3-5) marta to'la tebranish uchun ketgan t vaqt o'lchanadi va ipning uzunligini har safar 10 sm kamaytirib borib (90 sm uzunlikkacha), o'lchashlar takrorlanadi. Ipning uzunligi l va o'lchangan t vaqt 2-jadvalga yozib boriladi (jadval namunasi quyida ko'rsatilgan).

2 – Tajriba



Yukning maksimal massasini, shuningdek, so'nish koeffitsiyenti qiymati va boshlang'ich siljish qiymatini Sizning brigadangiz uchun 1-jadvalda ko'rsatilgandek o'rning. Bikrlik koeffitsiyenti()ni har safar $1H/\mathcal{M}$ miqdorga kamaytirib, 1-tajribada bajarilgan o'lchashlarni takrorlang.

1-Jadval. So'nish koeffitsiyenti, boshlang'ich og'ish burchagi (1-tajriba uchun) va boshlang'ich siljish (2-tajriba uchun) qiymatlari

Brigada raqami	β	α_0	X_0 (sm)	Brigada raqami	β	α_0	X_0 (sm)
1	0.08	20	10	5	0.08	14	7
2	0.07	18	9	6	0.07	16	8
3	0.06	16	8	7	0.06	18	9
4	0.05	14	7	8	0.05	20	10

2-Jadval. O'lchash natijalari (o'lchashlar va qatorlar soni =8)

O'lchash raqami	N=			
	l(m)	t(s)	T(s)	$T^2(s^2)$
1	1.5			
2	1.4			
...				
$g(m/s^2)$				

**3-Jadval. O'lchash natijalari (o'lchashlar va qatorlar soni =6)
Natijalar ustida ishlash va hisobot tayyorlash**

O'lchash raqami	N=				
	k(N/m)	t(s)	T(s)	$\omega(1/s)$	$\omega^2(1/s^2)$
1	5				
2	6				
...					

Talab qilingan kattaliklarni hisoblang hamda 2 va 3-jadvallarni to'ldiring. Quyidagi bog'lanishlar grafiklarini chizing:

- Matematik mayatnik tebranishlar davri kvadratining mayatnik ipi uzunligiga bog'liqligi;
- Prujinali mayatnik tebranishlar siklik chastotasi kvadratining prujina bikrligiga bog'liqligi.

$$T^2 = f(l) \text{ bog'lanish grafigining qiyaligi bo'yicha } g = 4\pi^2 \frac{\Delta l}{\Delta(T^2)}$$

formuladan foydalangan holda g ning qiymatini aniqlang. g ni aniqlashdagi mutlaq xatolikni baholang. Javoblar va grafiklarni tahlil qiling.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Tebranish deganda nimani tushunasiz?
2. Tebranishlar davriga ta'rif bering
3. Tebranishlar chastotasiga ta'rif bering.
4. Garmonik tebranishlarga ta'rif bering.
5. Garmonik tebranib o'zgaradigan kattaliklarning vaqtga bog'lanish qonunlarini yozing.
6. Garmonik tebranayotgan MNning harakat qonunini yozing.
7. Garmonik tebranishlar amplitudasiga ta'rif bering.
8. Garmonik tebranishlar fazasiga ta'rif bering.

9. Garmonik tebranishlar boshlang'ich fazasiga ta'rif bering.
10. Garmonik tebranishlar chastotasi va davrini bog'lovchi tenglamani yozing.
11. Garmonik tebranishlar chastotasi va siklik chastotasini bog'lovchi tenglamani yozing.
12. Garmonik tebranishlarda MN tezligining vaqtga bog'lanish formulasini yozing.
13. Garmonik tebranishlarda tezlik amplitudasi va siljish amplitudasini bog'lovchi tenglamani yozing.
14. Garmonik tebranishlarda MN tezlanishining vaqtga bog'lanish formulasini yozing.
15. Garmonik tebranishlarda tezlik amplitudasi va tezlanish amplitudasini bog'lovchi tenglamani yozing.
16. Garmonik tebranishlarda siljish amplitudasi va tezlanish amplitudasini bog'lovchi tenglamani yozing.
17. MN uchun erkin garmonik tebranishlar differensial tenglamasini yozing.
18. MN uchun erkin so'nuvchi tebranishlar differensial tenglamasini yozing.
19. So'nish koeffitsiyentini ta'riflang.
20. Matematik mayatnikka ta'rif bering.
21. Matematik mayatnikning erkin tebranishlari siklik chastotasi formulasini yozing.
22. Prujinali mayatnikka ta'rif bering.
23. Prujinali mayatnikning erkin tebranishlari siklik chastotasi formulasini yozing.
24. Majburiy tebranishlarda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?
25. Rezonans nima?
26. Qanday so'nishda rezonans keskinroq bo'ladi?

2.ELEKTR VA MAGNETIZM. OPTIKA

2.1 – laboratoriya ishi

Elektronning bir jinsli elektr maydonida harakati

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasidan ishning nazariyasi bilan tanishish (Savelyev I.V., t.2, §5, §73)

Ishning maqsadi:

- Yassi kondensatorning bir jinsli elektrostatik maydoni bilan tanishish;
- Kondensatorning elektr maydonida elektron harakatining interaktiv modeli bilan tanishish;
- Bir jinsli elektr maydonida nuqtaviy zaryadning harakat trayektoriyasini o'rganish;
- Elektr maydon kuchlanganligi va zarralar tezligining uchib borish vaqti va masofasiga ta'sirini o'rganish;
- Kondensator elektr maydonida zarra harakatining interaktiv modeli yordamida elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.

Qisqacha nazariya:

Zaryadlangan zarraning elektr maydonidagi harakati zamonaviy elektron asboblarda, jumladan, elektron dastasini og'diruvchi elektrostatik tizimdagi elektron-nur nay(trubka)larida keng qo'llaniladi.

Elektr zaryadi – ob'yektning elektr maydon hosil qilish va elektr maydon bilan ta'sirlashish qobiliyatini tavsiflovchi kattalik.

Nuqtaviy zaryad – elektr zaryadini tashuvchi moddiy nuqta (zaryadlangan MN) ko'rinishidagi mavhum ob'yekt (model).

Elektr maydoni – zaryadlangan ob'yektga elektr deb ataluvchi kuch ta'sir etadigan fazo sohasi.

Zaryadning asosiy xususiyatlari:

- additivlik (summalanish);
- invariantlik (barcha inersial sanoq tizimlarida bir xillik);

- diskretlik (orqali belgilanuvchi elementar zaryadning mavjudligi va barcha zaryadlarning shu elementar zaryadga karraligi: $q = Ne$, bu yerda N ixtiyoriy musbat yoki manfiy butun son);
- zaryadning saqlanish qonuniga bo'ysunishi (elektr izolatsiyalangan tizimdagi zaryadlar miqdori (summasi) o'zgarmas saqlanadi);
- musbat va manfiy zaryadlarning mavjudligi (zaryad algebraik kattalik).

Kulon qonuni ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchini aniqlaydi

$$\vec{F}_{12} = -\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}_{12},$$

bu yerda r - birinchi zaryaddan ikkinchi zaryadga yo'nalgan birlik vektor.

Elektr maydon kuchlanganligi maydonning vektor tavsifi hisoblanib, son jihatdan nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi \vec{F}_{el} kuchning, shu zaryad kattaligi q ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$$

Agar elektr maydon kuchlanganligi ma'lum bo'lsa, zaryadga ta'sir etuvchi kuch quyidagi formula orqali topiladi:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Bir jinsli maydon deb kuchlanganlik miqdor jihatdan ham, yo'nalish jihatdan ham barcha nuqtalarida bir xil bo'lgan maydonga aytiladi. Bir jinsli maydonning barcha nuqtalarida zaryadlangan zarraga ta'sir etuvchi kuch bir xil, shuning uchun Nyutonning ikkinchi qonuni orqali aniqlanadigan zarralar tezlanishi ham o'zgarmas bo'ladi (kichik tezliklarda, $v \ll c$ bu yerda – yorug'likning vakuumdagi tezligi):

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{el}}{m} = \frac{q}{m} \vec{E} = const \quad Y = \frac{at^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{q}{m} E \left(\frac{L}{V_{0x}} \right)^2, \quad v_Y = at = \frac{q}{m} E \frac{L}{V_{0x}},$$

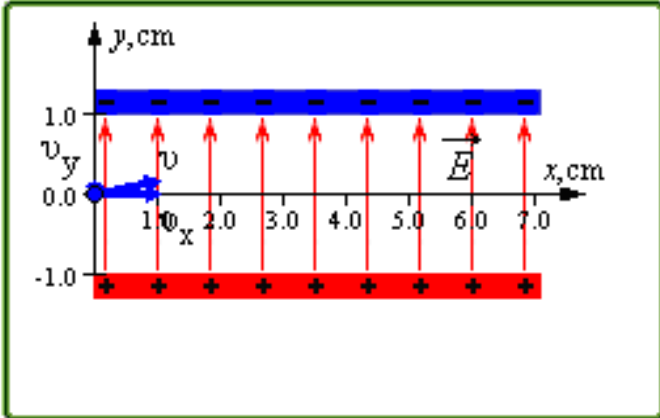
bu yerda Y - zarraning vertikal bo'ylab siljishi; g_y - zarra kondensatordan uchib chiqqan paytdagi tezlikning vertikal tashkil etuvchisi.

O'lchash usuli va tartibi

Rasmni diqqat bilan qarab chiqing va barcha rostagichlar hamda boshqa asosiy elementlarni toping. Ushbu laboratoriya ishida yassi kondensatorning elektr maydonida zaryadlangan zarraning (elektronning) harakatini ifodalovchi kompyuter modeli qo'llaniladi. Zarra boshlang'ich tezligining va tashkil etuvchilari qiymatini, shuningdek kondensator maydoni kuchlanganligining miqdorini va ishorasini o'zgartirish mumkin. Ekranida zarraning harakat trayektoriyasi namoyon bo'ladi va ixtiyoriy vaqt momentidagi zarraning koordinatalari hamda tezlikning tashkil etuvchilari qiymati chiqariladi.

Tajriba o'tkaziladigan maydonni va zarraning harakat trayektoriyasini chizing. "Run" tugmasini bosib, ekranida zarra harakatini kuzating.

O'qituvchidan o'lchashlarni bajarish uchun ruxsat oling.



$q = -1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

$x = 0.0 \text{ cm}$
 $y = 0.0 \text{ cm}$
 $v_x = 5.0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
 $v_y = 1.0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
 $t = 0.0 \text{ s}$

$v_{ox} =$ $\cdot 10^6 \text{ m/s}$ $E =$ kV/m

$v_{oy} =$ $\cdot 10^6 \text{ m/s}$

O'lchashlar

Sichqoncha kursorini E kuchlanganlikni rostlovchi yo'nalish-tugmalariga olib boring. Sichqonchani chap tugmasini bosib va uni bosilgan holda ushlab turib, E ni o'zgartiring. Sizning brigadangiz uchun 1-jadvalda ko'rsatilgan E ning son qiymatini o'rning.

Shu yo'l bilan , $\mathcal{G}_{0_x} = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, $\mathcal{G}_{0_y} = 0$ qiymatlarni o'rning. "Run" tugmasini bosib, zarra harakatini kuzating. ni oshirib borib, zarra kondensatordan uchib chiqadigan minimal qaymatni tanlang. Kondensator plastinkasi uzunligi (L) ning qiymatini yozing.

Zarraning kondensatordan uchib chiqish vaqtidagi harakat parametrlarini aniqlang. Son qiymatlarni ekrandan 2-jadvalga ko'chiring.

\mathcal{G}_{0_x} ni har safar $0.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ga oshirib, o'lchashlarni yana 5 marta takrorlang. Natijalarni 2-javdalga yozing.

1-jadval. Elektr maydon kuchlanganligi (Daftaringizga ko'chirmang)

Brigada	1	2	3	4	5	6	7	8
E [V/m]	100	200	300	400	-100	-200	-300	-400

2-jadval. O'lchash natijalari $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V/m}$, $L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

v_{0x} [ММ/с]							
Y[ММ]							
X[ММ]							
t [нс]							
v_x [ММ/с]							
v_y [ММ/с]							

Natijalar ustida ishlash va hisobot tayyorlash:

Alohida varaqlarga tajribadan olingan quyidagi bog'lanishlar grafiklarini chizing:

- kondensatordan uchib chiqishda vertikal siljish(Y) ning boshlang'ich tezlik teskari qiymati kvadrati $(1/g_{0x})^2$ ga bog'liqligi;
- kondensatordan uchib chiqishda tezlikning vertikal tashkil etuvchisi g_y ning boshlang'ich tezlik teskari qiymati $(1/g_{0x})$ ga bog'liqligi.

Har bir grafik uchun zarraning solishtirma zaryadi qiymatini toping.

Bunda birinchi grafik uchun $\frac{q}{m} = \frac{2}{EL^2} \frac{\Delta(Y)}{\Delta(\frac{1}{v_{0x}^2})}$ formuladan, ikkinchisi

uchun esa $\frac{q}{m} = \frac{1}{EL} \frac{\Delta(v_y)}{\Delta(\frac{1}{v_{0x}})}$ formuladan foydalaning.

Zarraning tajribadan topilgan solishtirma zaryadi o'rtacha qiymatini hisoblang.

Javobni yozing. Javob va grafiklar bo'yicha xulosa chiqaring.

Jadval bo'yicha elektronning solishtirma zaryadi $e/m = 1.76 \cdot 10^{11}$

Кл/кг.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Elektr zaryadiga ta'rif bering.
2. Elektr zaryadi quyidagi tasnif sinflarining qaysi biriga taalluqligini aniqlang:
 - harakat tasnifi
 - ta'sir tasnifi
3. Zaryadning barcha xossalarini sanab bering.
4. Zaryadning diskretlik xossasini tushuntiring.
5. Zaryadning additivlik xossasini ta'riflang.
6. Zaryadning invariantlik xossasini tushuntiring.
7. Ikkita qo'zg'almas zaryadning o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi Kulon qonunini yozing.
8. Elektrostatik (elektr) maydonga ta'rif bering.
9. Elektr maydon kuchlanganligini ta'riflang.
10. Elektr maydon kuchlanganligini ifodalovchi formulani yozing.
11. Berilgan kuchlanishdagi elektr maydonda nuqtaviy zaryadgata'sir etuvchi elektr kuchini ifodalovchi formulani yozing.
12. Koordinatalar boshida joylashgan nuqtaviy zaryad uchun elektr maydon kuchlanganligi formulasini yozing.
13. Elektr maydon uchun superpozitsiya prinsipini tushuntiring.
14. Elektr maydon potensialini ta'riflang.
15. Koordinatalar boshida joylashgan nuqtaviy zaryad uchun elektr maydon potentsiali formulasini yozing.
16. Qanday maydon bir jinsli hisoblanadi?
17. Yassi kondensatorning sig'imi formulasini yozing.
18. Yassi kondensator plastinkalari orasida qanday maydon mavjud bo'ladi?
19. Elektronning yassi kondensator plastinkalari orasidagi harakat trayektoriyasi qanday shaklda bo'ladi?

2.2 – Laboratoriya ishi.

Nuqtaviy zaryadlarning elektr maydoni.

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi bilan tanishing (Savelyev, t.2 §5-10).

Ishning maqsadi

- Nuqtaviy manbalarning elektr maydonini modellashtirish bilan tanishish.
- Nuqtaviy zaryad va elektr dipoli(ED)ning elektr maydonlari qonuniyatlarining tajribada tasdiqlanishi.
- Elektr doimiysining qiymatini tajribada aniqlash.

Qisqacha nazariya

Qo'zg'almas zaryadlarning elektr maydoni elektrostatik maydon deyiladi. U vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Elektrostatik maydon faqat elektr zaryadlari tomonidan hosil qilinadi. U zaryadlar atrofini o'rab turuvchi fazoda hosil bo'ladi va ular bilan chambarchas bog'langan. "Zaryad" deb zaryadlangan zarrachaga, "nuqtaviy zaryad" deb esa elektr zaryadiga ega bo'lgan moddiy nuqtaga aytiladi.

Elektr zaryadining asosiy xossalari:

1. Eng asosiy xususiyati – 2 turda, ya'ni, "musbat" va "manfiy" turlarda mavjud bo'lishidir. Bir xil ishorali zaryadlar itarishadi, har xil ishorali zaryadlar tortishadi.
 2. Zaryad diskret bo'lib, har bir jismning zaryadi miqdor jihatdan elektron zaryadiga ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$) karralidir.
 3. Zaryad invariantdir, ya'ni uning qiymati ixtiyoriy inersial sanoq tizimida bir xil.
 4. Zaryad additivdir, ya'ni, jismlar tizimining zaryadi alohida olingan jismlar zaryadlarning yig'indisiga teng.
 5. Zaryad saqlanadi – izolatsiyalangan (yopiq) jismlar tizimining to'la elektr zaryadi bu tizimda sodir bo'ladigan jarayonlarda o'zgarmaydi.
- Nuqtaviy zaryadlar Kulon qonuni bo'yicha o'zaro ta'sirlashadi

$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^3} \cdot \vec{r}$$

bu yerda \vec{r} – birlik radius vektor bo‘lib, zaryadlarni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab yo‘nalgan.

Elektr maydon kuchlanganligi nuqtaviy zaryadga maydon tomonidan ta‘sir etuvchi kuchning shu zaryad miqdoriga nisbatiga teng.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi:

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}$$

EM grafik ko‘rinishda kuchlanganlik chiziqlari yoki kuch chiziqlari orqali ta‘svirlanadi. Kuch chiziqlari deb, shunday chiziq'larga aytiladiki, ularning har bir nuqtasiga o‘tkazilgan urinma vektorning yo‘nalishi bilan mos tushadi.

EM uchun superpozitsiya prinsipi bajariladi: bir necha manba hosil qilgan EM kuchlanganligi, har bir manba hosil qilgan maydon kuchlanganligi vektorlarining geometrik yig‘indisiga teng.

$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i$$

EM kuchlanganlik vektori oqimi deb, EM kuchlanganligi bilan sirt elementining skalyar ko‘paytmasidan biror S sirt bo‘ylab olingan integralga aytiladi:

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} d\vec{S}$$

bunda $d\vec{S}$ vektor sirtga tushirilgan normal bo‘ylab yo‘nalgan.

EM uchun Ostrogradskiy - Gauss teoremasi:

Yopiq S sirt orqali kuchlanganlik vektori oqimi, shu sirt ichidagi zaryad yig‘indisiga proporsionaldir

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i$$

Berilgan nuqtada EM potentsiali deb, birlik musbat zaryadni berilgan nuqtadan cheksizlikka ko'chirishda bajarilgan ishga miqdor jihatdan teng bo'lgan skalyar kattalikka aytiladi:

$$\varphi = \frac{A_{1\infty}}{q} \text{ yoki } \varphi(r) = \int_{r_1}^{\infty} \vec{E} d\vec{r}$$

Kuchlanganlik va potentsial o'rtasidagi bog'lanish:

$$\vec{E} = -grad\varphi$$

bu yerda gradiyent operatori

$$grad = \left\{ \frac{\partial}{\partial x}; \frac{\partial}{\partial y}; \frac{\partial}{\partial z} \right\} = \vec{\nabla}$$

Dipol turli ishorali, modul jihatdan teng 2 ta zaryaddan iborat bo'lgan, bir – biridan masofada joylashgan va o'zaro bog'langan tizimdir (\vec{l} - dipol yelkasi bo'lib, manfiy zaryaddan musbat zaryad tomon yo'nalgan).

Dipol momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\vec{p} = q\vec{l}$$

\vec{p} vektor manfiy zaryaddan musbat zaryad tomon yo'nalgan.

Dipolning EM kuchlanganligi maydonlar superpozitsiya prinsipini qo'llash orqali topiladi:

1. Umumiy holda,

$$E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \alpha},$$

bunda r – dipol markazidan maydon kuchlanganligi aniqlanayotgan nuqtaga o'tkazilgan radius vektor qiymati, α - r va dipol yelkasi orasidagi burchak.

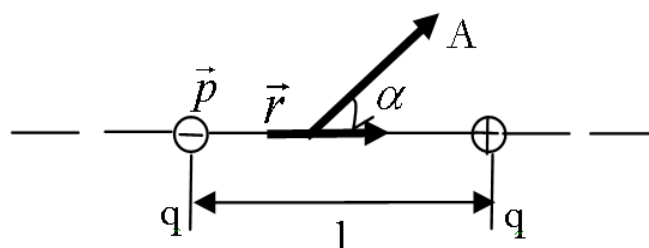
2. Xususiy hollarda:

a) dipol o'qida yotgan nuqtada ($\alpha = 0$)

$$E = \frac{p}{2\pi\epsilon_0 r^3}$$

b) dipol yelkasining o'rtasiga tushirilgan perpendikularda yotgan nuqtada

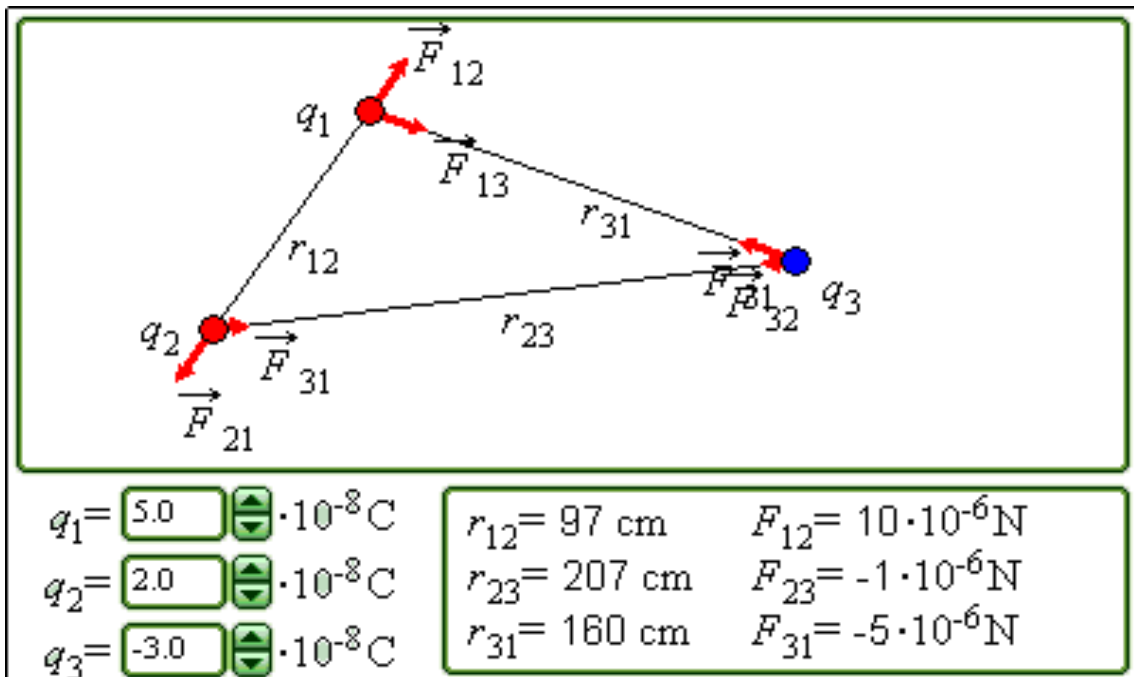
$$\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right) \quad E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$



O'lchash usuli va tartibi

Ushbu laboratoriya ishida elektr maydonlarining superpozitsiya prinsipini tasvirlab beruvchi kompyuter modelidan foydalaniladi. 3 ta nuqtaviy zaryaddan iborat tizimda har ikki zaryad uchinchisi borligidan qat'iy nazar o'zaro Kulon qonuniga asosan ta'sirlashadi. Uchta zaryadning qiymati, ishorasi va orasidagi masofasini o'zgartirish mumkin. Zaryadlarni ko'chirish kursorni tanlangan zaryad ustiga qo'yib, sichqonchani chap tugmasini bosish orqali amalga oshiriladi. Displayda o'zaro ta'sir kuchining qiymati ko'rinadi. Ta'sir kuchining musbat qiymatiga zaryadlangan zarralarning itarilishi, manfiy qiymatiga esa tortishish mos keladi.

Rasmni diqqat bilan qarab chiqing va keraklisini daftaringizga chizib oling.



1 – jadval. O‘lchash natijalari (9ta ustun)

(cm) =	20	30	...	100
$1/r^2, \text{ m}^{-2}$				
$E_1, \text{ B/m}$				
$E_2, \text{ B/m}$				
$E_3, \text{ B/m}$				
$E_4, \text{ B/m}$				

2 – jadval.

q_1 zaryadning qiymatlari (10^{-8} Kl) (ko'chirib olmang)

Brigadalar				
1 и 5	4	6	8	10
2 и 6	4	5	9	10
3 и 7	-4	-5	-7	-9
4 и 8	-4	-6	-8	-10

Namunadan foydalanib 1- jadvalni tayyorlang.

Xuddi 1–jadvalga o'xshash 3 va 4 –jadvallarni ham tayyorlang, faqat ularda 2–qator boshqacha bo'lib, uning mazmuni keying bo'limda beriladi.

O'lchashlarni bajarish uchun o'qituvchidan ruxsat oling.

O'lchashlar

1 – tajriba. Nuqtaviy zaryad maydonini tekshirish

"Sichqoncha" bilan q_1 zaryadni ushlab harakatlantiring va uni tajriba maydonining chap chegarasi yaqiniga joylashtiring.

Birinchi zaryadning qiymatini o'zgartiruvchi surilmani "sichqoncha" yordamida harakatlantirib, Sizning brigadangiz uchun 2–jadvalda ko'rsatilgan zaryad qiymatini o'rnating.

q_3 zaryadni birinchi zaryad tagiga joylashtiring va unga 0 qiymat bering.

q_2 zaryadning qiymatini 10^{-8} Kl ga teng qilib o'rnating.

"Sichqoncha"ning chap tugmasini bosib, q_2 zaryadni o'ng tomon siljiting va birinchi zaryadgacha bo'lgan r_{12} masofani 1-jadvalda berilgan qiymatda qo'ying. $E_1 = \frac{F_{12}}{q_2}$ ning berilgan nuqtalarda o'lchangan qiymatlarini 1 – jadvalning tegishli qatoriga kiriting. Tajribani q_1 zaryadning 2 – jadvalda ko'rsatilgan boshqa uchta qiymati uchun takrorlang va E_2 , E_3 , E_4 larning qiymatini 1 – jadvalga yozing.

2 – tajriba. Dipol maydonini tekshirish.

"Sichqoncha" bilan dipolning ikkinchi zaryadi (q_3) qiymatini o'zgartiruvchi surilmani harakatlantiring va 2 –jadvalda brigadangiz uchun ko'rsatilgan zaryad miqdorini ishorasini o'zgartirgan holda qo'ying.

q_3 zaryadni shunday siljitingki, dipolning elektr momenti vertikal bo'lsin, dipol yelkasi ($L = l_3$) esa 10 sm ga teng bo'lsin.

"Sichqoncha"ning chap tugmasini bosib turgan holda ikkinchi zaryadni dipol o'qi bo'ylab siljiting.

Dipol o'qidan 1–jadvalda ko'rsatilgan (r) masofada $E_1 = \frac{F_{12}}{q_2}$, $L = r_{12}$ ning qiymatlarini o'lchang va 3 – jadvalga kiriting (3–jadval 1–jadvalga o'xshash bo'ladi, faqat 2-qatorda ($1/r^3$, M^{-3}) yoziladi).

Tajribani q_1 (va q_3) zaryadning 2–jadvalda ko'rsatilgan boshqa uchta qiymati uchun takrorlang va E_2 , E_3 , E_4 larning qiymatini 3 – jadvalga yozing.

Natijalar ustida ishlash va hisobot tayyorlash

1 va 3-jadvallarning ikkinchi qatoridagi qiymatlarni hisoblang va yozing.

Alohida bir varaqqa nuqtaviy zaryad EM kuchlanganligi (YE) bilan masofa kvadratining teskari qiymati ($1/r^2$) bog'liqlanishi grafigini chizing.

Ikkinchi varaqqa dipol o'qidagi EM kuchlanganligi (YE) bilan masofa kubining teskari qiymati ($1/r^3$) bog'liqlanishi grafigini chizing.

Har bir grafikdagi qiyalik burchagi tangensi bo'yicha elektr doimiysini

$$\varepsilon_0 = \frac{q_1}{4\pi} \frac{\Delta\left(\frac{1}{r^2}\right)}{\Delta(E)}$$

formula bo'yicha birinchi chizmadan,

$$\varepsilon_0 = \frac{p}{4\pi} \frac{\Delta\left(\frac{1}{r^3}\right)}{\Delta(E)}$$

formula bo'yicha ikkinchi chizmadan (r ning katta qiymatlari uchun) aniqlang

Elektr doimiysining o'rtacha qiymatini hisoblang.

Javoblarni yozing. Javoblar va grafiklarni tahlil qiling.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Elektr maydoni (EM) deb nimaga aytiladi?
2. EM manbalarini ayting.
3. Zaryadning asosiy xossalarini ayting va tushuntiring.
4. Zaryadlar o'rtasida qanday kuch ta'sir etadi?
5. EM kuchlanganlik chiziqlariga ta'rif bering. Ular nima uchun chiziladi?
6. Kulon qonunini yozing.
7. Nuqtaviy zaryad uchun maydon kuchlanganligi formulasini yozing.
8. EM uchun superpozitsiya prinsipini ta'riflang.
9. EM oqimi ta'rifini ayting.
10. EM uchun Gauss teoremasini ta'riflang va yozing.
11. Elektr dipoli deb nimaga aytili?
12. Dipol (elektr) momenti formulasini yozing va izohlang.

13. Dipol o'qidagi EM kuchlanganlik formulasini yozing va ta'riflang.
14. Tokli o'ramning magnit momenti deganda nimani tushunasiz?
15. Dipol markazi orqali o'tuvchi maydon chiziqlari qanday shaklga ega?
16. EM potentsiali nima va undan nima uchun foydalaniladi?
17. Gradiyent nima?

2.3 – Laboratoriya ishi O'zgarmas tok qonunlari

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasidan ishning nazariyasi bilan tanishing (Savelyev I.V., t.1, §§ 34-36).

Ishning maqsadi:

- O'zgarmas elektr toki zanjirlarini kompyuterda modellashtirish prinsiplari bilan tanishish;
- Elektr zanjirining yaratilgan modelidan foydalanib Om va Kirxgof qonunlarini o'rganish
- Asosiy qonunlar yordamida o'zgarmas elektr toki zanjiri tavsiflarini aniqlash.

Qisqacha nazariya:

Tok kuchini aniqlash $I = \frac{dq}{dt}$.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni: bir jinsli (chetki kuchlar mavjud bo'lmagan) metal o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi o'tkazgichdagi kuchlanish tushuvi (U) ga to'g'ri proporsional, o'tkazgichning elektr qarshiligi (R) ga teskari proporsionaldir

$$I = \frac{U}{R}$$

Rezistor deb ma'lum o'zgarmas qarshilikka ega bo'lgan qurilmaga aytiladi.

Rezistordagi kuchlanish $U_R = IR$

Zanjirning bir jinsli bo'lmagan qismi uchun Om qonuni

$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$, bu yerda φ_1 va φ_2 - zanjir qismi uchlaridagi potentsiallar, R -zanjirning mazkur qismiga ta'sir etayotgan EYUK.

Berk zanjir uchun Om qonuni $I = \frac{\varepsilon}{R}$, bu yerda ε -zanjirdagi

EYUKlar yig'indisi, R - zanjirdagi qarshiliklar yig'indisi.

Tarmoqlangan zanjir deb tugunlarga ega bo'lgan elektr zanjiriga aytiladi. Tugun deb esa ikkitadan ko'p o'tkazgichlar tutashgan nuqtaga aytiladi. Tugun tomon kelayotgan toklar musbat, tugundan chiqayotgan toklar manfiy deb hisoblanadi.

Kirxgofning birinchi qoidasi: tugunda uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasi: Zanjirdan xayolan ajratib olingan istalgan yopiq konturdagi kuchlanishlar tushishining algebraik yig'indisi, shu konturda ta'sir qilayotgan EYUK ning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi

$$\sum_{k=1}^n I_k R_k = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

Tarmoqlangan zanjirni tahlil qilishda, barcha ketma-ket ulangan elementlar orqali bir tugundan ikkinchisiga oqayotgan toklarni bir xil indeks bilan belgilash lozim. Har bir tokning yo'nalishi ixtiyoriy ravishda tanlanadi.

Kirxgofning ikkinchi qoidasi asosida tenglamalar tuzishda, tanlangan aylanib chiqish yo'nalishiga qarab, tok va EYUK lar musbat yoki manfiy ishorali deb olinadi:

- agar tokning yo'nalishi aylanib chiqish yo'nalishi bilan mos tushsa, tokni musbat deb, qarama-qarshi bo'lsa manfiy deb hisoblash qabul qilingan;
- agar EYUK ning ta'sir yo'nalishi (u hosil qilayotgan tokning yo'nalishi) aylanib chiqish yo'nalishi bilan mos tushsa, EYUK musbat ishorali deb hisoblanadi.

Kirxgofning birinchi qoidasi asosidagi **tenglamalar soni** zanjirdagi tugunlar sonidan bitta kam bo'lishi kerak. Kirxgofning ikkinchi qoidasi asosidagi mustaqil tenglamalar soni shunday bo'lishi kerakki, bunda tenglamalarning umumiy soni turli toklar soniga teng bo'lishi lozim. Har bir yangi kontur hech bo'lmaganda oldin ko'rib chiqilgan konturlarga kirmagan zanjirning bir qismini o'z ichiga olishi kerak.

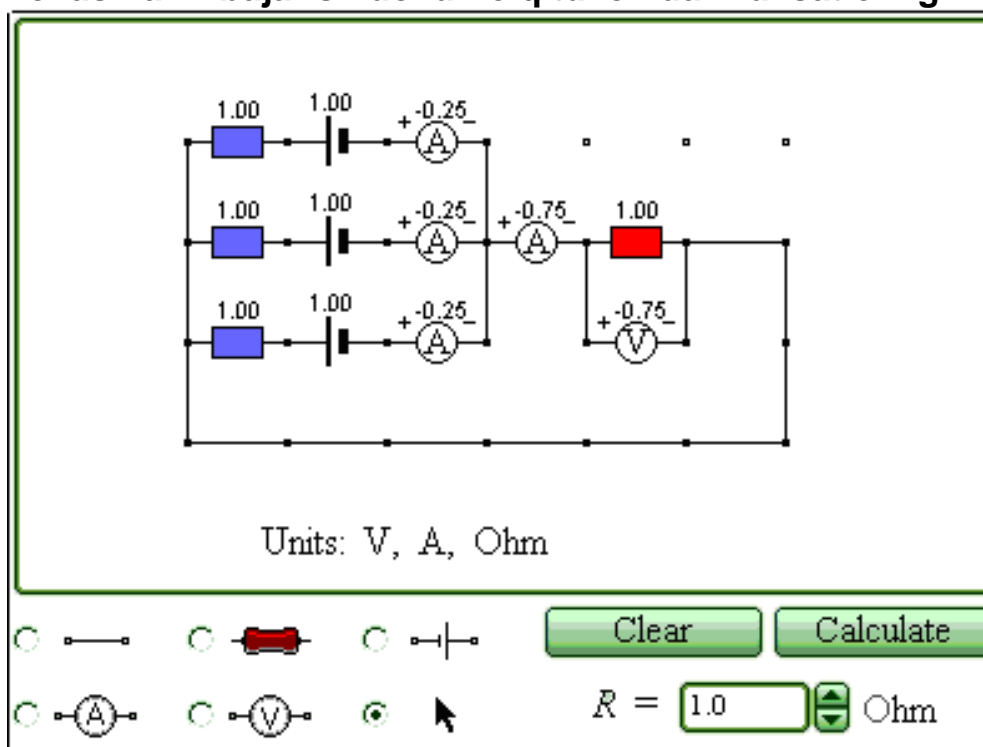
O'lchash usuli va tartibi

Ushbu laboratoriya ishida bitta rezistorga parallel ulangan uchta EYUK manbasi mavjud bo'lgan tarmoqlangan oddiy elektr zanjiri modeli tekshiriladi.

Rasmni diqqat bilan o'rganib chiqing, barcha regulyatorlar va boshqa asosiy elementlarni toping va ularni daftaringizga chizib oling.

Manbalarni tagma-tag joylashtirib, har bir manbaning ichki qarshiligi mavjudligini hisobga olgan holda konspektingizga zanjirning ekvivalent sxemasini chizing. Zanjirning har bir qismidagi toklarning yo'nalishini, EYUK ishoralarini va har qaysi yopiq konturni aylanib chiqish yo'nalishlarini ko'rsating. Zanjirning har bir qismidagi tokni topish uchun tenglamalar tizimini tuzing.

O'lchashlarni bajarish uchun o'qituvchidan ruxsat oling.



O'lchashlar:

1. Ekranda berilgan ekvivalent zanjirni yig'ing. Buning uchun dastlab sichqonchanning chap tugmasi yordamida ekranning pastki qismidagi EYUK tugmasini bosing. Sichqoncha kursorini ekranning nuqtalar joylashgan ishchi qismiga siljiting. Ushbu laboratoriya ishi qo'llanmasidagi sxema chizmasiga qarab ishni davom ettiring. Birinchi EYUK manbasi joylashadigan ekranning ishchi qismiga kursorni keltirib, sichqonchanning chap tugmasini bosing. Sichqoncha kursorini bir katak

pastga siljiting va birinchi manba joylashgan joy tagida chap tugmani yana bir marta bosning. Bu yerda ikkinchi EYUK manbasi paydo bo'ladi. Uchinchi manbani ham shu tartibda joylashtiring.

2. Har bir manbaga ketma-ket qilib uning ichki qarshiligini ko'rsatuvchi rezistorni (ekranning pastki qismidagi R tugmasini bosgan holda) va ampermetrni (o'sha joydagi A tugmani bosgan holda) joylashtiring. Shundan keyin yuklanish rezistorini va unga ketma-ket qilib ampermetrni joylashtiring. Yuklanish rezistori tagida undagi kuchlanishni o'lchovchi voltmeterni joylashtiring.

3. Birlashtiruvchi simlarni ulang. Buning uchun ekranning pastki qismidagi simlar tugmasini bosning va sichqoncha kursorini sxemaning ishchi zonasiga suring. Kursorni sim o'tishi kerak bo'lgan joyga keltirib sichqonchani chap tugmasini bosning.

4. Har bir element uchun parametrlar qiymatini belgilang. Buning uchun kursorni strekka tugmaga keltirib, sichqonchani chap tugmasini bosning. Keyin berilgan elementni bosib belgilang. Sichqoncha kursorini regulyatorning surgichiga olib boring va sichqonchani chap tugmasini bosning hamda uni bosilgan holda ushlab turib, parametr kattaligini o'zgartiring va Sizing brigadangiz uchun 1-jadvalda berilgan son qiymatini o'rnating.

5. Yuklanish rezistori qarshiligini $R=1$ Om qilib o'rnating. Barcha toklarni va yuklanishdagi kuchlanish qiymatlarini ("Hisoblash" tugmasini sichqoncha yordamida bosib) o'lchang va ularni 2-jadvalga yozing. R qarshilikni o'zgartirib, parametrlarni o'lchashni takrorlang va 2-jadvalni to'ldiring.

1-jadval. Manbalardagi EYUK va ichki qarshiliklarning qiymatlari (chizib olmang)

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ [В]	3,7,-2	4,-3,-8	3,6,-4	6,-2,-8	-6,5,8	5,8,-4	-4,6,-7	8,-4,6
R_1, R_2, R_3 [Ом]	2,1,1	1,3,1	2,1,2	1,1,2	2,1,1	1,2,1	1,1,2	1,3,1

2-jadval. O'lchash natijalari

R[Om]	I ₁ [A]	I ₂ [A]	I ₃ [A]	I [A]	U [B]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

3-jadval. Hisoblash natijalari

I ₁ [A]	I ₂ [A]	I ₃ [A]	I [A]

Olingan natijalar ustida ishlash va hisobot tayyorlash

- Tuzgan zanjiringiz bo'yicha barcha toklar uchun umumiy ko'rinishda tenglamalar tizimining yechimini yozing.
- Yuklanish qarshiliklarining har biri uchun barcha toklarning qiymatlarini hisoblang va 3-jadvalga yozing.
- Yuklanishdagi kuchlanish tushuvi(U)ning undan o'tayotgan tok(I)ga bog'lanish grafigini chizing.
- Grafik asosida xulosalar chiqaring.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
2. Tok kuchiga ta'rif bering.
3. Potensiallar farqi (kuchlanish)ga ta'rif bering.
4. Rezistor nima?
5. Ketma-ket ulangan rezistorlar qarshiligini hisoblash formulasini yozing.
6. Parallel ulangan rezistorlar qarshiligini hisoblash formulasini yozing.
7. Zanjirning bir qismi uchun Om qonunini yozing va uni Om qonunining differensial shakli bilan solishtiring.
8. Zanjirning qanday qismi bir jinsli emas deb hisoblanadi?
9. Zanjirning bir jinsli bo'lmagan qismi uchun Om qonunini yozing.
10. EYUK manbasining qanday tavsiflari mavjud?
11. Kirxgofning birinchi qonunini ta'riflang. Unda zaryadning qanday xususiyati ifodalangan?
12. Kirxgofning birinchi qonunini ifodalovchi formulani yozing.
13. Kirxgofning ikkinchi qonunini ta'riflang.
14. Kirxgofning ikkinchi qonunini ifodalovchi formulani yozing.
15. Elektr zanjirining tuguni deganda nimani tushunasiz?
16. To'liq elektr zanjiri nima?

2.4 – Laboratoriya ishi

O'zgarmas tok manbalarining elektr yurituvchi kuchi va ichki qarshiligi. To'liq zanjir uchun Om qonuni.

Ishning maqsadi:

Tok manbaining ichki qarshiligini va elektr yurituvchi kuchini aniqlash.

Qisqacha nazariya.

O'zgarmas tok manbalari o'tkazgichda elektr tokini hosil qiladi. Bunday qurilmada zaryadlarga Kulon kuchidan farq qiluvchi boshqa kuchlar ta'sir etishi kerak. Birgina elektrostatik kuchlar (Kulon kuchlari) zanjirda o'zgarmas tokni saqlab tura olmaydi. Elektrostatik (Kulon) kuchlaridan tashqari zaryadlangan zarralarga ta'sir etayotgan barcha boshqa kuchlar chetki kuchlar deyiladi. Kontur bo'ylab zaryadni ko'chirishda chetki kuchlar bajargan ish(ning shu zaryadga nisbati manbaining elektr yurituvchi kuchi (EYUK) deyiladi

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{uem}}}{q} \quad (1)$$

EYUK ham kuchlanish kabi voltlarda o'lchanadi.

Ish – energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish o'lchovidir. Demak, manbada chetki energiya elektr maydon energiyasiga aylanadi

$$W = \varepsilon \cdot q \quad (2)$$

Zaryad zanjirning tashqi qismida harakatlenganda manba tomonidan hosil qilingan va saqlab turilgan statsionar maydon energiyasiga aylanadi

$$W_1 = U_m \cdot q \quad (3)$$

Zanjirning ichki qismida esa

$$W_2 = U \cdot q \quad (4)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$W = W_1 + W_2 \quad \text{yoki} \quad \varepsilon \cdot q = U_m \cdot q + U \cdot q \quad (5)$$

q ga qisqartirib, quyidagini hosil qilamiz

$$\varepsilon = U_m + U \quad (6)$$

ya'ni, EYUK zanjirning tashqi va ichki qismidagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng.

Agar zanjir berk bo'lmasa $U_m = 0$, unda EYUK manbaining uchlaridagi kuchlanishga teng

$$\varepsilon = U \quad (7)$$

tenglikka U_m ning ifodasini qo'yib va zanjirning bir jinsli qismi uchun Om qonunidan foydalanib

$$U_m = I \cdot R, \quad U = I \cdot r$$

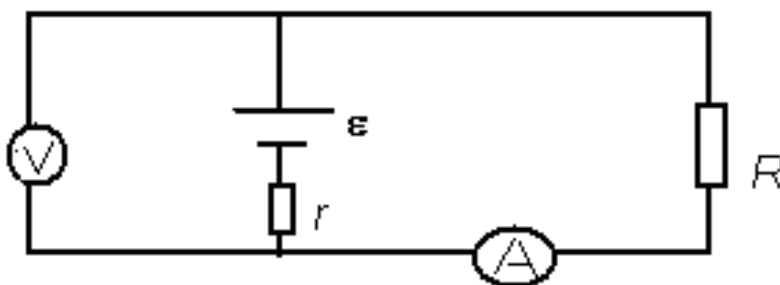
quyidagini hosil qilamiz

$$\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r = I(R + r) \quad (8)$$

Bundan

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (9)$$

Shunday qilib, zanjirdagi tok kuchi manba elektr yurituvchi kuchining zanjirdagi tashqi va ichki qarshiliklar yig'indisiga nisbati bilan aniqlanadi. Bu to'liq yoki berk zanjir uchun Om qonunidir.



Tok kuchlarining qiymatlari I_1 va I_2 hamda turli R lar uchun reostatdagi kuchlanish tushuvlari ma'lum bo'lsin (1-rasm). EYUK uchun quyidagini yozish mumkin

$$\varepsilon = J_1(R_1 + r) \text{ va } \varepsilon = J_2(R_2 + r)$$

Bu ikki tenglikning o'ng tomonlarini tenglashtirsak

$$J_1(R_1 + r) = J_2(R_2 + r)$$

yoki

$$J_1 R_1 + J_1 r = J_2 R_2 + J_2 r$$

$$J_1 r - J_2 r = J_2 R_2 - J_1 R_1$$

$J_1 R_1 = U_1$ va $J_2 R_2 = U_2$ bo'lganligi uchun, oxirgi tenglikni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$(J_1 - J_2)r = U_2 - U_1$$

Bundan:

$$r = \frac{U_2 - U_1}{J_1 - J_2}$$

Ishni bajarish tartibi

1-jadval. Reostatdagi qarshilik qiymatlari (R, om) (daftaringizga ko'chirmang)

2-

Бригады					
1 и 5	0.5 и 1	1.5 и 2	2.5 и 3	3.5 и 4	4.5 и 5
2 и 6	0.7 и 1.2	0.9 и 1.4	1.1 и 1.6	1.3 и 1.9	1.5 и 2.1
3 и 7	2 и 3	4 и 5	6 и 7	6.5 и 7.5	8 и 8.5
4 и 8	1 и 3	2 и 4	2.5 и 3.5	3 и 5	4 и 6

jadval. O'lchash natijalari.

R, Ом	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
U, В										
J, А										
R, Ом										

Namunadan foydalanib, 2-jadvalni tayyorlang.

O'qituvchidan o'lchashlarni bajarish uchun ruxsat oling.

- 1-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha zanjir yig'ing. Reostat qarshiligini o'z brigadangiz uchun 1-jadvalda belgilangan qiymatga tenglashtiring. Batareyadagi EYUK 1.5 V, ichki qarshilik 3 Om.
2. Reostatdagi kuchlanishni va tok kuchini "rasschitat" tugmasini bosib o'lchang. O'lchash asboblarning ko'rsatishini yozib oling.
3. Reostatning qarshiligini o'zgartiring va tok kuchi hamda kuchlanishning boshqa qiymatlarini yozib oling.

4. Reostat qarshiligining 10 ta turli qiymati uchun tok kuchi va kuchlanishni o'lchang. Olingan qiymatlarni 2-jadvalga yozing.
5. (11) formula bo'yicha ichki qarshilikni hisoblang.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Qanday kuchlar chetki kuchlar deyiladi?
2. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi nima?
3. Berk bo'lmagan tashqi zanjirda manbaining elektr yurituvchi kuchi nimaga teng?
4. To'liq zanjir uchun Om qonunini ta'riflang.
5. Tok manbaining ichki qarshiligi nima?
6. Berk zanjirning to'la qarshiligi nimaga teng?
7. Batareya qisqa tutashuv tokining kuchi qanday aniqlanadi?

2.5 – Laboratoriya ishi. Magnit maydoni

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi bilan tanishing (Savelyev I.V., t.2, §39-47).

Ishning maqsadi.

- Turli manbalarning magnit maydonini modellashtirish bilan tanishish.
- To'g'ri tok va tokli o'ram (kontur) uchun magnit maydon qonuniyatlarining tajribada tasdiqlanishini tekshirish.
- Magnit doimiysi qiymatini tajriba orqali aniqlash.

Qisqacha nazariya.

Magnit maydoni (MM) deb, elektr jihatdan neytral bo'lgan tokli o'tkazgichga magnit deb ataluvchi kuch ta'sir etayotgan fazo qismiga aytiladi. Elektr zaryadiga ega bo'lgan harakatlanayotgan zarracha (zaryad) MMning manbasi hisoblanadi, bu zaryad shuningdek, elektr maydonini ham hosil qiladi.

Agar biror harakatlanayotgan zaryadli zarra (N_1 zaryad) yaqinida, xuddi shunday (v) tezlik bilan harakatlanayotgan ikkinchi zaryadli

zarra (N_2 zaryad) mavjud bo'lsa, u holda ikkinchi zaryadga 2 ta kuch - F_{el} elektr (Kulon) kuchi va elektr kuchidan marta kichik bo'lgan F_m magnit kuchi ta'sir etadi (bu yerda s - yorug'lik tezligi).

Deyarli barcha tokli o'tkazgichlar uchun kvazineytrallik prinsipi bajariladi: ya'ni, o'tkazgich ichida zaryadli zarralarning mavjud bo'lishiga va harakatlanishiga qaramay, uning ixtiyoriy (uncha kichik bo'lmagan) bo'lagida elektr zaryadlarining yig'indisi 0 ga teng bo'ladi. Shu sababli, odatda tokli o'tkazgichlar o'rtasida faqat magnit ta'sirlar kuzatiladi.

Magnit induksiyasi – MM ni kuch jihatdan tavsiflovchi kattalik bo'lib, tokli o'tkazgichga MM ning ta'sir kuchini ifodalaydi. U vektor kattalik, harfi bilan belgilanadi.

Harakatlanuvchi elektr zaryadlarining o'zaro ta'sirini nisbiylik nazariyasi (relyativizm)ni ham hisobga olgan holda tahlil qilinganda; dL elementar uzunlikdagi I - tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit induksiya vektori uchun quyidagi ifodani yozish mumkin (Bio-Savar-Laplas yoki BSL qonuni)

bu yerda r – kuzatish nuqtasining radius – vektori e - birlik radius – vektor, kuzatish nuqtasi orqonal yo'nalgan, - magnit doimiysi.

MM superpozitsiya prinsipiga bo'ysunadi: bir necha manba hosil qilgan natijaviy MM induksiyasi, har bir manba hosil qilgan magnit induksiya vektorlarining geometrik yig'indisiga teng.

Magnit maydon (MM) sirkulyatsiyasi deb, MM induksiyasining kontur elementiga skalyar ko'paytmasiga aytiladi.

MM sirkulyatsiyasi qonuni (to'liq tok qonuni) berk kontur bo'yicha MM sirkulyatsiyasi shu kontur sirti S (L) ni sizib chiquvchi toklar yig'indisi to'g'ri proporsional

BSL qonuni va MM superpozitsiya prinsipi yordamida boshqa ko'pgina qonuniyatlarni olish imkonini beradi, xususan turlishakldagi toklio'tkazgichlar hosil qilgan magnit maydon induksiyasini hisoblash mumkin.

Cheksiz uzun to'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydon induksiyasi

To'g'ri tokli o'tkazgichning magnit induksiya chiziqlari, markazi o'tkazgich o'qida joylashgan, o'tkazgichga perpendikular tekislikda yotuvchi konsentrik fylanalardan iborat.

R radiusli J tokli aylana kontur o'qidagi va uning markazidan masofada joylashgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi:

bunda, S – yuzali o'ramning magnit momenti, \vec{n} - o'ram sirtiga tushirilgan normal – birlik vektor.

Solinoid de buzun tokli g'altakka aytiladi. Solinoid markaziga yaqin nuqtalarda MM induksiyasining qiymati juda kam o'zgaradi. Bunday maydonni bir jinsli maydon deb hisoblash mumkin.

MM sirkulyatsiyasi qonunidan solenoid markazidagi MM induksiyasini hisoblash formulasini olish mumkin.

bunda, solenoidning uzunlik birligiga mos keluvchi o'ramlar soni.

O'lchash usuli va tartibi

Kompyuter modelini tasvirlovchi rasmni diqqat bilan o'rganing. Undagi barcha asosiy regulyatorlarni va tajriba maydonini toping. Keraklisini konspektingizga chizib oling.

1-model. To'g'ri tokning magnit maydoni.

Bu model to'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydon kuch chiziqlarini tokning turli qiymatlari uchun namoyish etadi. Magnit maydon induksiyasi maydonning ixtiyoriy nuqtasida o'lchanishi mumkin.

Vektorning musbat yo'nalishi sifatida soat miliga teskari yo'nalish qabul qilingan.

Bunda to'g'ri tokning magnit maydon induksiyasi tokli o'tkazgichgacha bo'lgan masofaga teskari proporsionalligiga ishon hosil qilish mumkin.

Magnit maydon tuzilishi tajribada temir kukunchalari yordamida ko'rsatilishi mumkin.

2 – model. Aylana tokli o'ramning magnit maydoni.

Solenoid deb, uzun to'g'ri g'altakka bir biriga zich o'ralgan o'tkazgichga aytiladi. Solenoid ichida magnit maydon bir jinsli. Bir jinslilik faqat solinoid uchlariga yaqin nuqtalarda buziladi.

Kompyuter modeli solenoidning magnit maydon tuzilishini namoyish etadi va g'altak o'qining har xil nuqtalaridagi magnit maydon induksiyasini o'lchash imkonini beradi.

Solenoid magnit maydoni tuzilishini temir kukunlari yordamida tajribada namoyish etish mumkin.

O'lchash natijalari.

1 - jadval

Tok qiymatining kattaligi

2 – jadval

Namunada ko'rsatilgandek 1 – jadvalni tayyorlang . Xuddi shuningdek 1 – jadvalga o'xshash 3 va 4 jadvallarni ham tayyorlang. Faqat 2 – qatori bo'lmaydi. Bu jadvallarning mazmunini keyin bo'limdan qarang
O'qituvchidan o'lchashlarni bajarish uchun ruxsat oling

O'lchashlar.

1-Tajriba.

- "To'g'ri tokning magnit maydoni" degan tajribani ishga tushiring. To'g'ri o'tkazgichning MM induksiya chiziqlarini kuzating.
- "Sichqoncha" bilan tok regulyatorining harakatlantirgichining ushlab siljiting. Brigadangiz uchun 2- jadvalda berilgan tok qiymatini belgilang.
- "Sichqoncha" yordamida "qo'l"ni o'tkazgich yaqinida siljitib, "sichqoncha"ning chap tugmasini bosing. r ning va V ning qiymatlarini 1 – jadvalga kiriting. 2 – jadvaldagi tokning qolgan 3 qiymati uchun o'lchashni takrorlang.

2 – Tajriba.

- Ichki oynaning yuqoridagi o'ng burchagidagi knopkani bosib 1 – tajriba oynasini yoping. So'ngra "Aylana tokli o'ramning magnit maydoni" degan keyingi tajribani qo'ying. Aylana o'ram (kontur) ning MM induksiya kuch chiziqlarini kuzating.
- "Sichqoncha" bilan tok regulyatorining harakatlantirgichini ushlab siljiting va brigadangiz uchun 2 – jadvalda berilgan tok qiymatini belgilang.
- "Sichqoncha" yordamida "qo'l"ni o'ram o'qi bo'ylab siljitib "sichqoncha"ning chap knopkasini 1 – jadvalda ko'rsatilgan o'ram o'qidan r masofadan bosing. r va B ning qiymatlarini 3 – jadvalga kiriting. U xudi 1- jadval singari tuziladi, faqat 2 qatorida

qiymat yoziladi. 2 – jadvaldagi tokning qolgan 3 ta qiymati uchun ham o'lchashlarni takrorlang.

3 – Tajriba.

- Ichki oynaning yuqoridagi o'ng burchagidagi tugmani bosib
- 2 – tajriba oynasini yoping. So'ngra "Solinoidning magnit maydoni" degan keyingi tajribani qo'ying. Solinoidning MM induksiya chiziqlarini kuzating.
- "Sichqoncha" bilan tok regulyatorining harakatlantirgichini ushlab siljiting va brigadangiz uchun 2 – jadvalda berilgan tok qiymatini belgilang.
- "Sichqoncha" yordamida "qo'l"ni solinoid o'qi bo'ylab siljitib, "sichqoncha"ning chap tugmasini 1 – jadvalda ko'rsatilgan solinoid o'qidan nuqtagacha bo'lgan r masofadan bosib. r va B ning qiymatlarini 4 – jadvalga kiriting. U xudi 1- jadval singari tuziladi, faqat 2 qatoriga hech narsa yozilmaydi. 2 – jadvaldagi tokning qolgan 3 ta qiymati uchun ham o'lchashlarni takrorlang.

Olingan natijalar ustida ishlash va hisobot tayyorlash

1. 1,3 va 4 – jadvallarning 2 – qatorini hisoblash va yozing.
2. Bir varoqqa MM induksiya (V) bilan to'g'ri tokli o'tkazgich uchun masofaga teskari () bog'lanishni chizing.
3. Ikkinchi varoqqa tokli o'ram o'qidagi MM induksiyasi (V) bilan masofa kubining teskari qiymatiga
4. bog'lanish grafigini chizing.
5. Uchinchi varoqqa solenoid o'qidagi MM induksiya (V) Bilan berilgan masofa o'rtasidagi bog'lanishlar birinchi ikkinchi varoqdagi.
6. Grafiklarning qiyalik burchagi tangensi bo'yicha magnit doimiysini toping.

formulani qo'llab birinchi chizma uchun,

formulani qo'llab ikkinchi chizma uchun.

7. Magnit doimiysining o'rtacha qiymatini hisoblang.
8. Solinoidning magnit maydoni uchun har bir tokda maydonning bir jinslilik sohasi (Z)ni aniqlang, unda induksiya 10%dan ortiq o'zgarmagan bo'lsin. Bir jinslilik sohasining o'rtacha qiymatini toping.
9. Javoblarning yozing va javoblar va grafiklarni tahlil qiling.

Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Magnit maydoni (MM) deb nimaga aytiladi.?
2. MM manbalarini ayting.
3. Harakatlanuvchi zaryadlar o'rtasida qanday kuchlar ta'sirlashadi.
4. Ikkita harakatlanuvchi nuqtaviy zaryadlar o'rtasidagi magnit kuchlaridan necha marta kichik.
5. Tokli o'tkazgichlarning kvazi neytralligini ta'riflang.
6. Tokli o'tkazgichlar o'rtasida qanday kuchlar va nima uchun ta'sir etadi.
7. MM induksiyasi kuch chiziqlarining tarifini bering. Ular nima uchun chiziladi?
8. Bio-Savar-Laplas qonunini yozing. U Kulon qonuni Bilan qaysi tomondan o'xshash?
9. MM uchun superpozitsiya prinsipi yozing va ta'riflang.
10. MM sirkulyatsiyasiga ta'rif bering.
11. MM sirkulyatsiyasi qonuni formulasini yozing va tariflang.
12. To'g'ri tokli o'tkazgich uchun MM sirkulyatsiyasi formulasini yozing va ta'riflang.
13. To'g'ri tokli o'tkazgichni MM kuch chiziqlari qanday o'rinishga ega.
14. Aylanma tokli o'ram (kontur) o'qidagi MM induksiyasi formulasini yozing va ta'riflang.
15. Tokli o'ramning magnit maydoni deb nimaga aytiladi?
16. O'ram markazidan o'tgan induksiya kuch chiziqlari qanday shakilga ega.
17. Solinoid nima va u nima uchun ishlatiladi?
18. Solinoid markazidagi magnit induksiyasi nimagateng?
19. Solinoid ichidagi MM aniq bir jinslimi?
20. Agar aniqlik darajasi berilsa solinoid ichidagi MM ning bir jinslilik sohasini qanday aniqlash mumkin.

3. KVANT OPTIKASI **ATOM FIZIKASI**

3.1 Laboratoriya ishi

T a s h q i f o t o e f f e k t

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi (Savelyev 3-tom, 9 §) bilan tanishib chiqing.

Ishning maqsadi:

- Tashqi fotoeffektning Kvant modeli bilan tanishuv.
- Tashqi fotoeffekt qonunlarining tajribadagi isboti.
- fotoeffektning qizil chegarasi, fotokatoddan elektronlarning chiqish ishi va Plank doimiysini tajriba orqali aniqlash.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Fotonlar bu yorug'lik kvantlari bo'lib, ular tinch holatda massaga ega emas.

Foton energiyasi: $E_f = h\nu$ Bu yerda:

ν - nurlanish chastotasi,

h – Plank doimiysi, $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ J·s).

Bundan tashqari foton energiyasi “Elektronvolt”larda ham o'lchanadi.

1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J.

Fotonning massasi uning energiyasi bilan Eynshteyn formulasi yordamida bog'langan.

$$E_f = m_f c^2 \quad m_f = h\nu/c^2$$

$$h = \frac{e \Delta(U_{3\Delta\Pi})}{c \Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right)} \quad \text{bu yerda } \lambda - \text{Elektromagnit to'lqin}$$

uzunligi

Tashqi fotoeffekt bu - modda(metall, fotokatod)dan uni elektromagnit to'lqinlar bilan nurlantirilganda (Masalan: yorug'lik yoki rentgen nurlari bilan) ulardan elektron uchib chiqish hodisasidir. Bu elektronlar – “Fotoelektronlar” deb ataladi. Endi bu hodisani qisqacha “fotoeffekt” deb nomlaymiz.

Modda ichidagi elektronning kinetik energiyasi $h\nu$ ga ortadi ammo bu holatda fotoelektron moddani tark etishi uchun uning energiyasi A_{chiq} (chiqish ishi) dan katta bo'lishi zarurdir. Fotoelektron energiyasi moddaning chiqish ishiga teng miqdorda kamayadi:

$$E = h\nu - A_{\text{chiq}}$$

Bu tenglik “fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi” deyiladi.

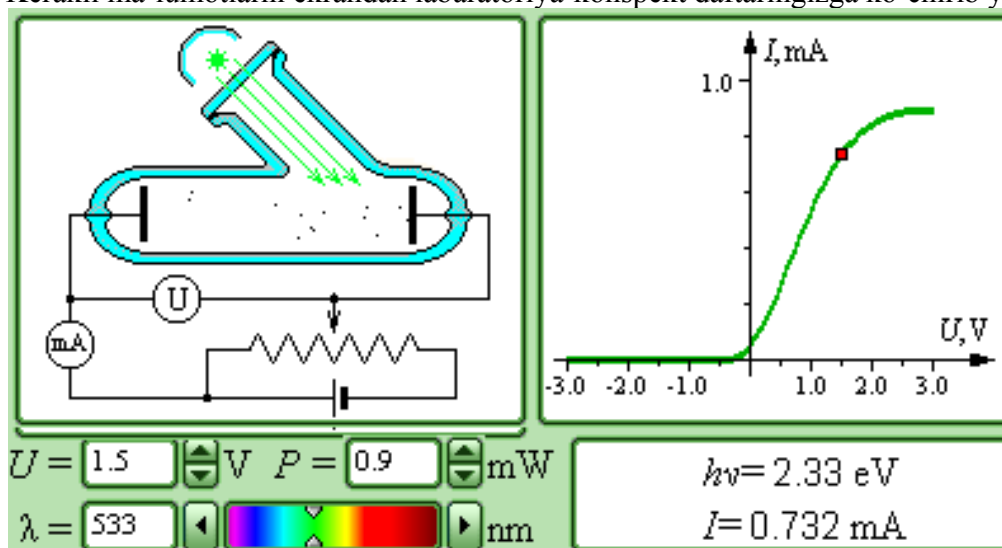
Fotoeffektning qizil chegarasi deb fotoeffekt yuz berishi mumkin bo'lgan minimal chastota tushuniladi. Demak bunda foton energiyasi chiqish ishiga teng bo'ladi: $h\nu_{\text{kr}} = A_{\text{chiq}}$.

Yopuvchi (to'xtatuvchi) kuchlanish deb fotokatod va vakumli lampaning anodi (Fotoelement) o'rtasidagi minimal kuchlanishga aytiladi. Bunda zanjirda tok bo'lmaydi chunki fotoelektronlar anodgacha yetib bormaydi. Bu holda katoddagi fotoelektronlarning kinetik energiyasi anoddagi elektronlarning potensial energiyasiga teng bo'ladi.

$$\text{Ya'ni: } U_{\text{yop}} = \frac{E}{e} = \frac{h\nu - A_{\text{chiq}}}{e},$$

bu yerda e-elektron zaryadi.

Kerakli ma'lumotlarni ekrandan laboratoriya-konspekt daftaringizga ko'chirib yozing.



O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar:

Sichqoncha ko'rsatkichi bilan fotokatod nurlanishini boshqaruvchi surgichni maksimal holatga keltiring.

Xuddi shunday yo'l bilan anod va katod o'rtasidagi kuchlanish va EMN to'lqin uzunligini minimal holatga keltiring va fotoelementdagi elektronlarning harakatini kuzating.

Tajribani o'tkazish uchun o'qituvchidan ruxsat oling.

Tajribani o'tkazish:

1. Sichqoncha ko'rsatkichini maxsus nuqtaga keltirib asta sekinlik bilan fotokatod nurlanishining to'lqin uzunligini orttiring. Fototokning butunlay to'xtashiga erishing. Hali fototokni to'xtata olmaydigan eng katta to'lqin uzunligi (λ_{qizil}) ni aniqlang. Daftaringizga fotoeffektning qizil chegarasi to'lqin uzunligi (λ_{qizil})ni yozib qo'ying.
2. So'nuvchi nurlanishning yopuvchi kuchlanish bilan bog'liqligini yanada aniqroq o'rganish uchun quyidagi metodikadan foydalaniladi. Avvalo yopuvchi kuchlanish qiymatini jadvalda ko'rsatilgandek o'rnatish.
3. Sichqoncha bilan vertikal spektr tog'irlagichni surish orqali fototok to'xtaydigan to'lqin uzunligini o'rnatish (Bunda elektronlar anodgacha yetib boradi, keyin esa yana katodga qaytadi). λ va U_{yop} qiymatlarini jadvalga kiritish.

1-Jadval. O'lchash natijalari:					2-Jadval. Yopuvchi kuchlanish qiymatlari (O'zgartirish kiritmang!)				
i =	1	2	3	4	Brigadalar	U _{yop1}	U _{yop2}	U _{yop3}	U _{yop4}
U _{yopi} , V					1,5	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
λ _i , nm					2,6	-0.2	-0.4	-0.6	-0.9
1/λ _i , 10 ⁶ m ⁻¹					3,7	-0.3	-0.5	-0.7	-1.0
					4,8	-0.4	-0.7	-0.8	-1.1

Natijalarni qayta ishlash va hisobotni tayyorlash:

Teskari to'lqin uzunligi(1/λ)ni hisoblab jadvalga kiriting.

Yopuvchi kuchlanish va teskari to'lqin uzunligining bog'lanish grafigini chizing.

Grafik va quyidagi formuladan foydalanib Plank doimiysini aniqlang:
$$h = \frac{e \Delta(U_{yop})}{c \Delta(\frac{1}{\lambda})}$$

Fotoeffektning qizil chegarasini bilgan holda fotokatod materialining chiqish ishini hisoblang. Olingan natijalar hususida mulohaza yuriting.

3 - jadval. Avrim moddalar uchun chiqish ishi qiymatlari

Material	kaliy	litiy	platina	rubidiy	kumush	seziy	rux
A _{chiq} , eV	2.2	2.3	6.3	2.1	4.7	2.0	4.0

O'z o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar:

1. Foton deb nimaga aytiladi?
2. Elektromagnit nurlanishning barcha modellarini sanab o'ting.
3. Foton energiyasi formulasini yozing.
4. Foton energiyasini uning massasi bilan bog'lanishi formulasini yozing.
5. Foton energiyasini uning impulsi orqali ifodalang.
6. Tashqi fotoeffekt hodisasini izohlang.
7. Metall sirtiga urilayotgan fotonning holatini qadam-ma qadam sanab bering.
8. Erkin elektronning foton bilan to'qnashgandan keyingi holatini tasvirlang.
1. Atom tarkibiga kiruvchi elektronning foton bilan to'qnashgandan keyingi holatini tasvirlang
2. Chiqish ishi nima? Kvant optikasida bu harakteristika birinchi marta kim tomonidan berilgan?
3. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini yozing.
4. Fotoeffektning qizil chegarasiga tushuncha bering.
5. Fotoelement qanday tuzilgan?
6. Nima uchun fotoelementning katodi fotokatod deb ataladi?
7. Fotokatod uchun yopuvchi kuchlanish nima?
8. Agar fotoelementda anod potentsiali fotokatod potentsialidan past bo'lsa fotoelektron qanday harakat qiladi?
9. Agar fotoelementda anod potentsiali fotokatod potentsialidan baland bo'lsa fotoelektron qanday harakat qiladi?
10. Elektronning katoddagi kinetik energiyasi uning anoddagi potentsial energiyasi bilan qanday bog'langan va nima uchun?

3.2 LABARATORIYA ISHI

Atomar vodorodning to'liq spektri

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi (Savelyev 3-tom, §12, §28) bilan tanishib chiqing.

Ishning maqsadi:

- Qo'zg'atilgan vodorod atomlarining elektromagnit nurlanishini modellashtirishda atomning Planetar va Kvant modellari bilan tanishuv.
- Past bosimda atomar vodorodning chiziqli spektrda nurlanishi qonuniyatlarini tajribada tasdiqlash.
- Tajribada Ridberg doimiysini aniqlash.

Asosiy nazariy ma'lumotlar:

Elektromagnit nurlanish spekri deb shu moddaning atomlari (yoki molekularlari) tomonidan nurlanuvchi yoki yutiluvchi elektromagnit to'liqlar yig'indisiga aytiladi.

Chiziqli spektr alohida qismlardan tashkil topadi. Chiziqlar orasidagi masofa (To'liq uzunligi va chastotasi shkalasi bo'yicha) ularning uzunligidan anchagina katta bo'ladi. Bunday spektrni asosan atomar shakldagi gazlar nurlatadi.

Bundan tashqari yana molekulyar gazlardan nurlanadigan yo'l-yo'l va qizdirilgan qattiq jismlardan nurlanuvchi to'g'ri chiziqli spektrlar ham mavjud.

Atomning Planetar modeli: markazda atom o'lchamiga nisbatan juda kichik musbat zaryadlangan yadro joylashgan, ma'lum orbita bo'ylab uni atrofida elektronlar aylanadi. Statsionar orbitada aylanish jarayonida elektron o'zidan EMN chiqarmaydi. Ammo ma'lum bir sharoitda elektronga EMN (foton) bilan ta'sirlashsa u yuqoriroq statsionar orbitaga ko'chadi. Bunda uning energiyasi ΔE_{elek} (yutilgan foton energiyasiga teng) ga ortadi. Yana quyi orbitaga qaytishda elektron o'zidan energiyasi $E_f = |\Delta E_{\text{elek}}|$ ga teng bo'lgan foton chiqaradi.

Atomning Kvant modelining kamchiliklaridan biri unda elektron aniq belgilangan trayektoriya, koordinata va tezlikka ega emas. Atomning Kvant modelidan foydalanib faqatgina elektronning harakat orbitalini aniqlash mumkin xolos.

Elektronning Kulon maydonidagi harakati uchun Shredinger tenglamasi atomning Kvant modelini yaratishda qo'llaniladi. Bu tenglamani yechish natijasida nafaqat koordinataga, balki vaqt va yana "kvant sonlar" deb ataluvchi 4 ta parametrga bog'liq to'liq funktsiya kelib chiqadi. Bu parametrlarning nomlari: asosiy(bosh), azimutal, magnitli va magnit spinli kvant sonlar.

Bosh kvant son faqatgina natural sonlarni (1,2,3,...,n) qabul qilishi mumkin. U elektronning atomdagi energiyasini ($E_n = -\frac{E_i}{n^2}$) izohlaydi. Bu yerda E_i – Vodorodning ionlashtirish energiyasi (13.6 eV).

Azimutal (orbital) kvant son - l elektronni orbitadagi harakatining impuls momentini modulini $|\vec{L}| = \hbar\sqrt{l(l+1)}$ izohlaydi. U faqat musbat sonlarni qabul qiladi: $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$

Magnit kvant son " m_l " elektronni orbitadagi harakatining impuls momenti vektorining tashqi magnit maydon \vec{B} yo'nalishiga proyeksiyasini ifodalaydi. U moduli bo'yicha l ga teng bo'lgan musbat va manfiy butun sonlarni qabul qiladi $L_z = \hbar m_l$, bu yerda $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

Magnit spinli kvant esa son m_s elektronni (spin) hususiy impuls momenti vektorining tashqi magnit maydon \vec{B} yo'nalishiga proyeksiyasini ifodalaydi. $S_z = \hbar m_s$ va u faqatgina 2 ta qiymat qabul qilishi mumkin: $m_s = +1/2, -1/2$. Spin moduli uchun: $|\vec{S}| = \hbar\sqrt{s(s+1)}$, bu yerda: s – spin kvant son, u har bir zarracha uchun faqatgina bitta qiymat qabul qilishi mumkin. Masalan, elektron uchun: $s = \frac{1}{2}$ (Proton va neytronlar uchun ham xuddi shunday). Foton uchun: $s = 1$.

Elektronlar o'zaro teng energiyaga ega bo'lishsa ular “Qo'zg'algan (?)” deyiladi.

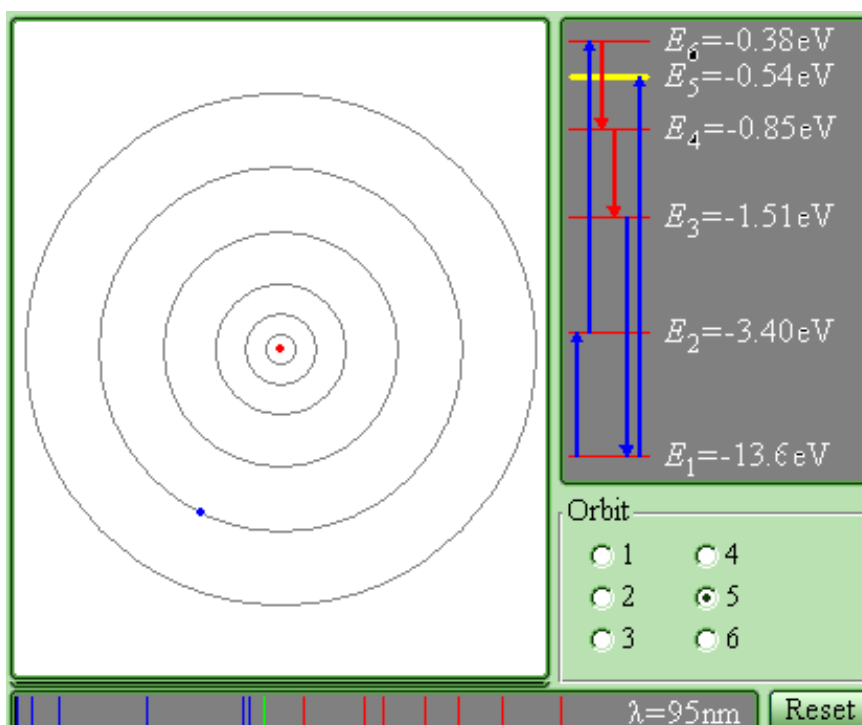
Elektronning atomdagi holatini ifodalash uchun bosh kvant sonni bildiruvchi raqam va azimutal kvant sonni izohlovchi harf ishlatiladi:

Harf	s	p	d	e	f
<i>l ning qiymati</i>	0	1	2	3	4

Azimutal kvant sonlarning o'tish qoidasi $\Delta l = \pm 1$. Atomdagi elektronlar bir holatdan ikkinchi holatga aynan shu qoidaga asoslanib o'tishi mumkin.

Seriya	Layman	Balmer	Pashen	Breket
O'tishlar	$np \rightarrow 1s$	$ns \rightarrow 2p, nd \rightarrow 2p$	$nf \rightarrow 3d, np \rightarrow 3d$	$ng \rightarrow 4f, nd \rightarrow 4f$

Kerakli ma'lumotlarni ekrandan laboratoriya-konspekt daftaringizga ko'chirib yozing.



O'qituvchidan ishni bajarish uchun ruxsat oling.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar:

- Sichqoncha ko'rsatkichini sizning brigadangiz uchun berilgan 2-jadvalda ko'rsatilgan qiymatlardagi n_0 -energetik pog'ona ustiga keltiring.
- Ekraning yuqori chap burchagida Vodorod atomi modelidagi chaq nayotgan strelkalarni va ekraning pastgi va yuqori o'ng tomonidagi shu seriya yo'nalishlarini bildiruvchi chiziqlarni kuzating va chizib oling.
- Shu seriyaning quyi energetik pog'onasi uchun bosh Kvant son n ning qiymatini, seriya nomini va to'lqin uzunligini 1-jadvalga kiriting.

1-Jadval. O'lchash natijalari
Seriya _____ $n =$ _____

2-Jadval. Boshlang'ich ko'rsatkichlar
(O'zgartirish kiritmang!)

Chiziq raqami $i =$	n	$\lambda_i,$ mkm	$1/\lambda_i,$ mkm^{-1}
1			
2			
3			
4			

Brigada tartib raqami	Quyi pog'onaning bosh kvant soni n
1,5	1
2,6	2
3,7	3
4,8	4

Natijalarni qayta ishlash va hisobotni tayyorlash:

1. Teskari to'lqin uzunligi qiymatlarini 1-jadvalga kiriting.
2. Har bir o'tish chizig'i elektronning qaysi Kvant pog'onalaridan o'tishiga to'g'ri kelishini aniqlang. Jadvalga n ning qiymatini yozing.
3. Shu spektral seriya uchun teskari to'lqin uzunligi ($1/\lambda$) ning teskari bosh kvant son kvadrati ($1/n^2$) bilan bog'lanishi grafigini tuzing.

4. Shu grafig o'zgarishiga qarab Ridberg doimiysini aniqlang: $R = \frac{\Delta(1/\lambda)}{\Delta(1/n^2)}$.

5. Olingan natijalar ustida bosh qotiring.

O'zgarimas qiymatlar: Ridberg doimiysi: $R = 1.1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.

O'z o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar:

1. Elektromagnit nurlanish spektri nima?
2. EMN ning chiziqli spektri nima?
3. Nimalar EMN ning chiziqli spektri manbai bo'la oladi?
4. EMN ning yo'l-yo'l spektri qanday hosil bo'ladi va uning manbai nima?
5. Qanday sharoitlarda EMN to'liqinli spektrda nurlanadi?
6. Atomning "Planetar" modelini tavsiflang.
7. Qanday sharoitlarda atomdagi elektronlar EMN yutadi yoki o'zidan chiqaradi?
8. O'zidan foton chiqaruvchi foton va elektronning xarakteristikalarini bir biri bilan qanday bog'langan?
9. Atomning "Kvant" modelini tekshirishda qanday tenglamadan foydalaniladi?
10. Bu tenglamani qanday yechimga ega?
11. Elektron va uning harakati atomning "kvant" modelida qanday tushuntiriladi?
12. To'liqinli funktsiyaning kvadrat moduli nimani bildiradi?
13. Atomdagi elektron orbitalariga izoh bering.
14. Bosh kvant son nimani bildiradi? Uni topish formulasini yozing.
15. Azimutal kvant son nimani bildiradi? Uni topish formulasini yozing.
16. Magnit kvant son nimani bildiradi? Uni topish formulasini yozing.
17. Elektron "spin"i nima?
18. Spin kvant son nimani bildiradi? Uni topish formulasini yozing.
19. Magnit-spin kvant son nimani bildiradi? Uni topish formulasini yozing.
20. Elektronning qo'zg'algan(?) holati nima?
21. Elektron qo'zg'alishining davomiyligini qanday aniqlash mumkin?
22. Elektron holatini bildiruvchi yozuv: $(2s^2, 2p^3)$ ni tavsiflang.
23. Elektron 2d holatda mavjud bo'lishi mumkinmi? Nima uchun?
24. Spektral seriya nima?
25. Atomar vodorod nurlanishining spektral seriyalarini sanab o'ting va ularning sodir bo'lish sabablarini yozing.

4. MOLEKULYAR FIZIKA

4.1 LABARATORIYA ISHI

Maksvell taqsimotlari

Ma'ruzalar matni va o'quv qo'llanmasi (Savelyev 1-tom, §93,98,99) bilan tanishib chiqing.

Ishning maqsadi:

- Ideal gaz molekularining harakati bilan tanishtiruvchi kompyuter modeli bilan tanishuv.
- Ideal gaz molekulari uchun Maksvell taqsimotlarini tajribada tasdiqlash

Asosiy nazariy ma'lumotlar:

O'lchovning qandaydir aniq P_i qiymatiga erishish uchun N_i marta ($N \rightarrow \infty$) o'lchash olib borish mumkin.

$dP_V = F(v) dv$, bu yerda $F(v)$ -proporsionallik koeffitsiyenti molekular tezligi qiymatining taqsimot funksiyasi deyiladi. U boshqa taqsimot funksiyalari orqali ham ifodalanishi mumkin:

$F(v) = \varphi(v_X) \cdot \varphi(v_Y) \cdot \varphi(v_Z) \cdot 4\pi v^2 = f(v) \cdot 4\pi v^2$, bu yerda $\varphi(v_X)$, $\varphi(v_Y)$ va $\varphi(v_Z)$ – molekular tezliklarining mos proyeksiyalari uchun taqsimot funksiyalari, $f(v)$ esa ularning yig'indisi. §98 keltirilgan formulalar

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\left(-\frac{mv^2}{2kT} \right)} 4\pi v^2.$$

$$\text{O'rtacha tezlik: } \langle v \rangle = \int_0^{\infty} v F(v) dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}},$$

$$\text{O'rta kvadratik tezlik: } v_{cp.kB} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}.$$

$F(v)$ funksiya maksimumga erishadigan v_{aniq} tezlik “Aniq(?) tezlik” deb ataladi:

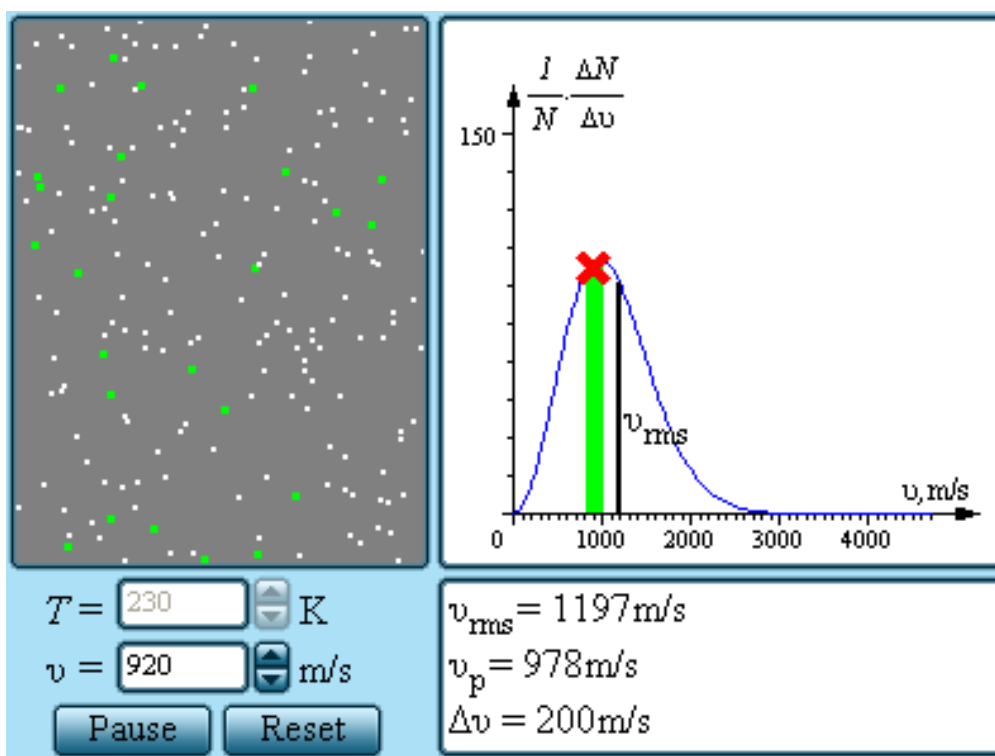
$$v_{aniq} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}.$$

Kerakli ma'lumotlarni laboratoriya-konspekt daftaringizga ko'chirib yozing.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar:

Sichqoncha bilan ekrandagi “**Start**” tugmachasini bosing. Kompyuter monitoridagi tasvirni diqqat bilan ko'zdan kechiring. Ekraning chap qismida berk hajm bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalar tizimiga e'tiboringizni qarating. Ular bir-biri va idish devori bilan absolyut elastik to'qnashmoqda. Zarralar soni 100 ga yaqin va bu tizim bema'lol Ideal gazning mehanik modeli bo'la oladi. “**Pause**” tugmachasi yordamida molekular harakatini to'xtatib oniy suratlarni qo'lga kiritish mumkin.

O'qituvchidan ishni bajarish uchun ruxsat oling.



1 – TAJRIBA: Chap ekrandagi oniy surat yordamida yashil rang bilan ajralib turgan molekulalarning (Δv) tezlik diapazonini aniqlash.

Buning uchun sichqoncha ko'rsatkichini diapazon ($<$) belgisi ustiga keltirib uni eng quyi holatga keltiring ($v=0$). So'ngra sichqonchani ($>$) belgisi ustiga bosib tezlik v_{MAX} maksimal qiymatgacha ko'tariladi va bosishlar soni N sanaladi. Keyin esa $\Delta v = v_{MAX} / N$ formuladan foydalaning.

2 – TAJRIBA: Molekulalarning tezlik bo'yicha taqsimlanishini o'rganish.

Tizinga brigadangiz jadvalida ko'rsatilgan T_1 temperatura bering. Tezlik qiymatlarini 2-jadvaldagiga yaqinroq tanlang, "Pause" tugmachasini bosib va tezligi berilgan Δv diapazonda yotgan molekular soni ΔN ni sanang. Natijalarni 2-jadvalga yozing. Avval "Start" tugmachasini, bir necha soniyadan so'ng esa "Pause" tugmachasini bosish orqali yana bir oniy suratga ega bo'ling va undagi berilgan tezlikda harakatlanayotgan molekulalarni sanang. Har bir tezlik uchun 5 ta o'lchash bajaring va natijalarni 2-jadvalga yozing. So'ngra tezlikni o'zgartirib (5 ta tezlik uchun) o'lchashlar bajarib natijalarni 2-jadvalga yozing.

Keyin esa 1-jadvalda ko'rsatilgan T_2 temperaturani o'rnatib 2-tajribadagi barcha punktlarni bajaring va natijalarni 3-jadvalga yozing.

1 - JADVAL

Temperaturaning tahminiy qiymatlari (O'zgartirish kiritmang!!)

Brigada	1	2	3	4	5	6	7	8
T_1	150	200	250	300	350	400	450	500
T_2	700	740	770	800	840	870	900	930

**2 va 3-jadval (bir biriga o'xshash)
O'lchash natijalari T = ____ K da**

v [km/s]=	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
ΔN_1							
ΔN_2							
ΔN_3							
ΔN_4							
ΔN_5							
$\Delta N_{o'r}$							

Natijalarni qayta ishlash va hisobotni tayyorlash:

1. Zarrachalar sonining o'tacha qiymati $\Delta N_{o'r}$ ni hisoblang va jadvalga kiriting.
2. $\Delta N_{o'r}(v)$ bog'lanishni nazariy va amaliy shakllarining grafigini chizing. Nazariy bog'lanishni kompyuter ekranidan chizib olish mumkin (Mos masshtab qo'ygan holda)
3. Har bir temperatura uchun v_{aniq} ning (?) amaliy qiymatini aniqlang.
4. Aniq tezlikning temperatura bilan bog'lanish $v_{aniq}(T)$ grafigini chizing.
5. Bu grafikdan molekula massasini aniqlang:

$$m = 2k \frac{\Delta(T)}{\Delta(v_{aniq}^2)}$$

6. Massasi o'lchangan molekula massasiga yaqin bo'lgan gaz tanlang.
7. Olingan javoblar va grafiklar hususida mulohaza yuriting.

O'zgarmas qiymatlar

gaz	vodorod	geliy	neon	azot	kislorod
Molekula massasi 10^{-27} kg	3.32	6.64	33.2	46.5	53.12

O'z o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar:

1. Biror o'lchashning qanday bajarilishi to'g'risida tushuncha bering.
2. Tezlik qiymatini o'lchashda qanday usuldan foydalanilganini tushuntiring.
3. Taqsimot funksiyasi nima?
4. Qiymatning taqsimot funksiyasi va tezlik proyeksiyasi o'zaro qanday bog'langan?
5. Ideal gaz molekulalari tezligini taqsimot funksiyasi grafigining o'ziga xos xususiyatlari nimadan iborat?
6. Agar $f(A)$ taqsimot funksiyasi ma'lum bo'lsa A fizik kattalikning o'rtacha qiymati qanday aniqlanadi?
7. Molekulalarning o'rtacha tezligini hisoblash formulasini yozing.
8. Molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligini hisoblash formulasini yozing.
9. Molekulalarning aniq (?) tezligini hisoblash formulasini yozing.
10. Ideal gaz molekulalarini o'rtacha tezligining ifodasini yozing.
11. Ideal gaz molekulalarini o'rtacha kvadratik tezligining ifodasini yozing.
12. Ideal gaz molekulalarini aniq (?) tezligining ifodasini yozing.

13. Ideal gaz molekularining o'rtacha va o'rtacha kvadratik tezliklari necha foizga farq qilishini hisoblang.
14. Ideal gaz molekularining o'rtacha va aniq (?) tezliklari necha foizga farq qilishini hisoblang.

4.2 – Laboratoriya ishi

Havo uchun molyar issiqlik sig'implari o'rtasidagi munosabat C_p/C_v ni aniqlash

Ishning maqsadi – Havo uchun Adiabatik ko'rsatkichi $\gamma = C_p / C_v$ ni aniqlash

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Issiqlik almashinuvisiz boruvchi termodinamik jarayon – Adiabatik jarayon deyiladi. PV koordinata o'qlarida adiabatik jarayon tenglamasini keltirib chiqaramiz.

Quyidagi formula istalgan termodinamik jarayon uchun qo'llanilishi mumkin.

$$\delta Q = dU + \delta A$$

(1)

Bu yerda δQ - sistemaga berilgan o'ta kichik issiqlik miqdori; dU - Ichki energiyaning o'ta kichik o'zgarishi; δA - Shu termodinamik jarayonda bajarilgan juda kichik ish.

Adiabatik jarayon uchun (1) munosabat quyidagi ko'rinishga keladi:

$$dU + \delta A = 0$$

(2)

Demak ideal gaz uchun:

$$dU = \nu C_v dT$$

(3)

$$\delta A = p dV$$

(4)

Bu yerda ν - modda miqdori; C_v - O'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imi; p - bosim; dT va dV – mos ravishda temperatura va hajmning o'ta kichik o'zgarishlari.

(3) va (4)ni (2)ga qo'yib

$$\nu C_v dT + p dV = 0 \quad \text{ni hosil qilamiz.}$$

(5)

Ideal gaz Mendeleev-Klapeyron tenglamasiga bo'ysinadi:

$$pV = \nu RT$$

Bu tenglamani differensiallab dP , dV va dT lar orasidagi bog'lanishni topamiz:

$$pdV + Vdp = \nu R dT.$$

(4) va (6) dan

$$dT = \frac{pdV + Vdp}{\nu R} \quad \text{ga ega bo'lamiz.}$$

(7)

(7) ni (5) ga qo'yib adiabatik jarayonda hajm va bosim bog'lanishining differensial tenglamasini hosil qilamiz:

$$(C_v + R)pdV + C_v Vdp = 0.$$

(8)

$C_v + R = C_p$ - Ideal gazning doimiy bosimdagi molyar issiqlik sig'imi ekanligini hisobga olsak (8) dan

$$\frac{C_p}{C_v} \frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = 0 \quad \text{ni hosil qilamiz} \quad (9).$$

Ma'lumki Ideal gazning molyar issiqlik sig'imlari: C_p va C_v faqatgina molekullarning erkinlik darajasi i ga bog'liq bo'ladi:

$$C_p = \frac{i+2}{2} R, \quad C_v = \frac{i}{2} R$$

Demak $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ ko'rsatkich – bu gaz uchun doimiy qiymatdir. Bundan (9) differensial

tenglama $pV^\gamma = const$ ko'rinishga keladi (11)

(11) tenglama adiabat tenglamasi (Puasson tenglamasi), γ koeffitsiyent esa adiabat doimiysi (Puasson doimiysi) deyiladi. Agar havoning bosimi atmosfera bosimiga, harorati 27° ga teng va uni asosan ikki atomli molekullardan tuzilgan ideal gaz ($i=5$) deb hisoblasak unda havo uchun adiabatning nazariy qiymati:

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = 1,4 \quad \text{ga teng bo'ladi.} \quad (12)$$

Tajriba dasturi va asosiy qurilmasining umumiy tuzilishi:

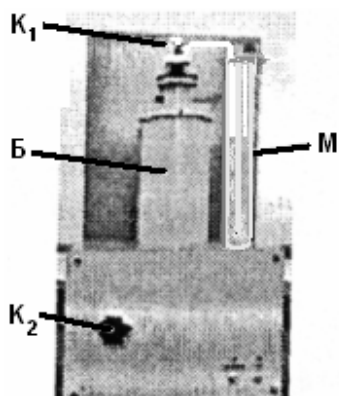
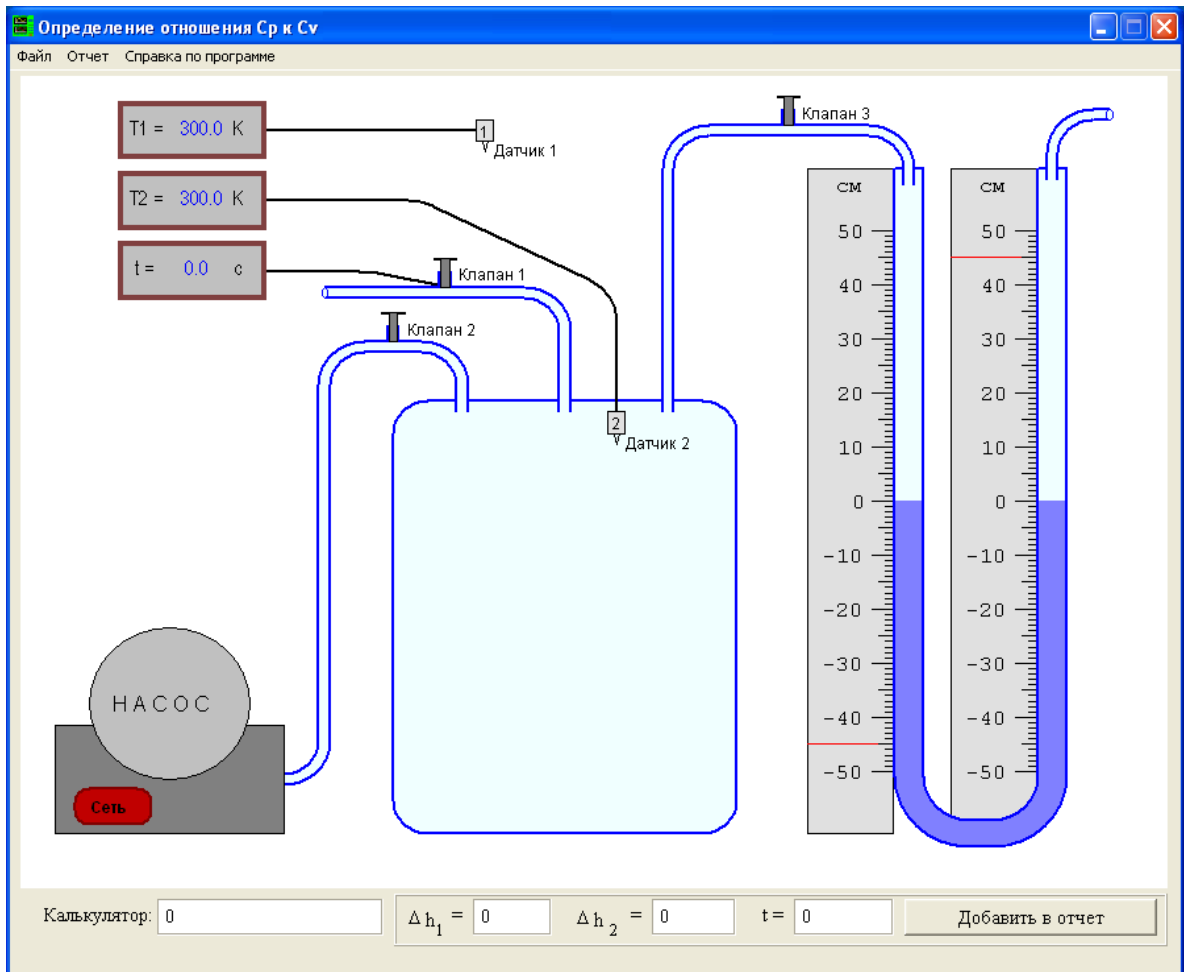


Рис. 1а

Tajriba qurilmasining asosiy qismlari bu: (1a rasmga qarang) havo bilan to'latilgan B ballon, ; suyuqlikli (suvli) manometr M va kompressor (u ballonga ulangan, 1a rasmga ko'rsatilmagan, 1b rasmga nasos). 1 -klapan (K_1) ballonni atmosfera bilan birlashtiradi. 1 -klapaning ko'ndalang kesimi juda katta. U ochilganda ballonda tezlik bilan atmosfera

bosimi hosil bo'ladi. Bosimning bu tezkor o'zgarishi tashqi muhit bilan deyarli issiqlik almashmasdan yuz beradi va bu jarayonni adiabatik jarayon deb atash mumkin.. 2-klapan yordamida (K2) ballon uni havo bilan to'ldiruvchi kompressor bilan bog'lanishi mumkin.



(1 b) rasm. Dasturning asosiy oynasi. Modelli qurilma.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar.

Ballonga kompressor yordamida havo damlaymiz va 1-klapani yopamiz. Ballondagi havo ozgina qiziydi ammo biroz vaqt o'tgach undagi gaz harorati xona harorati T_0 bilan teng bo'lib qoladi. Bunda ballondagi gaz bosimi:

$$p_1 = p_0 + p' \text{ ga o'zgaradi}$$

(13)

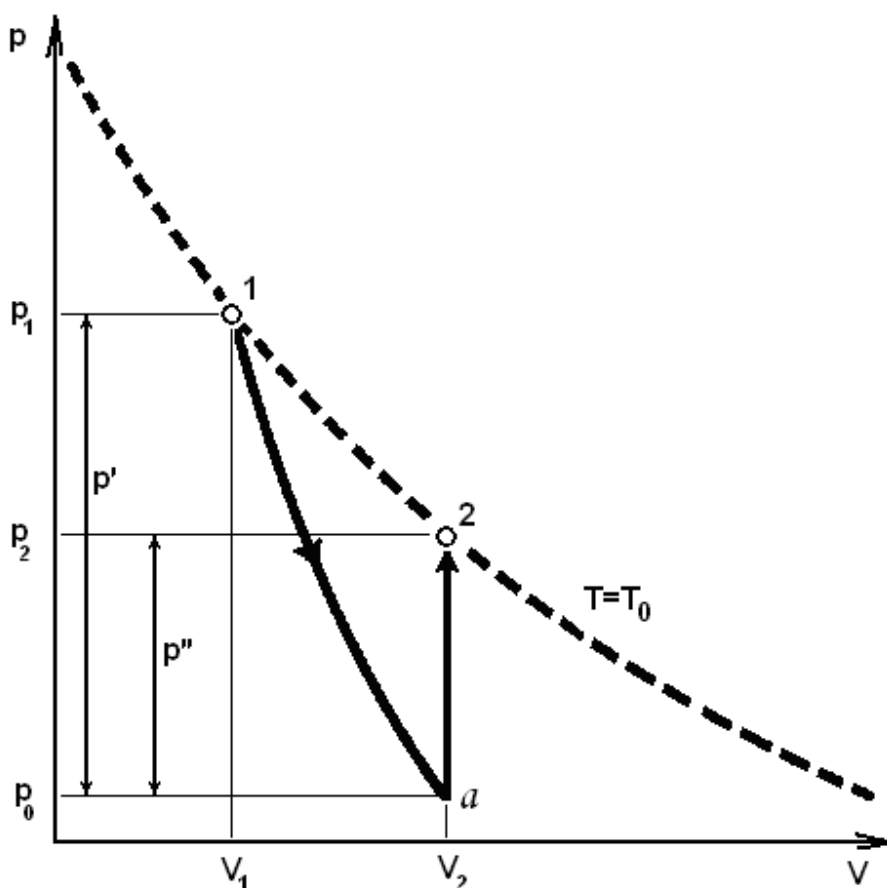
bu yerda p_0 – atmosfera bosimi; p' – havoning ortiqcha bosimi (Uni manometr orqali aniqlash mumkin).

Hozir klapandan uzoqda joylashgan V_1 hajmni egallab turgan ma'lum miqdordagi gazni qaraymiz. Agar 1-klapanni qandaydir vaqtga ochiq qoldirsak ballondagi gazning bir qismi uni tark etadi va undagi bosim atmosfera bosimiga teng bo'lib qoladi (Bunda ballondagi gaz hajmi V_1 dan V_2 gacha ortadi (. 2-rasmdagi $1 \rightarrow a$ jarayon)). Ballondagi temperatura pasayadi chunki gaz ballondan chiqish jarayonida o'z ichki energiyasi kamayishi hisobiga ish bajardi.

$1 \rightarrow a$ jarayonni adiabatik deb hisoblab, (4. 1) dan

$$p_1 V_1^\gamma = p_0 V_2^\gamma \quad \text{ni hosil qilamiz}$$

(14)



2- rasm. PV (Bosim-hajm) grafigida asosiy jarayonlarning grafik tasviri

1-klapan yopilgach ballon ichidagi gaz T_0 -hona temperaturasigacha izoxorik qiziydi. ($a \rightarrow 2$ jarayon). Bunda bosim atmosfera bosimiga nisbatan p'' ga ortadi va

$$p_2 = p_0 + p'' \quad \text{ga teng bo'lib qoladi}$$

(15)

1 va 2 holatlarda gazlar harorati o'zaro teng shu sababli ular uchun Boyle-Mariott qonunini qo'llaymiz:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2.$$

(16)

(14), (16) tenglamalar sistemasida hajmlar nisbati V_2/V_1 , ni chiqarib tashlasak:

$$\frac{p_1}{p_0} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^\gamma \quad \text{ni hosil qilamiz.}$$

Bu tenglikni logarifmlab shu bilan birga (13) va (15) tenglamalarni qo'llab, γ ni topamiz:

$$\gamma = \frac{\ln(p_1/p_0)}{\ln(p_1/p_2)} = \frac{\ln(1+p'/p_0)}{\ln(1+(p'-p'')/(p_0+p''))}.$$

p' va p'' - bosimlar qiymatlari atmosfera bosimidan ancha kichikdir.

$x \ll 1$ bo'lganda $\ln(1+x) \approx x$ bo'ladi. Qiymati p_0 ga qaraganda kichik bo'lgan p' 'ning qiymatini hisobga olmagan holda p_0+p'' ni p_0 ga almashtiramiz.

Natijada:

$$\gamma \approx \frac{p'}{p'-p''} \quad \text{ni hosil qildik.}$$

(18)

(18) formuladagi oriqla bosim istalgan birlik qiymatni qabul qilishi mumkin. Bu yerda p' va p'' ni asosan suv ustunining balandligi ya'ni santimetrda o'lchash qulay. unda:

$$\begin{aligned} p' \text{ (sm suv ust.)} &= h' \text{chap (sm)- } h' \text{o'ng (sm) ,} \\ p'' \text{ (sm suv ust.)} &= h'' \text{chap(sm)- } h'' \text{o'ng (sm).} \end{aligned}$$

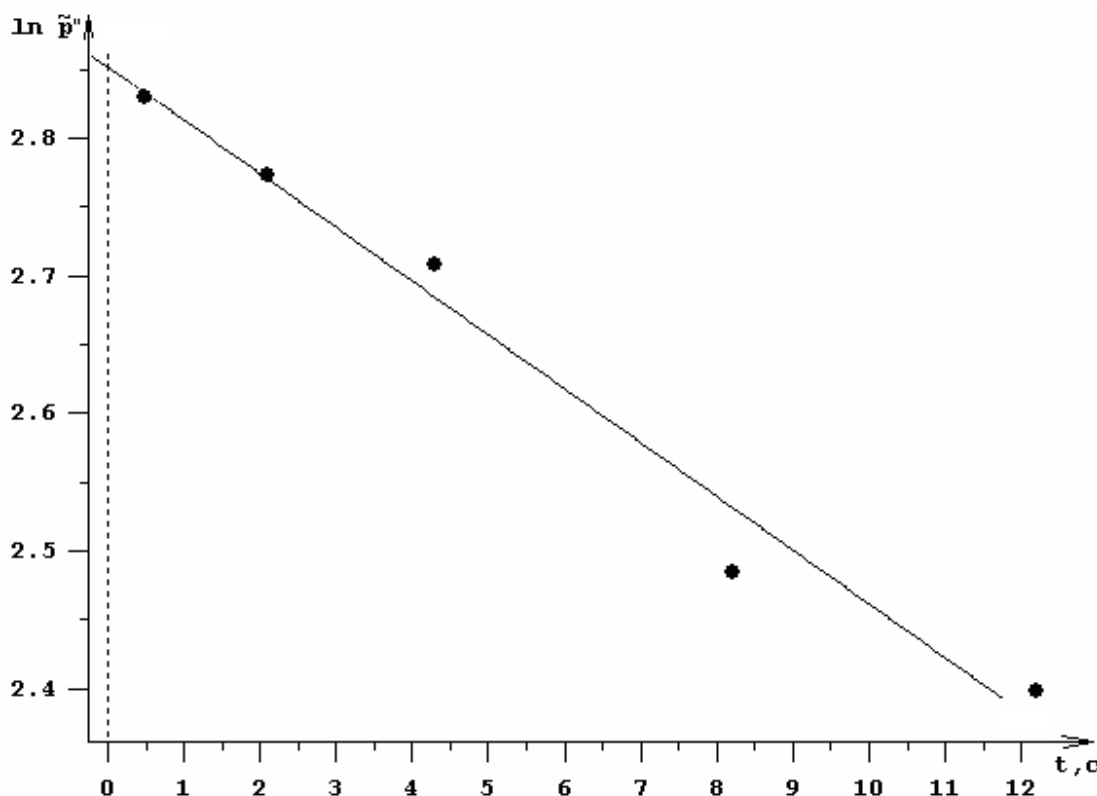
(19)

Bu yerda $h' \text{chap}$ va $h' \text{o'ng}$ – p' ni o'lchash jarayonida manometrning o'ng va chap ustunlarining ko'rsatkichidir. $h'' \text{chap}$ va $h'' \text{o'ng}$ ham p'' uchun huddi shu usulda aniqlanadi. p'' ni aniqlash uchun aynan adiabatik jarayon yakuniga yetgach l -klapanni yopish kerak. Ammo masalaning yana bir tomoni shundaki adiabatik jarayon juda qisqa vaqt davom etadi shu sababli uning aniq tugash vaqtini aniqlash mushkuldir. Shuning uchun p'' quyidagi usul bilan aniqlanadi. Boshlang'ich bosim p' o'zaro teng, ammo l -klapanning ochilish davomiyligi t turlicha bo'lgan holda natijaviy bosim $\tilde{p}''(t)$ o'lchanadi. *Atrof muxit* bilan sistemadagi gazning issiqlik almashinish qonuniyatini quyidagi eksponensial funksiya yordamida ifodalash mumkin:

$$\tilde{p}''(t) = p'' \exp\left(-\frac{t-\tau}{\varepsilon}\right),$$

bu yerda τ - Adiabatik jarayon davomiyligi ε - Issiqlik almashinuvi tezligini harakterlovchi o'zgarmas kattalik. c va t ga nisbatan τ ni hisobga olmagan holda ikkala tomonni logarifmlab

$$\ln \tilde{p}''(t) = \ln p'' + \frac{t}{\varepsilon} \text{ ni hosil qilamiz}$$



3 rasm. Bosim natural logairfmining vaqt bilan bog'lanishi.

$\ln \tilde{p}''(t)$ vaqtga chiziqli ravishda bog'liq bo'lgani uchun $t \rightarrow 0$ u $\ln p''$ ga intiladi, bu holda vertikal chiziq bilan tajribada aniqlangan chiziqli grafikning kesishish nuqtasi yordamida $t=0$ da $\ln p''$ va p'' ni aniqlash mumkin (3-rasm).

Ishni bajarish tartibi

1). T_0 temperatura va p_0 bosim qiymatlari oldindan berilgan bo'ladi. Sekundomerning o'lchash hatoligi (Δt) ni hisobga olmaymiz chunki bu termodinamik jarayonlar juda sekin boradi. Manometr ustunlaridagi suyuqlik balandligidagi hatolik (Δh) hisobotga talaba tomonidan o'lchab yozib qo'yiladi.

2) Klapanlarni boshlang'ich holatga keltiring:

- 1-klapan, Ballonni atmosfera bilan tutashtiradi – yopiq.
- 2-klapan, Ballonni kompressor bilan tutashtiradi – yopiq.
- 3-klapan, Ballonni manometr bilan tutashtiradi - ochiq.

Klapanni ochish yoki yopish uchun uning ustiga sichqoncha bilan bosish kerak.

3) Nasosning old tomonidagi «сеть» tugmachasiga sichqoncha bilan bosing va kompressorni ishga tushiring.

4) Ballonni kompressor bilan tutashtiruvchi 2-klapanni oching va suvli manometr orqali ballonda bosim ortishini kuzating. $h'_{o'ng} - h'_{chap} = (60 \div 70) \text{sm}$ bo'lgunicha ballonga havo damlang.

5) 2-klapanni yoping so'ngra nasosni o'chiring. Bilingki agar nasosni 2-klapanni yopmay turib o'chirsak nasos orqali havo chiqib ketganligi sababli ballondagi bosim asta sekinlik bilan pasayadi.

6) Ballondagi harorat hona harorati bilan tenglashishini kuting. Bunda bosim pasayadi ammo uning qiymati p' dan yuqori bo'lishi kerak. Aks holda ballonga yana ozroq havo damlang.

7) Bosimni kerakli qiymatgacha pasaytirish uchun 2-klapanni oching. Havo nasos orqali ballonni tark etadi va bosim asta sekin pasayadi. Manometrni diqqat bilan kuzatib turing: bosim kerakli qiymatgacha pasaygach 2-klapanni yoping. Manometr ko'rsatkichlarini Δh_1 maydoniga kiritib qo'ying.

8) 1-klapanni t vaqtga oching va so'ngra yoping. t ning tavsiya etilgan qiymatlari: 2 sek; 4 sek; 6 sek; 8 sek 10 sek. O'tgan vaqt sekundlarda ko'rinib turadi. Klapan ochiq turgan t vaqtni kerakli maydonga kiritib qo'ying.

9) Ballondagi temperatura hona temperaturasi bilan tenglashishini kuting. Manometrning Δh_2 ko'rsatkichini kerakli maydonga kiriting va "Добавить в отчет" tugmachasini bosing.

10) 1-klapanni oching.

Boshlang'ich bosimni o'zgartirmasdan turli vaqt t qiymatlari uchun tajribani kamida 5 marta takrorlang.

So'ngra dasturning asosiy menyusidan "Отчет" tugmachasini bosing va hosil bo'lgan hisobot formasini to'ldiring. Asosiy menyudagi "Файл | Сохранить отчет" punkti yordamida hisobotni saqlab qo'ying.

Diqqat! Ballondagi temperatura keskin ko'tarilib ketmasligi uchun unga asta sekinlik bilan havo damlash kerak. Bundan tashqari ustundagi suyuqlikning quyi darajasi qizil ehtiyot chizig'iga yetib bormasligi kerak. Aks holda avtomatik ravishda jarayon to'xtatiladi.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir ko'rsatmalar

1. Olingan natijalar asosida $\ln \tilde{p}''(t) = a t + b$ to'g'ri chiziq yasalib uning parametrlari a va b hisoblanadi.
2. Shu parametrlar yordamida $\ln p''$ va p'' hisoblanadi (3-rasmga qarang).
3. p'' ning p' ga nisbatini aniqlang (Olingan natijalar asosida qanday qilib p' ni hisoblash mumkin?)

4. γ ni (18) formula yordamida hisoblang.
5. p' ni topishdagi nisbiy hatolikni quyidagi formula bilan aniqlang:

$$\Delta p' = \sqrt{2} \Delta h$$

(21)

Shu formulani keltirib chiqaring!

6. Koeffitsiyentlarning nisbiy hatoligini baholash yo'li bilan $\Delta (\ln p'')$ ni aniqlang. So'ngra p'' ni quyidagi

$$\Delta p'' = p'' \Delta (\ln p''). \text{ formula yordamida}$$

(22)

hisoblang.

7. γ ni hisoblashdagi nisbiy va absolyut hatoliklarni aniqlang:

$$\delta \gamma = \frac{p''}{p' - p''} \sqrt{\left(\frac{\Delta p'}{p'}\right)^2 + \left(\frac{\Delta p''}{p''}\right)^2}, \quad \Delta \gamma = \delta \gamma \gamma$$

8. p', p'' va γ uchun qabul qilishi mumkin bo'lgan oraliqlarni yozing.
9. γ ning nazariy qiymati (12) shu oraliqqa to'g'ri kelish kelmasligini aniqlang.

O'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. SI birliklar sistemasida hajm, temperatura va molyar issiqlik sig'imlari qanday birliklarda o'lchanadi?
2. C_p va C_v molyar issiqlik sig'imlariga ta'rif bering.
3. Qanday jarayon adiabatik jarayon deyiladi?
4. Boyle-Mariott qonunini ta'riflang. Bu qonun qaysi jarayon uchun qo'llaniladi?
5. PV koordinata o'qlarida bir nuqtadan boshlanuvchi izoxorik sovutish, izobarik qizdirish, izotermik va adiabatik kengayish jarayonlari grafigini tasvirlang.
6. Biror termodinamik jarayon natijasida bajarilgan ish va sistema ichki energiyasining o'ta kichik o'zgarishini qanday hisoblash mumkin?
7. Molyar issiqlik sig'imlari C_p va C_v , molekularning erkinlik darajasi i bilan qanday bog'langan? γ ning nazariy qiymati qanday?
8. Puasson tenglamaga ta'rif bering?
9. Biror miqdordagi gazning hajmi 2 marta adiabatik kengayganda uning bosimi qanday

o'zgaradi?

10. Adibatik jarayon tenglamasini isbotlashda qaysi fizik qonunlardan foydalanildi?
11. (18) formulani keltirib chiqarishda qaysi lemmalardan foydalanildi va ular qayn darajada o'z isbotini topdi?
12. $\frac{p'}{p_0}$ nisbat nechaga teng ?
13. Laboratoriya qurilmasi qanday elementlardan tashkil topgan?
14. Ideal gazning ichki energiyasiga tushuncha bering . Bu energiya $1 \rightarrow a$ adibatik jarayonda qanday o'zgarishlarga uchraydi?
15. Bu tajribadagi qaysi grafik p'' –ikkinchi ortiqcha bosimga tegishli va nima uchun?
16. Agar 1 -klapanni 10 sekund davomida ochiq qoldirsak ushbu qurilmada gaz bilan bog'liq qanday jarayonlar yuz beradi ?
17. Bu laboratoriya ishida biror miqdordagi gazda sodir bo'lgan jarayonlarni PV (Bosim-Hajm) grafigida tasvirlang.
18. “Adibatik kengayish” jarayonidagi issiqlik almashinuvi $1 \rightarrow a$ (2-rasmga qarang) grafiga va yakuniy natijaga qanday ta'sir ko'rsatadi?
19. Issiqlik muvozanati holatida T temperatura uchun molekulaning bitta erkinlik darajasiga qanday miqdordagi kinetik energiya to'g'ri keladi?
20. Bir mol gaz uchun $C_p - C_v = R$ ekanini isbotlang
21. Quruq havo qanday komponentlardan tashkil topgan?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev.I.V. Umumiy fizika kursi T.1. M.: «Nauka», 1982.
2. Savelyev.I.V. Umumiy fizika kursi. T.2. M.: «Nauka», 1978.
3. Savelyev.I.V. Umumiy fizika kursi. T.3. M.: «Nauka», 1979.
4. Tixomirov V. Laboratoriya ishlari. Fizika va kompyuterda modellashtirish bo'yicha,(Moskva 2002).
5. Monaxov V.V., Kojedub A.V. Matematika kafedrası SPbGU

FOYDALI MA'LUMOTLAR FIZIK DOIMIYLAR

Nomlanishi	Belgisi	Qiymati	O'lchov belgisi
Gravitatsion doimiysi	γ yoki G	$6.67 \cdot 10^{-11}$	$\text{N m}^2/\text{kg}^2$
Erkin tushush tezlanishi	g_0	9.8	m s^{-2}
Vakuumdagi yorug'lik tezligi	c	$3 \cdot 10^8$	m s^{-1}
Avogadro doimiysi	N_A	$6.02 \cdot 10^{26}$	kmol^{-1}
Universal gaz doimiysi	R	$8.31 \cdot 10^3$	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Bolsman doimiysi	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$	J K^{-1}
Elementar zaryad	e	$1.6 \cdot 10^{-19}$	Kl
Elektron massasi	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$	kg
Faradey doimiysi	F	$9.65 \cdot 10^4$	Kl mol^{-1}
Elektr doimiysi	ϵ_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$	F m^{-1}
Magnit doimiysi	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	ГН М^{-1}
Plank doimiysi	h	$6.62 \cdot 10^{-34}$	Дж с

QO'SHIMCHALAR VA KO'PAYTUVCHILAR

Sonni standart shaklga keltirish uchun

Qo'shimcha	Belgi	Ko'paytuvchi
deka	da	10^1
gekto	rg	10^2
kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}

Qo'shimcha	Belgi	Ko'paytuvchi
detsi	d	10^{-1}
santi	s	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
mikro	mk	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}

MUNDARIJA

KIRISH	3
Fizik laboratoriyada ishlash tartibi.....	3
Laboratoriya ishlariga ruxsat olish.....	3
Laboratoriya ishlariga ruxsat olish uchun konspektga qo'yiladigan talablar.....	4
Laboratoriya ishlarini topshirishga tayyorlash.....	4
1.MEXANIKA	
.6	
1.1. Laboratoriya ishi. Mexanik to'liqlar.....	6
2.ELEKTR VA MAGNETIZM.	
OPTIKA	13
2.1. Laboratoriya ishi. Elektr maydonda zaryadlangan zarrachaning harakati.....	13
2.2. Laboratoriya ishi. Nuqtaviy zaryadlarning elektr maydoni.....	13
2.3. Laboratoriya ishi. O'zgarmas tok qonunlari.....	20
2.4. Laboratoriya ishi. O'zi induksiya hodisasi va manbaning ichki qarshiligi . To'liq zanjir uchun Om qonuni.....	23
2.5. Laboratoriya ishi. Magnit maydon.....	25
2.6. Laboratoriya ishi. Elektromagnit induksiya .	30
2.7. Laboratoriya ishi. O'zgaruvchan tok zanjirida rezonans hodisasi.....	33
2.8. Laboratoriya ishi Difraksiya va interferensiya.	35
2.9. Laboratoriya ishi. Difraksion panjara.....	38
3. KVANT OPTIKASI.ATOM FIZIKASI	41
3.1. Laboratoriya ishi. <u>Tashqi fotoeffekt</u>	41
3.2. Laboratoriya ishi. <u>Atomar vodorodning nurlanish spektri</u>	44

4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ	
ФИЗИКА	
...47	
4.1. Labarotoriya ishi. Maksvell	
taqsimotlari.....	47
4.2. Labarotoriya ishi. Havо uchun molyar issiqlik sig'irlarining nisbati C_p/C_v ni	
aniqlash.....	
...50	
ADABIYOTLAR	
.....58	
AYRIM FOYDALI	
MA'LUMOTLAR	58
MUNDARIJA	
...59	