

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH
INSTITUTI
“FIZIKA” KAFEDRASI**

**FIZIKA FANINING TAJRIBA
MASHG'ULOTLARINI BAJARISHGA
MO'LJALLANGAN O'QUV-METODIK
KO'RSATMA**

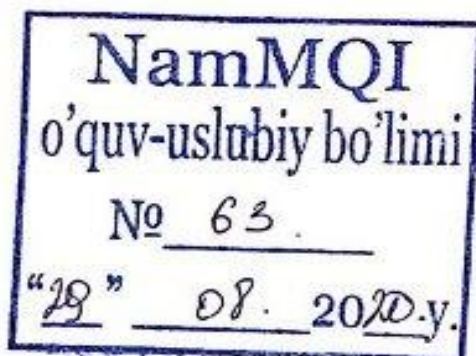


NAMANGAN 2020

O'zbekiston Respublikasi Oliyva O'rta Maxsus Ta'lim Vazirligi fizika fanidan tasdiqlangan dastur asosida tuzildi.

Tuzuvchilar: M. Qosimova
A. Turg'unov
M. Umaraliyev

Taqrizchi: NamDU Fizika – matematika fakulteti fizika kafedrasida o'qituvchisi:
PhD. A. Abdulazizov



NamMQI fizika kafedrasida yig'ilishida ko'rib chiqilgan va maqullangan (protokol № 2 2020 yil 5.09)

Namangan muxandislik-qurilish institutining ilmiy medogik kengashida ko'rib chiqilgan va laboratoriya darslarida foydalanishga ruxsat etilgan (yig'lish bayoni № 29.08.2020).

O'zbekiston Respublikasi Oliyva O'rta Maxsus Ta'lim Vazirligi fizika fanidan tasdiqlangan dastur asosida tuzildi.

Tuzuvchilar: M. Qosimova

A.Turg'unov

M.Umaraliyev

Taqrizchi: NamDU Fizika – matematika fakulteti fizika kafedrasini o'qituvchisi:

PhD. A.Abdulazizov

NamMQI fizika kafedrasini yig'ilishida ko'rib chiqilgan va maqullangan (protokol № ____ 20 ____ yil _____)

Namangan muxandislik-qurilish institutining ilmiy medogik kengashida ko'rib chiqilgan va laboratoriya darslarida foydalanishga ruxsat etilgan (yig'ish bayoni № _____)

KIRISH

Hozirgi zamon fan-texnikasining rivojlanishida fizika fanining ahamiyati kattadir. Shuning uchun texnika oliy o'quv yurtlarida yuqori malakali muxandislar tayyorlashda fizika fanini o'qitish o'ziga yarasha ahamiyat kasb etadi.

Umumiy fizika kursidan laboratoriya mashg'ulotlari o'tkazishda quyidagi maqsadlar:

a) bo'lajak muxandislarga asosiy fizikaviy qonunlarni va hodisalarni chuqurroq o'zlashtirishlariga yordamlashish;

b) talabalarni ilmiy tekshirish ishlariga ijodiy yondoshish, eksperimental uslubni to'g'ri tanlay bilish, fizikaviy kattaliklar qiymatlarini o'lchash va ularni formulalar vositasida tekshirishga o'rgatish;

v) zamonaviy asbob-uskunalar hamda fizikaviy o'lchash natijalarini matematik usullar yordamida ishlab chiqish uslublari bilan tanishtirish ko'zda tutiladi.

Ushbu uslubiy ko'rsatma "Fizikadan laboratoriya uchun metodik ko'rsatmalar" kitobning ikkinchi qayta ishlangan va to'ldirilgan nashri bo'lib, fizika kursining "**Mexanika va molekulyar fizika**" bo'limini o'z ichiga oladi. Ko'rsatmani tayyorlashda aksariyat ishlarda yo'l qo'yilgan nuqsonlarni bartaraf etishga, formulalar, belgilar, chizma hamda grafiklar sifatining yaxshilanishiga beminnat yordamini ayamaganligi uchun NamDU fizika kafedrasining o'qituvchisi A.Abdulazizovga o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz. Ko'rsatmada har bir bajariladigan ish uchun nazariy ma'lumot, tajriba o'tkaziladigan qurilmaning tuzilishi, ishning bajarilish tartibi, o'zlashtirish uchun savollar va foydalanilgan adabiyotlar ko'rsatilgan.

Ushbu ko'rsatma 10ta laboratoriya ishini o'z ichiga oladi.

Ushbu uslubiy ko'rsatma bo'yicha fikr va mulohzalaringizni kutamiz.

Mualliflar

XAVFSIZLIK TEXNIKASI. XATOLIKLAR NAZARIYASI BILAN TANISHISH. MOLEKULYAR FIZIKA LABORATORIYASI BILAN TANISHISH.

1. Fizikaviy kattaliklarni o'lchash. *Biror-birkattalikni o'lchash deganda bu kattalikning birlik sifatida qabul qilingan bir jinsli etalon kattalik bilan solishtirilib, undan necha marta katta yoki kichikligini bilish tushuniladi.* Fizikaviy kattaliklarni absolyut aniq o'lchab bo'lmaydi. Fizikaviy kattaliklarni o'lchash jarayonida o'lchov asboblarning tuzilishiga hamda kuzatuvchining sezgi organlarining sezgirligiga bog'liq ravishda o'lchash natijalari ma'lum xatoliklar bilan aniqlanadi. Topilgan natijalar o'lchanayotgan kattaliklarning taqribiy qiymatini beradi. O'lchashda ro'y beradigan xatoliklar ikki guruhga bo'linadi: *sistemali va tasodifiy xatoliklar.*

a) sistemali xatoliklar. Bunday xatoliklar odatda tajriba o'tkazilguncha aniqlanishi mumkin bo'lgan xatoliklardir. Ular asosan ishlatiladigan asboblarning ayrim kamchiliklari tufayli yuz beradi va ayni bir kattalikni takroriy o'lchashlar jarayonida ularning qiymatlari doimo bir xil bo'ladi. Masalan, masshtabli chizg'ich shkala bo'limlarining bir xil emasligi, kapillyar naycha diametrining uning turli qismlarida turlicha bo'lishi, elektr o'lchov asboblari strelkalarining nol qiymatidan siljib qolganligi va h.k.lar sistemali xatoliklarning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Sistemali xatoliklardan ko'p hollarda ularni o'lchov asbobi ko'rsatishiga tuzatma sifatida hisobga olish yo'li bilan yoki o'lchov asboblari etalon o'lchov asboblari bilan solishtirish natijasida qutilish mumkin.

b) tasodifiy xatoliklar o'lchash jarayonining turli bosqichlariga ta'sir etuvchi alohida sabablar oqibatida paydo bo'ladigan xatoliklardir. Masalan, o'lchov asboblarning ko'rsatishidagi noaniqliklar, sezgi organlarimizning nomukammalligi va tashqi (temperatura, bosim, namlik va h.k.) muhitning o'lchash jarayoniga uzluksiz ta'siri tufayli paydo bo'ladigan xatoliklar shular jumlasidandir. Bu xatoliklarni tajriba oldidan e'tiborga olishning imkoniyati yo'q. Bunday xatoliklarni butunlay yo'qotib bo'lmaydi, lekin ularning sonini minimal qiymatgacha kamaytirish mumkin. Tasodifiy xatoliklarning ehtimollik qonuniyatlariga bo'ysunishi ularning o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatini o'z ichiga oladigan chegaraviy qiymatlarini aniqlash imkonini beradi.

2. Bevosita o'lchash jarayonidagi xatoliklarni aniqlash. Fizikaviy kattalikning bevosita o'lchash natijasida topilgan qiymati uning haqiqiy qiymatidan u yoki bu tomonga og'gan bo'lishi mumkin. Fizikaviy kattalikning uning haqiqiy qiymatiga yaqin bo'lgan qiymatini olish uchun o'lchashlar bir necha marta takrorlanib, natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati topiladi. Kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati uning haqiqiy qiymatiga yaqinroq bo'ladi.

Masalan, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ lar ayrim o'lchashlar natijasi bo'lsa, bundan o'lchanayotgan kattalikning o'rtacha qiymati:

$$\bar{x} = \frac{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2 + \tilde{x}_3 + \dots + \tilde{x}_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \quad (1)$$

Bu erda n - o'lchashlar soni.

O'rtacha qiymatdan har bir ayrim o'lchash natijasi qiymatining farqi *ayrim o'lchashlarning absolyut xatosi* deyiladi va u

$$\begin{aligned} \Delta \tilde{\sigma}_1 &= |\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} - \tilde{\sigma}_1| \\ \Delta \tilde{\sigma}_2 &= |\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} - \tilde{\sigma}_2| \\ \Delta \tilde{\sigma}_3 &= |\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} - \tilde{\sigma}_3| \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta \tilde{\sigma}_n &= |\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} - \tilde{\sigma}_n| \end{aligned}$$

ifodalar yordamida aniqlanadi. So'ngra absolyut xatolikning o'rtacha arifmetik qiymati aniqlanadi:

$$\Delta \tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_1 + \Delta \tilde{\sigma}_2 + \Delta \tilde{\sigma}_3 + \dots + \Delta \tilde{\sigma}_n}{n} \quad (2)$$

O'lchashlar sifatini to'la tavsiflash uchun o'lchashning nisbiy xatoligi aniqlanadi. Ayrim o'lchashlar absolyut xatoliklarining o'rtacha arifmetik qiymatiga nisbati

$$\delta_1 = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_1}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}, \quad \delta_2 = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_2}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}, \quad \delta_3 = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_3}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}, \quad \dots, \quad \delta_n = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_n}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}$$

ifodalar yordamida aniqlanib, bu kattaliklar *ayrim o'lchashlarning nisbiy xatoliklari* deyiladi.

O'rtacha absolyut xatolik $\square_{x_{o'r}}$ ning o'rtacha qiymat $x_{o'r}$ ga nisbati

$$\delta = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}} \quad (3)$$

ga *o'rtacha nisbiy xatolik* deyiladi va uning foizlardagi qiymati

$$\delta = \frac{\Delta \tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}}{\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta}} 100\%$$

ifoda yordamida hisoblanadi. O'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati

$$\tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} = \tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} \pm \Delta \tilde{\sigma}_{\dot{u}\delta} \quad (4)$$

yordamida aniqlanadi.

Laboratoriya ishlarini bajarishda nisbiy xatolikning qiymati 3 - 5% oralig'ida bo'lishi kerak. Nisbiy xatolikning qiymati 0,5 % dan oshmaydigan o'lchashlar etarli darajada sifatli o'lchashlar hisoblanadi.

3. Laboratoriya ishlarini bajarish. Har bir laboratoriya ishini bajarish quyidagi sxema asosida olib boriladi:

3.1. Ushbu qo'llanmada berilgan laboratoriya ishining tafsiloti diqqat bilan o'qib, chiqiladi va puxta o'zlashtiriladi.

3.2. Laboratoriya ishlarini bajarish uchun kerak bo'ladigan asbob-uskunalar bilan tanishgandan so'ng qo'llanmaga muvofiq asboblarni o'rnatish yoki qurilmani yig'ishga kirishiladi. Ba'zida ishlar tayyor qurilmada bajariladi.

3.3. Kuzatish va o'lchash ishlari bajariladi. Ishning bu qismi juda ma'suliyatli bo'lib, uni bajarishda, ushbu qo'llanma ko'rsatmalariga qat'iy amal qilish kerak. Barcha o'lchash natijalari har bir ish uchun ko'rsatilgan jadvalga yoziladi.

3.4. O'lchash natijalari ishlab chiqiladi, ya'ni o'lchanayotgan kattaliklar ishchi formulalar yordamida topiladi va uning nisbiy xatoligi foiz hisobida aniqlanadi.

4. Bajarilgan laboratoriya ishi bo'yicha hisobot tayyorlash.

1. Ishning nomi va tartib raqami yoziladi.
2. Ishning maqsadi. Bunda bajarilgan laboratoriya ishida tajriba yo'li bilan aniqlanishi kerak bo'lgan fizik kattalik ko'rsatiladi.
3. Ishchi formula. Bunda aniqlanishi kerak bo'lgan kattalikning hisoblab topilgan ishchi formulasi va formulaga kirgan kattaliklarning nomi, shuningdek topilishi kerak bo'lgan kattalikning o'lchov birligi SI sistemada ko'rsatiladi.
4. Jadval yoki grafik. Bunda jadvalga o'lchash natijalari va hisoblab topilgan kattaliklar, absolyut va nisbiy xatoliklarning qiymatlari yoziladi. Agar qo'llanma bo'yicha talab qilinsa, fizik kattaliklarning bog'liqlik grafigi chiziladi.
5. Xulosa. Xulosada tajribadan olingan natijaning mazmuni qisqacha bayon qilinadi.



ESLATMA. Ish yuzasidan tayyorlangan hisobotni alohida varaqqa yoki o'quv daftariga yozish mumkin.

LABORATORIYA ISHI №1

ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI ANIQLASH. Usuli: Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash

Ishning maqsadi: Og'rlik kuchi tezlanishini tajriba yo'li bilan aniqlash

2. Kerakli asboblari: matematik mayatnik, sekundomer, o'lchov chizg'ichi.

Laboratoriya universal ta'minlash manbai	Lahza o'lchagich	Matematik mayatnik
		

3. NAZARIY QISM

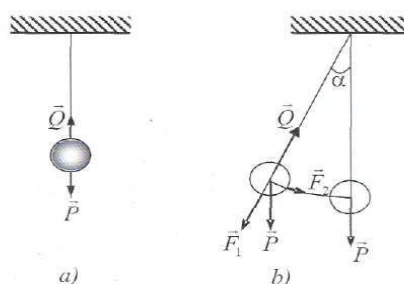
Uzun, vaznsiz, cho'zilmaydigan ipga osilgan jism matematik mayatnik deyiladi. Matematik mayatnikning og'irlik markazi osilish nuqtasidan pastda yotadi. Mayatnik ipining massasi unga osilgan jism, masalan, metall sharcha massasidan juda ham kichik bo'lganligi sababli uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Mayatnikning harakat qilmayotgan holati mayatnikning muvozanat vaziyati deyiladi (1- rasm a). Mayatnikni muvozanat vaziyatidan uncha katta bo'lmagan α burchakka og'irib, uni qo'yib yuborsak u muvozanat vaziyati atrofida tebranma harakat qila boshlaydi (1- chizma, b).

Mayatnikning bir marta to'liq tebranish uchun ketgan vaqtga tebranish davri deb ataladi va uni T bilan belgilanadi.

Agar biror t vaqt ichida mayatnik N marta tebransa to'liq bir marta tebranishi uchun ketgan vaqt, ya'ni tebranish davri quyidagicha hisoblanadi:

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

SI sistemasida tebranish davri sekundlarda o'lchanadi.



1-chizma

Matematik mayatnikning tebranish davri ipga osilgan yukning massasiga va tebranish amplitudasiga bogʻliq emas. Matematik mayatnikning uzunligi deganda ipning osilish nuqtasidan sharcha markazigacha boʻlgan masofaga aytiladi. Matematik mayatnikning tebranish davri matematik mayatnik l uzunligining kvadrat ildiziga toʻgʻri proporsional va g erkin tushish tezlanishining kvadrat ildiziga esa teskari proporsional boʻlib, u quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

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

(2) ifodaga koʻra erkin tushish tezlanishi g ni aniqlash uchun quyidagi tenglikka ega boʻlamiz:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (3)$$

4. Ishni bajarish tartibi

1. Ipni imkoni boricha uzunroq holatda mahkamlab, uning uzunligi oʻlchanadi. Olingan natijajadvalga yoziladi. $l_1 = \dots m$.
2. Laboratoriya universal ta'minlash manbayiga lahza oʻlchagich ulanadi.
3. Laboratoriya universal ta'minlash manbayi tok tarmogʻiga ulanadi va u ish holatiga keltiriladi.
4. Lahza oʻlchagich koʻrsatkichi nol holatiga keltiriladi.
5. Sharchani muvozanat vaziyatidan uncha katta boʻlmagan 5-6 gradus burchakka ogʻdirib, harakatga keltiriladi. Shu onda lahza oʻlchagich ishga tushiriladi.
6. Matematik mayatnikning tebranishlar soni sanaladi. Mayatnik $N_1 = 10$ marta tebranganda toʻxtatiladi.
7. Lahza oʻlchagichning koʻrsatishi qayd etiladi vajadvalga yoziladi. $t_1 = \dots s$.
8. (1) ifodaga koʻra l uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri $T_1 = \dots s$ hisoblanadi.
9. (3) ifodaga koʻra erkin tushish tezlanishi hisoblanadi. $g = \dots m/s^2$.
10. Mayatnik ipining uzunligini oʻzgartirmasdan tebranishlar soni $N_2 = 15$ ta va $N_3 = 20$ ta hollari uchun tajriba yuqoridagidek takrorlanadi.
11. Olingan natijalar asosida mayatnik tebranish davri va erkin tushish tezlanishining qiymatlari aniqlanadi
12. Mayatnik uzunligini oʻzgartirib tajriba yuqorida koʻrsatilgan tartibda takrorlanadi.
13. Erkin tushish tezlanishining tajribalarda olingan qiymatlarining oʻrtachasi hisoblanadi.

T/r	l(m)	n	t(s)	T(s)	g(m/s ²)	Δg	δ, %
1		10					
2		15					
3		20					
Oʻrtacha qiymat							

Nazorat savollari

1. Matematik mayatnik deb nimaga aytiladi
2. Mayatnikning tebranish davri nimalarga bogʻliq
3. Matematik mayatnikning uzunligini tebranish soni bilan bogʻliqmi?
4. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishi qanday aniqlanadi?
5. Mayatnikning asilligi nima ?

L A B O R A T O R I Y A I S H I № 2

OBERBEK MAYATNIGI YORDAMIDA QATTIQ JISMNING INERTSIYA MOMENTINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: aylanma harakat dinamikasiga oid egallangan bilimlarni amaliyotda qo'llash malakasini hosil qilish.

2. Kerakli asboblari: Oberbek mayatnigi, elektromagnit, elektrosekundomer, yuklar to'plami, shtangensirkul, vertikal ustunga o'rnatilgan masshtabli chizg'ich.

2. NAZARIY QISM

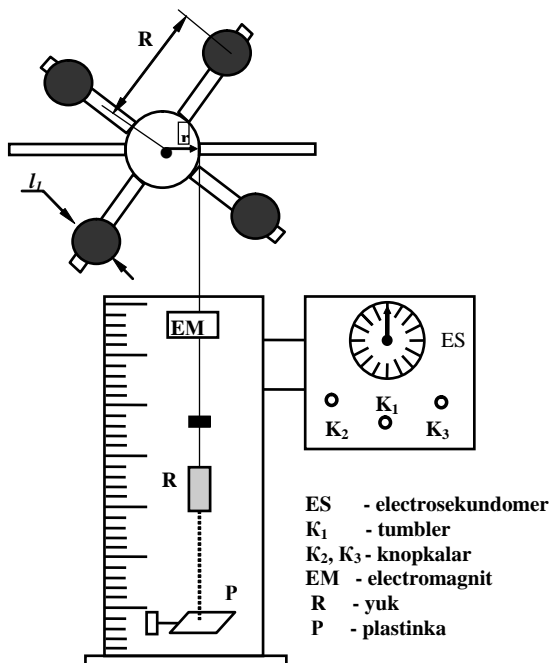
Aylanma harakat uchun jismning inertiya momentini dinamikaning ikkinchi qonuniga asosan topish mumkin, ya'ni:

$$I = \frac{M}{\beta} \quad (1)$$

bu erda M - aylantiruvchi moment, β - jismning burchak tezlanishi. (1) tenglikdan ko'rinadiki, aylanma harakatdagi jismning inertiya momentini aniqlash uchun jismga ta'sir etuvchi aylantiruvchi kuch momentini va jismning burchak tezlanishini bilish kifoya.

Oberbek mayatnigi o'qli shkivga o'rnatilgan krestovinadan iborat. Sterjenlarga o'qdan bir xil masofada joylashgan yuklar mahkamlangan (1-rasm). Aylantiruvchi

moment va burchak tezlanishini bevosita o'lchash qiyin bo'lganligidan, bu kattaliklarni quyidagicha aniqlash mumkin: eksperimental qurilmadagi elektromagnitdan tok uzilsa, ipga osilgan yuk h balandlikdan tusha boshlaydi. Agar yuk bu balandlikdan t vaqtda tushsa, R yuk



$$h = \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

yo'lni o'tadi. Bu erda shkiv gardishining tezlanishi. Ma'lumki, burchakli tezlanish bilan chiziqli tezlanish quyidagicha bog'langan:

$$\beta = \frac{a}{r} \quad (3)$$

bu tenglikda r - shkiv radiusi. (2) va (3)

formulalardan
$$\beta = \frac{2h}{rt^2} \quad (4)$$

tenglikni topamiz. Shkivga ta'sir etayotgan kuch ipning taranglik kuchiga teng bo'ladi:

$$F = mg - ma$$

bu tenglikda m - ipga osilgan yukning massasi. U holda mayatnikni aylantiruvchi kuch momenti

$$M = Fr = m(g-a)r \quad (5)$$

bo'ladi. Chiziqli tezlanish a ning qiymatini (2) tenglikdan topib, (5) ga qo'yamiz va

$$M = m \left(g - \frac{2h}{t^2} \right) r \quad (6)$$

tenglikni hosil qilamiz.

(4) va (5) tengliklarni hisobga olgan holda (1) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$M = \frac{m \left(g - \frac{2h}{t^2} \right) r^2 t^2}{2h} \quad (7)$$

bu erda I - Oberbek mayatnigining inertsia momenti, h - yukning tushishi balandligi, t - yukning tushish vaqti.

Oberbek mayatnigining inertsia momentini yana quyidagicha aniqlash mumkin:

$$I = I_0 + I_1 \quad (8)$$

bu erda I_0 - krestovinaning inertsia momenti, I_1 - yukning inertsia momenti. Krestovinaning inertsia momenti quyidagi tenglikdan topiladi:

$$I_0 = 4 \cdot \frac{1}{3} m_0 l_0^2 \quad (9)$$

bu erda m_0 - bitta sterjenning massasi, l_0 - bitta sterjenning uzunligi. m_1 massali yuklar yaxlit bo'lganligidan, yuklarning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti Shteyner teoremasiga asosan

$$I_1 = 4 \cdot \frac{1}{2} m_1 l_1^2 + 4 m_0 R_1^2 \quad (10)$$

ga teng bo'ladi. Bunda m_1 - bir dona yukning massasi, l_1 - yukning radiusi, R_1 - aylanish o'qidan yuk markazigacha bo'lgan masofa. (9) va (10) tengliklarni (8) ga qo'yib, Oberbek mayatnigining to'la inertsia momenti uchun quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$I = \frac{4}{3} m_0 l_0^2 + 2 m_1 (l_1^2 - 2 R_1^2) \quad (11)$$

(11) dan foydalanib mayatnikning inertsia momentini hisoblashda quyidagi kattaliklar e'tiborga olinadi:

$$m_1 = 0,1725 \text{ kg}, l_1 = 0,0225 \text{ m}, m_0 = 0,0588 \text{ kg}, l_0 = 0,133 \text{ m}, R_1 = 0,1105 \text{ m}.$$

4. Ish bajarish taritibi

1. Shtangencirkul bilan shkivning radiusi r o'lchanadi.
2. Pallaga qo'yilgan yukning massasi m_1 pallaning massasi m_2 bilan ($m = m_1 + m_2$) qo'shib hisoblanadi.
3. Qurilmaning elektromagniti (EM) elektr tarmog'iga K_1 kalit yordamida ulanadi (rasmga qarang).
4. Shkivga ip o'raladi. Bunda elektromagnit yukni tutib qoladi. Yukning yuqori holati bilan vertikal ustunchaga o'rnatilgan pastki plastinka P oralig'i h o'lchanadi.

5. Elektrosekundomerning K_2 va K_3 knopkalari bir vaqtda bosib turiladi. Bunda yuk elektromagnitdan ajralib tusha boshlaydi. R yuk plastinka P ga kelib urilganda sekundomer elektr tarmoqdan uziladi va to'xtaydi. Sekundomerdan yukning h masofani o'tish uchun sarflagan t vaqti yozib olinadi.
6. Tajriba turli massali yuklar uchun takrorlanadi. Olingan qiymatlar SI sistemasida ifodalanib, (7) formulaga qo'yiladi va Oberbek mayatnigining inertsiya momenti hisoblab topiladi.
7. (11) formula yordamida topilgan qiymat bilan (7) formula yordamida hisoblangan inertsiya momentining o'rtacha qiymati solishtiriladi.
8. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi:

№	r, m	m, kg	h, m	t, s	I, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	ΔI	$\delta, \%$	m_0, kg	$l_0, \text{kg}\cdot\text{m}^2$	l_1, m	R_1, m	I, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$
1.												
2.												
3.												
o'rtacha qiymat												

O'zlashtirish uchun savollar

1. Moddiy nuqtaning inersiya momentidebnimaga aytiladivauqanday birliklarda o'lchanadi
2. Aylanma harakatdagi jismning inersiya momentini dinamikaning ikkinchi qonuniga asosan topish mumkinmi?
3. Yuklarni krestovinanadan olmay turib krestovinaning inersiya momentini qanday o'lchash mumkin ?
4. Shteyner teoremasini taariflang va uni tushuntirib bering.
5. Ishni bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI №3

EGILISH USULI ORQALI YUNG MODULINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: qattiq jismlar deformatsiyasiga doir nazariy bilimlarni amalda qo'llashni o'rganish.

2. Kerakli asboblari: elastiklik modulini aniqlaydigan qurilma, yuklar to'plami, indikator, shtangencirkul, masshtabli chizg'ich.

3. NAZARIY QISM

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarralarining nisbiy joylashuvidagi har qanday o'zgarishga *deformatsiya* deyiladi. Deformatsiyalangan jismning ichida kattaligi deformatsiyalovchi kuchga teng bo'lgan aks ta'sir kuchi vujudga keladi. Bu kuchga *elastiklik kuchi* deyiladi. Elastiklik kuchlari jism zarralari orasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladi. Jismlarning bir necha turdagi deformatsiyasi mavjud: *cho'zilish, siljish, buralish, egilish*.

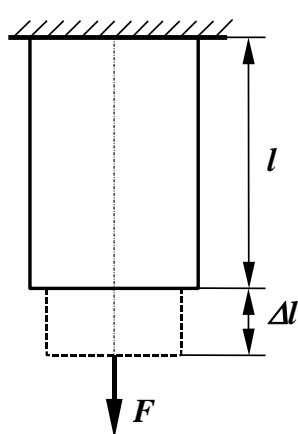
Deformatsiyaning har bir turi o'ziga xos elastiklik kuchini hosil qiladi. Har qanday turdagi deformatsiyada yuzaga keladigan F' elastiklik kuchi Δx deformatsiya (siljish) ga proporsional bo'ladi:

$$F = -k \cdot \Delta x \quad (1)$$

bu erda k - proporsionallik koeffitsiyenti. (1) tenglik *Guk qonunini* ifodalaydi.

Quyida deformatsiya turlaridan cho'zilish va egilishni qisqacha ko'rib chiqaylik.

a) cho'zilishdagi deformatsiya. Sterjenning bir tomoni mahkamlangan bo'lib, ikkinchi uchiga F' kuch ta'sir etayotgan bo'lsin. Sterjenning dastlabki uzunligi l bo'lsin. F' kuch ta'sirida sterjen uzunligi Δl ga ortadi (1-rasm). $\frac{\Delta l}{l}$ nisbat *nisbiy deformatsiya* deyiladi va u ε (epsilon) harfi bilan belgilanadi, ya'ni



1-rasm

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

$\frac{F}{S}$ nisbat *guk kuchlanish* deyiladi va u σ (sigma)

harfi bilan belgilanadi, ya'ni

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (3)$$

bu erda S - sterjen yuzasi. O'lchashlar ko'rsatadiki, elastiklik chegarasida nisbiy deformatsiya kuchlanishga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$\varepsilon = \alpha \sigma \text{ yoki } \frac{\Delta l}{l} = \alpha \frac{F}{S} \quad (4)$$

(4) tenglikda α - elastiklik koeffitsiyenti bo'lib, unga teskari bo'lgan kattalikka *Yung moduli* deyiladi, ya'ni

$$E = \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

(4) tenglikni hisobga olib, (5) tenglikni quyidagicha yozamiz :

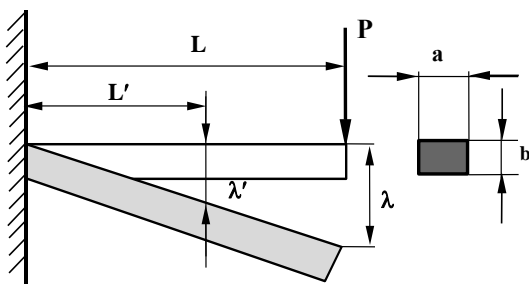
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (6)$$

bu tenglikka ko'ra elastik deformatsiyalarda kuchlanish nisbiy deformatsiyaga to'g'ri proporcionaldir. Agar $\varepsilon=1$ bo'lsa,

$$\sigma = E \quad (7)$$

bo'ladi. (7) ga ko'ra Yung moduli son jihatdan nisbiy deformatsiya bir birlikka teng bo'lishi uchun kerak bo'ladigan kuchlanishga teng ekan.

b) egilishdagi deformatsiya. Agar elastik sterjenning bir uchini mahkamlab, uning ikkinchi uchiga R yuk qo'yilsa, sterjen egilish deformatsiyasiga uchraydi (2-rasm). Ravshanki, bunday deformatsiyada sterjenning ustki qatlamlari cho'ziladi, ostki qatlamlari esa siqiladi. Neytral deb ataluvchi o'rtadagi sirt qatlamning uzunligi o'zgarmaydi, u faqat salgini egiladi. Sterjen erkin uchining siljishi λ egilish strelasi deyiladi. R qancha katta bo'lsa, λ ham shuncha katta bo'ladi. Bundan tashqari λ sterjenning o'lchamlariga hamda uning elastiklik moduliga bog'liq bo'ladi. Egilish strelasi λ ni hisoblab topish uchun uzunligi L , qalinligi b va eni a bo'lgan to'g'ri burchakli sterjendan foydalanish mumkin. Bir uchi qattiq mahkamlangan va erkin uchida R yuki bo'lgan sterjenning egilish strelasi quyidag formuladan topiladi:



2-rasm

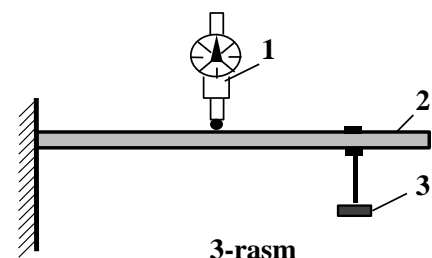
$$\lambda = \frac{4\pi \cdot L^3}{Eab^3} \quad (8)$$

Oxirgi tenglikdan po'lat sterjenning elastiklik moduli E ni topamiz:

$$E = \frac{Pl^3}{4\pi\lambda ab^3} \quad (9)$$

4. Ish bajarish tartibi

1. Qurilmadagi bir uch mahkamlangan po'lat sterjenning qalinligi b va eni a millimetris obidashtan kirkulyordamida o'lchanadi.
2. Yuk qo'iladigan palla 3 sterjen 1 ning tayanch nuqtasidan biror L masofaga joylashtiriladi (3-rasm).
3. Indikator sterjen 1 ning tayanch nuqtasidan biror L' masofaga joylashtirilib, indikator strelkasi 0 holatga keltiriladi.
4. Sterjenning R yuk qo'yilgan uchining egilish strelasi (2-rasm) $\lambda = \lambda' \frac{L}{L'}$ munosabatdan topiladi. Bu tenglikda λ' pallaga R yuk qo'yilgandagi indikatorning ko'rsatishi.
5. Tajribadan topilgan L, a, b, P, λ kattaliklarning qiymatlarini (9) formulaga qo'yib, po'lat sterjen uchun elastiklik moduli E ning qiymati hisoblanadi.
6. Yuklarni orttira borib, har bir ortgan yuk uchun E ning qiymatlari hisoblanadi va uning o'rtacha qiymati topiladi.



3-rasm

7. Yuk va indikatorni sterjenning turli nuqtalariga qo'yib, tajriba birnecha marta takrorlanadi va E ning o'rtacha qiymati topiladi.

8. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi:

№	P, kg	a, mm	L, mm	λ , mm	E, kg/mm ²	ΔE	δ , %
1.							
2.							
3.							
O'rtacha qiymat	X	X	X	X			X

5. O'zlashtirish uchun savollar

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Guk qonuni qanday taoriflanadi?
3. Elastiklik koeffisienti va Yung modulining fizik maonolarini ayting.
4. Egilish strelasi deb nimaga aytiladi?
5. Po'lat sterjenning elastiklik moduli qanday ifodalanadi?
6. Ishning bajarish tartbini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI №4

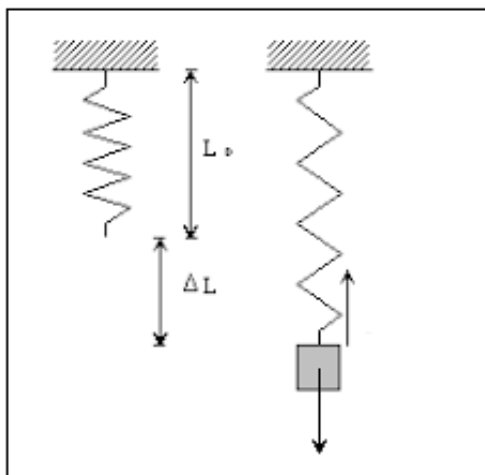
TEBRANMA HARAKAT QONUNLARINI O'RGANISH

1. Ishning maqsadi: Purjinali mayatnik tebranishi yordamida bikirlikni aniqlashni o'rganish

2. Kerakli asboblari: matematik mayatnik, sekundomer, o'lchov chizg'ichi, ma'lum og'irlikdagi toshlar.

3. NAZARIY QISM

Bir marta turtki berilgandan keyin o'zicha tebranadigan sistemada yuz beradigan tebranishlarga erkin yoki xususiy tebranishlar deyiladi. Unga misol qilib, prujinaga osib qo'yilgan yukning tebranishini olish mumkin.



Prujinaga osib qo'yilgan m massali sharchaning (1-rasm) qarab chiqaylik:

Prujinaga sharcha osilgach cho'ziladi va $k \Delta l$ ga teng bo'lgan elastik kuchi vujudga keladi. Muvozanat xolatida elastiklik kuchi sharchaning og'irlik kuchi P ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$mg = k\Delta l \quad (1)$$

Kuch prujinada hosil bo'layotgan elastik kuchdir. Elastik bo'lmagan kuchlar ham $f = -kx$ (1) qonunga bo'ysinadi, bunday kuchlarni kvazielastik kuchlarga qarshi ish bajarish kerak:

$$A = \int_0^{\delta} (-f) dx = \int_0^l kx dx = \frac{kx^2}{2} \quad (2)$$

Bu ish sistemaning potensial energiya zaxirasini vujudga keltiradi:

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

(1-rasmda) ifodalangan sistemaga qaraylik: muvozanat xolatida uning potensial energiyasi minimal. Sharchaning muvozanat xolatidan $X=A$ masofaga siljitib, qo'yib yuboramiz. Bo' xolatda sharcha maksimal potensial energiyaga, ya'ni ega bo'ladi.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

m massali sharchaning harakati uchun Nyutonning 2-qonunini yozamiz.

$$ma = -kx \quad (3)$$

Siljishdan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosila tezlanishga tengligidan

$$a = \frac{d^2 \cdot x}{dt^2} = x$$

Foydalanib quyidagini hosil qilamiz: $mx = -kx$

$$\text{Yoki } x + \frac{k}{m}x = 0 \quad (4)$$

Deb belgilasak sharcha harakatining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$x + \omega_0^2 x = 0 \quad (5)$$

Bo' tenglamani umumiy yechimi:

$$X = A \sin(\omega_0 + \varphi) \quad (6)$$

Siklik chastota $\omega_0 = 2\pi/T$ va $\omega_0 = k/m$ belgilashga asosan tebranish davrining quyidagicha yozish mumkin:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (7)$$

4.Ishni bajarish tartibi

Prujinaning elastiklik koeffitsiyenti k ni aniqlash.

1. Prujinani shtativga mahkamlab uning l_0 uzunligi o'lchanadi.
2. Prujinaga mahkamlangan platformaga m yukni o'rnatib, prujinaning cho'zilgan uzunligi o'lchanadi. Har bir prujina uchun 50,100,150,200 gr yuklar bilan o'lchashlar o'tkaziladi.
3. $\Delta l=l-l_0$ formula orqali prujinaning cho'zilgan kattaligi aniqlanadi va (1) tenglik yordamida elastiklik koeffitsiyenti k hisoblanadi.
4. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№ тажриба	P (N)	l_0 (m)	L(m)	$\Delta l=l-l_0$ (m)	k (H/m)	$\Delta k/k$ 100%
1						
2						
3						

SINOV SAVOLLARI.

1. Erkin va so'nuvchi tebranishlar deb nimaga aytiladi?
2. Elastiklik kuchi va elastiklik koeffitsiyentini qanday tushunasiz?
3. Tebranish davri, chastotasiva amplitudasiga ta'rif bering.
4. Tebranyotgan jismning potensial energiyasini yozing va tushuntiring.
5. Prujinali mayatnikning tebranish davri nimalarga bog'liq?
6. Prujinali mayatnik uchun tebranish $x(t)$ teglamasini yozing va tushuntiring.

LABORATORIYA ISHIN^o 5.

TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINING REZONANS USULI ORQALI ANIQLASH

Tajribaning maqsadi:

- Tovushning havoda tarqalish tezligini aniqlash.
- tovushning havodagi tezligini haroratga bog'liqligini tekshirish.

Kerakli asbob va uskunalar: sensor-CASSY qurilmasi, CASSY Lab 2 kompyuter dasturi, termometr, yuqori chastotali tovush dinamigi, universal mikrofon, maxsus quvur, havoni isitish qurilmasi, tok manbai va ulovchi similar.

Nazariy ma'lumotlar

Tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoniga to'lqin deyiladi. To'lqinlar tarqalganda muhitning zarralari to'lqin bilan birgalikda harakatlanmaydi, balki muvozanat vaziyati atrofida tebranadi. Zarradan–zarraga tebranma harakat holati va to'lqin energiyasigina uzatiladi. Shuning uchun ham moddaning emas balki energiyaning ko'chirilishi barcha to'lqinlarga xos xususiyatdir. To'lqinlar asosan: suyuqlik sirtidagi to'lqinlar, elastik to'lqinlar va elektromagnit to'lqinlarga, ajratiladi. Elastik to'lqinlar deb elastik, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon muhitda tarqaladigan mexanik g'arayonlanishlarga aytiladi. Elastik to'lqinlar bo'ylanma va ko'ndalang bo'lishi mumkin. Bo'ylanma to'lqinlarda muhit zarralari to'lqin tarqalish yo'nalishida tebranadi. Ko'ndalang to'lqinlarda esa tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar tekislikda tebranadi. Suyuqliklarda va gazlarda faqat bo'ylanma to'lqinlar vujudga keladi. Qattiq jismlarda esa ham bo'ylanma, ham ko'ndalang to'lqinlar vujudga kelishi mumkin.

To'lqin xarakteristikalari. Bir xil fazada tebranayotgan ikkita eng yaqin zarralar orasidagi masofaga to'lqin uzunligi deyiladi va λ harfi bilan belgilanadi. O'lchov birligi qilib (m) metr qabul qilingan.

$$\lambda = \vartheta \cdot T$$

bu yerda ϑ – to'lqinning tarqalish tezligi, T-davri. Agar $T = 1/\nu$ ekanligini e'tiborga olsak.

$$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu}$$

bu yerda v – chastota.

Mexanik to'liqlarning keng tarqalgan misollaridan biri tovush to'liqlaridir. Agar muhitda tarqalayotgan to'liqlarning chastotasi 20 Hz dan 20000 Hz oralig'ida bo'lsa, bunday to'liqlarni inson qulog'i eshitadi (qabul qiladi). Shuning uchun chastotasi ana shu ko'rsatilgan chastotalar oralig'ida yotgan istalgan muhitdagi elastik to'liqlar tovush to'liqlari yoki to'gridan–to'gri tovush deb ataladi. Chastotasi 20 Hz dan kichik bo'lgan to'liqlarni infratovush, chastotasi 20000 Hz dan katta bo'lgan to'liqlarni esa ultratovush deb ataladi. Infra va ultratovushlarni inson qulog'i eshitmaydi. Fizikaning tovush hodisalarini o'rganadigan bo'limi akustika, Qulog'imiz tovush sifatida qabul qila oladigan tebranishlarni akustik tebranishlar deb yuritiladi.

Har qanday tebranuvchi jism tovush manbai bo'lishi mumkin. Masalan, kamertonga [bolg'acha bilan ursak](#), kamerton tovush chiqara boshlaydi. Agar kamerton shohi yoniga ipga osilgan sharchani yaqinlashtirsak, har safar kamertonga sharcha tegishi bilan undan sapchiydi. Agar kamertonni qo'l bilan ushlasak, uning tebranishlari to'xtaydi, tovush eshitilmay qoladi. Kamerton tovush chiqarmayotgan vaqtda unga tegib turgan sharcha ham harakatsiz osilib turadi.

Tovush tebranishlari elastik muhit orqali uzatiladi. Bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagicha tajriba o'tkazish mumkin. Havo nasosi qalpog'i ostiga elektr qo'ng'irog'ini o'rnatib, uni harakatga keltiraylik. Qalpoq ostida havo bo'lganda qo'ng'iroqdan chiqayotgan tovush aniq eshitiladi. Qalpoq ostidagi havoni asta–sekin so'rib olingan sari tovush zaiflashadi va havo batamom siyraklashganda (vakuum bo'lganda) garchi qo'ng'iroq ishlab tursa ham, hech qanday tovush eshitilmay qoladi. Bundan tovush to'liqlari muhitda tarqaladi, vakuumda esa tarqalmaydi, degan hulosaga kelamiz.

Shunday qilib, biz tovushni eshitishimiz uchun, birinchidan tovush manbai bo'lishi, ikkinchidan, tovush manbai bilan quloq orasida elastik muhit mavjud bo'lishi, nihoyat, uchinchidan, tovush manbaining chastotasi 20–20000 Hz oralig'ida bo'lishi kerak.

Har qanday moddada tovush ma'lum tezlik bilan tarqaladi, uning tarqalish tezligi $v = \frac{s}{t}$ [formula bilan aniqlanadi](#), bu yerda s tovushning t vaqt oralig'ida o'tgan masofasi.

Tovushning tarqalish tezligi muhitning hossalriga va temperaturaga bog'liq bo'ladi: muhitning elastikligi va zichligi qancha katta bo'lsa, tovushning tarqalish tezligi shuncha katta bo'ladi. Bunday moddalarning tovush o'tkazuvchanligi katta bo'ladi. (moddaning tovushni o'tkazish qobiliyati tovush o'tkazuvchanligi deb ataladi). O'lchashlar 0°C (273°K) temperatura va normal atmosfera bosimida havoda tovushning tarqalish tezligi 332 m/s ga teng ekanligini ko'rsatadi.

Tovushning balandligi, qattiqligi va tembri. Barcha tovushlar musiqiy tovushlarga va shovqinlarga bo'linadi. Masalan, musiqa asboblari chiqaradigan tovushlar, ashula musiqiy tovush hisoblanadi. Avtomobil yurganda, portlashda, suv sharsharasidan shovqin hosil bo'ladi.

Har qanday real tovush [oddiy garmonik tebranish emas](#), balki ma'lum chastotalar to'plamiga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushning akustik spektri deb ataladi. Agar tovushda ν_1 dan ν_2 gacha oraliqdagi barcha chastotaga ega bo'lgan tebranishlar ishtirok etsa, u holda spektr tutash spektr deyiladi. Masalan, shovqin tutash akustik spektrga ega. Agar tovush ν_1, ν_2, ν_3 va hokazo, uzlukli, ya'ni bir-biridan chekli intervallar bilan ajralgan chastotali tebranishlardan tashkil topgan bo'lsa, chiziqli akustik spektr deyiladi. Masalan, musiqiy tovushlar (ularni ohangdor tovushlar deb ham ataladi) chiziqli spektrga ega.

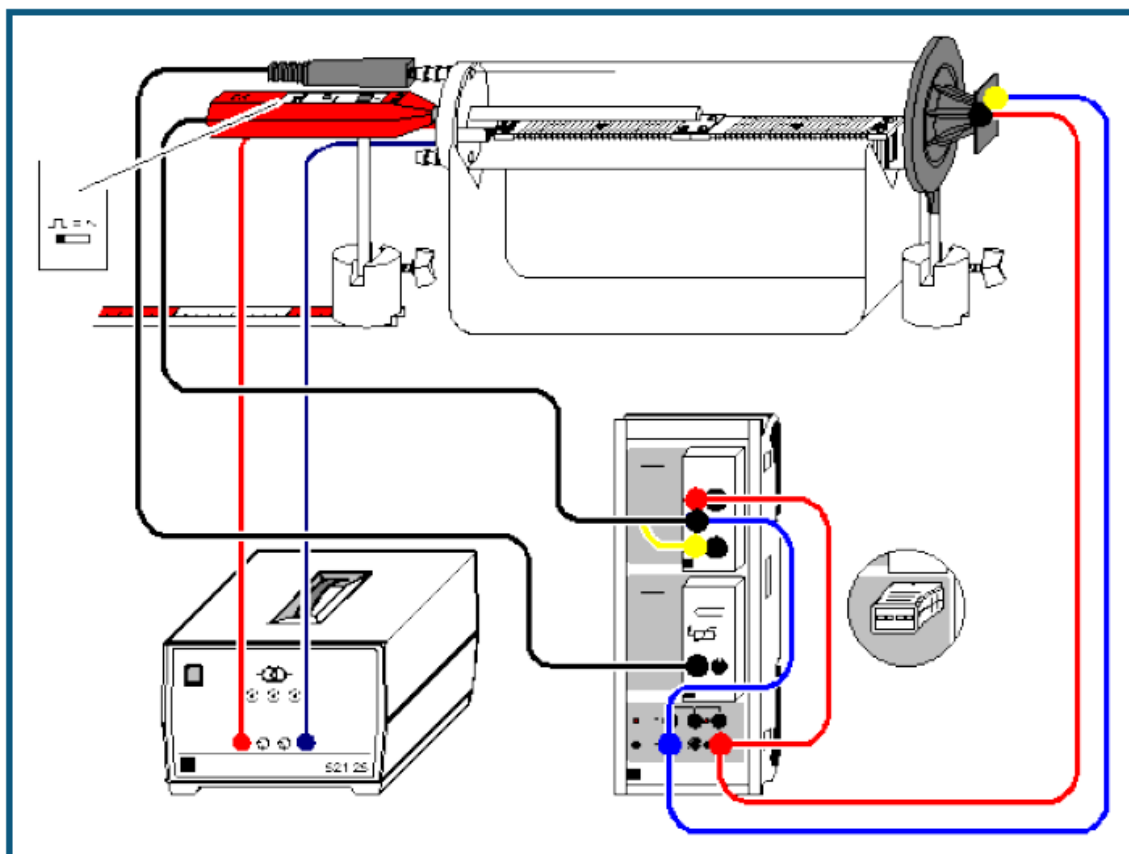
Tayinli bir chastotali tovush musiqiy ton (musiqiy ohang) yoki to'gridan-to'gri ton ataladi. Garmonik tebranayotgan jismning chiqarayotgan tovushi musiqiy ton bo'ladi. Musiqiy tovushlar bir-biridan qattiqligi va balandligi bilan farq qiladi.

Tovushning qattiqligi tebranish amplitudasiga bog'liq bo'ladi: tebranish amplitudasi qancha katta bo'lsa, tovush shuncha qattiq bo'ladi. Masalan, kamerton shoxchasiga bolg'acha bilan qanchalik kuchli zarba berilsa, kamerton shunchalik

qattiq ovoz chiqarganini eshitamiz, chunki kuchli zarba ta'sirida katta amplitudali tebranishlar yuzaga keladi.

Tovushning balandligi tebranish chastotasiga bogliq; tebranish chastotasi qanchalik yuqori bo'lsa, tovush shunchalik baland hisoblanadi. Masalan, torning tarangligini orttirib (bunda torning erkin tebranishlari chastotasi ortadi), uning tovush balandligini oshirish mumkin.

Turli manbalardan chiqayotgan tovushlarning tusi (ohangdorligi) turlicha bo'ladi: yani tovushlar bir-biridan tembri bilan farq qiladi. Tovushning tempri obertonlarning bo'lishi va ularning qattiqligiga bog'liq bo'ladi. Obertonlari ko'p bo'lgan musiqiy tovushlarning tembri yuqori (tovush shunchalik sifatli) bo'ladi.



1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi

Tajriba tavsifi

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

c – tovush tezligini aniqlash uchun biz tovush impulsining karnayda hosil bo'lishi va mikrofondan qabul qilinishi orasidagi Δt vaqtini o'lchaymiz. Buni qurilmaning o'zi aniqlaydi. Karnay va mikrofon orasidagi masofa S ni shkalali rels orqali aniqlanadi. Tovush tezligini $c = \frac{S}{\Delta t}$ formula orqali aniqlanadi.

Qurilma ichidagi havoni isitish orqali tovushning tezligini haroratga bog'liqligini o'rganiladi. Haroratning ortishi bilan ρ havo zichligi kamayadi va tovush tezligi ortadi.

Tajribaning o'tkazish tartibi

1 – rasmda ko'rsatilgan tajriba qurilmasini yig'ing.

Sensor-CASSY qurilmasini kompyuterga ulang va pomyuterdan CASSY Lab 2 dasturini ishga tushiring.

Dasturdan kerakli laboratoriya mavzusini tanlab, uni yuklang.

Mikrofon va karnay orasidagi masofani o'lchab uni dasturdagi S ga kiriting.

⊗ tugmasi orqali kiritgan masofa S uchun tovushning hona haroratidagi tezligini aniqlaymiz. Bunda tovushning karnaydan mikrofondacha bo'lgan masofani qancha vaqtda bosib o'tishini dastur yordamida avtomatik aniqlanadi.

Har bir masofa uchun bir necha marta tajribani takrorlang.

Tajribani boshqa masofalar uchun ham takrorlang. Karnay va mikrofon ko'ndalang kesim yuzalari har doim bir biriga parallel bo'lishini ta'minlang.

Tajribani haroratni oshirib yuqoridagi bandlarni takrorlang. Haroratning har bir 5°C qiymatlari uchun tovush tezliklari uchun bajaring. Bunda havoni qizdirish uchun ulangan qizdirgich 12 V va 3,5 A dan yuqori bo'lmagan elektr tarmog'iga ulash tavsiya etiladi.

Haroratning 80°C dan yuqori bo'lmagan qiymatlari uchun o'lchashlarni olib boorish tavsiya etiladi.

NAZORAT SAVOLLARI.

1. Yassi to'lqin deb nimaga aytiladi?
2. Kogerent to'lqin deb nimaga aytiladi?
3. Kvinke asbobiga hosil qilingan to'lqin qanday (bo'ylamako'ndalang yoki sferik) to'lqin?
4. To'lqin interfrensiyasi deb nimaga aytiladi? Unda maksimum va minimum bo'lish shartini tushuntiring?
5. Ikkita kogerent to'lqin qo'shib minimum hosil qilingan hol uchun energiya saqlanish qonunini tushuntiring?
6. Tovush amplitudasi intensivligi energiyasi kattaliklarini tavsiflang?
7. Tovush qattiq jismlarda qanday tarqaladi?

8. Nima uchun tovushning havodagi tarqalish tezligi uning temperaturasiga bog`liq ?
9. Tovush tezligining aniqlashning qanday usullarini bilasiz?

LABORATORIYA I S H I № 6

HAVONING ISSIQLIK SIG'IMLARI NISBATINI ADIABATIK KENGAYISH YORDAMIDA ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: gazlarning solishtirma issiqlik sig'imiga oid olingan bilimlarni amaliyotda qo'llashni o'rganish.

2. Kerakli asboblari: *Kleman-Dezorm asbobi, manometr, havo haydaydigan nasos.*

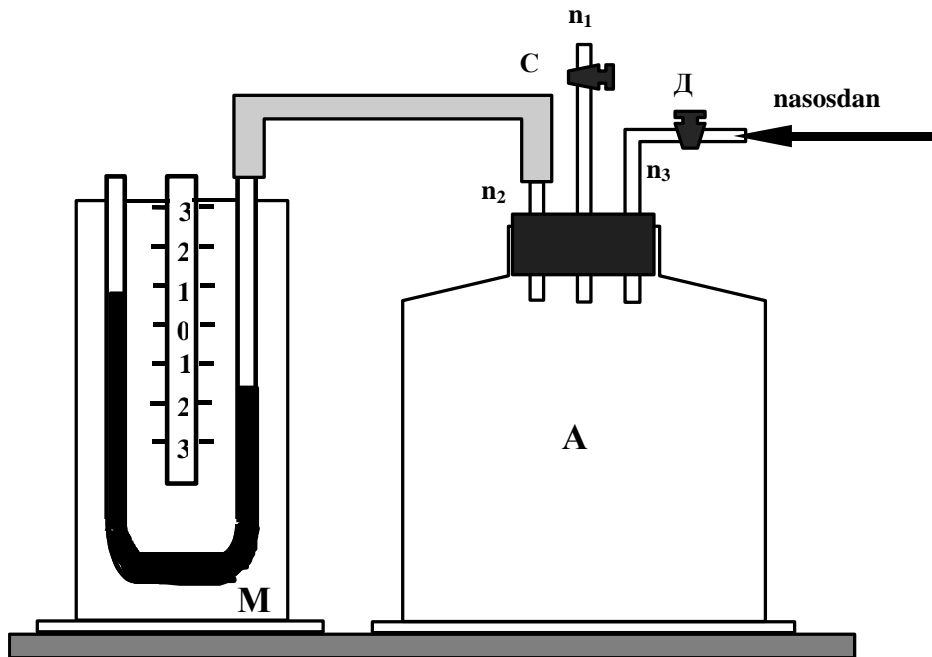
3. NAZARIY QISM

Gazlarning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) ning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_v) ga nisbatini adiabatik jarayonlarda aniqlash mumkin.

Gaz massa birligining temperaturasini 1°C ga ortirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka *gazlarning solishtirma issiqlik sig'imi* deyiladi. Gazlar uchun bu kattalik isitish sharoitiga bog'liq. Isitishni o'zgarmas bosimda yoki o'zgarmas hajmda bajarish mumkin. Lekin (C_p) hamma vaqt (C_v) dan katta bo'ladi, chunki gazlarni o'zgarmas hajmda isitish uchun berilgan issiqlik miqdori faqat gazlarning ichki energiyasi ($C_v\Delta T$) ni ortirish uchun sarf bo'ladi. Gazlarni o'zgarmas bosimda isitish uchun esa, berilgan issiqlik faqat gazning ichki energiyasini orttirishga sarf bo'lmay, balki hajm kengayishida bajarilgan ishga ham sarf bo'ladi. Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, bu ish gaz doimiysiga teng, ya'ni

$$C_p = C_v + R$$

bo'lib, bu erda R - universal gaz doimiysi.



1-rasm

Gazlar solishtirma issiqlik sig'irlarining nisbati C_p/C_v ni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. Buning uchun A shisha idishning og'zi uch joyidan teshilgan va bu teshiklari orqali n_1 , n_2 va n_3 naychalar o'tkazilgan rezina tiqin bilan berkitilgan (1-rasm). n_1 va n_3 naychalarning jumragi bor. n_2 naycha A idish bilan manometrni ulaydi. n_3 naycha esa porshenli nasosga ulangan. S jumrak ochilsa, idish ichidagi bosim atmosfera bosimi bilan tenglashadi. Agarda C jumrakni berkitgandan so'ng idishning ichiga nasos bilan bir oz havo haydalsa, idishning ichidagi bosim oshadi, ammo idish ichidagi bosim juda tez (qisqa vaqt ichida) oshirilsa, manometrik ustuncha M o'zining qat'iy vaziyatiga birdaniga kela qolmaydi, chunki bunda havo adiabatik ravishda qisiladi. Binobarin, bunda gazning temperaturasi ko'tariladi. Manometrda sathlarning farqi (Δh) idish ichidagi havoning temperaturasi, idish devorlarining issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli atrofdagi havoning temperaturasiga tenglashgandagina aniq bir qiymatga erishadi. Atrofdagi havoning absolyut temperaturasini T_1 bilan, idish ichidagi gazning bosimini P_1 bilan belgilaymiz. U holda

$$P_1 = P_0 + h_1 \quad (1)$$

bo'ladi, bunda P_0 - atmosfera bosimi.

Gazning bu holatini T_1 va P_1 parametrlar xarakterlaydi (1-holat).

Agar C jumrak tez ochilsa, u holda idish ichidagi havoning bosimi P_0 bosimga tenglashguncha adiabatik ravishda kengayadi. Bunda havo T_2 temperaturagacha soviydi. Bu holat gazning ikkinchi (II holat T_2 , P_0) holatidir. Agar C jumrak qisqa vaqtga ochib yopilsa, u holda idish ichidagi bosim osha boshlaydi. Idishning ichidagi bosimning oshuviga kengaygandagi sovigan gazning qaytadan isishi sabab bo'ladi. Idish ichidagi havoning temperaturasi tashqi (T_1) temperatura bilan tenglashganda bosimning oshuvi to'xtaydi. Bu gazning uchinchi holati (III holat T_1, P_2) bo'ladi.

Idish ichidagi havoning shu paytdagi bosimini P_2 , manometrning shu bosimga mos ko'rsatishini h_2 desak, u holda

$$P_2 = P_0 + h_2 \quad (2)$$

bo'ladi.

Gazning II holatdan uchinchi III holatga hajmini o'zgartirmasdan o'tish jarayoniga Gey-Lyussak qonuni tadbiiq etilsa,

$$P_2/T_2 = P_1/T_1 \quad (3)$$

bo'ladi.

Gazning I holatdan II holatga o'tishi adiabatik kengayish bo'lganligi uchun bu jarayonga Puasson qonunini tadbiiq etish mumkin:

$$P^{\gamma-1}/T_1^\gamma = P_0^{\gamma-1}/T_2^\gamma \quad (4)$$

Bu erda $\gamma = c_p/c_v$ - gazning adiabat ko'rsatkichi deyiladi.

Bu tenglamaga P ning (I) tenglamadan topilgan qiymatini qo'yib va hadlarning o'rnini almashtirib, quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\left(\frac{p_0+h_1}{p_0}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\gamma \text{ yoki } 1 + (\gamma-1)\frac{h_1}{p_0} = 1 + \gamma \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad (6)$$

Bundan

$$p_0 \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \cdot h_1 \quad (7)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Tenglamaning chap tomonida turgan ifoda h_2 ga teng. Haqiqatan ham P_2 ning (2) tenglamadan topilgan qiymatini (3) tenglamaga qo'yib, undan h_2 ni topsak,

$$h_2 = p_0 \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad (8)$$

bo'ladi. (8) ni (7) qo'ysak,

$$h_2 = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \cdot h_1$$

bundangazsolishtirmaissiqliksig'irlarining nisbati,

$$\text{ya'ni gazning adiabat ko'rsatkichi} \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (9)$$

formula yordamida aniqlanadi.

4. Ish bajarish tartibi

1. S jumrak tajriba boshlanishidan oldin ochib qo'yiladi.
2. D jumrakni ochib, C jumrak esa berkitiladi, so'ng A shisha idishga nasos bilan ohista havo haydaladi. Manometr naylaridagi suyuqlik ustunlarining farqi (sathlar ayirmasi) 6-8 sm ga etganda, D jumrak berkitiladi. Idish ichidagi havoning bosimi barqarorlashgach, manometr naychalaridagi suyuqlik ustunlarining farqi h_1 topiladi.
3. C jumrak tez ochilib, A idish ichidagi havo bir lahzada tashqariga chiqariladi va o'sha zahotiyiq C jumrak qaytadan berkitiladi. Idish ichidagi bosim barqarorlashgach, manometr naychalaridagi suyuqlik ustunchalarining farqi h_2 topiladi. Har gal h_1 ni boshqa qiymatlarda olib, tajriba 10-12 marta takrorlanadi. (9)

formulaga h_1 va h_2 ning ayrim kuzatishlardan olingan qiymatlarini qo'yib, γ va uning o'rtacha arifmetik qiymati $\gamma_{o'rt}$ topiladi.

4. Tajribadan olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi va nisbiy xatolik δ ning qiymati hisoblanadi:

№	h_1, m	h_2, m	γ	$\Delta\gamma$	$\delta, \%$
1.					
2.					
3.					
o'rtacha qiymat	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Nima uchun issiqlik sig'imi isitish usuli bilan isitish sharoitiga bog'liq ?
2. Nima uchun bosim o'zgarmas bo'lgandagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) dan hajm o'zgarmas bo'lgandagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_v) katta bo'ladi ?
3. Solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi ?
4. Adiabatik jarayonda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi ?

LABORATORIYA ISHI № 7

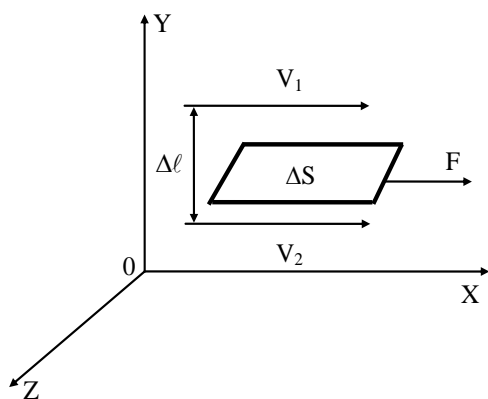
SUYUQLIKNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFISIENITINI STOKS USULI BILAN ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: Suyuqliklarda paydo bo'ladigan ichki ishqalanish kuchlari to'g'risida olingan nazariy bilimlarni amalda qo'llashni o'rganish.

2. Kerakli asboblari: *Tekshiriladigan suyuqlik quyilgan silindrsimon shisha idish, po'lat sharchalar, metr, masshtabli chizg'ich va sekundomer.*

3. NAZARIY QISM

Harqandaysuyuqlikningbirqatlamiikkinchiqatlamiganisbatanharakatlangandaularo rasidaishqalanishkuchlarilahosilbo'ladi.Sekinroqharakatqilayotganqatlamgatezroqharaka



1-rasm

tqilayotganqatlamtezlashtiruvchikuchbilanta'sire tsa, aksinchasekinroqharakatqilayotganqatlamtomon idantezroqharakatqilayotganqatlamgasekinlashti ruvchikuchbilanta'siretadi.Bukucho'zaroharakatl anuvchisuyuqlikqatlaminingisirtigaurinmaravish dayo'nalganbo'ladi.

Tajribalarishqalanishkuchitekshirilayotganq atlamlaryuzasigavaqatlamorasidatezlikningqanc haliktezo'zgarishigabog'liqekaniniko'rsatadi.

Bir-biridan $\Delta \ell$ masofadabo'lganikkiqatlammosravishda v_1 va v_2 tezliklarbilanoqayotganbo'lsa (1-rasm), tezliklarfarqi $\Delta v = v_1 - v_2$ bo'ladi.

Qatlamlar orasidagi masofa oqish tezligiga tik yo'nalishda olinadi. Bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tganda tezlikning qanchalik tez o'zgarishini ko'rsatuvchi kattalik

$$N_v = \frac{\Delta v}{\Delta z}$$

ga *tezlik gradienti* deyiladi.

Demak, tezlik gradienti oqish tezligiga tik yo'nalishda birlik qatlamda tezlikning o'zgarishiga teng ekan. Gradient tezlikning ortish yo'nalishida olinadi. Nyuton qonuniga asosan F ichki ishqalanish kuchi N_v tezlik gradienti va ishqalanuvchi qatlam yuzasi ΔS ga to'g'ri proporcional, ya'ni

$$F = -\eta \Delta S N_v \quad (1)$$

Suyuqlikning xususiyatigabog'liqbo'lgankattalik η gasuyuqlikning ichki ishqalanish koefficientiyoki yopishqoqlik koefficienti deyiladi.

(1) formuladan

$$\eta = \frac{|F|}{\Delta S \cdot N_v} \quad (2)$$

bo'ladi, bunda $\Delta S = 1$ va $N_v = 1$ desak, $\eta = F$ bo'ladi. Demak, *ichki ishqalanish koefficienti qiymat jihatdan tezlik gradienti bir birlikka teng bo'lganda birlik yuzada hosil bo'lgan ichki ishqalanish kuchiga teng bo'lar ekan.* Ichki ishqalanish koefficientining birligi qilib SGS sistemasida **Puaz** qabul qilingan. 1 Puaz tezlik gradienti sm/s bo'lganda 1sm² yuzaga 1 dina kuch bilan ta'sir eta oladigan suyuqlikning ichki ishqalanish koefficienti qabul qilingan.

$$1 \text{ Puaz} = 1 \frac{\text{dina} \cdot \text{s}}{\text{sm}^2}$$

SI sistemasida ichki ishqalanish koefficienti $\frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$ da o'lchanadi.

$$1 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 10 \text{ Puaz.}$$

Suyuqlikning ichki ishqalanish koefficienti suyuqlik tabiatiga bog'liq bo'lib, temperatura ortishi bilan kamayadi.

Bu ishda ichki ishqalanish koefficienti Stoks usuli bilan, ya'ni suyuqlik ichida pastga tomon harakatlanuvchi sharchani kuzatish bilan aniqlanadi. Sharchaning hamma tomoni suyuqlikka tekkani holda (atrofida havo pufakchalari bo'lmasdan) uyurma hosil qilmasdan erkin tushayotgan bo'lsin. U holda sharchaga quyidagi uchta kuch ta'sir etadi:

1. Og'irlik kuchi.

$$P = mg = V_j \cdot \rho \cdot g = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho \cdot g \quad (3)$$

bu erda r - sharcha radiusi, ρ - sharchaning zichligi, g - erkin tushish tezlanishi.

2. **Itarish kuchi** Arximed qonuniga asosan sharcha siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi:

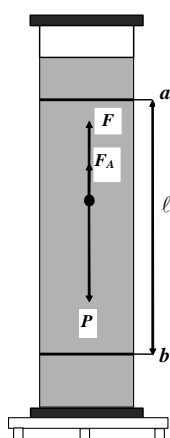
$$F_A = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho_s \cdot g \quad (4)$$

bunda ρ_1 - suyuqlik zichligi.

3. *Sharcha harakatiga qarshilik kuchi* suyuqlikning ichki ishqalanishi tufayli vujudga keladi. Stoks qonuniga asosan bu kuch:

$$F_q = -6\pi\eta\vartheta r \quad (5)$$

Jismpishqoq muhitida harakat qilganida qarshilik vujudga keladi. Suyuqlikning jisimga bevosita tegib turgan qatlami uning sirtiga yopishib oladi va u bilan birga harakatlanadi. Bu qatlam o'z harakatini qo'shni qatlarga beradi. Sharcha kichik bo'lsa, bu qatlamlar uyurmasiz bir tekisda harakat qiladi. Sharchaga ta'sir qiluvchi kuchlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab, ya'ni og'irlik kuchi pastga qarab, suyuqlikning ko'tarish kuchi va qarshilik kuchi yuqoriga qarab yo'naladi (2-rasm). Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi:



2-rasm

$$R = P - (F + F_A) \quad (6)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Sharchaning tushish tezligi ortishi bilan Stoks formulasiga asosan unga proporcional ravishda suyuqlikning qarshilik kuchi ham ortib boradi. Sharchaning tezligi ma'lum bir qiymatga etganda kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga

($R=0$) teng bo'lganda, ya'ni:

$$P - (F + F_A) = 0 \quad (7)$$

bo'lib, sharcha o'z inersiyasi bilan tekis harakat qila boshlaydi.

(3),(4) va (5) lardan R , F , F_A larning qiymatini (7) tenglikka qo'yib, ichki ishqalanish koefficienti η aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2}{9}(\rho - \rho_j) \cdot \frac{gr^2}{9} = \frac{1}{18} \cdot (\rho - \rho_j) \frac{gd^2}{9} \quad (8)$$

Bu erda d - sharchaning diametri.

Sharcha suyuqlikda l masofani t vaqtda bosib o'tsa, uning harakat tezligi $\vartheta = \frac{l}{t}$ bo'ladi, bu ifodani (8) ga qo'ysak,

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_j) \cdot gd^2 t}{18l} \quad (9)$$

bo'ladi.

4. Asbobning tuzilishi.

Asbob, ichiga tekshiriladigan suyuqlik quyilgan shisha cilindrdan iborat bo'lib, unga bir-biridan l masofada gorizontol xalqasimon belgilar qo'yiladi (1-rasmga qarang).

Cilindr vertikal taxtaga mahkamlangan. Yuqori belgi suyuqlik sathidan 5 -7 sm pastroqda bo'lishi kerak. Shu belgidan boshlab sharcha tekis harakat qila boshlaydi. Ishni bajarishda po'latdan yasalgan juda kichik o'lchamdagi sharchalar ishlatiladi.

5. Ish bajarish tartibi.

1. Sharchaning diametri mikrometr yoki shtangencirkulyordamida 0,01 mm aniqlikkacha o'lchab, suyuqlikka tashlanadi (bunda sharchani mumkin qadar cilindr o'qiga yaqin tashlash kerak).

2. Sharcha yuqori belgi to'g'risidan o'tayotganda sekundomer ishga tushiriladi, pastki belgiga etganda esa sekundomer to'xtatiladi va belgilar orasidagi l masofani o'tish uchun ketgan vaqt aniqlanadi.

3. Chizg'ich yordamida belgilar orasidagi l masofa o'lchanadi. Shunday usul bilan tajribani l masofani o'zgartirib, bir necha sharcha bilan takrorlab bajariladi.

4. Formula (9) yordamida η aniqlanadi. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

HISOBOT JADVALI

No	l, m	d, m	t, s	$\eta, kg/(m \cdot s)$	$\Delta\eta$	$\delta, \%$
1.						
2.						
3.						
O'rtacha qiymat	X	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Ichki ishqalanish koeffisienti qiymat jihatidan nimaga teng va u qanday birlikda o'lchanadi?
2. Tezlik gradienti deb nimaga aytiladi va u qanday ifodalanadi?
3. Ichki ishqalanish kuchining hosil bo'lish sababini tushuntiring. Uning qiymati nimalarga bog'liq?
4. Yopishqoq suyuqlikda harakatlanuvchi jismga qanday kuchlar taosir etadi?
5. Sharchaning tekis harakati boshlanish shartini yozib bering.
6. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

LABORATORIYA ISHI № 7

SUYUQLIKNING SIRT TARANGLIK KOEFFICIENTINI TOMCHI USUL YORDAMIDA ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: suyuqlikning xossalariга oid olingan bilimlarni amaliyotda qo'llashni o'rganish.

2. Kerakli asboblari: ikkita shtativga mahkamlangan jumrakli byuretkalar, suyuqliklarni tomizish uchun stakanchalar.

3. NAZARIY QISM

Molekulyar-kinetik nazariyaga asosan suyuqlik molekulalari bir-biriga ancha yaqin joylashgan bo'lib, har bir molekula boshqa molekulalar bilan o'rab olingan bo'ladi. Shuning uchun molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari katta bo'ladi. Agar suyuqlikning sirti biror ixtiyoriy chiziq bo'ylab kesilsa, u holda chiziqning ikki tomonidagi molekulalarning o'zaro tortishish kuchlari parda chegarasining uzunligiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni

$$F = \alpha \cdot l \quad (1)$$

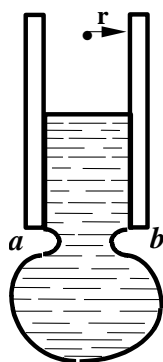
Bu tenglikda F - suyuqlik sirtini taranglab turuvchi kuch, α - suyuqlikning sirt taranglik koefficienti.

Suyuqlikning sirt taranglik koefficienti son jihatdan sirt pardasi chegarasining uzunlik birligiga qo'yilgan kuchga teng bo'ladi va bu koefficient SI sistemasida N/m da o'lchanadi. Suyuqliklarning sirt taranglik koefficienti temperatura ortishi bilan kamayadi. α ning temperaturaga bog'liqligi quyidagi formula yordamida ifodalanadi:

$$\alpha = \alpha_0 - k t \quad (2)$$

bunda α_0 - 0°C dagi suyuqlikning sirt taranglik koefficienti, k - sirt taranglikning temperatura koefficienti, t - Celsiy shkalasi bo'yicha olingan temperatura.

Tomchining kattaligi va og'irligi doimiy qiymatga ega bo'lmaydi. Bu bir necha



1-rasm

holatlarga bog'liqdir. Suyuqlik ingichka naychadan sekin oqib chiqayotganda, naycha og'zida hosil bo'luvchi sirt pardasi suyuqlikning oqib chiqishiga qarshilik ko'rsatadi. Ammo yuqorida joylashgan qatlamlarning bosimi ostida parda cho'ziladi va suyuqlik naycha uchida tomchi hosil qiladi (1-rasm).

Asta-sekin yig'ilayotgan suyuqliklarning og'irligi biror vaqtdan so'ng tomchini tutib turgan sirt taranglik kuchidan ortib ketadi va tomchi uziladi. Uzilishdan oldin naycha uchida tomchining ab bo'yinchasi hosil bo'ladi va tomchi ana shu joydan uziladi. Sirt parda uziladigan konturning uzunligi $2\pi r$ ga teng. Bunda r - tomchining radiusi. Bo'yincha konturning uzunlik birligiga yuqoriga tomon yo'nalgan α ga teng

kuch ta'sir qiladi. Konturning butun uzunligi bo'ylab ta'sir qiladigan tortish kuchi $2\pi r\alpha$ bo'lib, uzilish oldidan bu kuch tomchining og'irligiga tenglashadi:

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

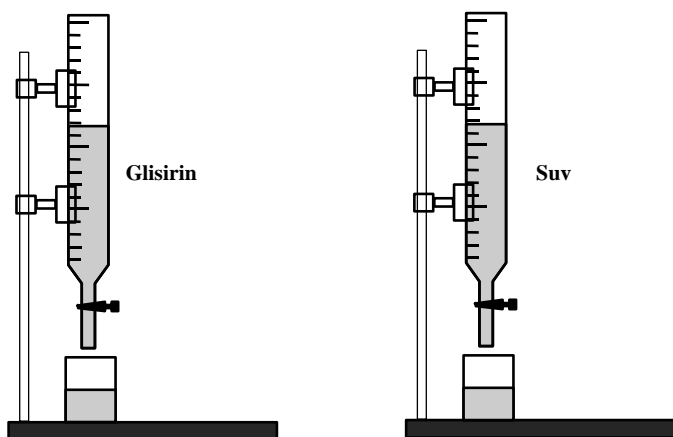
Amalda bir dona tomchining emas, balki n dona tomchining massasi m tarozida tortilib, so'ngra bitta tomchining og'irligi

$$P = \frac{mg}{n} \quad (3a)$$

formula yordamida aniqlanadi. (3) va (3a) ifodalarning o'zaro tengligi $2\pi r\alpha = \frac{mg}{n}$ dan suyuqlikning sirt taranglik koefficienti uchun

$$\alpha = \frac{mg}{2\pi r n} \quad (4)$$

formula kelib chiqadi. (4) tenglikdagi tomchi radiusi r ni aniqlash murakkab bo'lganligi uchun uni o'lchamasdan, tomchi usuli bilan suyuqlikning sirt taranglik koefficienti α ni aniqlash mumkin. Buning uchun byuretkalarga teng hajmdagi ikki xil suyuqlik quyiladi (2-rasm).



2-rasm

Tomchilarning og'irligini aniqlash o'rniga byuretkalarga quyilgan suyuqliklardagi tomchilar soni sanaladi. Agar suyuqliklardan birining sirt taranglik koefficienti aniq bo'lsa, u holda (4) formulaga asosan

1- suyuqlik uchun

$$\alpha_1 = \frac{m_1 g}{2\pi r n_1} = \frac{V \rho_1 g}{2\pi r n_1} \quad (5)$$

2-suyuqlik uchun

$$\alpha_2 = \frac{m_2 g}{2\pi r n_2} = \frac{V \rho_2 g}{2\pi r n_2} \quad (6)$$

deb yozish mumkin. Bu tengliklarda n_1, n_2 - tomchilar soni, ρ_1, ρ_2 - byuretkaga quyilgan suyuqliklarning zichliklari.

(5) tenglikni (6) tenglikka bo'lib, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{n_2 \cdot \rho_1}{n_1 \cdot \rho_2},$$

bundan izlanayotgan suyuqlikning sirt taranglik koefficienti α_1 ning qiymati

$$\alpha_1 = \alpha_2 \frac{n_2 \rho_1}{n_1 \rho_2} \quad (7)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. α_2, ρ_1, ρ_2 larning qiymatlari jadvaldan olinadi. n_1 va n_2 lar tajribada aniqlanadi.

4. Ish bajarish tartibi

1. Byuretkalarga (ulardan biriga sirt taranglik koeffitsientini ma'lum bo'lgan glyserin, ikkinchisiga asirt taranglik koeffitsienti α_2 ma'lum bo'lgan suv quyilgan) quyilgan har bir suyuqlikdan teng hajmlar belgilab (byuretkalarga belgisifatidabog'langan ipyoki byuretkalardagi shkalalardan foydalanib) olinadi.
2. Belgilab olingan teng (birxil) hajmdagi suyuqliklar byuretkajumragi ochilib (jumrakni shunday ochish kerakki, undan tomayotgan tomchilarni sanash oson bo'lsin) tomi ziladivatomchilarni n_1, n_2 lar aniqlanadi.
3. Topilgan qiymatlarni (7) formulaga qo'yib, α_1 aniqlanadi.
4. Tajriba 3-5 marta takrorlanib (har safar tanlab olingan hajmlarni o'zgartirib), α_1 ning o'rtacha qiymati hisoblanadi
5. Tajribada olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi:

HISOBOT JADVALI

№	n_1	n_2	$\alpha_1, N/m$	$\Delta\alpha_1$	$\delta, \%$
1.					
2.					
3.					
o'rtacha qiymat	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Sirt taranglik kuchi qanday yo'nalgan bo'ladi ?
2. Sirt taranglik koeffitsienti topish formulasini keltirib chiqarig?
3. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Sirt taranglik koeffitsienti temperaturaga bog'liqmi, agar bog'liq bo'lsa u qanday formula bilan ifodalanadi?
5. Tomchining hosil bo'lishini va uning uzilib tushishini tushuntiring.
6. Tajriba nima uchun 3 va 5 marta takrorlanadi ?
7. Ishning bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 8

ELEKTROSTATIK MAYDONNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Elektrostatik vanna yordamida elektrostatik maydon tavsifini o'rganish.

Kerakli asboblari: Elektrostatik vannali qurilma.

Kirish

Qo'zg'almas zaryadlangan jismlarning hosil qilgan maydoni elektrostatik maydon deb ataladi. Elektr maydoni elektr maydon kuchanganligi E va potentsiali φ bilan xarakterlanadi. Elektr maydon kuchlanganligini aniqlash uchun o'rganilayotgan maydonning shu nuqtasiga $q_0 = +1 \text{ Kl}$ musbat birlik zaryad kiritilib unga ta'sir qilayotgan kuch F aniqlanadi, ya'ni $E = \frac{F}{q_0}$ (1) ga teng.

Demak, elektr maydon kuchanganligi deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan musbat birlik zaryadga ta'sir qiluvchi kuchga aytiladi.

SI da uning birligi $[E] = \left[\frac{N}{m} \right]$ yoki $[E] = \left[\frac{V}{m} \right]$

Elektr maydonning biror nuqtasidagi potentsiali cheksizlikdan musbat birlik zaryadni maydonning shu nuqtasiga ko'chirilishida bajarilgan ishga aytiladi, ya'ni

$$\varphi = \frac{A}{q_0} \quad (2)$$

Chunki cheksizlikdagi maydon potentsiali $\varphi_0 = 0$ bo'lgani uchun $A = q(\varphi - \varphi_0)$ dan (2) munosabat kelib chiqadi.

Potentsial birligi $[\varphi] = \left[\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ Kl}} \right] = [1 \text{ V}]$.

Maydon potentsialining taqsimoti va elektr maydon kuchlanganligining kattaligi hamda yo'nalishi bilan tavsiflanadi. Agar maydonning x_1 nuqtasida potentsial qiymati φ_1 , x_2 nuqtasida φ_2 bo'lsa, u oraliqdagi maydon kuchlanganligi quyidagi nisbat bilan aniqlanadi.

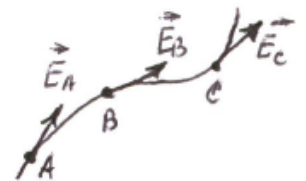
$$E = -\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{x_1 - x_2} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$$

Minus ishorasi elektr maydon kuchlanganligi potentsiali katta bo'lgan nuqtadan potentsial kichik bo'lgan nuqtaga yo'nalganligini ko'rsatadi. Maydon kuchlanganligini ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi, ya'ni kuchlanish orqali ham aniqlash mumkin. Agar nuqtalar orasidagi kuchlanish U ular orasidagi masofa $\Delta x = d$ bo'lsa, u holda $E = \frac{U}{d}$ bo'ladi.

Elektr maydonni grafik ravishda ekvipotentsial sirtlar (yoki chiziqlar) va kuch yoki kuchlanganlik chiziqlari bilan tavsiflanadi. **Potentsiali bir xil bo'lgan sirtga (chiziqqa) ekvipotentsial sirtlar (chiziqlar) deyiladi.**

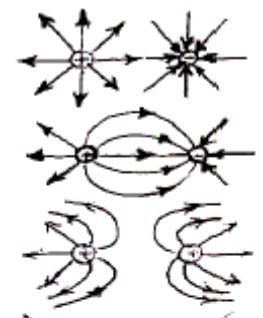
Elektr maydon kuch (kuchlanganlik) chiziqlari shunday chiziqlarki, uning ixtiyoriy nuqtasidagi maydon kuchlanganligi maydonning shu nuqtasiga o'tkazilgan urinma bilan ustma - ust tushadi. Uning o'tkazish qoidalari quyidagilar:

1) elektr maydon kuch chiziqlari musbat zaryaddan boshlanib cheksizlikda yoki manfiy zaryadda tugaydi, yoxud cheksizlikdan boshlanib manfiy zaryadda tugaydi;

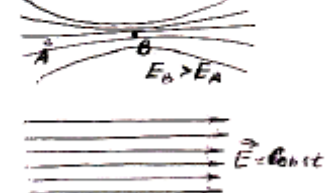


1) elektr maydon kuch chiziqlari umuman kesishmaydi;

2) maydon kuchlanganligi katta joylarda kuch chiziqlari zich, maydon kuchlanganligi kichik joylarda siyrak o'tkaziladi;



3) barcha nuqtalarida maydon kuchlanganligining kattaligi va yo'nalishi bir xil bo'lgan maydon bir jinsli maydon deyiladi va uning kuch chiziqlari bir xil zichlikda o'tkazilgan o'zaro parallel to'g'ri chiziqlardan iborat.



4) kuch chiziqlari ekvipotentsial chiziq'larga (sirt'larga) perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Shunday qilib, elektrostatik maydon tavsifini o'rganish uchun ekvipotentsial chiziq'lari (sirtlar) ni o'rganish va ular asosida maydon potentsiali va kuchlanganligini aniqlash mumkin.



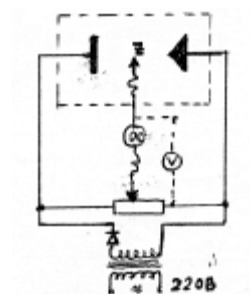
Eksperimental qism

Odatda elektrostatik maydon sun'iy hosil qilingan xuddi shunday konfiguratsiyali sistemada o'tkazuvchan muhit hosil qilinib, undan tok o'tqazish yo'li bilan o'rganiladi.

Bunda zaryadlangan jism ikki xuddi shundan shakldagi va potentsialdagi tok o'tkazuvchi elektrodlar bilan almashtiriladi.

Bu tajribani o'tkazishning eng sodda usuli bu elektrolitik vanna yordamida elektr maydonini o'rganishdir. Qurilmaning ish sxemasi rasmda keltirilgan.

Elektrolitik vanna elektr o'tkazuvchanligi o'ta sust izolyator bo'lgan modda (masalan pleksiglaz)dan yasalgan bo'lib, unga elektrod qalinligiga yaqin elektrolit (masalan kichik konsentratsiyali NaCl eritmasi yoki oddiy suv) quyiladi. *A* va *B* elektrodlar shakl vazifaga qarab tanlanadi. Vanna elektrodlariga pasaytiruvchi transformator orqali kuchlanish beriladi (odatda 0,1-



10 *V*) Potentsiometrda bir meyorda har bir tanlangan potentsialga, masalan *U* ga mos nuqtalar to'plami *z* - zond yordamida topiladi. Bunda zond shunday nuqtalarga qo'yiladiki, uning potentsiali *P* - da qo'yilgan potentsialga teng bo'lgan ostsillograf nolni, yani nuqtani ko'rsatadi (yoki voltmetr bitta V_i qiymatni ko'rsatadi).

So'ngra potentsiometr surgichini quyidagi lineyka ko'rsatgichiga qarab V_2 ga qo'yamiz va unga potentsiali teng bo'lgan nuqtalarni z-zond yordamida vannadan topamiz. Nuqtalar koordinatalarini bilgan holda berilgan masshtabda (odatda 1:1) millimetrli qog'ozda qalam bilan qo'yib chiqamiz va ularni tutashtirib, potentsiallari bir xil bo'lgan ekvipotentsial chiziqlar hosil qilamiz. Odatda har bir - potentsialga mos 10 - 12 nuqtalar topilib ekvipotentsial chiziq o'tkaziladi. Vannadagi maydonni to'la tavsiflash uchun 8-10 ta ekvipotentsial chiziqlar hosil qilish yetarli bo'ladi.

Hosil bo'lgan ekvipotentsial chiziqlarga mos holda ularga perpendikulyar bo'lgan kuch (kuchlanganlik) chiziqlari o'tkaziladi va maydonni to'la grafik tavsifi hosil qilinadi. Potentsial qiymatlarini bilgan holda ekvipotentsial chiziqlar (sirtlar) orasidagi masofani bilgan holda ular orasidagi maydonning o'rtacha kuchlanganligi

$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$ ifoda yordamida hisoblash mumkin.

Laboratoriya ishini bajarilish tartibi.

1. Vannaga ikkita tanlangan sodda geometrik shakldagi (to'rtburchak va uchburchak shakllardagi) elektrodlar o'rnatiladi. Potentsiometrda surgich reostatning eng chekka qismida turishi kerak.
2. O'qituvchi yoki laborant ruhsati bilan ostsillograf va pasaytiruvchi transformator manbaga ulanadi. Ostsillograf ishga tayyor bo'lgach zond vannaga tushirilib, ostsillograf nuqtani (chiziqni) - 0 ni ko'rsatuvchi zond vaziyatlari topiladi.
3. Har bir potentsialga mos nuqtalar vaziyati millimetrovkali qog'ozga qalam bilan yozib boriladi. Nuqtalar o'rni to'tashtirilib, har bir V_i potentsialga mos ekvipotentsial chiziqlar (sirtlar) hosil qilinadi.
4. Ekvipotentsial chiziqlarga tik bo'lgan kuch (kuchlanganlik) chiziqlari o'tkaziladi va o'qituvchi tanlab ko'rsatgan soha uchun maydon kuchlanganligi hisoblanadi.
5. Vaqtga bog'liq holda o'qituvchining ko'rsatmasiga asosan murakkabroq konfiguratsiyali elektrodlar sistemasi uchun ish takror bajariladi.

Nazorat savollari

1. Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?
1. Elektr maydon kuchlanganligi deb nimaga aytiladi?
2. Potentsial deb nimaga aytiladi?
3. Elektr maydonida bajarilgan ish formulasini yozing?
4. Ekvipotentsial sirt bo'yicha zaryadni ko'chirishdagi bajarilgan ish nimaga teng?
5. Nima uchun elektrolit vannada maydon tavsifi o'zgaruvchan tok yordamida olib boriladi?

LABORATORIYA ISHI № 9

KONDENSATORNING SIG`IMINI UITSTON KO`PRIGI YORDAMIDA ANIQLASH.

1. Nazariy ma'lumotlar.

Tajriba ko`rsatishicha bir xil miqdordagi elektr bilan zaryadlangan turli o`tkazgichlar turlicha potensial oladilar. Agar o`tkazgichdagi potensialni va zaryadni q desak, yakkalangan o`tkazgich uchun bu bog`lanish quyidagicha yoziladi:

$$q = C \varphi \quad (1)$$

bu yerda S - proporsionallik koeffisienti bo`lib, o`tkazgichning shakli va o`lchamiga bog`liq bo`ladi va o`tkazgichning sig`imi deyiladi:

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (2)$$

Demak yakkalangan o`tkazgichning elektr sig`imi deb, shu o`tkazgichning potensialini bir birlikka oshirish uchun kerak bo`lgan zaryad miqdoriga son jixatdan teng bo`lgan kattalikka aytiladi. Sig`imning o`lchov birligi sifatida SI sistemasida farada qabul qilingan:

$$1F = \frac{1kl}{1V}$$

Farada sig`imning g`oyat katta birligi bo`lgani uchun ko`pincha mikrofaradadan foydalaniladi.

$$1 \text{ MkF} = 10^{-6} \text{ F}$$

Kondensatorlarning S sig`imi deb, plastinkalardan biridagi zaryadning plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasiga nisbati bilan o`lchanadigan kattalikka aytiladi.

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (3)$$

bunda $\varphi_1 > \varphi_2$ deb olinadi.

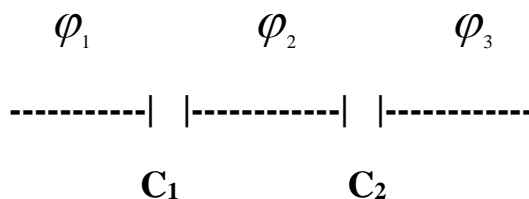
Yassi kondensatorlarning sig`imi quyidagiga teng:

$$C = \frac{S}{4\pi d} \quad (4)$$

Endi kondensatorlarni o`zaroulab sig`im miqdorini o`zartirishni ko`raylik.

Kondensatorlarni ketma-ket va paralel ulash mumkin.

A) Kondensatorlarni ketma-ket ulash (1-rasm).



1-rasm

Plastinkalardagi zaryad miqdori bir xil bo`ladi, ya'ni

$$|q_1| = |q_2| = |q| = \text{const} \quad (5)$$

Kondensator qoplamlari orasidagi potentsiallar farq bir xil bo`lib, umumiy potentsiallar farq xar bir qoplamlar orasidagi potentsiallar farqi yindisiga teng:

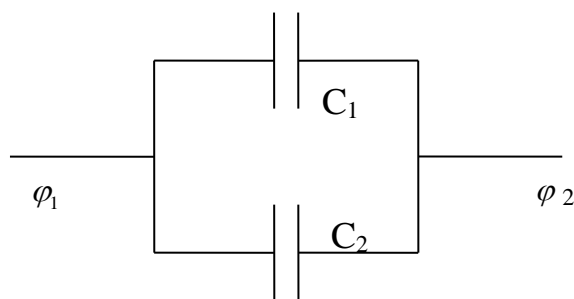
$$(\varphi_3 - \varphi_1) = (\varphi_2 - \varphi_1) + (\varphi_3 - \varphi_2) \quad (6)$$

(3),(5) va (6)lardan foydalanib, zanjirdagi kondensatorlarning umumiy sig`imini topish mumkin. U quyidagiga teng:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (7)$$

Demak, kondensatorlar ketma-ket ulanganda natijaviy sig`im aloxida kondensatorlarning sig`imlari yig`indisidan kichik bo`lar ekan ya'ni sig`im kamayar ekan.

B) Kondensatorlarni paralel ulash. (2-rasm).



2-rasm.

Qoplamlar orasidagi potentsiallar farqi bir xil bo`lib, qoplamalardagi zaryad miqdori xar xil bo`ladi, ya'ni

$$|q| = |q_1| + |q_2| \quad (8)$$

Kondensatorlarning umumiy sig`imi esa quyidagiga teng bo`ladi:

$$C = C_1 + C_2 \quad (9)$$

Kondensator qoplamlari orasi dielektrik bo`lgani uchun kondensator orqali o`zgaras elektr toki o`tmaydi. O`zgaras tok manbaiga kondensator ulansa, kondensatordan kiska muddatli tok utib keyin tuxtaydi. Natijada kondensator qoplamlaridagi potentsiallar ayirmasi manbaning E.Yu.K ga teng bo`ladi.

Agar kondensator qoplamlari uzgaruvchan e.yu.k manbaiga ulansa, ular davriy ravishda zaryadlanib va razryadlanib turadi.

Uitston kuprigi yordamida kondensatorlar sig`imini aniklashda manbaning e.yu.k sinuslar konuni buyicha uzgarsin deb kabul kilaylik:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (10)$$

Bu yerda ε_0 - e.yu.k ning eng katta yoki amplituda qiymati

$\frac{2\pi}{T}$ - davriy chastota, t – vaqt. T - davr

Kondensatordagi kuchlanish hamma vaqt tok manbai e.yu.k qiymatiga tengligidan qoplamalardagi zaryad miqdori:

$$q = C\varepsilon = C\varepsilon_0 \sin \frac{2\pi}{T}t \quad (11) \quad T$$

Agar dq zaryad miqdori dt vaqt ichida o`zgarsa, unda tok kuchi quyidagiga teng bo`ladi:

$$I = \frac{dq}{dt} = C\omega\varepsilon_0 \cos \omega t \quad (12)$$

Agar $\cos \omega t = 1$ bo`lsa, tok o`zining maksimal qiymatiga erishadi:

$$I = C\omega\varepsilon_0 \quad (13)$$

bu ifoda Om qonunining o`zinasidir.

Zanjirga kalitlar yordamida Sx1 -no'malum sig`imli kondensatorni ulang.

C_0 - ma'lum sig`imli kondensatorning biror kiymatiga kuyib, S va D nuqtalarni ossillografning X yoki Y uklariga muntazam qo`yilgan klemmlaridan biriga ulang.

Sxemani tok manbaiga ulang.

Ossillografda X yoki Y uklarida joylashgan tugri chizikcha kurinadi, uni reoxordning D kuzgaluvchi kontaktini surish yordamida

nu`kta ko`rinishiga keltiring.

AD yelka L_1 va DV yelka L_2 larni o`lchang. Formulaga qo`yib C_{x1} ni xisoblang.

Tajriba So ning xar xil kiymatlari uchun takrorlab Sx1 ni xisoblang. Xuddi shu tartibda C_{x2} ni xam xisoblang. Kalitlar yordamida C_{x1} va C_{x2} larni paralel va ketma-ket ulab, yuqoridagideko`lchash va xisoblashlarni bajaring. Bu sig`imlarning to`g`riligiga ishonch xosil qilish uchun C_{x1} va C_{x2} larning qiymatini bilgan xolda (7) va (9) formulalarga qo`yib xisoblang.

Tajribada olinga o`lchash va xisoblashlarni 1-jadvalga yozing:

1-jadval.

	N ^o	C_0	I_1	I_2	C_x	ΔC_x	$\frac{\Delta C_{x o' r}}{C_{x o' r}} \cdot 100\%$
C_{x1}	1.						
C_{x2}	2.						
Ketma-ket	3.						
Parallel	4.						

3. Sinov savollari.

1. Elektr sig`imi deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o`lchanadi?

2. Nima uchun sig`imni tek ko`prik usuli bilan aniqlashda o`zgaruvchan tok qo`llanilishini tushuntiring.

3. Kondensatorlarni ketma-ket va paralel ulanganda umumiy sig`imlari nimaga tengligini keltirib chiqaring va tushuntiring.

4. Sig`im qarshilik nimaga tengligini va qanday kattaliklarga bog`liqligini tushuntiring.

5. Ko`prik usulida sig`imni aniqlash formulasini keltirib chiqaring va tushuntiring.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Douglas C. Giancoli ,P'ysics: Principles wit' Applications,Prentice'all; 6t' editionJanuary 17, 2004 USA
2. RaymondA. Serway ,Jo'n W. Jewett . P'ysicsforScientistsand engineerswit'ModernP'ysics, CengageLearning; 9 edition (January 17, 2013),Brooks/cole20 CHannel CenterStreetBoston, MA 02210 USA.
3. A. Gaibov, O.Ximmatkulov. Fizika. (nashriyotda)
4. Sultanov N. Fizika kursi. Darslik, T: Fan va Texnologiya, 2007
5. Abduraxmonov K.P., egamov O`. Fizika kursi. Darslik –Toshkent, 2010
6. Trofimova T.I. Kurs fiziki.Uchebnik. -M.: «Akademiya», 2007
7. Detlaf A.A., Yavorskiy B.M., Kurs fiziki.Uchebnik -M.: “Akademiya”, 2007
8. CHertov A., Vorobg`ev A. Fizikadan masalalar to`plami. Darslik -T.: O`zbekiston, 1997
9. www.ziyonet.uz
- 10.www.fizika.uz
- 11.www.bilim.uz