

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

FARG'ONA POLITEKNIKA INSTITUTI

FIZIKA KAFEDRASI

Fizikadan laboratoriya ishlari uchun

USLUBIY KO'RSATMA

Mexanika va molekulyar fizika

Farg'ona - 2013

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

FARG'ONA POLITEKNIKA INSTITUTI

FIZIKA KAFEDRASI

**Fizikadan laboratoriya ishlari uchun
USLUBIY KO'RSATMA**

Mexanika va molekulyar fizika

**Farg'ona politexnika instituti
uslubiy kengashi tomonidan
tasdiqlangan Bayonnoma №__
«____» _____2013 y.**

Ushbu uslubiy ko'rsatma ta'lim haqidagi yangi Davlat standartlariga asosan texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tuzilgan bo'lib, umumiy fizika kursi dasturi asosida tayyorlangan. Unda fizika kursining «Mexanika va molekulyar fizika» bo'limlari bo'yicha bajariladigan laboratoriya ishlariga kerakli nazariy ma'lumotlar va ishlarni bajarish uchun uslubiy ko'satmalar bayon qilingan.

Uslubiy ko'rsatma Oliy texnika o'quv yurtlarining talabalari uchun mo'ljallangan.

Fizika kafedrası uslubiy seminari (bayon №7. 2013 y. 12 aprel) va Energetika fakulteti uslubiy kommissiyasi (bayon №6. 2013 y. 20 aprel) tomonidan o'quv jarayoniga joriy etish tavsiya qilingan.

Tuzuvchilar:

dosent
dosent
dosent.

S. O. Xatamov
Q.Ya.Rasulov
Z. M. Mirzajonov

Taqrizchi:

professor

N. X. Yuldashev

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 birinchi nashrdagi aksariyat ishlarda yo'l qo'yilgan nuqsonlarni bartaraf etishga, formulalar, belgilar, chizma hamda grafiklar sifatining yaxshilanishiga beminnat yordamini ayamaganligi uchun fizika kafedrasining mudiri, professor N.X.Yuldashevga 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 15 ta laboratoriya ishini o'z ichiga oladi.

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

Mualliflar

FIZIKAVIY KATTALIKLARNI O'LCHASH VA XATOLIKLAR KLASSIFIKACIYASI HAQIDA QISQACHA MA'LUMOTLAR

1. Fizikaviy kattaliklarni o'lchash. *Biror-bir kattalikni 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, kapilyar 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:

$$x_{\text{up}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

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

$$\Delta x_1 = |x_{\text{up}} - x_1|$$

$$\begin{aligned}\Delta x_2 &= |x_{\text{usp}} - x_2| \\ \Delta x_3 &= |x_{\text{usp}} - x_3| \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta x_n &= |x_{\text{usp}} - x_n|\end{aligned}$$

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

$$\Delta x_{\text{usp}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{n} \quad (2)$$

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

$$\delta_1 = \frac{\Delta x_1}{x_{\text{usp}}}, \delta_2 = \frac{\Delta x_2}{x_{\text{usp}}}, \delta_3 = \frac{\Delta x_3}{x_{\text{usp}}}, \dots, \delta_n = \frac{\Delta x_n}{x_{\text{usp}}}$$

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

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

$$\delta = \frac{\Delta x_{\text{usp}}}{x_{\text{usp}}} \quad (3)$$

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

$$\delta = \frac{\Delta x_{\text{usp}}}{x_{\text{usp}}} 100\%$$

ifoda yordamida hisoblanadi. O'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati

$$x_{\text{abi}} = x_{\text{usp}} \pm \Delta x_{\text{usp}} \quad (4)$$

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 daftariга yozish mumkin.

LABORATORIYA ISHI № 1

SUYUQLIKNING SIRT TARANGLIK KOEFFISIYENTINI TOMCHI USUL YORDAMIDA ANIQLASH

- 1. Ishning maqsadi:** suyuqlikning xossalriga 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

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

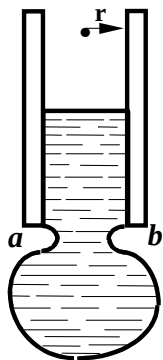
Bu tenglikda F - suyuqlik sirtini taranglab turuvchi kuch, α - suyuqlikning sirt taranglik koefitsienti.

Suyuqlikning sirt taranglik koefitsienti son jihatdan sirt pardasi chegarasining uzunlik birligiga qo'yilgan kuchga teng bo'ladi va bu koefitsient SI sistemasida N/m da o'lchanadi. Suyuqliklarning sirt taranglik koefitsienti 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 koefitsienti, k - sirt taranglikning temperatura koefitsienti, t - Celsiy shkalasi bo'yicha olingan temperatura.

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



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 konturining 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'irlik kuchiga tenglashadi:

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

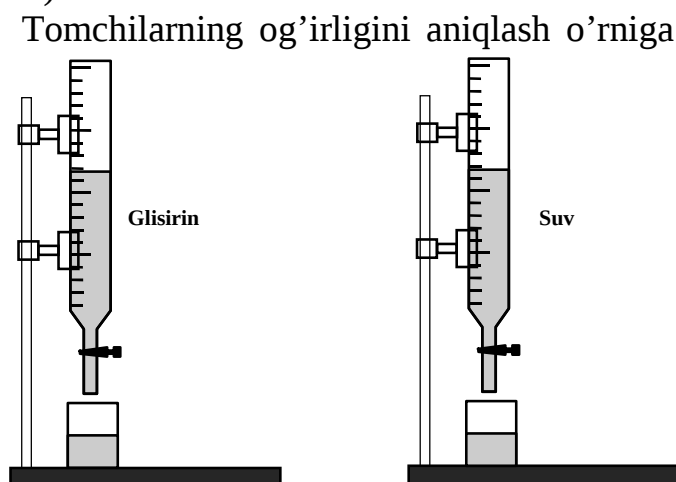
Amalda bir dona tomchining emas, balki n dona tomchining massasi m tarozida tortilib, so'ngra bitta tomchining og'irligi

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

formula yordamida aniqlanadi. (3) va (3a) ifodalarning o'zaro tengligi $2\pi r\alpha = \frac{mg}{n}$ dan suyuqlikning sirt taranglik koeffisienti 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 koeffisienti α ni aniqlash mumkin. Buning uchun byuretkalarga teng hajmdagi ikki xil suyuqlik quyiladi (2-rasm).



Tomchilarning og'irligini aniqlash o'rniga byuretkalarga quyilgan suyuqliklardagi tomchilar soni sanaladi. Agar suyuqliklardan birining sirt taranglik koeffisienti 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

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

2-rasm

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:

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

bundan izlanayotgan suyuqlikning sirt taranglik koeffisienti 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 koefitsienti noma'lum bo'lgan glicerin, ikkinchisiga esa sirt taranglik koefitsienti α_2 ma'lum bo'lgan suv quyilgan) quyilgan har bir suyuqlikdan teng hajmlar belgilab (byuretkalarga belgi sifatida bog'langan ip yoki byuretkalardagi shkalalardan foydalanib) olinadi.
2. Belgilab olingan teng (bir xil) hajmdagi suyuqliklar byuretka jumragi ochilib (jumrakni shunday ochish kerakki, undan tomayotgan tomchilarni sanash oson bo'lsin) tomiziladi va tomchilar soni 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:

N_2	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 koefitsienti topish formulasini keltirib chiqarig?
3. Suyuqlikning sirt taranglik koefitsienti deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Sirt taranglik koefitsienti 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 I S H I № 2

GAZ SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMLARINING NISBATI C_p/C_v NI KLEMAN-DEZORM METODI BILAN 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

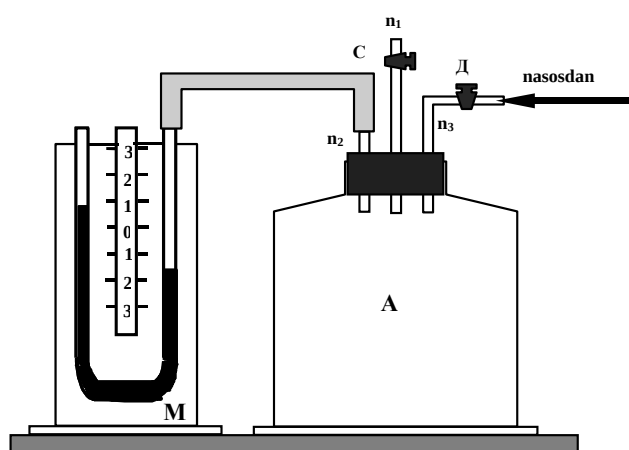
Gazlarning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_p) ning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi (C_v) ga nisbatini adiabatik jarayonlarda aniqlash mumkin.

Gaz massa birligining temperaturasi 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.

Gazlar solishtirma issiqlik sig'imlarining 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. Manometrdagi sathlarning farqi (Δh) idish ichidagi havoning temperaturasi, idish

devorlarining issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli atrofdagi havoning temperaturasiga tenglashgandagina aniq bir qiymatga erishadi. Atrofdagi havoning absolyut temperaturasi 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 tadbqiq etilsa,

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

bo'ladi.

Gazning I holatdan II holatga o'tishi adiabatik kengayish bo'lganligi uchun bu jarayonga Puasson qonunini tadbqiq 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 adiabata ko'rsatkichi deyiladi.

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

$$\left(\frac{P_0 + h_1}{P_0} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^\gamma \quad \text{yoki} \quad 1 + (\gamma-1) \frac{h_1}{P_0} = 1 + \gamma \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad (6)$$

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,

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

bundan gaz solishtirma issiqlik sig'implarining nisbati, ya'ni gazning adiabata ko'rsatkichi

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (9)$$

formula yordamida aniqlanadi.

5. 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 (s_r) dan hajm o'zgarmas bo'lgandagi solishtirma issiqlik sig'imi (s_v) katta bo'ladi ?
3. Adiabatik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi ?
4. Adiabatik jarayonda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi ?
5. Adiabatik jaroayonda gazning temperaturasi qanday o'zgaradi ?
6. Solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi ?
7. Ishni bajarish tartibini aytib bering.

OBERBEK MAYATNIGINING INERCIYA MOMENTINI ANIQLASH

- 1. Ishning maqsadi:** aylanma harakat dinamikasiga oid egallangan bilimlarni amaliyotda qo'llash malakasini hosil qilish.
- 2. Kerakli asboblari:** Oberbek mayatnigi, lektromagnit, elektrosekundomer, yuklar to'plami, shtangensirkul, vertikal ustunga o'rnatilgan masshtabli chizg'ich.

2. NAZARIY QISM

Aylanma harakat uchun jismning inerciya 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 inerciya 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

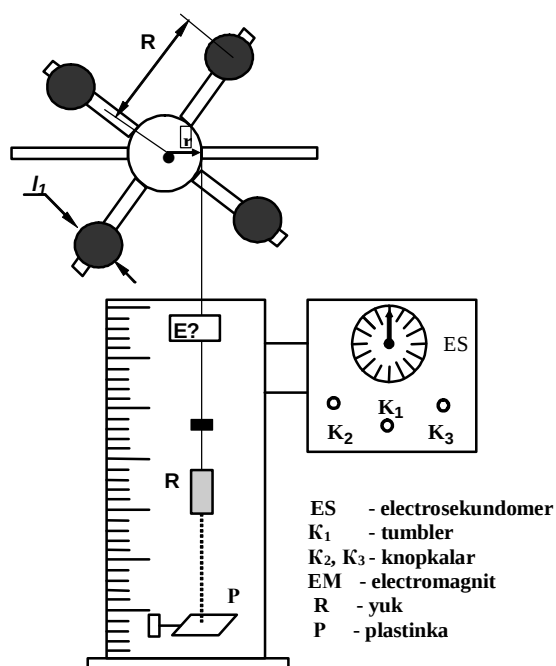
$$\beta = \frac{2h}{rt^2} \quad (4)$$

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

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



1-rasm

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 inerciya momenti, h - yukning tushishi balandligi, t - yukning tushish vaqti.

Oberbek mayatnigining inerciya momentini yana quyidagicha aniqlash mumkin:

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

bu erda I_0 - krestovinaning inerciya momenti, I_1 - yukning inerciya momenti. Krestovinaning inerciya 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 inerciya 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 inerciya 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 inerciya 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. Shtangensirkul 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 inersiya momenti hisoblab topiladi.
7. (11) formula yordamida topilgan qiymat bilan (7) formula yordamida hisoblangan inersiya momentining o'rtacha qiymati solishtiriladi.
8. Olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi:

№	r, m	m, kg	h, m	t, s	I, kg·m ²	ΔI	δ, %	m ₀ , kg	I ₀ , kg·m ²	I ₁ , m	R ₁ , m	I, kg·m ²
1.												
2.												
3.												
o'rtacha qiymat												

O'zlashtirish uchun savollar

1. Moddiy nuqtaning inersiya momenti deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi ?
2. Aylanma harakatdagi jismning inersiya momentini dinamikaning ikkinchi qonuniga asosan topish mumkinmi?
3. Yuklarni krestovinadan olmay turib krestovinaning inersiya momentini qanday o'lchash mumkin ?
4. Shteyner teoremasini ta'riflang va uni tushuntirib bering.
5. (7) va (11) formulalar yordamida topilgan inersiya momentlarining qiymatlarini mos kelmasligi sababini tushuntiring.
6. Ishni bajarish tartibini aytib bering.

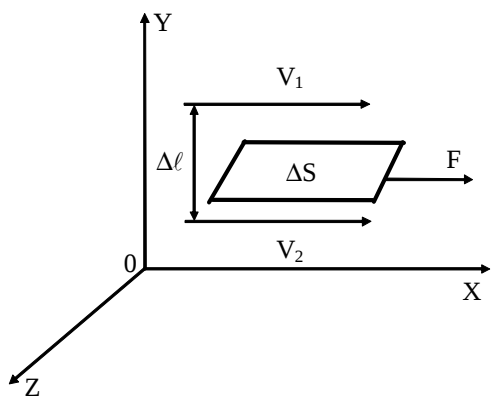
LABORATORIYA ISHI № 4

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, mikrometr, masshtabli chizg'ich va sekundomer.

3. NAZARIY QISM

Har qanday suyuqlikning bir qatlami ikkinchi qatlamiga nisbatan harakatlanganda ular orasida ishqalanish kuchlari hosil bo'ladi. Sekinroq harakat qilayotgan qatlamga tezroq harakat qilayotgan qatlam tezlashtiruvchi kuch bilan ta'sir etsa, aksincha sekinroq harakat qilayotgan qatlam tomonidan tezroq harakat qilayotgan qatlamga sekinlashtiruvchi kuch bilan ta'sir etadi. Bu kuch o'zaro harakatlanuvchi suyuqlik qatlamining sirtiga urinma ravishda yo'nalgan bo'ladi.



1-rasm

Tajribalar ishqalanish kuchi tekshirilayotgan qatlamlar yuzasiga va qatlam orasida tezlikning qanchalik tez o'zgarishiga bog'liq ekanini ko'rsatadi.

Bir-biridan $\Delta\ell$ masofada bo'lgan ikki qatlam mos ravishda v_1 va v_2 tezliklar bilan oqayotgan bo'lsa (1-rasm), tezliklar farqi $\Delta v = v_1 - v_2$ 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 xususiyatiga bog'liq bo'lgan kattalik η ga *suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsienti* yoki *yopishqoqlik koeffitsienti* 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 koeffitsienti* qiymat jihatdan *tezlik gradienti* bir birlikka teng bo'lganda birlik yuzada hosil bo'lgan *ichki ishqalanish kuchiga* teng bo'lar ekan. Ichki ishqalanish koeffitsientining birligi qilib

SGS sistemasida **Puaz** qabul qilingan. 1 Puaz tezlik gradienti sm/s bo'lganda 1sm^2 yuzaga 1 dina kuch bilan ta'sir eta oladigan suyuqlikning ichki ishqalanish koefitsienti qabul qilingan.

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

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

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

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

Bu ishda ichki ishqalanish koefitsienti Stoks usuli bilan, ya'ni suyuqlik ichida pastga tomon harakatlanuvchi sharchani kuzatish bilan aniqlanadi. Sharchaning hamma tomoni suyuqlikka tekkan 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.

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

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:

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_1 \cdot g \quad (4)$$

bunda ρ_1 - suyuqlik zichligi.

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

$$F = -6\pi\eta vr \quad (5)$$

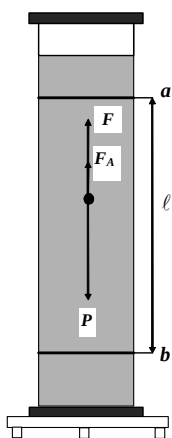
Jism yopishqoq muhit ichida harakat qilganida qarshilik vujudga keladi. Suyuqlikning jismga bevosita tegib turgan qatlami uning sirtiga yopishib oladi va u bilan birga harakatlanadi. Bu qatlam o'z harakatini qo'shni qatlamga beradi. Sharcha kichik

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 kuchlari yuqoriga qarab yo'naladi (2-rasm). Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi

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

ifoda yordamida aniqlanadi. Sharchaning tushish tezligi ortishi bilan Stoks formulasiga asosan unga proporsional 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

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



2-rasm

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

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

$$\eta = \frac{2}{9}(\rho - \rho_1) \frac{gr^2}{v} = \frac{1}{18}(\rho - \rho_1) \frac{gd^2}{v} \quad (8)$$

Bu erda d - sharchaning diametri.

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

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_1) \cdot gd^2 t}{18l} \quad (9)$$

bo'ladi.

4. Asbobning tuzilishi.

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

Silindr 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 shtangensirkul yordamida 0,01 mm aniqlikkacha o'lchab, suyuqlikka tashlanadi (bunda sharchani mumkin qadar silindr 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.

№	l, m	d, m	t, s	$\eta, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\Delta\eta$	$\delta, \%$
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 № 5

OG'IR G'ILDIRAKNING TAYANCHDAGI ISHQALANISH KUCHINI VA INERCIYA MOMENTINI ANIQLASH

- 1. Ishning maqsadi:** Ishqalanish kuchlari va inerciya momentiga oid olingan nazariy bilimlarni amalda qo'llash malakasini hosil qilish.
- 2. Kerakli asboblari:** *gorizontal o'qqa o'rnatilgan og'ir g'ildirak, yuklar, sekundo-mer, vertikal taxtaga yopishtirilgan millimetrli masshtabli chizg'ich.*

3. NAZARIY QISM:

Qo'zg'almas o'q atrofida aylana oladigan jismga uning aylanish o'qida yotmagan kuch ta'sir etsa, u aylanma harakatga keladi. Kuchning ta'sir etish vaqti ortishi bilan aylanayotgan jismning burchak tezligi ham ortib boradi. Ilgarilanma harakatdagi jism massasi uning inertligini ifodalasa, aylanma harakatdagi jismning aylanish o'qiga nisbatan inerciya momentini inertlik o'lchovi deb qarash mumkin. Agar m massali A moddiy nuqta (1-rasm) OO_1 o'q atrofida aylanayotgan bo'lsa, uning inerciya momenti jism massasining uning aylanish o'qigacha bo'lgan masofasi kvadratiga ko'paytirilganiga teng bo'ladi, ya'ni

$$I = m \cdot r^2$$

Qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inerciya momenti uni tashkil qiluvchi moddiy nuqtalar inerciya momentlarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$I = \sum_{i=1}^n \Delta m_i \cdot r_i^2$$

bu tenglikda Δm_i - qattiq jism istalgan elementining massasi, r_i - Δm_i dan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa. Aylanma harakatdagi qattiq jism uchun dinamikaning ikkinchi qonuni quyidagicha yoziladi:

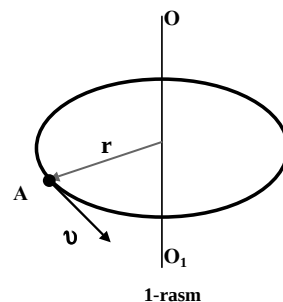
$$M = I \cdot \beta \quad (1)$$

(1) tenglikka ko'ra qattiq jismni aylantiruvchi M kuch momenti jism I inerciya momentining burchak tezlanish β ga ko'paytmasiga teng.

Aylanayotgan jismning inerciya momentini aniqlash uchun energiyaning saqlanish qonunidan foydalaniladi. Agar m massali jism h_1 balandlikka ko'tarilsa, sistemaning to'liq energiyasi uning potentsial energiyasiga teng bo'ladi, ya'ni

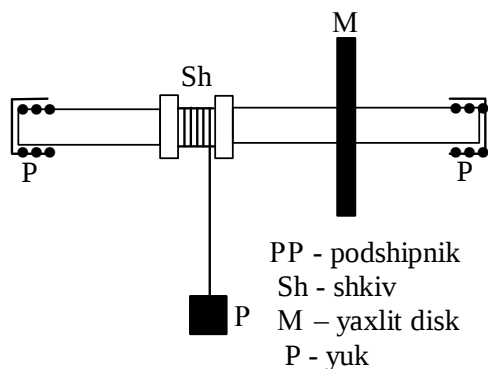
$$E. = mgh_1 \quad (2)$$

Bu erda g - erkin tushish tezlanishi. Agar m massali jism og'ir g'ildirakning shkiviga o'ralgan ipga osib qo'yilsa, yuk pastga tusha boshlaganda, shkiv bilan birgalikda g'ildirakni ham aylanma harakatga keltiradi (2-rasm). Tushayotgan yukning kinetik



energiyasi $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Bu tenglikda v - yukning tushish tezligi. Shuningdek, aylanma harakatga kelgan sistema ham $E_k = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$ kinetik energiyaga ega bo'ladi. Bu tenglikda ω - sistemaning burchak tezligi. Sistemaning aylanma harakatida uning tayanch nuqtalari (podshipniklar) dagi ishqalanish kuchi f ni engish uchun

$$A = f \cdot h$$



ish bajariladi. Sistemaning potentsial energiyasi shu sistemaning kinetik energiyasini orttirishga va ishqalanish kuchini engishga sarflanadi. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$mgh_1 = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + f \cdot h_1 \quad (3)$$

(3) tenglik m massali yuk to'liq pastga tushgan hol uchun o'rinalidir. Yuk pastga tushgach o'z inerciyasi bilan h_2 balandlikka ko'tariladi ($h_2 < h_1$). Bu balandlikda sistemaning potentsial energiyasi

$$E'_n = mgh_2 \quad (4)$$

Sistema potentsial energiyasining kamayishi $E_n - E'_n$ ishqalanish kuchining bajargan ishiga teng bo'ladi, ya'ni

$$mgh_1 - mgh_2 = f(h_1 + h_2) \quad (5)$$

(5) dan ishqalanish kuchini topamiz:

$$f = mg \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (6)$$

Endi (3) tenglikni o'zgartirib, inerciya momentini aniqlaydigan ifodani topamiz. Yuk h_1 balandlikdan tushayotganda uning tezligi tekis tezlanuvchan bo'ladi. Bu tezlik $v = a \cdot t$ bo'lib, tenglikda t - yukning tushishi vaqti. Yuk bosib o'tgan yo'l

$$h_1 = \frac{at^2}{2}$$

U holda

$$v = \frac{2h_1}{t} \quad (7)$$

bo'ladi. Burchak tezlik

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (8)$$

(8) va (7) ifodalardan

$$\omega = \frac{2h_1}{rt^2} \quad (9)$$

bo'lib, bu erda r - shkiv radiusi. Endi (6), (7) va (9) tengliklarni (3) tenglikka qo'yib, hamda uni I ga nisbatan echsak,

$$I = mr^2 \left(gt^2 \frac{h_2}{h_1(h_1 + h_2)} - 1 \right) \quad (10)$$

ni hosil qilamiz.

4. Qurilmaning tuzilishi.

1. Inerciya momentini va podshipniklardagi ishqalanish kuchini aniqlaydigan qurilma devorga o'rnatilgan yaxlit diskdan iborat bo'lib, diskning o'qi ikkita tayanch podshipniklarga o'rnatilgan. Disk o'qiga ip bog'langan bo'lib, ipga yuk solinadigan palla ilingan(2-rasm). Pallaga yuk qo'yib va ipni o'qqa o'rab, yuqori holatdan qo'yib yuborilsa, yuk og'irlik kuchi ta'sirida pastga tusha boshlaydi va sistemani aylanma harakatga keltiradi. Yuk eng pastki holatga tushgach, yana o'zining inerciyasi bilan qandaydir balandlikka ko'tariladi.

5. Ishni bajarish tartibi

1. Disk o'qining radiusi shtangensirkul yordamida o'lchanadi.
2. Pallaga m massali yuk qo'yiladi (yukka pallaning massasi ham qo'shiladi) va ipni o'qqa bir tekisda o'rab, palla yuqori holatga ko'tariladi.
3. Yuk qo'yib yuborilishi bilan sekundomer ishga tushiriladi. Yuk eng pastki holatga kelganda sekundomer to'xtatilib, h_1 balandlikni o'tish uchun ketgan vaqt t yozib olinadi.
4. Yuk eng pastki holatga tushgach, o'z inerciyasi bilan yuqoriga ko'tariladi va bunda h_2 balandlik yozib olinadi.
5. Yuklar miqdorini orttirib, har bir qo'yilgan yuklar uchun tajribani 5.3, 5.4 - punktlar bo'yicha bajariladi va h_1 , h_2 , t kattaliklarning qiymatlari yozib olinadi.
6. m , h_1 , h_2 , t kattaliklarning tajribadan olingan qiymatlari jadvalga kiritiladi.
7. Har bir qo'yilgan yuk uchun (6) formuladan foydalanib, tayanchdagi ishqalanish kuchi f va (10) formuladan esa inerciya momenti I hisoblanadi.

№	m, kg	h_1 , m	h_2 , m	t, c	F, H	ΔF	δ , %	I, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	ΔI	δ , %
1.										
2.										
3.										
4.										
O'rtacha qiymat	X	X	X	X			X			X

O'zlashtirish uchun savollar

1. Inersiya momenti deb nimaga aytiladi va u qanday birlikda o'lchanadi?
2. Aylanma harakat uchun dinamikaning ikkinchi qonunini tushuntiring.
3. (6) va (10) formulalar qanday qonunga asosan keltirib chiqarilgan?
4. Mayatnikning tayanchdagi ishqalanish kuchi qanday aniqlanadi?
5. Og'ir g'ildirakning inersiya momenti qanday aniqlanadi?
6. Ishning bajarilish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 6

BURAMA TEBRANISH USULI BILAN TURLI JISMLARNING INERCIYA MOMENTLARINI ANIQLASH

- 1. Ishning maqsadi:** Aylanma harakat dinamikasiga oid egallangan nazariy bilimlarni amalda qo'llash malakasini hosil qili
- 2. Kerakli asboblari:** trifilyar osgich, tekshiriluvchi jismlar, sekundomer, chizg'ich, tarozi va toshlar.

3. NAZARIY MA'LUMOT

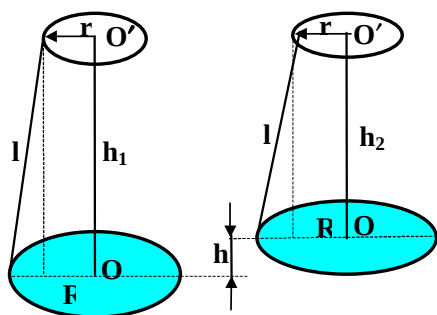
Jismning og'irlik markazi orqali o'tuvchi aylanish o'qiga nisbatan davriy tebranuvchi sistema garmonik burama tebranma harakat qiladi. Bunday tebranishlarda jismning muvozanat holatidan chetlanishi sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradi.

Turli jismlarning inerciya momentlarini burama tebranish uslubi bilan trifilyar osgich deb ataluvchi qurilma yordamida aniqlash mumkin.

Trifilyar osgich R radiusli m massaga ega bo'lgan diskdan iborat. Bu disk bir-biriga simmetrik joylashtirilgan iplar orqali radiusi r bo'lgan diskka osilgan (1-rasm). Agar r radiusli disk biror α_0 burchakka burilsa, ip egilib, pastki R radiusli disk biror h balandlikka ko'tariladi va tebranma harakatga keladi.

Aytaylik, r radiusli disk ichki biror α_0 burchakka burilganda pastki disk $h=h_1-h_2$ balandlikka ko'tarilsin. Tebranma harakatga kelgan pastki diskning bu holatdagi potentsial energiyasi: $\Delta E_n = m_0gh$ bo'ladi. Pastki disk muvozanat holatiga qaytayotganda uning potentsial energiyasi aylanma harakatidagi kinetik energiyasiga aylanadi, ya'ni

potentsial energiyasi aylanma harakatidagi kinetik energiyasiga aylanadi, ya'ni



1-rasm

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

Disk muvozanat holatdan o'tayotganda uning kinetik energiyasi eng katta qiymatga erishadi. Ishqalanishni hisobga olmagan holda quyidagini yozish mumkin:

$$m_0gh = \frac{I\omega_{\max}^2}{2} \quad (2)$$

Diskning burchak tezligi $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \cdot \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t$

Ma'lumki,

$$\omega_{\max} = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \quad (3)$$

Diskning ko'tarilish balandligi

$$h = h_1 - h_2 = \frac{h_1^2 - h_2^2}{h_1 + h_2} = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l} \quad (4)$$

1-rasmdan ko'rinadiki, $h_1^2 = l^2 - (R-r)^2$ va $h_2^2 = l^2 - (AB)^2 = l^2 - (R^2 + r^2 - 2R \cdot r \cdot \cos \alpha_0)$.

bu ifodalarni (4) tenglikka qo'yib, diskning ko'tarilish balandligini topamiz:

$$h = \frac{2R \cdot r(1 - \cos \alpha_0)}{2l} = \frac{4R \cdot r \cdot \sin^2 \frac{\alpha_0}{2}}{2l}$$

Buralish burchagi α_0 ning kichikligini e'tiborga olib, $\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} = \alpha_0^2$ deb yozish mumkin. U holda

$$h = \frac{2R \cdot r \cdot \alpha_0^2}{l} \quad (5)$$

(3) va (5) ifodalarni (2) tenglikka qo'yib, inerciya momenti ifodasini topamiz.

$$I_0 = \frac{m_0 g R r}{\pi^2 l} \cdot T^2 \quad (6)$$

$$I_1 = \frac{m g R r}{\pi^2 l} \cdot T^2 \quad (7)$$

4. Ish bajarish tartibi

1. Disk osilgan ipning uzunligi l , katta va kichik disklar radiusi R va r katta disk massasi m_0 o'lchanadi.
2. Pastki diskni 20-30 marta to'liq tebranishi uchun ketgan vaqt sekundomer yordamida o'lchanadi.
3. Pastki diskning to'liq bir marta tebranishi uchun ketgan davr aniqlanadi. $T = \frac{t}{n}$,
bu erda n - tebranishlar soni, t - tebranishlar uchun ketgan vaqt.
4. Topilgan l , R , r , m_0 va T kattaliklarning qiymatlari (6) formulaga qo'yilib, diskning inerciya momenti I_0 aniqlanadi.
5. Pastki disk ustiga inerciya momenti aniqlanadigan turli shakldagi har xil massali jismlarni navbat bilan qo'yilib, har bir ish uchun 2.2. va 2.3. ish bajarish tartibi bo'yicha tajriba o'tkaziladi. Qo'yilgan jism massasi m_1 , disk massasi m_0 bo'lsa, umumiy massa $m = m_0 + m_1$ bo'ladi.
6. Topilgan qiymatlar (7) ifodaga qo'yilib, jismlarning inerciya momentlari I_1 topiladi.
7. Jismning inerciya momenti (6) va (7) ifodalar yordamida topilgan qiymatlar e'tiborga olinib, $I = I_1 - I_0$ fomula yordamida hisoblanadi.
8. Hisoblab toopilgan qiymatlar jadvalga kiritiladi.

Izoh. Hisob - kitob ishlari bajarilayotganda trifilyar osma uchun quyidag kattaliklar e'tiborga olinadi: $L=30 \text{ sm}$, $R=12 \text{ sm}$, $r=9 \text{ sm}$, $m_0=0,321 \text{ kg}$

T.r	m_0 , kg	n	t, s	T, s	I_0 , kg·m ²	m_2 kg	n	t, s	T, s	I_1' , kg·m ²	I_2 , kg·m ²	ΔI	$\delta, \%$
1.													
2.													
3.													
O'rta. qiymat													

O'zlashtirish uchun savollar

1. Inersiya momenti deb nimaga aytiladi?
2. Burama tebranishni fizik mayatnik tebranishdan qanday farqi bor.
3. Trifilyar osgich qanday kuch taosirida tebranma harakat qiladi?
4. Ishchi formulani keltirib chiqaring.
5. Jismning inersiya momenti qanday aniqlanadi?
6. Ish bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 7

FIZIK MAYATNIK YORDAMIDA OG'IRLIK KUCHI TEZLANISHINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning tebranma harakatiga doir egallangan bilimlarni amalda qo'llash malakasini hosil qilish.

2. Kerakli asboblari: fizik mayatnik qurilmasi, sekundomer, chizg'ich.

3. NAZARIY QISM.

Og'irlik markazidan o'tmaydigan biror gorizontal o'q atrofida og'irlik kuchi ta'sirida tebranma harakatga kela oladigan jismga fizik mayatnik deyiladi (1-rasm).

Jismning ayrim qismlariga ta'sir qiluvchi og'irlik kuchlarining umumiy yig'indisini og'irlik markaziga qo'yilgan biror kuch bilan almashtirish va uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P = mg \quad (1)$$

bu erda m - jismning massasi, g - og'irlik kuchi tezlanishi.

0 nuqtadan o'tgan gorizontal aylanish o'qiga nisbatan P kuchning momenti 1-rasmga asosan

$$M = Pl_0 \sin \alpha \quad (2)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Bu erda l_0 - S og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa, α - muvozanat holatidan chetlanish burchagi (tebranish amplitudasi deb ham ataladi). Muvozanat holatidan chiqarilgan jism shu kuch momenti ta'sirida o'zining avvalgi holatiga qaytishga intiladi. Mayatnik muvozanat holatdan o'tganda tezlikka ega bo'lgani uchun u avval qanday burchakka og'dirilgan bo'lsa, avvalgi og'ishiga teskari yo'nalishda shunday burchakka og'adi. Ishqalanish kuchlari bo'lmaganda bu harakat

cheksiz takrorlanaveradi. Mayatnikning cheksiz takrorlanadigan bunday harakati *g a r m o n i k t e b r a n m a h a r a k a t* deb ataladi. Aylanma harakat uchun Nyutonning II qonunidan foydalanib, fizik mayatnikning harakat qonunini osongina topish mumkin:

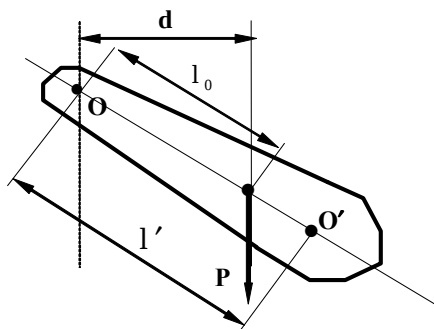
$$M = I\beta = I \frac{d^2 \alpha}{dt^2} \quad (3)$$

bu erda β - aylanma harakatlanayotgan jismning burchak tezlanishi. M - jismga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan momenti, I - shu o'qqa nisbatan

jismning inerciya momenti.

(2) va (3) ifodalardan foydalanib, quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = - \frac{mgl_0}{I} \sin \alpha \quad (4)$$



1-rasm

bu erda “ - “ manfiy ishora kuch momenti vektori $\vec{M}$ bilan burchak siljishi (α ning musbat yo'nalishi) ning doimo bir-biriga qarama-qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Og'ish burchagi α etarlicha kichik bo'lganda, $\sin\alpha \approx \alpha$ deyish mumkin, u holda

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -\frac{mgl_0}{I}\alpha \quad (5)$$

Bu differencial tenglamaning echimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\alpha = \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (6)$$

bu erda ω - ciklik chastota, φ - boshlang'ich faza, α_0 - muvozanat holatdan maksimal og'ish burchagi.

Haqiqatan ham $\sin(\omega t + \varphi) = 1$ bo'lganda, $\alpha_{max} = \alpha_0$ bo'ladi. $t=0$, bo'lganda esa $\alpha = \alpha_0 \sin\varphi$ bo'ladi. (6) tenglik (5) ni ayniyatga aylantirishi uchun

$$\omega = \sqrt{\frac{mgl_0}{I}} \quad (7)$$

bo'lishi kerak. Tebranish davri T bilan ciklik chastota orasidagi bog'lanish:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ yoki } T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (8)$$

(7) va (8) formulalar tenglashtirilsa, fizik mayatnikning tebranish davrini ifodalovchi

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl_0}} \quad (9)$$

formula hosil bo'ladi. Bu ifodani matematik mayatnikning tebranish davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g}}$$

bilan taqqoslaylik. U holda

$$\ell' = \frac{I}{m\ell_0} \quad (10)$$

ekanligini topamiz. Bu erda I , m va ℓ_0 lar berilgan fizik mayatnikni tavsiflovchi kattaliklardir. Bu shart bajarilganda har ikkala mayatnik bir xil tebranish davri bilan tebranadi. Matematik mayatnikning ℓ uzunligiga son jihatdan teng bo'lgan fizik mayatnikning (10) ifoda yordamida aniqlanuvchi ℓ' uzunligi *fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi* deyiladi. Fizik mayatnikning tebranish davri uning keltirilgan uzunligi orqali

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell'}{g}} \quad (11)$$

yordamida aniqlanadi.

Osish nuqtasi O bilan og'irlik markazi S ni tutashtiruvchi to'g'ri chiziqda aylanish o'qidan keltirilgan ℓ' uzunlik masofasida yotgan nuqtani *fizik mayatnikning tebranish markazi* deyiladi. Tebranish markazi va osish nuqtasi doimo og'irlik markazidan qarama-qarshi tomonlarda yotadi, chunki keltirilgan uzunlik og'irlik markazi bilan aylana o'qigacha bo'lgan masofadan doimo katta bo'ladi.

Osish nuqtasi va tebranish markazi bir-birini almashtirish xususiyatiga ega, ya'ni osish nuqtasini tebranish markaziga olib o'tilsa, dastlabki osish nuqtasi yangi tebranish markazi bo'lib qoladi. Shunday qilib, fizik mayatnikning og'irlik markaziga nisbatan nosimmetrik joylashgan ikkita parallel osish o'qlarining shunday vaziyatini aniqlash kerakki, ularga nisbatan tebranish davrlari bir xil bo'lsin. U holda, o'qlar orasidagi masofa *ag'darma mayatnik* deb ataluvchi fizik mayatnikning keltirilgan uzunligiga teng bo'ladi. Ag'darma mayatnikning bu xossasidan foydalanib, og'irlik kuchining tezlanishi aniqlanadi. Mayatnikning tebranish o'qiga nisbatan inerciya momentini Shteyner teoremasiga ko'ra quyidagicha yozish mumkin:

$$I = I_0 + ml^2 \quad (12)$$

bu erda I_0 - mayatnik og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inerciya momenti, m - mayatnikning massasi, l - aylanish o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa. U holda mayatnikning tebranish o'qi, osish nuqtasi va tebranish markazi orqali o'tgan hollar uchun tebranish davrini quyidagicha yozish mumkin:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ml_1^2}{mgl_1}} \quad (13)$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ml^2}{mgl^0}} \quad (14)$$

bu erda l_1 va l_2 - mayatnikning aylanish o'qi va og'irlik markazlari orasidagi masofa. (12) va (13) larni birgalikda echib, g ni topamiz.

$$T_1^2 l_1 g - T_2^2 l_2 g = 4\pi^2 (l_1^2 - l_2^2) \quad \text{dan} \quad g = \frac{4\pi^2 (l_1 - l_2)(l_1 + l_2)}{T_1^2 l_1 - T_2^2 l_2} \quad (15)$$

Agar $T_1 = T_2$ bo'lsa, $l_1 + l_2 = l'$ mayatnikning keltirilgan uzunligiga teng bo'ladi. U holda

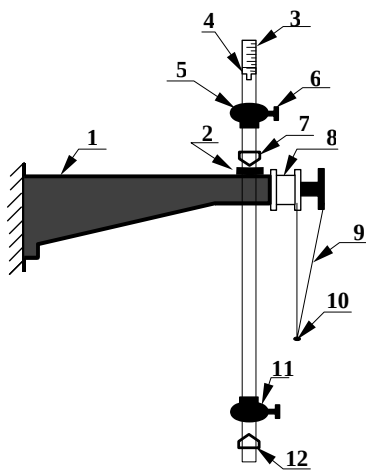
$$g = \frac{4\pi^2 l'}{T^2} \quad (16)$$

4. Qurilmaning tuzilishi

Og'irlik kuchining tezlanishini aniqlash uchun 2-rasmda ko'rsatilgan FPGA rusumli qurilmadan foydalaniladi. Qurilma devorga mahkamlangan kronshteyn 1 dan tayanch prizma 7 ga osilgan fizik mayatnikdan iborat. Kronshteynda tayanch prizmalarning yostiqchasi 2 va matematik mayatnik 10 mahkamlangan. Fizik mayatnik tayanch prizma 12 ga osib qo'yilsa, ag'darma mayatnikka aylanadi. Mayatnikning sterjenida tayanch prizmalari orasiga chechevisa 11 mahkamlangan. Chechevisa 5 bilan nonius 4 birgalikda sterjenning bir uchiga mahkamlangan bo'lib, ular 3 shkala bo'ylab siljiydi. Qurilmaning komplektiga prizmalı taglik ham kiradi. Prizmalı taglik yordamida mayatnikning og'irlik markazi topiladi.

1. Vint yordamida chechevisa 5 quyi holat (shkalaning nol holati) ga keltiriladi.

2. Mayatnik 4-6⁰ burchakka og'iriladi va sekondomer yordamida n_1 (120-150 marta) tebranish uchun ketgan t_1 vaqt va tebranish davri $T_1 = t_1/n_1$ aniqlanadi.



2-rasm

3. Chehevaca 50-70 mm silji-tiladi va yuqoridagidek 120-150 marta tebranish uchun ket-gan vaqt t'_1 va tebranish davri T'_1 aniqlanadi.

4. Mayatnik tayanch prizma 12 ga osib quyilib, 5 chechevisa nol holatga keltiriladi va 20-30 marta tebranish uchun ketgan vaqt t_2 hamda $T_2 = \frac{t_2}{n_2}$ davr aniqlanadi.

5. Chechevisa 5 shkala 3 bo'yicha 10-15 mm ga siljutilib, vint 6 bilan mahkamlab qo'yiladi va yana T_2 tebranish davri aniqlanadi.

6. Tebranish davrlari T_1 va T_2 tenglashguncha chechevisa

5 siljutilib, mayatnikning tebranish davrlari aniqlanadi. Tebranish davrlari bir-biriga yaqinlashgan sari tebranishlar sonini 120-150 ta olish kerak.

5. Ishni bajarish tartibi

1. Tebranish davrlari tenglashganda mayatnikning tayanch prizmalari orasidagi masofa mayatnikning keltirilgan uzunligi l' ga teng bo'ladi.
2. Taglikka o'rnatilgan prizma yordamida mayatnikning og'irlik markazi topiladi. Tayanch prizmalar va og'irlik markazi orasidagi l_1 va l_2 lar aniqlanadi.
3. (15) va (16) formulalar yordamida g aniqlanadi va o'zaro solishtiriladi.
4. Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi:

Nº	n_1	T_1, s	n_2	T_2, s	l_1, m	l_2, m	$g, m/s^2$	Δg	$\delta, \%$
1.									
2.									
3.									
O'rtacha qiymat	X	X	X	X	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Fizik va matematik mayatnik deb nimaga aytiladi va ularni bir-biridan farqi nimada?
2. Garmonik tebranma harakat deb qanday harakatga aytiladi?
3. Og'irlik kuchi tezlanishini g ning qiymati geografik kenglikka qanday bog'liq?
4. Mayatnikning keltirilgan uzunligi nima?
5. Shteyner teoremasini aytib bering.
6. Qurilma qanday tuzilgan?
7. Ishni bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 8

SHARLARNING MARKAZIY ELASTIK URILISH QONUNLARINI O'RGANISH

1. Ishning maqsadi: impulsning saqlanish qonunini amaliyotda qo'llashni o'rganish.

2. Kerakli asboblari: 2 ta bir xil massali sharlar, galvanometr (mikroampermetr), qarshilik, kondensator, kalitlar.

3. NAZARIY QISM

Ikki sharning urilishi. Mexanikada urilish deb, ikki yoki bir necha jismning qisqa vaqt ichida bir-biriga tegib o'zaro tasirlanishiga aytiladi. Masalan: bolg'aning sandonga urilishi, o'qning nishonga tegishi va hokazolar. Agar urilish natijasida mexanik energiya energiya boshqa turiga aylanmasa, urilish *absolyut elastik urilish* deyiladi. Sharlar urilish vaqtida deformatsiyalanadi. Urilish nuqtasi doiraviy yuzaga aylanadi va unda elastik kuchlar vujudga keladi. Deformatsiyaning ortishi bilan bu kuchlar ortadi. Sharlarning eng katta qisilishida bu kuchlar maksimal qiymatga erishadi. Deformatsiyaning potentsial energiyasi kinetik energiyaga aylana boshlaydi. Absolyut elastik urilishda sharlarning deformatsiyasi to'la tiklanadi. Urilish vaqti sharlar materiallarining elastiklik doimiylariga, massalariga, urilish boshlanishidagi nisbiy tezliklariga bog'liq bo'ladi.

Tabiatda absolyut elastik urilishlar yo'q, chunki har doim energiya bir qismi qoldiq deformatsiyaga va sharlar ichki energiyasining ortishiga sarf bo'ladi. Ammo ba'zi bir materiallar uchun (masalan, po'lat sharlar uchun) energiya isrofi hisobga olmaydigan darajada kichik bo'lishi mumkin.

Agar harakat yo'nalishi urilish vaqtida sharlarning markazlari orqali o'tuvchi to'g'ri chiziq bilan bir xil bo'lsa, bunday urilish markaziy urilish deyiladi. Quyida biz faqat markaziy elastik urilishni ko'rib chiqamiz.

Mexanikaning ikkinchi qonuniga asosan

$$F \Delta t = m \Delta v \quad (1)$$

ni yozishimiz mumkin. Bu erda F - urilishning o'rtacha kuchi, m - urilishda ishtirok etayotgan jism (sharning massasi), Δt - urilish vaqti, Δv - urilish natijasida jism tezligining o'zgarishi.

(1) tenglamadan urilish vaqti qancha oz bo'lsa, urilish kuchi shuncha katta bo'lishi ko'rinadi. Massalari teng va cho'zilmas ipga osilgan ikkita shardan iborat sistemani ko'rib chiqaylik (1-rasm). O'ng tomondagi ikkinchi sharni muvozanat vaziyatidan α - burchakga og'diraylik va qo'yib yuboraylik. Ikkinchi shar muvozanat vaziyati tomon harakat qilib, v_2 tezlik bilan birinchi sharga uriladi va unga harakat miqdori beradi. Harakat miqdorining saqlanish qonuniga asosan:

$$m_2 v_2 = m_2 v_2' + m_1 v_1' \quad (2)$$

Bu erda v_1' va v_2' - sharlarning urilishidan keyingi tezliklari. Energiyaning saqlanish qonunidan:

$$m v_2^2 / 2 = m (v_2')^2 / 2 + m (v_1')^2 / 2 \quad (3)$$

lekin $m_2=m_1$ bo'lganligi uchun (2) va (3) dan

$$v_2 = v'_2 - v'_1 ; \quad v_2^2 = (v'_2)^2 + (v'_1)^2 \quad (4)$$

bo'ladi.

Agar teng massali sharlarning urilishida ulardan biri tinch turgan bo'lsa, harakatlanuvchi shar o'zining harakat miqdorini to'laligicha tinch turgan ikkinchi sharga beradi. Agar ikkinchi shar urilishidan so'ng tinch holatda qolsa, ya'ni $v'_2 = 0$ bo'lsa, tezlikning o'zgarishi $\Delta v = v_2 - v'_2$ ifoda yordamida aniqlanadi. U holda (I) ni quydagicha yozish mumkin:

$Ft = m_2 v_2$, bunda $t = \Delta t$ urilish vaqti bo'lib, so'nggi ifodadan urilish vaqtidagi o'rtacha kuch

$$F = \frac{m_2 v_2}{t} \quad (5)$$

Muvozanat vaziyatidan α burchakka og'dirilgan shar $F = m_2 g h$ potentsial energiyaga ega bo'ladi. Urilish boshlangunga qadar bu energiya to'liq kinetik energiyaga aylanadi:

$$E_n = E_k = \frac{m v_2^2}{2} = m_2 g h$$

bundan

$$v_2 = \sqrt{2gh} \quad (6)$$

2-rasmdan $\frac{1-h}{1} = \cos \alpha$ bo'ladi. $h = 2l \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ ga teng bo'lib, h ning qiymatini (6) ga qo'ysak:

$$v_2 = 2\sqrt{gl} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (7)$$

ΔAVS dan α burchakni topib, (7) ifoda yordamida v_2 ning qiymatini hisoblash mumkin.

4. Sharlarning urilish vaqtini hisoblash

Agar zaryadlangan kondensatorni sharlarning urilish davrida razryadlanadigan qilib kondensator, galvanometr va qarshilikdan iborat elektr zanjir yig'ilsa, razryadlanish uchun ketgan vaqtni aniqlash mumkin. Kondensatorning boshlang'ich zaryadi q_0 va sharlarning urilish vaqtida o'tgan zaryadi q_1 ni bilgan holda urilish vaqtini

$$\tau = 2,3CR \lg \frac{q_0}{q_0 - q_1} \quad (8)$$

formula yordamida aniqlash mumkin. Bu erda C - kondensatorning sig'imi, R - zanjirning qarshiligi.

Galvanometrning ko'rsatishi undan o'tgan zaryad miqdoriga proporsional bo'lganligi uchun (8) ni

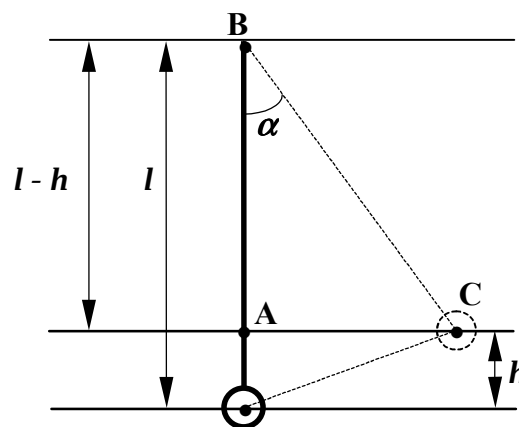
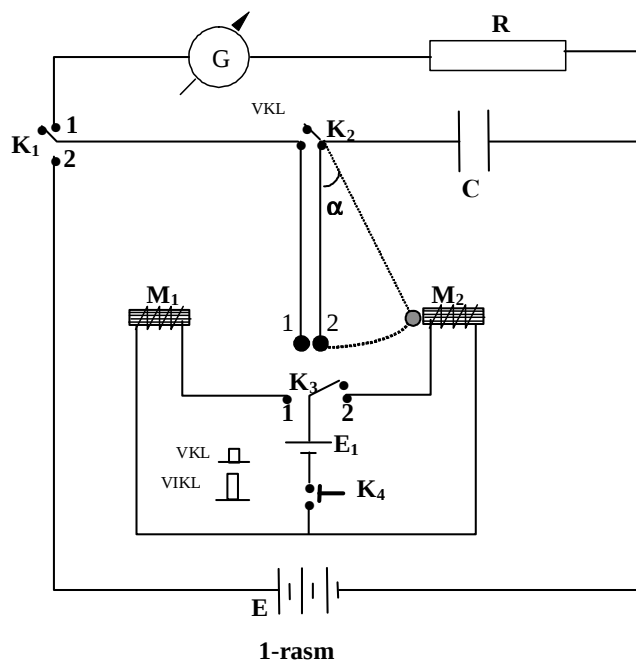
$$\tau = 2,3CR \lg \frac{n_0}{n_0 - n_1} \quad (9)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu erda n_0 - kondensatorning to'la razryadlanishidagi galvanometr strelkasining ko'rsatishi, n_1 - urilish vaqtida va kondensator razryadlanishida galvanometr strelkasining ko'rsatishi.

(9) formula yordamida sharlarning urilish vaqti τ hisoblanadi va τ ma'lum bo'lgan holda urilishning o'rtacha kuchi (5) formula yordamida hisoblab topiladi.

5. Asbobning tuzilishi

Asbob o'tkazgichlarga osilgan ikkita po'lat shar, kondensator, qarshilik, ikkita elektromagnit (M_1 va M_2) va kalitlardan iborat. 1-rasmda asbobning elektr sxemasi ko'rsatilgan: G - galvanometr (milliampermetr), R - qarshilik, C - kondensator, K_1, K_2, K_3, K_4 - kalitlar, M_1, M_2 - elektromagnitlar, E - tok manbai.



6. Ish bajarish tartibi

1. Qurilma tumblyori VKL holatiga o'tkaziladi. Kondensator 10-15 sekund davomida zaryadlanadi. Kondensatorni zaryadlash uchun kalitlar quyidagi holatlarga keltiriladi: K_1 kalit 2 holatga ulanadi, K_2 - esa VKL holatda bo'lishi kerak.
2. K_1 kalit 1- holatga o'tkazilib, galvanometr strelkasining ko'rsatishi n_0 aniqlanadi va yozib olinadi.
3. K_1 kalit 2- holatga o'tkazilib, kondensator qaytadan zaryadlanadi.
4. K_2 kalit pastki holatga o'tkaziladi, (ya'ni uziladi) K_1 kalit 1-holatga o'tkaziladi.
5. K_3 kalit yordamida elektromagnitlardan biri ulanadi.
6. Sharlardan birini elektromagnitga yaqinlashtirib, K_4 kalit bosiladi (ulanadi).
7. K_4 kalit uzilganda (ya'ni knopkani bosish to'xtatilganda) 1-shar elektromagnitdan ajralib, 2-shar bilan to'qnashadi. Bu holatda kondensator sharlar orqali razryadlanadi va galvanometrning ko'rsatishi n_1 aniqlanadi.
8. Olingan n_0 va n_1 larning qiymatlari (9) formulaga qo'yilib, sharlarning urilish vaqti τ aniqlanadi.
9. Tajriba yuqoridagi tartibda 3-5 marta takrorlanadi.

Ilova:	ipning uzunligi	$l = 158 \text{ sm}$
	qarshilik	$R = 510 \text{ Om}$
	sharning og'ish burchagi	$\alpha = 8^\circ$
	kondesator sig'imi	$C = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$
	sharlarning massasi	$m_1 = m_2 = 47 \text{ g}$

Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib τ hisoblanadi. Topilgan qiymatlar jadvalga yoziladi.

	n_0	n_1	τ, c	$\Delta\tau$	$\delta_\tau, \%$	$v_2, \text{m/s}$	Δv_2	$\delta_v, \%$	F, N	ΔF	$\delta_F, \%$
1.											
2.											
3.											
O'rtacha qiym.	X	X			X			X			X

Sonlarning o'nli logarifm qiymatlari.

$\lg 1,040 = 0,0170$	$\lg 1,060 = 0,0253$	$\lg 1,080 = 0,0334$
$\lg 1,041 = 0,0174$	$\lg 1,061 = 0,0257$	$\lg 1,081 = 0,0338$
$\lg 1,042 = 0,0179$	$\lg 1,062 = 0,0261$	$\lg 1,082 = 0,0342$
$\lg 1,043 = 0,0182$	$\lg 1,063 = 0,0265$	$\lg 1,083 = 0,0346$
$\lg 1,044 = 0,0187$	$\lg 1,064 = 0,0269$	$\lg 1,084 = 0,0350$
$\lg 1,045 = 0,0191$	$\lg 1,065 = 0,0273$	$\lg 1,085 = 0,0354$
$\lg 1,046 = 0,0195$	$\lg 1,066 = 0,0277$	$\lg 1,086 = 0,0358$
$\lg 1,047 = 0,0199$	$\lg 1,067 = 0,0282$	$\lg 1,087 = 0,0362$
$\lg 1,048 = 0,0203$	$\lg 1,068 = 0,0286$	$\lg 1,088 = 0,0366$
$\lg 1,049 = 0,0207$	$\lg 1,069 = 0,0290$	$\lg 1,089 = 0,0370$
$\lg 1,050 = 0,0212$	$\lg 1,070 = 0,0294$	$\lg 1,090 = 0,0374$
$\lg 1,051 = 0,0216$	$\lg 1,071 = 0,0298$	$\lg 1,091 = 0,0378$
$\lg 1,052 = 0,0220$	$\lg 1,072 = 0,0302$	$\lg 1,092 = 0,0382$
$\lg 1,053 = 0,0224$	$\lg 1,073 = 0,0306$	$\lg 1,093 = 0,0386$
$\lg 1,054 = 0,0228$	$\lg 1,074 = 0,0310$	$\lg 1,094 = 0,0390$
$\lg 1,055 = 0,0232$	$\lg 1,075 = 0,0314$	$\lg 1,095 = 0,0394$
$\lg 1,056 = 0,0236$	$\lg 1,076 = 0,0318$	$\lg 1,096 = 0,0398$
$\lg 1,057 = 0,0241$	$\lg 1,077 = 0,0322$	$\lg 1,097 = 0,0402$
$\lg 1,058 = 0,0245$	$\lg 1,078 = 0,0326$	$\lg 1,098 = 0,0406$
$\lg 1,059 = 0,0249$	$\lg 1,079 = 0,0330$	$\lg 1,099 = 0,0410$
		$\lg 1,100 = 0,0414$

O'zlashtirish uchun savollar

1. Sharlarning absolyut elastik urilish qonunlarini tushuntiring.
2. Sharlarning noelastik urilish qonunini tushuntiring.
3. Sharlarning urilish vaqtidagi o'rtacha kuch va tezligini aniqlash formulasini keltirib chikaring.
4. Nima uchun urilishga energiyaning va harakat miqdori (impulps) ning saqlanish qonunini qo'llash mumkin?
5. Sharlarning urilish vaqti qanday aniqlanadi?
6. Nima uchun urilishda vujudga keladigan kuchlarning qiymati katta bo'ladi?
7. (2) va (3) tenglamalar vaqtining qaysi momentiga tegishli?
8. Asbobning tuzilishini va ishlash prinsipini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 9

BALLISTIK MAYATNIK YORDAMIDA O'QNING UCHISH TEZLIGINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: tebranma harakatlarga impulsning saqlanish qonunini qo'llashga doir olingan nazariy bilimlarni amalda tekshirish va malaka hosil qilish.

2. Kerakli asboblari: ballistik mayatnik, pnevmatik pistolet, rezinali o'q, tosh-tarozi.

3. NAZARIY QISM

Ballistik mayatnik cho'zilmaydigan ipga osilgan massiv silindrdan iborat (1-rasm qarang). Mayatnikdan ma'lum masofada pnevmatik pistolet o'rnatilgan. Pistoletdan o'q otilganda, u silindrning metall asosiga yopishib qoladi. Shuning uchun urilishni noelastik urilish deb hisoblash mumkin.

Impuls momentining saqlanish qonuniga asosan ballistik mayatnik va o'qning o'zaro ta'siri uchun quyidagi:

$$mvl = I\omega \quad (1)$$

ifodani yozish mumkin. Bunda m - o'qning massasi, ω - sistemaning burchak tezligi, I - sistemaning inertiya momenti, v - o'qning uchish tezligi.

Mayatnik α burchakka og'ganda uning kinetik energiyasi potentsial energiyaga aylanadi, ya'ni

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

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan esa:

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = (M + m)gh \quad (2)$$

bo'lib, bunda M - mayatnik massasi, h - mayatnik og'irlik markazining maksimal ko'tarilish balandligi. (1) va (2) tengliklardan quyidagini topamiz:

$$v = \frac{1}{m\ell} \sqrt{(M + m)2ghI}, \quad (3)$$

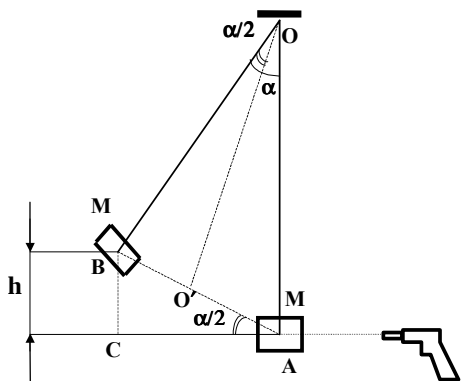
Uchburchak (rasmga qarang) $\triangle ABC$ va $\triangle OBO'$ larning o'xshashligidan $\frac{h}{AB} = \frac{O'B}{OB}$ deb yozish mumkin. Biroq

$AB = 2O'B = S$ - mayatnik og'irlik markazining og'ish masofasi, $OB = \ell$ - mayatnik og'irlik markazidan u osilgan nuqtaga qadar bo'lgan masofa.

Shuning uchun

$$h = \frac{S^2}{2\ell} \quad (4)$$

(4) ni (3) ga qo'yib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:



1-rasm

$$v = \frac{S}{ml} \sqrt{(M+m) \frac{g}{l} \cdot I} \quad (5)$$

Mayatnik silindrining chiziqli o'lchamlari uning og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofaga nisbatan ancha kichik bo'lgani uchun sistemaning inerciya momenti.

$$I = (M+m) \cdot l^2 \quad (6)$$

(6) ni (5) ga qo'yib, o'qning uchish tezligini aniqlaydigan natijaviy formulani topamiz:

$$v = \frac{(M+m) \cdot S}{m} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (7)$$

4. Ishni bajarish tartibi

1. Qurilmaning tuzilishi bilan yaxshi tanishib chiqing.
2. O'qning massasini tarozida kg (kilogramm) hisobida tortib aniqlang.
3. Pistoletdan bir necha marta o'q otib, mayatnikning og'ish masofasi S ning o'rtacha qiymatini metr hisobida aniqlang.
4. Mayatnik og'irlik markazidan u osilgan nuqtaga qadar bo'lgan masofa ℓ ni metr hisobida aniqlang.
5. Topilgan qiymatlarni (7) formulaga qo'yib, v ning qiymatini m/s da aniqlang.
6. O'lchashdan olingan natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

№	M, m	ℓ , m	m, kg	g, m/s ²	S, m	v , m/c	v	δ , %
1.								
2.								
3.								
O'rtacha qiymat	X	X	X	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Impulps momentining saqlanish qonuni deb nimaga aytiladi?
2. O'qning absolyut elastik urilish holi uchun impulps momentining saqlanish qonunini yozing.
3. Absolyut elastik urilishda o'qning kinetik energiyasi to'liq potensial energiyaga aylanadimi?
4. Ballistik myatnik og'irlik markazini ko'tarilish balandligi qanday aniqlanadi?
5. Ishning bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 10

OG'IRLIK KUCHINING TEZLANISHINI JISMNING ERKIN TUSHISHIGA ASOSAN ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: jismlarning og'irlik kuchi ta'siridagi harakatiga doir egallangan nazariy bilimlarni amalda qo'llash malakasini hosil qilish.

2. Kerakli asboblari: qurilma, elektrosekundomer, po'lat sharchalar.

3. NAZARIY QISM.

Uncha katta bo'lmagan balandliklarda havoning qarshiligini hisobga olmasdan, erkin tushish tezlanishini doimiy desak, po'lat sharchaning tushishi erkin tushish bo'lib, uning tezlanishini og'irlik kuchining tezlanishi "g" deb hisoblash mumkin. Bunday holda sharchaning tushishi boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan tekis tezlanuvchan harakat qonuni bo'yicha ro'y beradi.

Agar sharcha biror h balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushayotgan bo'lsa, t vaqt o'tgach, u quyidagi masofani o'tadi:

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

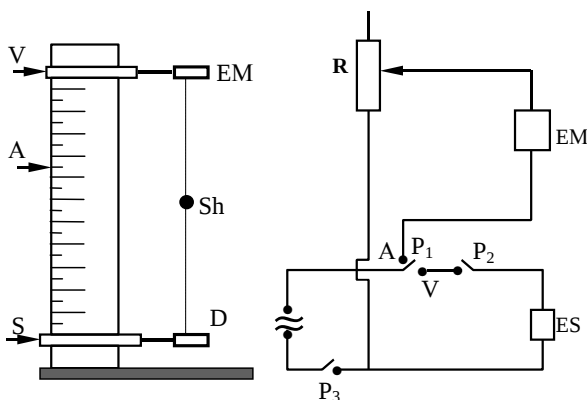
bu erda h - sharchaning tushish balandligi, g - og'irlik kuchining tezlanishi, t - sharchaning tushish vaqti.

Bu tenglikdan

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

bo'ladi. (2) formula og'irlik kuchining tezlanishini hisoblab topishga yordam beradi. Jismlarning erkin tushishdagi tezlanishini aniqlaydigan qurilmaning tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Qurilma A shkalali vertikal ustundan iborat bo'lib, unga sirpanuvchi V va S platforma o'rnatilgan. V platformaga po'lat sharcha Sh ni tutib turadigan elektromagnit EM mahkamlangan.



1-rasm

Pastki platforma S ga elektrosekundomerni elektr zanjiridan uzuvchi kontaktli D tutqich mahkamlangan. Sharchaning tushish vaqti elektrosekundomerdan 0,01 s aniqlikda olinadi.

Sharcha elektromagnit-dan uzilganda elektrosekundomer ishga tushirilib, kontaktli tutqich orqali to'xtatiladi. Qurilmaning elektr sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan.

Agar P₁ kalit A holatda bo'lib, P₃ kalit ulansa, tok elektromagnit o'ramlari va qarshilik R orqali o'tadi. P₁ kalit V holatda bo'lganda, elektrosekundomer ulanadi. Sharcha o'zining harakati oxirida P₂ kalitni uzadi va elektrosekundomer to'xtaydi.

4. Ish bajarish tartibi

1. Elektromagnit EM qandaydir h balandlikka o'rnatiladi.
2. Elektrosekundomer strelkasi nolga bo'lmasa, uning richagi yordamida nol holatga keltiriladi.
3. Kontaktli tutqich D gorizontal holatga qo'yiladi (bunda P_2 kalit ulanadi).
4. P_3 kalit orqali qurilma elektr tarmog'iga ulanadi.
5. Sharcha elektromagnitga yaqinlashtiriladi (bunda sharcha Sh ni EM tutib qoladi).
6. P_1 kalit V holatga ulanganda (elektrosekundomerning knopkasi bosib turiladi), elektromagnit elektr zanjiridan uziladi va shu ondan boshlab elektrosekundomer ishlay boshlaydi. Sharcha kontaktli tutqichga kelib tushganda elektrosekundomer to'xtaydi.
7. Sharchaning tushish vaqti t yozib olinadi.
8. Og'irlik kuchi tezlanishining o'rtacha qiymatini topish uchun sharcha turli h balandliklardan tushirilib, har bir balandlikdan sharchaning o'rtacha tushish vaqti t aniqlanadi va (2) formula yordamida g ning qiymatlari topiladi.
9. Tajribadan olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

№	h, m	t, s	$g, m/s^2$	Δg	$\delta, \%$
1.					
2.					
3.					
O'rtacha qiymat	X	X			X

O'zlashtirish uchun savollar.

1. Jismlarning erkin tushishi deb nimaga aytiladi?
2. Tezlanish deb nimaga aytiladi?
3. Nima uchun "g" ning qiymati yer sirtining turli nuqtalarida turlicha bo'ladi?
4. Og'irlik kuchining tezlanishi formulasi va o'lchov birligini aniqlang.
5. Qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring
6. Ishning bajarish tartibini aytib bering.

LABORATORIYA ISHI № 11

HAVO MOLEKULARINING O'RTACHA KVADRATIK TEZLIGINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: Ma'lum xajmdagi havoning massasi va bosimini o'lchab, oddiy asboblardan yordamida havo molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini aniqlash.

2. Kerakli asboblardan: Havoni tarozida tortish uchun ma'lum hajmdagi shisha idish, texnik tarozi va uning toshlari, Komovskiy nasosi.

3. NAZARIY QISM.

Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi:

$$v_{\text{ypr}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \quad (1)$$

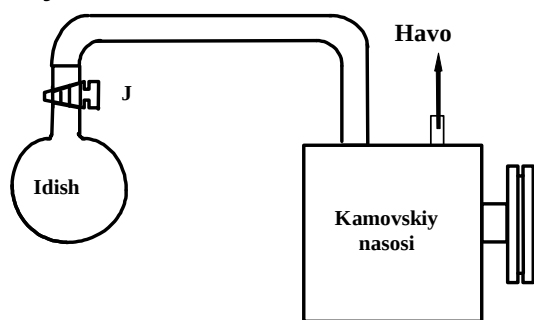
ifoda yordamida aniqlanadi. Ideal gaz holati tenglamasi $PV = \frac{m}{\mu}RT$ dan

$$R = \frac{pV\mu}{mT} \quad (2)$$

Bundan R ning qiymatini (1) ga qo'yib,

$$v_{\text{ypm}} = \sqrt{\frac{3pV\mu T}{mT\mu}} = \sqrt{\frac{3pV}{m}} \quad (3)$$

ni hosil qilamiz, bunda m - gazning massasi, V va P - uning hajmi va bosimi. Idishning hajmi ma'lum bo'lsa, bosim va massani oddiy usullar bilan aniqlash mumkin.



1-rasm

Tajriba boshlanishidan oldin shisha idishning og'zi ochiq bo'lib, uning bosimi atmosfera bosimiga teng bo'ladi. Dastlab idishning ichidagi havosi bilan birga massasi (m_1), so'ngra undagi havo Komovskiy nasosi yordamida so'rib olingandan keyingi massasi (m_2) tarozida tortilgandan so'ng, so'rib olingan havoning massasi ($m = m_1 - m_2$) ni aniqlash mumkin.

Bosim P ning qiymati laboratoriyadagi barometrdan olinadi, idishning hajmi ma'lum ($V = 115 \text{ ml} = 0,00115 \text{ m}^3$). P, V va idishdan so'rib olingan havo massasi m ning topilgan qiymatlarini (3) formulaga qo'yib, havo molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi v_{ypr} ni hisoblash mumkin (Hisoblash jarayonida $1 \text{ mm.sim. ust.} = 133 \text{ Pa}$ ekanligini e'tiborga oling).

4. Ishni bajarish tartibi.

1. Laboratoriyadagi barometrdan havo bosimi r yozib olinadi va u SI dagi birliklarda ifodalanadi.

2. Atmosfera bosimida havo bilan to'ldirilgan shisha idishning massasi m_1 texnik tarozida tortib olinadi.
3. Idishdagi havo Kamovskiy nasosi yordamida (1-rasm) iloji boricha ko'proq so'rib olinadi va idish jumragi berkitiladi. Idishning havosi so'rib olingandan keyingi massasi m_2 tarozida tortib aniqlanadi.
4. Idishdan so'rib olingan havo massasi $m = m_1 - m_2$ kilogrammlarda hisoblanadi.
5. p , m va V kattaliklarning qiymatlari (3) tenglikka qo'yilib, havo molekulari harakatining o'rtacha kvadratik tezligi $\bar{v}_{\text{ypr}}$ aniqlanadi va natijalar quyidagi jadvalga yoziladi, xatoliklar hisoblanadi.

№	Og'zi ochiq idishdagi havo bosimi, P , N/m^2	Idishning havosi bilan birga mas-sasi, m_1 , kg	Idishning havosi so'rib olingandan keyingi massasi, m_2 , kg	Idishdan so'rib olingan havo mas-sasi m , kg	Idish xajmi V , m^3	O'rt, kv. tezlik $\bar{v}$, m/s
1.						
2.						
3.						
O'rtacha qiymat	X	X	X	X	X	

O'zlashtirish uchun savollar

1. Shtern tajribasi nimadan iborat?
2. Shtern tajribasidan olingan natijalar Maksvellning egri chiziqli taqsimotiga mos keladimi?
3. Sistema parametrlari deb nimaga aytiladi?
4. Sistema parametrlaridan hajm, temperatura, bosim, modda miqdori va ularning o'lchov birliklari to'g'risida ma'lumot bering.
5. Molekula deb nimaga aytiladi? Uning diametri va massasi qanchaga teng?
6. (1) formuladagi μ nimani bildiradi? k va R lar-chi?

LABORATORIYA ISHI №12

SUYUQLIKLARNING HAJM KENGAYISH KOEFFISIENITINI ANIQLASH

1. Kerakli asboblari: suyuqlikning hajm kengayish koefitsientini aniqlaydigan qurilma, termometr.

2. NAZARIY QISM

Suyuqliklarni issiqlikdan kengayishi ularning hajmlarini kengayishi bilan harakterlanadi. Suyuqliklarni nisbiy hajm kengayishi temperaturaning o'zgarishiga proporsional bo'ladi:

$$\frac{dv}{v} = \beta \cdot dt \quad (1)$$

bu erda β -suyuqlik hajm kengayishining termik koefitsienti bo'lib, u suyuqlikning temperaturasi $t^0\text{C}$ ga ortganda uning hajmi 0^0C da olingan hajmiga nisbatan necha marta ortirilganligini ko'rsatadi, ya'ni

$$\beta = \frac{\Delta v}{V_0 \Delta t} \quad (2)$$

Hajm kengayishning termik koefitsienti doimiy kattalik bo'lmay, balki u tashqi bosim va suyuqlikning temperaturasiga bog'lanib o'zgaradi. Bu koefitsient β suyuqlikning temperaturasi ortganda bosim ortganda kamayadi. Shuning uchun ham suyuqlikning hajm kengayish koefitsientini aniqlashda temperatura va bosim o'zgarishini e'tiborga olish kerak. Agar suyuqlikning 0^0C dagi hajmi V_0 , t gradusga temperaturasi ortganda hajm V_t bo'lsa, ortgan hajm $V_t = V_0 \cdot (1 + \beta t)$ bo'ladi.

Suyuqliklarning hajm kengayish koefitsientini aniqlashda tutash idishlar metodidan foydalaniladi. Tutash idishdagi suyuqlik balandliklarini nisbatlari suyuqliklarning zichliklariga teskari proporsional bo'ladi.

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (3)$$

Suyuqlik zichliklari turlicha temperaturalarda turlicha bo'lgani uchun bir xil massali suyuqliklar turlicha hajmlarni egallaydi. Masalan, t_1 temperaturadagi suyuqlikning hajmi $V_{t_1} = (1 + \beta t_1)V_0$, t_2 temperaturadagi suyuqlikning hajmi $V_{t_2} = V_0 (1 + \beta t_2)$ bo'lsin. Zichlik formulasi $\rho = \frac{m}{V}$ ga ko'ra quyidagilarni yozamiz:

$$\rho_{t_1} = \frac{m}{V_{t_1}} = \frac{m}{V_0(1 + \beta t_1)} \quad \text{va} \quad \rho_{t_2} = \frac{m}{V_{t_2}} = \frac{m}{V_0(1 + \beta t_2)} \quad \text{Bu tengliklarni bir-biriga bo'lib va} \quad (3)$$

tenglikni hisobga olgan holda quyidagini yozamiz.

$$\frac{\rho_{t_1}}{\rho_{t_2}} = \frac{1 + \beta t_1}{1 + \beta t_2} = \frac{h_2}{h_1} \quad (4)$$

(4) tenglikka asosan.

$t_2 + h_2\beta t_1 = h_1\beta t_2 + t_1$ yoki $\beta (h_1 t_2 - h_2 t_1) = h_2 - h_1 = \Delta h$
 bu tenglikda

$$\beta = \frac{\Delta h}{h_1 t_2 - h_2 t_1} \quad (5)$$

Shunday qilib (5) tenglikka asosan tajriba yo'li bilan tutash idishdagi suyuqliklarni t_1 temperaturadagi balandligi h_1 va t_2 temperaturadagi balandligi h_2 ni topgan holda hajm kengayish koeffisienti β ni qiymatini topishimiz mumkin.

3. Qurilmaning tuzilishi

Suyuqlikning hajm kengayish koeffisientini aniqlaydigan qurilma vertikal A taxtaga o'rnatilgan U-simon shisha trubkadan (V) iborat (1-rasm). Trubkalarining har ikkisi keng diametrli (S) shisha trubkalarga kiydirilgan bo'lib, chap tomondagi trubka (D) elektr isitgich bilan tutashtirilgan. Elektr isitgich tarmoqqa ulanmaganda tutash idishlardagi suyuqlik sathlari bir xil bo'lib, suyuqlik temperaturasi xona temperaturasi t_1 bilan bir xil bo'ladi. Elektr isitgich tarmoqqa ulanganda U-simmon shisha trubkaning chap tomondagi suyuqlik temperaturasi orta boradi. Temperaturaning ortishini qurilmadagi (mv) millivoltmetr ko'rsatishlariga qarab aniqlanadi.

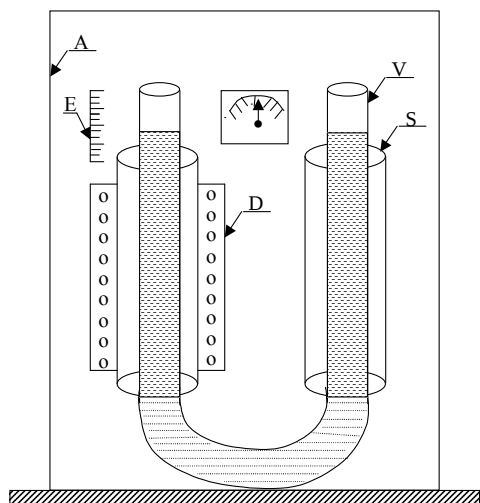
Quyidagi jadvalda millivoltmetr ko'rsatishlariga mos kelgan temperaturalar qiymati ko'rsatilgan. Bu temperaturalar (t_2), xona temperaturasi qiymatini (t_1) termometrdan aniqlab qo'shib yozish kerak.

Millivoltmetr ko'rsatishi, mv	Mos keluvchi temperatura, t_2 °C	Xona temperaturasi t_1 °C
0,5		
1,0		
1,5		
2,0		
2,5		

4. Ish bajarish tartibi

4.1. Qurilmadagi suyuqlik (qo'yilgan ishda tutash idishga suv quyilgan) sathlari bir xilligi (tengligi) tekshiriladi.

4.2. Tutash idishga quyilgan suyuqlik (suv) temperaturasi t_1 laboratoriya xonasidagi termometrga qarab aniqlanadi.



1-rasm

4.3. Suyuqlikning tutash idishdagi balandligi h_1 (qizdirilmasdan oldingi) millimetr (mm) hisobida o'lchanib (1-rasmga qarang) yozib olinadi. Izoh: suyuqlik balandligini o'lchashda E shakaladan foydalaniladi.

4.4. Qurilmadagi millivoltmetr asbobining ko'rsatishiga qarab turli temperatura intervallari uchun suyuqlik balandligining o'zgarishi h_2 millimetrlar hisobida yozib olinadi.

4.5. Tajribadan olingan natijalar jadvalga kiritiladi va topilgan qiymatlarning (5) formulaga qo'yib suvning hajm kengayish koeffisientini o'rtacha qiymati topiladi.

t/r	h_1 mm	t_1 , °C	h_2 , mm	t_2 , °C	β , 1/grad	$\Delta \beta$	δ , %
1							
2							
3							
O'rtacha qiymat	X	X	X	X			X

5. O'zlashtirish uchun savollar

1. Molekulyar-kinetik nazariyaga ko'ra suyuqliklarning hajmi nima uchun kengayishini tushuntiring.
2. Hajm kengayish koeffisienti β ning fizik maonosi nimadan iborat va u temperaturaga, bosimga qanday bog'lanib o'zgaradi?
3. β -qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Qurilmaning tuzilishini aytib bering.
5. Qizdirilgan suyuqlik temperaturasi qanday aniqlanadi.
6. Ish bajarish tartibini tushuntiring.

LABORATORIYA ISHI № 13

QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI VA SISTEMA UCHUN ENTROPIYA O'ZGARISHINI ANIQLASH

1. Ishning maqsadi: oddiy kalorimetr yordamida qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imi va sistema uchun entropiya o'zgarishini aniqlash.

2. Kerakli asbob va materiallar: *kalorimetr, ikkita termometr, tekshiriladigan qattiq jismlar, issiqlik manbai, suv qaynatgich, texnik tarozi va uning toshlari.*

3. NAZARIY QISM

Qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlashda aralashtirish usulidan foydalaniladi. Faraz qilaylik, solishtirma issiqlik sig'imi c bo'lgan m massali qattiq jism T temperaturagacha qizdirilib, suvli kalorimetrga botirilsin. Kalorimetrdagi suvning massasi m_1 , solishtirma issiqlik sig'imi c_1 , temperaturasi T_0 bo'lib, kalorimetrning massasi m_2 , solishtirma issiqlik sig'imi c_2 va temperaturasi T_0 bo'lsin. Bu vaqtda qattiq jismning temperaturasi pasayib, kalorimetr va undagi suvning temperaturasi ko'tariladi. Ma'lum vaqtdan so'ng bu temperaturalar T_1 ga teng bo'lib qoladi. Bu vaqtda qattiq jismning o'zidan chiqargan issiqlik miqdori

$$Q = cm(T - T_1) \quad (1)$$

kalorimetrdagi suv qabul qilgan issiqlik miqdori

$$Q_1 = c_1 m_1 (T_1 - T_0) \quad (2)$$

va kalorimetr qabul qilgan issiqlik miqdori

$$Q_2 = c_2 m_2 (T_1 - T_0) \quad (3)$$

ga teng bo'ladi.

Qattiq jism chiqargan issiqlik miqdori kalorimetr bilan undagi suvni isitishga sarflanadi va bu hol uchun issiqlik balans tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (4)$$

(1), (2), (3) larni e'tiborga olib, (4) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$mc(T - T_1) = m_1 c_1 (T_1 - T_0) + m_2 c_2 (T_1 - T_0) \quad (5)$$

(5) tenglikdan qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imi:

$$c = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_1 - T_0)}{m(T - T_1)} \quad (6)$$

bo'ladi.

Agar qizdirilgan jismning suvli kalorimetrga tushirishdan oldingi holatidan kalorimetrdagi suvga tushirilgandan keyingi temperaturaviy muvozanat holatiga o'tishidagi entropiya o'zgarishini ΔS_1 desak,

$$\Delta S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{dT} = \int_T^{T_1} \frac{cmdT}{T} = cm \ln \frac{T_1}{T} \quad (7)$$

ifoda yordamida aniqlanadi.

Sistamani tashkil etuvchi bu aralashmada issiqlik muvozanati o'rnatilgan holati uchun kalorimetr va kalorimetrdagi suv entropiyasining o'zgarishi (7) ga o'xshash tarzda hisoblanib, kalorimetr uchun:

$$\Delta s_2 = c_2 m_2 \ln \frac{T_1}{T_0}$$

va kalorimetrdagi suv va aralashtirgich uchun:

$$\Delta s_3 = c_1 m_1 \ln \frac{T_1}{T_0}$$

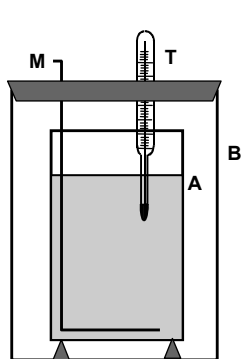
Butun sistema entropiyasining o'zgarishi quyidagicha:

$$\Delta s = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \ln \frac{T_1}{T_0} + cm \ln \frac{T_1}{T}$$

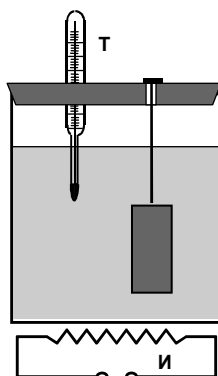
yoki

$$\Delta s = 2,3 \left[(m_1 c_1 + m_2 c_2) \lg \frac{T_1}{T_0} + cm \lg \frac{T_1}{T} \right] \quad (8)$$

ifoda yordamida hisoblanadi.



1-rasm



2-rasm

Jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash uchun ko'pincha kalorimetrdan foydalaniladi (1-rasm). Kalorimetr silindrik A metall idishdan iborat bo'lib, xajmi kattaroq bo'lgan xuddi shunday V idishning ichiga issiqlikni yomon o'tkazadigan tagliklar (probka, yog'och va shunga o'xshash materiallardan tayyorlangan) ustiga joylashtiriladi. Idish devorlari orasidagi havo ham issiqlikni yomon o'tkazadi. Tekshiriladigan jismni isitish uchun alohida idish ishlatiladi (2-rasm). Bu idishga suv solib, tekshiriladigan jism ipga bog'lab suvga tushiriladi. Suv isitgich I yordamida qaynatiladi.

Uning temperaturasi T termometr yordamida o'lchanadi.

4. Ish bajarish tartibi

1. Qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash uchun avval uning massasi m tarozida o'lchab olinadi.
2. Jismni isitish uchun uni ipga bog'lab, suv qaynatgichga joylashtiriladi. Tekshiriladigan jism va termometr suv qaynatgichga joylashtirilgandan so'ng elektr plitkasiga qo'yib isitiladi. Suv qaynagach, uning temperaturasi T yozib olinadi.
3. Kalorimetr va aralashtirgichning birgalikdagi massasi m_2 tarozida tortib olinadi.
4. Kalorimetrning 2/3 qismigacha sovuq suv quyiladi. So'ngra kalorimetrning suv va aralashtirgich bilan birgalikdagi massasi m_3 tarozi yordamida aniqlanadi. U holda suvning massasi $m_1 = m_3 - m_2$ bo'ladi. Shundan so'ng suvli kalorimetr (aralashtirgich bilan birga) tashqi idish ichiga joylashtiriladi.
5. Kalorimetr ichidagi sovuq suvning temperaturasi o'lchab olinadi. Tekshirilayotgan jism ehtiyotlik bilan qaynayotgan suv ichidan olinib, sovuq suvli kalorimetr ichiga solinadi.

6. Aralashtirgich yordamida suvni aralashtirib, kalorimetr ichidagi suv temperaturasi ko'tarilishi kuzatiladi. Temperatura avval ko'tarilib, keyin tusha boshlaydi. Bu jarayonda aralashmaning eng yuqori temperaturasi T_1 yozib olinadi. Bu tajriba yana ikki marta takrorlanib, olingan natijalar asosida (6) tenglik yordamida qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imi s va (8) yordamida sistema entropiyasining o'zgarishi Δs hisoblab topiladi.
7. Olingan natijalar asosida c va Δs larning o'rtacha qiymatlari, absolyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi. Natijalar quyidagi jadvalga yozib qo'yiladi:

No	m_1 , kg	m_2 , kg	m_3 , kg	T_0 , K	T_1 , K	T_2 , K	C_1 , J/kg·K	C_2 , J/kg·K	C , J/kg·K	$\overline{\Delta C}$, J/kg·K	$\overline{C}$, J/kg·K	δ , %	ΔS , J/K	$\overline{\Delta S}$, J/K	$\overline{\Delta(\Delta S)}$, J/K	δ , %
1.																
2.																
3.																
4.																

O'zlashtirish uchun savollar

1. Issiqlik sig'imi, solishtirma va molyar issiqlik sig'implari nima?
2. Qattiq jismlardagi issiqlik harakati nimadan iborat?
3. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi. Dyulong va Pti qonunini bayon eting.
4. Qattiq jismlar issiqlik sig'imiga oid klassik va kvant nazariyalarning bir-biridan farqi nimada?
5. Issiqlik sig'imini o'lchash usullari va kalorimetrning tuzilishini tushuntiring.
6. Issiqlik miqdori va issiqlikning balans tenglamalarini yozing va tushuntiring.
7. Entropiya nima? Sistema entropiyasining o'zgarishini qanday hisoblash mumkin?

LABORATORIYA ISHI № 14

SUYUQLIKLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI VA ENTROPIYASINING O'ZGARISHINI ELEKTR KALORIMETR YORDAMIDA ANIQLASH

- 1. Ishning maqsadi:** suyuqliklarning solishtirma issiqlik sig'imi va entropiyasiga oid olingan nazariy bilimlarni amalda qo'llashni o'rganish.
- 2. Kerakli asboblari:** ikkita kalorimetr, ikkita termopara, ikkita bir xil qarshilikli spiral, tekshiriladigan suyuqliklar, texnik tarozi va toshlar.

3. NAZARIY QISM.

Ketma-ket ulangan bir xil qarshilik (spiral)lardan tok o'tganda Joule-Lenz qonuniga asosan bir xil issiqlik miqdori ajralib chiqadi. Aytaylik, bu spirallar har xil (biri uchun solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum va ikkinchisi uchun noma'lum bo'lgan) suyuqlik solingan ikkita kalorimetrdagi joylashgan bo'lsin. U holda solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum suyuqlik va u solingan kalorimetr oladigan issiqlik miqdori

$$Q = (c_1 m_1 + c_2 m_2) (T_1 - T_0) \quad (1)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Bu erda c_1 - suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi va m_1 - uning massasi, c_2 - kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'imi va m_2 - uning massasi, T_0 hamda T_1 - kalorimetr va undagi suyuqlikning boshlang'ich va oxirgi temperaturalar.

Tekshiriladigan suyuqlik va uning kalorimetri qabul qiladigan issiqlik miqdori

$$Q' = (cm_1 + c'_2 m'_2) (T'_1 - T'_0) \quad (2)$$

ifoda yordamida aniqlanib, bu erda c va m - tekshiriladigan suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi va massasi, c'_2 va m'_2 - tekshiriladigan suyuqlik solingan kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'imi va massasi, T'_0, T'_1 - tekshiriladigan suyuqlikning boshlang'ich hamda oxirgi temperaturalar.

Q va Q' larni bir-biriga tenglashtirib, issiqlikning balans tenglamasidan noma'lum suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imini quyidagicha yozamiz:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) \cdot (T_1 - T_0)}{m(T'_1 - T'_0)} - \frac{c'_2 m'_2}{m} \quad (3)$$

Tekshiriladigan suyuqlik T'_0 dan T'_1 temperaturalarigacha isitilsa, undagi entropiyaning o'zgarishi

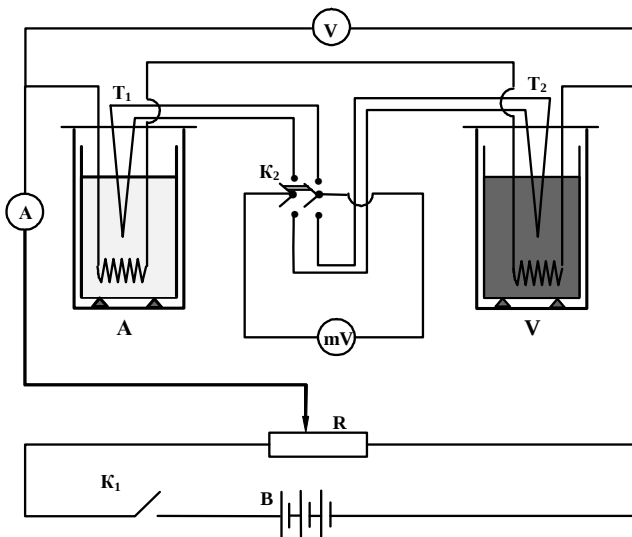
$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_{T'_0}^{T'_1} \frac{cm + c'_2 m'_2}{T} dT = (cm + c'_2 m'_2) \int_{T'_0}^{T'_1} \frac{dT}{T} = (cm + c'_2 m'_2) \ln \frac{T'_1}{T'_0}$$

yoki

$$\Delta S = (cm + c'_2 m'_2) \ln \frac{T'_1}{T'_0} \quad (4)$$

ifoda yordamida aniqlanadi.

Qurilma ikkita A va V kalorimetrdan iborat (1-rasm). Ulardan biriga solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum bo'lgan suyuqlik (suv),



ikkinchisiga esa tekshiriladigan suyuqlik quyiladi. Kalorimetrlar ichiga qarshiliklari o'zaro teng bo'lgan ikkita spiral joylashtiriladi va ular bir-biri bilan ketma-ket ulanadi. Qarshiliklarning uchlari tashqariga chiqarilib, 1-rasmda ko'rsatilgani kabi tashqi elektr zanjiriga ulanadi. Suyuqliklarning temperaturalar T_1 va T_2 termoparalar yordamida o'lchanadi. Termoparalar spirallar bilan birga kalorimetrlarning qopqog'iga mahkamlanadi.

1-rasm

4. Ish bajarish tartibi

1. Kalorimetrlar ichki idishlarining massalari $m_2 = m'_2 = 44$ g, birinchi kalorimetrdagi suyuqlik (suv) ning massasi $m_1 = 150$ g, solishtirma issiqlik sig'imi $c_1 = 4200$ J/(kg·K) hamda ikkinchi kalorimetrdagi solishtirma issiqlik sig'imi noma'lum bo'lgan suyuqlikning massasi $m = 100$ g kattaliklar laboratoriya daftari yozib qo'yiladi.
2. Agar tajriba birinchi marta o'tkazilayotgan bo'lsa, suyuqliklarning boshlang'ich temperaturalar T_0 va T'_0 ning qiymatlari xona temperaturasiga teng deb olinadi. Aks holda esa K_2 kalit "chap" vaziyatga o'tkazilib, T_0 ning qiymati va "o'ng" vaziyatga o'tkazilib, T'_0 ning qiymati millivoltmetrdan olinadi.
3. K_1 kalitning vaziyati tekshirib ko'riladi, ya'ni u "chap" holatda bo'lishi kerak.
4. Tok manbai 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulanadi.
5. K_1 kalit "o'ng" vaziyatga o'tkazilib, qurilma tok manbaiga ulanadi. Bunda ampermetrning ko'rsatishi 2 A dan oshmasligi kerak.
6. Suvning temperaturasi xona temperaturasidan 40 - 50 °S ga farq qilgunga qadar qizdirilib, temperatura (millivoltmetr ko'rsatishidan) har 0,4 mV ga ortganda K_2 kalitni "chap" vaziyatga o'tkazib, suvning temperaturasi T_1 , so'ngra "o'ng" vaziyatga o'tkazib, noma'lum suyuqlikning temperaturasi T'_1 larning qiymatlari mV larda aniqlanadi va jadvalga yozib boriladi.
7. K_1 kalit "chap" vaziyatga o'tkazilib, zanjir tok manбайдan uziladi va tok manbai esa elektr tarmog'idan uziladi.
8. Quyidagi grafikdan foydalanib (2-rasm), suyuqliklarning millivoltlarda o'lchangan temperaturalar Kelvinlarda hisoblanadi va jadvalga kiritiladi.
9. Tajribada aniqlangan barcha kattaliklarning qiymatlari (3) va (4) formulalarga qo'yilib, noma'lum suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi hamda entropiyasining o'zgarishi topiladi.
10. Noma'lum suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi uchun nisbiy xatolik qiymati hisoblanadi.

№	T_0		T'_0		T_1		T'_1		c J/(kg·K)	Δc J/(kg·K)	δ %	ΔS J/K
	m V	K	m V	K	m V	K	mV	K				
1.												
2.												
3.												
O'rt qiy	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X

O'zlashtirish uchun savollar

1. Moddaning issiqlik sig'imi, solishtirma issiqlik sig'imi, molyar issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi va ularning birliklari qanday bo'ladi ?
2. Solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash metodi qanday ?
3. Entropiya nima ?
4. Entropiyani o'lchash tartibini tushuntiring.
5. Ishda foydalaniladigan (3) va (4) formulalarni keltirib chiqaring.
6. Ishning bajarilishini tushuntirib bering.

PO'LAT STERJENNING ELASTIKLIK 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, shtangensirkul, masshtabli chizg'ich.*

3. NAZARIY QISM

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarralarining nisbiy joylashuvdagi 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.*

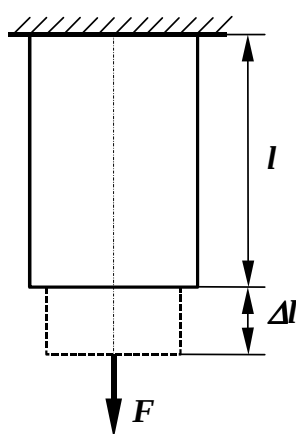
Deformatsiyaning har bir turi o'ziga xos elastiklik kuchini hosil qiladi. Har qanday turdagi deformatsiyada yuzaga keladigan F' elastiklik kuchi Δx deformatsiya (siljish) ga proporcional bo'ladi:

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

bu erda k - proporcionallik koeffisienti. (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). $\frac{\Delta l}{l}$ nisbatga *nisbiy deformatsiya* deyiladi va u ε (epsilon) harfi bilan belgilanadi, ya'ni



1-rasm

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

$\frac{F}{S}$ nisbatga 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 proporcionaldir, ya'ni

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

(4) tenglikda α - elastiklik koeffisienti 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 :

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

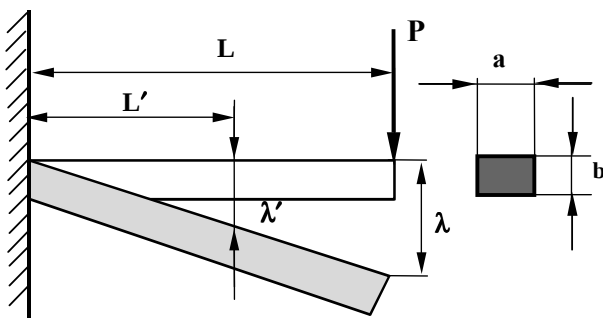
bu tenglikka ko'ra elastik deformatsiyalarda kuchlanish nisbiy deformatsiyaga to'g'ri proporsionaldir. Agar $\varepsilon=1$ bo'lsa,

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

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:

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



2-rasm

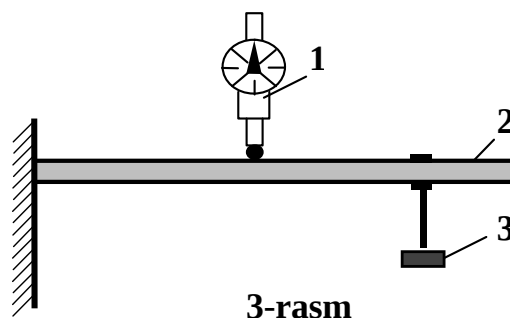
Oxirgi tenglikdan po'lat sterjenning elastiklik moduli E ni topamiz:

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

4. Ish bajarish tartibi

1. Qurilmadagi bir uchi mahkamlangan po'lat sterjenning qalinligi b va eni a millimetr hisobida shtangensirkul yordamida 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.
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. Deformasiya 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.

Adabiyotlar

1. I.V.Savelyev «Umumiy fizika kursi», I-tom, «Nauka», Moskva 1977.
2. O.Axmadjonov «Fizika kursi», I qism, «O'qituvchi», Tashkent, 1985.
3. E.N.Nazirov va boshqalar «Mexanika va molekulyar fizikadan praktium», «O'qituvchi», Tashkent, 1979.
4. N.N.Islomov va boshqalar «Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma», I qism, Tashkent, 1969.
5. V.I.Iverenova «fizikadan praktikum», «O'qituvchi», Tashkent, 1973.
6. N.N.Maysova «Praktikum po kursu obo'ey fiziki», «Vqsshaya shkola», Moskva, 1970.

MUNDARIJA

KIRISH	5
1. SUYUQLIKNING SIRT TARANGLIK KOEFFISIENITINI TOMCHI USUL YORDAMIDA ANIQLASH	9
2. GAZ SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMLARINING NISBATI C_p/C_v NI KLEMAN-DEZORM METODI BILAN ANIQLASH	11
3. OBERBEK MAYATNIGINING INERCIYA MOMENTINI ANIQLASH.	14
4. SUYUQLIKNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFISIENITINI STOKS USULI BILAN ANIQLASH.	17
5. OG'IR G'ILDIRAKNING TAYANCHDAGI ISHQALANISH KUCHINI VA INERCIYA MOMENTINI ANIQLASH	20
6. BURAMA TEBRANISH USULI BILAN TURLI JISMLARNING INERCIYA MOMENTLARINI ANIQLASH	23
7. FIZIK MAYATNIK YORDAMIDA OG'IRLIK KUCHI TEZLANISHINI ANIQLASH	25
8. SHARLARNING MARKAZIY ELASTIK URILISH QONUNLARINI O'RGANISH	29
9. BALLISTIK MAYATNIK YORDAMIDA O'QNING UCHISH TEZLIGINI ANIQLASH	34
10. OG'IRLIK KUCHINING TEZLANISHINI JISMNING ERKIN TUSHISHIGA ASOSAN ANIQLASH	36
11. HAVO MOLEKULALARINING O'RTACHA KVADRATIK TEZLIGINI ANIQLASH	37
12. SUYUQLIKLARNING HAJM KENGAYISH KOEFFISIENITINI ANIQLASH	39

13.	QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI VA SISTEMA UCHUN ENTROPIYA O'ZGARISHINI ANIQLASH	42
14.	SUYUQLIKLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMI VA ENTROPIYASINING O'ZGARISHINI ELEKTR KALORIMETR YORDAMIDA ANIQLASH	45
15.	PO'LAT STREJENNING ELASTIKLIK MODULINI ANIQLASH	47

FarPI «Texnika» noshirlik bo'limi. Farg'ona – 712028.
Farg'ona ko'chasi, 86-uy, Ma'muriy bino.

