

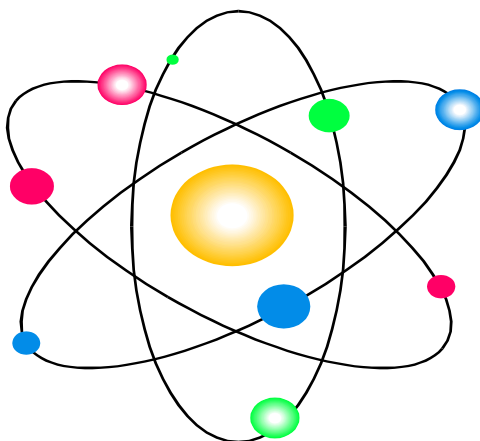
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
MEXANIKA-TEXNOLOGIYA FAKULTETI**

“FIZIKA” KAFEDRASI

Mexanika va molekulyar fizika bo'limidan tajriba ishlarni bajarish bo'yicha

USLUBIY KO'RSATMA



NAMANGAN-2015

Ushbu fizika fanidan tayyorlangan uslubiy ko'rsatma mexanika-texnologiya fakultetida ta'lim oluvchi bakalavrlar uchun mo'ljallangan bo'lib u fanning namunaviy dasturi asosida tuzilgan.

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

Uslubiy ko'rsatmadan kasb-xunar kollejlari o'qituvchilari va o'quvchilari ham foydalanishlari mumkin.

TUZUVChI: fiz.-mat.fanlari doktori, professor P. Usmanov

TAQRIZChILAR:

R. Ikramov – fiz.-mat. fanlari nomzodi, dotsent (NamDU).

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

Uslubiy ko'rsatma Namangan muhandislik-iqtisodiyot instituti «Umumtexnika fanlari» kafedrasida yig'ilishi (2015 yil ____ iyn -sonli bayonnoma) va institut ilmiy-uslubiy kengashida (2015 yil ____ avgust -sonli bayonnoma) ko'rib chiqilib, chop etishga tavsiya etilgan.

SO'Z BOSHI

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

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

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

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

Qo'llanma Namangan muhandislik-iqtisodiyot institutining Mexanika-texnologiya fakultetining tarkibidagi ta'lim yo'nalishidagi talabalar uchun mo'ljallangan.

Muallif ushbu qo'llanmani nashrga tayyorlashda qimmatli maslahatlar bergan pedagogika fanlari doktori, prof. K.A.Tursunmetovga va Namangan muxandislik-iqtisodiyot institutining "Umumtexnika fanlari" kafedrasini professor-o'qituvchilariga tashakkur izhor qiladi.

FIZIK KATTALIKLAR QIYMATLARINI O'LCHASH VA ULARNING XATOLIKLARINI ANIQLASH USULLARI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta x_i = |x_{o'rt} - x_i|, \quad (2)$$

uning o'rtacha qiymati esa

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

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

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

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

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

1-ish. QATTIQ JISM ZICHLIGINI ANIQLASH.

Kerakli asboblari:

1. Shtangentsirkul . 2. Zichliklari aniqlanishi kerak bo'lgan jismlar. 3. Texnik tarozi va toshlari. 4. Mikrometr. 5. Menzurkali suv.

Nazariy muqaddima

Jismning xajm birligidagi massasi jismning zichligi deyiladi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

m - jismning massasi; V - jismning xajmi.

SGS sistemasida massa grammlarda, xajm santimetr kublarda o'lchanadi. Shuning uchun ρ - gr/sm^3 bo'ladi. SI sistemasida massa kilogrammda, xajm metrlarda o'lchangani uchun, zichlik ρ - kg/m^3 bo'ladi. Jism zichligini topish uchun uning massani va xajmini bilish kerak. Jism massasi tarozida aniqlanadi. To'g'ri aniq geometrik shakldagi jismning o'lchamlari shtangentsirkul va mikrometr bilan o'lchanadi va xajmi tashqi shakliga tegishli formulaga asosan topiladi.

To'g'ri geometrik shaklga ega qattiq jismlarning xajmini oddiy usulda o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun bunday kattik jismlarning xajmini topishda Arximed qonunidan foydalaniladi, buning uchun qattiq jismni menzurkadagi toza suvga botirib, uni xajmini aniqlanadi.

Zichlik bilan solishtirma og'irlik tushunchasini almashtirish yaramaydi. Agar d - jismning solishtirma og'irligi va ρ -jismning zichligi bo'lsa, ular quyidagi munosabatda bog'langan bo'ladi:

$$d = \rho g \quad (2)$$

Ishni bajarish tartibi:

1. Agar berilgan qattiq jism to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lsa, uning xajmi tegishli formulaga ko'ra hisoblanadi. Qattiq jism shar shaklida bo'lsa uning xajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3;$$

R – sharining radiusi; D – sharining diametri.

Agar silindr shaklida bo'lsa,

$$V = \frac{\pi D^2 h}{4};$$

D – asosini diametri, h – silindr balandligi.

formulalar bilan aniqlanadi.

2. Agar qattiq jism murakkab bo'lsa, bu jismni menzurkadagi suv ichiga tushirib, siqib chiqarilgan suv xajmiga asosan uning xajmi topiladi.

Ya'ni qattiq jism to'g'ridan- to'g'ri ma'lum h_1 dan chizig'ni ko'rsatib turgan turgan menzurkadagi suvga solinsa menzurkadagi suv h_2 chizig'ni ko'rsatadi. Bunda $V = h_2 - h_1$ jismni xajmini ifodalaydi.

3. Jismning grammlarda ifodalangan m massasini, santimetr kublarda ifodalangan V xajmiga nisbati olinadi va (1) formulaga qo'yilib jismning ρ zichligi topiladi.

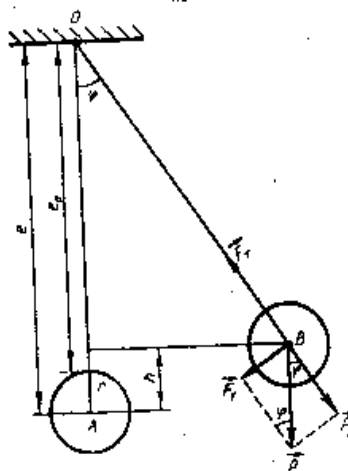
4. Tajribani bir necha marotaba takrorlab zichlikning ρ o'rtacha arifmetik qiymati topiladi.

2-ish. ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) unchalik katta bo'lmagan metall sharcha; 2) uzunligi 2 m ga yaqin cho'zilmaydigan ip; 3) chizg'ich; 4) shtangentsirkul; 5) sekundomer.

Nazariy ma'lumotlar. Kundalik hayotimizda yuqoridan pastga tikkasiga baravar tashlangan bir necha jismlarning har xil vaqtda tushishi hammamizga ayon. Bunga jismlarga yerning tortish kuchidan tashqari havoning qarshilik kuchi ham ta'sir qilishi sabab bo'ladi.

1-rasm. Matematik mayatnikning tebranishi.



Jismning faqat yerning tortish kuchi sababli tushishini erkin tushish va shu jismning tezlanishi g ni erkin tushish tezlanishi deb yuritiladi. yer sirtining istalgan nuqtasida barcha jismlarning erkin tushish tezlanishi bir xil bo'ladi. Agar jism yotiq tayanchda muvozanat holatda tursa, uning og'irligi o'z navbatida og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Og'irlik kuchi jismning o'ziga, xuddi shu jismning og'irligi esa tayanchga ta'sir qiladi.

Erning turli geografik kengliklardagi nuqtalarida erkin tushish tezlanishining qiymati har xil bo'ladi. Masalan, yer qo'tbida uning qiymati 983 sm/s^2 , ekvatorida esa 978 sm/s^2 ga teng.

Og'irlik kuchining tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashni ko'rib chiqaylik.

Matematik mayatnik deb, vaznsiz, cho'zilmas ingichka ipga osilgan moddiy nuqtaga aytiladi. Amalda cho'zilmas (aniqrog'i juda ham kam cho'ziladigan) ingichka ipga osilgan kichkina metall sharchani **matematik mayatnik** deb qarash mumkin.

1-rasmdan quyidagini yozamiz:

$$\frac{F_1}{P} = \sin \varphi \quad \text{bundan} \quad F_1 = P \cdot \sin \varphi$$

yoki $F_1 = mg \sin \varphi$ ni hosil qilamiz. Kuchning bu tashkil etuvchisi sharchani harakatga keltiradi. Agar F_1 kuchning yo'nalishi sharchaning tebranish yo'nalishiga teskariligini e'tiborga olsak, quyidagini yozish mumkin:

$$F_1 = -mg \sin \varphi \quad (1)$$

Muvozanat vaziyatdan og'ish burchagi kichik bo'lganda, $\sin \varphi$ ni φ bilan almashtirish, mayatnik harakatlanadigan yoyni esa to'g'ri chiziq kesmasi - siljish kattaligi x deb olish mumkin.

U vaqtda:

$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi = -mg \cdot \frac{x}{\ell} \quad (2)$$

Ma'lumki, F_1 ni qaytaruvchi kuch deb yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan sharchaga tezlanish berayotgan kuchning kattaligi quyidagiga teng:

$$F_1 = m a = -m \omega^2 x \quad (3)$$

(2) va (3) lardan quyidagini yozamiz:

$$-mg \frac{x}{\ell} = -m \omega^2 x$$

bundan

$$\omega^2 = \frac{g}{\ell} \quad \text{ëku} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

ga tengligini eslasak,

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{\ell}$$

bundan quyidagini hosil qilamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (4)$$

teng bo'ladi. Bunda ℓ - matematik mayatnikning uzunligi; g – og'irlik kuchining tezlanishi. Formuladan ko'rinadiki matematik mayatnikning tebranish davri mayatnik uzunligi va og'irlik kuchi tezlanishiga bog'liq bo'lib, amplitudagi og'ish burchagi va mayatnikning massasiga bog'liq emas. Sharcha osilgan iplarni uzaytirib va qisqartirib uning har ikki ℓ_1 va ℓ_2 uzunliklarini alohida tebranish davrlari aniqlanadi va ularning farqlari olinadi:

$$T_1^2 = \frac{4\pi^2 \ell_1}{g}; \quad T_2^2 = \frac{4\pi^2 \ell_2}{g}; \quad T_1^2 - T_2^2 = \frac{4\pi^2 (\ell_1 - \ell_2)}{g}; \quad (5)$$

(5) formuladan g ni aniqlash uchun quyidagini yozish mumkin:

$$g = \frac{4\pi^2(\ell_1 - \ell_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (6)$$

Yuqoridagi formuladan og'irlik kuchi tezlanishini topish uchun mayatnik uzunliklari farqi $\ell_1 - \ell_2$ larni aniqlash kerak, bunda sharchani diametrini o'lchash zaruriyati bo'lmaydi.

ISH TARTIBI

1. Sharchani mumkin qadar pastga tushirib matematik mayatnik uzunligi o'lchanadi, buning uchun chizg'ichni sharchani pastki qismiga o'rinma xolatda gorizontol ushlab turib chizg'ichning tig'taxtdagi ml mli shkalaga tegib turgan no'qtadan ip osilgan ilgakning to'g'risidagi chiziqcha bo'lgan uzunlikka osilgan.
2. Matematik mayatnik erkin tebranma harakat qilishi uchun uni muvozanat xolatidan 5^0 - 6^0 burchak hosil qilguncha siljitib, so'ng qo'yib yuborish kerak. Sekundomer bilan 40-80 marta to'liq tebranish uchun ketgan vaqt t o'lchanadi.
3. Tebranish soni n shu tebranishlar uchun ketgan t vaqtini bilgan holda matematik mayatnik tebranish davri hisoblanadi. Bunda n to'liq tebranishlar soni, t bu n -marta tebranishlar uchun ketgan vaqt.
4. Matematik mayatnik uzunligini o'zgartirib yuqoridagi usullar bilan ℓ , n va t larni o'lchanadi va $T = \frac{t}{n}$ tebranish davri hisoblanadi.

Eslatma: Matematik mayatnik uzunliklarining farqi taxminan $\ell_1 - \ell_2 = 25-80 \text{ sm}$ oralig'ida bo'lsin.

5. Topilgan kattaliklarning qiymatlarini (6) formulaga qo'yib, $g_{o'rt}$ ni aniqlanadi.
6. Absalyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi.
Aniqlangan natija quyidagicha yoziladi.

$$g = (g_{o'rt} \pm \Delta g_{o'rt}) \frac{m}{s^2}$$

7. $\delta = \frac{g_{o'rt} - g_j}{g_j} 100\%$ ifodadan ushbu usulning xatoligi aniqlanadi ($g_j = 9,81 \text{ m/s}^2$

jadvaldan olingan qiymat)

Sinov savollari

1. Jismlarning qanday harakati erkin tushishi deb aytiladi?
2. Erkin tushish tezlanishi g ning qiymatlari geografik koordinatlarga bog'liqmi? Agar bog'liq bo'lsa sababi qanday?
3. Nima uchun mayatnikning tebranish davrini uning ko'p marta tebranishlari asosida topiladi?
4. Matematik mayatnik tebranish davri formulasi qanday keltirib chiqariladi?
5. Jism tebranma harakat qilishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?

KOMP YUTER YORDAMIDA HISOBLASH PROGRAMMASI

```
DIMENSION XL(4),T(4)
DIMENSION GR(8),GRH(8)
OPEN (100,FILE='123456.TXT')
c   XL(N) – mayatnik ipining uzunligi  $\ell_N$ ;
c   T(N) – tebranish davri  $T_N$ ;
c   GR( N) – erkin tushish tezlanishi  $g$ ;
c   GRS – erkin tushish tezlanishining o'rtacha qiymati  $g_{o'rt}$ ;
c   DELTA – absolyut xatolik  $\delta$ 
XL(1)=0.75
XL(2)=1.0
XL(3)=1.25
XL(4)=1.50
T(1)=1.75
T(2)=2.0
T(3)=2.23
T(4)=2.4
PI=3.14
DO 1 I=1,3
GR(I)=4.0*PI*PI*(XL(I+1)-XL(1))/(T(I+1)**2-T(1)**2)
IF(I.EQ.3) GO TO 1
GR(I+3)=4.0*PI*PI*(XL(I+2)-XL(2))/(T(I+2)**2-T(2)**2)
IF(I.GE.2) GO TO 1
GR(I+5)=4.0*PI*PI*(XL(I+3)-XL(3))/(T(I+3)**2-T(3)**2)
1 CONTINUE
GRS=0.0
DO 2 I=1,6
GRS=GRS+GR(I)
2 CONTINUE
GRS=GRS/6.0
GRHS=0.0
DO 3 I=1,6
GRH(I)=ABS(GRS-GR(I))
GRHS=GRHS+GRH(I)
3 CONTINUE
GRHS=GRHS/6.0
DO 5 I=1,6
WRITE(100,4) I,GR(I),GRH(I)
5 CONTINUE
4 FORMAT(10X,2HN=I2,4X,3HGR=F8.4,4X,4HGRH=F8.4)
DELTA=(GRS-9.81)*100/9.81
WRITE(100,6) GRS,GRHS,DELTA
6 FORMAT(/5X,4HGRS=F8.4,5X,5HGRHS=F8.4,5X,
*6HDELTA=F8.4)
END
```

3-ish. ELASTIKLIK MODULINI QATTIQ JISMNING EGILISH DEFORMATSIYASIDAN FOYDALANIB ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) elastiklik modulini aniqlashda ishlatiladigan qurilma; 2) chizg'ich; 3) shtangentsirkul ; 4) 0,01 mm aniqlikda o'lchaydigan indikator; 5) massasi 1 kg dan bo'lgan bir necha yuklar.

Nazariy ma'lumotlar. Har qanday qattiq jism tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini va hajmini o'zgartiradi, ya'ni deformatsiyalanadi. Agar ta'sir etuvchi kuchning miqdori unchalik katta bo'lmasa, kuch ta'siri to'xtashi bilan jism o'zining boshlang'ich shaklini egallaydi. Bunday deformatsiyani **elastik deformatsiya** deb ataladi.

Agar ta'sir etuvchi kuch miqdori katta bo'lsa, uning vujudga keltirgan deformatsiyasi tashqi kuch ta'siri to'xtaganidan keyin ham butunlay yo'qolib ketmaydi, ya'ni qoldiq (plastik) deformatsiya ro'y beradi. Plastik deformatsiyaning paydo bo'lish chegarasi **elastiklik chegarasi** deb yuritiladi.

Elastik deformatsiya turli xil bo'ladi: cho'zilish (yoki eniga siqilish), egilish, siljish, buralish va hokazo. Ta'sir qiluvchi kuch miqdori katta bo'lmagan barcha hollarda deformatsiya kattaligi Guk qonuniga bo'ysunadi, ya'ni elastiklik chegarasida deformatsiya kattaligi uni vujudga keltirgan elastiklik kuchiga to'g'ri mutanosib bo'ladi.

Deformatsiya turlari orasida eng oddiysi jismning cho'zilish deformatsiyasidir. Elastiklik chegarasida jismning uzayishi, cho'zuvchi kuch F ga, jismning boshlang'ich uzunligi ℓ ga to'g'ri, va ko'ndalang kesim yuzasi S ga esa teskari mutanosibdir:

$$\Delta\ell = \kappa \cdot \frac{F \cdot \ell}{S} \quad (1)$$

(1) ifodadagi « κ » doimiy son bo'lib, u elastiklik koeffitsienti deb yuritiladi va uning qiymati cho'zilayotgan jismning materialiga bog'liq. Tayoqcha ko'ndalang kesimi yuzasi S ga tik yo'nalishda ta'sir etuvchi kuch F ni xarakterlaydigan kattalikka kuchlanish deb yuritiladi, ya'ni:

$$p = \frac{F}{S} \quad (2)$$

(2) tenglikdagi kuchlanish SI sistemasida $\frac{N}{m^2}$ birlikda, SGS sistemasida esa $\frac{din}{sm^2}$ birlikda o'lchanadi.

Odatda (1) ifodadagi κ o'rniga, unga teskari kattalik $E = \frac{1}{\kappa}$ kiritiladi. Bu ifodadagi E ni elastiklik moduli deb aytiladi. Demak, (1) ifodadagi κ ni E bilan almashtirsak quyidagini yoza olamiz:

$$\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell}{E \cdot S} \quad \text{bundan} \quad E = \frac{F \cdot \ell}{S \cdot \Delta \ell} \quad (3)$$

Agar $\Delta \ell = \ell$ deb olinsa, $E=p$ ga tengligi kelib chiqadi. Demak, Yung moduli son jihatdan jismning (masalan, tayoqchanning) uzunligini ikki marta orttirish uchun kerak bo'lgan kuchlanishga teng va jismning o'lchamiga bog'liq emas. Yung moduli SI sistemasida $\frac{N}{m^2}$ birlikda o'lchanadi. Turli moddalar uchun Yung moduli ham har xil qiymatga ega bo'ladi. Masalan, po'lat uchun Yung moduli $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ (yoki $2 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$) ga teng bo'lsa, mis uchun

$$10^{11} \frac{N}{m^2} \text{ yoki } 10^4 \frac{kg}{mm^2} \text{ ga teng.}$$

Quyidagi 1-jadvalda ba'zi o'simlik turlari uchun Yung moduli E ning qiymatlari berilgan.

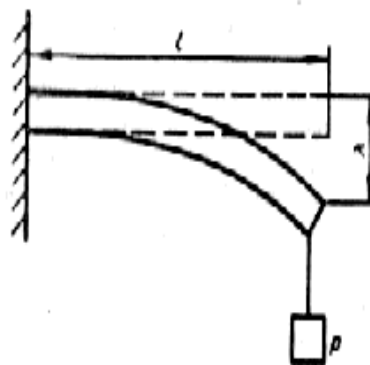
1-jadval.

O'simlik turlari uchun Yung modulining qiymatlari.

O'simlik turi	O'simlik tolasiga parallel yo'nalish bo'yicha (kg/mm^2)	O'simlik tolasiga tik yo'nalish bo'yicha (kg/mm^2)
Terak	517	73
Qarag'ay	564	98
Eman	921	189
Qora qayin	980	270
Qayin	997	81
Qora qarag'ay	1113	95

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, turli materiallar uchun E ning qiymati har xil bo'ladi va Yung moduli materiallarning elastiklik xossasini xarakterlaydi. Yung modulini egilish deformatsiyasidan topish qulay. Shu maqsadda egilish deformatsiyasi bo'yicha Yung modulini aniqlashni qarab chiqaylik. Bizga bir tomondagi uchi mahkamlangan va ikkinchi uchi bo'sh (erkin) tayoqcha berilgan bo'lsin. Tayoqcha bo'sh uchiga yuk osilsa, uning bu uchi yukning og'irligi ta'sirida egiladi (1-rasm).

**1-rasm. Egilish
deformatsiyasi.**



Tayoqcha bo'sh uchining siljishi **egilish nayzasi** λ deb yuritiladi. Osilgan yuklar qanchalik ko'p bo'lsa, egilish nayzasining miqdori ham shunchalik katta bo'ladi.

Nazariy hisoblashlar ko'ndalang kesimi to'g'ri burchakli tayoqcha uchun deformatsiyaning biz qarayotgan turida egilish nayzasining qiymatini quyidagicha ifodalanishini ko'rsatadi:

$$\lambda = \frac{k \cdot P \ell^3}{E \cdot a \cdot \epsilon^3}$$

Bu formuladan Yung moduli E ning ifodasini topsak, quyidagini yoza olamiz:

$$E = \frac{k \cdot P \ell^3}{\lambda \cdot a \cdot \epsilon^3} \quad \text{yoki} \quad E = \frac{k \cdot m g \ell^3}{\lambda \cdot a \cdot \epsilon^3} \quad (3)$$

Bu yerda: k -elastiklik koeffitsienti; m -tayoqcha bo'sh uchiga osilgan yuk massasi; ℓ -tayoqcha uzunligi; a -tayoqcha eni; b -tayoqcha qalinligi; λ -egilish nayzasi.

Elastiklik koeffitsientining qiymati tayoqchaga ta'sir etuvchi kuchning qo'yilish nuqtasiga bog'liq. Bir uchi qattiq mahkamlangan va ikkinchi bo'sh uchiga yuk osilgan egilish deformatsiyasida $k=4$ ga teng bo'ladi.

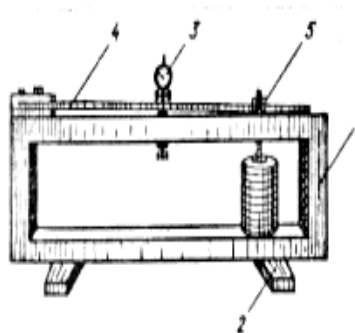
Yung modulini aniqlash uchun ishlatiladigan qurilma tayanchlarga o'rnatilgan ramadan iborat bo'lib, uning asosidan ma'lum balandlikda yotiq tayoqcha (metall sterjen) mahkamlangan (21-rasm).

Tayoqchaning biror uzunlikdagi qismi ustiga shtativ yordamida har bir bo'limining qiymati $0,01 \text{ mm}$ bo'lgan doiraviy shkalali indikator o'rnatilgan.

Tayoqchaning uchiga ma'lum og'irlikdagi yuklar osib, indikator yordamida egilish nayzasining har qaysi tajribadagi qiymatini topish mumkin. O'lchashlar vaqtida indikator tayanch prizmati yuklar uchun osma ustiga o'rnatiladi.

2-rasm. Yung modulini aniqlashda ishlatiladigan qurilma.

- 1-qurilma asosiy qismi,
- 2-taglik,
- 3-indikator,
- 4-Yung moduli aniqlanayotgan metall tayoqcha,
- 5-osma.



Ishni bajarish tartibi.

1. Tayoqchanning mahkamlangan nuqtasidan yuk osilgan nuqtasigacha bo'lgan uzunligi ℓ chizg'ich bilan o'lchanadi.
2. Tayoqchanning eni a va qalinligi b shtangentsirkul yordamida o'lchanadi.
3. Tayoqchanning ℓ uzunlikdagi nuqtasiga birdaniga $P=3\text{ kg}$ (har qaysisi 1 kg dan uchta yuk)ni osamiz. So'ngra tayoqchanning yuk osilgan nuqtasi ustiga indikator o'rnatiladi (bunda indikatorning uchligi-tayanchi tayoqcha sirtiga tegib turishi kerak) va indikator strelkasi doiraviy shkalaning nolnchi bo'limiga keltiriladi. Osilgan 1 kg massali yuk olinganda tayoqcha uchining ko'tarilishi tufayli indikator tayanchini ko'taradi, natijada indikator strelkasi biror N_i bo'limga og'adi, so'ngra indikator strelkasi ko'rsatgan bo'limlar soni N_i ni uning shkalasining 1 ta bo'limi qiymati $0,01\text{ mm}$ ga ko'paytirilib, egilish nayzasining bu tajribadagi qiymati λ_i ni topamiz.
4. Ikkinchi tajribada osilgan ikkinchi yukni ham olamiz. Bunda indikator strelkasining ko'rsatishi yana ortadi. Strelkaning birinchi yukni olingandagi ko'rsatishiga ikkinchi yukni olingandagi ko'rsatishini qo'shib λ_2 ni topamiz. Uchinchi tajribada esa oxirgi yukni ham olib yuqoridagilarga o'xshash λ_3 ni aniqlaymiz.
5. Har qaysi tajribada (3) formula yordamida ye ning qiymati hisoblanadi.
6. Shu tartibda aniqlangan o'lchash va hisoblashlar tayoqchanning yana ikki xil uzunligi uchun takrorlanadi, natijalari esa 2-jadvalga yoziladi:
7. Tayoqchanning har qaysi uzunligiga mos tajribalardan olingan ma'lumotlarga asoslanib $\langle \varepsilon \rangle$, $\langle \Delta \varepsilon \rangle$ va ε_E lar hisoblanadi.
8. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$\varepsilon = \langle \varepsilon \rangle \pm \langle \Delta \varepsilon \rangle \quad \varepsilon_E = \dots ?$$

2-jadval.

Yung modulini aniqlashdagi o'lchash va hisoblash natijalari.

Tajribalar	ℓ	m	a	ϵ	λ	ϵ_1	$\Delta\epsilon_2$	ϵ_E
I								
II								
III								

Sinov savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Deformatsiyaning qanday turlarini bilasiz?
3. Kuchlanish deganda nimani tushunasiz?
4. Guk qonunining ta'rifini izohlang.
5. Yung modulining fizik ma'nosini ayting.
6. Egilish nayzasi deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog'liq?
7. Yung modulini topish formulasini yozib, tushuntirib bering.
8. Yung modulini qiymati jism o'lchamlariga qanday bog'liq bo'lar ekan?
9. Yung modulini hayotda, xalq xo'jaligida qaerlarda hisobga olish kerak bo'ladi?
Misollar keltiring.

KOMP YuTER YoRDAMIDA XISOBLASH PROGRAMMASI

```

PROGRAM YuNG
  DIMENSION P(10),XLAM(10),E(10),DE(10)
  OPEN (200,FILE='YuNG.NATIJA.TXT')
C  PARAMETRLAR
  P(1)=1
  P(2)=2
  P(3)=3
  XL=1
  A=0.05
  B=0.005
  XLAM(1)=0.0005
  XLAM(2)=0.0025
  XLAM(3)=0.003
CC  P(1),P(2),P(3)--LINEYKA STERJENGA
CC  QO'YILGAN JISM OG'IRLIGI
CC  (3XIL OG'IRLIKDAGI JISMLAR
CC  KETMA-KET QO'YILGAN)
CC  XL--LINEYKA STERJEN UZUNLIGI
CC  A--LINEYKA STERJEN ENI
CC  B--LINEYKA STERJEN QALINLIGI
CC  XLAM(1),XLAM(2),XLAM(3)-- (LAMBDA) YuK QO'YILGANDAN
CC  KEYIN LINEYKA STERJENNI DEFORMATSIYA NATIJASIDA
CC  EGILGAN MASOFASI
  DO 1 I=1,3
    E(I)=(P(I)*(XL**3)/(4*A*(B**3)*XLAM(I)))
  1  CONTINUE
  WRITE (200,2),P(1),P(2),P(3),E(1),E(2),E(3)
  2  FORMAT (2X,3HP1=F6.4,2X,3HP2=F6.4,2X,3HP3=F6.4,2X,
    *3HE1=E9.3,2X,3HE2=E9.3,2X,3HE3=E9.3)
CC  3TA TAJRIBADAGI YuNG MODULLARINI O'RTA ARIFMETIGI
  ES=(E(1)+E(2)+E(3))/3.0
  DO 3 I=1,3
C*****I Z O H*****
CC      XATOLIK **
C*****
  DE(I)=ABS(ES-E(I))
  3  CONTINUE
C*****I Z O H*****
CC  XATOLIKLARNI O'RTA ARIFMETIGI **
C*****
  DES=(DE(1)+DE(2)+DE(3))/3.0
  WRITE (200,4),ES,DE(1),DE(2),DE(3),DES
  4  FORMAT (2X,3HES=E9.3,2X,4HDE1=E9.3,2X,4HDE2=E9.3,
    *2X,4HDE3=E9.3,2X,4HDES=E9.3)
  END

```

4-ish. TOMCHI USULI BILAN SIRT TARANGLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini aniqlashni o'rganish. 2. Sirt taranglik koeffitsienti hamma suyuqliklarda bir xil emasligini tajribada aniqlash.

NAZARIY MUQADDIMA

Suyuqlik sirtidagi molekulalarga ichki molekulalar tomonidan suyuqlik ichiga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Shuning uchun suyuqlik sirtida sirt tarangligi hosil bo'lib, u doim suyuqlik yuzasini qisqartirishga intiladi. Ayni paytda suyuqlikka shu sirtni saqlab.turuvchi sirt taranglik kuchi ta'sir qiladi. Bu kuchning kattaligini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$F = \alpha L, \quad (1)$$

bunda: L – sirt perimetri; α – sirt taranglik koeffitsienti. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb, sirtning birlik chegarasiga to'g'ri kelgan kuchga aytiladi va u NG'm da o'lchanadi.

Faqat bitta tomchi uchun sirt taranglik koeffitsientini topishda $\alpha \cdot L$ kuch bitta tomchining og'irlik kuchiga tenglashtiriladi, ya'ni:

$$\alpha \cdot L = m_0 g, \quad (2)$$

bunda: m_0 – bitta tomchining massasi; L – suyuqlik tomadigan kapillyar nay uchining ichki aylanasi uzunligi, ya'ni perimetri.

Bitta tomchining massasi m_0 ni topish uchun n ta tomchining massasi tomchilar soniga bo'linadi:

$$m_0 = \frac{m}{n} \quad (3)$$

Shunday qilib, kapillyarning ichki perimetri $L = \pi d$ ekanligini hisobga olsak, (2) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha \pi d = \frac{m}{n} \cdot g. \quad (4)$$

Bundan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti α topiladi:

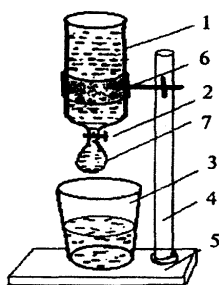
$$\alpha = \frac{mg}{\pi nd}. \quad (5)$$

Asbob-uskunalar

tarozi; stakan; ingichka uchli shisha idish; shtativ; har xil turdagi suyuqliklar va yordamchi aslahalar.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Qurilma og'ir taglik (5) ning vertikal ustunchasiga (4) tik mahkamlangan ventilli kapillyar idish (1) va stakan yoki menzurka (3) dan tashkil topgan. Ventil (2) ochilganida suyuqlik (masalan, suv) stakanga tomchilab (7) tushadi. Tomchilar soni sanaladi. So'ngra stakandagi suv tarozida tortiladi. Tarozi ko'rsatishidan stakan massasini ayirib tashlab, oqib tushgan suyuqlik massasi topiladi. Yuqoridagi o'lchashlar har xil turdagi suyuqliklar bilan takrorlanadi. Tajribada topilgan natijalar asosida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsienti hisoblanadi.



Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riq-nomasini o'qib o'rganing.
2. Shisha idish uchining ichki perimetrini va uning diametrini aniqlang.
3. Quruq stakan massasini tarozida tortib aniqlang.
4. Suyuqlik solinadigan idishga o'rganiladigan suyuqlikni quying.
5. Shisha idishdan stakanga suyuqlikning sekin kapillyar orqali tomchilab oqishini ta'minlang va tomchilar sonini sanang.
6. Suyuqlikli stakan massasini elektron yoki shayinli taro-zida tortib aniqlang.
7. Yuqoridagi 6 va 3 bandlardagi massalar ayirmasini toping.
8. Sirt taranglik koeffitsientini (5) formuladan toping.
9. Aniqlangan natijalarni boshqa adabiyotlarda keltirilgan natijalar bilan solishtiring

Nazorat savollari

1. Sirt tarangligi nima, u qanday hosil bo'ladi?
2. Sirt taranglik koeffitsientining fizik ma'nosi nima?
3. Tomizilayotgan idish uchi turli to'g'ri geometrik shakllarda bo'lganda sirt taranglik koeffitsientini hisoblang.
4. Sirt tarangligining temperaturaga bog'liqligini qanday ushuntirasiz?
5. Laboratoriya ishining asosiy formulasini keltirib chiqaring.

KOMP'YUTER YORDAMIDA HISOBLASH PROGRAMMASI

```
PROGRAM tomchi
dimension N(5),P(5),P0(5),AL(5),DAL(5)
OPEN(10,file='LAB2rez.txt')
C
C  N1-Tajribalar soni
C  N(I)-tomchilar soni, I-chi tajribadagi
C  R-naycha radiusi, metrlarda
C  P(I)-tomchi massasi, kilogramlarda
C  AL(I) va DAL(I)-sirt taranglik koeffitsienti va hatoligi
C  ALS- sirt taranglik koeffitsientining o'rtacha qiymati
N1=5
N(1)=100
N(2)=150
N(3)=200
N(4)=250
N(5)=300
R=0.0013
PI=3.14
P(1)=.007
P(2)=.0108
P(3)=.014
P(4)=.0162
P(5)=.0207
ALS1=0.0
DO 1 I=1,N1
  XN=N(I)
  P0(I)=P(I)/XN
  AL(I)=P0(I)/(2*PI*R)
  ALS1=ALS1+AL(I)
1 CONTINUE
  YN=N1
  ALS=ALS1/YN
  DALS1=0.0
  DO 2 I=1,N1
    DAL(I)=ABS(ALS-AL(I))
    DALS1=DALS1+DAL(I)
2 CONTINUE
  DALS=DALS1/YN
  DO 4 I=1,N1
    WRITE(10,3),I,N(I),P(I),P0(I),AL(I),DAL(I)
4 CONTINUE
3 FORMAT(2X,2I5,5X,F8.4,2X,F10.7,2X,2F8.4)
  WRITE(10,5) ALS,DALS
5 FORMAT(2X,4HALS=F8.4,5X,5HDALS=F8.4)
END
```

5-ish. HAVONING NISBIY NAMLIGINI PSIXROMETR YoRDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Havo namligini tajribada aniqlashni o'rganish. 2. Havodagi suvbug'ining miqdorini aniqlash usulini o'rganish. 3. Avgust psixrometrining tuzilishini va ishlashini o'rganish.

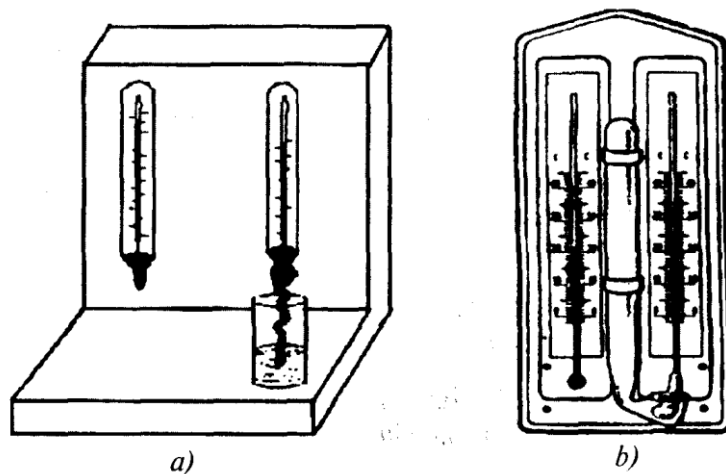
NAZARIY MUQADDIMA

Yer atmosferasi tarkibiga suv bug'lari ham kiradi. Havodagi suv bug'larining miqdori bilan tavsiflanadigan fizik kattalik *havoning namligi* deyiladi.

1 m³ havodagi suv bug'ining massasi *absolut namlik* deb ataladi. Absolut namlikni bilgan holda, shu sharoitda suv bug'ining to'yinish darajasidan qanchalik uzoq ekanligini, binobarin, suvning bug'lanish yoki kondensatsiyalanish intensivligi to'g'risida biror fikr aytib bo'lmaydi. Buning uchun *nisbiy namlik* degan kattalikni bilish kerak.

Muayyan bir temperaturada havo absolut namligining shu temperaturada 1 m³ havoni to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'i massasiga nisbati bilan aniqlanadigan kattalik *nisbiy namlik* deyiladi. Nisbiy namlikni yana suv bug'i elastikligi orqali quyidagicha ta'riflash mumkin: *havo tarkibidagi suv bug'i elastikligining aynan shu temperaturadagi to'yingan suv bug'i elastikligiga nisbati bilan ifodalanadigan kattalik nisbiy namlik* deyiladi. U quyidagicha ifodalanadi, ya'ni:

$$f = \frac{p}{p_0} \text{ yoki foizlarda } f = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%. \quad ($$



1- rasm. Qo'lda yasalgan (a) va Avgust (b) psixrometrlari.

Havodagi suv bug'i elastikligi deyilganda, havodagi suv bug'ining parsial bosimi tushuniladi.

Tirik organizmlarning, tuproqning namlik yo'qotishi nisbiy namlikka bog'liq. Inson o'zini yaxshi his qilishi uchun nisbiy namlik 60–70% atrofida bo'lishi kerak. Namlikni aniqlash uchun Avgust psixrometridan foydalanish mumkin. Psixrometr ikkita bir xil termometrdan iborat bo'lib, ulardan birining uchiga rezervuardagi suvga botirib qo'yilgan mato o'ralgan (1 - rasm). Havo suv bug'lari

bilan to'yinmagan bo'lsa, matodagi suv bug'lanadi va termo-metrning rezervuari soviydi. Natijada termometr past temperaturani ko'rsatadi. Chunki nisbiy namlik kichik bo'lganda, suv bug'i to'yinishdan uzoq bo'lgani uchun ho'l termometr ham past temperaturani ko'rsatadi. Nisbiy namlik oshib borgan sari bug'lanish kamayadi va ho'l termometrning ko'rsatishi quruq termometrnika yaqin-lashadi. Nisbiy namlik 100% bo'lganda, suv umuman bug'lanmaydi va ho'l termometrning ko'rsatishi quruq termo-metrniki bilan bir xil bo'ladi. Ikkala termometr ko'rsatishlarining ayirmasiga qarab, psixrometrik jadval (2-jadvalga qarang) yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash mumkin. (1) ifodaga ko'ra absolut namlik quyidagicha aniqlanadi, ya'ni bu yerda ρ_0 – ma'lum temperaturadagi havoning 1 m^3 hajmini to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'ining massasi. Uning qiymati 3-jadvaldan olinadi.

Asbob-uskunalar

Avgust psixrometri (yoki qo'lda yasalgan moslama), stakan, suv, pilik.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. Psixrometrstakanchasiga suv soling va 5 –10 min. kuting.
3. Quruq va ho'l termometrlarning t va t_h ko'rsatishlarini yozib oling.
4. Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlari farqini hisoblang.
5. Psixrometrik jadvaldan t ga va havoning t_h temperaturasi (quruq termometrning ko'rsatishi)ga mos kelgan nisbiy namlikni belgilang.
6. (2) ifodadan va 2-jadvaldan foydalanib, havoning absolut namligini hisoblang.
7. Tajribani ertalab (o'qish yoki ishga ketish oldidan), tushda (o'qishdan keyin), kechqurun va kechasi takrorlang. Tajriba o'tkazilayotgan kunning vaqtini (T) belgilab qo'ying.
8. Havoning nisbiy va absolut namligining temperaturaga bog'lanish grafigini millimetr qog'ozida chizing.
9. Havoning nisbiy va absolut namligini kunning vaqtiga bog'lanish grafigini chizing.
10. Asbobning o'lchash aniqligini hisobga olib, xatolikni baholang.
11. Tajribada aniqlangan natijalarni 1 -jadvalga kiriting.

E s 1 a t m a . Ixtiyoringizda Avgust psixrometri bo'lmay, faqat termometrlar bo'lsa, ulardan psixrometr yig'ish mumkin. Agar ixtiyoringizda faqat bitta termometr bo'lsa, u holda xona havosining temperaturasi o'lchaysiz. So'ngra shu termometrning rezervuarini ho'l mato bilan o'rab, matoning birqismini stakandagi suvga tushirasiz. 10–15 minut o'tgach, termometrning t , ko'rsatishini yozib olasiz. Shu natijalar asosida aniqligi juda yuqori bo'lmagan natijalar olish mumkin. 1 m^3 havodagi to'yingan suv bug'ining massasi $\sim 10^{-3}\text{ kg/m}^3$ ga teng.

1 - jadval

O'lchash tartibi	t_1	t_2	Δt	f	Δf	$\Delta f_{o'rt}$	ρ_o	T	ρ
1									
2									
3									
4									
O'rtacha qiymatlari									

2-jadval

Psixrometrik jadval

$^{\circ}\text{C}$	$\Delta t \text{ } ^{\circ}\text{C}$											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	100	81	63	45	28	11						
2	100	83	65	48	32	16						
3	100	84	68	51	35	20						
4	100	84	69	54	39	24	10					
5	100	85	70	56	42	32	14					
6	100	86	72	58	45	32	19	6				
7	100	86	73	60	47	35	23	10				
8	100	87	74	61	49	37	26	14				
9	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
10	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
11	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
12	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
13	100	89	79	68	57	48	38	29	20	11		
14	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
15	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
16	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
17	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8
18	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
19	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13
20	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
21	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
22	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
23	100	92	83	76	69	61	54	47	40	34	28	22
24	100	92	84	76	69	61	55	49	42	36	20	24
25	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
26	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
27	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29
28	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
29	100	93	85	78	72	66	59	53	48	42	37	32
30	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
31	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

3 - jadval

Temperatur a	Massa	Temperatur a	Massa
0	4,84	16	13,6
1	5,2	17	14,5
2	5,6	18	15,4
3	6,0	19	16,3
4	6,4	20	17,3
5	6,8	21	18,3
6	7,3	22	19,4
7	7,8	23	20,6
8	8,3	24	21,8
9	8,8	25	23,0
10	9,4	26	24,4
11	10,0	27	25,8
12	10,7	28	27,2
13	11,4	29	28,7
14	12,1	30	30,3
15	12,8		

®Nazorat savollari

1. Havoning namligi deb nimaga aytiladi?
2. Havo namligining qanday ahamiyati bor?
3. Absolut va nisbiy namlik tushunchasini ta'riflang.
4. Havoning namligini aniqlash usullari haqida gapirib bering.
5. Darsxonangizdagi yoki auditoriyadagi havoning nisbiy va absolut namligini aniqlash usulini tushuntiring.
6. Xonadagi havoda bug' holida necha kilogramm suv borligini hisoblang.

6-ish. QATTIQ JISMNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma, 2) termoparalar ko'rsatishlarining grafigi.

Usulning nazariyasi

Bir uchidan isitilayotgan va o'qi x o'qi bilan ustma-ust tushgan sterjenning temperaturasi T qaerida qanday bo'lishini quyidagi ko'rinishdagi differentsial tenglamaning yechimi ifodalaydi¹:

$$\frac{d^2T}{dx^2} = a^2(T - T_0) \quad (1)$$

bundagi
$$a^2 = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot \frac{P}{S} \quad (1')$$

¹ Bu tenglamani quyidagi mulohazalarga asosan tuzish mumkin. Sterjenning dx uzunlikdagi kesmasini olib qaraylik. x nuqtaga mos kelgan ko'ndalang kesimdan o'tadigan issiqlik miqdori:

$$q' = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_x S.$$

$x + dx$ nuqtaga mos keluvchi kesimdan o'tadigan issiqlik miqdori:

$$q'' = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} S.$$

Sterjen kesmasining yon sirtidan dq''' issiqlik miqdori chiqib ketadi:

$$dq''' = \alpha(T - T_0) P dx$$

Statsionar jarayonida: $dq''' = q' - q''$,

ya'ni
$$\alpha(T - T_0) P dx = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_x S + \lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} S.$$

Bu ifodani qatorga yoysak va yuqori tartibli cheksiz kichik miqdorlarni nazarga olmasak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} - \left(\frac{dT}{dx} \right)_x = \frac{d^2T}{dx^2} dx;$$

bundan
$$\lambda S \frac{d^2T}{dx^2} = \alpha P (T - T_0).$$

$\frac{\alpha P}{\lambda S} = a^2$ deb belgilasak:
$$\frac{d^2T}{dx^2} = a^2 (T - T_0)$$

Bu yerdagi T_0 -sterjen atrofidagi muhitning temperaturasi, α - issiqlik berish ko'effitsienti, P -sterjen ko'ndalang kesimining perimetri, S -sterjen ko'ndalang kesimining yuzi, λ -izlanayotgan issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti.

(1) tenglama yechimining ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$T - T_0 = A^{ax} + B^{-ax},$$

$x = 0$ nuqtada $T = T_1$ deb sterjenning o'zi cheksiz uzun, ya'ni $x = \infty$ bo'lganda $T = T_0$ deb faraz qilib,

$$T - T_0 = (T_1 - T_0)e^{-ax}$$

ifodani hosil qilamiz, bundan:

$$a = \frac{1}{x} \ln \frac{T_1 - T_0}{T - T_0} \quad (2)$$

Sterjenning yon sirti orqali chiqib ketadigan dq issiqlik miqdori $dq = \alpha(T - T_0)Pdx$;

buni quyidagicha ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\frac{dq}{dx} = \alpha P(T - T_0)e^{-ax}. \quad (3)$$

Bu ifodani 0 dan ∞ gacha intervalda integrallasak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$q = \frac{\alpha P}{a}(T_1 - T_0). \quad (4)$$

(1') formuladan foydalansak,

$$\lambda = q \frac{1}{aS(T_1 - T_0)} \quad (5)$$

ekanligini topamiz, a ning (2) tenglamadan topiladigan qiymatini (5) formulaga qo'ysak,

$$\lambda = \frac{qx}{S(T_1 - T_0) \ln \frac{T_1 - T_0}{T - T_0}}. \quad (6)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini mana shu formulaga asosan topish uchun statsionar rejimda sterjenning sirtidan chiqadigan q issiqlik miqdorini, isitilayotgan uchining T_1 temperaturasi, isitilayotgan uchidan x masofada turgan biror nuqtasidagi T temperaturani, sterjenning ko'ndalang kesim yuzi S ni, atrof-muhitning T_0 temperaturasi bilish zarur.

Amalda, albatta, cheksiz uzun sterjenning bo'lishi mumkin emas, ammo sterjen qanchalik uzun bo'lsa, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymatini shunchalik aniqroq o'lchash mumkin. Sterjenning uzunligini l deb faraz qilib, xato miqdorini topaylik. (3) tenglamani $x = l$ dan $x = \infty$ gacha intervalda integrallab, quyidagi munosabatni topamiz:

$$\Delta q = \frac{\alpha P}{a}(T - T_0)e^{-al}.$$

Bu munosabatni o'sha (3) tenglamani $x = 0$ dan $x = \infty$ gacha bo'lgan intervalda integrallashdan chiqqan (4) ifodaga bo'lsak:

$$\Delta q = q \cdot e^{-al} \quad (7)$$

hosil bo'ladi. Bu ifoda q issiqlikni topishda l uzunlikdagi sterjenning cheksiz uzun deb qabul qilinganligidan kelib chiqadigan xato miqdorini bildiradi.

Asbobning tavsifi

Bu vazifada bir uchi elektr pechda qizdiriladigan mis sterjenning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti topiladi (1-rasm). Pechning vaqt birligi ichida beradigan issiqligi $Q = I_0 U_0$ formuladan topiladi, bundagi U_0 -pech chulg'ami uchlaridagi kuchlanish, I_0 -chulg'amdan o'tayotgan tok kuchi. Pechning T_1 temperaturasi (ya'ni sterjen uchining temperaturasi) termopara bilan o'lchanadi. Issiqlik miqdori Q qisman issiqlik o'tkazuvchanlik tufayli q issiqlik oqimini hosil qilishga ketadi va qisman (q_1) pech atrofidagi muhitga o'tadi, demak,

$$Q = q + q_1.$$

Agar sterjenni pechning ichidan chiqarib olib, isitishni o'zgartirib pechning ichidagi temperaturani uning ichida sterjen turgandagi temperaturaga rostlab keltirsak, bu bilan biz pech atrofidagi muhitga o'tadigan issiqlik miqdorini topgan bo'lamiz, ya'ni:

$$q = I_1 U_1,$$

bundagi I_1 bilan U_1 -pech ichida sterjen yo'q vaqtidagi tok kuchi bilan kuchlanishdir, shunday qilib, issiqlik miqdorini topishda chiqadigan xatoni kamaytirish uchun q_1 ning miqdorini q ning miqdoridan juda kichik qilib olish mumkin, mana shunday qilish uchun ham pechni D yuar idishiga solish mumkin. Sterjenning T temperaturasi sterjenda bir-biridan ma'lum masofada turgan beshta termoparalar yordamida o'lchanadi. Sterjen nuqtalarining absolyut temperaturalarini bilish kerak bo'lmaganidan (chunki formulaga ularning ayirmasigina kiradi), har bir termopara ulangan gal vonometrning ko'rsatishlari temperaturalar ayirmasiga mos keladi. Gal vonometrning bu ko'rsatishlari undagi grafikdan foydalanib, temperaturalar ayirmasiga aylantiriladi.

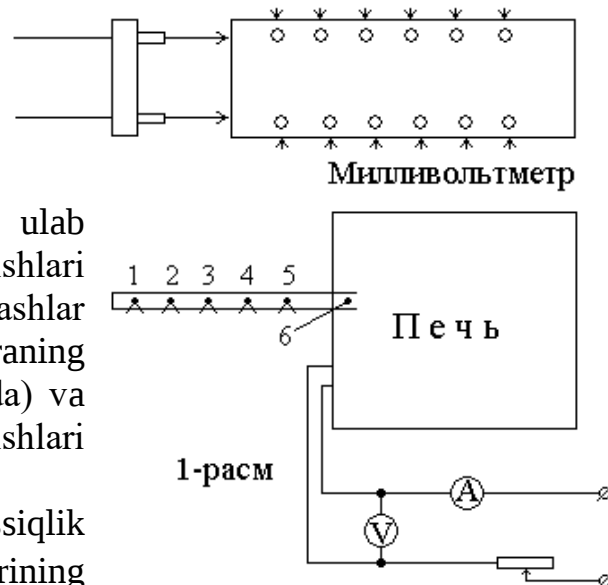
O'lchashlar

Avvalo, tekshiriladigan sterjenning ko'ndalang kesim yuzi S topiladi, buning uchun mikrometr bilan uning diametri o'lchanadi, so'ng masshtabli chizg'ich bilan uning l uzunligi va sterjenning isitilayotgan uchidan unga o'rnatilgan beshta termoparaning har birigacha bo'lgan x masofalar o'lchab topiladi. Bundan

so'ng sterjenning uchi pechdagi teshikka zich qilib kirgiziladi. So'ngra pechni yoqib, issiqlik muvozanati yuz bergandan so'ng,

ya'ni galvonometrغا nivbatma-navbat ulab qo'yiladigan oltita termoparning ko'rsatishlari o'zgarmas bo'lib qolgandan keyingina o'lchashlar o'tkaziladi. Barcha oltita termoparaning (bo'larning beshtasi sterjenda, bittasi pechda) va ampermetr hamda voltmetrning ko'rsatishlari yozib olinadi.

Pechning sterjenga bergan q issiqlik miqdori pechga berilgan issiqlik miqdorining ayirmasi sifatida $q = (I_0 U_0 - I_1 U_1)$ formuladan



topiladi.

So'ngra, olingan ma'lumotlarga ishlov beriladi. Galvonometr ko'rsatishlarining $(T_i - T_0)$ va $(T - T_0)$ temperaturalar ayirmasiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafikdan foydalanib, hamma termoparalar uchun bu ayirmalarning qiymatlari topiladi. Shundan so'ng, to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining x o'qida termoparalar bilan sterjenning qizdirilayotgan uchi orasidagi masofalarni, y o'qida esa $\ln \frac{T_i - T_0}{T - T_0}$ ning qiymatlarini qo'yib,

$$y = \ln \frac{T_i - T_0}{T - T_0} = ax$$

tenglama bilan ifodalanuvchi to'g'ri chiziqni hosil qilamiz. Belgilangan nuqtalarga qarab bu to'g'ri chiziqning burchak koeffitsienti a ni taqriban topib va uning qiymatini (5) fomulaga qo'yib sterjenning izlanayotgan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini topamiz.

Sterjen cheksiz uzun bo'lmaganligi tufayli λ ning qiymatini o'lchashlarda yuz beradigan xatosini q , a va l miqdorlarni bilgan holda, (7) formulaga asosan hisoblab chiqarish zarur.

Nazorat savollari:

1. Issiqlik deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik oqimi deb nimaga aytiladi?
3. Temperatura gradienti nima?
4. Fur ye tenglamasini tavsiflang.
5. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. Solishtirma issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining birligini keltirib chiqaring.
7. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik mexanizmini tushuntiring.
8. Videman-Frants qonunini tavsiflang.
9. Metallar issiqlik o'tkazuvchanliginig turlicha bo'lishni tushuntiring.

O'lchov parametrlari: $d=1.2 \text{ mm}$, $J_1=222 \text{ mA}$, $U_1=44 \text{ V}$, $J_0=250 \text{ mA}$, $U_0=48,5 \text{ V}$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mB/K}$$

Mundarija

Soʻz boshi	3
Fizik kattaliklarni qiymatlarini oʻlchash va ularning xatoliklarini aniqlash usullari.....	4
1- ish. Qattiq jism zichligini aniqlash.....	6
2- ish. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash...	8
3- ish. Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformatsiyasidan foydalanib aniqlash	13
4- ish. Tomchi usuli bilan sirt taranglik koeffitsientini aniqlash	19
5- ish. Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida aniqlash	22
6- ish. Qattiq jismning issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash	26

