

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FizikPraktikum

Pedagogika oliy ta‘lim muassasalari Fizika ta‘lim yo‘nalishida tahsil

olayotgan talabalar uchun

O‘quv qo‘llanma

BUXORO – 2025

Ushbu o‘quv qo‘llanma oliy ta’lim muassasalarining Fizika va astronomiya ta’lim yo‘nalishlari bo‘yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo‘ljallangan. O‘quv qo‘llanmada xalqaro andozalar hamda yetakchi xorijiy oliy ta’lim tashkilotlarida qo‘llayotgan namunaviy dasturlar va adabiyotlar asosida molekulyar fizika bo‘limiga oid “Fizik Praktikum” fanidan tajriba mashg‘ulotlarini bajarish tartibi batafsil bayon etilgan. Fanni o‘qitishdan maqsad Respublikada texnik soha mutaxassislarining chuqur bilimli va yuqori salohiyatli, keng fikrlovchi, xorijiy hamkasblari bilan raqobatlasha oladigan yetuk mutaxassis bo‘lishini taminlashdan iborat.

SO‘Z BOSHI

Fizika kursi bo‘yicha mavjud amaliy darsliklardan farqli holda, ushbu o‘quv qo‘llanma zamonaviy tajriba jihozlari bilan ta‘minlangan ishlarning mazmun mohiyati aks ettirilgan va fizika va astronomiya ta’lim sohalarining barcha ta’lim yo‘nalishlari bakalavr talabalarning bajarishi uchun mo‘ljallangan maxsus tajriba ishlari ham keltirilgan. Bu ishlarni bajaruvchi bo‘lajak pedagoglar, turli texnologik jarayonlarni xarakterlovchi fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni ham sifat, ham miqdor jihatdan aniqlash imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Bizning fikrimizcha bundan quyidagi uch asosiy maqsadga erishish mumkin:

- zerikarli matematik hisoblashlardan talabani ozod etish,
- uning vaqtini tejash,
- topilayotgan fizik kattalikni yuqori aniqlikda hisoblab, yo‘l qo‘yiladigan xatoliklarni kamaytirish,

talabalarni molekulyar fizika bo'yicha olgan nazariy bilimlarini qo'llash borasida ularda amaliy ko'nikmalar hosil qilishdan iboratdir.

Mutlaqo shubhasiz, hozirgi zamonda oliy o'quv yurtlarining ta'lim jarayonida yetarlicha keng va chuqur fundamental tayyorgarlik, shuningdek, mustaqil tadqiqot ishlari malakasini olgan bitiruvchilargina tez yo'l topa olishlari va muvaffaqiyatli ishlay olishlari mumkin. Bulardan kelib chiqqan holda oliy o'quv yurtlarida molekulyar fizika kursining roli va vazifalarini quyidagi shaklda ifodalash mumkin:

a) Molekulyar fizikani o'rganish bitiruvchilarning fundamental tayyorgarligini shakllantirishda va ularda ilmiy dunyoqarashni hosil qilish muhim rol uynaydi.

b) Molekulyar fizika bo'limi fizika fanining asosiy bo'limlaridan biridir.

c) Hozirgi zamonda tahsil olayotgan bo'lajak fizika va astronomiya fani o'qituvchilarining rivojlanish yo'li faqatgina sifatli ta'lim olish hamda o'z ustida tinimsiz ishlashni taqazo etadi. Shuning uchun har qanday bo'lajak o'qituvchi o'zining faoliyatida egallagan ilmiy bilimlariga tayangan holda uni amaliyotga qo'llay olishi lozim.

1. TAJRIBA VA ULARNI TASHKIL QILISH USULLARI

Tajriba mashg'ulotlari nazariya va amaliyotni bog'lovchi, ularning birligini ta'minlovchi asosiy omil bo'lib, talabalarning bilimlarini mustahkamlash bilan bir qatorda o'lchov asboblari bilan ishlash va tajriba o'tkaza bilish ko'nikmalarini shakllantirishda va rivojlantirishda katta ahamiyat kasb etadi. Oliy o'quv yurtlarida o'tkaziladigan tajriba mashg'ulotlarini uch usulda tashkil qilish mumkin: umumiy, aralash va siklli.

Umumiy usul. Har bir talaba ma'ruzada o'tilgan mavzuga taalluqli muayyan bir ishni bajarish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ushbu usul darsni tashkil qilish va o'tkazishni, dars davomida talabalarning faoliyatini boshqarib borishni yengillashtiradi. Umumiy usul tajribada bir xil qurilmalardan bir nechtasi bo'lganda tajriba xonalarining kengaytirilishi va barcha talabalarning bir xil mazmunli va bir tarkibdagi vazifalarni bajara olishiga sharoit tug'dirilishini talab qiladi. Bundan tashqari tajriba ishlarining bir xilligi, qiyin o'zlashtiradigan talabalarning fikrlash qobiliyatini chegaralaydi.

Aralash usul. Har bir talaba ma'ruzada o'tilgan yoki o'tilmaganidan qat'iy nazar alohida-alohida tajriba ishlarini bajaradi. Bu ishlarining mazmuni ham, bajarish usuli ham turlicha. Tajriba va ma'ruzada mavzularining bir-biri bilan mos kelmasligi talabalarning tegishli adabiyot bilan mustaqil ishlashga o'rgatadi, fikrlash jarayonlarini aktivlashtiradi.

Siklli usul. Bu usulda esa amaliyotga kiritilgan laboratoriya ishlari, umumiy fizika kursining ma'lum bilimlari asosida yoki biron-bir fizik kattalikning turli o'lchash usullarini umumlashtirish yo'li bilan birlashtirilib tashkil qilinadi. Tajriba ishlarining yoki ma'ruza mashg'ulotining matnini moslashtirish tajriba ishlarini birlashtirishda unumli variantlarni qo'llash imkonini beradi. Yuqorida bayon etilgan usullarni tahlil qilish texnika oliy o'quv yurtlarida fizikadan o'tkazilgan tajriba mashg'ulotlarini siklli usulda olib borish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

2. O'LCHASH XATOLIKLARI HAQIDA TUSHUNCHA

Biz qo'llayotgan o'lchov asboblari va sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmagani tufayli har qanday o'lchash natijalari ma'lum bir darajadagina aniqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun ham, o'lchash natijalari bizga o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatini emas, taqribiy qiymatigina beradi. O'lchashni o'lchov birligining qanday eng kichik ulushigacha ishonchli bajarish mumkin bo'lsa, ana shu o'lchash natijasining aniqlik darajasi bo'ladi. O'lchash aniqligining darajasi bu o'lchashda ishlatilayotgan asboblarga, o'lchashning umumiy usullariga bog'liq bo'ladi: biron muayyan sharoitda erishilishi mumkin bo'lgan aniqlikdan ham aniqroq natijalar olish uchun urinish vaqtni bekorga sarflash demakdir. Odatda, o'lchanayotgan kattalikning 0,1 prosentigacha aniqlik bilan kifoyalansa bo'ladi. Eng oxirgi natijaning aniqligini oshirish uchun har qanday fizik o'lchashni bir martagina emas, balki tajriba o'tkazayotgan sharoitni o'zgartirmay turib, bir necha marta takrorlash lozim. Haqiqatdan ham biz o'lchashda va sanoqda hamma vaqt ozmi, ko'pmi xatolik qilamiz. Bu xatoliklar ikki sababga ko'ra yuz berishi mumkinligidan, ular ikki guruhga: hamma vaqt bo'ladigan (sistemali) va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

Sistemali xatoliklar o'lchov asboblarning buzuqligi, o'lchash usulining noto'g'riligini yoki kuzatuvchining biror xatolik qilib qo'yishi natijasida yuz beradi. Ma'lumki, o'lchashni bir necha marta takrorlash, baribir bu xatoliklar ta'sirini kamaytirmaydi. Bu xatoliklarni yo'qotish uchun, o'lchash usuliga tanqidiy ko'z bilan qaray bilish, asboblarga aniq qarab turish va ish bajarishni amalda yaratilgan qoidalarga qattiq rioya qilish kerak.

Tasodifiy xatoliklar esa tajriba o'tkazuvchi har qanday kishining sanoq vaqtida mutlaqo ixtiyorsiz qilib qo'yishi mumkin bo'lgan xatolik natijasida vujudga keladi. Bu xatoliklarga sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmaganligini va o'lchash vaqtida yuz beradigan (oldindan e'tiborga olinishi mumkin bo'lmagan) boshqa ko'pgina hollar sabab bo'ladi. Tasodifiy xatoliklar ehtimollar nazariyasining qonunlariga bo'ysunadi, Demak, biror kattalikni bir marta o'lchanganda olingan natija shu kattalikni haqiqiy qiymatidan katta bo'lib qolsa, u holda bu kattalikni keyingi o'lchashlardan birining natijasi, ehtimol haqiqiy qiymatda kichik bo'lib chiqishi mumkin. Bunday holda ayni bir kattalikni bir necha marta o'lchash natijasida tasodifiy xatoliklarning kamayishi mutlaqo ravshan, chunki haqiqiy qiymatdan bir tomonga chetlanishlardan ko'proq bo'lishining ehtimoli ortiq emas. Shuning uchun ham, juda ko'p o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati, o'lchash natijalarining har qaysisidan ko'ra, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinroq bo'ladi. Faraz qilaylik, ayrim kattaliklarni o'lchash talab etilsin:

Ayrim o'lchashlarning natijalari $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$, bo'lsin, n - alohida o'lchashlar soni. U holda bu natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \quad (1)$$

Bu miqdor o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga eng yaqin bo'ladi. Har biri alohida o'lchashlarning bu o'rtacha qiymatidan farqi, ya'ni:

$$|N - N_1| = \Delta N_1$$

$$|N - N_2| = \Delta N_2$$

$$|N - N_3| = \Delta N_3$$

.....

$$|N - N_n| = \Delta N_n \quad (2)$$

alohida o'lchashlarning absolyut xatolik deyiladi. Bu xatoliklarning ishorasi har xil bo'ladi. Ular musbat, hamda manfiy bo'lishlari mumkin. O'rtacha absolyut xatolikni hisoblash uchun, ayrim xatoliklar son qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

$$\Delta \bar{N} = \frac{\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3 + \dots + \Delta N_n}{n} \quad (3)$$

$\frac{\Delta N_1}{N_1}, \frac{\Delta N_2}{N_2}$ nisbatlarga ayrim o'lchashlarning nisbiy xatoliklari deyiladi. O'rtacha absolyut xatolik (\overline{N}_1)ning o'lchanayotgan kattalikni o'rtacha arifmetik qiymati

\overline{N} ga nisbati o'lchashning o'rtacha nisbiy xatolik (E) deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \overline{N}}{\overline{N}} \quad (4)$$

Nisbiy xatoliklar foizlarda ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \overline{N}}{\overline{N}} \cdot 100\% \quad (5)$$

O'lchash kattaliklarni haqiqiy qiymati:

$$N_x = \overline{N} \pm \Delta N \quad (6)$$

Bundan N_x - ikki qiymat $\overline{N} + \Delta \overline{N}$ va $\overline{N} - \Delta \overline{N}$ ga ega deb tushunish yaramaydi. N_x faqat bir qiymatga egadir (-) va (+) ishoralar o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati:

$$\overline{N} + \Delta \overline{N} \quad \text{va} \quad \overline{N} - \Delta \overline{N} \quad (7)$$

intervalida ekanligini ko'rsatadi, ya'ni

$$\overline{N} + \Delta \overline{N} \leq N_x \leq \overline{N} - \Delta \overline{N} \quad (8)$$

Ehtimollik nazariyasi absolyut xatolik N topishlikni yanada aniqroq formulasini berib, natijaning ΔN_m - ehtimolliги katta deb ataluvchi xatollik tushunchasini beradi.

$$\Delta N_m = \pm 0,6743 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta N_i)^2}{n(n-1)}} \quad (9)$$

Bu holda o'lchanayotgan kattalikning natijalovchi qiymati:

$$N_x = \overline{N} \pm \Delta \overline{N}_m \quad (10)$$

Agar asbobning aniqligi shunday bo'lsaki, har qanday o'lchash sonida ham, asbob bir xil qiymatni ko'rsatsa, u holda xatolikni hisoblashning yuqorida keltirilgan usuli qo'llanilmaydi. Bu holda o'lchash bir marta o'tkazilib, uning natijasi quyidagicha yoziladi:

$$N_x = \overline{N}' \pm \Delta \overline{N}_{max} \quad (11)$$

bunda N_x - izlanayotgan o'lchash natijasi, \overline{N}' - ikki o'lchashning o'rtacha arifmetik qiymati, ΔN_n - asbob shkalasi bo'limlarini o'rniga teng bo'lgan chegaraviy xatolik. To'g'ridan - to'g'ri o'lchash xatoliklarini quyidagi jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

O'lchashlar soni	N_i	ΔN_i	$\frac{\Delta \bar{N}}{N} \cdot 100\%$	$N_x = \bar{N}' + \Delta N_{max}$
1.	N_1	ΔN_1		
2.	N_2	ΔN_2		
3	N_3	ΔN_3		
N	N_n	ΔN_n		

LABORATORIYA MASHG 'ULOTLARI

Laboratoriya ishi №1

Mavzu: Suyuqliklarning hajm kengayish koeffitsiyentini aniqlash

Kerakli asboblari: Dyulong va Pti qurilmasi, bug' hosil qiluvchi asbob.

Ishning maqsadi: Dyulong-Pti qurilmasi yordamida suvning hajm kengayish koeffitsientini aniqlash.

Ishning nazariyasi

Hajm kengayish koeffitsienti deb, suyuqlik 1°C ga isitilganda, hajmning nisbiy o'zgarishini ko'rsatadigan kattalikka aytiladi. Hajm kengayish koeffitsiyentini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 t} \quad (1)$$

Bunda: V_0 -suyuqlikning 0°C dagi hajmi. V -suyuqlikning $t^{\circ}\text{C}$ ga isitilgandan keyingi hajmi.

(1) tenglamani V ga nisbatan yechsak, quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$V = V_0(1 + \beta t) \quad (2)$$

Isitilganda suyuqlik bilan bir qatorda solingan idishning hajmi ham o'zgaradi. Shuning uchun suyuqliklarning haqiqiy hajm kengayish koeffitsientini aniqlash qiyin. Dyulong va Pti suyuqliklarning haqiqiy hajm kengayish koeffitsientini aniqlash uchun tutash idishlardan foydalanishni tavsiya etdilar. Tutash idish tirsaklaridagi bosim bir xil bo'lishi kerak.

$$\text{Ya'ni: } R_1 = R_2, \text{ Ma'lumki: } P_1 = h_1 \rho_1 g, \quad P_2 = h_2 \rho_2 g \quad (3)$$

Bu yerda P_1 va P_2 – birinchi va ikkinchi tirsaklardagi suyuqlik ustunchalarining bosimlari h_1 va h_2 – mos ravishda tirsaklardagi suyuqlik ustunlarining balandliklari, ρ_1 , ρ_2 – birinchi va ikkinchi tirsaklardagi suyuqliklarning zichliklari, g -erkin tushish tezlanishi. (3) formuladan:

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

yoki

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (4)$$

kelib chiqadi. Demak, tutash idishlardagi suyuqlik balandliklari suyuqlik zichliklariga teskari proporsional bo'lar ekan. Bu formulani bir xil suyuqlik uchun tutash idishning tirsaklaridagi temperaturalar turlicha bo'lgan hol uchun ham qo'llash mumkin. Suyuqlik isitilganda, uning ρ zichligi, V hajmiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (5)$$

bu formulaga $V_1=V_0 (1+\beta t_1)$ larni qo'yamiz, bunda V_1-t_1 temperaturadagi hajm, V_2 esa t_2 temperaturadagi hajm. Natijada quyidagi formula kelib chiqadi:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1+\beta t_1}{1+\beta t_2} \quad (6)$$

(5) formulani (3) bilan tenglashtiramiz:
$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{1+\beta t_1}{1+\beta t_2} \quad (7)$$

(7) tenglamani β ga nisbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz:
$$\beta = \frac{H_2 - H_1}{H_1 t_2 - H_2 t_1} \quad (8)$$

N_1, N_2, t_1 va t_2 larni o'lchab tutash idish tirsaklaridagi suyuqliklarning hajm kengayish koeffitsiyentini topish mumkin.

Asbobning tuzulishi

Dyulong va Pti asbobi ADV shisha naydan iborat. Nayning A va V qismlari diametrlari kattaroq bo'lgan (S_1 va S_2) shisha silindr ichiga o'rnatilgan. Yuqoridagi K nay orqali silindrga bug' yoki suv kiritilib, pastdagi K naydan chiqarib yuboriladi. U shakldagi nayga tekshirilayotgan suyuqlik quyiladi. Silindr S_2 ga suv yoki bug' yuborib, nayning V qismidagi suyuqlik isitiladi. Shunday qilib tekshirilayotgan suyuqlikning 3 tirsakdagi qismi isiydi, A tirsakdagisi esa uy temperaturasida saqlanadi. A va V tirsaklardagi temperaturalar S_1 va S_2 silindrlar ichiga o'rnatilgan termometrlar yordamida o'lchanadi. Tirsaklardagi suyuqliklarning balandliklari N shkala yordamida o'lchanadi. A tirsakdagi suyuqlikning balandligi:

$$N_1=\alpha \pm h_1 \text{ va V tirsakdagi suyuqlikning balandligi: } N_2=\alpha \pm h_2$$

Tenglamalar bilan aniqlanadi. Bu tenglamalarda α -U simon trubkaning ostki asosidan N shkalaning nol nuqtasigacha bo'lgan masofa, h_1 va h_2 lar tirsaklardagi suyuqliklarning shkalaning nol nuqtasidan boshlab hisoblangan balandliklari.

Ishni bajarish tartibi

1. "α" masofa o'lchanadi
2. Bug' hosil qiluvchi asbobga suv solib, probka bilan mahkam berkitiladi va uni nay bilan silindr S_2 ga ulanadi.
3. Bug' hosil bo'lgandan so'ng, uni 15-20 min davomida S_2 orqali o'tkaziladi.
4. So'ngra shkala N yordamida A va V tirsaklardagi suyuqlikning h_1 va h_2 balandliklari o'lchanadi.
5. Sovuq va isitilgan tirsaklardagi suyuqlikning t_1 va t_2 temperaturalari o'lchanadi.
6. (8) formula bilan suyuqlikning hajm kengayish koeffitsiyenti hisoblanadi.

7. Tajribadan olingan va hisoblangan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

№	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	h_1, m	h_2, m	N_1, m	N_2, m	$\beta, \text{grd1}$	$\beta, \text{grd2}$	$\Delta\beta, \text{grd}$	$\varepsilon_{o'r}, \%$
1										
2										
3										

Nazorat savollari

1. Hajm kengayish koeffitsiyenti deb qanday kattalikka aytiladi va u qanday birliklari o'lchanadi?
2. Qanday sharoitda tutash idishdagi suyuqliklarning balandliklari turlicha bo'ladi?
3. Hajm kengayish koeffitsiyentini aniqlash usulini tushuntirib bering.
4. Nima uchun isitilganda jismlarning hajmi kengayadi?
5. Hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

Laboratoriya ishi. №2

Mavzu: Jismlarning issiqlikdan kengayish termik koeffitsiyentini aniqlash

(Qattiq jismlarni chiziqli kengayish koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligini o'lchash)

Ishning maqsadi: Latun, po'lat va shishani chiziqli kengayish koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligini o'lchash. Latun, po'lat va shishani chiziqli kengayish koeffitsiyentlarini aniqlash.

Kerakli jihozlar: Bo'ylama kengayishni o'rganish uchun asbob, seferbelatli indikator, seferbelatli indikatorni tutqich, termometr, sirkulyatsion termostat, toza suv.

Ishning nazaryasi

Qattiq jism zarralari muvozanat holat atrofida tebranma harakatda bo'ladi. Ularning qizdirilishi bilan panjara tugunida muvozanat holatida tebranuvchi zarralarning tebranish amplitudasi, ya'ni issiqlik tebranish energiyasi ortadi. Shuning uchun ham qattiq jismlar isitilganda kengayadi. Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi son jihatidan chiziqli va hajm kengayish koeffitsiyenti bilan harakterlanadi.

Chiziqli hajmiy kengayish koeffitsiyenti deb, bir birlik uzunlikdagi (l_0) qattiq jismni $\Delta t = 1 K$ temperaturaga qizdirilganda, uning uzunligi boshlang'ich uzunlikning qancha qismiga uzayganligini $\frac{\Delta l}{l_0}$ ko'rsatiladigan kattaliklarga aytiladi. Jism qizdirilgandagi uzayishi (yoki sovutilganda qisqarishi) uning boshlang'ich o'lchamlariga ham bog'liq. Qattiq jismning chiziqli uzayishi $\Delta l = l - l_0$ uning boshlang'ich uzunligi l_0 ga va harorat o'zgarishi $t - t_0$ ga proporsional,

$$l - l_0 = \alpha l_0 (t - t_0) \quad (1)$$

Bunda α - proporsionallik koeffitsienti yoki chiziqli kengayish koeffitsienti deyiladi. Bu koeffitsient son qiymati jihatidan jismning $1^0 C$ isitilgandagi $\frac{\Delta l}{l_0}$ nisbiy uzayishiga teng. Chiziqli kengayish koeffitsientining haroratga bog'lanishini e'tiborga olmaslik va tayinli bir modda uchun o'zgarmas kattalik deb hisoblash mumkin. (1) ifodadan:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (t - t_0)} = \frac{\Delta l}{l_0 (t - t_0)} \quad (2)$$

ni hosil qilamiz.

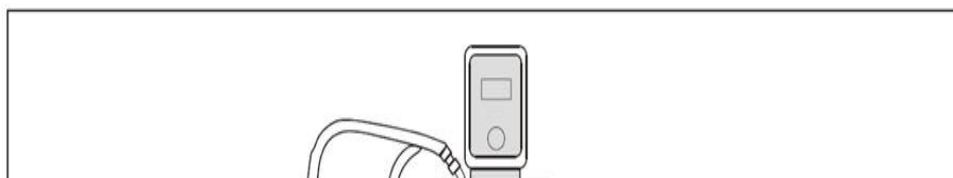
Qizdirilganda jismning chiziqli o'lchamlari ortadi, shuning uchun hajm ham ortadi.

Qattiq jismning uzunligi λ temperaturaga t chiziqli bog'liq;

$$\lambda = \lambda_0 (1 + \alpha t) \quad (3)$$

bu yerda l_0 - xona temperturasidagi uzunlik, t $0^0 C$ dagi temperatura. Qattiq jismlarning chiziqli kengayish koeffitsiyenti α , ularning materiali bilan aniqlanadi. Mazkur ishda suvni qizdirish uchun sirkulyatsion termostatdan foydalaniladi va qizigan suv turli materiallardan tayyorlangan quvurlar ichidan oqadi. Aylanma shkalasi 0,01 millimetrli shkalalar bo'linmalaridan iborat asboblardan uzunlikning o'zgarishini $\Delta l = l - l_0$ temperaturaning funksiyasi t sifatida o'lchashda foydalaniladi.

Jismlarning issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti ham xuddi issiqlik sig'imi singari temperaturaga bog'liq. Jismning temperaturasi ko'tarilsa, zarralarning muvozanat vaziyatlardan chetlanishlari ko'payadi bu esa qattiq jismni issiqlikdan kengayishiga olib keladi. Turli xil qattiq jismlarning issiqlikdan kengayish koeffitsiyentlari turlicha bo'lib, ular kristall panjara tuzulishiga, zarralar orasidagi energiyaga bog'liq.



1-rasm

1-rasm. Quvurlarning chiziqli kengayishni temperatura funksiyasi sifatida o'lchash bo'yicha tajriba qurilmasini kengaytiruvchi apparat bilan birgalikdagi sxematik ko'rinishi.

Tajriba qurilmasi

- 1-rasmda tajriba qurilmasi sxematik tarzda tasvirlangan.

-Seferblatli indikatorni tutqichdagi vintni burang (tafsilator uchun kengaytiruvchi apparat instruksiyasidan foydalaning) va siferbelatli indikatorni o'z o'rniga o'rning.

-Kengaytiruvchi apparatning qo'zg'almas tayanchini (a) belgisiga o'rning va latun quvurning ochiq uchuni qo'zg'almas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting.

-Latun quvurining yopiq uchuni biriktiruvchi quvur qismini yo'naltirgichga (b) shunday bir tekis siljitingki qisqa quvur (f) pastga qarasin.

-Latun quvurni qo'zg'almas tayanchga mustahkamlash uchun vintni burab qotiring (vint quvurdagi xalqasimon o'yiqa kirish kerak)

-Kengayuvchi qismni o'rning (c) (siferblatli indikator instruksiyasining mos varag'iga qarang).

- Sirkulyatsion termostatni ishga tayyorlang va uni ulang. To'liqroq bayonnoma tafsilotlari uchun, 666 768 instruksiyaning mos varag'iga murojat qiling.

Diqqat: Sirkulyatsion termostatdan foydalanishdan oldin uning instruksiyasini diqqat bilan o'qib chiqing.

- Sirkulyatsion termostat vannasini distillangan suv bilan to'ldiring.

- Asbobni silikonli quvurlar yordamida sirkulyatsion termostatga ulang, ya'ni latun quvurning ochiq uchuni va qisqa quvurni (f) termostat nasosining qisqa quvuriga biriktiring.

- Suv vannasining temperaturasini t o'lchash uchun termometrdan foydalaning.

Texnika xavfsizligi

Issiq suvning nazoratsiz chiqishini va bu bilan atrofdagilarga shikast va talofat utishini oldini olish uchun, apparatning har birini ishlashidan oldin silikonli birikmalarni tekshiring.

Sirkulyatsion termostatdan foydalanish bo'yicha maslahatlarga amal qiling.

Shisha trubka bilan ishlaganingizda apparatning bayonida keltirilgan instruksiyalarga amal qiling.

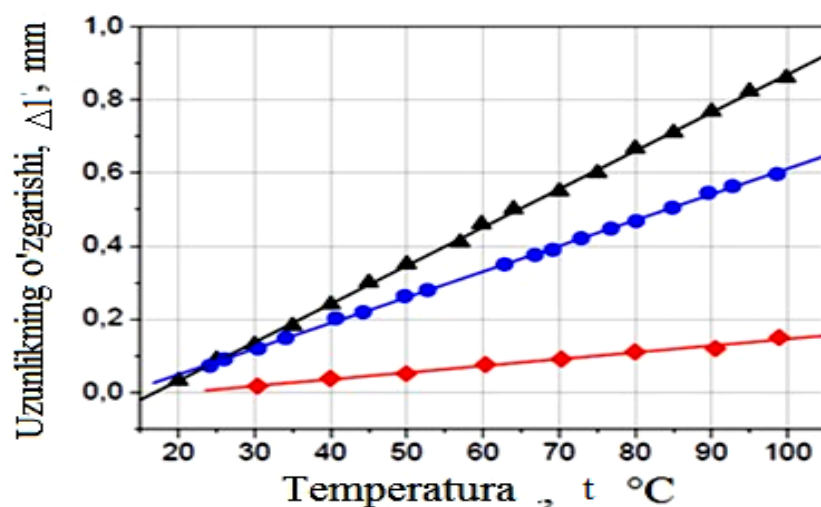
Ishni bajarish tartibi

1. Nolni o'rnatish uchun siferblatli indikatorning korpusini buring.
2. Boshlang'ich temperaturani o'lchang, ya'ni xona temperaturasi t_0 ni.
3. Sirkulyatsion termostatni ulang va uning temperaturasini t_0 ga nisbatan $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga kattaroq qilib o'rning.
4. Toki termodinamik muvozanat o'rnatilmaguncha kuting.
5. Temperaturani t ni o'lchang.
6. Siferblatli indikatorning ko'rsatishini yozib oling.
7. t temperaturani taxminan $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ qadam bilan $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha ko'taring.
8. Latun quvur xona temperaturasigacha sovushiga imkon bering.
9. Latun quvurni po'lat quvur bilan almashtiring va kengaytiruvchi apparatning qo'zg'almas tayanchini (a)belgisiga o'rning va po'lat quvurning ochiq uchini qo'zg'almas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting
10. Shunday tajribalarni shisha trubka bilan ham bajaring. Bu holda temperatura t ni taxminan $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ qadam bilan ko'taring.

1-jadval. Temperaturaning t funksiyasi sifatida uzunligi o'lchangan o'zgarish qiymatlari (Δl)

Latun		Po'lat		Shisha	
$t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l, \text{mm}$	$t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l, \text{mm}$	$t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l, \text{mm}$
20.0	0.03	24.1	0.07	30.4	0.02
25.0	0.09	26.0	0.09	39.9	0.04
30.0	0.13	30.5	0.12	49.9	0.05
35.0	0.18	34.1	0.15	60.3	0.08
40.0	0.24	40.7	0.20	70.3	0.09
45.0	0.30	44.3	0.22	79.9	0.11

50.0	0.35	49.7	0.26	90.5	0.12
57.0	0.41	52.7	0.28	98.9	0.15
59.8	0.46	62.8	0.35	-	-
64.0	0.50	66.8	0.38	-	-
70.0	0.55	69.1	0.39	-	-
75.0	0.60	72.9	0.42	-	-
80.0	0.67	76.8	0.45	-	-
85.0	0.71	80.1	0.47	-	-
90.0	0.77	84.9	0.51	-	-
95.0	0.82	89.6	0.55	-	-
99.8	0.86	92.8	0.56	-	-
-	-	98.6	0.60	-	-



2-rasm

Temperatura t funksiyasi sifatida uzunlikning o'zgarishi Δl : latun (▲), po'lat (●), shisha (◆). Uzluksiz chiziqlar (II) tenglama bo'yicha approksimatsiyaga mos keladi.

Natijalar va ularning tahlili: Turli o'lchashlar 1-jadvalda keltirigan. Chiziqli kengayish koeffitsiyentini α temperatura t funksiyasi sifatida aniqlash uchun uzunlikning o'zgarishini Δl o'lchash asosida grafik tuzilgan (2-rasmga qarang). Xona temperaturasida aniqlangan boshlang'ich uzunlikni l_0 tenglamaning (I) ikki tomonidan ham ayirib, uzunlikning o'zgarishi Δl uchun quyidagini olish mumkin:

$$\lambda - \lambda_0 = \lambda_0 \alpha t$$

$$\Delta l = k t \quad (4)$$

bu yerda $k = l_0 \cdot \alpha$. (4) tenglamani o'lchangan natijalar bo'yicha chiziqli approksimasiyasi beradi α (2-rasm). Natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval 2-rasm bo'yicha aniqlangan chiziqli kengayish koeffitsiyentlari α .

Material	Δl , mm	Tajriba, $\alpha \text{ K}^{-1}$	Adabiyotdagi natijalar $\alpha \text{ K}^{-1}$
Latun	600	$17,8 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$
Po'lat	600	$11,7 \cdot 10^{-6}$	$11 \cdot 10^{-6}$
Shisha	600	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$

Qo'shimcha ma'lumot

Qo'shimcha, issiqlikdan chiziqli kengayish quvurning to'liq uzunligi l_0 funksiyasi sifatida o'lchanishi mumkin. Issiqlikdan chiziqli kengayishni temperatura farqiga

$\Delta t = t_1 - t_0$ bog'liq. Sirkulyasion temperatura o'rniga bug' generatoridan foydalanish uzunlikning o'zgarishini Δl aniqlashga imkon beradi.

Shunday qilib, chiziqli kengayish koeffitsiyenti, masalan turli uzunlikdagi (200 mm, 400 mm, 600 mm) latun quvurlarniki, sirkulyasion termostatda o'rnatiladigan boshlang'ich t_0 va yakuniy t_1 temperaturalarini o'lchab, 2-rasmda ko'rsatilganidek aniqlanishi mumkin.

(<https://www.youtube.com/watch?v=LD6Lv342jt0&pp=ygVCSmlzbWxhcm5pbmcmgaXNzaXFsaWtkYW4ga2VuZ2F5aXNoIHRlcm1payBrb2VmZml0c2l5ZW50aW5pIGFuaXFsYXNo>)

Nazorat savollari

1. Jismlarning issiqlikdan kengayishini tushuntiring.
2. Chiziqli va hajmiy kengayish koeffitsientlari va ular orasidagi bog'lanishni tushuntiring.
3. Jismlarni issiqlikdan kengayishini hisobga olish va uning texnikadagi ahamiyati nimadan iborat?
4. Chiziqli kengayish koeffitsientini aniqlash qurilmasini tushuntiring.
5. Anizotropiya deb nimaga aytiladi?
6. Chiziqli kengayish koeffitsienti temperaturaga qanday bog'langan?

Laboratoriya ishi №3

Mavzu: Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlashni o'rganish, solishtirma issiqlik sig'imi haqida olgan nazariy bilimlarini amalda mustahkamlash.

Kerakli jihozlar: kalorimetr, tarozi, tarozi toshlari, termometr, solishtirma sig'imi aniqlanadigan 3 ta jism, qaynoq suv.

Nazariy qism

Teng massali, turli xil moddalardan yasalgan ikkita jismni bir xilda qizitaylik. Ma'lum vaqtdan keyin ularning temperaturalarini o'lchab teng emasligini bilamiz. Bunga sabab turli moddalarning issiqlik sig'irish qobiliyatlarining turlicha ekanligidir. Moddalarni ana shunday qobiliyatlarini xarakterlash maqsadida issiqlik sig'imi tushunchasi kiritiladi.

Jismning issiqlik sig'imi deb uning temperaturaini 1 K ga o'zgartirish uchun kerak

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (1)$$

bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

bu erda $\Delta T = T_2 - T_1$, jismning keyingi va oldingi temperaturalarining farqi,

Q- issiqlik miqdori.

Jism 1 K ga sovuganda, isigandagiga teng issiqlik miqdori ajralib chiqadi. Bir xil moddadan yasalgan turli massali jismlarning issiqlik sig'implari ham turlicha bo'ladi. Chunki issiqlik sig'imi massaga proporsional. Ba'zan turli xil moddalardan yasalgan jismlarning issiqlik sig'implarini solishtirish zarurati paydo bo'ladi. Buning uchun esa teng massali jismlarning issiqlik sig'implarini bilish kerak.

Solishtirma issig'lik sig'imi deb 1 kg massali jismning temperaturasini 1 K ga o'gartirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (2)$$

$$C = c \cdot m \quad (3)$$

Issiqlik sig'imi-solishtirma issiqlik sig'iminin jism massasiga ko'paytmasiga teng. Agar moddaning solishtirma issiqlik sig'imi ma'lum bo'lsa uning temperaturaini $\Delta T = T_2 - T_1$ ga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdorini aniqlash mumkin. (2) dan olamiz

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Turli moddalarning solishtirma issiqlik sig'irlarini o'lchash va solishtirish uchun kalorimetr deyiluvchi asbobdan foydalaniladi. Kalorimetrda jismlar orasidagi issiqlik almashuvi tashqi muhitdan ajratilgan holda ro'y beradi.

Issiqlik balansi tenglamasi:

Noma'lum jismning solishtirma issiqlik sig'imini topish usulini ko'raylik. Buning uchun qizitilgan jism ichida suv bo'lgan kalorimetrda solinadi. Oddiy kalorimetr qopqoqlik metall stakanchadan iborat bo'lib, u hajmi kattaroq idishga, idish devorlari orasida bo'shliq qoladigan qilib joylashtiriladi (1-rasm). Natijada qizigan jismning issiqlik miqdori suvga va kalorimetrda uzatiladi. Jarayon jismning, suvning va kalorimetrning temperaturalarini tenglashib T bo'lguncha davom etadi. Jismning T_j , suvning T_s , kalorimetrning T_k boshlang'ich temperaturalarini, c_s -suvning, c_k - kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'irlari, m_j -jismning, m_s -suvning, m_k - kalorimetrning massalarini bilgan holda va aralashmaning temperatura T ni termometrda aniqlab, jismning solishtirma issiqlik sig'imi c ni aniqlash mumkin.

Jism bergan issiqlik miqdori Q_j suv olgan issiqlik Q_s va kalorimetr olgan issiqlik miqdori Q_k larning yig'indisiga teng bo'lishi kerak, ya'ni

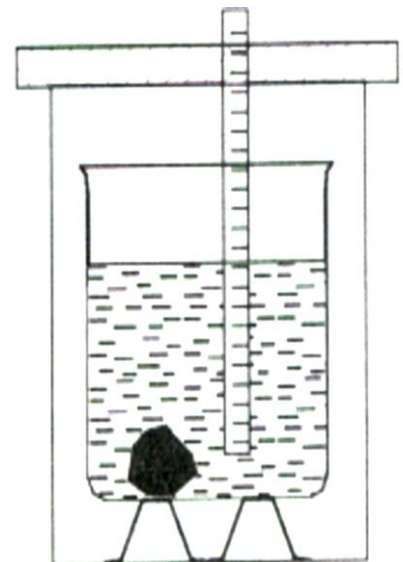
$$Q_j = Q_s + Q_k \quad (5)$$

Bu tenglamaga issiqlik balansi tenglamasi deyiladi. O'z navbatida (4) ga asosan

$$Q_j = C_j \cdot m_j (t_j - t) \quad (6)$$

$$Q_s = C_s \cdot m_s (t - t_{0s}) \quad (7)$$

$$Q_k = C_k \cdot m_k (t - t_{0k}) \quad (8)$$



1-rasm

(6), (7), (8) ifodalarni (5) ga qo'yamiz:

$$C_j \cdot m_j (t_j - t) = C_s \cdot m_s (t - t_{0s}) + C_k \cdot m_k (t - t_{0k})$$

va undan C_j ni topamiz.

$$C_j = \frac{C_s \cdot m_s (t - t_{0s}) + C_k \cdot m_k (t - t_{0k})}{m_j (t_j - t)} \quad (9)$$

Ushbu ifoda noma'lum jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlashga imkon beradi.

Ishning borishi

Kalorimetr pasportidan uning aralashtirgich bilan birgalikdagi issiqlik sig‘imi C_k ni yozib oling.

Menzurka yordamida suv hajmi V ni o‘lchab, uni kalorimetrning ichki idishiga quyding va issiqlik muvozanati qaror topgandan keyin uning temperaturasi $t_{os}^{\circ}C$ ni termometr yordamida o‘lchang.

Kalorimetrqa quyilgan suv massasini $m_s = \rho_s \cdot V$ formuladan foydalanib hisoblang. Bunda ρ_s — suvning zichligi.

Solishtirma issiqlik sig‘imi aniqlanayotgan jismning massasi m_j ni tarozi yordamida o‘lchang.

Jismni ipga bog‘lab, qaynab turgan suvga solib qo‘ying. Jism va suv o‘rtasida issiqlik muvozanati qaror topgandagi jismning temperaturasi t_j ni yozib oling. Bunda $t_j = t_s = 100^{\circ}C$ deb olish mumkin.

Qaynab turgan suvdan olingan jismni tezlik bilan sovuq suv solingan kalorimetrqa botiring. Aralashtirgich bilan kalorimetrda suvni aralashtiring va termometr ko‘rsatgan aralashmaning $t^{\circ}C$ muvozanat temperaturasini yozib oling.

Jismning solishtirma issiqlik sig‘imini (9) formuladan aniqlang.

Massalari turlicha, lekin xuddi shunday moddadan yasalgan yana ikkita jismning solishtirma issiqlik sig‘imini yuqorida keltirilgan tartibda aniqlang.

Birinchi, ikkinchi va uchinchi jismlar uchun aniqlangan solishtirma issiqlik sig‘imlari uchun o‘rtacha C_j ni hisoblang natijalarni 1- jadvalga yozing.

1- jadval

o	$t_{os}^{\circ}C$	$V \text{ m}^3$	$m_s \text{ kg}$	$\rho_s \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$t_j^{\circ}C$	$m_j, \text{ kg}$	$\rho_j \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$t^{\circ}C$	$C_j \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C}$

2. QATTIQ JISMNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG‘IMINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imlarini tajribada aniqlashni o‘rganish.

Kerakli asbob va qurilmalar: kalorimetr (dyuar idishi, dyuar idishi g‘ilofi), mis, shisha, qo‘rg‘oshin pitralar, o‘quv laboratoriya tarozisi, termometr yoki NiCr-Ni temperatura

datchigi, bug‘ generatori, qizdirish qurilmasi (elektroplitka), menzurka, V-shaklsimon shtativ asosi, shtativ ustuni, multi tutgichlar, universal tutgich, silikon quvurlar, bir juft issiqlikka chidamli qo‘lqop.

Nazariy qism

Mazkur tajribada pitra shaklidagi turli materiallarning solishtirma issiqlik sig‘imi aniqlanadi. Har bir hol uchun pitralar tarozida tortiladi va t_1 temperaturagacha qizdiriladi, keyin massasi tarozida tortib aniqlangan t_2 temperaturali suv quyiladi. Yaxshi aralashgandan keyin issiqlik almashinuvi evaziga pitra bilan suv umumiy temperaturaga erishadi ta. Bunda pitradan ajralgan issiqlik miqdori ΔQ_1

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - \alpha t) \quad (2)$$

(bu yerda m_1 pitra massasi, c_1 - pitraning solishtirma issiqlik sig‘imi). Suv yutgan issiqlik miqdoriga ΔQ_2 quyidagiga teng:

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - \alpha t) \quad (3)$$

bu yerda m_2 – suv massasi. Ushbu ifodadagi suvning solishtirma issiqlik sig‘imi c_2 aniq, temperaturasi esa bug‘ temperaturasiga teng, deb faraz qilinadi. Noma‘lum c_1 ning qiymati o‘lchangan ta, t_2 , m_1 va m_2 ning qiymatlari bo‘yicha quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$c_1 = c_2 \frac{m_2 (t_a - t_2)}{m_1 (t_1 - t_a)} \quad (4)$$

Kalorimetrning idishi ham pitradan ajralgan issiqlikning bir qismini yutadi. Demak, kalorimetrning issiqlik sig‘imi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$C_k = c_2 m_k \quad (5)$$

Shunday qilib, kalorimetr idishining suv ekvivalenti m_k hisoblashlarda e‘tiborga olinadi ($m_k = 23$ g). (3) formula bilan hisoblangan yutilgan issiqlikning miqdori ancha aniqroq hisoblanadi:

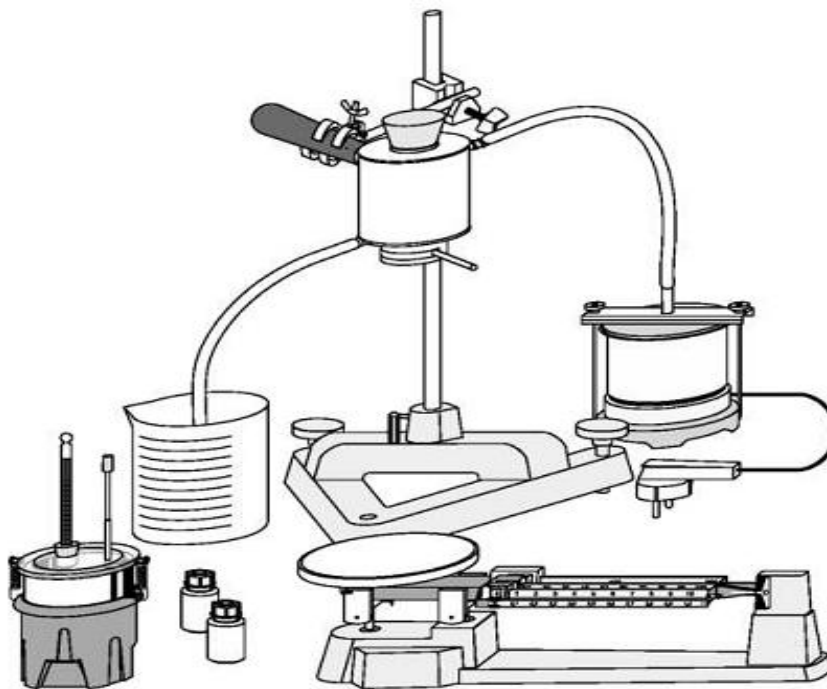
$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot (m_2 + m_k) \cdot (t_2 - \alpha t) \quad (6)$$

Ushbu formulani inobatga olgan holda (4) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$c_1 = c_2 \frac{(m_2 + m_k)(t_a - t_2)}{m_1 (t_1 - t_a)} \quad (7)$$

Tajriba qurilmasi va ishni bajarish tartibi

1. 1-rasmda tasvirlangan tajriba qurilmasini yig‘ing va jihozlarni ishchi holatga keltiring;



1-rasm. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash uchun tajriba qurilmasi va jihozlari.

2. Qizdirgichni shtativga o'rnatib;

3. Bug' generatorini suv bilan to'ldiring va ehtiyotlik bilan qurilmani berkiting va uni silikon quvur yordamida qizdirgichning yuqorisidagi (bug' kirishi) shlangli birikmaga ulang;

4. Silikon quvurni qizdirgichning pastidagi shlangli birikmaga (bug'ning chiqishi) ulang va quvurning ikkinchi uchini menzurkaga soling. Barcha birikmalarda silikon quvurlar ishonchli mahkamlaganini ko'zdan kechiring;

5. Qizdirgichning namunalar kamerasini qo'rg'oshin pitrasi bilan to'ldiring va imkoni boricha uni stopor bilan zich qilib berkiting;

6. Bug' generatorini elektr tarmoqqa ulang, shundan keyin esa qizdirgichdagi pitralarni ular orqali bug' o'tkazib 20-25 minut vaqt davomida qizdiring;

Bu vaqt mobaynida: - bo'sh Dyuar idishining massasini aniqlang, shundan so'ng unga taxminan 180 g suv quyib; - dyuar idishini g'ilofga soling va mos ravishda termometr yoki temperatura datchigini qo'ying; - suv temperaturasini t_2 o'lchang;

7. Dyuar idishining qopqog'ini oching va uni chetga suring; namunalar uchun mo'ljallangan to'rni Dyuar idishiga kiritib;

8. Temperaturasi 100°C bo'lgan pitralarni namunalar uchun mo'ljallangan to'rga tashlang, qopqoqni yoping va pitralarni suv bilan astoydil aralashtiring;

9. Suv temperaturasi ko'tarilmay qolganda, aralashmaning temperaturasini o'lchang (ta);

10. Olingan tajriba natijalarini ishchi formulaga qo'yib qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang;
11. Qo'shimcha ravishda pitralarning massasi m ni aniqlang;
12. Mis va shisha pitralar bilan tajribani takrorlang;
13. Olingan tajriba natijalarini 1-jadvalga kiriting;

Nazorat savollari:

1. Issiqlik sig'imi nima va u qanday fizik parametrlarga bog'liq?
2. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imi nima va u moddalarning geometrik o'lchamlariga bog'liqmi?
3. Ishchi formulani keltirib chiqaring va mohiyatini izohlang?
4. Ishni bajarish tartibini tushunitiring va olingan natijalarni tahlil eting?

Laboratoriya ishi. №4

Mavzu: Tomchini uzilish usuli bilan suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1. Jo'mrakli ikkita bir xil byuretka yoki ikkita belgisi bo'lgan ingichka naycha. 2. Ikkita stakan. 3. Voronka. 4. Tekshiriladigan suyuqliklar. 5. Etalon suyuqlik (distillangan suv).

Ishni bajarishdan maqsad: Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini turli xil usullar bilan laboratoriya sharoitida aniqlab, suyuqlikning tuzilishi, uning sirtida sodir bo'luvchi hodisalar haqidagi bilimlarni mustahkamlash. Sirt taranglik koeffitsiyentini tajribada aniqlashning tomchi usuli bilan tanishish.

Ishning nazaryasi

Suyuqlikning tuzilishi shuni ko'rsatadiki, molekulalar orasidagi o'rtacha masofa $3 \cdot 10^{-10} \div 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ orasida bo'lib, ularning molekulyar ta'sir radiusi $\approx 10^{-9} \text{ m}$ ga tengdir. Suyuqlik ichidagi molekula hamma tomondan boshqa molekulalar bilan o'ralgan bo'lib, chekli vaqt oralig'ini olib qaralganda, u hamma yo'nalishlar bo'ylab deyarli bir xil ta'sirga uchraydi. Suyuqlik sirtidagi molekulalarga esa o'zidan chuqurroqda va yon tomonlarida yotgan molekulalargina ta'sir qiladi. Shuning uchun bunday molekulalarga ularni ichkariga olib kirishga intiluvchi kuch, boshqacha aytganda, suyuqlik sirtiga normal yo'nalgan kuch ta'sir qilib turadi. Shu sababli 10^{-9} m qalinlikdagi sirt qatlamda molekulalar umuman bir-biriga parallel joylashgan.

Bundan ko'rinadiki taxminan 10^{-9} m qalinlikdagi sirt qatlami alohida holatda turar ekan. Molekulalar bu qatlamda qattiq jismlardagiga o'xshab ma'lum tartib bilan joylashgan bo'lib, xuddi shu qatlamda sirt tarangligi vujudga keladi.

Sirt taranglik kuchi hamma vaqt suyuqlik yuzasiga urinma bo'lgan tekislikda yotadi va uning erkin yuzasini chegaralovchi chiziqqa tik yo'nalgan bo'lib, suyuqlik yuzasini qisqarishga majbur etadi. Suyuqlik sirtida sodir bo'luvchi bu hodisani xarakterlash uchun sirt taranglik koeffitsienti kattaligi kiritilgan.

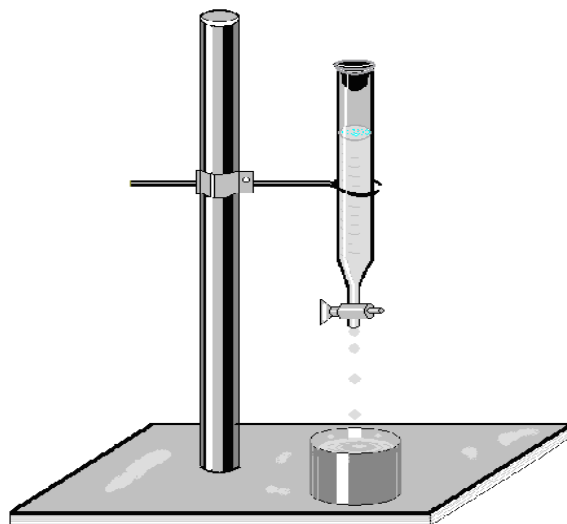
Suyuqlik sirtini chegaralovchi chiziqning uzunlik birligiga ta'sir etuvchi kuch sirt taranglik koeffitsienti deyiladi. Agar sirt taranglik kuchini F bilan, suyuqlik yuzasini chegaralovchi chiziqning uzunligini l desak, sirt taranglik koeffitsienti

$$\delta = \frac{F}{l} \quad (1)$$

formula bilan ifodalanadi, uning birligi $\frac{N}{m}$

Sirt taranglik koeffitsienti suyuqlik yuzasining tozaligiga, temperaturaga bog'liqdir. Temperatura ortganda sirt tarangligi kamayadi va kritik temperaturada nolga teng bo'lib qoladi.

Pastki uchi ingichka naydan suyuqlik sekin oqib chiqayotganda tomchilar hosil bo'lishi sirt taranglik kuchining ta'siri natijasidir. Tomchini hosil qiluvchi va uni tushirmasdan ushlab turuvchini kuchni bilsak, tekshirilayotgan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini belgilash oson bo'ladi.



1–rasm

Tomchini uzuvchi kuch, ya'ni og'irlik kuchining kattaligini P va uni tushirmasdan ushlab turuvchi kuchni F bilan belgilasak, ularning muvozanat holatida:

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

bo'ladi. Bunda r – tomchining uzilgan paytdagi radiusi. Agar bir nechta (masalan, 50–100 ta) tomchining og'irligini tarozida tortib, undan so'ng bir tomchi uchun P_1 ning qiymatini aniqlash maqsadga muvofiqdir. U holda:

$$2\pi r\alpha = \frac{P_1}{n} = \frac{m_1 g}{n} \quad (3)$$

Tomchi radiusini aniqlash qiyinligi uchun o'lchash etarli darajada aniq bo'lmaydi. tomchining radiusini o'lchamasdan ham ishni bajarish mumkin. byuretkaga navbat bilan (birining sirt taranglik koeffisienti ma'lum bo'lgan) bir xil hajmli har xil suyuqlik solinadi. Bunda teng hajmli suyuqlikning tomchilari sanash yo'li bilan aniqlanadi. (1-rasm).

(3) formulani har bir suyuqlik uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\begin{cases} 2\pi r\alpha_1 = \frac{1}{n_1} V\rho_1 g \\ 2\pi r\alpha_2 = \frac{1}{n_2} V\rho_2 g \end{cases} \quad (4)$$

Bunda n_1 va n_2 –tomchilar soni, ρ_1 va ρ_2 –esa birinchi va ikkinchi suyuqliklarning zichliklari. tenglikning mos tomonlarini hadma-had bo'lish natijasida quyidagini topamiz:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (5)$$

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

Bundan:

(6)

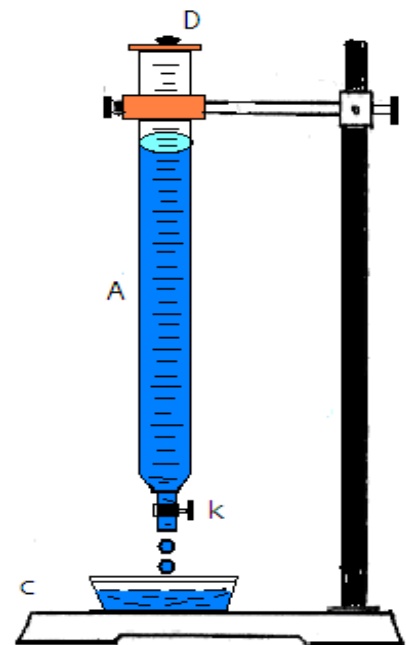
Qurilmaning tavsifi.

Asbob oddiy tuzilishga ega bo'lib, (1-rasm) bir uchiga K jo'mrak o'rnatilgan, sirti darajalangan A byuretkadan iborat. Byuretkaning jo'mrak o'rnatilgan uchi konussimon kichrayib borgan bo'lib, asosning ichki radiusi 1-3 mm ni tashkil etadi. Suyuqlikning hajmi idishga darajalangan shkalaga qarab aniqlanadi. Asbob shtativga vertikal o'rnatilgan. Suyuqlikni tomchilatish uchun idish ostiga C stakan qo'yiladi. D qopqoq idish ichiga chang tushishidan saqlaydi.

Ishni bajarish tartibi

1. Dastlab byuretkaga tekshiriladigan suyuqlik bilan yaxshilab yuviladi.

2. So'ngra har qaysi suyuqlikning hajmi V qancha bo'lishi tomchilarni sanab aniqlanadi.



2-rasm

3. Tajribadan har qaysi suyuqlik uchun bir necha (5–7) marta takrorlab n_1 va n_2 larni o‘rtacha qiymatlari topiladi.

4. ρ_1 , ρ_2 va α_1 larning qiymatlarini jadvallardan olib, α_2 ning qiymati (5) formuladan hisoblab chiqariladi. Odatda sirt tarangligi ma’lum bo‘lgan suyuqlik o‘rnida suv olinadi.

5. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

1-jadval

Tajriba nomeri	$\alpha_1; N/m$	$\alpha_2; N/m$	$\rho_1; kg/m^3$	$\rho_2; kg/m^3$	n_1	n_2
1						
2						
3						
...						

<https://www.youtube.com/watch?v=aoAphSI8ouk&pp=ygVWVG9tY2hpbmkgdXp pbGlzaCB1c3VsaSBiaWxhbiBzdXl1cWxpa2xhcm5pbmcgc2lydCB0YXJhbmdsaWsga29lZ mZpdHNpeWVudGluaSBhbmlxbGFzaC4%3D>

Nazorat savollari

1. Sirt taranglik kuchlari nima?
2. Sirt taranglik kuchlarining namoyon bo‘lishiga misollar keltiring.
3. Sirt taranglik koeffitsienti deb qanday kattalikka aytiladi?
4. Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsientlari nimalarga bog‘liq?
5. Halqaning suyuqlik yizasiga tegib turgan sirtiga qanday kuchlar ta’sir qiladi?
6. Kapilyarlik hodisasini tushintiring.
7. Suyuqlik sirt qatlamining energiyasini qanday aniqlanadi?
8. Ho‘llovchi va ho‘llamovchi suyuqliklar qanday aniqlanadi?

Laboratoriya ishi №5

Mavzu: Asman psixrometri yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash.

Ishning maqsadi: Havo namligi to'g'risida tushunchaga ega bo'lish, havoning nisbiy namligini aniqlash usullari bilan tanishish. Aspiratsion psixrometrning tuzilishi va ishlash printsipi o'rganish.

Kerakli asboblari: Aspiratsion psixrometr, pipetkali rezina ballon, batist materiali yoki marli, distillangan suv, barometr, gigrometr.

Nazariy tushuncha

Havoning namligi kishi organizmini faoliyatida katta ahamiyatga ega, chunki u organizm yuzasidagi suv bug'lanishi tezligini xarakterlaydi. Masalan: O'pkadan qaytib chiqayotgan havo 30°C temperaturada to'la to'yingan bug'dan iborat bo'lganligidan o'pka alveolalari sirtidagi suvning bug'lanishi havoning absolyut namligiga bog'liq bo'ladi. Inson hayoti uchun atmosfera havosining normal nisbiy namligining kattaligi 40% dan 60% gacha bo'lishi kerak. Absolyut namlik deb 1m³ havodagi grammlarda ifodalangan suv bug'ining miqdoriga aytiladi.

Absolyut namlik L bilan belgilanadi. 1g/m³ = 1,06 mm.simob ustuni. Maksimal namlik deb - berilgan temperaturada 1m³ havodagi grammlarda ifodalangan tuyingan suv bug'ining miqdoriga aytiladi. Havoning suv bug'i bilan to'yinganligi darajasini xarakterlash uchun nisbiy namlik tushunchasi kiritiladi.

Havoning nisbiy namligi deb - berilgan temperaturada absolyut namlik L ning maksimal namlikka nisbatiga aytiladi. Odatda nisbiy namlik foizlarda ifodalanadi.

Bizning tajribamizda nisbiy namlik qancha kichik bo'lsa, suv shuncha tez bug'lanadi. Quyidagi 1-jadvalga to'yintiruvchi suv bug'ining turli temperaturalardagi bosimi va zichligi berilgan.

Amalda bug' bosimi uning zichligiga to'g'ri proporsional bo'lgani sababli nisbiy namlikni bug' bosimi orqali ham aniqlash mumkin. Shuning uchun f ni qo'yidagicha aniqlash mumkin: berilgan temperaturada Ra, absolyut namlik havoni to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'i bosimi R ning qancha qismini tashkil etishini foiz hisobida ifodalovchi kattalik

havoning nisbiy namligi deyiladi.

$$f = \frac{P_a}{P_T} \cdot 100\% \quad \text{yoki} \quad \text{zichlik} \quad f = \frac{\rho_a}{\rho_T} \cdot 100\% \quad \text{orqali}$$

1 - jadval.

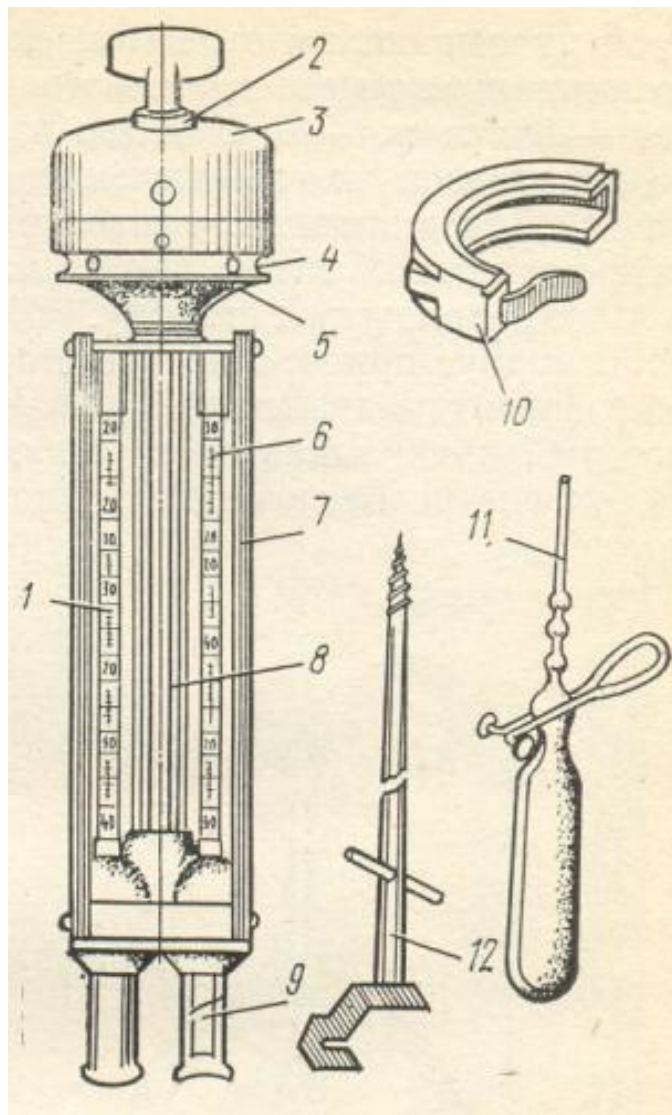
Temperatura °C	Bosim mm.sm.ust	Zichligi g/m ³	Tempera-tur °C	Bosim mm.sm.ust	Zichligi g/m ³
1	4,9	5,2	16	13,6	13,6
2	5,3	5,6	17	14,5	14,5
3	5,7	6,0	18	15,5	15,4
4	6,1	6,4	19	16,5	16,3
5	6,5	6,9	20	17,5	17,3
6	7,0	7,3	21	18,7	18,3
7	7,5	7,8	22	19,8	19,4
8	8,0	8,3	23	21,1	20,6
9	8,6	8,8	24	22,4	21,8
10	9,2	9,4	25	23,8	23,0
11	9,8	10,0	26	25,2	24,4
12	10,5	10,2	27	26,7	25,8
13	11,2	11,4	28	28,4	27,2
14	12,0	12,1	29	30,6	28,7
15	12,8	12,8	30	30,8	30,3

Sovush protsessida havoning suv bug‘lari bilan to‘yinishi hosil bo‘lgan temperatura shudring nuqtasi deyiladi. Absolyut namlik Renyuning psixrometrik formulasidan ham topiladi:

$$L = Y - a(t_1 - t_2) \cdot P$$

Bunda Y – ho‘l termometr ko‘rsatgan t_2 temperaturadagi to‘yingan suv bug‘ining elastikligi, a-psixometrik koeffitsient bo‘lib havoning tezligiga bog‘liq bo‘ladi (kichik xonalar uchun $a = 0,0013$ havoning harakatlanishi mumkin bo‘lgan keng xonalarda $a = 0,001$) t_1 - quruq termometr temperaturasi. P - barometrik bosim.

Psixrometrning tuzilishi va ishlash prinsipi.



Psixrometrlarning ishlashi quruq va atrofdagi havo namligi taʼsirida hoʻllangan termometrlarning koʻrsatkichlari farqiga asoslanadi. Psixrometr, maxsus gardishga mahkamlangan 2 ta bir xil simobli termometrli va aspiratsion golovkadan iborat (1-rasm). Psixrometr, maxsus gardishga mahkamlangan 2 ta bir xil simobli termometr va aspiratsion golovkadan iborat. Gardishning ostki qismida boʻlingan trubka va himoya plankasi mavjud. Trubkaning ikkiga ajralgan qismiga termometr rezervuarlarini radiatsiyadan himoya qiluvchi 2 ta trubka plastmassali tiqin yordamida birlashtirilgan yuqori qismi aspirator bilan tutashgan. Aspiratsion golovka buraladigan prujinali

mexanizm va ventilyatordan iborat boʻlib, qopqoq bilan berkitilgan. Ventilyator aylanganda asbob tomon havo soʻriladi va bu havo oʻtkazuvchi trubkadan oʻtib aspiratsion golovka tirqishlari orqali

tashqariga chiqariladi. quruq termometr

1-rasm havoning temperaturasini koʻrsatadi. Nam termometrning koʻrsatishi rezervuar sirtidagi suvning bugʻlanishi natijasida undan past boʻladi. Quruq va nam termometrlarning koʻrsatishiga qarab havoning namligini aniqlashda psixometrik jadvallardan foydalaniladi. Ishni boshlashdan avval, oʻng tomondagi termometrni bir qavat batist material bilan oʻrang, batistning lablari ustma-ust tushsin, uning ustidan maʼlum tartibda ip bilan bogʻlab chiqing.

1-6-termometrlar, 2-aspiratsion mexanizmni harakatga keltiruvchi kalit, 3- yopiq qopqoq, 4-havoni tashqariga chiqaruvchi tirqishlar, 5-aspiratsion golovka, 7- termometrni himoyalovchi plankalar,

8- havo oʻtuvchi trubka, 9-termometrni himoyalovchi trubkalar, 10-ventilyatorni himoyalovchi shit, 11- rezinali suv tomizgʻich, 12- priborni osish uchun sterjen.

Ishni bajarish tartibi

1. Ochiq havoda namlikni aniqlash uchun psixrometrni chorak soat oldin tashqariga chiqarib, maxsus ustunga yerdan 2 m balandlikda osib qoʻying.

Termometr rezervuaridagi batist materialini kuzatishdan 4 minut avval hoʻllang.

a) bu uchun pipetkali ballonga distillangan suv to'ldirib uchini qisqich bilan siqib qo'ying.

b) so'ngra pipetkani himoya trubkaning ichiga kiritib batistni ho'llang va bir oz vaqt pipetkani chiqarmasdan saqlab turib qisqichni bo'shashtiring ballonga suv so'riladi, so'ngra pipetkani chiqaring.

3. Aspiratsion mexanizm kalitni 3-4 aylantirib ventilyatorni ishga tushiring.

4. Ventilyator ishga tushgach 4 minutdan keyin termometrlar ko'rsatishi yozib olinadi bu vaqtda ventilyator normal holda ishlab turishi kerak. Hisob, shkala bo'limining yarim qiymati aniqligiga teng bo'lgan miqdorida olinib, bu ko'rsatkichga termometr pasportidan olingan qo'shimcha qiymat kiritiladi. O'lchash vaqtida shamol psixrometrdan kuzatuvchiga yo'nalgan bo'lishi kerak.

5. Havoning nisbiy namligini "Psixrometrik jadvallar" bo'yicha va quyidagi psixometrik formuladan aniqlanadi.

$$\varphi = \frac{P_h - aP\Delta t}{P_q} \cdot 100\%$$

bu yerda: φ -havoning nisbiy namligi; R_h –ho'l termometr ko'rsatgan temperaturadagi suv bug'ining elastikligini, P_a , R_q - quruq termometr ko'rsatgan temperaturadagi suv bug'ining elastikligi P_a , $A = 6,62 \cdot 10^{-4}$ – psixrometrik koeffitsient,

R- havo bosimi, P_a , Δt - quruq va nam termometrlar ko'rsatadigan (t_1-t_2) temperaturalar farqi.

6. Bundan tashqari psixrometr ko'rsatkichiga qarab nisbiy namlikni psixrometrik grafik bo'yicha ham aniqlash mumkin. Aniqlash tartibi quyidagicha bo'ladi: Vertikal chiziqlar bo'yicha quruq termometrning ko'rsatkichi, qiya chiziqlar bo'yicha ho'l termometrning ko'rsatkichi qo'yiladi. Bu chiziqlarning kesishish nuqtasida, foizlar hisobida berilgan nisbiy namlik mos keladi. Misol: quruq termometrning ko'rsatkichi $21,7^{\circ}\text{C}$, ho'l termometrniki $14,3^{\circ}\text{C}$, bo'lsa grafikda vertikal va qiya chiziqlarning kesishish nuqtasini aniqlaymiz. Topilgan nuqta 42°C dan yuqorida va 44°C dan pastda yotadi.

7. O'lchash natijalarini va hisoblashlarni 2-jadvalga kiriting.

8. Gigrometr asbobi orqali havoning nisbiy namligini aniqlang, keyin uni formula va jadval yordamida aniqlangan qiymatlar bilan solishtiring.

2-jadval

O'lchash joyi	№	$T_1, ^{\circ}\text{C}$	$T_2, ^{\circ}\text{C}$	R, P_a	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	R_k, P_a	R_x, P_a	$\varphi, \%$
Xonada	1							

	2							
	3							
Tashqarida	1							
	2							
	3							

Nazorat savollari

1. Havoning absolyut va nisbiy namligi deb nimaga aytiladi?
2. Shudring nuqtasi deb nimaga aytiladi?
3. Havoning nisbiy namligini aniqlash usullarini tushuntiring.
4. Psixrometrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

Laboratoriya ishi №6

Mavzu: Gazlarning solishtirma issiqlik sig'implari C_p/C_v nisbatini aniqlash

Kerakli asboblari: Kleman-Dezorm asbobi, manometr, nasos.

Ishning maqsadi: Gazlar solishtirma issiqlik sig'implarining nisbatini tajribada aniqlash.

1. Ishning nazaryasi

Jismning issiqlik sig'imi deb, uning temperaturasi 1° ga oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan fizikaviy kattalikka aytiladi. Gazlarning issiqlik sig'imini xarakterlashda solishtirma issiqlik sig'imi (C) va molyar issiqlik sig'imi (C_m) tushunchasidan foydalaniladi. a) Gazning solishtirma issiqlik sig'imi - 1kg massali gaz temperaturasi 1K ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikdir

$$C = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad (1)$$

m-gazning massasi, ΔQ -unga berilgan issiqlik miqdori, ΔT -gaz temperaturasi ko'tarilishi. C ning o'lchov birligi: $\frac{J}{kg \cdot K}$.

B) Gazning molekulyar (molyar) issiqlik sig'imi - 1 mol gaz temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikdir. Molyar issiqlik sig'imi: C_μ va solishtirma issiqlik sig'imi C orasida quyidagi bog'lanish mavjud.

$$C_\mu = \mu \cdot C \quad (2)$$

μ -bir mol gazning massasi. Gazning o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imi, o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imidan farq qiladi.

O'zgarmas hajmdagi ($V = \text{const}$) issiqlik sig'imi C_v . Bunda gazning hajmi o'zgarmaganligi uchun, tashqaridan berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini oshirishga sarf bo'ladi, ya'ni:

$$\Delta Q = \Delta U \quad (3)$$

tenglik bajariladi. Demak, o'zgarmas hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi ($C_{v\mu}$) 1 mol gazni 1° ga isitganda uning ichki energiyasi o'zgarishiga teng bo'ladi.

$$bSv\mu = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U}{\Delta T} \quad (4)$$

Gaz o'zgarmas bosimda ($p = \text{const}$) isitilsa, uning hajmi kengayadi. Shuning uchun, gazga berilgan issiqlik miqdori ΔQ gazning ichki energiyasi (ΔU) ni oshirishga va tashqi kuchni yengish uchun (ΔA) ish bajarishga sarf bo'ladi:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A \quad (5)$$

(5) ifoda termodinamikaning 1-qonuni deb ham yuritiladi. (5) ga asosan ideal gazning o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi (C_μ) quyidagicha aniqlanadi:

$$C_\mu = \frac{\Delta Q}{\Delta T} + \frac{\Delta A}{\Delta T} \quad (6)$$

Bu yerda gaz kengayganda (ΔA) bajargan ishi

$$\Delta A = p \cdot \Delta V \quad (6')$$

ga teng. U holda (4) va (6') ni hisobga olib, (6) ni quyidagicha o'zgartirib yozish mumkin.

$$C_\mu = C_v + \frac{p\Delta V}{\Delta T} \quad (7)$$

Ideal gazning holat tenglamasi $R \cdot \Delta V = R \cdot \Delta T$. Bu ifodani (7) ga qo'ysak:

$$C_\mu = C_v + R \quad (8)$$

hosil bo'ladi. (8) va (4) formulalarga asosan, har bir gaz uchun o'ziga xos bo'lgan SR ning S_v ga nisbatini topamiz:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} \quad (9)$$

Bu yerda R-universal gaz doimiysi. Uning fizik ma'nosi: 1 mol gazni 1K ga isitganda, gazning kengayish ishi son jihatdan R ga teng bo'ladi.

Agar (5) formulada $\Delta U=0$ bo'lsa,

$$\Delta Q=\Delta A \quad (10)$$

ga teng bo'ladi. Bunda tashqaridan gazga berilgan issiqlik miqdori faqat ish bajarishga sarf bo'lib, gazning temperaturasi o'zgarmaydi. Bunday jarayon izotermik jarayon deyiladi. Bu jarayonda ideal gaz uchun Boyle-Mariott qonunini yozish mumkin.
 $PV=\text{const.}$

Agar (5) formulada $\Delta Q=0$ bo'lsa:

$$\Delta U+\Delta A=0, \quad (11)$$

bo'ladi. Bunda tashqi muhit bilan hech qanday issiqlik almashinmaydi. Ish gazning ichki energiyasi o'zgarishi hisobiga bajariladi. Bunday proses adiabatik jarayon deyiladi. Bunda V gazning hajmi ortsa, ya'ni $\Delta A>0$ bo'lsa, $\Delta U<0$ bo'ladi, demak; $\Delta T<0$ bo'ladi, ya'ni gaz soviydi; aksincha, hajm kichraysa, gaz qiziydi. Adiabatik jarayon Puasson formulasi bilan ifodalanadi:

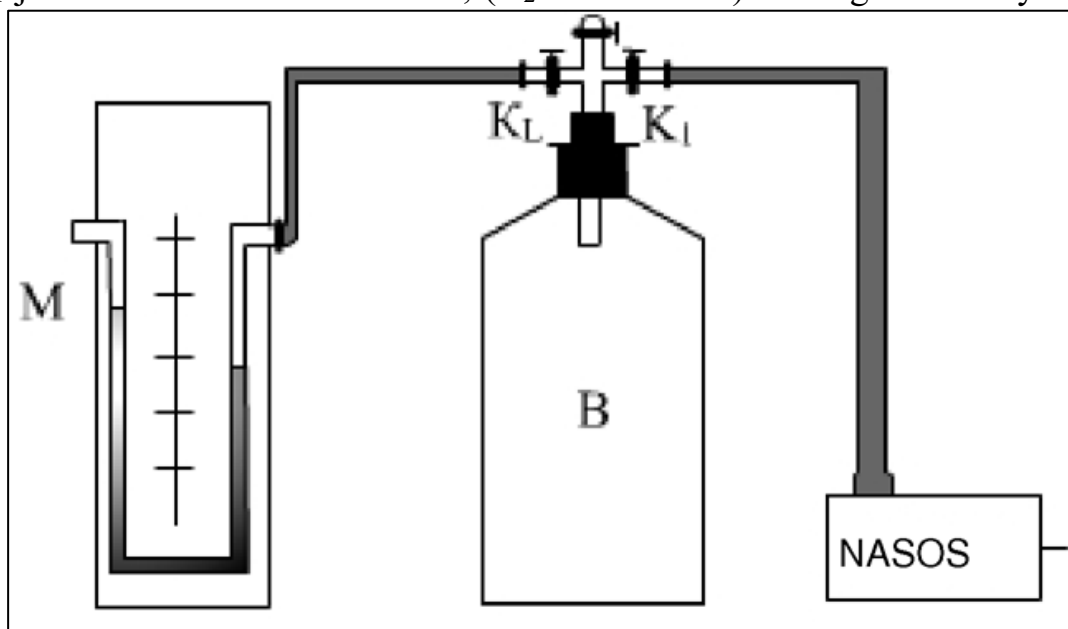
$$P \cdot V=\text{const}, \quad (12)$$

Gazlarda bu jarayonlarni ayrim-ayrim hosil qilish juda qiyin. Ko'pincha bu jarayonlarning aralashmasi hosil bo'ladi. Ya'ni politropik jarayon ro'y beradi.

Bu proses uchun $P \cdot V^n=\text{const}$ (12') bo'ladi. Bunda $1<n<\gamma$.

1. Asbobning tuzilishi va ish usuli

Gaz issiqlik sig'implarining nisbatini Kleman-Dezorm asbobida aniqlanadi, bu asbob havo balloni V va manometr M dan iborat. Ballon V va manometr M rezina nay orqali nasosga ulangan. Bundan tashqari, K jo'mrak orqali ballonni tashqi atmosferaga ulash mumkin. Agarda K_1 jo'mrakni nasos tomon ochib, (K_2 berk bo'ladi) ballonga havo haydasak, ballon



ichidagi havoning bosimi va harorati ko'tariladi.

Tashqi muhit bilan issiqlik almashish hisobiga vaqt o'tgan sayin idishdagi havoning harorati pasaya boshlaydi. Natijada manometr M dagi suvning balandligi kamayib boradi. Ma'lum vaqt o'tgach idish ichidagi va tashqi haroratlar tenglashadi, manometrda suv ustunlarining farqi kamayishdan to'xtaydi. Bunda manometrdagi suv sathlarining farqi h_1 bo'lsin. U vaqtda idish ichidagi bosim

$$R_1 = R_0 + h \quad (13)$$

bo'ladi. Bunda R_0 - tashqi atmosfera bosimi. Gazning 1-holatini T_1 va $R_1 = R_0 + h$, kattalik bilan xarakterlash mumkin.

Agarda jo'mrak K_2 ni ochib, ichkaridagi bosim tashqi R_0 bosimga tenglashishi bilan jo'mrakni qayta berkitsak, adiabatik kengayish vujudga keladi. Bunda idish ichidagi havoning harorati T_2 gacha pasaygan bo'ladi. Bu 2-holat T_2 va R_0 kattaliklar bilan xarakterlanadi. Idish ichidagi havoning harorati T_2 tashqi harorat T_1 bilan tenglasha borib, manometrdagi suv ustunlarining farqi orta boshlaydi. Suv ustunining o'zgarishi to'xtagach tirsaklardagi suv sathlarining farqi h_2 o'lchanadi. Bunda idish ichidagi havoning bosimi

$$R_2 = R_0 + h_2 \quad (14)$$

bo'ladi. Bu holatni xarakterlovchi kattaliklar T_1 va R_2 bo'ladi. Gazning 2- va 3-holatlariga Gey-Lyussak qonunini tatbiq qilish mumkin.

$$\frac{P_2}{T_1} = \frac{P_0}{T_2} \quad (15)$$

Gazning 1-holatidan 2-holatiga o'tishini adiabatik kengayish deb hisoblab quyidagi tenglamani yozish mumkin. bu tenglamaga $R_1 = R_0 + h_1$ ni qo'yaylik buni quyidagicha o'zgartirib

$$\left(1 + \frac{h_1}{P_0}\right)^{\delta-1} = \left(1 + \frac{T_1 - T_2}{T_2}\right)^{\delta}$$

tenglamani hosil qilamiz. Tenglamani ikkala tomonini Nyuton binomi bo'yicha yoyib, $\frac{h_1}{P_0}$ va $\frac{(T_1 - T_2)}{T_2}$

lar juda kichik bo'lgani uchun ularning yuqori darajali hadlarini tashlab yuboramiz va faqat birinchi darajali hadlarnigina qoldiramiz:

$$1 + (\gamma - 1) \frac{h_1}{P_0} = 1 + \gamma \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad \text{yoki} \quad P_0 \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} h_1 \quad (16)$$

(14) tenglamadagi R_2 ning qiymatini (15) ga qo'yib, unda h_2 ni topamiz. $h_2 = P_0 \frac{T_1 - T_2}{T_2}$

So'nggi ifodani (16) ga tenglashtiramiz: $h_2 = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \cdot h_1$. Bu tenglamani γ ga nisbatan echib, γ ni hisoblash formulasini topamiz.

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (17)$$

3. Ishning bajarilish tartibi

Jo'mrak K_2 ochilib, manometrdagi suv ustunlarining sathlari tenglashtiriladi va jo'mrak K_2 berkitiladi.

Jo'mrak yordamida nasos idish bilan ulanadi va idishga havo haydaladi (bunda suv sathlari farqi 20sm bo'lishi kerak).

Havo haydash to'xtatiladi, K_1 jo'mrak berkitiladi. Suv sathlarining o'zgarishi to'xtagach (5 minutcha o'tadi) suv sathlarining farqi h_1 o'lchanib jadvalga yoziladi.

Jo'mrak K_1 ochilib, suv sathlari tenglashgach yopiladi. Suv sathlari o'zgarishi to'xtagach (3-5 minut) h_2 o'lchanib jadvalga yoziladi.

Tavsifda berilgan formula vositasida hisoblanadi. $\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$

№	h_1, m	h_2, m	γ_1	γ_2	$\Delta\gamma_1$	$\Delta\gamma_2$	$E\gamma, \%$
1							
2							
3							

<https://youtu.be/QCaP-8Yil-o?si=37Ur4HOadEwIFilh>

Nazorat savollari

1. Issiqlik sig'img'lariga ta'rif bering va birliklarini keltirib chiqaring.
2. Gazlarning universal doimiysi mohiyatini tushuntiring.
3. Izojarayonlar grafiklarini chizing.

4. Nima uchun gazlarda issiqlik sig'imi ikki xilga farqlanadi?
5. Termodinamikaning birinchi qonunini ta'riflang.
6. Termodinamikaning birinchi qonunini izojarayonlarga tatbiq eting.
7. Hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

Laboratoriya ishi №7

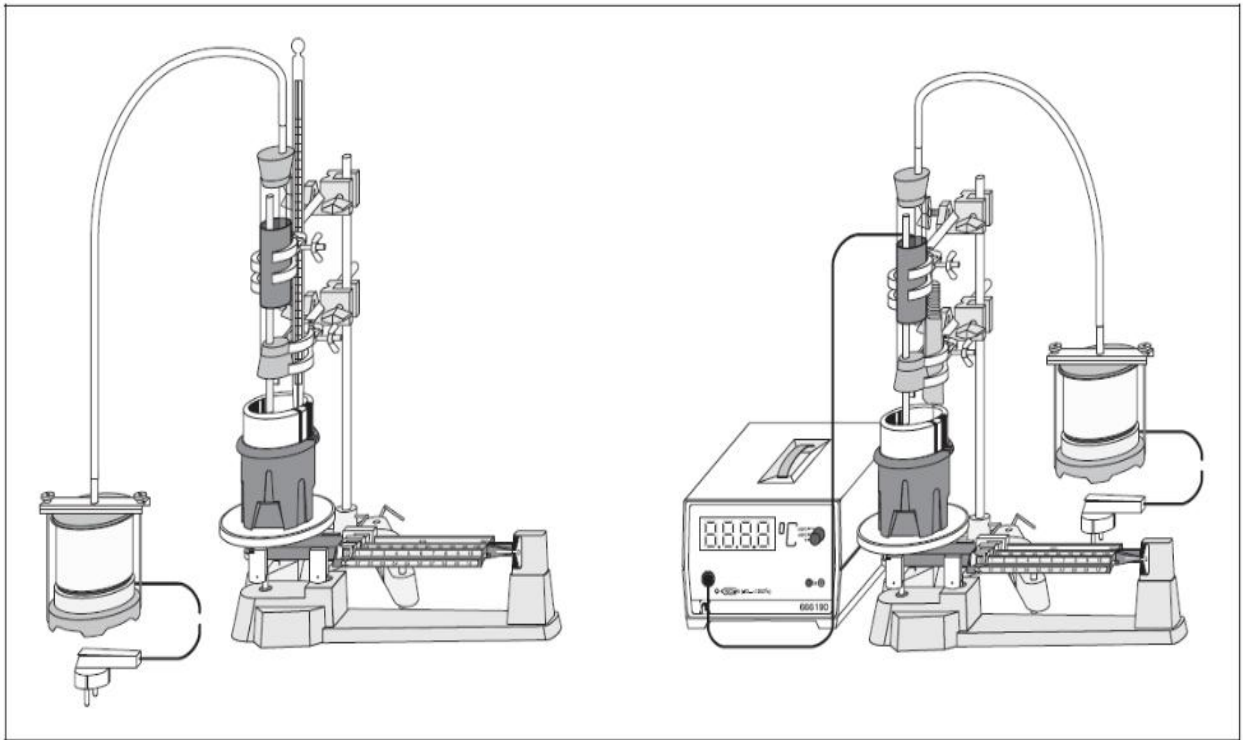
Mavzu: Suv bug'i hosil bo'lishning yashirin issiqligini aniqlash.

Ishning maqsadi: Sovuq suv va bug' aralashmasining temperaturasi hamda suv bug'lari hosil bo'lishining yashirin issiqligini aniqlashni o'rganish.

Kerakli jihozlar: G'ilofga ega Dyuar idishli kalorimetr, o'quv laboratoriya tarozisi, termometr yoki NiCr-Ni tipli temperatura datchigi, raqamli termometr, bug' generatori (550 W/230 V), suvni ajratgich, ichki diametri 7x1,5 mm, 1 m bo'lgan silikon trubkalar, mustahkam shishadan tayyorlangan, hajmi 400 ml bo'lgan menzurka, V shaklidagi shtativ asosi, uzunligi 47 sm bo'lgan shtativ ustun, multi qisqichlar, diametri 0÷80 mm bo'lgan universal qisqichlar, distillangan suv

Nazariy qism

O'zgarmas bosimda moddaga qandaydir issiqlik miqdori uzatilsa, odatda moddaning temperaturasi oshadi. Ammo, agar fazaviy o'tish mavjud bo'lsa, moddaning temperaturasi oshmaydi, chunki uzatilayotgan issiqlik fazaviy o'tishga sarf bo'ladi. Agar issiqlik uzatish jarayoni fazaviy o'tishdan keyin ham davom etsa, moddaning temperaturasi yana orta boshlaydi. Suvning bug'lanishi fazaviy o'tishning yaqqol misoli hisoblanadi. Moddaning birlik massasi iste'mol qiladigan issiqlik bug'lanishning yashirin issiqligi Q deyiladi.



1-rasm.Suv bug‘lari hosil bo‘lishining yashirin issiqligini aniqlash uchun mo‘ljallangan tajriba qurilmasi

Chap tarafdagida temperatura termometr yordamida o‘lchanadi, o‘ng tarafdagida esa temperatura temperatura datchigi yordamida o‘lchanadi.

Tajribada bug‘ hosil bo‘lishining yashirin issiqligi Q quvurdan kalorimetrga toza bug‘ uzatish orqali aniqlanadi. Bug‘ sovuq suvni aralashma temperaturasi v_m qizdiradi va so‘ngra suvga kondensatsiyalanadi. Bug‘ hosil qilish issiqligi bug‘ni suvga aylantiradi. Aralashma temperaturasi qo‘shimcha boshlang‘ich temperatura v_2 , sovuq suvning massasi m_2 hamda kondensirlangan suvning massasi m_1 o‘lchanishi va bug‘ hosil bo‘lish issiqligi quyidagi formuladan hisoblab topilishi mumkin:

$$\Delta Q_1 = c \cdot m_1 \cdot (100^\circ - t_m) \quad (1)$$

bu yerda c - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi koeffitsiyenti

Chunonchi, bug‘dan ajralib chiqqan issiqlik suvning $v_1=100^\circ\text{C}$ dan aralashma temperaturasi v_2 gacha ajralgan issiqlik bilan bug‘ning kondensatsiyalanishida ajralgan issiqlik ΔQ_2 yig‘indisiga teng. Oxirgi issiqlik $t_1 \approx 100^\circ\text{C}$ temperaturadagi suvni bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlikga ham teng. Shunday qilib biz quyidagilarga egamiz:

$$\Delta Q_2 = m_2 \cdot t \quad (2)$$

Sovuq suv bug‘ bilan aralashganda yutilgan issiqlik

$$\Delta Q_3 = c \cdot m_2 \cdot (- t_2) \quad (3)$$

Shu bilan bir vaqtda kalorimetr issiqlik yutadi, bu issiqlik miqdori kalorimetrning ma‘lum suv ekvivalenti m_k bilan hisoblab topilishi mumkin:

$$\Delta Q_4 = c \cdot (t_m - t_2) \quad \text{bu yerda} \quad m_k = 20 \text{ g} \quad (4)$$

Ajralgan issiqlik miqdori $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$ va yutilgan issiqlik miqdori $\Delta Q_3 + \Delta Q_4$ o'zaro teng, ya'ni:

$$\frac{Q}{c} = \frac{(m_2 + m_k)}{m_1} \cdot (t_m - t_2) - (100 - t_m) \quad (5)$$

Tajriba qurilmasi

Tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan. Tajriba o'tkazish vaqtida Dyuar idishi o'quv laboratoriya tarozisining pallasida joylashgan bo'lishi kerak.

- termometrni yoki NiCr-Ni tipli temperatura datchigini o'rnatish;

- 2 sm balandlikgacha bug' generatoriga distillangan suv soling va qopqoqni berkiting. Shundan so'ng qisma vositani tartib va ehtiyotlik bilan mahkamlang.

- Bug' trubkasining kirishini suv ajratgichga shunday siljitingki, pastki stoporgacha bo'lgan masofa yuqorigi stoporgacha bo'lgan masofadan katta bo'lsin. Bug' trubkasining chiqishini u yuqorigi stoporgacha yetmaguncha siljiting.

- Silikon quvurlardan bug' trubkasini chiqishi bilan bug' generatorini va bug' trubkasining kirishi bilan suv ajratuvchi separatorni biriktirish uchun foydalaning. Hozircha suv ajratgichni o'rnatmang.

Tajribalarni o'tkazish

Dyuar idishini sovuq suv bilan to'ldirish:

- Bo'sh Dyuar idishining massasini o'lchang.

- Dyuar idishiga taxminan 150 gramm distillangan suv soling va uning massasini m_2 hamda temperaturasini v_2 o'lchang.

- Suv ajratgichni shunday o'rnatishki, bug' trubkasining chiqishi Dyuar idishi tubining o'rtasidan 1 sm yuqorida joylashsin. Zaruriyat tug'ilganda uni silikon quvur qisqa bo'lagi bilan tortish mumkin.

- Qurilmaning umumiy massasini aniqlang.

Bug'ni quvur orqali idishga uzatish:

- Suv ajratgichni menzurkaga joylashtiring va silikon quvurlar yaxshi qotirilganiga amin bo'ling.

- Bug' generatorini elektr tarmoqqa ulang va bug' chiqishini kuting.

- Suv ajratgichni Dyuar idishining tepasiga o'rnatish va yana bir bor to'liq massaning ortishini va temperaturaning ko'tarilishini kuzating.

To'liq massa taxminan 20 g ortgandan keyin, bug' generatori o'chiriladi va tezda aralashmaning temperaturasi v_m aniqlanadi.

O'lchash namunasi

Sovuq suv massasi $m_2=153.8$ g sovuq suv temperaturasi $t_2=28.1$ °C haqiqiy massa suv ajratgichni tushirgandan keyingi 154.3 g bug' chiqishini to'xtatishdan keyingi 174.0 g issiq suv aralashmaning temperaturasi $\tau=88.3$ °C.

Natijalar va ularning tahlili: $m_1 = 174.0$ g - 154.3 g = 19.7 g, $m_2 = 153.8$ g, $t_1 = 88.3$ °C; $t_2 = 28.1$ °C; Dyuar idishining suv ekvivalenti: $m_k=20$ g; Suvning solishtirma issiqlik sig'imi: $c = 4.19$ kJ/(kg·K). Bu qiymatlarni (V) formulaga qo'yib quyidagilarni olamiz: $T= 520$ K va $Q = 2.18 \cdot 10^3$ KJ/Kg.

Nazorat savollari

- 1.Suv bug'i hosil bo'lish jarayoniga ta'rif bering
- 2.Issiqlik miqdoriga ta'rif bering va formulasini yozing.
- 3.Suvning solishtirma issiqlik sig'imi qiymatini toping va ta'rif bering.
- 4.1 kaloriyaga ta'rif bering.
5. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
6. Ishga xulosa qiling.

Laboratoriya ishi №8

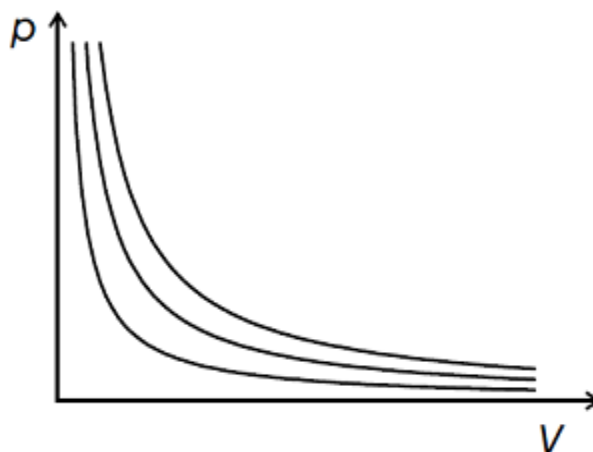
Mavzu: Kritik nuqtada suyuqlik – gaz fazoviy o'tishni kuzatish

Ishning maqsadi: Kritik nuqtadan yuqori qizdirishda suyuqlik-gaz fazaviy chegaraning yo'qolishini, kritik nuqtadan pastga sovushda suyuqlik-gaz fazaviy chegaraning shakllanishini va kritik opalessensiyani tajribada kuzatish.

Kerakli jihozlar: Kritik temperaturani namoyish qilish uchun barokamera, lampa, lampa korpusi, asferik kondensator, transformator, kichik optik kursi, tutgichli linza, to'g'ri burchakli prizma, Leybold multi qisgichlar, V shaklsimon shtativ asosi va qizdirish uchun (sirkulyasion termostat, silikon quvurlar yoki bug' generatori, menzurka, temperatura datchigi (NiCr-Ni)).

Nazariy qism

Ideal gazning muhim xossalardan biri, temperatura absolyut nolga yaqinlashganda ham, uning kondensirlanmasligi hisoblanadi. Bunday gaz tabiatda mavjud emas, chunki past temperaturalarda ham bunday gaz chiziqli o'lchamlari orasidagi o'rtacha masofaga nisbatan ancha kichik bo'lgan zarrachalardan tashkil topgan va ular faqat elastik to'qnashishlardan tashqari bir biri bilan ta'sirlashmaydi. Ideal gaz o'zgarmas temperaturada siqilsa, uning bosimi hajmga teskari proporsional tarzda oshadi (1-rasmga qarang).



1-rasm. Ideal gaz uchun izotermalar bilan PV diagrammalar

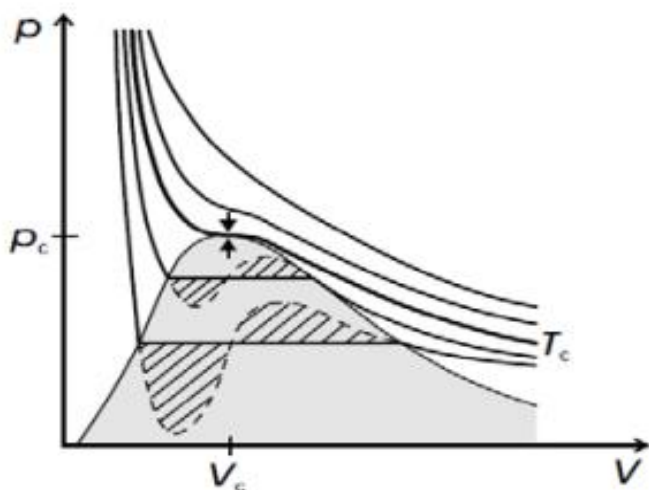
Ideal gazning bosimi P , temperaturasi T va molyar hajmi V orasidagi munosabatlar ideal gazlar uchun asosiy tenglama bilan ifodalanadi:

$$PV = RT \quad (1)$$

bu yerda $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ – universal gaz doimiysi. Ko‘pchilik real gazlarning xossalari ideal gaz xossasiga yaqin bo‘ladi, agarda ular kondensasiya yoki suyuqlanish temperaturasidan yetarli darajada yiroq holatda bo‘lsa, masalan atmosfera bosimidagi xona temperaturasida. Gaz temperaturasi kondensatsiya temperaturasiga yaqinlashganda, ya’ni yuqori P bosimda yoki past T temperaturada, uning xossalari ideal gaz xossalaridan ancha chetlashadi. Gazning zichligi ortganda ularning molekullari orasidagi o‘rtacha masofa haddan tashqari kichik bo‘ladi. Real gazlarning o‘zini tutishi taxminan Vander - Vals tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (2)$$

Bu tenglamadagi Vander-Vaals konstantalari a , b gaz holatiga bog‘liq va gaz zarrachalarining o‘zaro tortilishini hamda ularning effektiv hajmlarini xarakterlaydi. 2-rasmda real gazning PV diagrammadagi izotermalari keltirilgan.



2-rasm.

Agar hajm yetarli darajada katta bo'lsa (2-rasmdagi shtrixlangan sohadan o'ngda), modda gazsimon holatda bo'ladi va bug' deb hisoblanadi. Juda kichik hajmlarda (shtrixlangan sohadan chapda) gaz suyuqlikga o'tadi va amalda siqilmas bo'ladi. Shtrixlangan soha suyuqlik-bug' aralashmasiga mos kelib, u yerda bug' proporsiyasi chapdan o'nga ortib boradi. Bu Vander - Vals tenglamasining voqelikdan chetlanishidir: doimiy temperaturada hajmning o'zgarishi aralashmadagi bug' proporsiyasi bilan o'zgaradi, ammo uning bosimi emas. Shtrix chiziqlar bilan chizilgan chiziqlarning bir qismi Vander - Vaals tenglamasiga mos keladi va ular gorizontaal chiziqlar bilan almashtirilishi kerak. Ular shunday bug' bosimiga mos keladiki, bunda bug' va suyuqlik bir biriga nisbatan muvozanatda bo'ladi. Suyuqlik va gaz turli solishtirma og'irlikka egaligi sababli, odatda ular og'irlik kuchi ta'sirida bir biridan ajraladi. Temperatura ortishi bilan bug'ning zichligi ortadi, shu vaqtda esa, suyuqlikning zichligi kamayadi. Kritik temperaturada bu solishtirma og'irliklar tenglashadi va shu sababli suyuqlik bilan bug'ni bir biridan farq qilib bo'lmay qoladi, ya'ni ular to'liq aralashgan bo'ladi. Aralashma kritik temperaturaga yaqinlashganligi sababli, barokamera chegarasida yorug'likning sochilishi o'ta yuqori darajaga erishadi. Bu hodisa kritik opalessensiya deb ataladi, va u zichlikning o'zgarishidan kelib chiqib, kritik temperatura yaqinida jiddiy ortadi, chunki siqiluvchanlik katta va zichlik o'zgarishining qarshiligi kichik bo'ladi. To'lqin uzunligi kichik bo'lgan yorug'lik sochiladi, bu vaqtda esa to'lqin uzunligi uzun yorug'likning tarqalishi davom etadi. Kritik temperaturani kuzatish uchun mo'ljallangan barokamera bu hodisalarni bizga namoyish qilish uchun imkon beradi. Barokameraning qobig'i issiq suv yoki bug' bilan qizdiriladi. Yuqori bosimga chidamli bo'lgan ikkita yassi shisha darcha vazifasini o'taydi va qizdirishda hamda xuddi shuningdek, sovushda temperatura kritik temperaturadan T_k ortganda, barokameradagi moddaning o'zini tutishini kuzatishga imkon beradi. Hodisani bevosita barokamerada kuzatish yoki devorga proyeksiyalash mumkin. Barokamera oltingugurt geksoxlorigi SF6 bilan to'ldiriladi. Xona temperaturasida uning kritik zichligi qiymati (ya'ni kritik hajmning aksi) suyuqlik va gazlar zichliklarining qiymatlariga deyarli teng. Qizdirishda 39chida39 kritik nuqta orqali o'tishi uchun, barokamera yarmigacha xona temperaturasida suyuq gaz bilan to'ldiriladi. Kritik temperaturada quyidagi termodinamik o'zgaruvchilarga ega:

Gorizontaal urinmasi burilish nuqtasi kabi aniqlanadigan izoterma o'zgacha ahamiyatga ega. Bu nuqta kritik nuqta deb ataladi; bu nuqtaga mos kelgan bosim qiymati P_c kritik bosim deb, molyar hajm kritik hajm V_c deb va temperatura T_c kritik temperatura T_c deb ataladi. Kritik temperaturadan yuqorida barcha bosimlarda modda gazsimon holatda bo'ladi va izotermalar Vander - Vaals tenglamasiga mos kelib, ideal gaz uchun asosiy tenglamaga yaqinlashadi.

Kritik temperaturadan pastda vaziyat ancha murakkab.

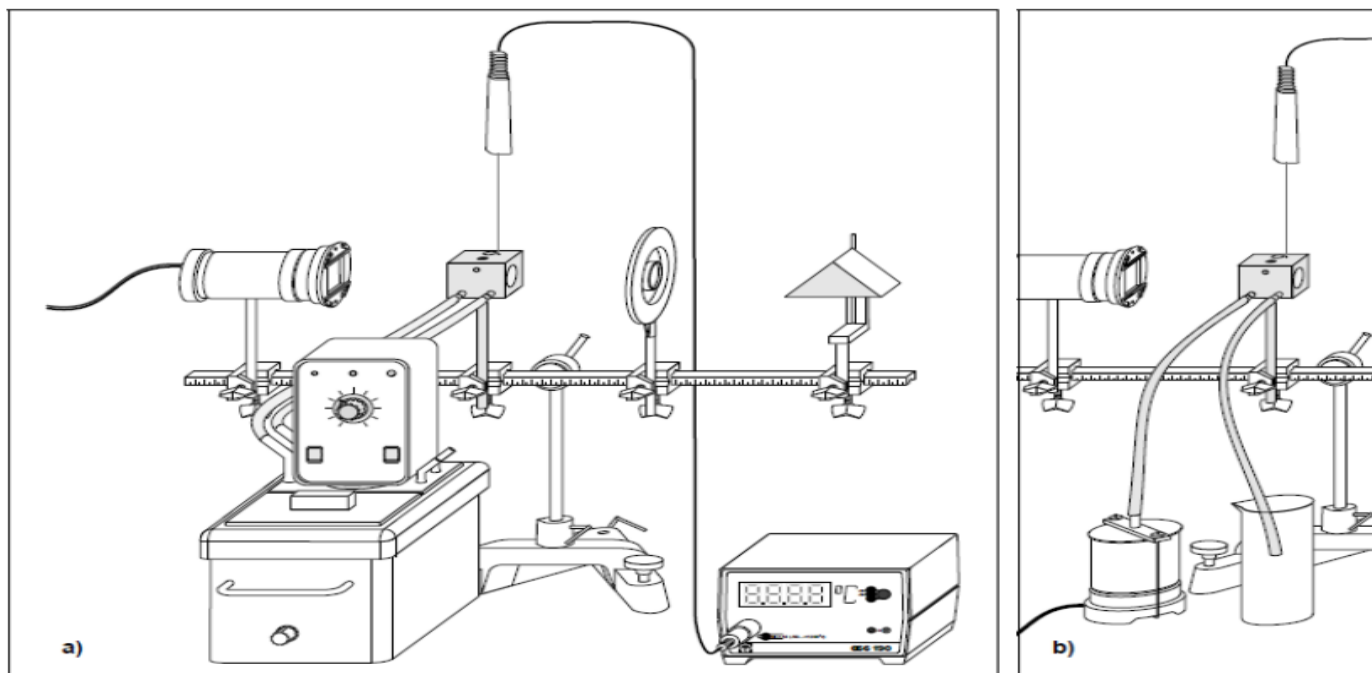
Kritik 40chida40ture: $T_k = 318,7 \text{ K}$

Kritik bosim: $P_k = 37.6 \text{ bar}$

Kritik molyar hajm: $V_k = 200 \text{ sm}^3$

Tajriba qurilmasining tuzilishi va undan foydalanish qoidalari.

3-rasmda tajriba qurilmasi tasvirlangan.



3-rasm

Kritik nuqtani kuzatish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi. Barokamerani sirkulyasion 40chida40tur bilan qizdiriladigan to'liq yig'ilgan qurilma (a). Optik kursidagi alohida komponentlarning aniq o'rni ekran sirtigacha bo'lgan masofaga bog'liq va u linzani siljitish orqali osongina topilishi mumkin. Qurilmaning barokamerani qizdirish uchun mo'jallangan bug' generatori qismi (b)

Bug' generatoridan foydalanishda quyidagilarga e'tibor bering:

- Quvurda kondensatsiyalanishning oldini olish uchun, 40chida40 quvurlarni har birining uzunligi 0,5 m bo'lgan ikkita bo'lak qilib kesib oling. Silikon quvurlarni birlashtirishdan oldin, barokameraning qizdirish kanalini puflash orqali tekshiring va uning ichidagi to'siqlardan holi bo'ling;

- Temperatura datchigini o'z joyiga o'rnatishdan oldin, ozgina moylovchi modda suring, masalan issiqlik uzatilishini yaxshilash maqsadida mos teshiklarni suvlang;

- Asferik kondensorni lampa nasadkasiga o'rnatib;

- 3-rasmda tasvirlangan qurilmani shunday yig'ingki, bunda lampa, barokameraning shisha tuynugi, linza va to'g'ri burchakli prizma bir o'qda joylashsin;

- Har safar apparat bilan ishlashdan oldin, hech qanday bug‘ yoki issiq suv nazoratsiz sizib o‘tib ketmasligiga, apparatga ziyon yetmasligiga yoki buzmasligiga amin bo‘lish uchun 41chida41 quvurlarning ulanish joylarini tekshiring;

- Lampani transformatorga ulang va barokamera tarkibini rangi ochiq sirtga proyeksiyalang (masalan devorga qotirilgan oq qog‘oz varag‘i);

- Zururiyat bo‘lganda, qurilmani o‘rnatish tartibini qayta o‘qib chiqing;

- Kichik 41chid kursidagi linzani siljitish orqali suyuqlik meniskining tasvirini to‘plang;

- Kichik 41chid kursidagi linzani siljitish orqali suyuqlik meniskining tasvirini to‘plang.

Ishni bajarish tartibi:

Bug‘ generatoridan foydalanganingizda quyidagilarga diqqat qiling:

- Qizdirish bug‘ bilan amalga oshirilganda barokameradagi 41chida41ture juda tez ortadi, shuning uchun kritik temperaturani nazorat qilish ancha qiyin. Suv va bug‘ ikkalasi ham birgalikda majburan qizdirish kanalidan oqmasligi uchun, bakdagi suv kuchli qaynamasligi kerak;

- Bug‘ generatorining bakini shunday to‘ldiringki, uning 2 sm ga yaqin yuqorisi bo‘sh qolsin;

-Suv qaynashni boshlaganidan, darhol bug‘ generatorini o‘chiring;

-Sistema sovuyotganda, suv ortga so‘rib olinmasligi uchun, menzurkadagi kondensatsiyalayotgan suvning sathi quvur sathiga yetmaganligiga amin bo‘ling, aks holda issiqliq zarbi evaziga barokameraga ziyon yetishi mumkin;

Sirkulyasion termostatdan foydalanish uchun ko‘rsatmalar :

-Proyeksiyalangan tasvirni kuzatish uchun xonani qorong‘ulashtiring;

- Sirkulyasion termostatni ulang va boshlang‘ich temperaturani 40 °C o‘rnatib;

- Taxminan 40 °C dan boshlab, sirkulyasion termostatning temperaturasini sekin oshiring, bunda moddaning yetarli darajada qizishi hamda fazalar chegarasining yo‘qolishini yaqqol kuzatish kafolatlangan bo‘lishi kerak;

-Sistemaning temperaturasi kritik temperaturadan ortgandan keyin, sirkulyatsion termostatning temperaturasini kritik temperaturadan past holatga o‘rnatib;

- Sistema kritik temperaturadan past holatga o‘tganda, kamera hajmi bo‘yicha 41chida41ture gradiyentlari bilan bog‘liq bo‘lgan nomaqbul effektlarni kamaytirish uchun, temperaturani yana sekin oshirish va tajribani takrorlash maqsadga muvofiq.

O‘lchash natijalarini tahlil qilishga 41chida’zi tavsiyalar:

Quyida bayon qilinadigan hodisalarning yuzaga kelishi kritik temperaturadan o'tish tezligiga bog'liq. "Qizish" bandidagi effektlar sirkulyatsion termostatdan foydalanilganda kuzatiladi; bug' generatoridan foydalanilganda esa jarayon kuchliroq 42chida42 va u nisbatan tez tugaydi.

Qizish jarayoni: Qizdirishni boshlaganimizdan so'ng, tez orada suyuq fazada xarakteristik shtrixlar (ba'zida shlira deb ataluvchi) kuzatiladi. Shundan so'ng suyuqlik qaynay boshlaydi va kameraning yuqorigi devorida kondensirlangan tomchilar hosil bo'ladi. Provardida, gaz fazasida ham, ayniqsa chegarada, shtrixlarning yuzaga kelishini ko'ramiz. Kritik temperaturaga erishishdan bir oz oldin, qaynash shunchalik tez kechadiki, gaz pufakchalari tufayli suyuqlik bir jinlimasga o'tadi va unda yorug'lik diffuz sochiladi. Bu esa suyuq fazaning proyeksiyalangan tasvirini qoramtirroq qiladi. Dastavval bevosita chegaradan yuqoridagi gaz fazasida, keyin butunlay gaz fazasida va provardida qolgan suyuq fazada ham shtrixlarning yuzaga kelishi intensivroq bo'ladi. Sistema sekinlik bilan kritik temperaturadan o'tganda, suyuqlik bilan gaz orasidagi faza chegarasi g'alayonlangan bo'ladi, kengayadi va provardida yo'qoladi. Chegara yo'qolishidan bevosita oldin, suyuq faza ozgina mallasimon tuyuladi. Biz gazsimon va suyuq fazalar orasidagi chegaraning yo'qolishini proyeksiyalangan tasvirda kuzatishimiz mumkin. Bu amalga oshganidan so'ng, tasvir yana qayta yorqinroq bo'ladi, chunki kamerada bitta gomogen faza bo'ladi.

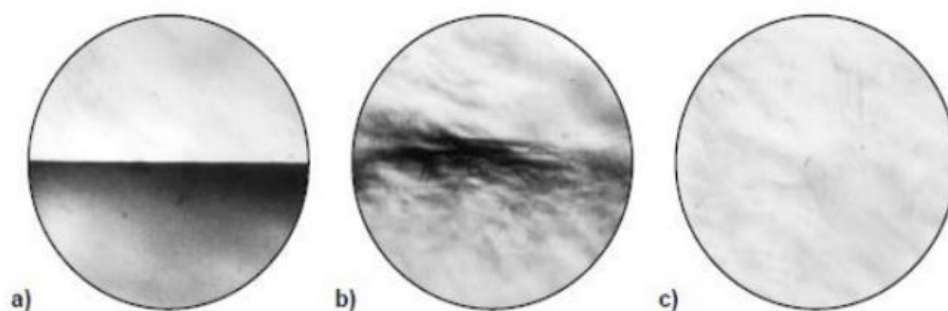
Barokameraning tarkibi shtrixlarni yuzaga keltirib, 42chida42ture ortishi bilan bir oz sohadigan, intensive turbulentslikni namoyish qiladi. Ular barokameradagi temperaturalar farqi evaziga amalga oshadi.

Sovush jarayoni: Qizish jaryoni to'xtaganda, dastavval hosil bo'lgan shtrixlar batamom yo'qoladi, keyinchalik esa kritik temperaturaga yaqinlashgan sari bu shtrixlar yana kuchliroq namoyon bo'la boshlaydi. Kameraning tubida tuman shakllanishi keltirib chiqargan uncha katta bo'lmagan xiralashishni kuzatish mumkin. Bunda barokameraning butunlay hajmi tobora ko'proq va ko'proq qizg'ich jigar rangda namoyon bo'ladi (kritik opalessensiya). Keyinchalik shtrixlarning hosil bo'lishi ortadi. To'satdan barokameraning ichki qismi qorong'ulashadi, gaz zichlashadi va suyuqlik darajasining ortishini kuzatish mumkin. Gazli faza tumanli bo'lib, tuman asta sekin quyushadi. Provardida, gazli faza oydinroq bo'ladi, bu vaqtda esa suyuq faza qaynashda davom etadi.

O'ta qizish jarayoni: Bunda suyuqlik yana kuchliroq qaynaydi, gazli faza sarg'ichroq tuyuladi, suyuq faza esa qizg'ichjigarang (kritik opalessensiya) tus oladi. Fazalar chegarasi kengayib boradi va keyin butunlay yo'qoladi. Kritik temperaturadan bir oz yuqorida barokameraning butunlay tarkibi bir jinliga o'tadi va shtrixlarning 42chida42tu hosil bo'lishi va turbulentslik bilan birga sarg'ichjigarang tusga kiradi. Provardida, kritik opalessensiya amalga oshadigan temperaturalar oralig'© yuqori va biz barokamerada faqat turbulentslik bilan bog'langan

shtrixlar hosil bo'lishini kuzatishimiz mumkin.

Quyida kritik nuqtada suyuqlik-gaz fazaviy o'tishni tasviri ko'rsatilgan(4-rasm).



4-rasm. Barokamera tarkibining ko‘rinishi: kritik temperaturadan pastda (a), kritik temperaturada (fazalar chegarasining yo‘qolishi) (b), kritik temperaturadan pastda (c)

(https://www.youtube.com/watch?v=uh0XYrSCb28&pp=ygVNa3JpdGlrIG51cXRhZGEgc3V5dXFsaWsg4oCTIGdheiBmYXpvdm15IG_igJh0aXNobmkga3V6YXRpc2ggbGFib3JhdG9yaXlhIGlzaGk%3D)

Nazorat savollari:

1. Ideal gaz va real gazlarning holat tenglamalarini keltirib chiqaring hamda ularning mohiyatini izohlang?
2. Modda agregat holatlarining o‘ziga xos fizik tabiatini izohlang?
3. Kritik chida ture va uchlanma nuqtasi haqida gapirib bering.

Laboratoriya ishi №9

Mavzu: Gaz qonunlarini (izojarayonlarni) o‘rganish.

Ishning maqsadi: Doimiy temperaturada gaz hajmining bosimga bog‘liqligini o‘rganish.

Kerakli asbob va qurilmalar: Gazli termometr, dastakli 43 chida nasosi, V shaklsimon shtativ asos, shtativ ustuni, “Timsoh” tipli qistirgich, raqamli termometr, Mobil Cassy qurilmasi.

Nazariy qism

Ma’lumki, molekulyar fizikaning asosiy tushunchalaridan biri bu ideal gaz tushunchasidir. O‘ta siyraklashtirilgan, molekularlari orasidagi o‘zaro ta’sir potensial energiyasi juda kichik bo‘lgan, faqatgina idish devorlari bilan to‘qnashadigan hayoliy gazga ideal gaz deyiladi. Real gazning molekulyar va termodinamik xossalarini o‘rganish amalda murakkab bo‘lganligi sababli, dastlab ularni ideallashtirgan modelidan foydalaniladi va keyinchalik real gazlarga tadbiq etiladi.

Molekulyar fizikada gaz xossalariining asosan 3 ta jihatini o‘zida qamrab oluvchi molekulyar nazariya (MKN) mavjud bo‘lib, uning asosiy xulosalari quyidagicha ifodalanadi.

1. Har qanday modda (gaz, suyuq, qattiq jism) mayda zarrachalar, molekulalardan iborat.
2. Molekulalar xaotik issiqlik harakatida bo‘ladilar.
3. Molekulalar orasida o‘zaro ta’sir (itarishi yoki tortishish) kuchi mavjud.

Ideal gazning holat parametrlari asosan uchta kattalik ture, bosim, hajm orqali ifodalanadi. Ana shu uchta kattalik orasidagi bog‘lanish qonuniyati Mendeleyev – Klaypeyron tenglamasi orqali aniqlanadi:

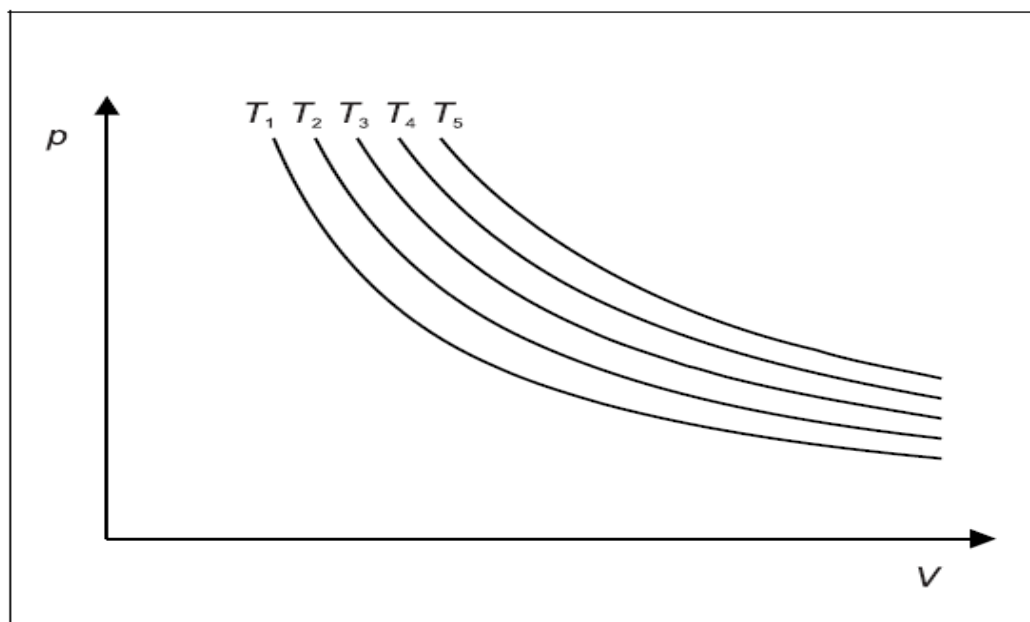
$$PV = \nu RT \quad (1)$$

bu yerda P – bosim; V – hajm; T – ture; ν – ideal gazning moldagi miqdori; R – universal gaz doimiysi ($8,31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$).

Ideal gazning holat parametrlaridan biri o‘zgarmagani holda, qolgan ikkitasining o‘zaro bog‘liqlikdagi o‘zgarish jarayonlari izojarayonlar deyiladi. Masalan, gaz temperaturasi o‘zgarmasdan saqlansa izotermik jarayon hosil qilinsa, gaz bosimining hajmiga ko‘paytmasi o‘zgarmasdan saqlanadi:

$$PV = \text{const} \quad (2)$$

Olingan tajribalar shuni ko‘rsatadiki, izotermik jarayonda gaz hajmining bosimga bog‘lanish qonuniyati quyidagi grafikda ko‘rsatilgani kabi bo‘ladi (1-rasm).



1-rasm. PV izoterma grafigi.

Mazkur tajribada bu qonun gazli termometrda foydalaniladi. Gazli termometr shisha kapillyardan tashkil topgan bo‘lib, uning bir uchi ochiq. Havoning ma’lum miqdori kapillyar

45chida simobning tomchisi bilan zich berkitiladi. Tashqi P_0 bosimda, kapillyar ichidagi havo V_0 hajmga ega.

Xona temperaturasida dastaki (qo‘l bilan yurgiziladigan) nasos yordamida havoni so‘rib olish, havo ustunida $P_0 + \Delta P$ bosim hosil bo‘lishiga olib keladi, bu yerda p_0 – tashqi bosim. Simobning tomchisi ham havo ustuniga bosim beradi:

$$P_{Hg} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} \quad (3)$$

bu yerda $\rho_{Hg} = 13,6 \text{ g/sm}^3$ – simobning zichligi, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi; h_{Hg} – simob tomchisining balandligi.

Gazli termometrda havo ustunidagi umumiy bosim quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P = P_0 + \Delta P + P_{Hg} \quad (4)$$

Qamalgan havo hajmi V , bosim P bilan aniqlanadi. V Hajmni havo ustunining balandligi h , hamda kapillyarning ko‘ndalang kesimining yuzasi $S = \frac{\pi d^2}{4}$ orqali quyidagi formula orqali hisoblash mumkin: $V = S \cdot h$, Bu yerda, $d = 2,7 \text{ mm}$ kapillyarning ichki diametri.

Qurilmaning tuzilishi va ishlashi

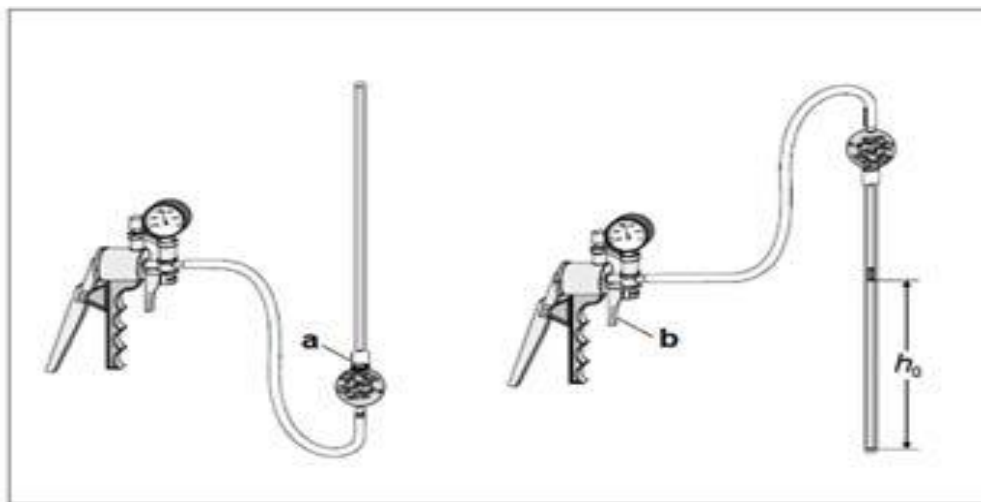
Simob tomchilarini yig‘ish: dastaki (qo‘l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosini gazli termometrga ulang va termometrni shunday ushlangki, uning ochiq uchi pastga qarab yo‘nalgan bo‘lsin (2-rasmga qarang);

dastaki vakuum nasosi yordamida maksimum ortiqcha bosimni ΔP yuzaga keltiring va tomchi shaklidagi simobni qavariq joyga (a) to‘plang;

dastaki vakuum nasosining manometri ortiqcha bosimni ΔP manfiy qiymat tarzida ko‘rsatadi;

agarda hali ham simobning tomchilari kapillyarda qolsa, kapillyarni sekin turtkilab, ular qavariq joyga (a) siljiriladi;

simob bilan berkitilgan kapillyar uchida qolgan kichkina simob tomchisi tajribani bajarishga xalaqit bermaydi.



2-rasm. Simob tomchilarini yig'ish va dastlabki gaz hajmi (V_0) ni o'rnatish.



Doimiy temperaturada gaz hajmining bosimga bog'likligini o'rganish uchun mo'jallangan tajriba qurilmasi.

Gaz hajmi (V_0) ni o'rnatish:

gazli termometr dan foydalanish uchun uni ishchi holatdan (ochiq uchi yuqorida) sekin shunday buringki, simob kapillyarning kirish teshigiga siljisin;

dastaki vakuum nasosining ventilyasiya klapanini (b) sekinlik bilan oching

3-rasm va ΔP bosimni sekin 0 ga shunday kamaytiringki, simob yakka bog'langan tomchi bo'lib asta yumalasin;

gazli termometr bilan katta trubkani shtativ ustuniga o'rnatish;

agar katta simob tomchisi kuchli ventilyasiya yoki vibrasiya natijasida bo'linib ketsa, qaytadan simobni yig'ing.

Tajribani o'tkazish tartibi:

tashqi bosimni P_0 aniqlang;

gazli termometrning shkalasi bo'yicha simob ustunining balandligi h_{Hg} ni yozib oling;

dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosi yordamida ortiqcha bosimni ΔP yuzaga keltiring va uni qadamma- qadam sekin asta oshirib boring;

har safar simob ustunining balandligini h va ΔP bosimni yozib boring;

olingan natijalarni ishchi formula asosida hisoblab, o'lchashda yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatoliklarni aniqlang;

tajriba natijalarini jadvalga kiriting(1-jadval);

tajribadan olingan natijalar asosida gaz hajmining bosimga bog'liqlik grafigini chizing.

<https://youtu.be/mqg43iKSbIs?si=H0VRuFV0xVwaQIBW>

1-jadval

No	ΔP ($10^2 Pa$)	$h(sm)$	$V(m^3)$	ΔP ($10^2 Pa$)	PV ($Pa m^3$)	$\Delta(PV)$ ($Pa m^3$)	ε (%)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
O'rt							

Nazorat savollari

1. Ideal gaz holat tenglamalarini keltirib chiqaring va mohiyatini izohlang.
2. Boyle-Marriot qonuning fizik mohiyatini izohlang.
3. Olingan tajriba natijalarini tahlil qilib, o'zgarmas temperaturada gaz hajmining bosimga bog'lanish qonuniyatini tushuntiring.
4. Ideal gaz bosimiga ta'rif bering.

Laboratoriya ishi №10

Mavzu: Qattiq materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.

Kerakli asboblari: Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlaydigan asbob, tekshiriladigan jism, termometr, shtangensirkul, sekundomer, texnik tarozi.

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini tajribada aniqlash.

Yakka plastina metodi bilan issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash.

Ishning maqsadi: Qurilish materiallarida issiqlik o'tkazuvchanlik fizikaviy hodisasini va issiqlikning jamg'arilishini o'rganish. Turli qurilish materiallarining temperaturaviy o'zgarishlarini vaqt funksiyasi sifatida qayd qilish. Qurilmaning issiqlik

muvozanatini sifatini kuzatish. Qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashda temperaturalar farqidan foydalanish.

Kerakli jihozlar: Kalorimetrik kamera, Kalorimetrik kamera uchun qurilish materiallari, transformator, datchik, temperatura datchigi, biriktiruvchi simlar, biriktiruvchi simlar, muz, yupqa plastikli plyonka,

Ishning nazariyasi

Issiqlik o'tkazuvchanlik – bu temperaturalar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning molekulyar uzatilishidir.

Issiqlik almashinuvining bunday usuli, asosan qattiq jismning ichida ham, shuningdek bir-biriga tegib turgan ikkita qattiq jism orasida ham sodir bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik suyuqlik yoki gaz qatlami orqali ham amalga oshishi mumkin, lekin umuman olganda suyuqlik va gazlar (suyuqlangan metallar bundan mustasno) issiqlikni juda yomon o'tkazuvchan hisoblanadi.

Bir jinsli izotrop jismni isishini ko'raylik. Barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan jismlarga izotrop jismlar deb aytiladi. Bunday jismni isitish vaqtida uning turli nuqtalaridagi temperatura vaqt bo'yicha o'zgaradi va issiqlik yuqori temperatura sohasidan past temperatura sohasiga tarqaydi.

Vaqtning ayni paytida ko'rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig'indisi temperatura maydoni deyiladi. Temperatura maydoni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$t=f(x,y,z,\tau) \quad (1)$$

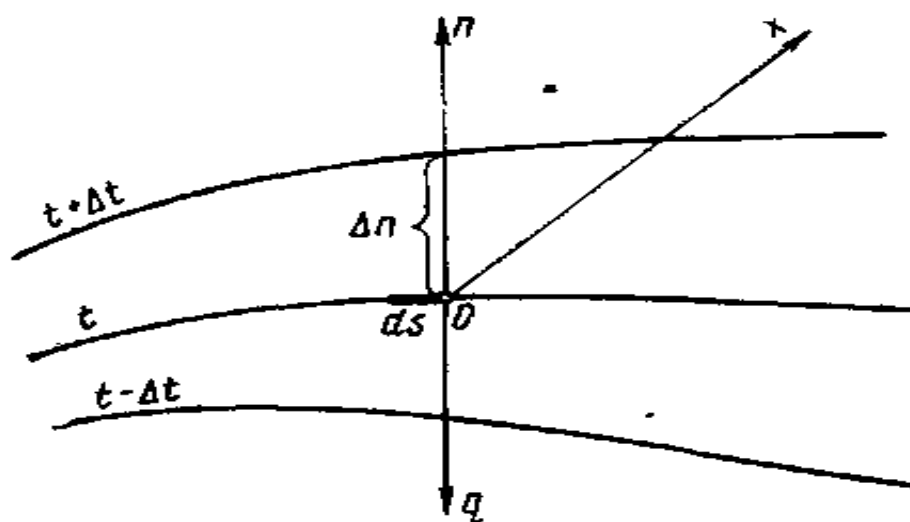
bu yerda x,y,z – nuqta koordinatalari; τ - vaqt. Agar jismning temperaturasi koordinata va vaqtning funksiyasi bo'lsa, u holda temperatura maydoni nostatsionar bo'ladi:

$$t=f(x,y,z,\tau); \partial t/\partial \tau \neq 0 \quad (2)$$

Agar jismning temperaturasi faqat koordinataning funksiyasi bo'lib, vaqt davomida o'zgarmasa, u holda temperatura maydoni statsionar bo'ladi.

$$t=f(x,y,z); \partial t/\partial \tau = 0 \quad (3)$$

Temperatura maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funksiyasi bo'lishi mumkin va mos ravishda, u uch, ikki va bir o'lchamli deyiladi. Hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo'ladigan sirt izotermik sirt deyiladi.



1-rasm.

Fazoning ayni nuqtasining o'zida bir vaqtda ikki xil temperatura bo'lishi mumkin emasligi uchun, turli izotermik sirtlar hech vaqt bir-biri bilan kesishmaydi. Ularning barchasi jism sirtida tugaydi yoki butunlay uning ichida joylashadi. Jismning temperaturasi izotermik sirtlarni kesib o'tadigan yo'nalishlardagina o'zgaradi(1-rasm).

Bunda uzunlik birligida temperaturaning eng katta o'zgarishi izotermik sirtga normal n yo'nalishida bo'ladi.

Temperatura o'zgarishi Δt ning izotermadagi normal bo'yicha masofa Δn ga nisbati temperatura gradienti deyiladi:

$$\lim\left[\frac{\Delta t}{\Delta n}\right]_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad } t \quad (4)$$

Temperatura gradienti – izotermik sirtga tushirilgan normal bo'yicha yo'nalgan vektordir. Uning temperaturaning ortishi tomoniga yo'nalishi musbat yo'nalish hisoblanadi. Issiqlik almashinuvining boshqa turlari kabi, issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni ham jismning turli nuqtalarida temperatura bir xil bo'lmagandagina amalga oshadi, ya'ni $\text{grad } t \neq 0$. Ixtiyoriy sirtidan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Fransuz olimi Fure qattiq jismlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonlarini o'rganib, yuza birligi dF dan vaqt birligi $d\tau$ ichida o'tayotgan dQ issiqlik miqdori va temperatura gradienti o'rtasidagi bog'lanishni aniqladi.

$$dQ = -\lambda dS \text{ grad } t \, d\tau = -\lambda dS \, d\tau \left(\frac{\partial t}{\partial n}\right) \quad (5)$$

(5) tenglama issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Fure qonuni deyiladi. Shu tenglamadagi minus ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradiyentining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi.

(5) ifodadagi proportsionallik koeffitsienti χ issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti deyiladi. Izotermik sirt birligidan vaqt birligi 50 chida o'tadigan issiqlik miqdori issiqlik oqimining zichligi deyiladi.

$$Q = -dQ/(dSd\tau) \text{ yoki } q = -\lambda (\partial t/\partial n) \quad (6)$$

Issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo'nalgan bo'ladi. Ixtiyoriy sirt F dan vaqt birligi ichida o'tayotgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \int_0^{\tau} \int_F \lambda dS d\tau (\partial t/\partial n) \quad (7)$$

Yuqorida o'rganilgan kattaliklarni birliklari quyidagicha:

temperatura gradiyenti – grad/m; issiqlik oqimi – Vt ; issiqlik oqimining zichligi – Vt/m^2

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining birligi (7) ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = -\frac{Q}{S(\partial t/\partial n)} = \frac{Vt}{m \cdot grad} \quad (8)$$

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati, son jihatdan, temperaturalar farqi 10^0C bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. Turli xil moddalar uchun χ ma'lum bir qiymatga ega bo'lib, u moddaning tuzilishiga, zichligiga, bosimiga va temperaturasiga bog'liq.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti χ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Ko'pchilik materiallar uchun χ ning temperaturaga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lambda = \lambda_0(1 + \beta(t - t_0))$$

bu yerda λ_0 temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti;

t – temperatura, $^{\circ}C$; β – tajriba orqali aniqlanadigan temperatura koeffitsienti.

Metallar issiqlikni eng yaxshi o'tkazadilar, ularda λ 3dan 458 $Vt/(m \cdot grad)$ gacha o'zgaradi. Toza metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (alyuminiydan tashqari) temperatura ortishi bilan pasayadi. Yengil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Agar $\lambda < 0,2 Vt/(m \cdot grad)$ bo'lsa, bunday materiallar issiqlik izolyatsiya materiallari deyiladi. Bunday materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga namlikni ta'siri katta. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda deyarli 20 marta yaxshi o'tkazadi, shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

Temperatura ko‘tarilishi bilan tomchi suyuqliklarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti kamayadi, gazlarniki esa ortadi. Suvning λ si temperatura 0°C dan 127°C gacha ko‘tarilganda ortadi, bundan keyin ham temperatura ko‘tarilsa λ kamayadi.

1-jadvalda ayrim materialllarning issiqlik va temperatura o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari keltirilgan.

Ayrim materialllarning issiqlik va temperatura o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari

1-jadval

Materiallar nomi	ρ , kg/m^3	t, $^{\circ}\text{C}$	χ , $\text{Vt}/(\text{m}\cdot\text{grad})$	c, $\text{kJ}/(\text{m}\cdot\text{grad})$	$Q\cdot 106 \text{ m}^2/\text{sek.}$
Azbest	770	0	0,11163	0,816	0,186
Beton	2300	0	0,279	1,13	0,622
Nam tuproq	1700	7	0,657	2,01	0,192
Pishiq g‘isht	1800		0,768	0,879	-
Muz	920		2,25	2,26	1,08
Quruq qum	1500	0	0,326	0,795	2,74
Shisha	2500	0	0,744	0,67	0,444
Alyuminiy	2670		204	0,921	86,7
Mis	8800		384	0,381	112,5
Nikel	9000	0	58	0,461	17,8
Kumush	10500		458	0,234	170
Uglerodli po‘lat	7900	0	45	0,461	14,7
Suv	999,9		0,5513	4,212	0,131
Havo (quruq)	1,293		0,0244	1,005	18,8
Kislorod	1,429		0,0247	0,915	18,8

Asosiy tushunchalar

Yakka plastina metodi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini λ aniqlashda, $\Delta \tau$ vaqt ichida qurilish materialli ichidan o'tgan issiqlik miqdori ΔQ , plastinaning tashqi va ichki tomonlaridagi temperaturalar farqiga Δt plastinaning yuzasiga S to'g'ri proporsionalligi, plastina qalinligiga d esa teskari proporsionalligi faktlaridan foydalaniladi.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta \tau} = \lambda \cdot \frac{S}{d} \cdot \Delta t \quad (9)$$

Bu formuladan λ uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau \cdot \Delta t} \cdot \frac{d}{S} \quad (10)$$

O'lchashlar o'tkazilayotganda, issiqlik oqimi faqat namuna orqali o'tayotganiga (issiqlik miqdori sizib ketishining boshqa yo'llari yo'q) va u bir jinsli ekanligiga amin bo'lish kerak. Shuni e'tiborga olish kerakki, mazkur ishda issiqlikni izolyatsiyalovchi devorli kalorimetrik kameradan foydalaniladi.

Issiqlik oqimi qurilish materialli namunasining ichidan o'tishi uchun quyidagilar zarur: kamerani ichki qismdan elektr qizdirish va muzni bevosita namunaning tashqi tomoniga joylashtirish. Issiqlik muvozanatida, ya'ni har bir nuqtada temperatura uzoq vaqt mobaynida doimiy bo'lgan stasionar holatda, uzatilayotgan elektr energiya quvvati P aynan issiqlik oqimiga mos keladi

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau} \quad \text{yoki} \quad P \cdot \tau = W = Q$$

Shunday qilib τ vaqt ichida nurlantirilgan elektr energiya qiymati W ichida qurilish materialli namunasidan o'tgan issiqlik miqdoriga Q teng. Buni hisobga olgan holda, qurilish materialli namunasining issiqlik o'tkazuvchanligi λ quyidagi munosabat yordamida hisoblanishi mumkin:



Mazkur tajribada kameraning ichidagi qurilish materialini pastki qismining temperaturasi va kameraning tashqi qismining (bu holda muz) temperaturasi o'lanadi. Elektr plita ulanganidan sistema birdaniga issiqlik muvozanatiga erishmaydi. Temperatura muvozanati holatida, temperaturalar farqini saqlash uchun, yetarli darajada uzoq vaqtdan keyin (taxminan 1 soat) temperaturaning o'zgarishini yozib boring. Ichki temperaturaning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi temperaturaga va plyus qandaydir konstantaga proporsional:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = at + b \quad (12)$$

Bu tenglamaning vaqt funksiyasi $t(\tau)$ sifatidagi yechimi quyidagi ko'rinishga ega:

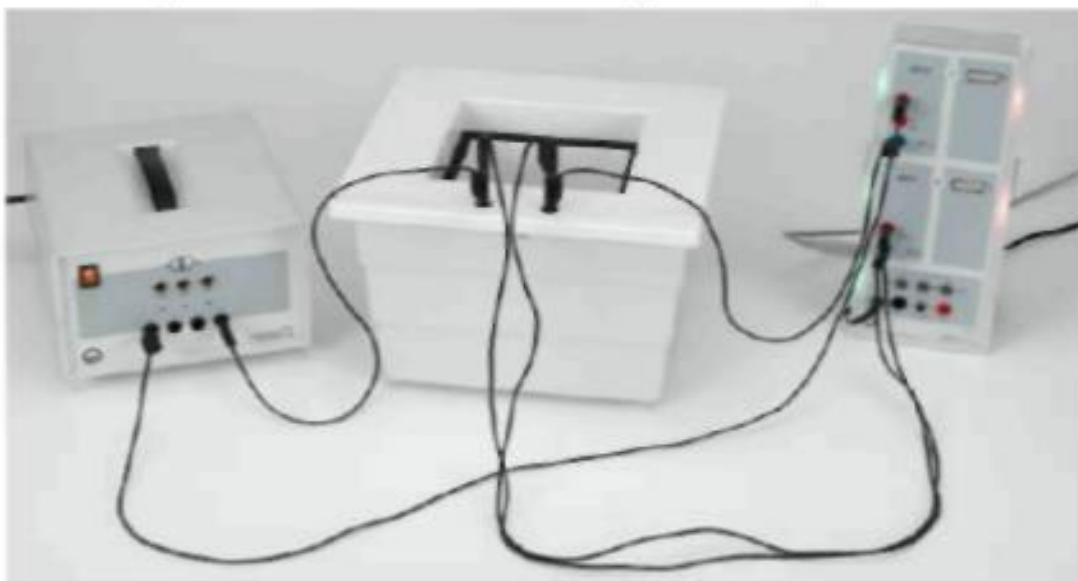
$$t(\tau) = t_{im} - t_{farq} \cdot e^{\frac{\tau}{k}} \quad (13)$$

bu yerda, t_{im} - issiqlik muvozanati holatidagi ichki temperatura, $t_{farq} = t_{im} - t_{bosh}$ temperaturalar farqi, k - vaqt doimiysi.

Issiqlik muvozanatida qurilish materiali namunasini qizdirilayotgan qismining temperaturasi quyidagi ko'rinishdagi funksiya bilan ifodalanishi mumkin:

$f(x) = A - B \exp(-\frac{x}{C})$ va u tajribadagi o'lchanayotgan temperatura qiymatlarini aks ettiradi.

Mos keltirish uchun olingan parametr A berilgan temperaturaga aynan to'g'ri keladi. Kamera tashqarisida joylashgan muz, qurilish materiali namunasi ustining temperaturasi past va eng asosiysi doimiy qilib ushlab turadi. Ammo, bunda temperatura qiymatining kichik tebranishlari bo'lishi mumkin, shuning uchun tashqi temperaturaning qiymati o'rtachalashtiriladi va shu o'rtacha qiymatdan temperaturalarining va provardida i



Issiqlik o'tkazuvchanlik hisoblanib topish mumkin.

$$t = t_{im} - t_{sovuq}$$

Tajriba qurilmasi. a) Quvvatni o'lchash.

3-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.

Odatda tajribani boshlashdan oldin, elektroplitkaning quvvatini P aniqlash kerak.

Buning uchun kalorimetrik kamerani qurilish materiali plastinkasisiz qisqa vaqt ulang.

Elektroplitkani kalorimetrik kameraga joylashtiring. Biroq hali transformatorni ulamang!

3-rasmda tasvirlaganidek kuchlanish va tok kuchini o'lchash uchun transformator va kalorimetrik kamerani CASSY datchigiga (Sensor-CASSY) ulang.

b) Temperaturani o'lchash

2-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.

elektroplitkani kalorimetrik kameraga joylashtiring.

Qurilish materiali plastinkasini kalorimetrik kameraga joylashtirish uchun tayyorlang.

Qurilish materiali plastinkasida o'rnatish uchun mo'ljallangan aylana o'yiqlar ichiga, issiqlik o'tkazuvchi pastadan foydalanib, alyuminiyli kontakt disklarni o'rnatish. O'rnatishda kontakt diskda qilingan belgi o'yiqdagi chiziq bilan mos kelsin.

Kontakt disklarni o'rnatishda faqat issiqlik o'tkazuvchi pastadan foydalaning.

Diqqat bilan, egmasdan, yupqa alyuminiy plastinani (qalinligi 0.3 mm) qora tarafi bilan qurilish materiali namunasining issiqlik o'tkazuvchi pasta surilgan tashqi tomoniga o'rnatib, bu ikki plastinani bir biriga qising.

Bu amalni qurilish materiali namunasining boshqa tomoni uchun ham bajaring.

Diqqat bilan, egmasdan, temperatura datchigining uchini rezinali tiqindagi teshik (diametri 1.5 mm) orqali siljiting. Uni hali kalorimetrik kameraga o'rnatmang!

Tayyor qurilish materiali namunasini ochiq kameraga o'rnatish va temperatura datchiklarini asosga hamda namuna ustiga qo'ying. Agar qurilish materiali namunasini ko'tarishga ehtiyoj tug'ilsa, ilgakli tutgichdan foydalaning.

Adapter NiCr-Ni S dan foydalanib, 1-rasmda keltirilganidek qilib, temperatura datchigini SASSUga ulang.

Transformatorni elektroplitka bilan ulang. Hali transformatorni ishga tushirmang!

Kalorimetrik kamerani yupqa va suv o'tkazmaydigan plastmassali plyonka (masalan, plastmassa o'ram) bilan qoplang. Muz kubiklarili sumkani alyuminiy plastinaning tepasiga

qo‘ying. Suv kameraga kirib ketmasligiga yoki kabellar bilan kontaktlashmasligiga amin bo‘ling.

Eslatmalar: Sumka juda kichik bo‘lmasligi kerak. Muz iloji boricha alyuminiy plastina bilan zichroq kontaktlashuvi kerak. Muz kubiklari qanchalik kichik bo‘lsa, qurulish materiali namunasi bilan muz shunchalik yaxshi kontaktlashadi. Sumkaga zarar yetkazmaydigan qilibjoylashtiriladigan og‘ir obyekt ham foydadan holi emas.

Ishni bajarish tartibi

a)quvvatni o‘lchash;

Laboratoriya o‘rnatmalarini CASSY ga yuklang. (CASSY lab.2).

Tanlangan namunaga mos ravishda kalorimetrik kamerani transformatorga ulang.

Eslatma: Roxasell (Rohasell) plastinkasi past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega bo‘dganligi uchun ishchi kuchlanish 6 V chegaradan katta bo‘lmasligi kerak, aks holda kalorimetrik kamera o‘ta qizib ketishi mumkin.

Transformatorni ishga tushiring, ekranda U kuchlanishni va I tok kuchini kuzating, hamda yozib oling.

R quvvatni yozib oling.

Transformatorni o‘chiring.

Eslatma: o‘lchash vaqtida transformator iloji boricha qisqaroq vaqt davomida ulangan holatda bo‘lishi kerak. Shundan keyin, t_0 issiq platina xona temperaturasigacha sovuguncha kuting.

Texnika xavfsizligi: Kalorimetrik kamerani, devoriy materiallarni yoki qurulish materiali namunalarini 60°C temperaturadan yuqoriroq qizishiga yo‘l qo‘ymang.

b) Temperaturalarni o‘lchash.

Eslatma: Zarur bo‘lgan hollarda temperatura qarshiliklarini o‘lchash kamerasiga o‘rnatilmasdan oldin tekshirib oling. Buning uchun ularni bir xil temperaturaga ega obuyektga joylashtiring-masalan, ular bir xil temperaturani ko‘rsatayotganini aniqlash uchun turg‘un suvga yoki CASSY 2 laboratoriyasiga o‘rnatib.

Ikkala temperatura qarshiliklari o‘zgarishlarini kuzating.

Eng past temperatura o‘zgarmay qolguncha kuting.

Eslatma: muz temperaturasiga bog‘liq ravishda, agar temperatura 0°C dan ancha past bo‘lsa, bu maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin. Shu temperaturani o‘lchash maboynida imkoni boricha doimiy qilib ushlab turish kerak, bu temperatura -20°C dan $+40^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqda bo‘lishi tavsiya etiladi.

Transformatorni ishga tushiring. Hali o‘lchashni boshlamang.

Ikkala temperaturaning ham o'zgarishlarini kuzating va to yuqoriroq temperaturaning oshishi boshlanmaguncha kuting.

O'lchashni 0°C dan boshlang.

Ichki temperatura ortishi boshlanganda, muz tagidagi tashqi temperatura doimiy qoladi. Tashqi temperatura $0,5^{\circ}\text{C}$ ga ohsa, muz bilan kontaktlashishni yaxshilang. Zaruriyat tug'ilganda o'lchash vaqtida bunday tuzatishlarni qaytaring.

Agar ichki temperatura 60°C ga yerishsa, transformatorni o'chiring va tajribani pastroq kuchlanish yoki quvvat bilan takrorlang.

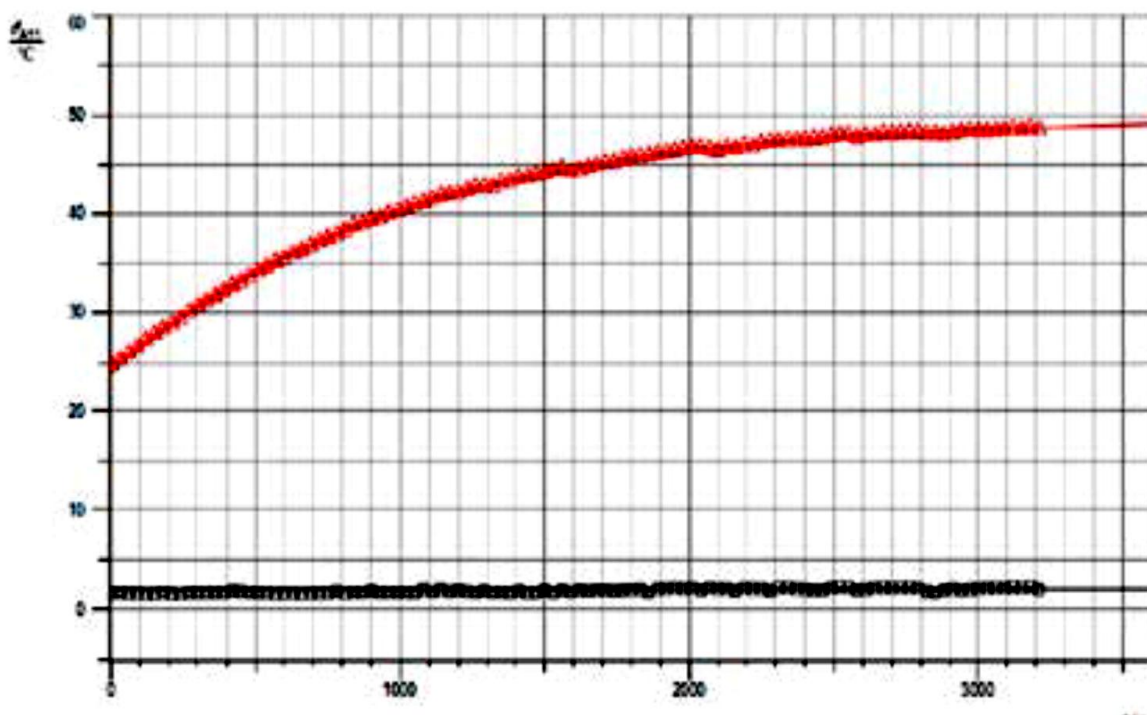
Agar ichki temperatura juda sekin yoki o'zgarmay qolsa (yoki taxminan minutiga $0,15^{\circ}\text{C}$ ga o'zgarsa) dan o'lchash to'xtatilishi mumkin.

Transformatorni tarmoqdan uzing.

Eslatma: Qismlarga ajratish vaqtida, birinchi navbatda temperatura datchiklarini oling va keyin ilgakli tutqichdan foydalanib, qurilish materiali namunasini chiqarib oling.

Hisoblash natijalari

3-6 rasmlarda turli vurilish materiallari namunalari uchun uzoq vaqt davomida temperaturalarning o'zgarishi tasvirlangan. Temperatura t_{im} ichki temperatura (namuna asosining temperaturasi) egriligidan t_{A11} moslashtirish orqali aniqlangan. Uzluksiz chiziq aynan moslashtirishdan olingan funksiya. Tashqi past temperaturaning (namunaning muzli tepasi) o'rtacha qiymati t_{A12} temperatura t_{sovuq} ni beradi. U temperatura farqini hisoblash uchun xizmat qiladi. $\Delta t = t_{im} - t_{sovuq}$



4-rasm

Jadval 2. Tajribalarning yakuniy natijalari λ_N ning qiymatlari mahsulot ishlab chiqaruvchilardan olingan.

	Polistrol	Yog‘och qipiqli plita	Farmasell	Rohastll (изоляцион материал)
	0,0226			
	0,01			
	12	12	12	6
	21,2	21,2	21,2	5,3
	48	54	34	45
	0,19	0,17	0,28	0,05
	0,16-0,18	0,07-0,17	0,23-0,28	0,02-0,05

Issqlik o‘tkazuvchanlik qanchalik kichik bo‘lsa, shunchalik ichki temperatura yuqori. Shuni qayd qilish kerakki, bunday temperaturaga erishish uchun Roxasell (izolyatsion material) ancha pastroq quvvatni talab qiladi.

Hisoblangan issqlik o‘tkazuvchanlik real issqlik o‘tkazuvchanlikdan doimo yuqori. Uni issqlik yuqotishlar orqali tushuntirish mumkin. Hisoblashlarda elektr quvvati P aynan issqlik oqimiga teng deb olinadi. Issqlik o‘tkazuvchanlikni λ hisoblash uchun

$$P = \lambda \cdot \frac{S}{d} \cdot \Delta t$$

ega bo‘lamiz. Ammo o‘lchash vaqtida faqat issqlik oqimi $\frac{\Delta Q}{\Delta \tau}$ namunadan o‘tadi va shu sababli real issqlik o‘tkazuvchanlik uchun

$$\frac{\Delta Q}{\Delta \tau} = Q = \lambda_{real} \cdot \frac{S}{d} \cdot \Delta t$$

ega bo‘lamiz. Bundan quyidagina olamiz.

$$\lambda = \lambda_{real} \cdot \frac{P}{Q}$$

Plastina orqali o‘tayotgan issqlik oqimi Q, elektr quvvatga P nisbatan kam, shu sababli $\frac{P}{Q}$ nisbat 1 ga nisbatan katta. Shuning uchun o‘lchangan issqlik o‘tkazuvchanlik real issqlik o‘tkazuvchanlikka nisbatan kattaroq.

<https://youtu.be/SFokMV8n2s8?si=r9qEHUE0JHTKVDG4>

Nazorat savollari

1. Issiqlik almashinuvini turlarini tushuntiring?
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik almashinuvida qanday kattaliklar asosiy rol o'ynaydi?
3. Konveksiya orqali issiqlik almashinuvida qanday kattaliklar asosiy rol o'ynaydi?
4. Issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik almashinuvida issiqlik samaradorligini qanday yo'llar orqali oshirish mumkin?
5. Fur'ye tenglamasini mazmunini tushuntiring?

Laboratoriya ishi №11

Mavzu: Doimiy bosimda gaz hajmining temperaturaga bog'liqligi (Gey -Lyusak qonuni)

Ishdan maqsad: Doimiy bosimda gaz hajmining temperaturaga bog'liqligini o'rganish.

Kerakli asboblari va qurilmalar: Gazli termometr, dastaki vakuum nasosi, V shaklidagi shtativ asos, shtativ ustuni, "Timsol" tipli qistirgich, qizdiruvchi elektr plitka, shisha o'lchov stakani, raqamli termometr yoki NiCr-Ni temperatura datchigi.

Nazariy qism. ν mol miqdordagi ideal gazning holati tajribada aniqlanishi mumkin bo'lgan bosim, hajm va temperatura qiymatlari bilan to'liq ifodalanadi. Bu uch parametrlar orasidagi munosabat asosiy gaz qonuni bilan aniqlanadi:

$$PV = \nu RT \quad (1)$$

bu yerda p – bosim; V - hajm; T – temperatura; ν – ideal gazning moldagi miqdori; R - universal gaz doimiysi (8,31 j/(K·mol)).

Agar parametrlardan biri- bosim, hajm yoki temperatura doimiy qolsa, qolgan ikki miqdorni bir biridan mustaqil tarzda o'zgartirib bo'lmaydi. Masalan, doimiy bosimda holatlarning Gey-Lyussak munosabati o'rinli bo'ladi:

$$V \sim T \quad (2)$$

Mazkur tajribada bu qonun gazli termometr yordamida tasdiqlanadi. Gazli termometr shisha kapillyardan tashkil topgan bo'lib, uning bir uchi ochiq. Havoning ma'lum miqdori kapillyar ichida simobning tomchisi bilan zich berkitiladi. Tashqi p_0 bosimda, kapillyar ichidagi havo V_0 hajmga ega.

Gazli termometr temperaturasi taxminan $t \approx 90$ °C ga yaqin suvga joylashtiriladi va bu sistema asta- sekin sovutiladi (1-rasm). Gazli termometrning ochiq uchi atrof muhitning

bosimi ta'sirida bo'ladi. Shunday qilib, qamalgan havo ustunining bosimi tajriba vaqtida doimiy qoladi. Hajm quyidagicha aniqlanadi:

$$V=(\pi \cdot d^2/4) \cdot h \quad (3)$$

bu yerda, d - kapillyarning ichki diametri (2,7 mm), h - havo ustunining balandligi.

Qurilmaning tuzilishi va ishlashi. Simob tomchilarini yig'ish:

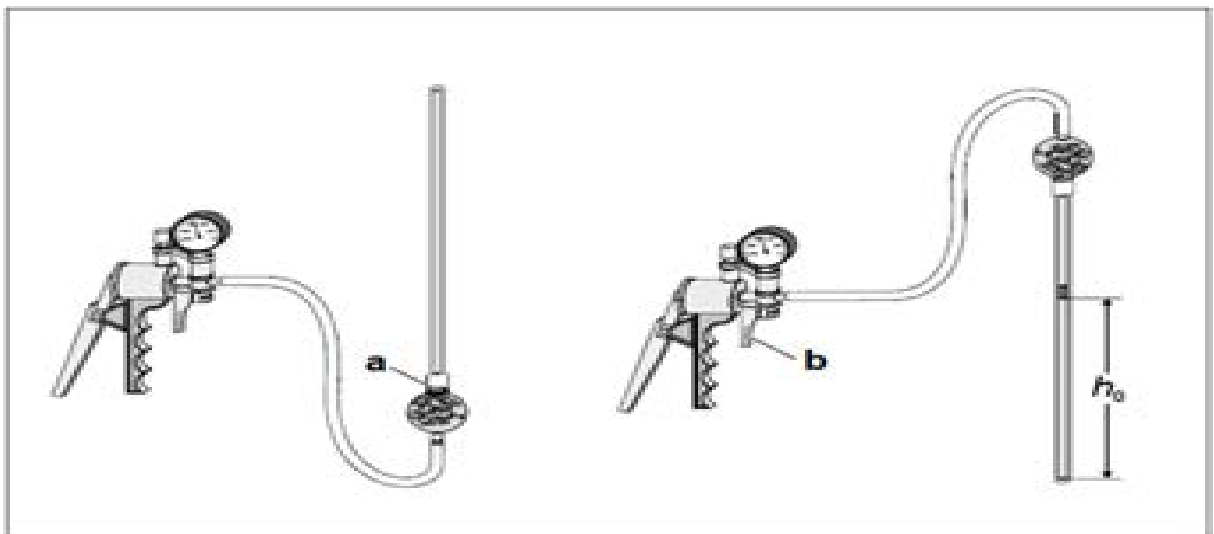
dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosini gazli termometrga ulang va termometrni shunday ushlangki, uning ochiq uchi pastga qarab yo'nalgan bo'lsin;

dastaki vakuum nasosi yordamida maksimum ortiqcha bosim ΔP ni yuzaga keltiring va tomchi shaklidagi simobni qavariq joyga (a) to'plang;

dastaki vakuum nasosining manometri ortiqcha bosim ΔP ni manfiy qiymat tarzida ko'rsatadi;

agarda hali ham simobning tomchilari kapillyarda qolsa, kapillyarni sekin turtkilab, ular qavariq joyga (a) siljiting;

simob bilan berkitilgan kapillyar uchida qolgan kichkina simob tomchisi tajribani bajarishga xalaqit bermaydi.



2-rasm

Gaz hajmi V_0 ni o'rnatish:

gazli termometrdan foydalanish uchun uni ishchi holatdan (ochiq uchi yuqorida) sekin shunday buringki, simob kapillyarning kirish teshigiga siljisin;

dastaki vakuum nasosining ventilyasiya klapanini (b) sekin oching va ΔP bosimni sekin 0 ga shunday kamaytiringki, simob yakka bog'langan tomchi bo'lib asta yumalasin;

gazli termometr bilan katta trubkani shtativ ustuniga o'rnatish;

agar katta simob tomchisi kuchli ventilyasiya yoki vibrasiya natijasida parchalansa, qaytadan simobni yig'ing;

gazli termometrغا parallel qilib temperatura datchigini NiCr-Ni katta probirkaga kiriting va uni Mobil CASSY bilan ulang.

Texnika xavfsizligi

Diqqat: gazli termometr simobga ega;

gazli termometr bilan ishlaganda, iloji boricha tartibga rioya qiling;



shisha idish va o'lchov stakani bilan ishlaganda iloji boricha hushyor bo'ling, shishani sinishiga yo'l qo'ymang.

Ishni bajarish tartibi.

- Shisha idishdagi 400 ml hajmli suvni 90° C gacha elektroplitkada qizdiring

- issiq suvni ehtiyotlik bilan shisha idishga quyung. Temperatura ko'tarilib borgan sari gazning boshlang'ich bosimi pasayadi.

- Temperatura ortishini kuzating va temperatura hamda havo ustunining balandligini aniqlash uchun, temperatura pasaya boshlash momentini

kuting.

- Suv vannasining (probirkadagi suv) sovushi mobaynida gazli termometrning asta-sekin temperaturasini va berk havo ustunining balandligini o'lchang.

- Olingan natijalarni ishchi formulaga qo'yib hisoblang va o'lchashdagi absolyut va nisbiy xatolarni aniqlang.

- Olingan natijalarni 1-jadvalga kiriting.

No	$t(^{\circ}\text{C})$	$h(\text{sm})$	$V(\text{m}^3)$	$\alpha = \frac{V}{T} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{K}}\right)$	$\Delta\alpha \left(\frac{\text{m}^3}{\text{K}}\right)$	$\varepsilon (\%)$
1						
2						
3						

4						
5						
6						
'rt						

- Olingan natijalar asosida gaz hajmining temperaturaga bog'liklik grafigini chizing.

1-jadval

(https://www.youtube.com/watch?v=KBC9_VJzeJY&pp=ygUdaXpvYmFyaWsgamFyYXlviBsYWJvcnF0b3JpeWHSBwkJIgoBhyohjO8%3D)

Sinov savollari.

1. Ideal gaz holat tenglamalarini keltirib chiqaring va mohiyatini izohlang.
2. Gey-Lyussak qonuning fizik mohiyatini izohlang.
3. Olingan tajriba natijalarini tahlil qilib, o'zgarmas bosimda gaz hajmining temperaturaga bog'lanish qonuniyatini tushuntiring.
4. Ishga xulosa yasang.

Laboratoriya ishi №12

Mavzu: Stoks usuli bilan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash

Kerakli asboblari: tekshirilayotgan suyuqlik olingan shisha silindr, mikrometr, sekundomer, qo'rg'oshin va po'lat sharchalar.

Ishning maqsadi: suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini uning ichidagi metall parchalarning harakatini kuzatish orqali aniqlash.

Ishning nazaryasi

Hamma real suyuqliklarning bir qatlami ikkinchi qatlamiga nisbatan ko'chganda ozmi – ko'pmi ishqalanish vujudga keladi. Tezroq harakat qilayotgan qatlam tomonidan sekinroq harakat qilayotgan qatlamga tezlashtiruvchi kuch ta'sir qiladi va aksincha, sekinroq harakat qilayotgan qatlam tomonidan tezroq harakat qilayotgan qatlamga sekinlashtiruvchi kuch ta'sir qiladi. Ichki ishqalanish kuchlari deb ataladigan bu kuchlar, o'zaro harakatlanuvchi

suyuqlik qatlamining sirtiga urinma bo‘ylab yo‘nalgan bo‘ladi. Biz tekshirayotgan qatlamning ∇S yuzasi qancha katta bo‘lsa, ichki ishqalanish kuchi f ham shuncha katta bo‘ladi va bundan tashqari n bu qatlamlar orasida oqish tezliklarining qancha tez o‘zgarishga ham bog‘lik bo‘ladi. Bir –biridan ∇Z masofada bo‘lgan ikki qatlam mos ravishda ϑ_1 va ϑ_2 tezliklar bilan oqayapti deb faraz qilsak, tezliklar farqi $\vartheta_1 - \vartheta_2 = \Delta \vartheta$ bo‘ladi.

Qatlamlar orasidagi masofa oqish tezligiga tik yo‘nalishda olinadi. Bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o‘tganda tezlikning o‘zgarishini ko‘rsatuvchi kattalik $\nabla H / \nabla Z$ tezlik gradienti deb ataladi.

Ichki ishqalanish kuchi f tezlik gradienti $(\Delta \vartheta / \Delta Z)$ ga va ishqalanish yuzasi (S) ga proporsional bo‘ladi.

$$\Delta f = \eta \frac{\nabla \vartheta}{\nabla Z} \nabla S \quad (1)$$

Suyuqlikning xususiyatiga bog‘lik bo‘lgan kattalik η ni suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsienti yoki yopishqoqlik koeffitsienti deb ataladi. (1) formulada $\frac{\nabla \vartheta}{\nabla Z} = 1$ va $S = 1$ deb olsak $r = f$ bo‘ladi. Demak, yopishqoqlik koeffitsientini birlik yuzada o‘zaro tayyorlanayotgan qatlamlarning tezlik gradienti 1 ga teng bo‘ladigan ishqalanish kuchiga son jihatdan teng bo‘lar ekan. Yopishqoqlik koeffitsienti suyuqlikning xususiyatiga va temperaturasiga bog‘liq bo‘ladi. Temperatura ko‘tarilgan sari yopishqoqlik kamayadi. SGS sistemasida yopishqoqlik birligi qilib Pz (puaz) qabul qilingan 1 m^2 yuzaga ta’sir qiladigan ichki ishqalanish koeffitsientiga aytiladi. Yopishqoqlikning o‘lchamligi (1)ga asosan quyidagicha bo‘ladi.

$$[\eta] = - \left[\frac{f}{\frac{\Delta \vartheta}{\Delta Z} \cdot \Delta S} \right] = L^{-1} M T^{-1}$$

Suv yopishqoqligining temperaturaga bog‘liq bo‘lishi quyidagichadir; 0° C da $\eta = 0.1775$ puaz, $20,5^\circ \text{ C}$ da esa $\eta = 0.01$ puazga teng.

Agarda jism yopishqoq bo‘lmagan suyuqlik ichida harakat qilsa, uning harakatiga suyuqlik hech qanday qarshilik qilmaydi. Jism faqat yopishqoq muhit ichida harakat qilgandagina qarshilik vujudga keladi. Suyuqlik jismga ergashib sekinroq harakat qiladi. Buning natijasida suyuqlik qatlamlari orasida ishqalanish kuchlari hosil bo‘ladi. Ushbu laboratoriya ishida qattiq jism sifatida diametrlari taxminan 1-2mm bo‘lgan po‘lat yoki qo‘rg‘oshin sharchalari ishlatiladi. Bu sharchalarni birma –bir suyuqlik ichiga tashlanadi.

Agar sharchaning hamma tomoni suyuqlikka tekkan holda (atrofida gaz pufakchalari bo‘lmasa) orqasidan uyurma hosil qilmasdan uncha katta bo‘lmagan tezlik bilan tushayotgan

bo'lsa, suyuqlikning unga ko'rsatayotgan qashilik kuchi Stoks qonuniga asosan quyidagicha topiladi.

$$f = 6\pi \cdot \eta \cdot g \cdot r \quad (2)$$

bunda, η – yopishqoqlik yoki ichki ishqalanish koeffitsiyenti g -sharning tushish tezligi, r - sharchaning radiusi.

Yopishqoq suyuqlik ichida harakatlanayotgan sharchaga uchta kuch ta'sir qiladi; 1) og'irlik kuchi, P . 2) Arximed qonuniga asosan suyuqlikning ko'tarish kuchi \vec{f}_1 3) ichki ishqalanish kuchi \vec{f}_2 . Bu uchala kuch bir to'g'ri chiziq bo'ylab (og'irlik kuchi pastga qarab, suyuqlikning ko'tarish kuchi va qarshilik kuchi esa yuqoriga qarab) yunalgan bo'ladi. Sharchaning tushish tezligi ortishi bilan (unga proporsional ravishda) suyuqlikning qarshilik kuchi ham ortib boradi. Sharchaning tezligi ma'lum bir qiymat g_0 ga etganda ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lib qoladi (yuqoriga yo'nalgan qarshilik kuchi va Arximed kuchlarning yig'indisi og'irlik kuchiga teng bo'lib qoladi).

$$R = f_1 - f_2 = 0 \quad (3)$$

Lekin sharcha o'z energiyasi tufayli harakatini davom ettira beradi (Nyutonning 1-qonuni). Sharchaning hajmi $\frac{4}{3}\pi r^3$ bo'lgani uchun uning og'irligi quyidagiga teng.

$$P = mg = \rho v g = \frac{4}{3}\pi r^2 \rho g \quad (4)$$

Siqib chiqarilgan suyuqlikning hajmi sharcha hajmiga teng bo'lganligi uchun ko'tarish (Arximed) kuchi;

$$f_1 = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 \rho_0 g \quad (5)$$

Ishqalanish kuchi esa (2) ga asosan ;

$$f_2 = 6\pi \eta \cdot r g_0 \quad (6)$$

(4),(5) va (6) ni (3) ga qo'ysak quyidagi tenglama kelib chiqadi ;

$$\frac{4}{3}\pi \cdot r^3 (\rho - \rho_0) g = 6\pi \cdot r g_0 \cdot \eta \quad (7)$$

bu yerda ρ – sharchaning zichligi, ρ_0 - suyuqlikning zichligi, g – erkin tushish tezlanishi,

Sharcha suyuqlikda h balandlikni t vaqt ichida o'tsa tezlik $g_0 = \frac{h}{t}$ bo'ladi. Buni (7) ga qo'yib, undan η ni topamiz

$$\eta = \frac{2(\rho - \rho_0)}{9h} g \cdot r^2 t \quad (8)$$

(8) tenglamaning o'ng tomonidan qiymatlarning xammasi tajribadan aniqlanadi, bundan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini topish mumkin.

2. Asbobning tuzilishi. Asbob ichiga tekshirilayotgan suyuqliklar qo'yilgan (glitserin, paxta yog'i va suv) uchta silindrdan iborat qurilmadan tuzilgan. Har bir silindrda bir-biridan h masofada joylashgan ikkita d_1 va d_2 belgilar bor.

Ishni bajarish tartibi

1. Suyuqlikka tashlanayotgan sharchaning diametrini mikrometr yordamida 0.01 mm aniqlikkacha o'lchanadi.

2. Sharchani silindr ichidagi suyuqlikka tashlanadi (bunda sharchani mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin tashlash kerak).

3. Sharcha silindrdagi d_1 belgi to'g'risidagi o'tayotgan paytda sekundomer yurg'izib yuboriladi va d_2 ning to'g'risidan o'tayotganda to'xtatiladi. Bu bilan sharchaning d_1 dan d_2 gacha bo'lgan masofa, h ni o'tish uchun ketgan vaqti o'lchangan bo'ladi (3-rasm).

4. Shkalali chizg'ich yordamida d_1 bilan d_2 belgilar orasidagi masofa o'lchanadi. Tajriba har bir suyuqlik uchun kamida 5 ta sharcha bilan bajariladi.

Eslatma: agarda sharcha silindr devorlariga tegib tushayotgan bo'lsa, yoki atrofida havo pufakchalari bo'lsa, bu sharcha bilan o'tkaziladigan tajriba hisobga olinmaydi.

5. κ, h, ρ, ρ_0 va t larning qiymatlarini bilgan holda suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini (8) formuladan foydalanib aniqlanadi, ρ va ρ_0 jadvaldan olinadi. Topilgan natija quyidagi jadvalga yoziladi.

No	d, m	r, m	h, m	t, s	η	$\eta_{o'r}$	$\Delta\eta$	$\Delta\eta_{o'r}$	$\varepsilon\%$
1									
2									
3									

https://youtu.be/yCa8g_iLoJ0?si=J0GNYeObnW72SRdH

Nazorat savollari

1. Arximed qonunini ta'riflab bering.
2. Stoks formulasini yozing. Bu formulaga kirgan kataliklarni tushuntiring.
3. Suyuqlikning ichida harakatlanayotgan jismga qanday kuchlar ta'sir qiladi.
4. Ishqalanish koeffitsienti fizik ma'nosi qanday va qanday birlikda o'lchanadi

5. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

Laboratoriya ishi №13

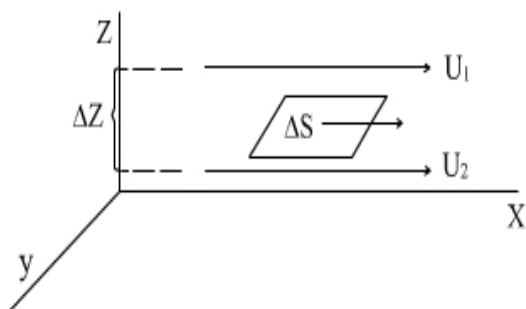
Mavzu: Havo molekulalarining o‘rtacha erkin yo‘l uzunligi va ichki ishqalanish ko‘effitsiyentini aniqlash

Kerakli asboblari: gaz viskozimetri, barometr, termometr, sekundomer.

Ishning maqsadi: kapilyar naychadan gazning (havoning) oqib o‘tishidan foydalanib, havo molekulalarining o‘rtacha erkin yo‘l uzunligi va ichki ishqalanish ko‘effitsiyentini aniqlash.

Ishning nazariyasi

Gazning qo‘shni qatlamlari bir-biriga nisbatan turli tezliklar bilan harakatlenganda, ular orasida ichki ishqalanish kuchlari hosil bo‘ladi. Sekinroq harakatlanuvchi qatlam tomonidan tezroq harakatlanuvchi qatlamga sekinlashtiruvchi va aksincha, tezroq harakatlanuvchi qatlam tomonidan sekinroq harakatlanuvchi qo‘shni qatlamga tezlashtiruvchi kuch ta‘sir etadi. Turli tezliklar bilan harakatlanuvchi qatlamlar orasida vujudga keladigan bu kuch ichki ishqalanish kuchi deb yuritiladi. Ichki ishqalanish kuchlari gaz qatlamlariga urinma



bqlib, qatlamning harakat yo‘nalishiga teskari yo‘nalgan bo‘ladi. Bir-biridan ΔZ (1-rasm) masofada joylashgan ikki qatlamlarning tezliklari u_1 va u_2 bo‘lsa, ularning orasidagi ΔS yuzaga ta‘sir etayotgan ishqalanish kuchi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\mathbf{1-rasm} \quad f = \eta \cdot \left(\frac{\Delta U}{\Delta Z} \right) \cdot \Delta S, \quad (1)$$

bu yerda η ichki ishqalanish ko‘effitsienti, $\left(\frac{\Delta U}{\Delta Z} \right)$ tezlik gradienti. (1) formuladan

$$\eta = \frac{f}{\left(\frac{\Delta U}{\Delta Z} \right) \cdot \Delta S} \quad (2)$$

Agar $\left(\frac{\Delta U}{\Delta Z} \right) = 1$ va $\Delta S = 1$ bo‘lsa, $\eta = f$ bo‘ladi, ya‘ni ichki ishqalanish ko‘effitsienti, son jihatdan tezlik gradiyenti bir birlikka teng bo‘lganda, bir birlik yuzaga ta‘sir etayotgan ishqalanish kuchiga teng.

SI sistemasida ishqalanish ko‘effitsiyenti kg/m sek da o‘lchanadi. Gaz molekulalari doimo harakatda bo‘lib, ular uzluksiz ravishda bir-biri bilan to‘qnashib turadi. Molekulaning

ketma-ket kelgan ikkita to'qnashishi orasida bosib o'tadigan o'rtacha yo'li, uning o'rtacha yo'l uzunligi deyiladi.

Molekulyar kinetik nazariyasiga asosan, gazlarning ichki ishqalanish koeffitsienti, molekulalarning o'rtacha tezligi v va o'rtacha erkin yo'l uzunligi λ ga bog'liq:

$$\eta = \frac{1}{3} \rho v \lambda \quad (3)$$

bunda ρ -gazning zichligi. Mendeleyev-Klapeyron tenglamasiga asosan, zichlikni quyidagi formula bilan topish mumkin.

$$\rho = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T} \quad (4)$$

bunda μ -molekulyar og'irlik. Havo uchun $\mu = 29$ kg/kmol ga teng. R -gazning bosimi, T -absolyut temperatura, R -universal gaz doimisi.

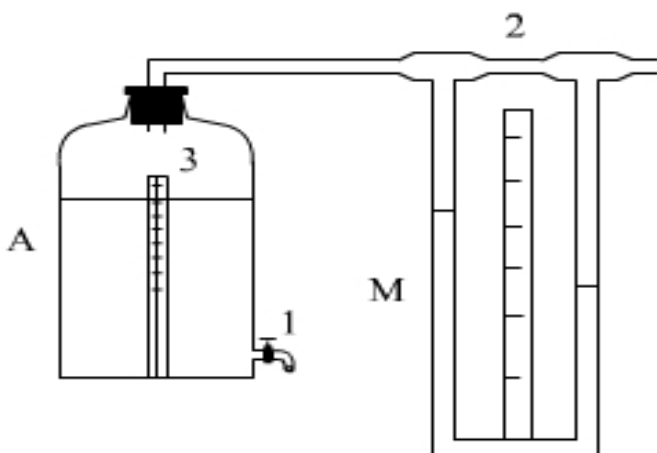
Gaz molekulalarining o'rtacha tezligi quyidagiga teng:

$$v = \sqrt{\frac{3RT}{\pi\mu}} \quad (5)$$

(3) formulaga (4) va (5) formulalardan ρ va v ning qiymatini qo'yib, tenglamani λ ga nisbatan yechamiz.

$$\lambda = 1,37 \frac{\eta}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{RT}{\mu}} \quad (6)$$

2. Asbobning tuzilishi va ish usuli



Kapilyar naychalardan gaz oqib o'tishidan foydalanib, ichki ishqalanish koeffitsiyentini topish mumkin (2-rasm). Uning uchun hajmi 8-10 litr bo'lgan A idish suv bilan to'ldiriladi. 1-jo'mrakdan suv og'izilsa, suvning yuzasidagi bosim pasayishi natijasida kapilyar nay (2) orqali havo oqa boshlaydi. Ishqalanish kuchi natijasida kapilyar nayning

(<https://youtu.be/iOV3ppqbiGA?si=gEtLvZY9oFdoENew>)

Nazorat savollari

1. Ichki ishqalanish kuchining hosil bo'lish sababini tushuntiring.
2. Ichki ishqalanish koeffitsienti deb qanday kattalikka aytiladi va u qanday birlik bilan o'lchanadi?
3. Ichki ishqalanish koeffitsienti nimalarga bog'liq?
4. Suyuqliklarda va gazlarda ichki ishqalanish koeffitsienti harorat oshishi bilan qanday o'zgaradi?
5. Molekulalarning erkin yo'l uzunligi deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog'liq?
6. Ish tartibini tushuntiring.

Laboratoriya ishi №14

Mavzu: Metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash

Kerakli asboblari: Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlaydigan asbob, tekshiriladigan jism, termometr, shtangensirkul, sekundomer, texnik tarozi.

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini tajribada aniqlash.

Yakka plastina metodi bilan issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash.

Ishning maqsadi: Qurilish materiallarida issiqlik o'tkazuvchanlik fizikaviy hodisasini va issiqlikning jamg'arilishini o'rganish. Turli qurilish materiallarining temperaturaviy o'zgarishlarini vaqt funksiyasi sifatida qayd qilish. Qurilmaning issiqlik muvozanatini sifatli kuzatish. Qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashda temperaturalar farqidan foydalanish.

Kerakli jihozlari: Kalorimetrik kamera, Kalorimetrik kamera uchun qurilish materiallari, Transformator, datchik, temperatura datchigi.

Ishning nazariyasi

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining birligi (7) ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = -\frac{Q}{S(\partial t / \partial n)} = \frac{V_t}{m \cdot \text{grad}} \quad (8)$$

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati, son jihatdan, temperaturalar farqi 10⁰C bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. Turli xil moddalar uchun χ ma'lum bir qiymatga ega bo'lib, u moddaning tuzilishiga, zichligiga, bosimiga va temperaturasiga bog'liq.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti χ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Ko'pchilik materiallar uchun χ ning temperaturaga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + \beta(t - t_0)]$$

bu yerda λ_0 - t_0 °C temperaturadagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti;

t – temperatura, °C; β – tajriba orqali aniqlanadigan temperatura koeffitsienti.

Metallar issiqlikni eng yaxshi o'tkazadilar, ularda λ 3dan 458 Wt/(m·grad) gacha o'zgaradi. Toza metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (alyuminiydan tashqari) temperatura ortishi bilan pasayadi. Yengil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Agar $\lambda < 0,2$ Wt/(m·grad) bo'lsa, bunday materiallar issiqlik izolyatsiya materiallari deyiladi. Bunday materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga namlikni ta'siri katta. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda deyarli 20 marta yaxshi o'tkazadi, shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

https://www.youtube.com/watch?v=zoosdYZHYTE&pp=ygVBtWV0YWxsYXJuaW5nIGlzc2lxbGlrIG_igJh0a2F6dXZjaGFubGlrIGtvZWZmaXRzaXllbnRpbmkgYW5pcWxhc2g%3D

Nazorat savollari

1. Ichki ishqalanish kuchining hosil bo'lish sababini tushuntiring.
2. Ichki ishqalanish koeffitsienti deb qanday kattalikka aytiladi va u qanday birlik bilan o'lchanadi?
3. Ichki ishqalanish koeffitsienti nimalarga bog'liq?
4. Suyuqliklarda va gazlarda ichki ishqalanish koeffitsienti harorat oshishi bilan qanday o'zgaradi?
5. Molekulalarning erkin yo'l uzunligi deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog'liq?

Laboratoriya ishi №15

Mavzu: Suyuqlik qovushkokligini VK-2 viskozimetri yordamida aniqlash

Ishning maqsadi: Viskozimetr tuzilishi bilan tanishish va suyuqliklarning qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asboblari: Viskozimetr VPJ-4, har xil kotsentratsiyali suyuqliklar, distillangan suv, spirt.

Nazariy tushuncha

Real suyuqliklar oqimi-turbulent va laminar oqimlarga bo‘linadi. Turbulent oqim-bu burama oqim bo‘lib tovush bilan kuzatiladi. Laminar oqimda suyuqlik qatlamlarga bo‘linib, qatlamlar har xil tezliklar bilan bir-biriga parallel holda harakatlanadi.

Suyuqlikning laminar oqimida qatlamlarga bo‘linish suyuqlik molekulalarning o‘zaro ta’sirlashuvi asosida tushuntiriladi. Bunda qatlamlar orasida ta’sirlashish kuchi mavjud bo‘lib, bu kuch qatlam sirtiga urinma bo‘ylab yo‘nalgan bo‘ladi. Bu hodisani ichki ishqalanish yoki qovushqoqlik deyiladi.

Trubadan oqayotgan suyuqlikning o‘ziga xos xarakteri shundan iboratki u suyuqlikning tabiatiga, oqim tezligiga, trubaning o‘lchamiga bog‘lik bo‘lib, Reynolds soni bilan aniqlanadi.

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\eta} = \frac{\rho D v}{\eta} \quad (1)$$
$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

bu yerda D -trubaning diametri, η -dinamik qovushqoqlik, v -kinematik qovushqoqlik, ρ -suyuqlikning zichligi.

Agar Reynolds soni kritik sonidan bir qancha katta bo‘lsa, ($R_e \gg R_{kr}$) unda suyuqlik harakati turbulent bo‘ladi. Masalan: Silliqlik silindrik trubalar uchun $R_e \approx 2300$. Agar Reynolds soni shu sonidan kichik bo‘lsa unda suyuqlik oqimi laminar bo‘ladi.

Kinematik qovushqoqlikning SI -sistemasida o‘lchov birligi-sekundiga kvadrat metrni beradi (m^2/s). SGS sistemasida esa - STOKS (st) da yuritiladi. Ular orasidagi bog‘lanish quyidagicha: $1st. = 10^{-4} m^2/s$.

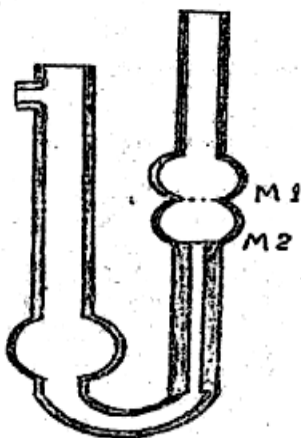
Qovushqoqlik- bu shunday bir real suyuqlik xossasidirki, suyuqlik bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o‘tganda ularda qarshilik kuchi mavjud bo‘ladi. Bunda qatlam sirtiga o‘tkazilgan urinma bo‘ylab ichki ishqalanish kuchi yuzaga keladi. Qovushqoqlik biologik sistemalarning asosiy xususiyatlaridan biri bo‘lib hisoblanadi. Masalan: Hujayra sitoplazmasidagi suyuqlik qovushqoqligi unda mavjud bo‘lgan biopolimetrlar bilan shartli ravishda bog‘langan bo‘ladi. Normada inson qoni qovushqoqligi (dinamik qovushqoqlik) 0,4 - 0,5 Pas ga teng bo‘ladi. Patalogiyada esa 1,7 dan 2,29 Pas gacha tebranadi va eritrotsitlarning chiqish reaksiyasiga ta’sir ko‘rsatadi.

Og‘ir mehnat qilgan kishilar qonining qovushqoqligi katta bo‘ladi. Ayrim infeksiya kasalliklarida qonning qovushqoqligi kamayadi. Masalan: Sil kasalliklarida bemor qonining qovushqoqligi kamayadi.

Qovushqoqlikni aniqlaydigan asboblarga vizkozimetrlar deyiladi. Suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlashda biz VPJ-4 vizkozimetridan foydalanamiz.

Asbobning tuzilishi

VPJ-4 kapillyar viskozimetri 1 - rasmda tasvirlangan. Vizkozimetrning bitta bo'yinchasi kapillyar naychadan iborat bo'lib, ma'lum hajmdagi suv uning ikkinchi kengroq bo'lgan bo'yinchasiga qo'yiladi. Kapillyar naycha uchiga rezina koptok ulanadi va suv so'riladi. Suv sathi M_1 belgidan yuqoriroqda bo'lishi kerak. So'ngra rezina koptokni naychadan olib suv sathini kamayishi kuzatiladi.



1-rasm

Suv sathi M_1 belgiga etganda sekundomer ishga tushiriladi. Suvning oqimi M_2 belgiga yetganda sekundomer to'xtatiladi. Shu usul bilan M_1 va M_2 belgilar orasidan suvning oqib o'tish vaqti (τ_0) aniqlanadi. M_1 va M_2 belgilar orasidan tekshiriluvchi suyuqlikning oqib o'tish vaqti (τ) ham xuddi shunday aniqlanadi. Viskozimetrga qo'yiladigan tekshiriluvchi suyuqlik hajmini suvning hajmi qadar olish kerak.

Kapilyarda suyuqliklar gidrostatik bosim ta'sirida harakatlanadi.

$$\Delta P = \rho gh$$

bu erda ρ - suyuqlik zichligi, h - viskozimetrning ikkala bo'yinchasida suyuqlik sathlarining farqi.

Teng hajmdagi suyuqliklarning kapillyardan oqib o'tishini quyidagicha ifodalaymiz.

$$U_0 = \frac{\pi R^4 \Delta P_0 \tau_0}{8 \eta_0 l}$$

$$U = \frac{\pi R^4 \Delta P \tau}{8 \eta l}$$

$$\frac{\Delta P_0 \tau_0}{\eta_0} = \frac{\Delta P \tau}{\eta}$$

$U_0 = U$, demak

(2)

(2) formulaga $\Delta P = \rho_0 gh$ va $\Delta P = \rho gh$ larni qo'yib:

$$\frac{\tau_0 \rho_0 gh}{\eta_0} = \frac{\tau \rho gh}{\eta}$$

$$\frac{gh \tau_0}{\nu_0} = \frac{gh \tau}{\nu}$$

yoki

ni hosil qilamiz. Bunda quyidagi $\nu = \frac{\nu_0 \tau}{\tau_0}$ formula kelib chiqadi:

bu yerda ν - tekshiriladigan suyuqlikning kinematik qovushqoqligi,

ν_0 - suvning kinematik qovushqoqligi, τ - tekshiriluvchi suyuqlikning oqib o'tish vaqti,

τ_0 - suvning oqib o'tish vaqti.

Viskozimetr doimiysi quyidagicha bo'ladi: $A = \frac{V_0}{\tau_0}$ (4)

U vaqtda (3) formulamiz quyidagi ko'rinishni oladi: $v = A\tau$ (5).

Ish bajarish tartibi

1. Ma'lum bir hajmdagi suvni viskozimetrga qo'ying.
3. Kapillyardan olib o'tadigan suvning τ_0 vaqtini aniqlang. Tajribani uch marta takrorlang va $\langle \tau_0 \rangle$ o'rtachani toping.
4. Viskozimetr doimiysi A ni toping.
5. Har xil konsentratsiyali tekshiriluvchi suyuqliklarning oqib o'tish vaqti τ ni aniqlang. Har xil tekshiriluvchi suyuqlik uchun tajribani uch martadan takrorlang va har qaysi konsentratsiya uchun $\langle \tau \rangle$ o'rtachani toping.

5. Tekshiriluvchi suyuqlikning v kinematik qovushqoqligini hisoblang.

6. O'lchash natijalari va hisoblashlarni jadvalga kiring.

No	τ_0, c	$\langle \tau_0 \rangle, c$	$A, M^2/c^2$	$C_1, \%$	τ_1, c	$\langle \tau_1 \rangle, c$	$C_2, \%$	τ_2, c	$\langle \tau_2 \rangle, c$	$v, M^2/c$
1										
2										
3										

Kinematik qovushqoqlikning o'rtacha arifmetik qiymati:

$$\langle v \rangle = (v_1 + v_2 + v_3) / 3$$

Absolyut xatolik: $\Delta v_1 = |v - v_1|$; $\Delta v_2 = |v - v_2|$; $\Delta v_3 = |v - v_3|$

O'rtacha absolyut xatolik: $\langle \Delta v \rangle = \Delta v_1 + \Delta v_2 + \Delta v_3 / 3$

Haqiqiy qiymat: $v_x = \langle v_x \rangle \pm \langle \Delta v \rangle$

$$E = \frac{\langle \Delta v \rangle}{\langle v \rangle} \cdot 100\%$$

Nisbiy xatolik:

<https://youtu.be/UDY487XT95A?si=AKIT2hQ8rL-IsZO7>

Nazorat savollari

1. Qovushqoqlik deb nimaga aytiladi?
2. Laminar va turbulent oqimlar, ularning farqi nimada?
3. Reynolds soni.

4. Kinematik qovushqoqlik qanaqa birliklarda o'lanadi?
5. Viskozimetrning ishlash prinsipi va ish tartibini tushuntiring.
6. Tibbiyotda qanday maqsadlarda viskozimetr qo'llaniladi?

Laboratoriya ishi №16

Mavzu: Sirt taranglik koeffitsiyentini suyuqlikning kapillyar naylarda ko'tarilish balandligi bo'yicha topish.

Kerakli asbob va materiallar; 1) KM tipidagi katetometr; 2) "Mir" tipdaga o'lchov zarrabini; 3) har xil diametrli kapillyar naylar to'plami; 4) qurilma; 5) yoritkich.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Ma'lumki, keng idishga solingan suyuqlikka kapilyar nay tushirilsa, undagi suyuqlik sathi keng idishdagi ho'lovchi suyuqlik sathidan balandroqda, ho'llanmaydigan suyuqlik uchun pastroqda bo'ladi. Bu hodisani tushunish uchun menisk shaklini va molekulyar bosimning suyuqlik sirtining egriligiga bog'liqligini hisobga olish kerak, Suyuqlikning yassi sirtidan H chuqurlikdaga bosim 1- rasm) ushbuga teng:

$$P = P_a + pgh + p, \quad (1)$$

bu yerda p_a — atmosfera bosimi, pgh — gidrostatik bosim, p — suyuqlikning yassi molekulyar bosim. O'sha chuqurlikda slindrik kapilyardagi bosim esa

$$P = P_a + pg(H+h) \quad (2)$$

bu yerda R — sferik shaklda deb hisoblanuvchi botiq sirtning radiusi, δ — suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti. Muvozanat holda (1) va (2) tenglashadi undan

$$\rho gh = \frac{2\delta}{R} \quad (3)$$

Ma'lumki, naydagi suyuqlik sirtining egrilik radiusini kapillyar radiusi r va chegaraviy burchak θ orqali quyidagicha ifodalash mumkin. $R = \frac{r}{\cos\theta}$ unda (3) ni h ga nisbatan yechilsa

$$h = \frac{2\delta}{\rho gr} \cos\theta \quad (4)$$

Chegaraviy burchak juda kichik bo'lganda (to'la qo'llash) bu tenglamani soddalashtirib, quyidagicha yozish mumkin.

$$h = \frac{2\delta}{\rho gr} \quad (5)$$

Chegaraviy burchak juda kichik bo'lganda (to'la ho'llash) bu tenglamani soddalashtirib quyidagicha yozish mumkin:

$$h = \frac{2\delta}{\rho gr}$$

Shunday qilib suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti qancha katta yoki kappilyarning qancha kichik bo'lsa, uning kapillyar nay bo'yicha ko'tarilish balandligi shuncha katta bo'ladi. Agar suyuqlik kapilyarni ho'llamaydigan bo'lsa, chegaraviy burchak 90° dan katta, ya'ni suyuqlik meniski qavariq bo'ladi. Bunday hollarda kapillyardagi suyuqlik sathi keng idishdagidan pastroqda bo'ladi. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini (4) dan aniqlash uchun kapilyar radiusi r ni, suyuqlik zichligi ρ ni, suyuqlikning kapillyar bo'yicha ko'tarilish balandligi h ni bo'lish kerak.

Usulning nazariyasi va tajriba qurilmasi.

Agar radiuslari r_1, r_2, r_3 bo'lgan kapillyar naylarni to'la ho'llaydigan suyuqlik ichiga tushirilsa, (4) ga asosan ulardagi suyuqliklarning ko'tarilish balandliklari mos ravishda

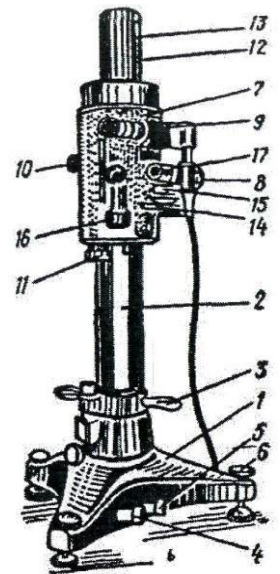
$$h_1 = \frac{2\delta}{\rho g r_1} \quad h_2 = \frac{2\delta}{\rho g r_2} \quad h_3 = \frac{2\delta}{\rho g r_3}$$

bo'ladi. Bulardan foydalanib, δ ni hisoblash uchun quyidagilarni olamiz:

Shunday qilib, naylarning radiuslarini va suyuqlikning ularda ko'tarilish balandliklarini o'lchab, suyuqlik zichligining xona temperaturasidagi qiymatini jadvaldan olib, uning sirt taranglik koeffitsientini (5) bo'yicha hisoblash mumkin. Bu ishda 2-rasmda ko'rsatilgan qurilmadan foydalaniladi. Qurilmada maxsus tutqichga mahkamlangan kapilyar naylar, ulardan tashqari, tekshiriladigan suyuqlikli idish uchun shu tutqichga biriktirilgan ko'chma polka bor. Naylar C sovun yordamida tik o'rnatiladi va tutqichning yon tomonida o'rnatilgan elektr lampa vositasida yoritiladi. Naylarning r_1, r_2, r_3 radiuslarini "MIR" tipidagi o'lchov mikroskopi yordamida, h_1, h_2, h_3 tik masofalarni esa "KM" tipidagi katetometr vositasida o'lchanadi.

Katetometrning tuzilishi

Katetometr yaxlit o'choqqa o'rnatilgan tik shtativdan, o'lchov karetkasidan, ko'rish trubasidan va o'lchov mikroskopidan iborat, Uchoq 1 ga kolonna 2 o'rnatilgan bo'lib, kallak 3 uni tik o'q atrofida aylantirish mumkin. Mikrometrik siljitishni 5 vint mahkamlangan xolda 4 vint yordamida amalga oshirish mumkin. Kolonnaga millimetrli shisha shkala o'rnatilgan bo'lib, shkala kolonna o'qiga qat'iy parallel joylashgan. Uchoqdagi vintlarni burab, kolonnani doiraviy vaterpas yordamida tik o'rnatiladi. Ko'rish nayi 8, o'lchov zarrabini 9 o'rnatilgan o'lchov karetkasi 7 kolonna bo'ylab roliklarda siljiy oladi. O'lchov karetkasini tik bo'yicha katta siljitishlar 10 vint bo'shatilgan holda qo'l bilan amalga oshiriladi. Uni aniq siljitishlar esa 10 vintni mahkamlagan holda, mikrometrik 11 vint yordamida bajariladi. Karetka kolonna



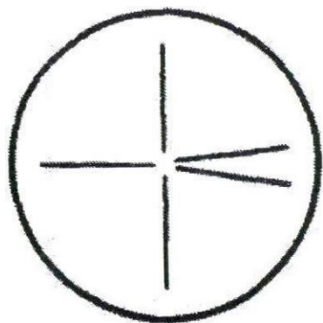
ichidagi posangi bilan muvozanatlangan. Posangi yo'naltiruvchi 13 rolik orqali o'tkazilgan 12 po'lat lenta vositasida karetka bilan birlashtirilgan. Ko'rish nayi 8 karetka o'rnatilgan. Nayni obektning tanlangan nuqtasiga fokuslash 14 maxovnikni burash orqali amalga oshiriladi. Ko'rish nayini qo'pol sozlash shu nayida o'rnatilgan mexanik vizir yordamida bajariladi. Tubusning yon tomonida o'qi ko'rish nayining vazir o'qiga paralel bo'lgan 15tsilindrik vaterpas joylashgan. Vaterpasdagi pufakcha uchlari tasvirlarini 17 lupa orqali qarab, mikrometrik 16 vint yordamida mos keltiriladi. Mana shunday holatda vaterpas ufqiy

o'rnatilgan bo'ladi. Pufakcha yarimlari bir-biriga mos joylashganda ko'rish trubasining vizir o'qi aniq ufqiy holatga keladi. Ko'rish nayini ufqiy tekislikda aniq o'rnatish 5 vint mahkamlangan holatida 4 mikrometrik vint vositasida bajariladi. Katetometr o'yachov karetkasida masshtab to'rga ega bo'lgan o'lchov zarrabini o'rnatilgan. Masshtab to'r tik va ufqiy yo'nalishlarda 10 qismga bo'lingan. O'lchov zarrabini shunday o'rnatilganki, to'ring 10 ta ufqiy bissektori millimetrlilik shkalaning ikkita chizig'i orasida joylashadi. Demak, har bir bissektorga tik yo'nalishda 0,1 millimetr mos keladi. Ufqiy ionlaliqshda bissektorning 0,1 qismi 0,01 mm ga teng. Millimetrning 0,001 ulushlari esa ko'z bilan chamalanadi.

Ko'rish nayi va o'lchov zarrabi yordamida o'lchanuvchi uzunlikni millimetrlilik shkala bilan taqqoslanadi, Karetkani kolonnada tik siljitish va tik o'q atrofida kolonnani burish orqadi ob'ektning tanlangan nuqtasiga vizirlash amalga oshiriladi. Tegishli hisoblash-larni mikrometrning okulyari orqali shkaladan va masshtab to'rdan olinadi. Tik kesmalarning uzunligi tegishli hisoblarning ayirmasi sifatida topiladi.

Katetometrda ishlash usuli

Uchoyoqning ko'tarish vintlarini burash orqali doiraviy vaterpas yordamida kolonnaning o'qi tik holatga keltiriladi. O'lchov zarrabinning yoritish tizimi transformator orqali tok tarmogi'ga ulanadi. Vint 10 bo'shatiladi, o'lchov karetkasini ob'ektning tanlangan nuqtasi sathiga ko'tariladi va mexanik vizir yordamida



Ko'rish nayi va o'lchov zarrabini yordamida o'lchanuvchi uzunlikni millimetrlilik shkala bilan taqqoslanadi, Karetkani kolonnada tik siljitish va tik o'q atrofida kolonnani burish orqadi ob'ektning tanlangan nuqtasiga vizirlash amalga oshiriladi. Tegishli hisoblash-larni mikrometrning okulyari orqali shkaladan va masshtab to'rdan olinadi. Tik kesmalarning uzunligi tegishli hisoblarning ayirmasi sifatida topiladi.

Katetometrda ishlash usuli

Uchoyoqning ko'tarish vintlarini burash orqali doiraviy vaterpas yordamida kolonnaning o'qi tik holatga keltiriladi. O'lchov zarrabinning yoritish tizimi transformator orqali tok tarmogi'ga ulanadi. Vint 10 bo'shatiladi, o'lchov karetkasini ob'ektning tanlangan nuqtasi sathiga ko'tariladi va mexanik vizir yordamida ko'rish nayi ob'ektga yo'naltiriladi. Ko'rish nayining okulyarini to'ring keskin tasviri hosil bo'ladigan qilib, fokuslovchi linzani esa ob'ektning keskin tasviri hosil bo'ladigan qilib o'rnatiladi. Shundan so'ng ko'rish nayini ob'ekt nuqtasiga aniq to'g'rilanada. Buni 10 vint mahkamlangan holda 11 vint va 5 vint mahkamlangan holda 4vint yordamida amalga oshiriladi. Ko'rish nayining to'rida kesishgan chiziqlar bo'lib, uning o'ng tomonidagi ufqiy shtrixi burchak bissektor ko'rinishida ishlangan. Nayni to'g'rilashda ob'ekt nuqtasi to'ring o'ng yarmida, burchak bissektorning aniq o'rtasida ufqiy shtrix sathida joylashishi lozim. Aniq tik to'g'rilashda pufaklarning yarim tasviri yoy hosil qilgan

vaterpas doimo ko‘rish maydonida bo‘lishi lozim. Shundan so‘ng masshtab to‘r bo‘yicha birinchi hisob olinadi. So‘ngra kolonnani burib, ko‘rish nayi ikkinchi ob‘ektning tegishli nuqtasiga yo‘naltiriladi va yuqoridagi tartibda o‘lchash bajariladi. O‘lchov zarrabinining ko‘rish maydonida bir vaqtda millimetrli shkalaning raqamlar bilan belgilangan ikkita shtrixi tasviri va masshtab to‘r ko‘rinadi. Bugun millimetrlarning sanoq, indeksi vazifasini 0,1 ulushli nolinchisi bissektor bajaradi.

Masalan, 1-rasmdagi raqamlar sanog‘ini yozib ko‘raylik. Bunda shtrix nolinchisi bissektorni o‘tmagan, yaqinroqdagi katta shtrix nolinchisi shtrixga yetmagan. Hisoblash bu yerda 162 mm bilan bundan nolinchisi bissektorgacha bo‘lgan kesma uzunligining yig‘indisini beradi. Bu kesmada millimetrning 0,1 ulushlari soni bissektorning o‘tgan oxirgi 0,1 millimetri bilan, ya‘ni 2 raqami bilan belgilanadi, Millimetrning 0,01 va 0,001 ulushlari xisobi esa to‘rning ufqiy yo‘nalishida, ya‘ni millimetrli shtrix to‘rning to‘rtinchi va beshinchi bo‘limi orasidan olinadi, u taqriban 0,044 mm ga mos

keladi. Hisoblashning oxirgi natijasi 162,244 mm bo‘ladi. O‘lchash aniqligini oshirish uchun uni bir necha marta takrorlash kerak. O‘lchash vaqtida quyidagilarga ahamiyat berish lozim: 1) o‘lchashlar ko‘rish nayi qayta fokuslanmagan xolda, 2) nayning ufqiy xolatini saqlagan holda bajarilishi kerak.

O‘lchashlar va hisoblashlar

1. Tajribada foydalaniladigan uchta kapillyar naydan kesib olingan va maxsus uyachalarga joylashtirilgan namuna bo‘laklarning ichki diametrlari 0,01 mm aniqlikda “MIR” zarrabinida o‘lchanadi va natijalar 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

Tartib raqami	r_1	r_2	r_3	h_1	h_2	h_3
1						
2						
3						

2. Naylar maxsus eritmada, so‘ngra distillangan suvda tozalab yuviladi va issiq havo o‘tkazilib quritiladi.

3. Naylar tutqichda tik o‘rnatiladi va distillangan suvda idishga yarmidan ortiqrog‘i botirilib, bir oz vaqt shunday qoldiriladi.

4 Nay devorlari xo‘llangandan keyin uni bir necha santimetr ko‘tariladi va katetometr orqali qarab, kapillyar ichidagi suyuqlik meniski cho‘qqisining holati aniqlab olinadi.

4. Naylarning suvga botish holatini yana 2—3 marta o‘zgartirib, har safar menisk holati diqqat bilan o‘lchanadi, olingan natijalar 1-jadvalga yoziladi.

https://www.youtube.com/watch?v=0BF01_Fpz78&pp=ygVwU2lydCB0YXJhbmdsaWsga29lZmZpdHNpeWVudGluaSBzdXI1cWxpa25pbmeca2FwaWxseWFyIG5heWxhcmRhICAgICAg2_igJh0YXJpbGlzaCBiYWxhbmRsaWdpIGJv4oCYeWljaGEgdG9waXNoLg%3D%3D

Nazorat savollari

1. Suyuqliklarning sirt taranglik kuchiga ta‘rif bering.
2. Katetometr asbobi qanday qismlardan tashkil topgan?
3. Suyuqliklarning ingichka naylar bo‘ylab harakatiga misollar yozing.
4. Suyuqliklarning ko‘tarilish balandligi qaysi formula yordamida aniqlanadi?

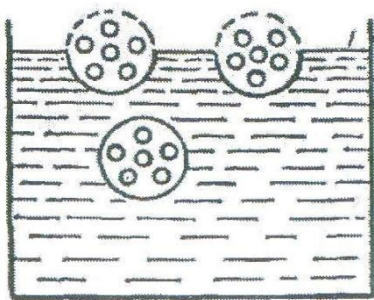
Laboratoriya ishi №17

Mavzu: Sirt taranglik koeffitsiyentini halqani suyuqlikdan uzish usuli bilan aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma. (jonli tarozisi), 2) osma halqa, 3) tarozi toshlar to‘plami 4) shtangensirkul.

Qisqacha nazariy ma‘lumot

Suyuqlikning sirt qatlamga ega bo‘lishi, modda zichligining sirt qatlamdan o‘tishda sakrab o‘zgarishi suyuqlikning bir qator xossalarini belgilaydi. Suyuqlik hajmidagi molekullarga nisbatan sirt qatlamdagi molekullar boshqacha sharoitda bo‘ladi.



1-rasm

Suyuqlik ichidaga har bir molekula hamma tomondan qo‘shni molekullar bilan o‘ralgan bo‘lib (1-rasm), unga har tomonlama bir xil tortishish kuchlari ta‘sir qiladi. Suyuqlik sirtidagi molekulaga qo‘shni molekullar tomonidan ta‘sir qiluvchi tortishish kuchlari suyuqlik ichiga va yon tomonlarga yo‘nalgan bo‘lib, bu kuch unga chegaradosh va molekullari zichligi birmuncha kichik bo‘lgan gaz qatlami tomonida ta‘sir

qiluvchi tortishish kuchi bilan muvozanatlashmaydi. Suyuqlik sirtidagi molekulaga sirtga tik va suyuqlik ichiga yo‘nalgan natijaviy kuch ta‘sir qiladi. Bu kuch

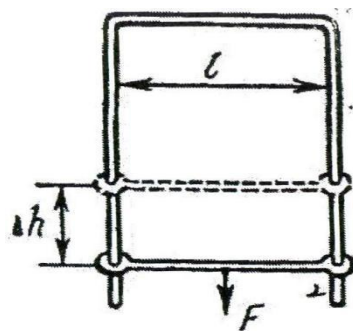
ta'sirida molekula suyuqlik ichiga tortiladi. Issiqlik harakati tufayli suyuqlik ichidagi molekulalar suyuqlikning sirt qatlamiga chiqib turadi. Molekulalarning suyuqlik ichiga ketish tezligi sirt qatlamga kelish tezligidan katta, shu sababli suyuqlikning sirt qatlamidagi molekular soni kamaya borib, dinamik muvozanat yuzaga kelguncha (ya'ni ma'lum vaqtda sirt qatlamga keluvchi va sirtdan ketuvchi molekulalar soni tenglashguncha) sirt qatlami qisqara boradi. SHunday qilib, tashqi kuchlar bo'lmaganda suyuqlik mumkin bo'lgan eng kichik sirtini egallaydi. Ma'lumki, bir hajmli jismlardan shar shaklidagisi eng kichik sirtga ega, shuning uchun suyuqlikka faqat ichki kuchlar ta'sir etganda u shar shaklini oladi. Tashqi kuchlar mavjudligida suyuqlik shakli o'zgaradi. Sirtini kattalashtirish uchun bunda ish bajarish zarur. Bu ish molekulani suyuqlik hajmidan sirtga chiqarish uchun sarflanadi. Demak, suyuqlik sirtini S qadar kattalashtirish uchun bajariladigan ish

$$\Delta A = a \cdot n \cdot \Delta S \quad (1)$$

bo'ladi, bu erda a — bitta molekulani suyuqlik hajmidan sirtga chiqarish ishi, n — bir birlik sirtga tug'ri keluvchi molekulalar soni. Ko'paytma $a \cdot n = \delta$ suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti deyiladi, (1) ni δ ga nisbatan yechilsa,

$$\delta = \frac{\Delta A}{\Delta S} \quad (2)$$

bo'ladi, (2) ga asosan, suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti son qiymati jihatidan suyuqlik sirtini bir birlikka o'zgartirish uchun bajarilishi kerak bo'lgan ishga teng.



Sirt taranglik koeffitsiyenti δ ni sirt taranglik kuchi orqali ifodalaylik. Bir tomoni erkin harakat qila oladigan

(2-rasm) simdan yasalgan ramkani sovunning suvdagi eritmasiga tushirilsa, ramkada suyuqlikning ikkita erkin sirtli yupqa pardasi hosil bo'ladi. Agar ramkaning qo'zg'aluvchan tomonini biror F kuch bilan pastga tortib (bunda sovun pardasi cho'ziladi), so'ngra o'z holiga qo'yilsa, parda qisqaradi (dastlabki holiga qaytadi). Suyuklik sirtini qisqartiruvchi kuchni sirt taranglik kuchi deyiladi, Qo'zgaluvchan to'sinchani h ga siljitishda sirt taranglik kuchiga qarshi bajariladigan ish:

$$\Delta A = F \cdot \Delta h$$

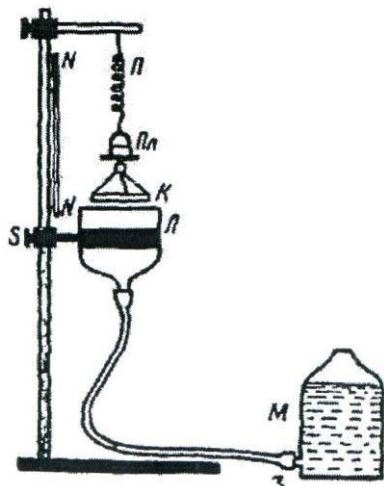
Bu ish (2) ga asosan $\Delta A = \delta \cdot \Delta S = 2l \cdot \Delta l \cdot \delta$ bo'ladi, bu yerda $\Delta S = 2l \cdot \Delta h$ parda sirtining o'zgarishi. Ishning har ikkala ifodasini o'zaro qiyoslab ko'rilsa bu yerda

$\frac{F}{2}$ pardaning bir tomoniga ta'sir qiluvchi kuch. Shunday qilib, sirt taranglik

koeffitsiyenti son qiymati jihatdan suyuqlik sirt pardasi chegarasining uzunlik birligiga qo'yilgan kuchga teng. Bu kuch suyuqlik sirt pardasi chegarasining istalgan elementiga tik va suyuqlik sirtiga urinma bo'lib yo'nalgan. Sirt taranglik koeffitsiyenti SI birliklar tizimida N/m da, CGC da esa dn/sm da o'lchanadi.

Tajriba qurilmasi va usulning nazariyasi

Bu ishda sirt taranglik koeffitsiyenti jonli tarozisi deb ataluvchi asbob vositasida aniqlanadi, asbobning tuzilishi rasmda ko'rsatilgan. Tik shtativ ustiga qayishqoq P prujina o'rnatilgan, uning pastki uchiga P tarozi toshlari va yengil K alyuminiy halqa uchun ufqiy plastinka osilgan, Shtativ bo'ylab L shisha idish harakatlana oladi. L idish rezina nay yordamida ikkinchi M idish bilan tutashtirilgan. L idishning holatini C vint yordamida o'zgartirish mumkin.



3-rasm

L idishni shunday o'rnatish kerakki, K halqa uning ichiga tushsin. M idish ichiga tekshiriladigan suyuqlik solinadi. L idishdagi suyuqlik sirti xalqaga to'la tekkinga qadar M idish yuqoriga ko'tariladi. Agar M idish asta-sekin pastga tushirilsa, halqa bilan bog'liq bo'lgan suyuqlik sirt pardasi pasaya borib, P prujinani cho'zadi. Halqaning suyuqlikdan uzilish paytiga mos keluvchi prujina deformatsiyasi suyuqlik tomonidan halqaga ta'sir etayotgan kuchga mos keladi. Pujinaning cho'zilish shtativga mahkamlangan NN ko'zgu yordamida o'lchanadi. Buning uchun P₁ plastinkaning yoyiga ufqiy sim mahkamlangan-uni vizir deyiladi. Vizirni ko'zgdagi tasviri bilan ustma-ust keltirib, unga mos keluvchi shkala bo'limlari belgilab olinadi.

Halqaning uzilish paytida, unga tegib turuvchi suyuqlik sirtini tik deb hisoblash mumkin, suyuqlik tomonida halqaga tubandagi kuchlar ta'sir qiladi:

- 1) halqaning ichki konturi bilan bog'langan pardaning sirt taranglik kuchi

$$f_1 = \pi \cdot D_1 \cdot \delta ;$$

- 2) halqaning tashqi konturi bilan bog'langan pardaning sirt taranglik kuchi

$$3) f_2 = \pi \cdot D_2 \cdot \delta$$

3)halaqaning kesimi bo'ylab h balandlikka ko'tarilgan suyuqlik ustunchasining balandligi

$$F = \pi(A_1 + A_2)\left(\delta + \frac{A_2 - A_1}{4}\right) \quad (4)$$

Halqaning uzilish paytida bu kuchlarning hammasini o'zaro parallel va tik deb hisoblash mumkin, u vaqtda halqaga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi natijaviy kuch

$$F_k = \pi \frac{D_1 + D_2}{4} (D_2 - D_1) h \rho g \quad (4')$$

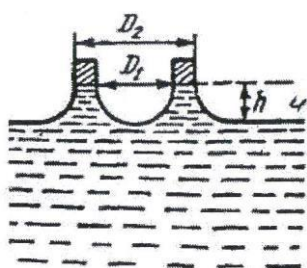
bu erda D_1 va D_2 — halqaning ichki va tashqi diametrlari, δ — sirt taranglik koeffitsiyenti, ρ — suyuqlik zichligi, g — og'irlik kuchi tezlanishi.

h kattalikni taxminan shunday baholash mumkin. Suyuqlikning egrilangan sirti ostidagi bosim tashqi bosimdan

$$\Delta P = \delta \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

kattalikka farq qilishini ko'rsatish mumkin. Bu erda R_1 va R_2 — o'zaro tik ikkita tekislik orasidagi sirtga normal yo'nalgan suyuqlik sirtining radiuslari. Agar egrilik markazi suyuqlik ichida joylashsa, radius (+) musbat ishora bilan agar egrilik markazi suyuqlikdan tashqarida bo'lsa, (-) manfiy ishora bilan olinadi. Biz ko'rayotgan halqa uchun uzilish momentida halqaga yopishib olgan suyuqlik birinchi sirtining egrilik radiusi xalqani ichki radiusiga ikkinchisniki esa kattalik jihatidan taxminan h ga teng (1-rasm). Demak, ko'tarilgan suyuqlik ustunchasining halqaga tegib turgan joyda hosil qiladigan bosimli ushbu ko'rinishda ifodalanadi.

$$P_x = P_0 + \Delta P = P_0 - \delta \left(\frac{2}{D} - \frac{1}{h} \right)$$



4-rasm

uyuqlikning ifqiy sirti ostidagi bosim P_0 bo'lganda uzilish paytida

$$p_0 = p_x + \rho g h$$

bu yerda p_0 — atmosfera bosimi. Yuqoridagi tenglamalarda

$$h^2 - \frac{\delta}{\rho g} + \frac{2\delta h}{D_1 \rho g} = 0$$

Bundagi $\frac{2\delta h}{D_1 \rho g}$ -kichik miqdorni hisobga olmaganda quyidagini olamiz:

$$h \approx \sqrt{\frac{\delta}{\rho g}} \quad (5)$$

$$F = \pi(D_1 + D_2) \delta \left(\frac{D_2 - D_1}{4} \sqrt{\frac{\rho g}{\delta}} \right) \quad (6)$$

$$A = \frac{F}{\pi(D_1 + D_2)} \quad (7)$$

U holda
$$D = \frac{D_2 - D_1}{4} \quad (8)$$

$$\delta = A - D \sqrt{\delta \rho g} \quad \text{yoki} \quad \sigma^2 - (2A + D^2 \rho g) \sigma + A^2 = 0 \quad (9)$$

(6)Formula bilan ifodalanuvchi F kuch prujinaning cho'zilishidan aniqlanishi uchun prujina oldindan darajalangan bo'lishi kerak.

O'lchashlar va hisoblashlar

1. Prujina darajalash uchun plastinka P_1 ga xalqani osib, uni ufqiy tekislikda o'rnatiladi va shkaladan vizirning holati aniqlanadi. Plastinka P_1 ga ketma-ket 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 gacha 0,5 grammdan orttirib tarozi toshlari qo'yib boriladi va har safar vizirning xolati belgilanadi. O'lchashlar besh marta takrorlanadi va natijalar 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

Tartib raqami	Yuk qo'yilmasdan oldin	Yuk qo'yilgandan keyin	O'rtacha	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1									
2									
3									
...									

1-jadval natijalaridan foydalanib vizirning yuksiz va yukli holatining ortacha qiymatlari topiladi va 2-jadval tuziladi. Unda prujinaning cho'zilishi 1 (vizirning yukli holatining o'rtacha qiymatidan yuksiz holatining o'rtacha qiymatidan yuksiz xolatining o'rtacha qiymati ayirmasi) ning yuk kattaligiga bog'liqligi ko'satiladi.

2-jadval

Tartib raqami	Yuklar F_1	prujinaning cho'zilishi l_1	$l_1=l_{1+1}-l_1$	F_1	F_1^2	l_1	$l_1=l_1-l_1$	l_1^2
1	0,5							
2	1,0							
3	1,5							
4	2,0							
5	2,5							
6	3,0							

2-jadvaldan foydalanib, prujina cho'zilishining bir yukdan ikkinchi yukka o'tishdagi o'zgarishi $\Delta l_1=l_2-l_1$ hisoblanadi. Agar l_1 ning kattaligi vizir holatining o'rtacha og'ishlariga mos kelsa, u holda l_1 ni yukka bog'lanishi chizig'iy bog'lanish deyish mumkin va u bog'lanishni quyidagicha ifodalanadi:

$$F_1=K \cdot l_1 \quad (12)$$

Bu yerda K -burchak koeffitsiyenti bo'lib u eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi:

$$K=K = \frac{\sum_i F_i l_i}{\sum F_i l_i} \quad (13)$$

(13) tenglikdan aniqlangan K ning qiymati (12) ga qo'yib tajribada topilgan F_1 har bir qiymati uchun l_1 va $\varepsilon_1=l_2 \cdot l_1$ ni hamda ε_1^2 larni hisoblash mumkin K kattalikning xatoligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\Delta K = K^2 \sqrt{\frac{\sum_i \varepsilon}{(n-1) \sum_i F_1}} \quad (14)$$

bu yerda n — tizim (12) daga tenglamalar soni, bizda esa u yuklar soniga ($n=6$) teng. Agar darajalangan prujina noma'lum kuch ta'sirida lqadar cho'zilgan bo'lsa, bu kuchning kattaligi

$$F=(K \pm \Delta K_1)l$$

bo'ladi.

3. Prujinani darajalab bo'lgandan so'ng xalqaning ichki d_1 va tashqi d_2 diametrlari o'lchanadi. Halqa yupqa bo'lganligi uchun o'lchash ehtiyotlik bilan bajarilishi kerak. Aks holda halqa deformatsiyalanishi mumkin. Har bir diametrni har xil yo'nalishda besh martadan o'lchab, o'lchash natijalari 3-jadvalga yoziladi va o'rtacha qiymati bo'yicha

$$\pi(d_1 + d_2) \frac{d_2 - d_1}{4}$$

Kattaliklar hamda $\pi(d_1 + d_2)$ ning xatoligi hisoblanadi. 3-jadval

Tartib raqami	d_1	d_2	$\varepsilon_1 = \varepsilon((d_1 + d_2) - (d_1 + d_2))$	$\varepsilon_{1,2}$
1				
2				
3				
...				
	d_1	d_2		

$$\Delta(\pi(d_1 + d_2)) = \sqrt{\frac{\sum_i \varepsilon_{1,2}}{n(n-1)}} t$$

Bu yerda n – diametrni o'lchashlar soni, δ - o'lchash asbobining eng kichik bo'limi bahosi, ε_1 – jadvalda ko'rsatilgan xatolik.

4. Halqaning diametrlari aniqlangandan keyin uni spirt yoki atseton bilan tozalanadi va M idishni distillangan suv bilan to'ldirib, halqani L idishdagi suyuqlik sirtiga tekkiziladi. M idishni asta-sekin pastga tushira borib, suv sirtidan halqaning uzilish paytidagi vizir holati belgilanadi. Diqqat bilan kuzatilsa uzilgunga qadar halqa yuqoriga ko'tariladi va L idishdagi suyuqlikning pasayishi bilan uziladi. Uzilish mos keluvchi vizir vaziyatini belgilash kerak, Halqaning suyuqlikdan uzilish jarayoni kamida 10 marta takrorlash kerak. Vizirning boshlang'ich nolinch holati uchun prujinani darajalashda

aniqlangan qiymat olinadi, Prujinaning cho‘zilishi halqaning uzilish vaqtidagi vizir holatidan vizirning nolinch holatini ayrilganiga teng.

Tajriba natijalari 4-jadvalga yoziladi.

4-jadval

Tartib raqami	vizirning nolinch holati	vizirning uzilishdagi holati	prujinaning cho‘zilishi, l_1	$\varepsilon_1 = l - l_1$	ε_1^2
1					
2					
3					
...					

•)Tajribada olingan natijalardan uzilish paytidagi prujina cho‘zlishining o‘rtacha qiymati topiladi va uning xatolig ushbu tenglikdan hisoblanadi:

$$\Delta l = t_a \sqrt{\frac{\sum_1 \varepsilon_1^2}{n(n-1)}} \quad (16)$$

bunda $t_a(n)$ — amaldaga o‘lchashlar soniga va ishonch ehtimolligi (0,7) ga mos bo‘lgan st’yudent koeffisienti, ε_{1_1} — prujinaning cho‘zilishiga tegishli (4-jadvaldagi) kattalik.

Shunday qilib, hamma chizig‘i o‘lchamlarni santimetrlarda ifodalansa, darajalash yaatijalariga asosan halqaga uzilish paytida ta’sir etuvchn F kuch (12) va

(13) ga ko‘ra quyidagiga teng bo‘ladi:

$$F=KI \quad (17)$$

Kuchning bu qiymatini (7) ga qo‘yamiz, so‘ngra (7) va (8) larni (11) tenglamaga qo‘ysak, δ ni hisoblash uchun quyidaga ifoda hosil bo‘ladi:

$$\delta = \frac{KI}{\pi(D_1 + D_2)} - \frac{D_2 \rho g}{2} \left(\sqrt{\frac{4A}{D_2 \rho g}} + 1 \right)$$

(18)

(https://www.youtube.com/watch?v=p_SKveP4x0I&pp=ygVPU2lydCB0YXJhbmdsaWsga29lZmZpdHNpeWVudGluaSBoYWxxYW5pIHN1eXVxbGlrZGFuIHV6aXNoIHVzdWxpIGJpbGFuIGFuaXFsYXNoLg%3D%3D)

Nazorat savollari

1. Halqaning ichki konturi bilan bog‘langan pardaning sirt taranglik kuchi nima?

2. Halqaning tashqi konturi bilan bog'langan pardaning sirt taranglik kuchi nima?
3. Halqaning kesimi bo'ylab h balandlikka ko'tarilgan suyuqlik ustunchasining balandligi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
4. Suyuqlikning sirt taranglik kuchiga ta'rif bering.

Laboratoriya ishi №18

Mavzu: Quyosh kollektorining effektivligini issiqlik izolyatsiyasining funksiyasi sifatida aniqlash

Ishning maqsadi: Quyosh kollektorining temperatura koeffitsiyentini issiqlik izolyatsiyasi bilan va ipsiz o'lchash. Quyosh kollektorining effektivligini baholash.

Kerakli asboblari:

Quyosh kollektori, quvvati 1000 W, och tusli cho'g'lanma lampa, suv nasosi, boshqariladigan past kuchlanishli kuchlanish transformatori, uzunligi 100 sm bir juft kabel (qizil/sariq), Mobil CASSY, K tipli NiCr-Ni- adapter S, NiCr-Ni-temperatura datchigi, 1,5 mm, K tipli, po'latli o'lchash poloskasi, 2 m, taymer, V shaklsimon shtativ asosi, 20 sm, shtativ ustunchasi 25 sm, 12 mm, shtativ ustunchasi 47 sm, 12 mm, shtativ ustunchasi 75 sm, 12 mm, multi qisqichlar, universal tutgich, plastik stakan, silikon quvurlar, silikon quvurlar, silikon quvurlar, bevosita ulagich.

Nazariy ma'lumotlar

Quyosh kollektori quyosh radiatsiyasini yutadi va o'zi hamda to'ldirilgan suvni qizdiradi. Quyosh kollektorining effektivligi η suv yutgan issiqlik energiyasining

ΔQ kollektorga tushayotgan radiasion energiyaga ΔE nisbati bilan o'lchanadi:

$$\eta = \frac{\Delta Q}{\Delta E}$$

Bu yerda radiatsion energiya quyidagidan aniqlanadi:

$$\Delta E = \Delta t$$

bunda F radiatsiya quvvati.

Kollektor atrof muhitga nisbatan issiqroq bo'lganda, u atrof muhitga nurlanish, konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik ajratadi. Shu yo'qotishlar sababli kollektorning effektivligi kamayadi. Tajribada suyuqlikning majburiy sirkulyatsiyasi nasos yordamida amalga oshiriladi. Sistema (kollektor, quvurlar va bak) tomonidan yutilgan issiqlik energiyasi asosan suvda mujasmlashganligi uchun quyosh kollektorining temperaturasi juda yuqori bo'lib keta olmaydi.

Tajribalarda quyosh kollektori issiqlik izolyatsiyasi bilan hamda usiz qo'llaniladi. Bunda bakda suvning temperaturaviy xarakteristikalari o'lchanadi.

Tajriba qurilmasi

- 1- rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.

Nakonechniklar bilan quvurlarni ulash uchun mos silikon quvurlar va ulagichlardan foydalaning.

• Suv nasosini shunday ulangki, u suvni quyosh kollektorining tubidan quyosh kollektori orqali haydasin, ya'ni nasos



nakonechnigini kirish kamerasining nakonechnigi bilan ulash kerak.

• Temperatura datchigini bevosita rezinali jipslagich yordamida quyosh kollektorining chiqish kamerasidagi, 1,5 mm qilib parmalangan teshikka o'rnatish. Temperaturani o'lchashning bu bandi quyosh kollektorini qizib ketishining oldini olish uchun ham qo'llaniladi. Kollektordagi suvning temperaturasi 60 °C dan ortib ketmasligi kerak.

• Chiqish kamerasining nakonechnigini bak nakonechnigi bilan ulang.

• Bak chiqish nakonechnigini suv nasosining kirishi bilan ulang.

• Bakga 1000 ml suv soling.

• Bakni shunday ko'taringki, suv nasosi orqali suvning oqib tushishi quyosh kollektoridan o'tib, ortga bakning kirishiga qaytsin. Suv qarshiliksiz oqishi uchun, barcha quvurlar doimo to'g'ri (burishgan va egilgan joyisiz)

bo'lishi kerak

• Bakni shtativ ustunidagi oldindan belgilangan joyga o'rnatish.

• Suv nasosining elektr ta'minotini ulang va qutbga rioya qilib, taxminan 6 V kuchlanish o'rnatish.

• Quvur shlanglar sistemasida pufaklar yo'qligiga amin bo'ling.

a) Temperaturani o'lchash

• Universal tutgich yordamida ikkinchi temperatura datchigini bakdagi suvga o'rnatish. Temperatura datchiklarini NiCr-Ni- adapteri bilan CASSY ko'chma qurilmasiga ulang.

a) Yoritish vositasi

• Cho'g'lanma lampani shtativga o'rnatish va uni quyosh kollektorining old tomonidan taxminan 50 sm masofada joylashtiring.

• Cho'g'lanma lampani ulang va uni shunday joylashtiringki, bunda kollektorning aktiv qismi to'liq yoritilsin. Ehtiyoj bo'lganda, korpusning plastmassa qismi yoritilmasligiga erishing.

• Cho'g'lanma lampani o'chiring va quyosh kollektorining sovushiga yo'l qo'ying.

Tajribalarni o'tkazish tartibi

a) Tajribaga tayyorgarlik

•Temperaturani suv sikli ulangan holda o'lchang va temperatura o'zgarmay qolguncha kuting.

a) O'lchash

•Suv nasosi kuchlanishini shunday pasaytiringki (2,5 V ga yaqin), oqimning past tezligi amalga oshsin, ya'ni faqat bakdagi suvning kichik oqiminigina kuzatish mumkin bo'lsin.

•Bakdagi temperaturani yozib oling va chiqish kamerasidagi temperaturaning o'zgarishini kuzating.

•Bir vaqtda cho'g'lanma lampani va taymerni ulang. O'lchashni har minutdan keyin davom ettiring.

- Boshlaganingizdan keyin 30 minut o'tganda o'lchashni to'xtating

Diqqat: Uzoqroq vaqt mobaynida o'lchashlarni o'tkazganingizda maksimal ruxsat etilgan temperaturaning qiymatini e'tiborga oling.

•Issiq suvni shunchalik miqdordagi sovuq suv bilan almashtiring. Tajribalarni boshlash iloji boricha boshlang'ich temperaturadagidek temperaturada amalga oshirilishi kerak.

- Quyosh kollektorining old qismiga issiqlik izolyasiyasini o'rnatish
- Tajribani takrorlang.

Nazorat savollari

1. Radiatsion energiyaga ta'rif bering.
2. Quyosh kollektorining temperatura koeffitsiyenti nima?
3. Kollektorga tushayotgan radiatsion energiyaga ta'rif bering.
4. Quyosh kollektori quyosh radiatsiyasini yutadimi?

Laboratoriya ishi №19

Mavzu: Quyosh kollektorining effektivligini qizdirilayotgan suv hajmining funksiyasi sifatida aniqlash.

Ishning maqsadi

Temperatura egriligini majburiy sirkulyasiya vaqtining funksiyasi sifatida olish
Quyosh kollektorining effektivligini baholash

Kerakli asboblardan va jihozlardan: Quyosh kollektori, quvvati 1000 W, och tusli cho'g'lanma lampa, suv nasosi, boshqariladigan past kuchlanishli kuchlanish transformatori, uzunligi 100 sm bir juft kabel (qizil/sariq), K tipli, NiCr-Ni-temperatura datchigi, K tipli, po'latli o'lchash poloskasi, 2 m, taymer, V shaklsimon shtativ asosi, 20 sm, shtativ ustunchasi, shtativ ustunchasi, shtativ ustunchasi, multi qisqichlar, universal tutgich, plastik stakan, silikon quvurlar, silikon quvurlar, bevosita ulagich.



Quyosh kollektori quyosh radiatsiyasini yutadi va o'zi hamda to'ldirilgan suvni qizdiradi. Quyosh kollektorining effektivligi η suv yutgan issiqlik energiyasining ΔQ kollektorga tushayotgan radiatsion energiyaga ΔE nisbati bilan o'lchanadi:

$$\eta = \frac{\Delta Q}{\Delta E}$$

Bu yerda radiasion energiya quyidagidan aniqlanadi:

$$\Delta E = \Delta t$$

bunda F radiatsiya quvvati.

Kollektor atrof muhitga nisbatan issiqroq bo'lganda, u atrof muhitga nurlanish, konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik ajratadi. Shu yo'qotishlar sababli kollektorning effektivligi kamayadi. Tajribada suyuqlikning majburiy sirkulyatsiyasi nasos yordamida amalga oshiriladi. Sistema (kollektor, quvurlar va bak) tomonidan yutilgan issiqlik energiyasi asosan suvda mujasmlashganligi uchun quyosh kollektorining temperaturasi juda yuqori bo'lib keta olmaydi. Tajribalarda quyosh kollektori issiqlik izolyatsiyasi bilan hamda usiz qo'llaniladi. Bunda bakda suvning temperaturaviy xarakteristikalari o'lchanadi.

Tajriba qurilmasi

1-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan. Nakonechniklar bilan quvurlarni ulash uchun mos silikon quvurlar va ulagichlardan foydalaning.

- Suv nasosini shunday ulangki, u suvni quyosh kollektorining tubidan quyosh kollektori orqali haydasin, ya'ni nasos nakonechnigini kirish kamerasining nakonechnigi bilan ulash kerak.

- Temperatura datchigini bevosita rezinali jipslagich yordamida quyosh kollektorining chiqish kamerasidagi, 1,5 mm qilib parmalangan teshikka o'rnatib. Temperaturani o'lchashning bu bandi quyosh kollektorini qizib ketishining oldini olish uchun ham qo'llaniladi. Kollektordagi suvning temperaturasi 60 °C dan ortib ketmasligi kerak.

- Chiqish kamerasining nakonechnigini bak nakonechnigi bilan ulang.
- Bak chiqish nakonechnigini suv nasosining kirishi bilan ulang.
- Bakga 1000 ml suv soling.

- Bakni shunday ko'taringki, suv nasosi orqali suvning oqib tushishi quyosh kollektoridan o'tib, ortga bakning kirishiga qaytsin. Suv qarshiliksiz oqishi uchun, barcha quvurlar doimo to'g'ri (burishgan va egilgan joysiz) bo'lishi kerak.

- Bakni shtativ ustunidagi oldindan belgilangan joyga o'rnatib.

- Suv nasosining elektr ta'minotini ulang va qutbga rioya qilib, taxminan 6 V kuchlanish o'rnatib.

- Quvur shlanglar sistemasida pufaklar yo'qligiga amin bo'ling.

a) Temperaturani o'lchash

• Universal tutgich yordamida ikkinchi temperatura datchigini bakdagi suvga o'rnatish. Temperatura datchiklarini NiCr-Ni- adapteri bilan CASSY ko'chma qurilmasiga ulash

a) Yoritish vositasi

• Cho'g'lanma lampani shtativga o'rnatish va uni quyosh kollektorining old tomonidan taxminan 50 sm masofada joylashtirish.

• Cho'g'lanma lampani ulash va uni shunday joylashtirishki, bunda kollektorning aktiv qismi to'liq yoritilsin. Ehtiyoj bo'lganda, korpusning plastmassa qismi yoritilmasligiga erishish.

• Cho'g'lanma lampani o'chirish va quyosh kollektorining sovushiga yo'l qo'yish.

Tajribalarni o'tkazish tartibi

a) Tajribaga tayyorgarlik

• Temperaturani suv sikli ulangan holda o'lchang va temperatura o'zgarmay qolguncha kuting. a) O'lchash

• Suv nasosi kuchlanishini shunday pasaytirishki (2,5 V ga yaqin), oqimning past tezligi amalga oshirilsin, ya'ni faqat bakdagi suvning kichik oqimigina kuzatish mumkin bo'lsin.

• Bakdagi temperaturani yozib oling va chiqish kamerasidagi temperaturaning o'zgarishini kuzatish.

• Bir vaqtda cho'g'lanma lampani va taymerni ulash. O'lchashni har minutdan keyin davom ettirish.

Xavfsizlik bo'yicha eslatma! Suvning temperaturasi 60 °C dan oshib ketmasligi kerak!

• Boshlaganigizdan keyin 30 minut o'tganda o'lchashni to'xtatish Diqqat: Uzoqroq vaqt mobaynida o'lchashlarni o'tkazganingizda maksimal ruxsat etilgan temperaturaning qiymatini e'tiborga oling.

• Issiq suvni shunchalik miqdordagi sovuq suv bilan almashtirish. Tajribalarni boshlash iloji boricha boshlang'ich temperaturadagidek temperaturada amalga oshirilishi kerak.

- Quyosh kollektorining old qismiga issiqlik izolyatsiyasini o'rnatish
- Tajribani takrorlash

Laboratoriya ishi №20

Mavzu: Richard metodi bilan havo uchun adiabat ko'rsatgichini c_p/c_v aniqlash.

Ishning maqsadi: Po'lat zoldirning ossillyasiya davrini o'lchash. Havo uchun adiabat koeffitsiyentini aniqlash.

Ideal gaz qonunidan $pV = \nu RT$ va $\Delta U = C_V \cdot m \cdot \Delta T$, hamda (I) tenglamadan Puasson tenglamasi kelib chiqadi, u temperatura o'zgarishida holatning adiabatik o'zgarishini ifodalaydi:

$$pV^k = const$$

bu yerda k adiabata ko'rsatgichi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$k = \frac{C_p}{C_v} \quad C_p = C_v + R$$

bu yerda

C_p – doimiy bosimda solishtirma issiqlik sig'imi C_v - doimiy hajmda solishtirma issiqlik sig'imi C_p bilan C_v haqida nazariy bashorat

qilish.

Bir mol ideal gazni doimiy hajmda (izoxorik jarayon) ΔT gacha qizdirish uchun quyidagi energiya kerak bo'ladi:

$$\Delta Q = C_v \cdot \Delta T$$

bu yerda C_v , molyar issiqlik sig'imi. Doimiy hajmda holatning o'zgarishida mexanik ish bajarilmaydi, ya'ni (I) tenglamada $\Delta W = 0$. Shunday qilib, sistemaga berilayotgan issiqlik ΔQ faqat zarrachalarning kinetik energiyasini oshiradi. Gazlar kinetik nazariyasidagi zarrachalar erkinlik darajasi bo'yicha energiyaning bir tekis taqsimlanishi qonuniga asosan zarrachalar o'rtacha kinetik energiyasining ortishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot f \cdot R \cdot \Delta T$$

bu yerda f – bir zarrachaga to'g'ri keladigan erkinlik darajasining soni, R – universal gaz doimiysi, ΔT – temperaturaning o'zgarishi. (IV) va (V) formulalarni taqqoslashdan ideal gazning molyar issiqlik sig'imi faqat gaz molekulasining erkinlik darajasi bilan aniqlanishi kelib chiqadi:

$$C_v = \frac{1}{2} \cdot f \cdot R$$

Bir atomli gazlarning zarrachalari faqat uchta erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Bir atomli gazlarda o'rtacha issiqlik energiyalarida (~ 25 meV) burchak momentlarining kvantlanishi natijasida aylanma erkinlik darajasining yuzaga kelishi kuzatilmaydi. Ikki atomli va chiziqli ko'p atomli molekulalar aylanma erkinlik darajalariga ega. Ammo, o'q bo'yicha inersiya momenti kichik bo'lganligi sababli, ikki atomli va chiziqli ko'p atomli molekulalar molekulyar o'qqa nisbatan faqat perpendikulyar aylanadi. Chiziqli molekulalar uchta ilgarilanma erkinlik darajasiga qo'shimcha 2 ta aylanma erkinlik darajasiga ega ($f = 5$).

Xona haroratida faqat nochiziqli molekulalar uchun barcha uchta aylanma erkinlik darajasi qo'zg'aladi ($f=6$). Ideal gaz qonunini qo'llash, erkinlik

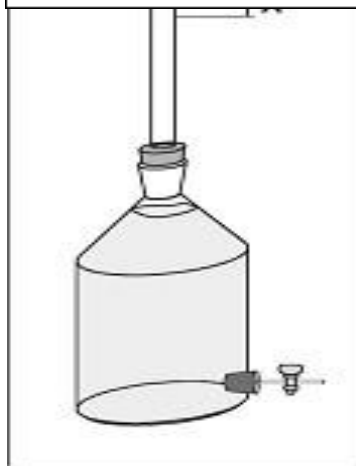
darajasi soni bilan adiabat ko'rsatgichi orasidagi quyidagi munosabatni olishga imkon beradi (jadval 1 ga qarang):

$$k = \frac{C_p}{C_v} = \frac{f + 2}{f}$$

Gaz turi	f	κ
Bir atomli (He, Ar)	3	1.67
Chiziqli ikki atomli molekullar (O_2, N_2, H_2)	5	1.40
Nochiziqli ko'p atomli molekullar	6	1.33

Richard metodi bo'yicha C_p/C_v nisbatni aniqlash

1-rasm. Richard metodi bilan adiabat ko'rsatgichini k aniqlash



uchun tajriba qurilmasi

Bu tajribada gazli trubkaga kiritilgan va gaz hajmini zich bekituvchi po'lat zoldirning tebranish davri orqali havoning adiabat ko'rsatgichi k aniqlanadi.

1-rasmga binoan, agar ballondagi bosim p atmosfera bosimi p_0 bilan po'lat zoldir og'irligi yuzaga keltirayotgan bosim yig'indisiga teng bo'lsa, shisha trubkadagi zoldir muvozanat holatida bo'ladi:

$$P = P_0 + \frac{mg}{S}$$

bu yerda m – po'lat zoldir massasi, g – erkin tushish og'irligi, S – Shisha trubkaning ko'ndalang kesimi yuzasi.

Zoldir muvozanat holatidan x masofaga siljisa, unda bosim dp ga o'zgaradi. Shu sababdan $F = S \cdot dp$ kuch po'lat zoldirni harakatlantiradi va unga Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan tezlanish beradi:

$$S \cdot dP = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$$

Bu jarayon juda tez amalga oshgani uchun, uni amalda adiabatik deb hisoblash mumkin va bu (II) tenglamani differensiyallash orqali kelib chiqadi:

$$V^k dP + P \cdot k \cdot V^{k-1} dV = 0$$

$$dP = -\frac{k \cdot P}{V} dV$$

Po'lat zoldir shisha trubkaning ichida x masofaga siljiydi deb faraz qilindi, bu esa hajmning o'zgarishiga olib keladi:

$$dV = S \cdot x$$

zoldir harakat tenglamasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k \cdot P \cdot S^2}{m \cdot V} = 0$$

garmonik ossillyator tenglamasi hisoblanadi va undan siklik chastotani ω aniqlash

$$\omega = \sqrt{\frac{k \cdot P \cdot S^2}{m \cdot V}}$$

Bu munosabatdan po'lat zoldir bajarayotgan garmonik ossillyasiyalarning davrini aniqlash mumkin:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot V}{k \cdot P \cdot S^2}}$$

Bu tenglamadan adiabat ko'rsatgichi uchun quyidagi formulani olish mumkin:

$$k = \frac{4\pi^2 m \cdot V}{S^2 P T^2}$$

tenglamadagi tenglik belgisining o'ng tomonidagi barcha miqdorlarni ($4\pi^2$ dan tashqari) tajribada aniqlash mumkin va ular asosida adiabat ko'rsatgichini aniqlash mumkin.

Tajribani o'tkazish tartibi

- Aspiratorning pastki teshigi berk ekanligiga amin bo'ling.
 - Presizion shisha trubkali rezina tiqinni aspiratorning yuqorigi teshigiga perpendikulyar qilib joylashtiring
 - Agar endi zoldir shisha trubkaga kiritilsa, u idishdagi havo hajmi shakllantirgan havo yostig'ida garmonik tebranishlar bajaradi. Ishqalanish energiyasiga yo'qotishlar muqarrar bo'lgani uchun tebranishlar so'nadi.
 - Bir necha marta (masalan 20) tebranishlar davrini ossillyasiya uchun o'lchang.
 - Barometr ko'rsatishi bo'yicha bosim qiymatini yozib oling.
 - 1 l hajmli plastik menzurkadan foydalangan holda, idishni suv bilan to'ldirib, aspiratorning hajmini aniqlang.
- Suvni to'kgandan keyin idishni yaxshilab quriting.

Nazorat savollari

1. Xona haroratida faqat nochiziqli molekulalar uchun barcha uchta aylanma erkinlik darajasi qanday bo'ladi?
2. Puasson koeffitsiyenti qanday?
3. Barometr nimani o'lchaydi?
4. Aspirator nima?

Laboratoriya ishi №21

Mavzu: Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida aniqlash

Ishning maqsadi: Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: Ikki termometrli psixrometr, suvli idish, bir bo'lak mato.

Ma'lumki, Yer shari sirtning lo'pchilik qismi suv bilan qoplangan. Bug'lanish har qanday temperarurada sodir bo'lganligi uchun okran, dengiz, ko'l va daryolardagi suv

sirtidan suvning bug'lanishi sabababli Yer atmosferasida suv bug'lari mavjud bo'ladi. Masalan, yerda yil davomida $4,25 \cdot 10^{14}$ tonnaga yaqin suv bug'lanadi va uning $\frac{1}{4}$ qismi yog'ingarchilik ko'rinishida yerga qaytib tushadi.

Yer atmosferasida mavjud bo'lgan suv bug'lari namlik kattalik deb ataluvchi kattalik bilan harekterlanadi. Demak, havoning namligini o'rganish uni o'lchaydigan asboblari yaratish va namlikni boshqarish kata axamyatga ega. Havoda suv bug'larining bo'lishi, ya'ni uning namligi bir qator kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Atmosfera havosi turli xil gazlar bilan suv bug'ining aralashmasidan tashqi topgan. Boshqa gazlarning hammasi bo'lmagan holda suv bug'ining bergan bosimiga suv bug'ining elastikligi deb ataladi.

Havoning absolyut namligi deb, havodagi suv bug'ining $\frac{g}{m^3}$ da o'lchangan zichligi yoki suv bug'ining mm. sim.ust.da o'lchangan Pa bosimi (elastikligi) ga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Havoning namlik darajasini bilish uchun absolyut namligidan tashqari havoning temperaturasini ham bilish kerak. Shuning uchun havoning namlik darajasini xarakterlash uchun nisbiy namlik tushunchasi kiritilgan.

Havoning nisbiy namligi deb, absolyut namligini ifodalovchi suv bug'ining zichligini, shu temperaturadagi to'yingan suv bug'ining zichligiga bo'lgan nisbatining protsenta olingan qiymatiga aytiladi.

Havoning nisbiy namligini suv bug'ning bosimi, ya'ni elastikligi orqali ham ifodalash mumkin:

Havoning nisbiy namligi deb, absolyut namligini ifodalovchi suv bug'ining bosimi (elastikligi) ni, shu temperaturadagi to'yintiruvchi suv bug'ining bosimiga bo'lgan nisbatining protsenti olingan qiymatiga aytiladi :

$$\varphi = (P/P_0)100\%$$

formuladagi t yoki P_t qiymatlari jadvaldan olinganligi uchun topilgan nisbiy namlikdan absolyut namlikni aniqlash mumkin.

Tajriba yo'li bilan aniqlangan to'yintiruvchi suv bug'ining mm.sim ust. larda ifodalangan bosim (elastikligi), jadvalda keltiriladi.

g/m^3 uning larda o'lchangan zichligi quyidagi to'yintiruvchi suv bug'ining turli temperaturalardagi bosimi va ularning zichligi

$t, ^\circ C$	$P_T, mm.sim.$ <i>ust.</i>	$V_t, \frac{g}{sm^3}$	$t, ^\circ C$	$P_T, mm.sim.$ <i>ust.</i>	$V_t, \frac{g}{sm^3}$
---------------	-------------------------------	-----------------------	---------------	-------------------------------	-----------------------

0	4,6	4,8	16	13,6	13,6
1	4,9	5,2	17	14,5	14,5
2	5,3	5,6	18	15,5	15,4
3	5,7	6,0	19	16,5	16,3
4	6,1	6,4	20	17,5	17,3
5	6,6	6,8	21	18,7	18,3
6	7,0	7,3	22	19,8	19,4
7	7,5	7,8	23	21,1	20,6
8	8,0	8,3	24	22,4	21,8
9	8,6	8,8	25	23,8	23,0
10	9,2	9,4	26	25,2	24,4
11	9,8	10,0	27	26,7	25,8
12	10,5	10,7	28	28,4	27,2
13	11,2	11,4	29	30,0	28,7
14	12,0	12,1	30	31,8	30,3
15	12,8	12,8			

Absolyut namlikni aniqlash usullaridan biri , shudring nuqtasini aniqlashga asoslangan.

Shudring nuqtasi deb havodagi suv bug'ining to'yintiruvchi bug'ga aylangan

Temperaturada t_{sh} ga aytiladi.Havoning absolyut namligi shudring nuqtasidagi to'yintiruvchi bug'ning zichligi yoki bosimiga teng bo'ladi. Shudring nuqtasi havoning namligi darajasini harakatlaydi. ,chunki u suv bug'ining zichligi yoki elastigligi va nisbiy namligini aniqlashga imkon beradi.

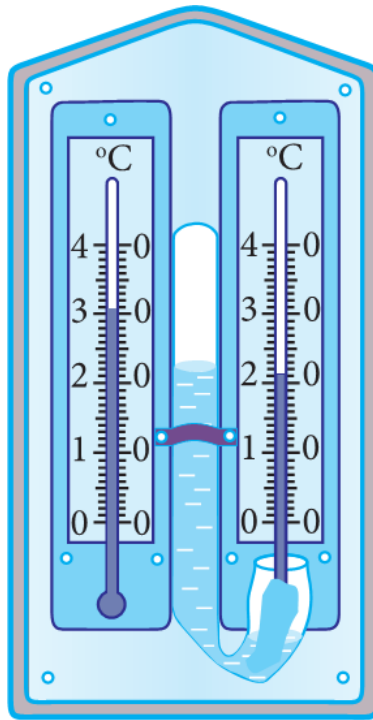
Havo namligini aniqaydigan asboblari

Havo namligini o'lchaydigan asboblarga gigrometrlar(grekcha "gigros"-namlik so'zidan olingan) deyiladi .

Tarozili gigrometr havodagi suv bug'ining massasini o'lchashga asoslangan bo'lib, havoning absolyut namligini aniqlashga imkon beradi. Bu usul bilan namlik juda aniq o'lchansa ham, ko'p vaqt talab qilinganlarni uchun undan ham foydalaniladi. Tarozili gigrometr amalda boshqa gigrometrlarni darajalash uchun etalon asbob sifatida qo'llaniladi.

Kondensatsion gigrometr shudring nuqtasini aniqlash orqali jadvaldan foydalanib, havoning absolyut namligini topishga imkon beradi. U silliqilgan C sirtga ega bo'lgan metal K qutichadan iborat. Qutichaning ichiga asosan oson bug'lanadigan suyuqlik –efir quyiladi va T termometr o'rnatiladi. Rezina damgir H yordamida quticha orqali o'tkazilib, efir tez bug'lashtiriladi, natijada quticha tez soviydi H devorning silliq yuzida shudring tomchilari paydo bo'la boshlagandagi temperature – shudring nuqtasi qayd qilinadi. Shudringning paydo bo'lishi suv bug'ining to'yinganini bildiradi. Shunday qilib, havoning temperaturasi va shudringing nuqtasini bilgan holda jadvaldan foydalanib,havoning nisbiy namligini topiladi.

Sochli gigrometr havoning nisbiy namligi oshganda yog'dan tozalangan odam zochining uzayish xossasiga asoslangan. Sochning bir uchi ramkaga, ikkinchi uchi esa strelkali yengil blokka o'raladi va kichkina yukcha bilan tortilib qo'yiladi. Soch uzayganda Strelka bir tomonga qisqartirilganda esa boshqa tomonga buriladi. Gigrometrning strelkasi shkalada prosenlarda ifodalangan nisbiy namlikni ko'rsatadi. Avgust psixrometr. Psixrometr (grekcha "psixia" – sovuq degan so'zidan olingan) havoning nisbiy namligini juda kata aniqlikda tez topishga imkon beradi. Bu asbob ikkita bir xil termometrdan iborat bo'lib, bulardan birining simobli sharchasi doka bilan o'ralib, dokaning ikkinchi uchi esa suvli idishga tushirib qo'yiladi.



Suv dokaning bug'lanib, termometr sharchasidagi issiqlikni o'zi bilan olib ketadi, buning natijasida termometr sovib, ma'lum temperaturani ko'rsatadi. Shunday qilib, termometrlardan biri quruq havodagi to'yinmaga bug'ning temperaturasi ko'rsatadi, ikkinchisi esa havoning suv bug'li bilan to'yinmagandagi psixrometr temperaturasi ko'rsatadi. Binobarin, quruq va xo'l termometrning ko'rsatishlari farqi va maxsus psixrometrik jadvallardan foydalanib havoning nisbiy namligini darhol aniqlash mumkin.

$$P = P_t - \alpha(t - t_1)P_0$$

Ishni bajarish tartibi

1. Psixrometr termometrlaridan birini paxta yoki batist bilan o'rab, suv bilan ho'llang. Prujinali ventilyatorni burab harakatga keltiring, bunda havo oqimi har ikki termometrdan bir hilda o'tib tursin.
2. Termometrlar ko'rsatkichlari barqaror bo'lgan holda quruq termometr ko'rsatishi t va nam termometr ko'rsatishi t_1 ni yozib oling.
3. Psixrometrik jadvaldan nisbiy namlikni toping. Agar psixrometr doimiysi A berilsa, u holda t_1 uchun to'yingan bug' bosimi P_t ni jadvaldan oling, P_0 ni esa barometrdan aniqlang hamda $P = P_t - A(t - t_1)P_0$ ifodadan P ni aniqlang. So'ngra $\varphi = (P/P_0)100\%$ dan nisbiy namlikni hisoblang.

4. Bu tajriba kamida 5 marta takrorlang, olingan natijalarni jadvalga yozing.

№	t, °C	t ₁ , °C	t, °C	φ	<φ>	φ	<Δφ>	ε=[<Δφ>/<φ>]100%
1								
2								
3								
4								
5								

Nazorat savollari

1. Nisbiy namlik tushunchasiga ta'rif bering.
2. Nisbiy namlikni o'lchovchi asbob qanday nomlanadi?
3. Asman psixrometri qanday qismlardan iborat?
4. Nisbiy namlik formulasi va birligi qanday?

Laboratoriya ishi №22

Mavzu: Molyar gaz doimiysini aniqlash.

Ishning maqsadi: suyuqlik bug'larining hajmini va bosimini o'lchash usuli bilan molyar gaz doimiysini aniqlash.

Kerakli asboblari: O'ng tirsagi qo'zg'aladigan suvli manometr, 1 l xajmli shisha idish, mikrobyuretk (shprits), rezina tiqin, jo'mragi bo'lgan troynik, 0 dan 100°C gacha haroratni o'lchaydigan termometr, vintli qisqich, 2 ta rezina trubka, atseton.

Nazariy qism

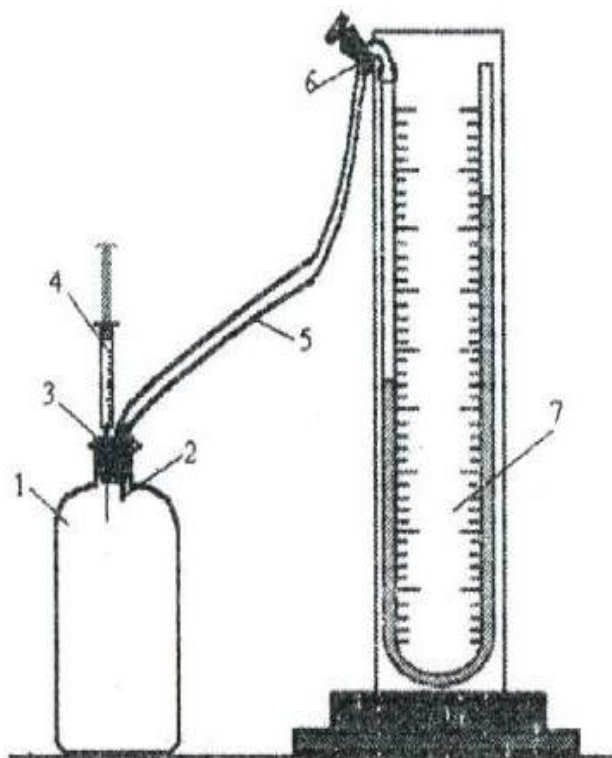
Ideal gaz qonunlarini o'rganish. Molyar gaz doimiysini aniqlash. Qurilmaning tavsifi va tajribani bajarish usuli. Ideal gazning xolati Mendeleyev — Klapeyron tenglamasi orqali tavsiflanadi.

$$PV = \frac{m}{\mu}RT \quad (1)$$

Bundan molyar gaz doimiysi quyidagiga teng.

$$R = PV \frac{m}{\mu} T \quad (2)$$

Bu erda P— gazning bosimi, R —universal gaz doimiysi μ — gazning molyar massasi, m —gazning massasi, T — absolyut harorat.



Agar hajmi ma'lum bo'lgan idishning ichiga biror tez bug'lanadigan suyuqlik solinsa va u butunlay bug'lanib bo'lgandan keyin idish ichidagi bosim o'lchansa, suyuqlikning molyar massasini va haroratini bilgan holda (2) formuladan foydalanib, molyar gaz doimiysining son qiymatini hisoblab topish mumkin.

Bu ishni bajarish uchun 1 — rasmda ko'rsatilgan qurilmadan foydalaniladi. Ikkita teshikli (3) rezina tiqin bilan yopib qo'yiladigan (1) shisha idishdan iborat. Tiqindagi teshiklarning bittasiga (2) shisha turubka, ikkinchisiga esa atsetonli (4) shprits kiritib qo'yiladi. (1) idish (5) rezina turubka va (6) jumragi bo'lgan shishali troynik vositasida (7) suvli manometrning chap tirsagi ulanadi. Manometrning o'ng tirsagi esa

qo'zg'aluvchan bo'lib, uni zarur vaziyatga keltirish mumkin.

Bu ishda idishga shpritsdan atseton kiritiladi. Atsetonning molyar massasi

$\mu = 0,05 \text{ kg/mol}$ zichligi $\rho = 790 \text{ kg/m}^3$ massasi. $m = \rho V$ bundagi V idishga

kiritilgan atsetonning hajmi. Atseton bug'larining P parsial bosimi suvli manometr bilan uning tirsaklaridagi suv sathlari farqiga qarab o'lchanadi, shuning uchun

$$P = \rho_{\text{suv}} g h_{\text{suv}} \quad (3)$$

bu yerda ρ_{suv} — suvning zichligi, g — erkin tushish tezlanishi. h_{suv} - manometr tirsaklaridagi suv sathlari farqi. (3) tenglikni e'tiborga olib, (2) formulani shunday yozish mumkin

$$R = \frac{\rho_s g M}{\rho_a} \cdot \frac{V}{T} \cdot \frac{h_s}{V_a} \quad (4)$$

ifodadagi birinchi ko'paytuvchi umuman o'zgarmas kattalik, ikkinchisi esa tajriba o'tkaziladigan ayni aniq sharoit uchun o'zgarmas (ya'ni idishning temperaturasi va xajmi o'zgarmas). SHunday qilib, molyar gaz doimiysini o'lchash idishga kiritilgan suyuq atsetonning xajmini va manometr tirsaklaridagi suv satxlarining atseton bug'larining bosimi ta'siridagi farqini o'lchashdan iborat bo'ladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. O'lchash va xisoblash natijalarini yozish uchun daftarga quyidagi jadvalni chizib tayorlab oling.

Tajriba raqami	$V, \text{ m}^3$	$V_A, \text{ m}^3$	$T, \text{ K}$	$h_{\text{suv}}, \text{ m}$	$R, \text{ J}/(\text{mol K})$
1					
2					
3					

4					
5					

2.1 — rasmda ko‘rsatilgan qurilma bilan tanishing.

3. Shpripsdagi atsetonning qajmini aniqlang. Buning uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$V_A = d^2 \frac{h_A}{4} \quad (5)$$

Bunda d — shprisning ichki diametri bo‘lib uni shtangen — sirkul yordamida o‘lchanadi, h_a — idish ichiga kiritilgan atseton ustini balandligi.

2. (6) troynikdagi jumrakni oching va manometrning o‘ng tirsagini surib, suv satxini shkalaning nolinci belgisiga to‘g‘rilang. Shundan keyin (6) jumrakni yoping.

3. Shprips porshenini siqib atsetonning xammasini idishga quyung va manometrning ko‘rsatishi o‘zgarishini kuzating. Atsetonning qammasi bug‘lanib bo‘lgandan keyin manometrning ko‘rsatishi o‘zgarmay qoladi.

4. Manometrning o‘ng tirsagini harakatlantirib, uning chap tirsagidagi suv satxini nolinci belgiga to‘g‘rilang. Idishdagi va rezina turubkalardagi havoning hajmini tajriba boshidagidek saqlash uchun shunday qilish zarur. Bunda manometr faqat atseton buglarining partial bosimigina ko‘rsatadi, chunki harorat o‘zgarmaydi.

5. Manometrning shkalasidan uning tirsaklaridagi suv sathlari farqini yozib olib (1) idishni oching. Bunda atseton bug‘lari idishdan chiqib ketadi.

6. (4) formuladan foydalanib universal gaz doimiysini xisoblab toping.

7. Yuqoridagilarni (7) punktlar yordamida 3 marta takrorlang

8. O‘lchashlarda yo‘l qo‘yilgan ε nisbiy va ΔR absolyut xatoliklarni hisoblang.

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta V}{V} \quad (6)$$

va

$$\Delta R = \varepsilon R \quad (7)$$

Nazorat savollari

1. Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi qanday ko‘rinishda ifodalaniladi?
2. Ideal gaz holat tenglamasiga ta’rif bering.
3. Nisbiy va absolyut xatolik qanday aniqlaniladi?
4. Manometr qanday asbob?

Laboratoriya ishi №23

Mavzu: Sharchaning erkin tushishi usulida suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.

Ishning maqsadi: Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini tajriba yoʻli bilan aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Suyuqlik solingan silindrik idish
2. Sekundomer
3. Masshtabli chizgʻich
4. Okulyar mikrometrli mikroskop
5. Sharchalar

NAZARIY MUQADDIMA

Tinch holatdagi suyuqlikka tashlangan jismning erkin tushishini kuzataylik.

Qattiq jism suyuqlikka tegishi bilanoq, suyuqlik molekulalarini jism sirtiga yopishgan monomolekular qatlam hosil boʻlib, jism bilan birga harakatlanadi. Jism sirtiga yopishgan bu qatlam jism bilan birgalikda bir xil tezlik bilan harakat etadi. Bu monomolekular qatlam suyuqlikdagi qoʻshni molekulalarini ham oʻziga jalb etadi.

Suyuqlik qatlamlari orasidagi ichki ishqalanish mavjud boʻlgani uchun jismga yaqinroq boʻlgan qatlamga nisbatan kichik tezlik bilan harakat etayotgan molekulalar orasida ichki ishqalanish kuchi hosil boʻladi. Bu ichki ishqalanish kuchi jism harakatiga toʻsqinlik qiladi. Bu kuch jism yoʻnalishiga qarama-qarshi yoʻnalgan boʻladi. Tajribalar shuni koʻrsatadiki, qarshilik kuchi jismning harakat tezligiga, chiziqli oʻlchamlari va geometrik formasiga va muhitning ichki ishqalanish koeffitsientiga bogʻliq ekan. Muhitning qarshilik kuchi sferik shakldagi jism (sharcha) uchun ancha sodda usulda aniqlanadi. Agar sharcha tinch holatdagi suyuqlikda, ogʻirlik kuchi taʼsirida harakatlanayotgan boʻlsa,

STOKS tomonidan bajarilgan nazariy hisoblashlar ishqalanish kuchi uchun tubandagi ifodani hosil etadi.

$$f=3\pi\eta dv \quad (1)$$

Bu yerda η - suyuqlikning ishqalanish koeffitsienti d - sharcha diametri
 v - sharchaning harakat tezligi.

Suyuqlikdagi sharchaga ogʻirlik kuchi va Arximed qonuniga asosan koʻtarish kuchi taʼsir etadi (1-rasm. a). Bu kuchlarning teng taʼsir etuvchisi:

$$F=gV(\rho-\rho') \quad (2)$$

Bu yerda $g=9,8 \text{ m/c}^2$ ogʻirlik kuchi tezlanishi

ρ - sharcha zichligi

ρ' - suyuqlik zichligi

V - sharcha hajmi

“ f ” va “ F ” kuchlar taʼsiri ostida sharcha tezlanuvchan harakat qiladi. Nyutonning ikkinchi qonuni bu hol uchun

$$F - f = m a \quad (3)$$

ko‘rinishda ifodalanadi. Bu yerda m - shar massasi, F - kuch sharcha tezligini oshira boradi.

Sharni harakat tezligi oshishi bilan muhitning qarshilik kuchi (f) ham orta boradi. Shar harakati davomida shunday holat bo‘ladiki Arximed va STOKS kuchlarining absolyut qiymatlari bir xil bo‘ladi. Bu holatdan keyin shar o‘zgarmas “ v ” tezlik bilan harakatlanadi, u holda:

$$gV = (\rho - \rho') \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = 3\pi \eta r v \quad (4)$$

Bu formulaga sharcha hajmi V ni qo‘yib “ η ”ni topamiz.

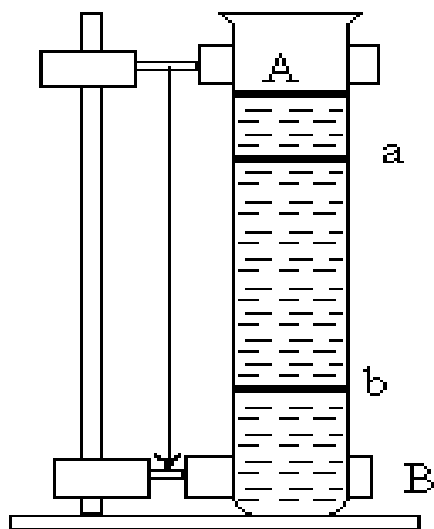
$$\eta = \frac{g(\rho - \rho') \cdot d^2}{18v}$$

Tekis harakat tezligi “ v ” ni sharcha o‘tgan m’lum masofa “ l ” va bu yo‘lni o‘tish uchun ketgan vaqt “ t ” orqali ifoda etish mumkin:

$$\eta = \frac{g(\rho - \rho') \cdot d^2}{18 \cdot l} \cdot t \quad (6)$$

Shunday qilib, sharchaning tekis harakatini kuzatgan holda ishqalanish koeffitsientini aniqlash mumkin. Shuni ham esda tutish kerakki, ishqalanish koeffitsienti temperaturaga bog‘liq bo‘lib, temperatura ortishi bilan “A” ning qiymati kamaya boradi.

ASBOBNING TUZILISHI



Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini (A) ni o‘lchash uchun ishlatiladigan asbob 2-rasmda ko‘rsatilgan. U silindrik shisha idishdan iborat bo‘lib, “A” bu idish taxtadan yasalgan “V” taglikka o‘rnatilgan. Silindr tekshiriladigan suyuqlik (masalan: glitserin) bilan to‘ldirilgan. Silindirning tashqi tomonida “a” va “v” belgilar halqasimon joylashgan bo‘lib, ular orasidagi masofa “ l ” dir. “a” halqasimon belgi suyuqlik sirtidan pastroqda joylashgan “ l ” masofaning o‘tishi

uchun ketgan vaqt sekundomer bilan o‘lchanadi. Sharcha diametr esa okulyar mikrometrli mikroskop orqali aniqlanadi. Okulyar mikrometr shkalalariga bo‘lingan yupqa shisha plastinka mikroskop okulyarning fokal tekisligiga o‘rnatilgan. Mikroskopdan qaralganda shkala va sharcha tasviri birgalikda ko‘rinadi. Okulyar mikrometrdagi har bir bo‘limning son qiymati mikroskopda ko‘rsatilgan.

ISHNI BAJARILISHI TARTIBI

1. Mikroskop yordamida uchta sharcha diametrlarini o‘lchang va jadvalga yozing.
2. Har bir sharcha silindrining markaziga yaqin qilib tashlang hamda yuqoriga belgi (“a”) dan o‘tayotgan vaqtda sekundomerni yurgazing: “V” belgidan o‘tayotganida esa sekundomerni to‘xtating. Sekundomerda o‘lchangan vaqtni jadvalga yozing.
3. “a” va “v” belgilar orasidagi masofani 1 mm aniqlikda o‘lchang va

jadvalga yozing.

4. Fizikaviy kattaliklarning son qiymatlarini (6) formulaga qo'yib ichki ishqalanish koeffitsientini va o'lchash xatoliklarini hisoblang.

KUZATISH JADVALI

№	d	L	t	ρ	ρ'	η	$\Delta\eta$	E η
1								
2								
3								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish kuchlarining hosil bo'lish sabablari va qaysi kattaliklarga bog'liqligini tushuntiring.
2. Yopishqoq suyuqlikda harakatlanayotgan sharchaga ta'sir etuvchi kuchlarni aytib bering.
3. Suyuqlikda sharchani tekis tushish shartini tushuntirib bering.
4. Ichki ishqalanish koeffitsiyentining fizik ma'nosini va uni o'lchash birligini ayting.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Jankoli.D. "FIZIKA" V.2 Tomah.Per.s.ang.M.- Mir.1989-y.319-321b.
2. Douglas Ciancoli. Phusics a General Course. 2010 year.Chapter 1-43-b.
3. Halliday Resnick "Fundamentals of Physics" 2012-y. 26-30-b.
4. Abduraxmanov K.P., Egamov U. Fizika kursi , 2011-y. 69-75-b.
5. Ogursov N.A. Kurs leksiy po fizike, Harkov, 2007-y. 87-92-b.
6. Ahmadjanov O.I. Fizika kursi. 1,2,3-qism.-T.; O'qituvchi, 1988-1989-y. 36-45-b.
7. Kolmakov YU.N. Kurs leksiy po fizike, Tula, 2002-y. 56-63-b.
8. A.V.Volkenshteyn «Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami», 1985-y. 48-57-b.
9. Oplachko T.M.,Tursunmetov K,A. Fizika, Tashkent, 2007-y. 97-102-b.
10. <http://phet.colorado.edu/>
11. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
12. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
13. <http://school-collection.edu.ru>

MUNDARIJA

Kirish.....	.....
1-Laboratoriya ishi. Suyuqlikning hajm kengayish koeffitsiyentini aniqlash.....	4
2-Laboratoriya ishi. Jismlarning issiqlikdan kengayish termik koeffitsiyentini aniqlash.....	.....
3-Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imi aniqlash.....	.....
4 -Laboratoriya ishi. Tomchi uzilish usuli bilan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.....	.....
5- Laboratoriya ishi. Asman psixrometri yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash.....	.....
6- Laboratoriya ishi. Gazlarning solishtirma issiqlik sig‘imlari $\frac{C_P}{C_V}$ nisbatini aniqlash.....	.....
7- Laboratoriya ishi.Suv bug‘i hosil bo‘lishining yashirin issiqligini aniqlash.....	.....
8- Laboratoriya ishi. Kritik nuqtada suyuqlik-gaz fazoviy o‘tishi kuzatish .....	.....
9- Laboratoriya ishi. Gaz qonunlari(Izojarayonlarni) o‘rganish.....	.....
10-Laboratoriya ishi. Qattiq materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.....	.....
11-Laboratoriya ishi. Doimiy bosimda gaz hajmining temperaturaga bog‘liqligi(Gey-Lyussak qonuni).....	.....
12-laboratoriya ishi. Stoks usuli bilan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash .....	.....
13-Laboratoriya ishi. Havo molekulalarining o‘rtacha erkin yo‘l uzunligi va ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash .....	.....
14-Laboratoriya ishi. Metallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash.....	.....
15-Laboratoriya ishi. Suyuqlik qovushqoqligini VK-2 viskozimetri yordamida aniqlash.....	.....
16-Laboratoriya ishi. Sirt taranglik koeffitsiyentini suyuqlikning kapilyar naylarda ko‘tarilish balandligi bo‘yicha topish.....	.....
17-Laboratoriya ishi. Sirt taranglik koeffitsiyentini halqani suyuqlikning uzish usuli bilan aniqlash.....	.....

18-Laboratoriya ishi. Quyosh kollektorining effektivligini issiqlik izolyatsiyasining funksiyasi sifatida aniqlash.....

19-Laboratoriya ishi. Quyosh kollektorining effektivligini qizdirilayotgan suv hajmining funksiyasi sifatida aniqlash.....

20-Laboratoriya ishi. Richard Metodi bilan havo uchun adiabata ko'rsatkichini C_p/C_v aniqlash.....

21-Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida aniqlash.....

Molyar gaz doimiysini aniqlash.....

ILOVALAR...

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....

CONTENTS

Introduction

Laboratory Work 1 Determination of the coefficient of volumetric expansion of a liquid

Laboratory Work 2 Determination of the thermal expansion coefficient of solids

Laboratory Work 3 Determination of the specific heat capacity of solids

Laboratory Work 4 Determination of the surface tension coefficient of a liquid by the drop detachment method

Laboratory Work 5 Determination of relative air humidity using an Assmann psychrometer

Laboratory Work 6 Determination of the ratio of specific heat capacities of gases C_p/C_v

Laboratory Work 7 Determination of the latent heat of formation of water vapor

Laboratory Work 8 Observation of the liquid–gas phase transition at the critical point

Laboratory Work 9 Study of gas laws (isoprocesses)

Laboratory Work 10 Determination of the thermal conductivity coefficient of solid materials

Laboratory Work 11 Dependence of gas volume on temperature at constant pressure (Gay-Lussac's law)

Laboratory Work 12 Determination of the coefficient of internal friction (viscosity) of a liquid using the Stokes method

Laboratory Work 13 Determination of the mean free path of air molecules and the coefficient of internal friction

Laboratory Work 14 Determination of the thermal conductivity coefficient of metals

Laboratory Work 15 Determination of liquid viscosity using the VK-2 viscometer

Laboratory Work 16 Determination of the surface tension coefficient from the height of liquid rise in capillary tubes

Laboratory Work 17 Determination of the surface tension coefficient by the ring detachment method

Laboratory Work 18 Determination of the efficiency of a solar collector as a function of thermal insulation

Laboratory Work 19 Determination of the efficiency of a solar collector as a function of the volume of heated water

Laboratory Work 20 Determination of the adiabatic index C_p/C_v for air using the Richard method

Laboratory Work 21 Determination of relative air humidity using a psychrometer

Determination of the molar gas constant

Appendices

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

- Лабораторная работа 1** Определение коэффициента объемного расширения жидкости
- Лабораторная работа 2** Определение коэффициента теплового расширения твердых тел
- Лабораторная работа 3** Определение удельной теплоемкости твердых тел
- Лабораторная работа 4** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва капли
- Лабораторная работа 5** Определение относительной влажности воздуха с помощью психрометра Ассмана
- Лабораторная работа 6** Определение отношения теплоемкостей газов C_p/C_v
- Лабораторная работа 7** Определение скрытой теплоты образования водяного пара
- Лабораторная работа 8** Наблюдение фазового перехода жидкость–газ в критической точке
- Лабораторная работа 9** Изучение газовых законов изопроцессов
- Лабораторная работа 10** Определение коэффициента теплопроводности твердых материалов
- Лабораторная работа 11** Зависимость объема газа от температуры при постоянном давлении закон Гей Люссака
- Лабораторная работа 12** Определение коэффициента внутреннего трения вязкости жидкости методом Стокса
- Лабораторная работа 13** Определение средней длины свободного пробега молекул воздуха и коэффициента внутреннего трения
- Лабораторная работа 14** Определение коэффициента теплопроводности металлов
- Лабораторная работа 15** Определение вязкости жидкости с помощью вискозиметра ВК-2
- Лабораторная работа 16** Определение коэффициента поверхностного натяжения по высоте подъема жидкости в капиллярных трубках
- Лабораторная работа 17** Определение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца
- Лабораторная работа 18** Определение эффективности солнечного коллектора как функции тепловой изоляции
- Лабораторная работа 19** Определение эффективности солнечного коллектора как функции объема нагреваемой воды

Лабораторная работа 20 Определение показателя адиабаты C_p/C_v для воздуха методом Рюшара

Лабораторная работа 21 Определение относительной влажности воздуха с помощью психрометра

Определение молярной газовой постоянной

Приложения

Список использованной литературы

