

5-laboratoriya ish. Suyuqlik va sochiluvchan qattiq qattiq jismlarning zichligini piknometr vositasida aniqlash

Ishdan maqsad: suyuq va sochiluvchan qattiq qattiq jismlarning zichligini aniqlash va o'rganish.

Kerakli asbob va materiallar: 1) analitik tarozi, 2) tarozi toshlari, 3) zaralar, 4) piknometr, 5) qattiq qattiq jism, 6) tekshiriladidagn suyuqlik, 7) distillangan suv, 8) termometr, 9) filtr qog'oz.

Qisqacha nazariya

Berilgan qattiq jism massasining shu qattiq jism egallagan hajmga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikni qattiq jismning zichligi deyiladi, yani uning birlik hajmiga to'g'ri keladigan massasi **zichlik** deyiladi.

Agar berilgan qattiq jism bir jinsli bo'lmasa, u holda qattiq jismdan shunday kichik hajmchalar ajratib olamizki, bu hajmchalardagi moddani bir jinsli deb qarash mumkin bo'lsin. Demak, berilgan har qanday qattiq jismning zichligi quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\rho = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (1)$$

bu yerda ΔV – elementar hajmi, Δm – shu hajmga to'g'ri keladigan qattiq jismning massasi. Agar qattiq jism bir jinsli bo'lsa, zichlik quidagicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Usulning nazariyasi

I. **Qattiq qattiq jismning zichligini aniqlash** uchun qattiq jismning massasini va hajmini o'lchash zarur. Qattiq jismning tuzatma kiritilmagan massasi analitik tarozida $0,1 \text{ mg}$ aniqlikda, hajmi esa piknometr vositasi bilan aniqlanadi. Taroziida tortilgan qattiq qattiq jismni distillangan suvli piknometr ichiga tushurilganda u ma'lum miqdordagi suvni siqib chiqaradi. Arximed qonuniga ko'ra, siqib chiqarilgan suvning og'irligi suvli piknometr og'irligi bilan qattiq qattiq jism og'irliklari yig'indisidan qattiq qattiq jism solingandagi suvli piknometr og'irligining ayirmasiga tengdir, yani

$$P_1 + mg - P_1 = V \rho_s g \quad \text{yoki} \quad m_1 - m - m_2 = V \rho_s,$$

bu yerda m_1 – suvli piknometrning tuzatma kiritilgan massasi: m_2 – qattiq qattiq jism

solingandan keyingi suvli piknometr massasi: ρ_s – xona temperaturasiidagi suvning zichligi; V – siqib chiqarilgan suvning hajmi (qattiq qattiq jismning hajmi). Bundan tekshirilayotgan qattiq qattiq jismning tuyulma hajmi uchun quyidagini topamiz:

$$V = (m_1 + m - m_2) / \rho$$

Zichlikka berilgan tarifga ko'ra, qattiq qattiq jismning zichligi (og'irlikning havoda kamayishini hisobga olmaganda)

$$p_s = m P_s / (m_1 + m - m_2) \quad (3)$$

Tuzatilgan zichlikni topish uchun quyidagicha mulohaza yuritamiz. Tekshirilayotgan qattiq jism bo'laklarining umumiy hajmini V bilan, ularning haqiqiy zichligini ρ bilan, havoning uy temperaturasiida $1,2 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb olinadigan zichligini ρ_t bilan belgilaymiz. Bu holda $V\rho$ ko'paytma tekshirilayotgan bo'laklarning haqiqiy massasi, $V\rho_s$ – shu bo'laklar siqib chiqargan suvning haqiqiy massasi, $m\rho_x/\rho_t$ – bo'laklarni muvozanatlovchi toshlar siqib chiqargan havoning massasi, $(m_1 + m - m_2)\rho_x/\rho_t$ suvni muvozanatlovchi toshlar siqib chiqargan havoning massasi bo'ladi. Shunga ko'ra, qattiq qattiq jism bo'laklari uchun

$$V\rho - V\rho_x = m(1 - \rho_x/\rho_t);$$

$$V\rho - V\rho_x = m(1 - \rho_x/\rho_t) \quad (4)$$

Bu formula suv uchun bunday yoziladi:

$$V(\rho_s - \rho_x) = (m_1 + m - m_2)(1 - \rho_x/\rho_t). \quad (5)$$

(4) va (5) tenglamalarni hadma had bo'lsak,

$$(\rho - \rho_x) / (\rho_s - \rho_x) = m / (m_1 + m - m_2)$$

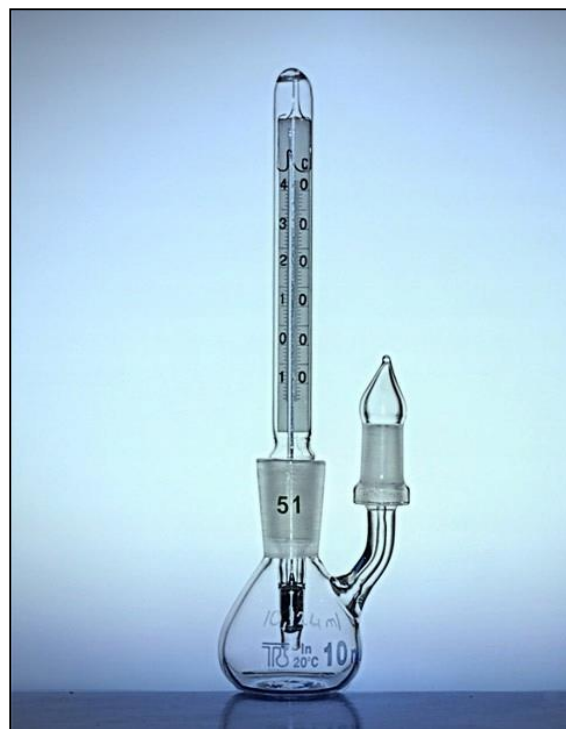
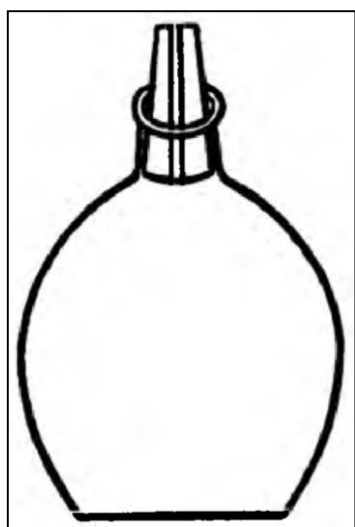
bundan

$$\rho = (\rho_s - \rho_x)m / (m_1 + m - m_2) + \rho_x \quad (6)$$

(6) tenglama og'irliklarining havoda kamayishini hisobga olingan hol uchun qattiq qattiq jismning tuzatilgan zichligidir.

Tajriba qurilmasi

Analitik tarozining tuzilishi va ishlash tamoyili bilan o'qituvchi tanishtiradi. Piknometr aslida o'zgarmaydigan hajmli **shisha idishdir**. Piknometrlarning eng soddasi 1- rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Eng sodda piknometr.

Uning bo'g'zi silliqqlangan tiqin bilan berkitiladi. Bu tiqindagi ingichka naychadan ortiqcha suyuqlik oqib chiqadi. Piknometrni suyuqlik bilan to'ldirishda uning ichida havo pufakchalari qolmasligiga etibor berish kerak, buning uchun suyuqlikni piknometr devoridan oqizib tushurish lozim.

O'lchashlar

1) Tekshirilayotgan qattiq qattiq jism bo'laklarining (avvalo ularning har biri piknometr bo'g'zidan o'ta olishiga ishonch hosil qilish kerak) m massasi tarozida tortib olinadi.

2) Piknometr uy temperaturasidagi distillangan suv bilan to'ldirilib, suvli piknometrning massasi m_1 topiladi.

3) Tortilgan qattiq qattiq jismning bo'laklarini suvli piknometr ichiga solinib, toshib chiqqan suv filtr qog'ozga shimdiriladi, so'ngra piknometrning shu holida m_2 massasi topiladi. Bunda qattiq qattiq jism bo'laklari sirtida xavo pufakchalari bo'lmasligiga ayniqsa katta etibor berish lozim. Buning uchun bo'lakchalarni oldindan ozgina ho'llash kerak. Tortishlar aniq tarozida tortishning hamma qoidalariga asosan bajariladi.

Hisoblashlar

Olingan natijalardan foydalanib, (5) va (6) formulalardan zichliklar hisoblanadi. Havo zichligi ρ_x ning qiymati yetarlicha kichik bo'lganidan formulalar zichlik uchun bir- biriga yaqin bo'lgan qiymatlarni beradi. Shu tufayli xatolikni hisoblashni soddalashtirish maqsadida nisbiy xatolikni (3) tenglama asosida hisoblaymiz:

$$\frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta m + \Delta m_1 - \Delta m_2}{m_1 + m - m_2} + \frac{\Delta\rho_s}{\rho_s}$$

Bu yerda Δm , Δm_1 , Δm_2 lar – tarozi aniqligiga asosan olinadigan mutloq xatoliklar, $\Delta\rho_s$, suv zichligining qiymatini jadvaldan olishdagi xatolik. Bu topilgan nisbiy xatolikdan o'lchashning mutlaq xatoligi

$$\Delta\rho_0 = \rho_0 \left[\frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta m + \Delta m_1 - \Delta m_2}{m_1 + m - m_2} + \frac{\Delta\rho_s}{\rho_s} \right]$$

va izlanayotgan zichlikning qiymati

$$\rho = (\bar{\rho}_0 \pm \Delta\rho_0)$$

hisoblanadi.

II. Suyuqlikning zichligini aniqlash. Bu holda ham I mashqdagiga o'xshash suyuqlik massasi analitik tarozida tortilib, uning hajmi piknometr vositasida topiladi. Tekshiriladigan suyuqlik piknometrqa qo'yilganda, uning hajmi piknometrning hajmiga teng bo'ladi. Piknometrning hajmini aniqlash uchun avvalo piknometrning massasi, so'ngra suv to'ldirilgan piknometr massasi topiladi va bu ikki tortish natijalarining ayirmasi suvning zichligiga bo'linadi:

$$V = \frac{M_1 - m_1}{\rho_s}$$

Bu yerda M_1 – suvli piknometrning, m_1 – piknometrning (bunda og'irlikning havoda kamayishi hisobiga olinmagan) massasi, ρ_c – tajriba o'tkazilayotgan temperaturadagi suvning zichligi (jadvaldan olinadi). Ichiga tekshirilayotgan suyuqlik quyilgan piknometrning (og'irligining havoda kamayishi hisobga olinmagandagi) massasi M_2 bo'lsin. U holda piknometrda suyuqlikning massasi $M_2 - m_1$ bo'ladi. Zichlikka berilgan tarifga ko'ra

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M_2 - m_1}{M_1 - m_1} \rho_s$$

Endi og'irlikning xavoda kamayishini xisobga oluvchi formulani keltirib chiqaraylik. Agar V – piknometrning tajriba o'tkazilayotgan temperaturadagi ichki hajmi; ρ – tekshirilayotgan suyuqlikning haqiqiy zichligi, ρ_x – havoning $1,2 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb qabul qilinuvchi zichligi ρ_t – tarozi toshlarining zichligi deb olinsa, u holda $V\rho$ – ko'paytma piknometr ichidagi suyuqlikning haqiqiy massasi; $V\rho_s$ – ana shu hajmdagi suvning haqiqiy massasi bo'ladi. $V\rho_x$ – suv yoki suyuqlik siqib chiqargan havoning massasi bo'lsa, u holda $\frac{M_1 - m_1}{\rho_T} \rho_x$ (yoki $\frac{M_2 - m_1}{\rho_T} \rho_x$) suyuqlikni (yoki suvni) muvozanatlovchi tarozi toshlari siqib chiqararagan xavoning massasi bo'ladi.

Suyuqlikning muvozanat holati uchun

$$V\rho - V\rho_x = M_2 - m_1 - \frac{M_2 - m_1}{\rho_T} \rho_x \text{ yoki}$$

$$V(\rho - \rho_x) = (M_2 - m_1)(1 - \frac{\rho_x}{\rho_T});$$

Shunga o'xshash, suv uchun

$$V(\rho_s - \rho_x) = (M_1 - m_1)(1 - \frac{\rho_x}{\rho_T});$$

Bu ikki ifodadagi xajm V birday hajmlar bo'lganligidan ularni bir-biriga tenglashtirsak,

$$\frac{\rho - \rho_x}{\rho_s - \rho_x} = \frac{M_1 - m_1}{M_2 - m_1}$$

Bundan

$$\rho = \frac{M_2 - m_1}{M_1 - m_1}(\rho_s - \rho_x) + \rho_x = \rho_0(1 - \rho_x / \rho_T) + \rho_x \quad (8)$$

(8) tenglama og'irlikning havoda kamayishini hisobga olingan hil uchun zichlikning (haqiqiy) qiymatini ifodalaydi.

O'lchashlar

1) Ichi va sirti quritilgan piknometrning tuzatilmagan massasi m aniq tarozida tortiladi.

2) Piknometr xona temperaturasiidagi distillangan suvga liq to'ldirilib M_1 massasi topiladi.

3) Piknometrni tekshirilayotgan suyuqlikka liq to'ldirib, M_2 topiladi. Tortish vaqtida aniq tarozida tortishning hamma qoidalariga rioya qilinadi.

Hisoblashlar

O'lchash natijalarini (7) va (8) formulalarga qo'yib zichliklar hisoblanadi va ular bir –biri bilan solishtiriladi.

ρ_x kichikligi tufayli zichlikka kiritiladigan tuzatma ham kichikdir. (7) formuladan hisoblangan natijaning nisbiy xatoligi

$$\frac{\Delta\rho_0}{\rho} = \frac{\Delta M_2 + m_1}{M_2 - m_1} + \frac{\Delta M_1 - \Delta m_1}{M_1 - m_1} + \frac{\Delta\rho_s}{\rho_s}$$

Bu yerda ΔM_2 , ΔM_1 , va Δm_1 lar tarozi aniqligiga asosan olinadigan mutlaq xatoliklar, $\Delta\rho_s$ – suv zichligi qiymati jadvaldan olishdagi xatolikdir.

Bundan foydalanib, o'lchshning mutlaq xatoligi quidagicha hisoblanadi:

$$\Delta\rho_0 = \rho_0 \left[\frac{\Delta M_2 + m_1}{M_2 - m_1} + \frac{\Delta M_1 - \Delta m_1}{M_1 - m_1} + \frac{\Delta\rho_s}{\rho_s} \right]$$

Zichlikning haqiqiy qiymati esa

$$\rho = (\bar{\rho}_0 \pm \Delta\rho_0) \text{ kg/m}^3$$

bo'ladi.

Savollar

1) Suvli piknometrda solinadigan qattiq jism bo'lakchalarining sirtlarida havo pufakchalari hosil bo'lsa, bu hol natijaga qanday tasir ko'rsatadi?

2) Qattiq jism va suyuqlikning tajriba natijasida hisoblangan zichliklari tempertura o'zgarganda qanday o'zgaradi?

3) G'ovak qattiq jismlarning zichligini qanday aniqlash mumkin?