

6-laboratoriya ishi. Qattiq qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash

,

,

,

'lumotlar

Sistemaning haroratini o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori Q , sistema massasi m va haroratning o'zgarishi ΔT bog'liqligi tajriba orqali aniqlangan. Q o'sha ΔT o'rtasidagi issiqlik sig'iyidagi haq ko'lini bildirish imkonini o'rganish.

$$Q=mc\Delta T$$

Bu yerda c - berilgan moddani issiqlik xususiyatlarini harakterlaydi va **solishtirma issiqlik sig'imi** deyiladi. Doimiy 1 atmosfera bosimi ostida va 15°C haroratli suv uchun $c=1,00 \text{ kkal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ yoki $4,18\cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ga biz ega bo'lamiz. Bundan ko'rinadiki 1 kg suvni 1°C ga ko'tarish uchun 1 kkaloriya issiqlik talab qilinar ekan. 1-jadvalda 20°C haroratda bir necha tur moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi keltirilgan. Issiqlik sig'imi c qandaydir miqdorda haroratga bog'liq, lekin uncha yuqori bo'lmagan harorat oralig'ida uni ko'p xollarda doimiy deb qarash mumkin. ($Q=mc\Delta T$) ifoda bilan aniqlanadigan issiqlik sig'imi isitish jarayoni qanday tarizda amalga oshayotganiga bo'g'liq bo'ladi. Tasavur qilamiz isitish doimiy bosimda amalga oshmoqda, bunday isitishdagi issiqlik sig'imi c -doimiy bosimdagi issiqlik sig'imi deyiladi va quyidagicha belgilanadi c_p . Xuddi shu qiymat 1- jadvalda keltirilgan. Bu qiymatlarni qattiq va suyuq jismlar uchun oson hisoblash mumkin. Qattiq jismga yana boshqa issiqlik uzatish sharoiti ham mavjud. Misol uchun modda o'zgarmas hajimda qolsin (bu xolda bosim o'zgarish mumkin), bu xolda biz c_v bilan belgilanadigan doimiy hajimdagi issiqlik sig'imiga ega bo'lamiz. Qattiq qattiq jism va suyuqlikda c_p va c_v orasidagi farq bir necha foizni tashkil qiladi. Gazlar uchun bu farq ancha yuqori bo'ladi.

1-jadval. Doimiy 1 atmosfera bosimda va 20°C haroratda bazi moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi

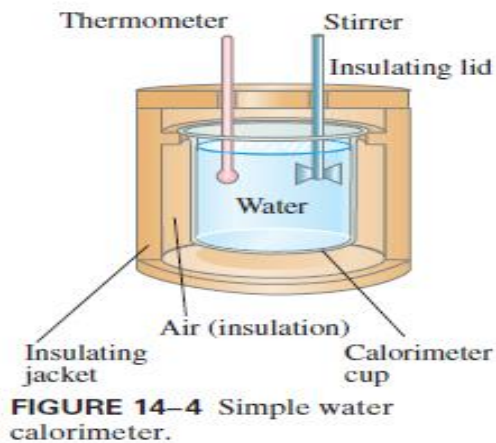
Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi s_r	
	$\text{kcal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	$\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$
Alyumin	0,22	900
Mis	0,093	390
Shisha	0,20	840
Muz(-5 $^{\circ}\text{S}$)	0,50	2100
Temir yoki po'lat	0,11	450
Qo'rg'oshin	0,031	130
Marmar	0,21	860
Kumush	0,056	230
Etil spirti	0,58	2400
Simob	0,033	140
Suv (15 $^{\circ}\text{S}$)	1,00	4186
Bug' (110 $^{\circ}\text{S}$)	0,48	2010
Odam tanasi	0,83	3470
Oqsil	0,4	1700

Yuqori harorat va termodinamikani muhokama qilishda har doim biz muhim sistemalarni qaraymiz. Sistemaning bir necha toifalari (turlari) mavjud. Yopiq sistemada hech qanday massa (energiya) yo'qotish bo'lmaydi, ochiq sistemada buning aksi bo'ladi. Fizika fanida yopiq sistemani o'rganadi. Ko'p sistemalar, o'simlik va hayvonlar, ochiq sistema bular atrof muhit bilan modda almashuvi sodir bo'ladi. Yopiq sistema atrof muhit bilan modda almashuvi bo'lmaydi, agar qandaydir energiya uning chegarasidan o'tsa u yopiq sistema hisoblanmaydi.

Tashqi muhitdan himoyalangan sistemalarning harorati turlicha bo'lsa, issiqlik harorati yuqorisidan harorati pastiga uzatiladi. Sistemalarning harorati tenglashganda issiqlik muvozanati yuz beradi. Agar sistema tashqi muhitdan to'liq himoyalangan bo'lsa, u xolda unga hech qanday energiya bermaydi ham va olmaydi ham. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan sistemaning bir bo'limi yo'qotgan issiqlik miqdori, sistemaning boshqa qsimining olgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

Yo'qotgan issiqlik miqdori. Olingan issiqlik miqdori

Har xil qattiq jismlarning issiqlik sig'imini taqqoslash uchun maxsus o'lchov asbobidan foydalaniladi, bu asbob kolorimetr deb ataladi. Kolorimetr metal idish bo'lib shakli xuddi stakandek bo'ladi. Uning tuzilishi (FIGURE 14-4) 1-rasmda tasvirlangan.



1-rasm. (FIGURE 14-4) Simple water calorimetr-Oddiy suvli kolormetr.

Thermometer-Termometr

Stirrer- Aralashtirgich (Meshalka)

Insulating lid-Himoya qapqog'i

Water-Suv

Air(insulation)-Havoli himoya

Insulating jaket-Himoya qobig'i

Colorimetr cup-kolorimetr stakani

Bu idish qapqoq bilan bekitilgan bo'lib, u katta idish ichiga joylashtiriladi va ikki idish orasida havo qatlami qoladi. Barcha ehtiyotkorliklar atrof muhit bilan issiqlik almashishini kamaytiradi. Kolorimetrning muhim qo'llanishlaridan biri bu moddalarning issiqlik sig'imini aniqlashdan iboratdir. Aralashtirish usuli deb nomlangan usul orqali, berilgan modda na'munasi yuqori haroratgacha qizdiriladi va yuqori haroratda o'lchanadi. Qizdirilgan qattiq jism tezda kolorimetr suvga tushiriladi qopqoq yopiladi, kolorimetrda harorat o'rnatilishi kutiladi (suv bilan qattiq jism harorati tenglashadi). Keyin natijaviy T harorat o'lchab moddaning issiqlik sig'imini hisoblash mumkin.

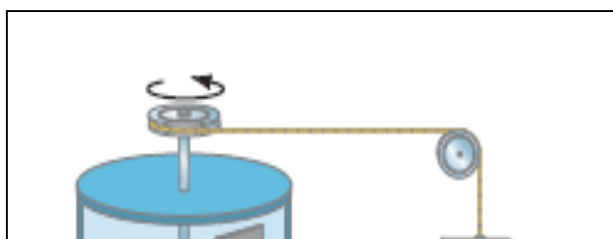
Issiqlik uzatish nazariyasiga asosan, har qanday qattiq jism o'zida qandaydir moddalar miqdoridan iborat, agar qattiq jisimga modda miqdori o'tsa, unda qattiq jism harorati ortadi: agar qattiq jismdan issiqlik uzatish olinsa harorat kamayadi. Agar jisim parchalansa, u xolda sezilarli miqdorda haroratsdan soqit bo'ladi. Issiqlik uzatish jarayonida hech qachon qattiq jism massasida o'zgarishi sezilmaydi va hech qanday boshqa metod orqali ham issiqlik uzatishni payqab bo'lmaydi. Shuning uchun taklif qilinadiki teplotodning massasi, hidi, ta'mi, rangi yo'q. Bu

xolatning bir necha yashirin harakteriga qaramasdan teplorod nazariyasi ko'pgina kuzatilgan holatni tushintirdi, xususiyl xolda issiq oqim issiq qattiq jismdan sovuq jisimga o'tadi.

Issiqlikning ishlatiladigan o'lchov birliklaridan biri bu kaloriyadir. Bu birlik quyidagicha aniqlanadi: Bu birlik massasi 1 g bo'lgan suvning haroratini bir gradus Selsiyga ko'tarish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoridir, ya'ni $14,5^{\circ}\text{C}$ haroratdan $15,5^{\circ}\text{C}$ haroratga ko'tarishdir. Bu aniq takidlangan harorat shuning uchun ko'rsatilganki, qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori haroratga bog'liqdir. (Haroratning 0 dan 100°C oralig'ida bu o'zgarish 1 % katta emas va boshqa maqsadlar uchun bu farqni inobatga olish kerak.) Ko'pincha ancha katta o'lchov birlikdan foydalaniladi- bu kilokaloriyadir (kkal). $1\text{ kkal}=1000\text{ kal}$. Shunday qilib 1 kkal bu 1 kg suvning haroratini 1°C ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoridir ($14,5$ dan $15,5^{\circ}\text{C}$). Bazida kilokaloriyani katta kaloriya deb aytishadi, aynan shu birlik yordamida energiya narxi, yoki ovkatlarning kaloriyasi ko'rsatiladi.

Teplorod nazariyasining asosiy qiyinchiliklaridan biri, bu ishqalanish hisobiga olingan to'liq issiqlik miqdorini hisoblash mumkin emasligidir. Agar ikki kaftini yoki ikki metal bo'lagini bir biriga uzoq ishqalasa, cheklanmagan miqdorda issiqlik olish mumkin. Amerkalik olim Benjami Tomson (1753-1814) keyinchalik graf bo'lgan Rumford Bavarskiy, o'q otar qurolining stvolini teshish jarayonini kuzatishda bu qiyinchilikka to'qnash keladi. Qurolning stvolini teshish jarayonida stvol teshigiga doimiy ravishda sovuq suv quyuib stvol sovutilib turildi. Qaynagan suvning isrofini kamaytirish uchun sovuq suvdan foydalaniladi. Shuning uchun Rumford teplorod nazariyasida chetlashib va buning o'rniga issiqlik harakatning asosiy ko'rinish hodisasi ekanligini taklif qildi (misol uchun ikki jisimning bir biriga ishqalanish jarayoni). Bu g'oya 1800-yilning boshlarida boshqa izlanuvchi tomonidan rivojlantirdi, bu ingliz pivo qaynatuvchisi Jeyms Joul edi. Joul bir qancha tajribalar o'tkazdi.

2- rasimda Joulning qisqartirilgan tajribasining sxemasi ko'rsatilgan.



2-rasim. Issiqlikning mexanik ekvivalentini aniqlaga doir Joule tajribasi.
(weight-yuk)

Osilga qattiq jism lopatkalari bo'lgan trubinani aylanishga majbur qiladi. Lopatkalarining suvga ishqalanishi natijasida suvning harorati bir muncha ko'tariladi (aynan haroratning ko'tarilishi Joule tomonidan o'lchangan). Aytish mumkinki haroratning ko'tarilishini gaz plitka gorelkasida suvni qizdirish orqali olish mumkin. Bu va boshqa bir qancha tajribalarda (bulardan bir qanchasida elektr energiyasiga kiradi) Joule payqadi, malum ish hamisha malum issiqlik miqdoriga ekvivalentdir. Son jixatidan 4,186 joule ish 1 kaloriya (kal) issiqlikka ekvivalentligi ko'rsatilgan. Bu moslik ma'lumki xuddi issiqlikning mexanik ekvivalentidek: $4,186 \text{ J} = 1 \text{ kal}$, $4,186 \cdot 10^3 \text{ J} = 1 \text{ kkal}$

Bu ikki tajriba va boshqa tajribalardan so'ng olimlar issiqlikni qandaydir modda xolati yoki eyenriya formasi ekanligi tasavuridan voz kechib, issiqlik bu energiyani uzatish turidir degan xulosaga keldi. Ancha yuqori haroratga ega bo'lgan qattiq jismdan, xarorati ancha past bo'lgan qattiq jismga o'tadi issiqlik o'tadi, aynan energiya issiq jismdan sovuq qattiq jismga o'tadi. Issiqlik-bu haroratlar farqi turlicha bo'lgan qattiq jismlardan bir biriga energiya o'tishidir. Xalqaro birliklar sistemasida (XBS) issiqlikning o'lchov birligi energiyaning turli ko'rinishida jouldir. Bazida issiqlikning sistemadan tashkari birliklari ishlatiladi bu kaloriya va kilokaloriyadir. Hozirgi paytda kaloriyani joule orqali aniqlaydi. Yuqoridagi tarifga asosan ($4,186 \text{ J} = 1 \text{ kal}$), bu yuqoridagi tarifga mos keladi. Hozirgi payitda boshqa aniqlash qo'llaniladi: $1 \text{ kal} = 4,184 \text{ J}$. Bu issiqlik termoximiyaviy kaloriya deb

ataladi. Molekulyar kinetik nazariyaning rivojlanishi, issiqlik bu energiya uzatish turi ekanligini to'liq tushintirdi. Gaz plitkasidagi idishdagi suvning qizishini kuzatamiz. Molekulyar kinetik nazariyaga asosan xarooratning ortishi bilan molekulalarning kinetik energiyasi ortadi, o'z navbatida alanga molekulalarining kinetik energiyasi suv molekulalarining kinetik energiyasidan katta bo'ladi. Yuqori kinetik energiyaga ega bo'lgan alanga molekulalari idish molekulalari bilan to'qnashganda o'z energiyasining bir bo'limini beradi, xuddi harakatdagi bilyard shar tinch turgan sharga kelib urilgandek. Yuqori kinetik energiyaga ega bulgan idish molekulalari to'qnashish hisobiga o'z energiyasini suv molekulalariga beradi. Shu jarayon hisobiga idishdagi suvning harorati ortadi.

Ishni bajarishga doir nazariy ma'lumotlar

e

k

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (T_1 - T_m) \quad (1)$$

(Bu yerda m_1 pitra massasi, c_1 -pitraning solishtirma issiqlik sig'imi) suv yutgan issiqlik miqdori ΔQ_2 teng (2).

e

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (T_m - T_2) \quad (2)$$

Bu yerda m_2 -suv massasi.

i

Kalorimetrning ichi ham pitradan ajralgan issiqlikning bir bo'limini yutadi.

Demak, kalorimetrning issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

e

$$\Delta Q_3 = c_3 m_3 (T_m - T_2) \quad (4)$$

n

Bu yerda suvning solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyenti c_2 aniq, temperaturasi esa bug' temperaturasiga teng deb faraz kilinadi. Noma'lum c_1 ning qiymati ulchangan T_m , T_2 , m_1 va m_2 ning qiymatlari buyicha ko'yidagi formula (3) orqali hisoblanadi:

k

$$c_1 = \frac{(c_2 m_2 + c_3 m_3)(T_m - T_2)}{m_1(T_1 - T_m)} \quad (3)$$

i

c

h

k

i

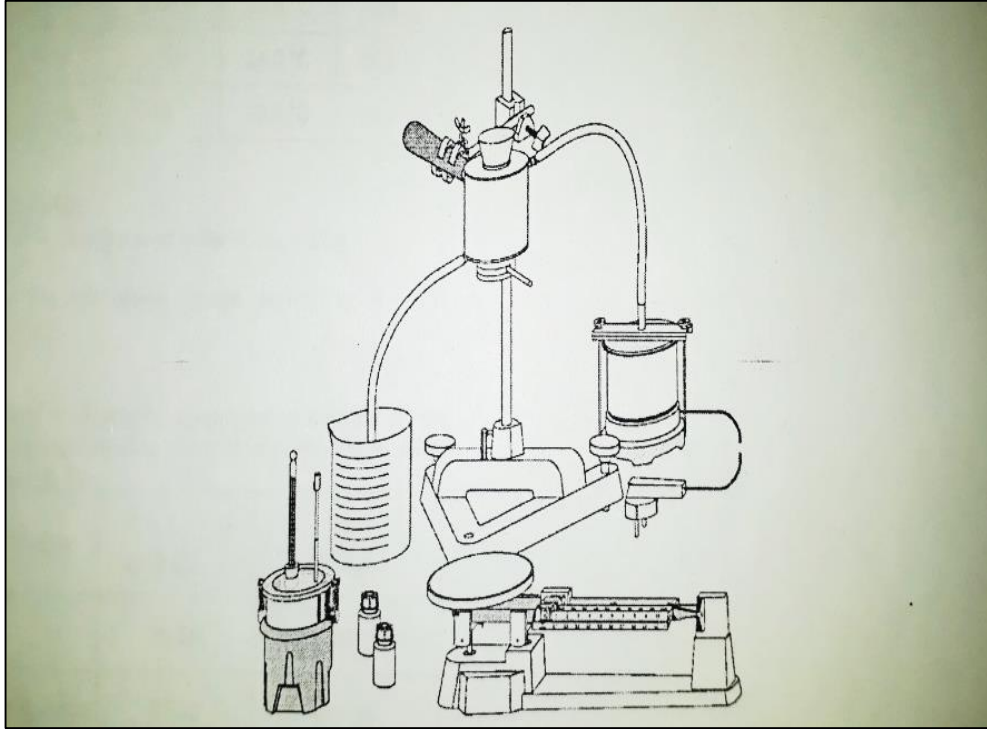
n

a

a

Shunday kilib, kalorimetir idishining massasi m_3 va $c_3 = 16 \text{ J/kg } K$ kalorimetrning solishtirma issiqlik sig'imi olinadi.

’
’ Bug’ generatoriga suv soling va extiyotlik bila qurilmani berkiting va uni silikon quvur yordamida qizdirgichning yuqorisiga (bug’ kirishi) shlangli birikmaga



3-rasm

ulang. Silikon quvurni qizdirgichning pastidagi shlangli birikmaga (bug’ning chiqishi) ulang va quvurning 2-uchini menzurkaga soling. Barcha birikmalarga silikon quvurlar ishonchli mahkamlanganini ko’zdan kechiring.

Ishni bajarish tartibi:

1. Qizdirgichning namunalar solingan kamerasini ko’rg’oshin pitralari bilan to’ldiring va imkon boricha uni stopor (qopqog’i) bilan zich qilib berkiting.
2. Bug’ generatorini elektr tarmog’iga ulang, shundan so’ng esa qizdirgichdagi pitralarni bug’ yordamida 20-25 daqiqa qizdiring. Bu vaqt davomida, bush duyar idishining massasini tarozida aniqlang, shundan keyin unga taxminan 180 gramm (qattiq jism suvga hajmi qadar) suv quying.
3. Duyar idishni g’ilofga joylashtiring va mos ravishda termometr yoki temperatura datchigini joylashtiring.
4. Suvning temperaturasi T_2 ni o’lchang.

5. Duyar idishning qopqog'ini oching va uni chetga surib, namunalar uchun mo'ljallangan idishni duyar idishga kiriting. Temperaturasini 100°C bo'lgan pitralarni namunalar uchun mo'ljallangan idishga tashlang, qopqoqni yoping va pitralarni suv bilan sekin aralashtiring. Suv temperaturasi ko'tarilmay qolganda, aralashmaning temperaturasi o'lchang. Qo'chimsha ravishda pitralarning massasini aniqlang.
6. Solishtirma issiqlik sig'imini (3) hisoblang.
7. Shisha va mis pitralar bilan tajribani takrorlang.

Tajriba namunasi. Suv massasi: $m_1=180$ gramm, Pitra temperaturasi: $T_2=100^{\circ}\text{C}$

1-jadval. Moddalar solishtirma issiqlik sig'ining o'lchangan qiymatlari.

Modda	$\text{J/kg}^{\circ}\text{S}$	$T_1;^{\circ}\text{S}$	$T_m^{\circ}\text{S}$
Ko'rg'oshin	77	24,5	24,5
Mis	69	24,0	26,2
Shisha	19	23,8	24,9

Hisoblashlar: Kalorimetrning solishtirma issiqlik sigimi: $c_3=16(\text{J/kg}\cdot\text{K})$,
Suvning solishtirma issiqlik sigimi: $c_2=4200 (\text{J/kg}\cdot\text{K})$

2-jadval. Tajribada aniqlangan solishtirma issiqlik sig'implari qiymatlari va adabiyotdan olingan ularga mos natijalar.

2-jadval.

Modda	S $\text{kJ/K}\cdot\text{kg}$	s $\text{kJ/K}\cdot\text{kg}$
	Tajriba	Adabiyotdagi natijalar
Ko'rg'oshin	0,133	0,1295
Mis	0,367	0,385
Shisha	0,656	0,746

N_0	m_1	m_2	m_3	T_1	T_2	T_m	c_2	c_3	c_1	$\langle c_1 \rangle$	Δc_1	$\langle \Delta c_1 \rangle$	ε
1													
2													
3													

Xulosalar: materiallarning turiga bog'liq holda qattiq jismlarning

solishtirma issiqlik sig'imi o'rganildi va ularning qiymati suvning solishtirma qiymati issiqlik sig'imiga nisbatan juda kichik ekanligi aniqlandi.

Nazorat savollari

1. Ideal gazning ichki energiyasi nima va u harakatining qanday turlari bilan bog'langan.
2. Qattiq jismning erkinlik darajasi deb nimaga aytiladi.
3. Issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi.
4. Solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi.
5. Termodinamikaning birinchi qonuniga ta'rif bering.
6. Energiyaning saqlanish qonuni asosida gazning siqilishi natijasida temperaturasining ortishini va gaz kengayganda temperaturasining pasayishini tushuntiring.
7. Ishni bajarish tartibini tushintiring?
8. Ishchi formulani keltirib chiqaring?