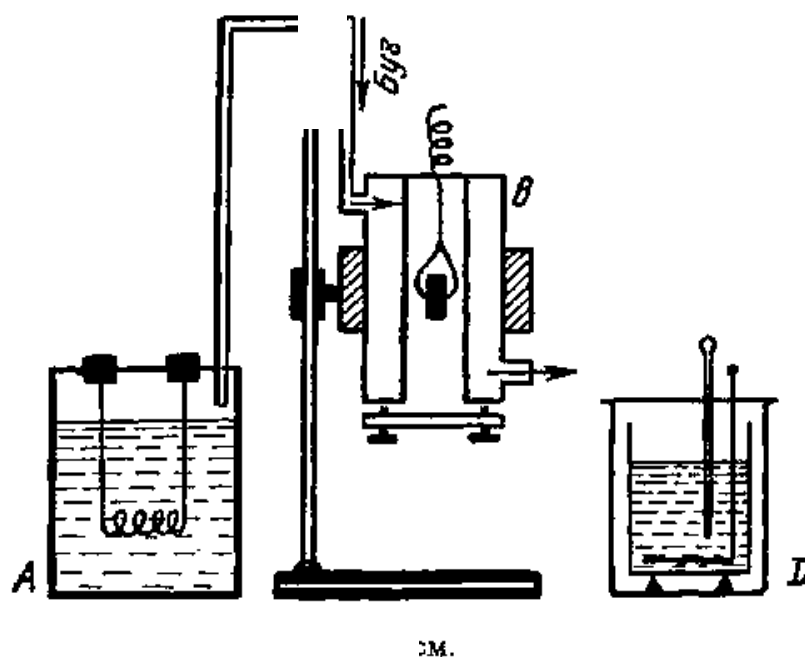


Guliston Davlat Universiteti

«MOLEKULAR FIZIKA»

fani o'quv- uslubiy majmua



1-mavzu: Molekulyar fizika faniga kirish

Mashg'ulot turi-ma'ruza

Asosiy savollar:

1. Molekulyar fizika predmeti.
2. Molekulyar fizika fani oldida turgan vazifalar. Modda haqidagi molekulyar kinetik tasavvurlar va ularning rivojlanishi.
3. Modda xossalarini o'rganishda termodinamik va statik usullardan foydalanish.
4. Makroskopik va mikroskopik parametrlar.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Molekulyar fizika, termodinamika, molekula, atom, kimyoviy element, agregat holat, termodinamik usul, makroholat, mikroholat, parametr, molekulyar harakat, issiqlik harakati, xaotik harakat, molekulyar kinetik nazariya, dinamik usul, statistik usul, ichki va tashqi parametr, disosatsiya.

Mavzuga oid muommolar:

Modda tuzilishi tabiatshunoslikning hozirgi zamon fanlarida markaziy o'rin olgan eng muhim masalani o'rganadi. Modda tuzilishi haqida juda ko'p tasavvurlar bo'lgan. Molekulyar kinetik nazariya ulardan nimasi bilan farq qiladi? Javobingizni asoslang. Moddalarni tashkil qilgan zarralar qanday tuzilganligi haqidagi molekulyar-kinetik tasavvurlarga munosabatingiz qanday?

Darsning maqsadi: Talabalarda molekulyar fizika fani predmeti va tekshirish metodlari haqida tushunchalar xosil qilish.

Talabalar uchun identiv o'quv maqsadlari:

- 1.1 . Molekulyar fizika atamasini izohlay oladi.
- 1.2 . Molekulyar fizika fani predmetini ajrata biladi.
- 1.3 . Molekulyar fizika faning tekshirish metodlarini sanab beradi.

1-savol bayoni:

Kirish

Mexanika kursida jismlarning harakatini boshqaruvchi qonunlarni o'rganayotganimizda bu jismlarning qanday tuzilganligi, ularning qanday xossalarga ega ekanligi bilan qiziqmadik. Jismlarning xossalari esa ularning qanday tuzilganligi, qanday qismlardan tashkil topganiga, bu qismlar orasida qanday kuchlar ta'sir qilishga va boshqalarga bog'liq. Shuning uchun moddaning tuzilishi haqidagi masala fizikaning asosiy masalasi ekanligi tushunarlidir.

Umumiy fizika kursining molekulyar fizika va termodinamika deb ataladigan bu bo'limda jimslarda sodir bo'ladigan harakatning molekulyar shakli, ya'ni jism tarkibiga kiruvchi ko'p sonli zarralar harakatiga bog'liq bo'lgan harakat shakli o'rganiladi. Bunda ikkala masala nazarda tutiladi:

- 1) Molekulyar harakat shaklining xususiyatlari.
- 2) Ulkan miqdordagi zarrachalar to'plami o'rganish usullarini va tegishli tushunchalarni bilib olish.

Termodinamika jismdagi issiqlik hodisalarini o'rganadi, lekin bunda u moddaning tuzilishi va issiqlikning fizik tabiati to'g'risida xech qanday tasavvurlardan foydalanmaydi va u issiqlikni yaxlit biror ichki harakat turi deb qaraydi. Molekulyar fizika, aksincha jismlarning xossalarini shu jumladan, issiqlik hodisalarini ham ularning atom-molekulyar tuzilishi bilan bog'lab o'rganadi va issiqlikni atom va molekulalarning tartibsiz harakati natijasi deb qaraydi.

1.4. Muhokama uchun savollar:

- 1.5. Molekulyar fizika atamasining ma'nosi hozirgi kun qarashlariga to'g'ri keladimi?
- 1.6. Nima sababdan molekulyar fizika muommolari hozirgi vaqtda dolzarb bo'lib hisoblanadi? Sababini izohlang.

1.2.1. Ikkinchi asosiy savol:

Modda haqida molekulyar kinetik tassavurlar va ularning rivojlanishi.

1.2.2. Darsning maqsadi:

Modda tuzilishi to'g'risidagi dastlabki tasavvurlar asosida uning molekula va atomlardan tashkil topganligi to'g'risidagi tushunchalarni shakillanish bosqichlari va moddaning elementar qismlari haqida ma'lumot berish.

1.2.3. Talabalar uchun identiv o'quv maqsadlari:

- 1.2.4. Atom va molekula to'g'risidagi tushunchaga ega bo'ladi.

- 1.2.5. Atom va molekularning o'lchamlari bilan tanishadi.
1.2.6. Molekulyar-kinetik nazariyaning mohiyatini bilib oladi.

2-asosiy savolning bayoni:

Moddaning kichik zarralardan tuzilganligi to'g'risidagi tasavvurlar 2000 yil avval yunon olimlari tomonidan aytilgan (Lukretskiy, Demokrit...) keyinchalik Abu Rayhon Beruniy va Ibn Sinolar ham shu fikrlarni bildirishgan. Lekin ular moddalarning xossalarini ularni tashkil etuvchi zarralar harakatiga bog'liq ekanligiga bog'lay olmaganlar. Bunday tasavvur 19-asrga kelib yuzaga keldi. Lomonosov asarlarida bunday tasavvurlar o'z aksini topdi. Moddalarning mayda zarralar (molekulalar)dan tuzilganligi to'g'risidagi tasavvurlar ularning amalda kuzatiladigan ko'plab xossalarini to'g'ri tushuntirib berishga imkoniyat yaratib berdi. Masalan: haroratga qarab, jismlarning hajmini o'zgarishi, gazlar diffuziyasi va hokazo. Demak, jismlarni bizga tuyulgandek, yaxlit bir butun emas, balki xatto eng yaxshi mikroskop bilan ham ko'rib bo'lmaydigan darajadagi mayda zarralardan, bir-biriga zich emas, balki ma'lum masofada joylashgan deb qarash, jismlar hajmi o'zgarishini zarralar orasidagi masofaning o'zgarishi bilan izohlash mumkin bo'ladi. Moddaning bunday mayda zarralari molekula deb ataladi (moles-kichik-yunoncha). XX asrga kelib molekularning real mavjudligi, uning tarkibiy qismlarga, atomlarga bo'linishi ko'plab tajribalarda isbotlandi. Shuningdek, molekulalar va atomlar orasidagi o'zaro itarish va tortishish kuchlari mavjud bo'lib, bu kuchlar jismlarning barcha xossalarining sababi ekani ham ko'rsatib berildi. Molekula va atomlar faqatgina jismlar tarkibida mavjud bo'lib qolmay, alohida holda ham mavjud bo'la olar ekan. Bunday holatda ular doimo harakatda bo'lib, ular harakati tartibsiz bo'lib, harakat tezligi gazning haroratiga bog'liq.

Moddalarning xossalarini molekulalar yoki atomlarning harakati bilan bog'liq o'rganuvchi tushunchalar molekulyar-kinetik nazariya deb ataladi. Shunday qilib, molekulyar fizika, modda mayda zarralar molekuladan tuzilgan, bu zarralar bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'lib, ular uzliksiz va tartibsiz harakatda bo'ladi deb qaraydi. Atom va molekularlarni tartibsiz harakati ularning issiqlik harakati deb qaraladi va bunday harakat moddaning issiqlik xossalarini belgilaydi. Moddaning issiqlik xossalarini o'rganuvchi bo'lim termodinamika deb ataladi. Barcha moddalarning tashkil qilgan zarralarning o'zi qanday? Molekula moddaning barcha kimyoviy xossalarini o'zida mujassamlashgan eng kichik zarradir.

Molekulalar atomlardan tuzilgan bo'ladi. Hozirgi paytda 106 xil atom topilgan. Shulardan 92 tasi tabiatda uchraydi, qolganlari keyingi yillarda sun'iy xosil qilgan. Bo'lar kimyoviy elementlarning atomlaridir.

Molekulalar va atomlarni o'lchamlari nihoyatda kichik, ularni radiuslari 10^{-8} sm ga teng bo'ladi. 1 g suvda 3.3×10^{12} ta, 1 sm^3 havoda 2.7×10^{19} ta molekula bo'ladi. Bunday kichik o'lchamli zarralar tezligi nihoyatda katta. Masalan, xona haroratida havo molekularining tezliklari o'rtacha 500 m/s ga yaqin bo'lib, harorat oshishi bilan ortib boradi. Molekulalarni haddadan tashqari ko'p bo'lishi ularni bir-biri bilan juda tez to'qnashib turishga olib keladi. Masalan, normal holatdagi havo molekulasi 1s da 5000 mlion marta to'qnashadi. Bu degan so'z molekula bir to'qnashishdan keyingisigacha bor -yo'g'i 10^{-8} sm gina masofa o'ta oladi. Suyuqliklar ichida molekulalar yana ham ko'proq to'qnashadi.

Demak, moddalarning makroskopik xossalari nihoyatda ko'p sondagi molekulalar harakati belgilar ekan. O'rganadigan sistema faqat makroskopik bo'lgandagina issiqlik harakati to'g'risida gapirish mumkin. Sistema bir yoki bir necha atomlardan iborat bo'lganda issiq harakati to'g'risida gapirishning ma'nosi bo'lmaydi.

Molekulalar va atomlar doimo bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi. Ularning o'zaro ta'sir kuchlari elektromagnit xarakterga ega. O'zaro ta'sir potentsial energiyasining ayrim atom va molekularning kinetik energiyasiga nisbatan katta yo kichikligiga qarab moddalar gaz, suyuqlik va qattiq holatlarda bo'ladi. Moddaning bu holati uning agregat holatlari deb ataladi. Molekulya-kinetik nazariyaning asosiy qonuniyatlariga asosan hamma jismlar molekulalardan tuzilgan; molekulalar orasidagi masofa molekulaning o'lchamlaridan kichik bo'lsa molekulalar orasida itarishish kuchlari ta'sir qiladi; molekulalar xaotik harakatda qatnashadi.

Muhokama uchun so'vollar:

- 1.2.8. Molekulyar fizika fanining rivojlantirishga o'z xissalarini qo'shgan olimlardan kimlarni bilasiz?
1.2.9. Molekulyar fizika fanida modda xossalarini o'rganish usuli qanday turlarga bo'linadi?
1.2.10. Atom tushunchasini birinchi bo'lib kim kiritgan?

1.2.11.M.V.Lomonosovning modda tuzilishi va issiqlik haqidagi tasavvurlarni ayting.

1.2.12.Qanday zarra molekula deb ataladi?

1.3.1.Uchinchi asosiy savol.

Modda xossalari o'rganishda statistik, dinamik va termodinamik usullarning qo'llanilishi.

1.3.2.Darsning maqsadi:

Mikroskopik o'lchamdagi ko'p sonli zarrachalar to'plamiga xos bo'lgan xususiyatlarni o'rganishda qo'llaniladigan usul haqida ma'lumot berish va ularning makroskopik sistema holatlarini o'rganishda ishlatiladigan tomonlarini ko'rsatib berish.

1.3.3.Talabalar uchun indentiv o'quv maqsadlari:

1.Moddaning xossalari uning tarkibiga kiruvchi miqrozarralar xususiyatidan kelib chiqishi to'g'risidagi tushuncha mustahkamlanadi.

2.Makroskopik jism holatlarini o'rganishning dinamik, statik va termodinamik usullarining mohiyatini bilib oladi.

1.3.4.Asosiy savolning bayoni.

1. Modda xossalari o'rganish usullari.

Ko'p miqdordagi zarralardan tashkil topgan sistemaning xossasini o'rganish uchun molekulyar fizika uchta usulni nazarda tutadi.

1. Dinamik usul. Moddani tashkil etgan barcha zarralarning istalgan vaqtdagi holatini va tezligini aniqlash ko'p zarrali sistema to'g'risida to'la va aniq ma'lumot olish imkonini beradi. Lekin juda ko'p sondagi zarralardan tashkil topgan sistemaga bu usulni tatbiq etib bo'lmaydi. Chunki, masalan, 1s da 1mln. ta havo molekulasini holati aniqlanganda 1sm³ hajimdagi molekullar uchun 6mln. yil ketar edi.

2. Statistik usul. Nihoyatda ko'p miqdordagi zarrachalar uchun umumlashgan xarakterdagi informatsiyadan foydalanish mumkin. Bunday informatsiyaga asoslangan modda xossalarni o'rganish usuli statistik usul deb ataladi.

3. Termodinamik usul. Ko'p zarrali sistemalar uning ichki tuzilishiga e'tibor bermay o'rganish mumkin. Buning uchun butun sistemaga tegishli tushunchalar va fizikaviy miqdorlardan foydalanish zarur. Masalan, hajm, bosim va harorat. Bunday usul termodinamik usul deb ataladi.

1.3.5.Muhokama uchun savolar:

1.Modda xossalari o'rganishda nima uchun dinamik usuldan foydalanish mumkin emas?

2.Ko'p sonli zarralar to'plami uchun matematik statistika usullarini qo'llash zaruratini aytib bering.

3.Moddaning qanday xossalarni o'rganishda termodinamik usuldan foydalaniladi?

4.Nima uchun moddaning tuzilishi va xossalari haqidagi fan molekulyar fizika va termodinamika kabi bo'limlarga bo'linadi?

1.4.1.Turtinchi asosiy savol.

Makroskopik va mikroskopik parametrlar.

1.4.2.Darsning maqsadi:

1.Moddaning holatini aniqlashda uning har bir zarrasining harakat tavsiflarini bilish muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatish bilan birga bu ishni amalga oshirish avvalo, mantiqan ma'noga ega emasligini, so'ngra zarrachalarning harakatini tasiflovchi kattaliklarning o'rtacha qiymatidan foydalanish sistema holatini belgilashda etarlik ekanligini ko'rsatib berishni tushuntirish.

1.4.3.Talabalar uchun indentiv o'quv maqsadlari:

1.Mikrozarrachalar haqidagi tushuncha mustahkamlanadi.

2.Makrosistema va mikrosistemaning umumlashgan holi ekanini bilib oladi.

3.Modda holatini mikrozarrachalarga tegishli kattaliklar bilan ifodalash mumkinligini bilib oladi.

4- Asosiy savolning bayoni:

Makroskopik va mikroskopik parametrlar

Ma'lumki mexanikada sistemaning oniy holati uni tashkil qilgan zarralarning koordinatalari va tezliklari bilan aniqlanadi. Molekulyar fizikada ham sistema holatini uni tashkil qilgan barcha atomlar va molekullar, shuningdek, elektronlar, atom yadrolarining va xokozalarning vaqtning har bir paytdagi koordinatalari va tezliklarini aniqlash orqali tavsiflash mumkin. Bunchalik batafsil tavsiflanadigan holat dinamik holat yoki mikroskopik holat ataladi.Shunday qilib har bir zarrachaning holati va tezligi bilan tavsiflanadigan gaz holatni mikroskopik holat deb ataladi. Biroq sistemalar ulkan sondagi zarralardan tashkil topgan hollarda ular holatini bunday tavsiflash hech bir ma'noga ega emas. Jumladan,

termodinamik sistemaning muvozanat holatini uni tashkil etgan zarralarning holatlarni umumiy tarzda ifodalovchi kattaliklar orqali ham aniqlash mumkin. Masalan, sistemaning bosimi, zichligi, harakati, konsentratsiyasi, hajmi, elektr va magnit maydonlarning kuchlanganligi shunday kattaliklarga kiradi. Bunday kattaliklar makroskopik parametrlar deb ataladi. Makroskopik parametrlar vositasida tavsiflanadigan holat makroskopik holat yoki makroholat deb ataladi.

Makroskopik parametrlar ichki va tashqi parametrlarga bo'linadi. Ichki parametrlar sistemaning ichki holatini belgilaydi. Tashqi parametrlar bilan sistemaga ta'sir qilayotgan tashqi jismlar va kuch maydonlari xarakterlanadi. Gaz qamalgan idish hajmi uning devorlari holati bilan aniqlanadi. Bu tashqi parametrdir. Gazning idish devoriga bosimi uning molekularining issiqlik harakati tezliklariga bog'liq bo'ladi. Bu ichki parametrdir. Agar gaz ko'p atomli bo'lsa, uni qizdirganda molekular atomlarga parchalanadi, ya'ni molekular dissotsiyanlanadi. Dissotsiyanlangan molekular sonini ularning umumiy soniga nisbati dissotsiyanlanish darajasi deb ataladi. Gaz yana qizdirilsa uning atomlari ionlashadi-zaryadlangan ionlar va elektronlarga parchalanib ketadi. Ionlashgan atomlar sonini umumiy atomlar soniga nisbatan ionlashish darajasi deb ataladi. Gazlarning dissotsiyanlanish va ionlashish darajalari—ichki parametrlar hisoblanadi. Gaz elektr maydonida qutblanadi, magnit maydonda esa magnitlanib, gazning elektr va magnit maydonlari paydo bo'ladi. Bular ham ichki parametrlardir. Lekin gaz joylashgan elektr va magnit maydonlarining kuchlanganliklari-tashqi parametrdir. Moddani tashkil etuvchi zarralari soni modda miqdorini belgilaydi. Modda miqdori **mol** deb ataladi. 1 **mol** moddaning shunday miqdoriki, undagi zarralar soni 0.012kg uglerod ^{12}C dagi zarralar soniga teng. Demak, har qanday moddaning 1 molida bir xil sondagi zarralar bo'ladi. Bu son Avogadro soni deb ataladi. ^{12}C da 12 ta elementar zarra bor (proton+ neytron). Har birining massasi $M_a = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Shunday qilib, 0.012kg ^{12}C dagi zarralar soni $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, buni biz N_A bilan belgilaymiz. ^{12}C ning bitta molekulasini massasi: $m_c = 12 \cdot m_0 = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Bundan ^{12}C ning molyar massasi quyidagiga teng

$$M = m_0 \times N_A = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}, \quad (1)$$

Shunday qilib, molyar massa

$$M = m_{\text{mol}} \cdot N_A, \quad (2) \quad \text{formula bilan topiladi. Bu}$$

yerda m_{mol} -molekula massasi. Modda massasining molyar massasiga nisbati modda miqdori deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\nu = \frac{m}{M \text{ kg/mol}}, \quad (3)$$

Modda miqdori berilgan M massali moddada qancha mol borligini ifodalaydi. Berilgan moddadagi molekular soni kichik n harfi bilan belgilaymiz va uning ifodasi quyidagiga teng

$$n = \nu \cdot N_A, \quad (4)$$

bo'ladi. Misol: H_2O ning nisbiy massasini aniqlaymiz $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$. Molyar massasi $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$. 1 kg suvdagi mollar soni $\nu = 1/18 \cdot 10^{-3} = 55,6 \text{ mol}$.

Molekula massasi $m_0 = M \cdot m_{\text{mol}} = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-27} = 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

1g dagi molekular soni

$$n = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 3,33 \cdot 10^{22} \text{ molekula bor.}$$

$$n = \nu \cdot N_A = 0,056 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,33 \cdot 10^{22} \text{ ta.}$$

Misol 2. Suvning bitta molekulasini hajmi $\Delta V = 3 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$ bo'lsa. Suv zichligi

$$\rho = m_0 / \Delta V = 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

Muhokama uchun savollar:

1. Makroskopik parametrlarga misol keltiring.
2. Mikroskopik parametrlarga misol keltiring.
3. Tashqi va ichki parametrlarga misol keltiring.
4. Modda miqdori nima?
5. Molekulyar fizika predmeti nimalarni o'rgatadi.

Mustaqil ish topshiriqlari

1-topshiriq. Molekulyar fizika bo'limlarini tahlil qilish.

1.1.Molekulyar fizika fani bo'limlarini aks ettiradigan chizmani tahlil qilib, ular orasidagi o'zoro bog'lanishni aniqlash.

1.2.Har bir bo'lim nimalarni o'rganishni, nima uchun statistik fizika, termodinamika deb nomlanish sabablarini aniqlang.

2-topshiriq. Molekulyar fizika faning asosiy tushunchalariga tavsif berish.

2.1.Mikroskopik va makroskopik hollar orasidagi farqni tahlil qilib, ularning fizik kattaliklar bilan o'zoro bog'lanishini aniqlang.

2.2.Molekula massasini va o'lchamini aniqlash usulini tushuntiring.

3-topshiriq.

3.1.Nisbiy molekulyar massa bilan modda miqdori orasida qanday farq bor?

3.2.Molyar massa va modda kontsentratsiyasini qanday aniqlanadi?

Nazorat sovellari

4.1.1Molekulyar fizika nimani o'rgatadi?

A. Moddaning molekulalardan tuzilishini o'rgatadi.

B. Molekulalarning harakat turlarini o'rgatadi.

C. Moddaning tarkibiga kiruvchi zarralarni harakat shaklini xususiyatlarni o'rgatadi.

D. Modda atomlar va molekulalardan iborat deb qaraydi.

4.1.2. Modda tuzilishi haqida qanday tasavvurlar bo'lgan?

4.1.3.Molekulyar fizika atamasining ma'nosi hozirgi kun qarashlariga to'g'ri keladimi?

4.1.4.Nima sababdan molekulyar fizika muommolari hozirgi vaqtda dolzarb muommolar bo'lib hisoblanadi? Sababini izohlang.

Ushbu topshiriqlarni quyidagi adabiyotlardan topasiz:

1. Moddalar haqidagi molekulyar kinetik nazariya.

[1] 5-14 betlar [2] 7-16 betlar [3] 5-7betlar

2. Miqroskopik va makroskopik parametrlar.

19 betlar [3] 5-7 betlar

[6] 12-

Mavzuga oid ilmiy muammolar:

Tabiatdagi mavjud o'zaro ta'sir kuchlari va klassik mexanikadagi qonunlarning o'zoro munosabati orasidagi bog'lanish aniqlanadi.

Yakuniy xulosalar

Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy qonuniyatlari asosan hamma jismlar molekulalardan tuzilgan; molekulalar orasidagi masofa molekulaning o'lchamlaridan kichik bo'lsa molekulalar orasida itarish kuchlari ta'sir qiladi; bir-biridan uzoqda bo'lganda ular orasida tortishish kuchlari ta'sir qiladi; molekulalar xaotik harakatda qatnashadi. Molekulalar massasi juda kichik, soni esa katta. Shuning uchun makroskopik jismlarda molekulalarning massasi va soni nisbiy birlikda ifodalanadi. Nisbiy molekulyar massa deb molekula massasining uglerod atomi massasining 1/12 qismiga nisbatiga aytiladi: $M_r = m[1/12]m_c$. Modda miqdori mol bilan ifodalanadi. Mol-moddaning shunday miqdoriki, undagi molekulalar soni 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng; 1mol moddadagi molekulalar soni Aavogadro doimiysi N_a deb ataladi.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar ro'yhati

1.A.K.Kikoin, I.K.Kikoin. Molekulyar fizika. T.;O'qituvchi.1978.509.

2.A.N.Matveev. Molekulyarnaya fizika. M.;Vo'sshaya shkola,1987.360.

3.O.D.Shabelin. Molekulyar fizika. T.;O'qituvchi. 1984.

4.K.A.Putilov. Fizika kursi 1-qism.T.; O'qituvchi.1968.622.

5.I.V.Radchenko. Molekulyarnaya fizika.M.: Nauka,1965.479.

2 –mavzu: Statistik usul

Mashg'ulot turi-ma'ruza.

Asosiy savollar:

1. Ehtimollar nazariyasidan elementar ma'lumotlar.

2. Taqsimot funktsiyasi.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Ehtimollik, tasodifiy hodisalar, limit, ehtimollar zichligi, normallashtirish ehtimolligi, dispersiya, Gauss va Puasson taqsimoti, eng katta ehtimolli tezlik, taqsimot egri chizig'i, o'rtacha arifmetik tezlik, o'rtacha kvadratik tezlik, taqsimot funktsiyasi.

Mavzuga oid muommolar

1. Molekulyar fizikada ehtimollar nazariyasini qo'llash, ehtimollar zichligi, normallashtirish ehtimolligi, ehtimollarni qo'shish masalasi, dispersiyani hisoblash, Gauss, Puasson taqsimotini keltirib chiqarish masalasi.

Darsning maqsadi: Talabalarga ehtimollik haqida tushuncha berish.

Indentiv o'quv maqsadlari:

2.1. Ehtimollik atamasini izohlay oladi.

2.2. Ehtimollar ustida ammallar bajara oladi.

2.3. Ehtimollikni molekulyar fizikaga tadbiq qila biladi.

1-savol bayoni:

Ehtimollik termini, faqat tasodifiy voqealar haqida gap ketgan vaqtda, ya'ni biror sababga ko'ra amalga oshirish sharoitlari no'malum bo'lgan va shuning uchun ishonch bilan avvaldan aytish mumkin bo'lmagan voqealar haqida gap ketganida foydalanamiz. Voqeaning ehtimolligi deb, voqea amalga oshadigan tajribalar sonining tajribalarining umumiy soniga nisbatining tajribalar soni cheksiz ortib

borganidagi limitiga aytiladi. $P(A) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N_A}{N}$. (1)

bu yerda N ta kuzatishdan N_A tasida bizni qiziqtiradigan hodisa amalga oshsin, u holda bu hodisaning $P(A)$ ehtimolligi (1) formula bilan ifodalanadi. Ikki ehtimollikning yig'indisi birga teng. Bu voqeaning bo'lishi muqarrar, degan birga teng bo'lgan ehtimollik va ishonchliylkdir. Aksincha, biror voqeaning bo'lishi mumkin bo'lmasa, bu voqeaning ehtimolligi nolga teng bo'ladi. Olti qirrali kub tomonlari 1,2,3,4,5,6 sonlar yozilgan bo'lsin. N marta tashlanganda kubning yuzasida xohlagan son hosil bo'ladi.

$\frac{N}{6}$ dan bir holatda 1 raqami hosil bo'ladi. $N_1 = \frac{N}{6}$ va uning ehtimolligi $P(1) = \frac{1}{6}$ ga teng. Xuddi shunday

usul bilan 2 yoki 3 raqami ehtimolligi hisoblanadi. $P(1) = P(2) = P(3) = P(4) = P(5) = P(6) = \frac{1}{6}$.

Ehtimollik zichligi

$$f(x,y,z) = \lim_{\Delta V_i \rightarrow 0} \frac{P(\Delta V_i)}{\Delta V_i} = \lim_{\substack{\Delta V_i \rightarrow 0 \\ N \rightarrow \infty}} \frac{N_i}{\Delta V_i N}, \quad (2)$$

bu yerda $x,y,z - \Delta V_i$ kichik hajmdagi nuqta koordinatasi. Shunday qilib kichik hajmda molekulaning bo'lish ehtimolligi massalar zichligi orqali aniqlanadi.

$$\rho = \lim_{\Delta V_i \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V}.$$

Agar N_0 kuzatishi ma'lum bo'lsa, unda dv hajm atrofidagi x,y,z nuqtada molekulalarning bo'lish ehtimolligi $dN = N_0 f(x,y,z) = N_0 f(x,y,z) dx dy dz$ holatda bo'ladi. v_1 hajmda molekulaning bo'lish

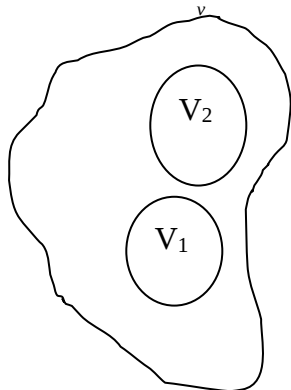
ehtimolligi $N(V_1) = N_0 \int_{v_1} f(x,y,z) dx dy dz$ ga mos keladi. Bundan $P(V_1)$ ehtimollik

$P\left(V_1 = \frac{N(V_1)}{N_0}\right) = \int_{v_1} f(x,y,z) dx dy dz$. Agar $v_1 \rightarrow \infty$ bo'lsa, N_0 ga teng bo'ladi $N(v_1 \rightarrow \infty) = N_0$,

$P(v_1 \rightarrow \infty) = \frac{N(v_1 \rightarrow \infty)}{N_0} = 1 = \int_{v_1 \rightarrow \infty} f(x,y,z) dx dy dz$ bundan $\int_{v_1 \rightarrow \infty} f(x,y,z) dx dy dz$ (3) shart kelib

chiqadi, bu shartni ehtimol zichligini normallashtirish sharti deb ataladi. Agar molekula berk sohada v hajmda bo'lsa, unda normallashtirish sharti $\int_v f dv = 1$. Agar idish ma'lum temperaturada bo'lsa, inertsiyal

sistemada (tortish maydoni yo'q), ehtimolli zichlik doimiy $f_0 = \text{const}$. Uning qiymati normallashtirish shartidan topiladi. $\int_V f_0 dv = f_0 \int_V dv = f_0 V = 1$.



1-rasm

$$f_0 = \frac{1}{V}$$

Agar v_1 hajm V hajm ichida joylashgan bo'lsin, N_0 kuzatishda molekulaning bo'lish ehtimolligi

$$N(v_1) = N_0 \int_{v_1} f_0 dv = N_0 \frac{1}{V} \int_{v_1} dv = \frac{N_0 v_1}{V}, \text{ bo'ladi. } P(v_1) = [N(v_1) / N_0] = v_1 / V. \quad (4)$$

Bir-birini istesno qiluvchi ikkita hodisa berilgan bo'lsin, ularni qo'shishni ko'rib chiqaylik. 1-rasmda berilganidek V hajm ichida V_1 va V_2 bir-birini kesmaydigan ikki hajm berilgan. Molekulaning V_1 va V_2 da bo'lish ehtimolligi.

$$P(v_1 + v_2) = \frac{v_1 + v_2}{V} = \frac{v_1}{V} + \frac{v_2}{V} = P(v_1) + P(v_2), \quad (5)$$

$$P(A + B) = P(A) + P(B). \quad (6)$$

Agar P_1, P_2, P_3 va h.k. bir-birini istesno qiluvchi bir necha voqealarning ehtimolligi bo'lsa, bu voqealardan birontasining amalga oshish ehtimolligi bu barcha voqealarning ehtimollar yig'indisiga

$$\text{teng. } N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n = \sum_{i=1}^n N_i = N. \quad (7)$$

Yig'indi kuzatishning umumiy soni N ga teng bo'lgani uchun

$$\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} P_i = 1, \text{ bu}$$

$$\text{yerda, } P_i = \frac{N_i}{N} - i \text{ hodisaning ehtimolligi. } \sum_{i=1}^n P_i = 1,$$

(8) formula

ehtimollikning normallashtirish sharti deb ataladi.

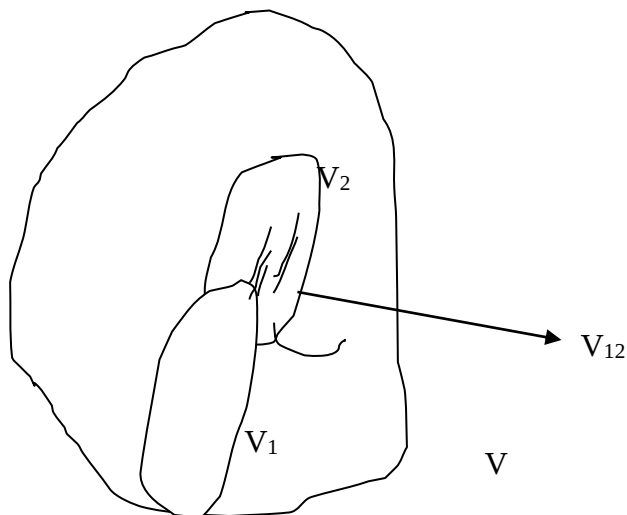
Umumiy holda ehtimollikni qo'shish

A va B hodisa bir vaqtda sodir bo'lish mumkin bo'lsin. Unda (6) formula o'zgaradi. Umumiy hodisalar soni N ta, N_A - A hodisaning bo'lish soni, N_B - B hodisa bo'lish soni. Bularning ichida shunday hodisalar ham bo'ladiki, A va B hodisalar bir vaqt ichida ishtirok etadi, uni N_{AB} bilan belgilaylik.

Umumiy hodisalar $N_{A+B} = N_A + N_B - N_{AB}$, bu tenglikni N ga bo'lsak $P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB)$, (9) bu yerda $P(AB) = N_{AB} / N$. (10)

A va B da bo'lish ehtimolligi $P(AB) = 0$ bo'lsa, unda $P(A+B) = P(A) + P(B)$ bo'ladi. V_1 va v_2 bir-

$$\text{birini kesishadi (2-rasm). } P(v_1 + v_2) = \frac{v_1 + v_2 - v_{12}}{V} = \frac{v_1}{V} + \frac{v_2}{V} - \frac{v_{12}}{V} = P(v_1) + P(v_2) - P(v_{12}).$$



2-rasm.

Shartli ehtimollik

Umumiy hodisalardan B ta hodisa sodir bo'lsin, N_B va bu umumiy sondan N_{AB} holda A hodisa yuz bersa, unda $P(A/B) = N_{AB} / N_B$, (11)

$$P(A/B) = \frac{N_{AB} / N}{N_B / N} = \frac{P(AB)}{P(B)}, \quad (12)$$

$P(AB) = P(B)P(A/B) = P(A)P(B/A)$, (13) shaklida yozish mumkin. (13) formula ehtimollikni ko'paytirish formulasi deb ataladi. Endi uchta A, B, C hodisalar berilgan bo'lsin, $P(ABC) = P(AB)P(C/AB) = P(A)P(B/A)P(C/AB)$, (14) bir-biriga bog'liq bo'lmagan hodisalar uchun $P(ABC) = P(A)P(B)P(C)$ bo'ladi. $P(AB) = P(A)P(B)$. (15)

Molekulyar fizika qonunlarining hamma vaqt ehtimollik xarakterida bo'linishini biz bilamiz, biroq bunda ularning aniqligi yo'qolmaydi.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1 Tasodifiy kattalik nima?
- 1.2 Statistik usul qanday usul?
- 1.3 Ehtimollar zichligi qanday hisoblanadi?
- 1.4 Normallashtirish sharti qachon qo'llaniladi?

2. Molekulalarning tezliklari bo'yicha taqsimoti. Taqsimot

funktsiyasi. Maksvell taqsimoti

2.1.1.Darsning maqsadi: Ko'p sonli zarrachalar muhitida zarralarning issiqlik harakati tezligi xaotik-bo'lmay, ma'lum qonuniyatga bo'ysunishini ko'rsatib, shu asosda gaz molekulalarining tezliklar bo'yicha taqsimoti to'g'risida tushuncha berish.

2.2.Identiv o'quv maqsadlari:

- 1.Moddaniy dioimo harakatda bo'lgan zarralaridan tashkil topganligi to'g'risidagi tushuncha mustahkamlanadi.
- 2.Molekulalarning o'rtacha arifmetik, o'rtacha kvadratik va eng katta ehtimoliy tezligi to'g'risida ma'lumotga ega bo'ladi.

2-asosiy savolning bayoni:

Ideal gazlardan iborat sistema berilgan bo'lsin, ma'lum bir vaqtdagi son-sanoqsiz molekulalar tartibsiz harakati va o'zaro to'qnashuvi tufayli ular ichida turli tezlikka ega bo'lgan molekulalar uchraydi. Boshqacha qilib aytganda, molekulalar harakati tartibsiz va ularning to'qnashuvlari tasodifiy bo'lishiga qaramay, ularning tezliklari bo'yicha taqsimoti tamomila aniq bo'lishini nazariya va tajribalar ko'rsatadi. Ularning xarakteriga molekulalararo ta'sirlar xatto tashqi maydonda ham ta'sir ko'rsata olmaydi. Molekula 1s da 10^7 marta to'qnashuvni boshidan kechiradi. Shu vaqt ichida 10^{-7} m ga siljishga ulguradi. Bu masofani molekulalarning erkin yugirish yo'li deb ataladi. Tezligi biror aniq qiymatga ega bo'lgan, ayrim molekula to'g'risida gapirish ma'noga ega emas. Chunki bunday tezlikli

molekula bo'lmisligi mumkin. Shuning uchun tezlikning biror oralig'idagi molekulalar soni kattaligiga bog'liq bo'ladi. Ya'ni $\Delta n = a \cdot \Delta v$, (16) bu yerda, a – proportsionallik koeffitsenti, Δv – oraliqdagi tezliklar, Δn – tezlikning o'ziga bog'liq bo'lishi mumkin bo'lgan, tezliklar intervalida harakatlanuvchi molekulalar soni. Misol: Yoshi 99-100 yosh va 30-31 bo'yicha taqsimot boshqa bo'ladi. Shu sababli (16) formuladagi proportsionallik koeffitsenti a tezlikning funktsiyasi bo'ladi va uni quyidagicha yozish mumkin $a = f(v)$. Shuningdek Δn kattalik hajm birligidagi zarralar soniga ham bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, (15) ifodaga (16) ni olib kelib qo'ysak, u holda quyidagicha bo'ladi

$$\Delta n = f(v) \Delta v. \quad (17)$$

(3) ni, odatda quyidagi shaklda o'zgartirish mumkin

$$\Delta n = n f(v) \Delta v. \quad (18)$$

(3) ifodani shaklini o'zgartisak, quyidagi ko'rinishga keladi

$$\frac{\Delta n}{n} = f(v) \Delta v.$$

$\frac{\Delta n}{n}$ kattalik, tezliklari v_1 dan $v + \Delta v$ gacha orasida yotuvchi molekulalar soni. Bu ulish $f(v)$ funktsiyaga bog'liq. Shu sababli $f(v)$ funktsiyani taqsimot funktsiyasi deb ataladi, uning ma'nosi Δv_1 ga teng bo'ladi yoki $f(v) = \frac{\Delta n}{n}$. Funktsiyaning tezliklari v , tezlik yaqinida tezliklar interval birligida yotgan zarralar ulishiga teng bo'lib, uni limitini quyidagicha yozish mumkin

$$\frac{dn}{n} = f(v) dv. \quad (19)$$

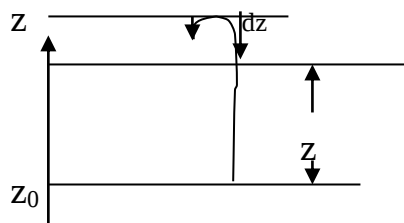
(19) dan, taqsimot funktsiyasi Δv ning ma'nosi kelib chiqadi. Bu funktsiya kattaligi gazning hajm birligidagi ixtiyoriy molekulasining v tezlik yaqinidagi birlik tezlik intervaliga ega bo'lish ehtimolligidir. Shuning uchun ham uni ehtimollik zichlik deb yuritiladi. Maksvell 1859 yilda ehtimollik nazariyasini taqsimot funktsiyasiga bog'ladi. Boltsman bu funktsiyasini gaz molekulalarning to'qnashuvi asosida keltirib chiqaradi.

Molekulalarning tezliklarining Maksvell bo'yicha taqsimoti

Biron idishda ideal gaz berilgan bo'lsin. Uning molekulalari og'irlik kuchi ta'sirida faqat tik ya'ni z o'qi bo'yicha harakat qiliyapti deb qaraylik. Koordinata boshi bu holda z_0 bo'ladi. Molekulalarning tezligi shu koordinata boshida v_{z0} bo'ladi. Biron z balandlikda uning tezligi v_z bo'ladi. Idishdagi molekulalar uchun energiyani saqlanish qonunini yozadigan bo'lsak u quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{mv_{z0}^2}{2} = \frac{mv_z^2}{2} + mgz. \quad (20)$$

Kinetik energiyalari $mv_{z0}^2/2 \leq mgz$ kichik bo'lgan Z balandlikdan yuqoriga ko'tarila olmaydi. Molekulalar ko'tarilishi mumkin bo'lgan eng yuqori balandlik



3-rasm

$\frac{mv_{z0}^2}{2} \leq mgz$ tenglikdan aniqlanadi, ya'ni u $z = \frac{v_{z0}^2}{2g}$ ga teng. z balandlikda z o'qi bo'ylab harakatlanayotgan molekulalarning soni, tezliklarining v_{z0} dan $v_{z0} + dv_{z0}$ gacha intervalda quyidagicha aniqlanadi $dn_{z0} = n_0 [f(v_{z0})] dv_{z0}$ (21). Bu yerda $n_{z0} - z_0$ balandlikdagi hajm birligidagi molekulalar soni, v_{z0} molekulalarning z_0 balandlikdagi tezliklari, $f(v_{z0})$ - taqsimot funktsiyasi. Nazariy hisoblashlar

va kuzatishlar, molekulalarning balandlik bo'ylab taqsimoti, eksponentsial xarakterga ega bo'lishini ko'rsatadi. U holda taqsimot funktsiyasi z balandlik uchun quyidagicha bo'ladi $f(v) = A \cdot \exp(-mv^2/2kT)$, z_0 uchun, $f(v) = A \cdot \exp(-mv^2/2kT)$ bu yerda A -biror o'zgarmas son. Umumiy holda, z o'qi bo'ylab tezlik tashkil etuvchilari bo'yicha molekulalarning taqsimot funktsiyasi quyidagicha bo'ladi

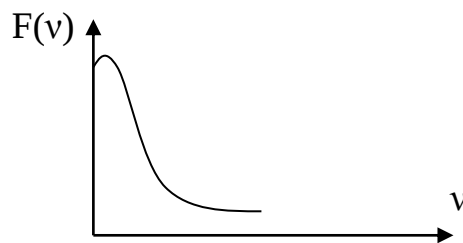
$$f(v_z) = A \exp(-mv_z^2/2kT). \quad (22)$$

U holda tezliklarning o'q bo'ylab v_z dan $v_z + dv_z$ gacha bo'lgan intervaldagi molekulalar ulushi $dn/n = A \exp(-mv_z^2/2kT) dv_z$, (23)

dn/n ni v_z tezlikning $-\infty$ dan ∞ gacha bo'lgan barcha qiymatlari uchun integrallab, A ning qiymatini aniqlaymiz. Unda $A = (m/2\pi kT)^{1/2}$ ga teng ekanligini aniqlash mumkin. Shunday qilib, (23) dagi taqsimot funktsiyasi quyidagi ko'rinishni oladi

$$f(v_z) = dn/ndv_z = 1/\sqrt{\pi} (m/2kT)^{1/2} \exp(-mv_z^2/2kT) \quad (24)$$

Bu funktsiya grafigi 1-rasmda keltirilgan.



4-rasm.

(24) formula va rasmdan ko'rinib turibdiki tezliklari 0 ga yaqin bo'lgan molekulalar ulushi A ga teng (bu uning fizik ma'nosi). Harorat ortishi bilan bunday molekulalar ulushi kamayadi. Og'irlik kuchining molekulalar tezliklarining bunday taqsimotida hech bir roli yo'q. (5) formulaga g ham kirmagan. Og'irlik kuchi shunday taqsimot mavjudligini «namoyon» qiladi. Bu taqsimot molekulalarning xotik harakatlari tufayli shunday taqsimlanishi natijasidir. Endi molekulalar tezliklari x o'qi bo'yicha v_x dan $v_x + dv_x$ gacha, y o'qi bo'yicha v_y dan $v_y + dv_y$ gacha, z o'qi bo'yicha v_z dan $v_z + dv_z$ gacha bo'lgan intervalda berilgan bo'lsin. Molekulalar tezligini bir vaqtning o'zida har uchala yo'nalishda bo'lishi ehtimolligi alohida yo'nalishdagi ehtimollar ko'paytmasiga tengdir. dn_{xyz} hajm birligidagi molekulalar soni bo'lsa, (23) formulaga asosan quyidagini yoza olamiz. $dn_{xyz}/n = A^3 \exp(-mv^2/2kT) dv_x dv_y dv_z$

(25) bu yerda $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$ ga teng. A ning yuqoridagi qiymatini hisobga olib (6) ni quyidagicha yoza olamiz: $dn_{xyz} = n(m/2\pi kT)^{3/2} \exp(-mv^2/2kT) dv_x dv_y dv_z$. (26)

Bu formula hajm birligidagi molekulalardan qanchasi tezliklari v_x va $v_x + dv_x$, v_y va $v_y + dv_y$, v_z va $v_z + dv_z$ intervalda yotgan molekulalar sonini ko'rsatadi. (26) formulani butun gaz uchun tatbiq etsak, tezliklari V dan $V + dV$ gacha bo'lgan molekulalar ulushi quyidagicha tengligini aniqlash mumkin. $d = 4\pi v^2 dv$ shar qatlamning hajmi.

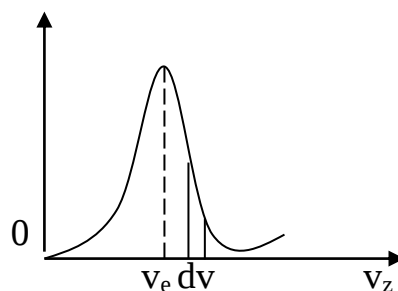
$$dn/n = 4/\sqrt{\pi} (m/2kT)^{3/2} \exp(-mv^2/2kT) dv, \quad (27)$$

Bu formula molekulalarning tezliklar bo'yicha Maksvell taqsimoti qonunini ifodalaydi. Undan foydalanib, molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot formulasini quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin

$$f(v) = dn/ndv = 4/\sqrt{\pi} (m/2kT)^{3/2} v^2 \exp(-mv^2/2kT). \quad (28)$$

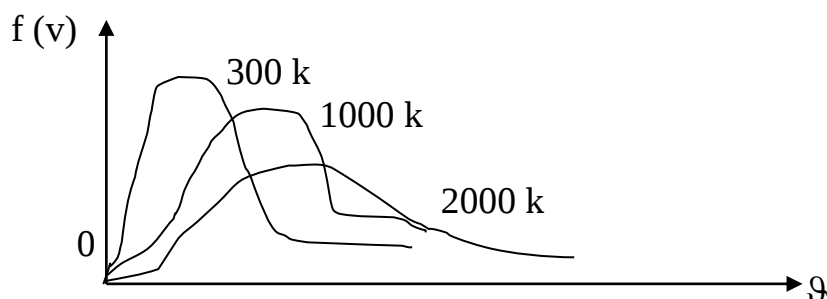
Bu funktsiya gaz hajmi birligidagi molekulalarning tezliklari ayni shu tezlikni o'z ichiga olgan tezliklarning birga teng intervalida yotgan ulushini bildiradi. Bu funktsiya $V=0$ va $V \rightarrow \infty$ da 0 ga aylanadi.

$F(v_z)$



5-rasm

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, gaz molekularining eng ko'pi, v ga yaqin tezliklar bilan harakatlanar ekan. Shuning uchun **Maksvell taqsimoti** egri chizig'ining maksimumi **eng katta ehtimolli tezlik** deb ataladi. 9-formuladan ko'rinib turibdiki, taqsimot egri chizig'i ko'rinishi gazning tabiati va harakatiga bog'liq.



6-rasm.

6-rasmda azot gazi uchun turli haroratlarda molekularning tezliklar bo'yicha taqsimot egri chizig'i keltirilgan. Harorat ortishi bilan molekular tezligi ortib butun egri chiziq katta tezliklar tomonga siljiydi. Lekin egri chiziq yuzasi o'zgarmaydi, uning maksimumi esa pasayadi.

Maksvell taqsimoti funksiyasini chiqarishda molekularning o'zaro to'qnashishini hisobga oldi va bunda to'qnashuv natijasida barcha gazning muvozanat holatiga mos keladi. Shu sababli Maksvell (ba'zida Maksvell-Boltsman) taqsimoti **muvozanatli taqsimotidir**.

Molekularning tezliklari

Taqsimot funksiyasidan fizikaning eng muhim bo'lgan bir qator kattaliklarini hisoblash mumkin.

Jumladan, o'rtacha arifmetik tezlik- $\bar{V}$, o'rtacha kvadratik tezlik $\bar{V}^2 = \sqrt{v^2}$ va eng katta ehtimolli tezlik - v larni hisoblash mumkin.

Ta'rif: O'rtacha arifmetik tezlik $\bar{V}$ deb, hajm birligidagi hamma molekularning hamma tezliklarining yig'indisini hajm birligidagi molekular soniga nisbatiga aytiladi. Tezlik intervali V dan $V+\Delta V$ gacha bo'lsin, hajm birligidagi molekular soni esa $nf(v)dV$ (29) ga teng. Har qanday tezlikka ega bo'lgan barcha molekularning tezliklari yig'indisini topish uchun (29) ni 0 dan ∞ gacha bo'lgan barcha tezliklar bo'yicha integrallash kerak:

$$\int_0^{\infty} Vnf(v)dv$$

O'rtacha arifmetik tezlik esa ta'rifga ko'ra

$$\bar{V} = 1/n \int_0^{\infty} Vnf(v)dv = \int_0^{\infty} Vf(v)dv \quad (30)$$

Taqsimot funksiyasi o'rniga

$$f(v) = 4/\sqrt{\pi} (m/2kT)^{3/2} v^2 \exp(-mv^2/2KT)$$

ni qo'yib o'rtacha arifmetik tezlik uchun quyidagini hosil qilamiz.

$$\bar{V} = \sqrt{8KT/\pi m} \quad (31)$$

Shu yo'l bilan o'rtacha arifmetik tezlikning biror komponenta (masalan x o'qi) uchun tashkil etuvchining modulini ham aniqlash mumkin.

$$V_x = \sqrt{8KT/\pi m} . \quad (32)$$

(3) va (4) ni tenglashtirsak $|V_x| = V/2$ kelib chiqadi, ya'ni tezlikning X komponentasi modelining o'rtacha qiymati $|V_x|$ tezlikning o'rtacha qiymati V dan ikki marta kichik bo'lar ekan.

O'rtacha kvadratik tezlik

Molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi $\sqrt{V^2}$ ni topish uchun, hajm birligidagi barcha molekulalar tezliklari kvadratlari yig'indisining hajm birligidagi molekulalar soniga bo'lish kerak. Buning uchun (2) formuladan foydalanib quyidagini yozamiz

$$\overline{V^2} = \overline{V^2} = \int_0^\infty V^2 f(v) dv . \quad (33)$$

(5) ni va $f(v)$ ni qiymatini qo'yib, topamiz

$$\overline{V^2} = \overline{V^2} = 3KT/m \text{ yoki } V_{\text{kg}} = \sqrt{\overline{V^2}} = \sqrt{3KT/m} \quad (34)$$

Bu o'rtacha kvadratik kattalik uchun formulasi.

Bu tezlik kvadratning o'rtacha qiymati, o'rtacha kvadratik tezlik qiymati kvadratidan 9 ga katta bo'ladi.

Eng katta ehtimolli tezlik

Molekulalarning eng katta ehtimolli tezligi deb, ko'p sondagi molekulalar tezliklari yaqin bo'lgan tezlikka aytiladi. Bu tezlik molekulalar taqsimoti egri chizig'ining maksimumiga mos keladi. Uni topish uchun taqsimot funksiyasidan olingan hosilani nolga tenglash kerak. Matematik amallardan so'ng aniqlaymiz.

$$V_e = \sqrt{2KT/m} \quad (35)$$

(3), (6) va (7) ni taqqoslab topamiz.

$$\overline{V} = \overline{V^2} = \sqrt{3\pi/8} \quad \overline{V_a} = 1.09 \quad \overline{V_a} = \sqrt{3/2} \quad V_e = 1.22V_e$$

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Taqsimot funksiyasi to'g'risida tushuncha bering.
- 2.2. Qanday taqsimot funksiyalari bor?
- 2.3. Taqsimot funksiyasi qanday kattaliklarga bog'liq?

Mustaqil ish topshiriqlari

1-topshiriq

1. Beruniy va Ibn Sinoning modda tuzilishi haqidagi fikrlari va ishlari.
2. Moddaning fizikaviy va kimyoviy xossalari haqida tushuncha berish.

2-topshiriq

1. Molekulalarning eng katta ehtimolli tezligining taqsimot funksiyasida tutgan o'rni.
2. Molekulaning o'rtacha tezliklari.

3-topshiriq

1. Tezliklarning biron intervalidagi tezliklarga ega bo'lgan molekulalar kontsentratsiyasini topish formulasini yozing.
2. Maksvell taqsimotining Gauss taqsimotidan farqini tushuntiring.

4-topshiriq

1. Molekulalarning o'rtacha to'qnashishlar sonini hisoblash formulasini chiqaring.
2. Molekulalarning erkin yugirish yuli formulasini chiqaring.

Ushbu topshiriqlar savollariga quyidagi adabiyotlardan javob topasiz:

1. A.K.Kikoin, I.K.Kikoin. Molekulyar fizika. T.; O'qituvchi. 1978. 509.
2. A.N.Matveev. Molekulyarnaya fizika. M.; Vo'sshaya shkola, 1987. 360.
3. O.D.Shabelin. Molekulyar fizika. T.; 1984.
4. K.A.Putilov. Fizika kursi 1-qism. T.; O'qituvchi. 1968. 622.
5. I.V.Radchenko. Molekulyarnaya fizika. Nauka, 1965. 479.

Mavzu bo'yicha echimini kutyotgan ilmiy muammolar: Molekulyar fizikada topilgan parametrlardan foydalanib, termodinamika va statistik fizikadagi kattaliklar aniqlanishi mumkin. Texnikada esa ko'pgina qattiq jismning xossalari aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. To'qnashuvlar soni nima degan savol uchun to'g'ri javobni ko'rsating
 - 1) Molekulaning o'zaro tuqnashuvlar soni,
 - 2) Bitta molekulaning vaqt birligidagi to'qnashuvlari soni,
 - 3) Hajm birligidagi barcha molekulalarning to'qnashuvlar soni,
 - 4) Hajm birligidagi barcha molekulalarning vaqt birligidagi to'qnashuvlar soni.
- A) 1,4 B) 2,3 C) 3,4 D) 2,4 E) Barcha javoblar to'g'ri.
2. Molekulaning erkin yugurish yo'li nima?
 - A) Molekulaning bir sekunddagi bosgan yo'li.
 - B) Molekulaning erkin harakat qilib o'tgan yo'li.
 - C) Molekulaning ikki ketma-ket to'qnashuvi orasidagi yo'li.
 - D) Gaz solingan idish devoriga teng bo'lgan masofa.
 - E) Gaz molekulasining T_1 va T_2 haroratli nuqtalar orasidagi yo'li.
3. Taqsimot funktsiyasi ma'nosini aytib bering.
4. Tezlik intervali deganda nimani tushunasiz?
5. Taqsimot funktsiyasini chiqarishda qanday chetlashishlar ishlatiladi?
6. Taqsimot funktsiyasi bilan Maksvell taqsimot qonuni o'rtasida qanday farq bor?
7. Nima uchun Maksvell taqsimot qonuni muvozanat taqsimot qonuni deb yuritiladi?
8. Taqsimot funktsiyasi egri chizig'ining ko'rinishi qanday parametrlarga bog'liq?
 - A) haroratga, B) Bosimga, C) molekulalar soniga, D) harorat va molekulalar tezligiga E) molekulalar tezligiga.
9. O'rtacha arifmetik tezlik ma'nosini ayting.
10. O'rtacha kvadratik tezlik ma'nosini ayting.
11. Molekulalar o'rtacha kvadratik tezligi bilan ularning o'rtacha tezliklari o'rtasida qanday farq bor?
 - A) hech qanday farq yo'q B) 9% katta C) 9% kichik D) molekula massasiga bog'liq.

1-laboratoriya ishi

3-mavzu: Havoning ichki ishqalanish koefitsiyentini va molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligini aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma; 2) sekundomer; 3) voronka.

Qisqacha nazariya

Gazning yondosh qatlamlari bir-biridan farqli tezliklar bilan harakatlanganda qatlamlar orasida ichki ishqalanish kuchlari deb ataluvchi tutinish kuchlari yuzaga keladi. Bu kuch muhitning xususiyatiga, ishqalanuvchi sirtlarning kattaligiga, qatlamlararo tezlik gradientiga bog'liqdir. Gazlar kinetik nazariyasi ichki ishqalanish koefitsiyenti uchun ushbu ifodani beradi:

$$\eta = \frac{1}{3} \bar{\lambda} \bar{g} \rho, \quad (1)$$

bu yerda η - gazning ichki ishqalanish koefitsiyenti, $\bar{\lambda}$ - gaz molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi, $\bar{g}$ - molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi, ρ - gazning muayyan sharoitdagi zichligi. Shuningdek, kinetik nazariyaga ko'ra, molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}, \quad (2)$$

bunda R – universal gaz doimiysi, T – mutlaq temperatura, μ - molyar massa.

Ushbu ishda gazning (havoning) kapillyardan oqishini kuzatish orqali havoning ichki ishqalanish koefitsiyenti (η) va ushbu koefitsiyent orqali shu sharoit uchun gaz molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi hisoblab topiladi:

$$\bar{\lambda} = \frac{3\eta}{\rho g} \quad (3)$$

Usulning nazariyasi

Qovushqoq gaz nayda oqayotganda qatlamlarning tezliklari nay o'qidan nay devori tomon kamaya boradi. Kapillyar nay o'qining bir birlik uzunligida bosimning tushishi $\left(-\frac{dp}{dl}\right)$ bo'lsa, naydagi suyuqlik biror yupqa qatlamining tezligi

$$g = \frac{1}{4\eta} \left(-\frac{dp}{dl}\right) (r_0^2 - r^2), \quad (4)$$

bunda r_0 -kapillyar radiusi, r -qaralayotgan qatlamning kapillyar o'qidan uzoqligi. Kapillyar o'qidagi qatlam ($r=0$) maksimal tezlikka ega bo'ladi:

$$g_{max} = \frac{1}{4\eta} \left(-\frac{dp}{dl}\right) r_0^2.$$

Kapillyar uchlaridagi bosimlar farqi qatlamlar orasidagi ishqalanish kuchlari bilan muvozanatlashganda qatlamlarning tezliklari turg'unlashadi. Bunday harakat *laminar oqish* deyilib, bu hol uchun Puazeyl qonuni o'rinlidir. Tajriba sharoitida nay uchlaridagi bosimlar farqi uncha katta bo'lmaganligi sababli, oqayotgan gazni taqriban siqilmaydigan gaz deyish mumkin. Kapillyarning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tuvchi gaz hajmi (4) ifoda yordamida topiladi:

$$V_0 = \frac{\pi r_0^4 (p_1 - p_2)}{8\eta l},$$

bunda $(p_1 - p_2)$ –kapillyar uchlaridagi bosimlar farqi, l -kapillyar uzunligi tajriba sharoitida suv manometri bilan o'lchanuvchi bosimlar farqi uncha katta emas ($60 \div 160$ mm suv ustuni). Biror chekli t vaqt ichida kapillyardan o'tgan gaz hajmi (5) ni t vaqtga ko'paytirishdan topiladi:

$$V = V_0 t = \frac{\pi r_0^4 (p_1 - p_2)}{8\eta l} t, \quad (6)$$

bu ifodadagi r_0 , l kattaliklar muayyan qurilma uchun doimiy bo'lib, quyidagi belgilashni kiritish mumkin:

$$A = \frac{\pi r_0^4}{8l}. \quad (7)$$

U holda (6) ni ishqalanish koeffitsiyenti uchun yozsak,

$$\eta = \frac{\pi r_0^4}{8lV} (p_1 - p_2) = A \frac{\Delta p t}{V}, \quad (8)$$

ifoda hosil bo'ladi, bunda $\Delta p = p_1 - p_2$. V, t va Δp lar tajriba sharoitida kuzatiladi va o'lchanadi. Uni esa qurilmada ko'rsatilgan r va l qiymatlar asosida oldindan hisoblab qo'yish mumkin. (8) ifodadan hisoblangan η ning qiymati orqali (3) dan havo molekularining o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi topiladi. Buning uchun (3) ifodani quyidagi ko'rinishda yozgan ma'qul:

$$\bar{\lambda} = \frac{3\eta}{\rho} \sqrt{\frac{\pi\mu}{8RT}}, \quad (3^1)$$

yuqorida Puazeyl qonuni laminar oqish uchungina o'rinli ekanligini aytib o'tgan edik. Tajribada olinadigan ma'lumotlar bu shart tajribada qay darajada qanoatlantirilganini tekshirib ko'rishga imkon beradi. Buning uchun ushbu

$$k_e = \frac{2ur_0\rho}{\eta} < 1000. \quad (9)$$

Tengsizlikning bajarilishini tekshirish lozim. Bunda Re -Reynol'ds soni, u esa

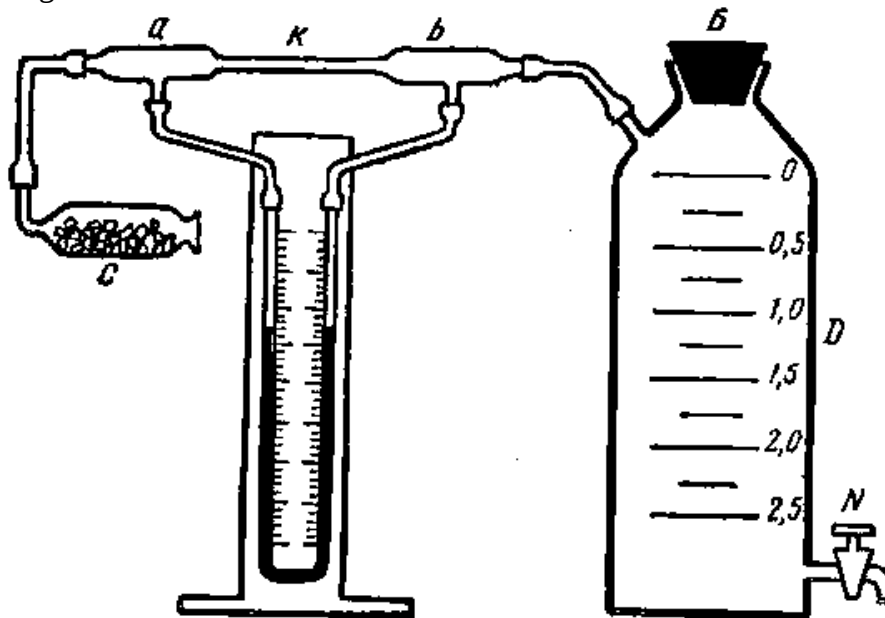
$$u = \frac{V}{\pi r_0^2 t},$$

ifodadan topiladigan oqim tezligi.

Tajriba qurilmasi

Ushbu ishda foydalaniladigan qurilma rasmda ko'rsatilgan a shisha uchyoqlama nay C havo quritgich ballonchani K kapillyar hamda M manometrning chap tirsagi bilan bog'laydi, b uchyoqlama nay esa kapillyarning ikkinchi uchini manometrning o'ng tirsagi va gaz o'lchagich bilan bog'laydi.

Manometr suyuqligi suvdan iborat. D gaz o'lchagich ballon litrlarda darajalangan bo'lib, undan, N jo'mrak orqali suyuqlik oqib chiqayotganda suyuqlik sathining pasayishi kapillyar orqali oqib o'tgan gaz hajmini aniqlashga imkon beradi.



1-rasm M

O'lchashlar

1. B tiqinni ochib, N jo'mrakning yopiqligida D gaz o'lchagichga suv to'ldiriladi va B tiqin zich yopiladi.
2. N jo'mrak ochilsa, undan suv oqib chiqa boshlaydi, gaz o'lchagichdagi bo'shayotgan sohani K kapillyardan oqib o'tuvchi havo egallay boshlaydi. Manometrdagi suyuqlik sathlari farqi suvning N jo'mrakdan oqib chiqish tezligiga bog'liqdir. Shu tezlikni boshqarish bilan manometrdagi suyuqlik sathlari farqi Δh ni $60 \div 160 \text{ mm}$ oralig'ida tanlash hamda har safar Δh ning turg'un bo'lishiga erishish lozim.
3. Muayyan Δh_k uchun gaz o'lchagichdan $0,5l$; $1l$; $2l$; $2,5l$; suv oqib chiqishiga mos kelgan t_1 vaqt sekondomer yordamida aniqlanadi. Δh_k manometr ko'rsatishlaridan SI tizim birliklarida ifodalangan Δp_k larga o'tish lozim. Olingan ma'lumotlar 1-jadvalga yoziladi.

Tartib raqami	V_i	Δh_k	t_1				$\bar{t}_k$	Δp_k	$\frac{A}{V}$	$\eta_k = \frac{A \Delta p_k \bar{t}_k}{V}$
			t'	t''	t'''	$\bar{t}_i$				
1										
2										
3										
...										

Hisoblashlar

O'lchash natijasida topilgan kattaliklarni (8) ga keltirib qo'yib, undan η_n lar hisoblanadi. Oxirgi natijani quyidagicha yozish mumkin:

$$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta\eta$$

bu yerda $\Delta\eta$ - o'lchash xatoligi bo'lib, u differentsial usul yordamida aniqlanadi. Buning uchun (8) dan foydalanib, avvalo o'lchashning nisbiy xatoligi, so'ngra bu xatolikni topilgan $\bar{\eta}$ ga ko'paytirib, $\Delta\eta$ hisoblanadi:

$$\Delta\eta = \bar{\eta} \left| 4 \frac{\Delta r_0}{r_0} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta(\Delta h)}{\Delta h} + \frac{\Delta t}{t} \right|, \quad (11)$$

bu yerda $\Delta(\Delta h)$ - manometrda o'lchash xatoligi, Δt esa

$$\left(\Delta t = \sqrt{(t_a(n)S_t) + \left(\frac{t_a(\infty)}{3} \right)^2} \delta^2 \right)$$

vaqtning o'lchashdagi xatolik, 1-jadval asosida v va t larning istalgan biror qiymati uchun (10) ifoda yordamida u ni hisoblash mumkin. Bu kattalik asosida (9) ifoda tekshiriladi. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini va tajriba sharoitidagi havo temperaturasini bilgan holda (3¹) dan molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi hisoblanadi. Topilgan kattaliklar quyidagi 2-jadvalga yoziladi.

2- jadval;

Tartib raqami	η_κ	T	$\bar{g}$	ρ	λ_κ	$\bar{\lambda}$
1						
2						
3						
...						

O'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligining haqiqiy qiymati

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda$$

$\Delta\lambda$ uchun (3) ifodadan quyidagini hosil qilish mumkin:

$$\Delta\lambda = \bar{\lambda} \left(\frac{\Delta\eta}{\eta} + \frac{\Delta g}{g} \right)$$

bundan $\Delta\eta$ o'rniga (11) dan topilgan qiymat qo'yiladi, Δg ni aniqlashda $\Delta T = 0,5^\circ K$ deb olish lozim. Bularni hisobga olganda o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligini aniqlashdagi xatolik quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta\lambda = \bar{\lambda} \left(\frac{\Delta\eta}{\eta} + \frac{1}{2} \frac{\Delta T}{T} \right),$$

Muhokama uchun savollar

- 1) Gaz va suyuqliklardagi ichki ishqalanishning temperaturaga bog'lanish mexanizmidagi qanday farq bor?
- 2) Ishlatiladigan havo quritilmasa nima bo'ladi?
- 3) Manometrik suyuqlik sifatida zichligi suvnikidan kattaroq suyuqlik olinsa, u nimaga ta'sir qiladi?

- 4) Gazlar ichki ishqalanish koeffitsiyentining bosimiga bog'liq bo'lmasligining sababi nimada?

Yakuniy xulosalar:

1. Gaz molekulalari orasidagi masofalar ularning o'lchamlaridan ancha ortiq bo'ladi. Suyuqlik va qattiq jismlarda molekulalar qa'tiy tartib bilan joylashib, o'zgarmas muvozanat vaziyatlari atrofida tebranib turadi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yhati

1. A.K. Kikoin, I.K. Kikoin. Molekulyar fizika. T.; O'qituvchi. 1978. 509.
2. A.N. Matveev. Molekulyarnaya fizika. M.; Vo'sshaya shkola, 1987. 360.
3. O.D. Shabelin. Molekulyar fizika. T.; 1984.
4. K.A. Putilov. Fizika kursi 1-qism. T.; O'qituvchi. 1968. 622.
5. I.V. Radchenko. Molekulyarnaya fizika. Nauka, 1965. 479.

4-mavzu: Ideal gazning bosimi

Mashg'ulot turi-ma'ruza.

Asosiy savollar:

- 4.1. Ideal gaz.
- 4.2. Ideal gaz molekulalarining idish devoriga bosimni hisoblash.
- 4.3. Ideal gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Bosim birliklari.

Tayanch so'z va iboralar:

Bosim, kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi, molekulalar to'qnashuvi, umumiy impul's, o'rtacha tezlik, Paskal, Bar, simob ustuni.

Mavzuga oid muommolar:

1. Molekulalar harakati mexanik harakat qonunlariga bo'ysinishi.
2. Molekulalar sonining juda ko'p ekanligi, ularning harakatini xarakterlovchi kattaliklarning o'rtacha qiymatidan foydalanish.
3. Molekulalararo ta'sir kuchlarining yo'q deb hisoblash.

3.1-asosiy savol.

- 3.1. Ideal gaz.

Darsning maqsadi:

3.4. Talabalarga juda kichik o'lchamlar va massalarga ega bo'lgan ko'p sonli molekulalardan tuzilgan sistemalarni o'rgatish.

Talabalar uchun identiv o'quv maqsadlari:

- 3.5. Molekulyar sistemalarni nazariy o'rganish mumkin emasligini izohlay oladi.
- 3.6. O'rtacha qiymatdan foydalanishni biladi.
- 3.7. Ideal gazning asosiy xossalari ayta oladi.

3.1- asosiy savolning bayoni:

Molekulyar sistemalarni nazariy o'rganish katta qiyinchilik tug'dirdi chunki buning uchun har bir molekulaga boshqa barcha molekulalar tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlarni hisobga olish kerak bo'ladi. Agar molekulalar harakatlari sof mexanikaviy bo'lib, mexanika qonunlariga bo'ysunadi deb faraz qilinsa u holda har qanday molekulyar sistemani to'la tavsiflash uchun go'yo barcha molekulalarning berilgan kuchlar ta'sirida harakati to'g'risidagi masalani echish kerak bo'ladi. Agar 1m^3 gazda odatdagi sharoitda

$2,7 \cdot 10^{19}$ ta molekula bo'lishi hisobga olinsa, u holda bunday ulkan sondagi tenglamalarni echish u yoqda tursin, xatto yozishning o'zi ham mumkin emas.

Biroq molekulalar sonining ko'p ekanligi har bir molekula harakatini alohida o'rganishni keraksiz qilib qo'yadi. Zarralar sonining bunchalik katta bo'lganida ularning harakatini xarakterlovchi kattalikning o'rtacha qiymatlarinigina, ularning o'rtacha tezligi, o'rtacha energiyasi va shu kabilarni bilish bilan cheklanish mumkin ekan. Molekulyar sistemalarni bilishda shu usuldan foydalanamiz. Har qanday moddaning uch agregat holatidan eng soddasi gazsimon holatidir, chunki bu holda molekulalar orasidagi ta'sir qiluvchi kuchlar juda kichik bo'lib ularni nazarga olmaslik mumkin. Biz dastlab molekulalararo kuchlar juda kichkina emas, xatto batamom yo'q deb faraz qilamiz. Sodda bo'lish uchun molekulalarni o'lchamlarini ham nazarga olmaymiz, ya'ni ularni moddiy nuqtalar deb olamiz. Bunday qilinganda gaz molekulalari mutloq erkin deb hisoblanish kerak. Har bir molekula o'zini idishda boshqa molekulalar yo'qdek tutadi.

Yuqorida aytib o'tilgan ediki, molekulalarning xaotik harakatidan gazning fizik xossalari aniqlanadiki, gaz molekulalarining o'zaro ta'sirlari uning xossasiga deyarli ta'sir etmaydi, shu bilan birga bu o'zaro ta'sir to'qnashish xarakterida bo'lib, ko'p hollarda molekulalarning tortishishi hisobga olinmaydi. Itarishish kuchlari molekulalarning juda qisqa vaqt to'qnashishida hosil bo'lib, ko'p vaqt molekulalar erkin zarralar holida harakatlanadi. Molekulalar orasida tortishish kuchining yo'qligi, ya'ni ko'p hollarda molekulalar erkin harakatlanadi deb, ularning o'zaro ta'sirlashishlarini umuman hisobga olmaslik bizga ideal gaz tushunchasini kiritishga imkon beradi. Agar bu gaz modeli biz uchun qulay bo'lsa, real uchraydigan gazlarning xossalari gaz tabiatiga sezilarli bog'liq bo'lmasligi kerak. Yuqori bosim va past haroratlarda haqiqatdan shunday. Gaz molekulalarining xususiy hajmi gaz egallagan hajmning juda kichik qismini tashkil qilishini eslaylik (agar gaz juda siqilgan bo'lsa); bu hol gaz molekulalarning tabiati uning xossalariga deyarli ta'sir etmaydi. Demak, ideal gaz molekulalari har doim gaz egallagan umumiy hajmning nisbatan hisobga olinmas darajadagi kichik hajmni egallaydi. Shu mazmunda, bir atomli molekulalardan iborat ideal gazni moddiy nuqtalardan, ko'p atomli molekulalardan iborat gazni qattiq bog'langan material nuqtalardan iborat deb qarash mumkin. Shunday qilib, ideal gaz deganda molekulalarni moddiy nuqta deb, ularning o'zaro ta'sirlashuvini hisobga olinmasa bo'ladigan gaz tushuniladi. Modomiki, ideal gaz molekulalari har qanday sharoitda ham o'zaro tortishishmas ekan, u vaqtda ular har qanday tashqi sharoitda ham gaz holatida qolishi shartdir. Katta bo'lmagan bosim va juda past bo'lmagan haroratlarda barcha real gazlar oddiy umumiy qonunga bo'ysunishadi. Ideal gaz xossalarini o'rganish bilan tabiat hodisalari haqidagi tasavvurlarimizni kengaytiruvchi bir qator nazariy xulosalar chiqarishga imkon beradi.

Yuqori bosim ostida bo'lgan real gaz molekulalari bir-biriga shunchalik yaqinlashadiki, ular orasidagi tortishish kuchlari sezilarli rol o'ynaydi. Bunday sharoitda molekulalarning o'z hajmlari ham ularning tabiatiga muhim ta'sir etadi. Shu boisdan bosim yuqori bo'lganda real gaz xossalari uning tabiatiga bog'liq bo'lib, ideal gaznikidan katta farq qiladi. Past haroratdagi real gazlar uchun ham xuddi shunday mulohaza joizdir. Vodorod va geliy gazlari uncha katta bo'lmagan bosimda va juda past bo'lmagan haroratda ideal gazga tabiatan ancha yaqin.

Muhokama uchun savollar:

1. Ideal gaz tushunchasi kiritilganda qanday shartlar kiritiladi?

2. Ideal gaz qonunlarini kiritishda molekulalarning harakati qanday harakat deb qaraladi?

3. Molekulalarning tezligini aniqlashda nima uchun tezlik tushunchasi kiritiladi?

3.2-asosiy savol.

3.2. Ideal gaz molekulalarining idish devoriga bosimini hisoblash.

Darsning maqsadi: Tartibsiz harakat qilayotgan gaz molekulalarining har birining idish devoriga to'qnashuvi natijasida devorga bergan impul'si asosida butun gazga tegishli bo'lgan makroskopik parametr-gaz bosimi keltirib chiqariladi.

Talabalar uchun identiv o'quv maqsadlari:

1. Mexanika qonunlarining molekula sistemasi uchun qo'llanilishi bilan tanishadi.

2. Molekulalarning o'rtacha tezligini gaz holatining o'rganishdagi ahamiyatini bilib oladi.

3. Bosimning turli birliklarini o'rganadi.

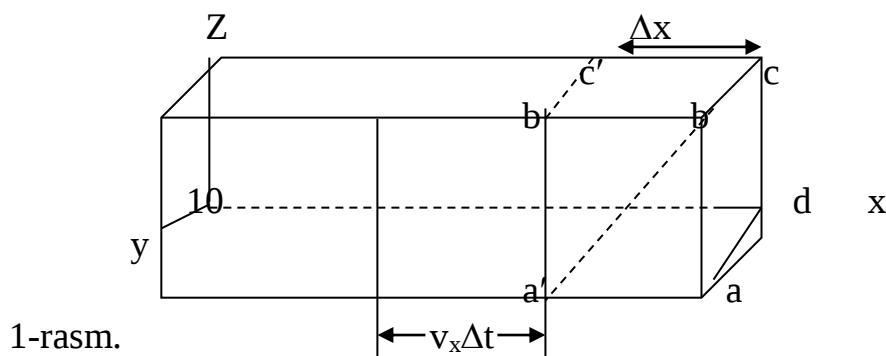
4.2-asosiy savolning bayoni:

Gaz molekulalari tomonidan idish devoriga ta'sir qiluvchi kuch gazning idish devoriga bosimini ifodalaydi. Devor yuzi qancha katta bo'lsa gaz tomonidan devorga ta'sir qiluvchi kuch, ya'ni gaz bosimi shuncha katta bo'ladi.

Bosim deb, molekulalar tomonidan devorga ko'rsatiladigan F kuchga normal bo'lgan devor sirtining yuz birligi S ga to'g'ri keladigan kuchga aytiladi, ya'ni

$$P = \frac{F}{S}. \quad (1)$$

Gazning idish devoriga bosimi gaz molekulalarining devorlar bilan cheksiz to'qnashuvlari natijasidir. Garchi har bir alohida molekulaning to'qnashish vaqtida devor molekulalari bilan o'zaro ta'sir kuchi no'malum bo'lsada, mexanika qonunlari gazning barcha molekulalarining birgalikdagi o'rtacha ta'sir kuchini, ya'ni bosimini aniqlashga imkon beradi. Faraz qilaylik gazdan ajratib olingan parallelepiped shaklidagi hajmning X o'qiga tik bo'lgan $abcd$ sirti devoriga X o'qi yo'nalishida harakatlanayotgan molekulalar ta'sir ko'rsatayotgan bo'lsin. Ular tezliklarining X o'qiga proektsiyasi v_x bo'lsin.



1-rasm.

Gazdan Δx qatlamni ajratib olamiz. Bu qatlamga deformatsialangan devor tomonidan F kuchga ta'sir qiladi. Gaz ham devorga qarama-qarshi yo'nalishda xuddi shunday kuch bilan ta'sir ko'rsatadi. Gaz molekulalari tartibsiz harakati tufayli Δt vaqt ichida tanlagan qatlamga chapdan o'ngga biror sondagi molekulalar kiradi va xuddi shuncha molekulalar o'ngdan chapga qarab harakatlanib gazdan chiqib ketadi. Ularning impul'slari o'zaro teng, lekin qarama-qarshi. Δt vaqt ichida gaz molekulalari g_x tezlikni olishgan bo'lsin. U holda x o'qi bo'ylab $S g_x \cdot \Delta t$ hajmdagi molekulalarning yarimi chapdan o'ngga, yarimi teskari yo'nalishda harakatlanayotgan bo'ladi. Agar hajm birligida n ta molekula bo'lsa, Δt vaqt ichida qatlamga chapdan o'ngga $N^1 = \frac{1}{2} n g_x \Delta t$ ta

molekula kiradi. Ularning har biri $m_0 g_x$ impulsiga ega, ular olib kirayotgan umumiy impul's

$$p^1 = \frac{1}{2} n m_0 g_x^2 s \Delta t. \quad (2)$$

Xuddi shu Δt vaqt ichida n ta molekula, o'ngdan chapga harakatlanib shuncha

$$p^{11} = \frac{1}{2} n m_0 g_x^2 s \Delta t, \quad (3)$$

impul'sni olib ketadi. Shunday qilib, qatlam impul'sining o'zgarishi

$$\Delta P = P^1 - P^{11} = \frac{1}{2} n m_0 g_x^2 s \Delta t - \left(-\frac{1}{2} n m_0 g_x^2 s \Delta t \right) = n m_0 g_x^2 s \Delta t., \quad (4)$$

qatlam impul'sining bu o'zgarishi, kuch impul's $F \cdot \Delta t$ ni ifodalaydi.

$$\Delta P = F \cdot \Delta t = n m_0 g_x^2 s \Delta t, \quad (5)$$

bundan
$$\frac{F}{S} = P = n m_0 g_x^2. \quad (6)$$

Gaz molekulalari turlicha tezlik bilan harakatlanadi. Shunday qilib (6) dan g_x^2 o'rniga uning o'rtacha qiymati $\overline{g_x^2}$ ni olamiz. Shunday qilib,

$$P = n m_0 \overline{g^2}. \quad (7)$$

Har bir molekulaning koordinata o'qlaridagi o'rtacha tezligi uchun $\overrightarrow{g^2} = \overrightarrow{g_x^2} = \overrightarrow{g_y^2} = \overrightarrow{g_z^2}$ deb yozish mumkin. Molekulalar harakati batamom tartibsiz bo'lgan tufayli

$$\overrightarrow{g_x^2} = \overrightarrow{g_y^2} = \overrightarrow{g_z^2} = \overrightarrow{g^2}$$

deb faraz qilish mumkin. Natijada $\overrightarrow{g_x^2} = \frac{\overrightarrow{g^2}}{3}$ buni (7) ga qo'yamiz. $P = \frac{1}{3} n m_0 \overline{g^2}$, bu

tenglikni quyidagicha yozish mumkin. $P = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{g^2}}{2}. \quad (8)$

Bu yerda $\frac{m \overline{g^2}}{2}$ bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasidir. Shunday qilib, gazning bosimi hajm birligidagi gaz molekulalarining o'rtacha energiyasining $2/3$ qismiga teng.

Muhokama uchun savollar:

1. Gaz bosimini chiqarishda molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi tushunchasidan foydalanish sababini tushuntiring.
2. Gaz bosimi formulasini har qanday gaz uchun yozing.

3.3- asosiy savol.

Ideal gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.

Darsning maqsadi:

Ideal gaz bosimi formulasining mohiyatini ochib berish, gaz bosimining molekulalar kinetik energiyasiga va molekulalar soniga bog'liqligini ko'rsatib berish.

Talabalar uchun identiv o'quv maqsadlari:

1. Gaz bosiminining statistik kattalik ekanini bilib oladi.
2. Ko'p sonli zarralar to'plami holatini o'rganishda zarralarga kiritilgan cheklashlar bilan tanishadi.

4.3-mavzuni bayoni:

Ideal gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi quyidagicha:

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{g^2}}{2},$$

Bu formula alohida molekulaga tegishli kattalik bilan butun gazga tegishli kattalik p bosim orasidagi bog'lanishni ifodalaydi va ideal gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi deb ataladi.

HBS (SI) da bosim birligi uchun shunday bosim olinadiki, bunda 1m² sirtiga normal holda 1N kuch ta'sir qiladi. Bunday birlik Paskal (Pa) deb ataladi.

$$1Pa = 1H / M^2.$$

1Pa juda kichik birlik. Undan katta birlik bar 1kG kuchning 1sm² yuzaga bosimiga teng, ya'ni $1am = 1kg / sm^2 = 98066.5Pa = 0.98bar$ undan 2% ga farq qiladi.

Fizikaviy bosim birligi fiz.atm. ham bor. U balandligi 760mm bo'lgan simob ustining bosimiga teng (simob zichligi 13.5951kg/m³).

$$1atm. = 1.01325 \times 10^5 \text{ dina/sm}^2 = 101325Pa = 1.01 \text{ bar}.$$

Past bosimlarni ulchash uchun tor birlik qabul qilingan

$$1tor = 1/760atm = 133.322 \text{ Pa} = 1.33 \times 10^3 \text{ dina/sm}^2.$$

Muhokama uchun so'vollar:

1. Bosim kuchi va tayanchning reaksiya kuchi orasidagi bog'lanishni tushuntiring.

2. $2/3nm_0\overline{v^2}/2$ formula nima uchun molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi deb nom olgan?

1-amaliy mashg'ulot

5-mavzu: Tasodifiy voqealarning amalga oshish ehtimolligini o'rtacha qiymatini va fluktatsiyasini hisoblashga doir masalalar echish.

Darsning maqsadi: Talabalarga tasodifiy voqealarni amalga oshish ehtimolligini hisoblash masalasi yechishni o'rgatish.

Talabalar uchun indentiv o'quv maqsadlari:

1.1. Ehtimollikni keltirib chiqara oladi.

1.2. Ehtimollikning zichligini sharhlay oladi.

1.3. Normallashtirish shartini biladi.

1.4. Ehtimolliklarni qo'sha oladi.

1.5. Ehtimollikni ko'paytira oladi.

5.1-masala. Quti ichida n=30 ta oq va m=10 ta qora shar bor. Sharlar yaxshilab aralashtirildi. Bir kuzatish uchun P(k) qora va P(0) oq sharlarning ehtimolligi topilsin. Normallashtirish shartining bajarilishini tekshiring. Ikkita qora, ikkita oq, qora va oq, oq va qora sharlarning ehtimolligini aniqlang. Agar kuzatishning birinchi qismida shar yana qutiga qaytarilsa, yoki qaytmasa yuqoridagi misolni yeching. **Echish.** Ehtimollikning qo'shish formulasidan oq shar uchun

$$P(0) = \frac{1}{m+n} + \frac{1}{n+m} + \dots + \frac{1}{n+m} = \frac{n}{n+m} = \frac{30}{30+10} = \frac{30}{40} = 0,75.$$

Xuddi shunday usul bilan qora shar uchun yozamiz

$$P(k) = \frac{m}{n+m} = \frac{10}{40} = 0,25.$$

Bu ikki hodisa hamma tekshirishlarni qanoatlantirishi kerak:

$$P(k) + P(0) = \frac{n}{n+m} + \frac{m}{n+m} = 1.$$

Agar ikki sharni ketma-ket olish, to'rt holat uchun:

Oq-oq (00), qora-qora (kk), oq-qora (ok), qora -oq (ko) bo'lsin. Bu to'rt holat uchun to'liq to'plam normallashtirish shartini bajarsin

$$P(00)+P(kk)+P(ok)+P(ko)=1 .$$

Birinchi kuzatishdan so'ng shar qutiga qaytarilsa unga aniq rangli sharchani olish ehtimolligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi $P_1(o) = P_2(O) = \frac{n}{n+m} = 0,75$,

$$P_1(k) = P_2(k) = \frac{m}{n+m} = 0,25 .$$

Ikinchi kuzatish natijasi birinchi kuzatishga bog'liq bo'lmaganligidan, ya'ni birinchi va ikkinchi hodisalar bir-biriga bog'liq emas. Shuning uchun ham ikkita ketma-ket kuzatishda ehtimollikni ko'paytirish qoidasidan foydalaniladi:

$$P(00) = P_1(0)P_2(0) = \left[\frac{n}{n+m} \right]^2 = 0,5625 ,$$

$$P(kk) = P_1(k)P_2(k) = \left[\frac{m}{n+m} \right]^2 = 0,0625 ,$$

$$P(ok) = P_1(0)P_2(k) = \left[\frac{n}{n+m} \right] * \left[\frac{m}{n+m} \right] = 0,1875 ,$$

$$P(ko) = P_1(k)P_2(o) = \left[\frac{m}{n+m} \right] * \left[\frac{n}{n+m} \right] = 0,1875 .$$

Normallashtirish sharti $\left(\frac{n}{n+m} \right)^2 + \left(\frac{m}{n+m} \right)^2 + \frac{nm}{(n+m)^2} + \frac{mn}{(n+m)^2} = 1$, bo'ladi.

Agar birinchi tajribadan so'ng shar qutiga qaytmasa, unda ikkinchi tajriba natijasi birinchi tajriba natijasiga bog'liq bo'ladi, ya'ni ikkinchi tajribada shartli ehtimollik bilan ish ko'ramiz. Birinchi tajribada oq va qora sharni olish ehtimolligi avvalgi holatdek $dP = \varphi(x)^2 \varphi(y^2) dS$ bo'ladi.

Ikkinchi tajribada shart o'zgaradi. Agar birinchi tajribada oq sharni olish bo'lgan bo'lsa, ikkinchi tajribada oq sharni olish ehtimolligi

$$P_2(0/0) = \frac{(n-1)}{n+m-1} = 0,744 ,$$

bo'ladi, ikkinchi o'rinda qutida hammasi bo'lib $n+m-1$ shar bo'lib, undan $n-1$ tasi oq. Xuddi shunday, ikkinchi tajriba uchun formulani bilamiz

$$P_2(k/k) = \frac{(m-1)}{n+m-1} = 0,2308 ,$$

$$P_2(0/k) = \frac{n}{n+m-1} = 0,7692 ,$$

$$P_2(k/o) = \frac{m}{n+m-1} = 0,2564 .$$

Shartli ehtimollik ikkinchi tajribada normallashtirish shartini qanoatlantirmaydi, shuning uchun bu hodisa o'zaro bir-birini inkor qilish emas. Misol uchun oq shar to'rtinchi shardan so'ng chiqish mumkin, yoki oq shardan so'ng ham chiqishi mumkin. Oq sharni ketma-ket chiqish ehtimolligi

$$P(AB)=P(B)P(A/B)=P(A) P(B/A)$$

Formula orqali ifodalash mumkin.

$$P(00) = P_1(o)P_2(0/0) = \frac{n}{n+m} \frac{n-1}{n+m-1} = 0,75 * 0,7436 = 0,5577 .$$

Xuddi shunday

$$P(kk) = P_1(k)P_2(k/k) = \frac{m}{n+m} \frac{n-1}{n+m-1} = 0,25 * 0,2308 = 0,0577,$$

$$P(0k) = P_1(o)P_2(k/o) = \frac{n}{n+m} \frac{m}{n+m-1} = 0,75 * 0,2564 = 0,1923,$$

$$P(ko) = P_1(k)P_2(o/k) = \frac{m}{n+m} \frac{n}{n+m-1} = 0,25 * 0,7692 = 0,1923.$$

$$\left(\frac{n(n-1)}{(n+m)(n+m-1)} \right) + \left(\frac{m(m-1)}{(n+m)(n+m-1)} \right) + \frac{nm}{(n+m)(n+m-1)} + \frac{mn}{(n+m)(n+m-1)} = 1$$

$$0,5577 + 0,0577 + 0,1923 + 0,1927 = 1.$$

4.2. Misol. Ob-havoni ko'p yillik kuzatish natijasiga ko'ra ba'zi joylarda noyabr oyida 20% kun ochiq bulutsiz, 20% kunlarda bulutli yog'ingarchilik kuzatilgan. Noyabr oyida necha foiz kunda yog'ingarchilik va yog'ingarchilikdan oldingi kunlarning ehtimolligi qanday bo'ladi.

Yechish. Ochiq kunlar ehtimolligi $p(0)=0,2$ bo'lganligi uchun yog'ingarchiliklar bo'ladigan kunning ehtimolligi

$$p(\delta) = 1 - P(0) = 0,8.$$

Yog'ingarchilik bo'ladigin kunlar bu bulutli kunlardir, shuning uchun ham yog'ingarchilik kunlar ehtimolligi shartli bo'ladi. Yog'ingarchilikli kun ehtimolligi shartga ko'ra ochiq emas (bulutli)

$$P(o/\delta) = 0,2.$$

Yog'ingarchilikli kun, shartga ko'ra ochiq (bulutsiz)

$$P(\delta/o) = 0.$$

Shuning uchun ham, yog'ingarchilikli kun ehtimoligini topishda ko'puytirish formulasidan foydalanamiz $P(o) = P(\delta) * P(o/\delta) = 0,8 * 0,2 = 0,16$.

Demak bu joyda noyabr oyida yog'ingarchilik 16 % ni tashkil etadi.

Nazorat topshiriqlari:

1. Quti ichida 10 ta oq va 5 ta qora sharlar bor. Qutidan 5 ta shar olinmoqda va olingan shar qayta qutiga joylashtirilmoqda. Oq sharining 3 marta ketma –ket chiqish ehtimolligi qanday bo'ladi? Qora shar 2 marta ketma –ket chiqishichi?

$$P_5(3,2) = \frac{5!}{3!2!} \left(\frac{10}{15} \right)^3 \left(\frac{5}{15} \right)^2 = 0,329.$$

2. Metroni bir stantsiyasini uzoq kuzatish natijasida, haftaning belgilangan kunlarida 5 minut vaqt ichida 8^{45} dan 8^{50} gacha 70 % yo'lovchi avtomatik eshikdan tanga yordamida, 20 % mavsumiy biletdan va 10% bir martali biletdan foydalangan. 10 ta yo'lovchining shu davr ichida, 7 tasi avtomatik eshikdan 2 tasi mavsumiy biletdan va 1 tasi bir marta foydalanish mumkin bo'lgan biletdan foydalangan bo'lsa, uning

$$\text{ehtimolligini aniqlang. } P_{10}(7,2,1) = \frac{10!}{7!2!} \left(\frac{7}{10} \right)^7 \left(\frac{2}{10} \right)^2 \left(\frac{1}{10} \right)^1 = 0,0800.$$

3. Idishda kichik teshik bor, uning yuzasi 10^{-10} m^2 bo'lib, siyraklashtirilgan gaz bu teshikdan tashqariga chiqadi. Teshik juda kichik bo'lganligi uchun molekulalar to'qnashmasdan va gazning ichki holatiga ta'sir qilmasdan chiqadi. Idish devoriga

o'riluvchi molekulalarning o'rtacha urilish chastotasi $\nu = 10^{26} \text{ c}^{-1} / \text{M}^{-2}$, $\tau = 10^{-2} \text{ c}$ vaqt oralig'ida ketma-ket chiquvchi molekulalar soni o'lchandi. Shu vaqt oralig'ida uchib chiquvchi molekulalarning nisbiy fluktatsiyasi aniqlansin.

$$\langle n \rangle = \nu S \tau, \quad \frac{\sqrt{\langle (\Delta n)^2 \rangle}}{\langle n \rangle} = \frac{1}{\sqrt{\nu S \tau}} = 10^{-7}.$$

4.195dan 205 m/s oralig'ida tezlikga ega bo'lgan O_2 molekulasi sonini 0° da aniqlang. Kislorod massasi 0.1 kg.

$$\frac{\Delta n}{n} \approx 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{-mv^2}{2kT}} v^2 dv, \quad v=200 \text{ m/s}, v=10 \text{ m/s}, \mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol},$$

$$m = 32 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 5,31 \cdot 10^{-26} \text{ kg},$$

$$n = \left[\frac{0,1}{(32 \cdot 10^{-3})} \right] \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,88 \cdot 10^{24}, \quad kT = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273 \text{ K} = 3,77 \cdot 10^{-21} \text{ K},$$

$$\Delta n = 4 \cdot 3,14 \left(\frac{5,31 \cdot 10^{-26}}{6,28 \cdot 3,77 \cdot 10^{-21}} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \exp \left[-\frac{5,31 \cdot 10^{-26} (200)^2}{2 \cdot 3,77 \cdot 10^{-21}} \right] \cdot 200^2 \cdot 10 \cdot 1,88 \cdot 10^{24} =$$

$$= (2,2 \cdot 10^{-6})^{\frac{3}{2}} \exp(-0,28) \cdot 9,44 \cdot 10^{30} = 3,08 \cdot \exp(-0,28) \cdot 10^{22} = 2,3 \cdot 10^{22}.$$

5. Geliy molekulasi 0,5mm masofada to'qnashmasdan o'tishda ehtimollikni toping.

Geliy 0°C va 100 Pa bosimga ega. Uning radiusi $1,9 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

6. Qutida n ta har xil shar bor. Oldindan m sharni olish ketma-ketligi belgilangan.

Sharlarning chiqish ehtimolligi qutiga qaytarilmasa qanday bo'ladi? $(n-m)!/(n!)$.

7. 27°C temperaturada, azot molekulasi tezligi 260 dan 270 m/s gacha bo'lganda nisbiy molekulalar sonini aniqlang. $\frac{dn}{n} = 0,017$.

8. 27°C da vodorod molekulasi urtacha modul tezligi va dispersiya modul tezligi aniqlansin. 1775 m/s; 749 m/s.

9. Qanday balandlikda azot gazining partial bosimi 1.5 marta kamayadi. Atmosfera temperaturasi o'zgarmas va u 0°C . 3346 mm. simob ustuni.

10. Massasi 30kg, uzunligi 3 sm bo'lgan mayatnik 27°C da o'rtacha fluktatsion og'ishini aniqlang. $\sqrt{\langle \varphi \rangle^2} = 2,2 \cdot 10^{-8}$.

2-laboratoriya ishi

6-mavzu: Loshmidt sonini aniqlash

Kerakli asbob va matreallar: 1) qurilma; 2) termometr; 3) sovuq va issiq suv uchun kolbalar; 4) elektr plita.

Qisqacha nazariya

Avagadro qonuniga asosan bosimi va temperaturasi birday bo'lgan har qanday gazning birday bo'lgan har qanday gazning birday hajmidagi molekulalar soni birday bo'ladi. Haqiqatan, birday hajimli ikki xil gazning bosimi va temperaturasi birday bo'lsa, ularning har biri uchun holat tenglamasini quydagicha yozish mumkin:

$$pV = N_1 kT, \quad pV = N_2 kT,$$

bu yerda N_1 va N_2 – har bir hajmdagi molekulalar soni. Bu ikki tenglikka asosan $N_1 = N_2$ bo'lib, u Avagadro qonisini ifodalaydi. Bu qonunni yana shunday ta'riflash mumkin: molekulalar soni birday bo'lgan ikki xil gaz, bosim va temperaturalar birday bo'lganda

birday hajmni egallaydi. Shuning uchun har qanday gazning bir moli berilgan bosim va temperaturada birday hajmni egallaydi. Xususan, 0°C temperatura va 1 fizikaviy atmosfera bosimda har qanday gazning bir moli

$$V_0 = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{8,31 \cdot 273}{101325} \cdot \frac{J}{\text{mol} \cdot \text{grad}} \cdot \text{grad} \cdot \frac{1}{\frac{N}{\text{m}^2}} = 0,0224 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$$

hajmni egallaydi. Ushbu normal sharoitda gazning 1m^3 dagi n_0 molekulari sonini N_A Avagadro sonini bilgan holda, hisoblash osondir: $n_0 = \frac{N_A}{V_0} = 2,7 \cdot 10^{26} \text{m}^{-3}$; bu son **Loshmidt**

soni deyilib, u gazning hajm birligidagi molekular soniga teng.

Metodning nazariyasi va eksperimental qurilma

Ushbu ishning maqsadi havo uchun n_0 Loshmidt sonini aniqlashdan iborat. Ma'lumki, real gazning holati

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

Van-der-Vaals tenglamasi orqali ifodalanadi. Tajriba normal sharoitga yaqin sharoitda o'tkazilishi tufayli real gazning holat tenglamasi o'rniga 0,5% dan kichik xatolik bilan

$$p\mu = \rho RT$$

ideal gaz holat tenglamasini yoki gazlarning kinetik nazaryasidan kelib chiqadigan

$$p = nkT$$

tenglamani olish mumkin; bu yerda k -Boltsman doimiysi; n -berilgan sharoit uchun gaz kontsentratsiyasi. Tajribada gaz molekularining kontsentratsiyasi n ni (1) dan foydalanib topish mumkin. Buning uchun gazning bosimi va temperaturasi o'lchanadi. Berilgan gaz uchun bu kattaliklar 1-rasmda ko'rsatilgan qurilmada o'lchanadi. Hajmi $200\text{-}300 \text{ sm}^3$ bo'lgan A shisha ballon kapillyar nay yordamida U simon M simob manometri bilan ulangan. Manometrning ikkinchi uchi ochiq. Manometrda simob sathlarining farqi S shkala orqali hisoblanadi. Manometrning ballon bilan birlashgan tomoni jo'mrak orqali atmosferaga tutashadi. Ballonni issiq suvli idishga tushirib isitiladi va uning temperaturasi (T_1) termometr bilan o'lchanadi. B vintni burash bilan manometrning A ballonga tutashtirilgan tomonidagi simob meniski C nuqtaga keltirilib, manometrda simob ustunining farqi (h_1) yozib olinadi. Atmosfera bosimini p_0 desak, u holda manometrning ballon bilan birlashgan tomonidagi bosim (1) ga asosan quyidagicha yoziladi:

$$p_0 + Dgh_1 = n_1 k T_1, \quad (2)$$

bu yerda D – berilgan temperaturadagi simob zichligi, g -erkin tushish tezlanishi, T_1 – gazning temperaturasi. Agar formulaga kirgan boshqa kattaliklar ma'lum bo'lsa, (2) dan havo molekularining kontsentratsiyasini (n_1) aniqlash mumkin bo'lar edi. Haqiqatda esa T_1 temperaturaning o'zgarishi natijasida n_1 ham o'zgarib turadi. Bundan tashqari, qurilmadagi gaz hajmi ikki qism- v_1 va v_2 dan iborat. Shulardan V_1 -qizdirilayotgan gazning hajmi (A ballon) va T -temperaturasi qariyb o'zgarmaydigan hajm (ballon bilan manometr oralig'i). Birinchi qismdagi molekular soni $N_1 = n_1 V_1$, ikkinchi qismdagisi $N_2 = n_2 V_2$, ikkala qismdagi molekularning umumiy soni esa $N = N_1 + N_2$ dagi bosimlar birday bo'ladi. U holda $n_1 k T = n_2 k T_0$, bundan $n_1 T_1 = n_2 T_0$. n_1 va n_2 – birlik hajmdagi molekular soni, shu sababli

$$\frac{N_1 T_1}{V_1} = \frac{N_2 T_0}{V_2}, \quad N_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_0} \cdot N_1$$

deb yozish mumkin; molekulalarning umumiy soni:

$$N = N_1 \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_0} \right); N_1 = \frac{N}{1 + \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_0}} \quad (8)$$

Bundan ko'rinadiki, turli temperaturalarda N_1 doimiy bolmas ekan. Hisoblashlarning ko'rsatishicha, n_1 ning qiymatini 0,2% xatolik bilan o'zgarmaydi, deyishimiz uchun $V_1 > 10^3 V_2$ bo'lishi kerak. (3) ni hisobga olgan holda (2) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$p_0 + Dgh_1 = \frac{NkT}{V_1 \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_0} \right)} = \frac{N(V_1 + V_2)kT_1}{(V_1 + V_2) \left(V_1 + V_2 \frac{T_1}{T_0} \right)} = \frac{n_0(V_1 + V_2)kT}{V_1 + V_2 \frac{T_1}{T_0}} \quad (4)$$

bu yerda $n_0 = \frac{N}{V_1 + V_2}$ bo'lib, T_0 boshlang'ich temperaturada birlik hajmdagi molekulalar sonini beradi. (4) ning maxrajidagi ifodani quyidagicha o'zgartiramiz:

$$V_1 + V_2 \frac{T_1}{T_0} = V_1 + V_2 \frac{T_1}{T_0} + V_2 - V_2 = (V_1 + V_2) + \left(V_2 \frac{T_1}{T_0} - V_2 \right) = (V_1 + V_2) + V_2 \left(\frac{T_1 - T_0}{T_0} \right) =$$

$$= (V_1 + V_2) \left[1 + \frac{V_2}{V_1 + V_2} \cdot \frac{T_1 - T_0}{T_0} \right]$$

bundagi $\varepsilon = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \cdot \frac{T_1 - T_0}{T_0}$ kattalikni kichik bo'lganligi uchun

$$\frac{1}{1 + \varepsilon} = 1 - \varepsilon$$

kabi yozish mumkin. Shu almashtirishlarni bajargandan keyin (4) tenglamani h_1 ga nisbatan echsak

$$h_1 = \frac{n_0 k T_1}{Dg} \left(1 - \frac{V_2}{V_1 + V_2} \cdot \frac{T_1 - T_0}{T_0} \right) - \frac{P_0}{Dg} \quad (5)$$

ni hosil qilamiz. Tajriba boshida A ballondagi bosim va temperatura uni o'rab olgan muhit temperaturasi T_0 va bosimi p_0 ga teng. Bu holda gazning holat tenglamasi

$$p_0 = n_0 k T_0, \quad (*)$$

bo'ladi. (5) dagi $\frac{V}{V_1 + V_2} = C$, (**)

berilgan qurilma uchun doimiy kattalikdir. Shu (*) va (**) kattaliklarni (5)ga qoysak:

$$h_1 = \frac{n_0}{Dg} (T_1 - T_0) - \frac{n_0 k T}{Dg} \cdot \left(\frac{T_1 - T_0}{T_0} \right) C,$$

yoki

$$\frac{h_1}{T_1 - T_0} = \frac{n_0}{Dg} - \frac{n_0 k}{Dg} \cdot \frac{T_1}{T_0} C. \quad (6)$$

(6) tenglama n_0 ni hisoblash tenglamasidir. Turli T_i temperaturalar uchun har gal h_i menisklar farqini o'lchab, olingan natijalar asosida (6) ga o'xshash tenglamalar sistemasini tuzamiz. Tenglamani qulayroq ko'rinishda yozish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$y_i = \frac{h_i}{T_i - T_0}; \quad x_i = \frac{T_i}{T_0}; \quad d = \frac{n_0 k}{Dg}; \quad e = \frac{n_0 C}{Dg}. \text{ U holda (6) ning o'rniga}$$

$$y_i = d + ex_i$$

(7)

ifoda hosil bo'ladi. Bu tenglamalar sistemasini eng kichik kvadratlar metodi bilan yechish natijasida teglamadagi d ozod had topiladi va undan $d = \frac{n'_0 k}{Dg}$ orqali n'_0 ni topamiz.

n'_0 - tajribada p_0 bosim va T_0 temperatura uchun havo molekulalarining konsentratsiyasi. Xona temperaturasi uchun topilgan n'_0 gaz konsentratsiyasidan uning normal sharoitdagi (273^0 va 706 mm.sim.ust.) qiymatiga, y' ni Loshmidt soniga quyidagi ifoda yordamida o'tish mumkin:

$$n_0 = \frac{760}{273} \cdot \frac{T_0}{p_0} \cdot n'_0 \quad (8)$$

O'lchashlar va hisoblashlar

1. K jo'mrakni ochib, A ballonni tashqi atmosfera bilan tutashtirgan holda manometr tirsaklardagi simob sathlarining balandliklari 4-5 sm bo'lguncha B vint buraladi. Har ikkala tirsakdagi sathlar tenglashgandan keyin ushbu vaziyat C deb belgilab olinadi. K jo'mrak yopilib, ballondagi gaz tashqi muhitdan ajratiladi.
2. Suv elyektir plitka yordamida maxsus kolbada 363^0 - 373^0 gacha isitiladi va A ballon tushirilgan idishga u to'la komilguncha quyiladi. Ballondagi gazning temperaturasi (T_1) suvli idish ichiga tushirilgan termometr yordamida o'lchanadi.
3. V vint yordamida manometr tirsagidagi simob sathi oldingi belgilab olingan C meniskka keltiladi va manometr tirsaklaridagi simob sathlari farqi (h_1) o'lchanadi.
4. Idishdagi issiq suvga sovuq suv aralashtira borib, temperaturaning o'zgarish intervalini 4^0 - 5^0 dan qilib, 2-va 3-banda ko'rsatilgan o'lchashlar 7-8 xil temperatura uchun takrorlanadi. Tajribadan olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

1-jadval

Tartib raqami			Xona temperaturasi va jadvaldan olinadigan kattaliklar
1			$T_0=273$ K
2			$D =$
3			$g = 9,81$ m/c ²
4			$k = 1,38 \cdot 10^{23}$ j/k
...			

5. Natijalarni eng kichik kvadratlar metodi bo'yicha ishlab chiqish uchun 1-jadval asosida 2-jadval tuziladi.

2-jadval

Tartib nomeri	x_i	x_i^2	y_i	$x_i y_i$	y_y^*	$\varepsilon_i = y_i^* - y_i$	ε_i^*
1							
2							
3							
4							
...							

	$\sum_{i=1}^n x_i$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	$\sum_{i=1}^n y_i$	$\sum_{i=1}^n x_i y_i$			$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$
--	--------------------	----------------------	--------------------	------------------------	--	--	--------------------------------

(7) tenglamadagi d va e koeffitsentlar 2-jadvaldagi qiymatlar asosida quyidagi ifodalardan hisoblanadi:

$$\sum y_i - \frac{\sum x_i y_i \sum x_i}{\sum x_i^2}, \quad (9)$$

$$d = -\frac{P_a}{P_a}$$

bu yerda $P_a = n - \frac{\sum x_i \sum x_i}{\sum x_i^2}$ bo'lib, a koeffitsentining vazni deyiladi;

$$e = \frac{\sum x_i y_i - \frac{1}{n} \sum y_i \sum x_i}{\frac{1}{n} \sum x_i - \sum x_i^2}, \quad (10)$$

d ning (9) dan hisoblangan qiymatidan foydalanib, xonadagi havo molekulalarining kontsentratsiyasini hisoblash mumkin, y'ni:

$$n'_0 = \frac{Dgd}{k} \quad n'_0 \text{ ni aniqlashdagi xatolik}$$

$\Delta n'_0 = n'_0 \left(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta g}{D} \right)$ ga teng, bu yerda Δg va ΔD kattaliklar – g va D larning qiymatlarini jadvaldan olishdagi xatoliklar, Δd esa d ni hisoblashdagi xatolik bo'lib, u quyidagi ifodadan hisoblanadi:

$$\Delta d = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{(n - \delta)P_a}},$$

bu yerda $\sum \varepsilon_i^2 = \sum (y_i^* - y_i)^2$. va (10) dan topilgan d va e koeffitsentlarini (7) ga qo'yib x_i lar uchun $y_i^* = d + ex_i$ hisoblanadi; n – umumiy o'lchashlar soni, δ – koeffitsentlar soni [(7) ifoda uchun $\delta = 2$].

Normal sharoit uchun (8) dan hisoblangan n_0 Loshmidit sonining xatoligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta n_0 = n_0 \left(\frac{\Delta T_0}{T_0} + \frac{\Delta p_0}{p_0} + \frac{\Delta n'_0}{n'_0} \right),$$

bu yerda ΔT_0 va Δp_0 – xona temperaturasi (T_0) va atmosfera bosimini (p_0) o'lchashdagi xatoliklar.

Muhokama uchun savollar

- 1) Nima uchun o'lchashni boshlashdan avval ballon tashqi atmosfera bilan tutashtiriladi?
- 2) Simob manometrini boshqa suyuqlikli manometr bilan almashtirish tajriba natijasiga ta'sir qiladimi?
- 3) Tajriba vaqtida tashqi muhit temperaturasining o'zgarishi natijaga qanday ta'sir qiladi?

7-mavzu: Molekulyar kinetik nazariyani tasdiqlovchi tajribalar

Asosiy savollar:

1. Broun harakati.
2. Shtern tajribasi.
3. Avagadro qonuni.
4. Dal'ton qonuni.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Shtern tajribasi, fluktatsiya, haotik harakat.

Darsning maqsadi: Molekulalarning tartibsiz harakati to'g'risida tushuncha berish.

Talabalar uchun indentiv o'quv maqsadi:

1. Broun harakati biladi.
2. Shtern tajribasini tushinadi

1.Broun harakati

Molekulalarning tartibsiz harakatni realligini eng ishonarli tasdiqlovchi dalillardan biri Broun harakati deb nom olgan hodisa hisoblanadi. Ingliz botanigi R.Broun 1827 yilda kuchli mikroskop yordamida suvda erimaydigan mayda bo'yoq zarralarining suv ichidagi tartibsiz harakatining xech to'xtamasligini aniqladi. Broun zarralar traektoriyasining murakkab siniq chiziqlardan iborat ekanligini ko'rsatadi. Bu hodisa bo'yoq zarrachalarining suv zarrachalari bilan doimo to'qnashib, o'z yo'nalishlarini o'zgartirib turishdan dalolat beradi. Bunda kichik zarralar tez harakatlansa, kattaroq zarralar kamroq harakatlanib, yo'nalishini o'zgarib turadigan va o'z o'q atrofida aylanib ham turadi.

Broun harakatining yuzaga kelish sabablarni MKN asosidagina tushuntirish mumkin. Zarralarning tartibsiz harakatiga sabab shuki, suyuqlik molekulalarining harakatidagi fluktatsiyalar tufayli zarraga beradigan zarbalari bir-birini muvozanatlay olmaydi. Natijada biror yo'nalishda zarraga qo'yilgan teng ta'sir etuvchi kuch paydo bo'ladi. Fluktatsiyalar juda qisqa vaqtli bo'lishi tufayli teng ta'sir etuvchining yo'nalishi ham tez-tez o'zgarib turadi. Broun zarralarining harakatining tartibsizligi anna shundan kelib chiqadi. Broun harakatining miqdoriy nazariyasini birinchi marta 1905 yilda Eynshteyn va Smoluxovski yarattirdi. Bu nazariya Broun zarrachalari chekli kichik vaqt oralig'larida Δt siljishlarini hisoblash imkoniyatini beradi va uni quyidagi formula bilan ifodalaydi:

$$\overline{\Delta X^2} = \frac{kT}{3\pi\eta a} \Delta t \quad (1)$$

Bu yerda a zarracha radiusi, η -suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsienti. Bu formulaga ko'ra, Broun zarrachasining Δt oralig'idagi X o'qi yoki boshqa o'q bo'ylab siljishlar kvadratining o'rtacha qiymati shu vaqt oralig'iga proportsionaldir. 1909 yilda Perren ham shunday tajriba o'tkazdi va ayrim molekulalarning biror vaqt oralig'idagi siljishlarini o'lchadi va (1) formulaga mos qiymatlar hosil qiladi. Broun harakatining molekulyar kinetik tushunchalar asosida tushuntirilishning hamda MKN ning to'g'riligini yana bir bor tasdiqlaydi. Perren tajribasidan η, T va a ma'lum bo'lgan holda X ni o'lchab k ni aniqlashda foydalanish mumkin.

2.Shtern tajribasi

Diffuziya hodisasi va Broun harakatini o'rganish gaz molekulalarining xaotik tezligi to'g'risida bazi tasavvurlarga ega bo'lishga imkon beradi. Uni aniqlash uchun xizmat qiluvchi sodda va yaqol tajribalardan biri 1920 yili O.Shtern qilgan tajribadir. Bu

tajribaning mohiyati quydagilardan iborat. O o'q atrofida aylana oladigan gorizantal stolcha ustiga perpendikulyar ravishda A va B silindrik sirtlar mahkamlangan. B sirt-yaxlit, A sirtida esa O o'qqa parallel ingichka tirqish bor. O o'q sifatida elektr zanjiriga ulanadigan, kumushlangan vertikal platina sim xizmat qiladi. Simdan tok o'tganda u qiziydi (cho'g'lanadi) va sim sirtidagi kumush bug'lanadi. Kumush molekulalari hamma tomonga uchib chiqadi va asosan A silindr sirtining ichki tomoniga o'tiradi. Bu sirtning ingichka tirqishlari uchib chiquvchi kumush molekulalari oqimi B sirtining M sohasiga o'tiradi. M sohaga o'tiruvchi qatlamning kengligi A sirtidagi tirqish kengligiga bog'liq. Kumush molekulalari havo molekulalari bilan to'qnashib sochilib ketmasligi uchun butun qurilma havosi surib olinadigon g'ilo ostiga joylashtiriladi. A sirtidagi tirqish qancha ingichka bo'lsa, M sohadagi qatlam ham shuncha ingichka bo'ladi va molekulalarning harakat tezligi shunchalik tez topiladi. Tezlik B ni aniqlanish g'oyasi quydagicha. Agar qurilmani O o'q atrofida o'zgarmas ω burchak tezlik bilan aylantirilsa, molekulalarning tirqishdan B sirtgacha etib kelishi uchun ketgan t vaqt davomida B sirt buriladi va bunda molekulalarning uchib kelib o'tirish sohasi M dan K ga siljiydi. Demak molekulaning r radius bo'yicha uchish vaqti bilan B sirt buriladi va bunda molekulalarning uchib kelib urilishi sohasi M dan K ga siljiydi. Demak, molekulaning r radius bo'yicha uchish vaqti bilan B sirtidagi M nuqtaning $\cup$ KM masofaga siljish vaqti bir xil bo'ladi. Molekula bir tekis uchgani sababli

$$T = (r - r_0) / v, \quad R = r - r_0$$

bo'ladi, bunda v- izlanayotgan tezlik r_0 -A sirtning radiusi. B sirt nuqtalarining chiziqli tezligi ωR bo'lgani uchun t vaqtni boshqa formula bilan ifodalashimiz mumkin $t = \frac{\Delta S}{\omega R}$,

shunday qilib $\frac{r - r_0}{\vartheta} = \frac{\Delta S}{\omega R}$, ωR va r_0 tajriba davomida o'zgarmaydi va ular oldindan aniqlangan bo'ladi shuning uchun R ni o'lchab molekulalar tezligi v ni topish mumkin. Shern tajriasida bu tezlik 500 m/s ga yaqin ekanligi topilgan, bundan B sirtga kumush molekulalari turli tezlik bilan uchib keladi, degan xulosa chiqarish

mumkin.
$$\bar{V} = \frac{\omega R^2}{\Delta S}$$

3. Avagadro qonuni

Birday bosim va temperaturalarda har qanday gazning teng hajmidagi molekulalar soni bir xil bo'ladi. Bu Avagadro qonuni deb ataladi. Isboti uchun ideal gaz holat tenglamasini ikki xil gaz uchun yozamiz.

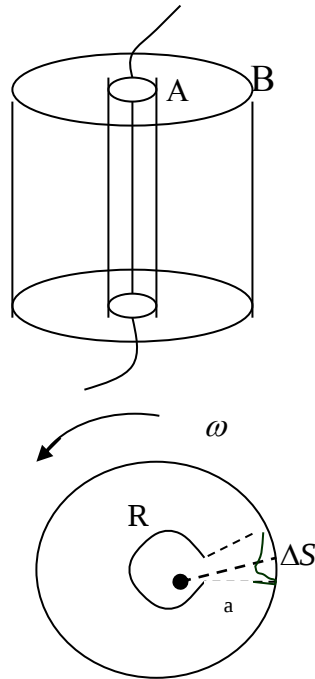
$$Pv = N_1 kT \quad \text{va} \quad pv = N_2 kT.$$

Bu yerda N_1 va N_2 lar gazlarning hajm birligidagi molekulalari soni. Avagadro qonuniga asosan $N_1 = N_2$. Bu qonun, aksincha, molekulalari soni birday bo'lgan turli gazlarning birday bosim va birday temperaturalarda birday hajm egallashi kelib chiqadi. Ma'lumki, har qanday gazning bir molida bir xil sondagi molekulalar bor. Demak, har qanday gazning bir moli birday bosim va haroratlarda birday hajmni egallaydi. Masalan 273,15 K harorat va bir atm. ($1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) bosimda har qanday bir mol gaz hajmi

$$V_0 = \frac{RT}{p} \approx \frac{8,31 \cdot 273}{1,01 \cdot 10^5} = 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$$

bunday sharoitdagi gazning 1 m³ dagi mollar soni $n_c = \frac{N_A}{V_0} = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 2,68 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

bo'ladi, bu son Loshmit soni deyiladi.



4. Dal'ton qonuni

Biron idishda bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan turli gazlar aralashmasi bo'lsin. Bu aralashma uchun holat tenglamasi:

$$PV = (N_1 + N_2 + N_3 + \dots) \cdot kT \quad (1)$$

(1) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$P = \frac{N_1}{V} kT + \frac{N_2}{V} kT + \frac{N_3}{V} kT + \dots$$

bu formula aralashmaning umumiy bosimini ifodalaydi. Bunda

$$\frac{N_1}{V} kT = P_1, \quad \frac{N_2}{V} kT = P_2, \quad \frac{N_3}{V} kT = P_3 \dots$$

Deb olsak, ular aralashmadagi har bir gazning bosimini beradi. Shunday qilib

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

Demak, har bir gaz idish devoriga idishga boshqa gaz bo'lmaganidek bosim ko'rsatar ekan. Har bir gazning bosimini uning partsial bosimi deyiladi. Shunday qilib gazlar aralashmasining bosimi uning komponentlari partsial bosimlarining yig'indisiga teng. Bu xulosa Dal'ton qonuni deb yuritiladi. Uni 1801 yilda D.Dal'ton aniqlagan. Yetarlicha yuqori bosimlardagina Dal'ton qonunidan chetlashtirishlarni kuzatish mumkin.

Muhokama ucun savollar

1. Izotremiq jarayonda gaz hajmi ikki marta ortsa bosimi necha marta o'zgaradi?
A) o'zgarmaydi B) ikki marta o'zgaradi. C) ikki marta kamayadi. D) to'rt marta ortadi. E) to'rt marta kamayadi.
2. Izobarik jarayon to'g'risida tushuncha bering.
3. Loshmit soni nimani ifodalaydi?
A) $1m^3$ dagi molekular soni, B) Hajm birligidagi molekular soni, C) normal sharoitdagi $1m^3$ dagi molekular soni, D) 1mol gazdagi molekular soni,

E) Birlik hajmdagi molekulalar soni.

3-laboratoriya ishi

8-mavzu: GAZLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMLARI NISBATINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma; 2) U simon suvli manometr; 3) qo'l nasos.

Qisqacha nazariya

Gazning solishtirma issiqlik sig'imi uning qizdirilish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli gazni ikki xil isitish sharoitiga mos bo'lgan ikki xil solishtirma issiqlik sig'imi: o'zgarmas hajmdagi (C_v) va o'zgarmas bosimdagi (C_p) solishtirma issiqlik sig'imi tushunchasi mavjuddir. (C_v) yoki (C_p) son qiymati jihatidan o'zgarmas hajmda (yoki o'zgarmas bosimda) bir birlik gaz massasi temperaturasini 1K ga ko'tarish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdoriga teng:

$$C_v = \frac{\Delta Q_v}{m\Delta T} \text{ yoki } C_p = \frac{\Delta Q_p}{m\Delta T}. \quad (1)$$

Gazlarda solishtirma issiqlik sig'imi tushunchasi bilan bir qatorda molyar issiqlik sig'imi tushunchasidan ham foydalaniladi. Gazning o'zgarmas hajmdagi (yoki o'zgarmas bosimdagi) molyar issiqlik sig'imi deb, son qiymat jihatidan o'zgarmas hajmda (yoki o'zgarmas bosimda) bir mol gazning temperaturasini 1K ga oshirish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdoriga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$C_{v\mu} = \frac{\Delta Q_v}{m\Delta T} \mu \text{ yoki } C_{p\mu} = \frac{\Delta Q_p}{m\Delta T} \mu, \quad (2)$$

bunda μ -gazning molyar massasi. Yuqoridagi (1) ni (2) bilan solishtirsak, molyar issiqlik sig'imi bilan solishtirma issiqlik sig'imi orasidagi quyidagi bog'lanishlarni topamiz:

$$C_{v\mu} = C_v \cdot \mu \text{ yoki } C_{p\mu} = C_p \cdot \mu.$$

(1) va (2) dan issiqlik sig'implari nisbati topiladi:

$$\gamma = \frac{C_{p\mu}}{C_{v\mu}} = \frac{C_p}{C_v}.$$

γ - berilgan gaz uchun o'zgarmas bo'lib, Puasson koeffitsiyenti deb ataladi. Bu ishning maqsadi havo uchun shu nisbatni aniqlashdan iborat.

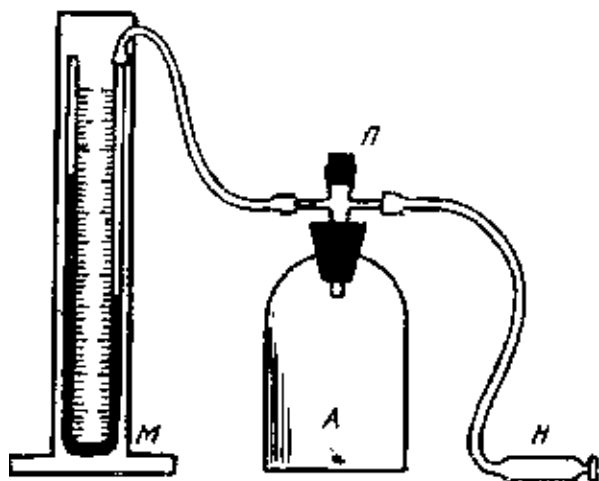
Tajriba qurilmasi

Qurilma havo bilan to'ldirilgan 20-30 litr hajmli A shisha ballondan iborat (2-rasm). Rezina naylar yordamida ballonga ulangan suvli U simon M manometrning tirsaklaridagi gaz hajmining o'zgarishini hisobga olmaslik uchun ballonning hajmi yetarlicha katta qilib olinadi. Ballonga yana H qo'l nasosi ham ulangan bo'lib, uning yordamida ballonga gaz damlanadi. II tiqin ballon ichidagi gazni tashqi atmosferadan ajratib turadi. Siqilgan gazning ortiqchasi juda kichik vaqt oralig'ida tashqariga chiqib ketishga ulgurishi va yuz bergan kengayishni adiabatik jarayon deb hisoblash mumkin bo'lishi uchun II tiqin tiqilgan teshik yetarlicha katta bo'lishi kerak.

Usulning nazariyasi.

A ballonga tashqi atmosfera bosimidan kattaroq bosimli (p) va xona temperaturasidagi (T) gaz qamalgan bo'lsin. II tiqinni qisqa muddatga olib, ballondagi gaz tashqi atmosfera bilan tutashtiriladi. Bunda, avvalo, gaz bosimi atmosfera bosimigacha kamaya

boradi va gaz tez kengayganligi tufayli uning temperaturasi ham pasayadi. Tiqin yopilgandan keyin ballondagi gaz isib, uning temperaturasi xonadagi havo temperaturasigacha ko'tariladi.



2-rasm CM.

Agar ballon devorlarining issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lib, tiqinning teshigi yetarlicha katta bo'lsa, temperatura muvozanati bosim muvozanatidan kechikibroq yuz beradi, ya'ni $\Delta t_p \ll \Delta t_T$; bu yerda $\Delta t_p, \Delta t_T$ -mos ravishda bosim va temperatura muvozanati yuzaga kelguncha o'tadigan vaqt. Tiqin ochiq turadigan Δt vaqt shunday tanlansaki, bunda $\Delta t_T \gg \Delta t_p$ shart bajarilsa, ballon devori orqali issiqlik almashinishini nazarga olmaslik va yuz beradigan kengayishini adiabatik deyish mumkindir (qurilma konstruksiyasida bu shart yetarlicha aniq bajariladi).

Adiabatik jarayonda bosim bilan hajm orasidagi bog'lanish

$$PV^\gamma = \text{const}, \quad (4)$$

ko'rinishda bo'ladi. Bu tenglamani Klapeyron tenglamasi yordamida P va T o'zgaruvchilar orqali yozsak,

$$\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\gamma, \quad (5)$$

tenglikni hosil qilamiz. Adiabatik kengayish oxirida gaz bosimi atmosfera bosimiga (p) va temperaturasi (T_2) tenglashib, u T_1 xona temperaturasidan bir oz kichikdir (gaz kengayayotganda ichki energiyasi hisobiga ish bajarib, temperaturasi pasayadi). Π tiqinni yopib ballondagi gaz yana atmosferadan ajratilganda gaz izoxorik ravishda sekin-asta isiy boshlaydi. Uning isish tezligi idish devorining issiqlik o'tkazuvchanligi bilan belgilanadi. Gazning temperaturasi ortishi bilan bosim ham ortib boradi. Tizim $\Delta t_T \approx \Delta t$ vaqt oralig'ida muvozanatlashib, temperaturasi T_1 xona temperaturasi bilan teng bo'lgan T_3 temperaturagacha ko'tariladi. Tiqin bekitilgandan keyin temperaturaning muvozanatlanish jarayoni Gey-Lyussak qonuniga bo'ysunadi, ya'ni:

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = \frac{P_0}{T_1}, \quad (6)$$

(5) dagi T_1 va T_2 nisbatni (6) dagi ifodasi orqali almashtirilsa,

$$\left(\frac{P_3}{P_2}\right)^\gamma = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma-1},$$

bo'ladi. Bu tenglamani γ ga nisbatan yechsak,

$$\gamma = \frac{\ln \frac{P_1}{P_2}}{\ln \frac{P_1}{P_3}} = \frac{\ln \frac{P_1}{P_0}}{\ln \frac{P_1}{P_3}}, \quad (7)$$

ni hosil qilamiz. Bu yerdagi P_1 va P_2 bosimlar P_0 atmosfera bosimidan kam farq qilgani uchun (7) ga $P_1 = P_0 + h_1, P_3 = P_0 + h_2$ belgilashlar kiritib, soddalashtirish mumkin. Logarifmlarni qatorga yoyib, ikkinchi tartibli kichik hadlarni nazarga olmaganda quyidagini hosil qilamiz.

$$\gamma = \frac{\ln(P_0 + h_1) - \ln(P_0 + h_2)}{\ln(P_0 + h_1) - \ln(P_0 + h_2)} = \frac{\ln\left(1 + \frac{h_1}{P_0}\right)}{\ln\left(1 + \frac{h_1}{P_0}\right) - \ln\left(1 + \frac{h_2}{P_0}\right)} \approx \frac{h_1}{h_1 - h_2}.$$

Bu tenglama yordamida γ ni hisoblash uchun gazning adiabatik kengayishgacha va adiabatik kengayishdan keyingi bosimining atmosfera bosimidan ortiqcha qismlari h_1 va h_2 larni o'lchash kerak. Shuni esda tutish kerakki, bu ikkala kattalik (h_1 va h_2) ni gazda termodinamik muvozanat yuz bergan (ya'ni issiqlik almashinish to'xtagan) dan keyingina o'lchash lozimdir.

O'lchashlar va hisoblashlar

O'lchashni boshlashdan oldin qurilmaning ulanish joylari yetarlicha germetik ekanligiga ishonch hosil qilish kerak. Buning uchun manometrda suv sathlari farqi 20-25 sm ga yetguncha ballonga nasos yordamida havo damlanadi. Vaqt o'tishi bilan gaz bosimining o'zgarishi manometrdan kuzatib boriladi. Agar qurilma germetik bo'lsa, ma'lum vaqtdan so'ng termodinamik muvozanat yuz berib, bosimning kamayishi to'xtaydi. Aks holda, qurilmada sodir bo'layotgan sirqishni topish lozim bo'ladi. Ballon ichidagi gaz bosimi barqarorlashgach, bosimning atmosfera bosimidan ortiqcha qismi h_1 o'lchanadi; u suvli manometrdagi sathlar ayirmasiga teng.

1. So'ngra II tiqinni juda qisqa muddat ichida ochib yopiladi. Termodinamik muvozanatdan keyin yana ballon ichidagi gaz bosimining atmosfera bosimidan ortiqcha qismi h_2 suvli manometrdagi sathlar ayirmasi bo'yicha o'lchanadi.
2. Tajriba kamida 12-15 marta takrorlanadi va olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

Tartib raqami	Manometr ko'rsatishi		λ_i	$\varepsilon = \bar{\gamma} - \gamma_1$	ε_i^2
	h_1	h_2			
1					
2					
...					
			$\bar{\gamma}$		$\sum_{i=1} \varepsilon_i^2$

3. Har bir o'lchash uchun λ_i , uning o'rtacha qiymati $\bar{\gamma}$ va o'lchashning ishonch oralig'i α_n ishonchilik bilan quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta\gamma = t_a(n)S_{\bar{\gamma}}$$

Natija $\gamma = \bar{\gamma} \pm \Delta\gamma$ ifodadan hisoblanadi.

Muhokama uchun savollar

- 1) Gaz adiabatik kengayganda uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi?
- 2) Π tiqinni yopishning kechikishi tajriba natijasiga qanday ta'sir qiladi?
- 3) Nima uchun qurilmada simobli emas, balki suvli manometrdan foydalaniladi?
- 4) Ballondagi gazda suv bug'lari bo'lsa, u tajriba natijasiga ta'sir qiladimi?
- 5) Tanlangan temperatura oralig'ida γ temperaturaga bog'liqmi?
- 6) Temperaturani xona temperaturasidan 1000K ga oshirilsa, shunday bog'lanish kuzatiladimi?

9-mavzu: Real gazlar

Asosiy savollar:

1.Molekulalarning o'zaro ta'siri.

2.Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlaridan chetga chiqish.

3.Van-der-Vaals tenglamasi va izotermasi.

Tayanch so'z va iboralar: Real gaz, molekulaning xususiy o'lchami, xaotik harakat, Izobarik, tortishish, itarish kuchlari, bosim, harorat

Darsning maqsadi:Real gazlar haqida tushuncha berish.

Identiv o'quv maqsadlari:**1.**Real gaz holat tenglamasi bilan tanishadi.

2.Gazlarni suyultirish jarayonining o'rganish.

Mavzuning bayoni;

Ideal gaz tartibsiz harakatlanuvchi elastik sharlarga o'xshagan molekularning yig'indisidan iboratdir. Ideal gaz molekulalari orasida o'zaro tortuv kuchi yuq; ular o'zaro to'qnashgandagina bir-birlarini itaruvchi elastik kuchni paydo etadilar.Molekulalarning o'lchamlari shunday kichikki, ular orasidagi o'rtacha masofaga qaraganda kattaliklarini nazarga olmasak ham bo'ladi. Mana shu xususiyatga ega bo'lgan gazlar Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlariga to'la bo'ysunadilar.Biroq, real gazlar bo'lsa, ideal gaz qonunlariga tahminan bo'ysunadilar. Chunki, real gazlarda ikki xil kuch mavjud. Har qanday atom va molekula ikki xil zaryadga egadir. Ularning yadrosida musbat zaryad bo'lib, elektron qatlamida esa manfiy zaryadlar bo'ladi. Ikki qo'shni atom yadrosidagi musbat zaryadlar yoki atomlarning elektron qatlamidagi manfiy zaryadlar o'zaro itaruvchi kuchlarini paydo qiladilar. Bir atomning musbat markazi bilan ikkinchi atomning elektronlari orasida tortuv kuchi paydo bo'ladi.

Shu asosda real gaz molekulalari orasidagi tortuv va itaruv kuchlari tushuntiriladi. Molekulalarning o'zaro tortuv kuchlari faqat ma'lum masofadagina paydo bo'ladi. Molekulalar tortuv kuchining ta'siri etgan eng katta masofaga uning ta'sir radiusi deyiladi. Katta bosimda molekulalar o'zaro shunday yaqinlashadilarki , ularning elektron qatlamlari bir-biriga juda ham yaqin masofaga kelib qoladilar. Elektron qatlamlarining o'zaro ta'siri shunday kuchlikim , zarrachalar bir-birlaridan qochadilar.

Har qanday juft molekulalar orasida ma'lum bir masofa bo'ladiki, ularning tortuv va itaruv kuchlari shu masofada o'zaro tenglashadi.

Bu masofaning ortishi bilan tortuv kuchlari ko'payib, itaruv kuchlari ozaya boradi va aksincha bo'lishi ham mumkin.

Molekulalar bir-birlariga yaqinlashganlarida ularning itaruv kuchlariga qarshi ish bajariladi. Real gaz molekulalari ma'lum hajmga ega. Siyraklashgan real gaz molekulalarining o'z hajmlari ularning xaotik harakat qilib turgan fazo hajmiga qaraganda juda kichik bo'ladi.

Shu sababli real gaz molekulalarining o'z hajmlari ideal gaz qonunlarining to'g'riligiga sezilarlik darajada ta'sir qila olmaydilar. Katta bosimlarda bo'lsa, molekulalar erkin harakat etadigan fazo ozayib, real gaz molekulalarining o'z hajmlari ideal gaz qonunlariga itoat qilmay boshlaydilar. Molekulalarning o'z hajmlari yig'indisining ta'siri hisobga olinmaganligi uchun real gazlar Klapeyron qonuniga ham bo'ysunmaydilar. Bundan tashqari, molekulalar yaqinlashganda ularning o'zaro tortuv kuchlari paydo bo'lib, gazning siqilishga, ya'ni hajmning kichrayishiga to'siqlik qiladilar.

Ikkinchi tomondan, molekulalarning bir-birlariga yaqinlashishi natijasida ular orasidagi tortuv kuchlari gazning siqilishiga yordam beradi.

Bu kuchlar musbat ishni bajaradilar. Tortuv kuchining ishi gaz molekulalarining kinetik energiyasini oshirishga sarf bo'ladi. Shuning uchun bir-birlariga yaqinlashib kelayotgan molekulalarning tortuv kuchlarining muvozanat holati (tortuv va itaruv kuchlarining tenglashgan holati) dan o'tib qaytadilar. Molekulalarning kinetik energiyalari ular orasidagi o'zaro itaruv kuchlarini engish ishiga sarf bo'lib, kinetik energiyalari tamom bo'lgancha, ular bir-birlariga yaqinlashadilar.

Keyinchalik, molekulalar itaruv kuchining ta'siri ostida bir-birlaridan uzoqlasha boshlaydilar. Shu paytda ular elastik ravishda to'qnashganday bo'ladilar.

Ikkita bir jinsli molekulalar markazining o'zaro yaqinlashish masofasiga molekulaning diametri sifatida qabul qilinadi. Molekulalarning diametrlarini oldin ko'rib, o'tgan formulalar yordami bilan hisoblab chiqarish mumkin.

Hisoblash shuni ko'rsatadiki, 1atm bosim va 0°C temperaturada gaz molekulalarining o'zlari egallagan hajmlari ularning ishg'ol qilib turgan umumiy hajmning o'n mingdan bir qismini tashqil etadi. 5000atm. bosimda bo'lsa, gaz molekulalarining o'zlari egallagan hajmlari gaz umumiy hajmining yarmini tashqil etadilar. Shuni ham aytish kerakki, molekulalar muvozanat holatidan o'zoqlashishlari bilan ularning o'zaro tortuv kuchlari tez ortib, maksimumga etgandan keyin masofa yana kattalanib o'zaro tortuv kuchi tez kamaya boshlaydi. Bu kamayish miqdori taxminan masofaning ettinchi darajasiga to'g'ri proportsional'dir. Demak, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir etuvchi kuch, masofa juda qisqa bo'lgandagina paydo bo'lar ekan.

Molekulalarning o'zaro ta'sir mexanizmi va gazlar kinetikasining to'la fizik asosini mashhur rus olimi M.V.Lomonosov ishlab chiqib, fanga kirgizgan edi. Lomonosov-gazlar kinetik nazariyasining asoschisidir.

Yuqorida aytilganlarga binoan real gazlar bilan ideal gazlar xususiyatlarining farqi shundaki, real gaz molekulalarining o'zlari hajmlarining bo'lishi va ularning o'zaro ta'sir qonunlari elastik sharlar ta'siriga qaraganda ham murakkabroq qonun bo'yicha o'zgarishidadir.

Boyl-Mariott qonuni tomomila to'g'ri qonun emasligi to'g'risidagi fikrni birinchi martaba Lomonosov aytgan edi.

U juda ko'p siqilgan havoning zichligi uning elastikligiga proporsional emas, deb isbot qildi.

Lomonosov davrida Boyl qonunidan chetka chiqishlar tajribada isbot qilinmagan. Bu qonundan chetka chiqish Lomonosov tomonidan nazariy yo'l bilan isbot qilingan edi.

Lomonosov gaz bosimining juda ko'p ortishi natijasida molekulalar diametrining erkin harakatlanadigan fazosiga bo'lgan nisbatlarining ko'payib borishini isbot qildi.

Yuqoridagidan ma'lumki, juda ham siqilgan havoda elastiklik nisbati zichlik nisbatidan farqlanish kerak.

Ko'p olimlar Boyl –Mariott qonunini tajribada tekshirib, quyidagi natijaga kelganlar. Boyl-mariott qonunining ko'rsatishiga qaraganda, vodoroddan tashqari boshqa hamma gazlarda bosimning ortishi bilan siqilish ko'proq bo'ladi, ya'ni shu gazlar ko'proq siqiladilar.

Vodorod bo'lsa, bu qonunning ko'rsatishiga qaraganda, ozroq siqiladi. Uglerod gazi hammadan ko'proq siqiladi, shuning uchun bu gazga yengil siqiladigan gaz deyiladi.

Bir necha ming (3000-3500)atmosfera bosimda hamma gazlar ham vodorod gazi singari Boyl-Mariot qonunining ko'rsatishidan farq qilib; ozroq siqiladilar.

D.I.Mendelev 1874-1876 yillarda Boyl-Mariott qonunini tekshirib, uni bir atmosferadan kam bo'lgan bosimga to'g'ri kelishini isbot qildi. Mendelev juda kam bosimda Boyl-Mariott qonunidan chetka chiqishlar juda oz bo'lishini ko'rsatdi.

Izobarik protsesslar, ya'ni doimiy bosimda gaz holatining o'zgarishi Gey-Lyussak qonuni bo'yicha bo'ladi. Gey-Lyussak tajribalar ko'pchilik gazlarning hajmi kengayishi

koeffitsenti bir xil $\frac{1}{266.6}$ ga teng ekanligini ko'rsatdi. Gey-Lyussak o'z tajribalari haqida bunday degan edi:

" Mening juda diqqat bilan o'tkazgan tajribalarim: atmosfera havosi, kislorod, vodorod, azot, azot kislotasi, ammiak, tuz kislotasi, gugurt va kopdohat kislotalarining bug'lari va boshqalar temperaturaning barovar ko'tarilish natijasida, kengayishlari ham bir xil barovar bo'lishini va natija qilib aytishi mumkinki, umuman hamma gazlar issiqlikdan bir xil darajada kengayishlarini ko'rsatdilar ."

Keyinchalik, XIX asrning II-yarmida o'tkazilgan tajribalar gazlarning hajmiy kengayish koeffitsenti $\beta = \frac{1}{273} = 0.003662$; ga teng ekanligini ko'rsatdilar.

0°C-dan 100°C–gacha bo'lgan temeraturada va bir atmosferadan kam bo'lgan bosimda Gey-Lyussak qonunidan chetka chiqishlar sezilmaydigan darajada bo'ladi. Yuqori bosimlardagi gazlar bo'yicha o'tkazilgan tajribalar Gey-Lyussak qonunidan sezilarli darajada chetlanishni ko'rsatdi. Gey-Lyussak hajm kengayish koeffitsentitining qiymati temperatura va bosimga bog'liq ekanligini isbotladi.

Real gazlar ideal gazlardan faqatgina Boyl nuqtasi yoki inversiya temperaturasida o'zlarining fizik xususiyatlari bilan farq qilmaydilar va Boyl-Mariott, Gey-Lyussak qonunlariga to'la bo'ysunadilar.Boyl nuqtasidan past temperaturada hajmning o'zgarishi Gey-Lyussak qonunining ko'rsatishiga qaraganda ozgach bo'ladi.

Gey-Lyussak qonunidan chetka chiqishning sababi, yuqorida aytilgan–molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari va ularning o'z hajmlaridadir. Ma'lum bosim va temperaturada ideal gaz qonunlaridan har xil real gazlarning chekinishlari turli kattaliklarda bo'ladi. Demak, ideal gazlar xususiyatlarini yaxshi tushintiradigan Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlari real gazlar uchun kam yaroqli ekan. Shuning uchun real gazlarning o'zgarishini tasirlovchi tenglamani topish kerak. Turli temperatura va bosimlarda real

gazlarning holatlariga to'la to'g'ri keladigan bir tenglama ham hozircha topilgan emas. Bir qancha olimlar tomonidan ko'p tenglamalar taqdim etilgan bo'lsa ham, lekin ular murakkab bo'lganliklari uchun tajribada real gazlarga tatbiq qilib bo'lmaydi. Klapeyron tenglamasiga nisbatan, tajriba bilan yaxshi kelishadigan real gazlar va xatto suyuqliklar uchun ham to'g'ri keladigan tenglamani Van-der-Vaals topdi

Van-der-Vaals tenglamasi

Real gazlar molekullarning o'z hajmlarining birligi va ular o'zaro ta'sirida bo'lganliklari bilan ideal gazlardan ajraladilar. Van-der Vaals bu farqlarni hisobga olib, Klapeyron tenglamasiga ikkita tuzatish kirgizdi. Bu tuzatmalarda molekullarning tortuv va itaruv kuchlari hisobga olingan.

Ideal gaz molekullari nuqta, real gaz molekullari bo'lsa, ma'lum hajmiga ega deb qaraladi. Shuning uchun ham idishdagi real gaz molekullari ideal gaz molekullari kabi erkin harakat qilmaydilar.

Molekullarning erkin harakatlanadigan gazning umumiy hajmidan real gaz ishg'ol qilgan hajm b -miqdoriga kichik bo'ladi b -ga effektiv hajm deyiladi. U gaz molekullarining o'lchamlariga bog'liqdir. Demak, molekullarning erkin harakatlanishlari uchun $v-b$ hajm qolar ekan. Bir mol gaz uchun to'zama kirgizilgandan so'ng, Klapeyron tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$P(v - b) = RT \quad (1)$$

gaz bosimi bo'lsa:

$$P = \frac{RT}{v - b} \quad (2)$$

$T=0^{\circ}\text{C}$ temperaturada gazning umumiy hajmi hamma molekullar egallagan hajmga teng bo'ladi, ya'ni $V = B$ shuni ham aytish kerakki, v -miqdor gazning hamma molekullari egallagan hajmga teng emas. Bu miqdor gaz molekullarining haqiqiy hajmidan 4 marotaba kattadir.

Quyidagi mulohazani tekshirib ko'ramiz. Ikki molekula bir-biri bilan har qanday to'qnashganda ularning markazlari orasidagi masofa molekulaning diametri $d = 2r$ qadar yaqinlashadi. Bir molekula ikkinchi molekulaning istagan tomonidan qanchalik unga yaqinlashsa ham, birinchi molekulaning markazi ikkinchisining sferasi ichiga

kirolmaydi. Sfera hajmi molekula hajmidan $\frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{(2r)^3}{r^3} = 8$; marotaba kattadir .

Bunday hajmda ikki molekula harakatlana olmaydi. Bitta molekulaning harakati uchun yuqorida aytilgan sfera hajmining yarmi, ya'ni har bir molekulaning hajmidan 4 martaba katta bo'lgan hajm kerak bo'ladi.

Demak, Klapeyron tenglamasiga faqatgina « b » tuzatmasini kirgizish etarli emas ekan. Shu sababli tuzatilgan Klapeyron tenglamasi bilan hisoblangan gaz bosimi manometr ko'rsatgan bosimdan katta bo'ladi. Klapeyron tenglamasining real gaz holatni to'g'ri ifodalash uchun Van-der-Vaals unga yana boshqa bir tuzatish kirgizadi. Molekullarning o'zaro tortishuvlari bu tuzatmaning kirgizilishiga sababchi bo'ladi. Molekullarning o'zaro tortuv kuchlari natijasida shunday qo'shimcha bosim paydo bo'ladi, bunga ichki bosim deyiladi. Ichki bosim P_i ham gazni siqadi. Ichki bosimning kelib chiqishni quyidagicha tushuntirish mumkin: Gaz ichidagi har bir molekula boshqa molekullar tomonidan tekis o'rab olingan bo'lib, qo'shni molekullar uchun har tomondan teng tortadilar. Tortuv kuchlari har tomondan teng bo'lganliklari sababli, ular

o'zaro yo'qoladilar. Shuning uchun gaz ichidagi molekulalar erkin harakatlana oladilar. Agar molekula idish devoriga yaqinlashsa, qolgan gaz molekulalari uni yana gaz ichiga tomon tortadilar.

Agar molekula gaz ichida ϑ -tezlik bilan harakatlansa, devorga yaqinlashgan sari uning tezligi kamaya boradi. Buning sababi, idish devoridan uzoqda bo'lgan molekulalar devorga yaqinlashayotgan molekulalarni gaz ichiga tomon tortishlaridadir.

Molekulalarning o'zaro tortishishlari bo'lmaganda idish devorlariga beriladigan bosim P_i -miqdori qadar ko'p bo'lar edi. Tajribadan olingan natijalar bilan nazariy hisoblab chiqarilgan qiymatlarning bir-biriga to'g'ri kelishlari uchun (2) tenglamaning o'ng tomoniga ichki bosim P_i -tuzatmasini kirgizish kerak. Bosim uchun bu to'zotmani kirgizgandan keyin quyidagi ifodani olamiz:

$$P = \frac{RT}{V-b} - P_i \quad (3)$$

Gaz molekulalari idish devoriga yaqinlashganda, devor bilan molekula orasidagi tortuv kuchi paydo bo'ladi. Temperatura muvozanatida devorga qarab borayotgan va devordan qaytayotgan gaz molekulalarining o'rtacha energiyalari bir-biriga teng bo'lganliklari uchun idish devori bilan gaz molekulalari orasidagi tortuv kuchi hisobga olinmaydi. Molekulaning idish devoriga yaqinlashishi bilan uning tortuv kuchi o'sganligi sababi, tezligi ham ortib boradi va idish devoridan uzoqlashgan sari uning tezligi kamaya boradi. Shu sababi idish devori bilan molekulaning to'qnashuvidagi kuch impulslarining yigindisi qiymatlari nolga teng bo'ladi. Natijada gaz molekulalarining idish devoriga bergan kuch impulsleri bosim sifatida ta'sir etmaydi.

Ichik bosim P_i -ning miqdori gaz zichligining kvadratiga proporsionaldir. Gaz ichida biror tekis yuzani ko'z oldimizga keltiraylik. Shu tekis yuzaning har ikki tomonidagi molekulalar bir-biri bilan tortishadilar. O'zaro tortishuv kuchlari yuzaning bir tomonidagi 1 sm^3 hajmdagi molekulalarning soniga va yuzaning ikkinchi tomonidagi molekulalar soniga to'g'ri proporsionaldir.

Yuzaning chap tomonidagi 1 sm^3 hajmdagi gaz molekulalarining soni ikki marta ortsa, uning bosimi ham ikki marta ko'payadi. Agar bir vaqtda chap va o'ng tomondagi yuzalarga ta'sir etuvchi gaz molekulalarining soni ikki marta ko'paysa, natijasida bosim to'rt marta ortadi. Demak, tekis yuzaning 1 sm^3 yuzasiga ta'sir etgan molekulalarning o'zaro tortishuvlaridan paydo bo'lgan ichki bosim P_i - 1 sm^3 hajmdagi gaz molekulalar soni (n) ning kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lar ekan, ya'ni:

$$P_i = Cn^2;$$

bundagi C -o'zgarmas bo'lib, molekulalarning xususiyatiga bog'liqdir. Bir mol gazdagi molekulalar soni N va uning hajmini, ϑ_0 - ikkinchi bosim miqdori uchun quyidagini

yozamiz: $P_i = \frac{CN^2}{\vartheta_0^2}$; agar, $CN^2 = a$ desak,

$$P_i = \frac{a}{\vartheta_0^2}; \quad (4)$$

bo'ladi. (4) ni (3) ga qo'ysak, quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$P = \frac{RT}{\vartheta_0 \cdot b} - \frac{a}{\vartheta_0^2} \quad (5)$$

(5) chi tenglamadagi birinchi ifodaning surat va mahrajini $(\vartheta+b)$ ga ko'paytirsak,

$$P = \frac{RT(\vartheta+b)}{\vartheta^2 - b^2} - \frac{a}{\vartheta^2};$$

ni olamiz. «b²» juda kichik bo'lgani uchun uni e'tiborsiz qoldirsak, real gaz bosimini ko'rsatadigan tenglama quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$P = \frac{RT}{g} + \frac{RTb}{g^2} - \frac{a}{g^2}; \quad (6)$$

(5) tenglamani 1 mol gaz uchun quyidagicha yoza olamiz:

$$(P + \frac{a}{g_0^2})(g_0 - b) = RT; \quad (7)$$

Bu tenglamaga Van-der-Vaals tenglamasi deyiladi. Van-der-Vaals tenglamasidagi «a» va «b» o'zgarma sonlari real gazlarning xususiyatlarini belgilaydi. «a» va «b» qiymatlari tajribada topiladi.

Istagan miqdordagi gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasini chiqaramiz. Agar T-temperaturada, V- hajmda, n-mol gaz bo'lsa, bu hajmni quyidagicha ifodalaymiz.

$$V = n g_0;$$

1 mol gazning hajmi g₀-ni topib, (7) chi tenglamaga qo'ygandan keyingi Van-der-Vaals tenglamasini istagan miqdordagi gaz uchun tatbiq qilish mumkin bo'ladi.

$$(P + n^2 \frac{a}{v^2})(v - nb) = nRT; \quad (8)$$

(8) tenglama chidagi $n = \frac{M}{\mu}$ bo'ladi. M-gazning miqdori, μ-molekulyar og'irligi «a» va «b» tuzatma o'zgarma miqdordir.

REAL GAZNING IZOTERMASI

Van-der-Vaal's tenglamasini grafik ravishda ko'rsatish mumkin. Agar berilgan temperatura uchun koordinataning gorizont o'qiga Van-der-Vaal's tenglamasi bilan hisoblab chiqarilgan hajm (g), ham vertikal o'qiga bunga to'g'ri kelgan bosim (P) qiymatlarini qo'yib chiqsak, Van-der-Vaal's tenglamasining grafikasi avsddefg – to'liqsimon egri chiziq shaklini oladi.

Bu izotermaning va def qismi to'liqsimondirki, bundagi v,d va f nuqtalarida bosim kattaligi bir xil bo'lib, hajm qiymati bo'lsa uch xil (g₁, g₂, g₃) bo'ladi. Demak, Van-der-Vaal's tenglamasi kubik (uchinchi darajali) tenglama ekan. Haqiqatan ham Van-der-

Vaal's tenglamasidagi qavsni ochib, uning har bir a'zosini $\frac{g^2}{p}$ ga ko'paytirsak, quyidagi ifodani olamiz:

$$g^3 - g g^2 - \frac{RT}{P} g^2 + \frac{a}{p} g - \frac{ae}{p} = 0; \quad (9)$$

Gaz temperaturasining ortishi bilan grafikning to'liqsimon qismi ozayib, «a» va «c» nuqtalari bir-biriga yaqinlasha boradilar. Ma'lum tempero'raturada bo'lsa, bu «a» va «c» nuqtalari qo'shilishib, bitta «k» nuqtasini paydo qiladi.

«v» va «f» nuqtalarning qo'shilishi natijasida bosim (R) bir xil bo'lib, hajmlarning uchalasi ham baravarlashadi, ya'ni g₁ = g₂ = g₃; hajmning har uch qiymati tenglashgan nuqtaga kritik nuqta deyiladi.

Kritik nuqtada real gazlarning holatini xarakterlaydigan parametrlarga kritik parametrlar deb nom beriladi. Masalan: Kritik hajm, (g_k) kritik bosim (P_k) va kritik temperatura (T_k) real gazlarning kritik holatini ifodalovchi (10)chi tenglama quyidagicha yozilishi mumkin. (g - g_k)³ = 0 qavsni ochsak g³ - 3g² · g_k + 3g · g_k² - g_k³ = 0 (11)

(9) va (11) tenglamalardagi ρ^3, ρ^2 va ρ hajmlari oldidagi koeffitsientlarni tenglashtirib, «a» va «b» miqdorlarning kritik hajm (ρ_k), kritik bosim (R_k) va kritik temperatura bilan bog'lanishni topamiz:

$$\epsilon + \frac{RT_k}{P_k} = 3\rho_k; \quad \frac{a}{P_k} = 3\rho_k^2; \quad \frac{a\epsilon}{P_k} = \rho_k^3 \dots \quad (12)$$

(9) tenglamani kritik holatda bo'lgan vaqtida tenglashtirganimiz uchun T va R parametrlarga «k» indeksni yozamiz.

Odatda berilgan gaz uchun P_k, ρ_k, T_k kritik qiymatlar tajribadan topilgandan keyin (12) tenglama yordami bilan «a» va «v» qiymatlari aniqlanadi. Masalan: korbonat anhidrid gazi (uglekisliy) uchun

$$P_k = 73 \text{ am}; \quad \rho_k = 98,2 \text{ cm}^3 \quad \text{va} \quad t_k = 31,35^\circ \text{C}$$

$$P_k = 218 \text{ am}; \quad \rho_k = 55,0 \text{ cm}^3 \quad t_k = 374^\circ \text{C}$$

Kritik temperaturadan yuqori darajalarda real gaz xususiyatlari ideal gaznikidek bo'ladi. Shuning uchun yuqori temperaturali gaz uchun chizilgan Van-der Vaals izotermasi Klopeyron izotermasidan oz farq qiladi.

Temperaturasi kritik darajadan pastda bo'lgan gazlar uchun Van-der-Vaals egri chizig'ining ayrim qismlarini tekshiramiz.

Agar «a» nuqtasidan boshlab gaz hajmini ozayтира borsak, «c» nuqttagacha gazning bosimi ko'payib boradi. Hajmning keyingi ozayishi bilan gazning bosimi «e» nuqtaga qadar kamayadi.

«e» nuqtasidan boshlab yana bosim ko'paya boshlaydi. Demak, egri chiziqlarning cde qismida hajmning kamayishi bilan bosim ham ozaya boradi.

Egri chiziqlarning cde qismiga qarab jism qanday holatda ekanligini ayta olmaymiz.

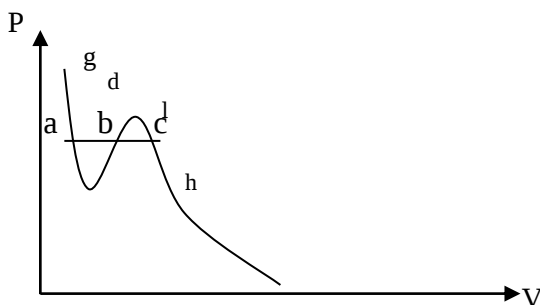
Bu holatni tajribada ko'rish juda qiyindir. Chunki egri chiziqdagi cde holatidan suyuq holatga yoki gaz holatga o'tadi.

Egri chiziqlarning «a-v» qismida hajm ozayadi ammo bosim orta boradi.

Demak, izotermaning bu qismi jismning gaz holatini yoki to'yinmagan bug' holatini ifodalaydi. Egri chiziqlarning «a-b» qismi uchun Klopeyron qonunini tatbiq etamiz.

Bu holatni «b» nuqtaga etgandan keyin, u to'yingan bug' holiga keladi.

Bug' joylashgan fazoga yana qo'shimcha bug' joylasha olmaydigan holatga to'yingan bug' deb aytiladi.



To'yingan bug'larning izotermik siqilishlarida ularning bir qismi suyuqlikka aylanib, bosimi esa o'zgarmaydi. Biroq to'yingan bug'larning temperaturalarini juda tezlik bilan pasayganda, ular suyuq holga o'tmasdan o'ta to'yingan holatga keladilar.

Egri chiziqlarning «bc» qismi o'ta to'yingan bug' holatini ko'rsatadi. Egri chiziqlarning bu qismini tajribada ko'rish mumkin bo'ladi.

O'ta to'yingan bug' holati turg'un bo'lmasdan osonlik bilan suyuqlik yoki to'yingan bug' holatiga o'tadi. Ya'ni holat b-nuqta bilan emas b¹-nuqta bilan aniqlanadi.

«ef» qismi kengaygan suyuqlik holatini ko'rsatadi. Tajribada bu holatni quyidagicha ko'rish mumkin: Juda ham tozalangan shisha idishga toza spirt quyiladi. Spirtni qaynatishi bilan undagi havo

chiqariladi, maxkam qilinadi va yangidan qizdiriladi. Qizdirish natijasida spirt kengayib, idishni to'ldiradi. Spirt sovib, o'zining avvalgi temperaturasi kelsa ham uning hajmi kengaygan holda qolaveradi. Chunki, spirt idish devoriga yopishib erkin yuzani hosil qilmaydi. Bu idishni qattiq silkitganda spirt idish devorining bir qismidan ajralib, yuza taranglik pardaning yordami bilan tovush chiqarib, o'zining avvalgi hajmiga qaytib keladi. Idishdagi suyuqlik normal zichlikka ega bo'lib uning ustida qisman to'yingan bug' hosil bo'ladi. «f» nuqta jismning suyuq holatini ifodalaydi. Egri chiziqning «fg» qismi tez yuqoriga ko'tariladi. Bu tajriba suyuqlik hajmining ozgina kichrayishi bilan uning bosimi tez ko'tarilishini ko'rsatadi.

Demak, suyuqlik hajmini ozroq o'zgartirish uchun katta bosim berish kerak.

Shunday qilib, Van-der Vals izotermasining «B» nuqtasida jism to'la ravishda to'yingan bug' holida bo'lib, «f» nuqtasida esa suyuq holatda bo'ladi.

Kritik temperaturada bu nuqtalar qo'shilib ketadilar.

Demak, kritik nuqtada (k) jismning har ikki holati (to'yingan bug' va suyuqlik) qo'shiladi. Suyuqlik va uning to'yingan bug'i orasidagi farq k-nuqta holatida yo'qoladi.

Bu Yo'q rus olimi D.I. Mendeleev jismlarning kritik holatini tajriba yo'li bilan ochdi. Mendeleev har qanday jismlarning kritik nuqtadan yuqori temperaturalarda suyuq holatda tura olmasliklarini aniqladi. Demak, kritik temperatura deb, undan yuqori va u bilan barobar temperaturada turgan gazlarning bosimini o'ttirish bilan suyuqlikka aylantirish mumkin bo'lmagan temperaturaga aytiladi. Van-der-Vaals tenglamasini real gazlardan tashqari suyuqliklarga ham tatbiq qilish mumkin.

Muhokama uchun savollar:

1.a-tuzatmaning mohiyatini tushuntiring.

2.Real gazlar orasida qo'shimcha bosim qanday qilib yuzaga keladi?

3.a va b-konstantalar to'g'risida tushincha bering.

Mustaqil ish topshiriqlari;

1-topshiriq

1. Real gazlarning holat tenglamasini yozib, Van-der-Vaal's tuzatmalarini ma'nosini tushuntiring.
2. Real gaz izotermasini chizib, uning ideal gaz izotermasidan farqini tushuntiring.
3. Qanday eksperimental sharoitda ideal gaz modelidan foydalanib bo'lmaydi ?

2-topshiriq

1. Van-der-Vaal's nazariyasiga o'tilganda molekula tushunchasi qanday o'zgaradi ?
2. Potensial energiya bilan molekula orasidagi o'zaro ta'sir grafigini chizing.
3. Van-der-Vaal's nazariyasida qanday approksimasiya qo'llanilgan ?

3-topshiriq

1. "a" va "b" tuzatmani hisobga oling va izotermalar oilasini chizing. bosimning manfiy qismining fizik ma'nosini tushuntiring.
2. Agar suvning ichki bosimi 11 000 atm.ga taxminan teng bo'lsa, hisoblash nimani ko'rsatadi ?

4-topshiriq

1. Manometr yordamida real gazning yoki suyuqlikning bosimini o'lchash mumkinmi ?
2. O'zgarmas hajm va bosimda ideal va real gazning solishtirma issiqlik sig'imini qanday aniqlash mumkin ?

5-topshiriq

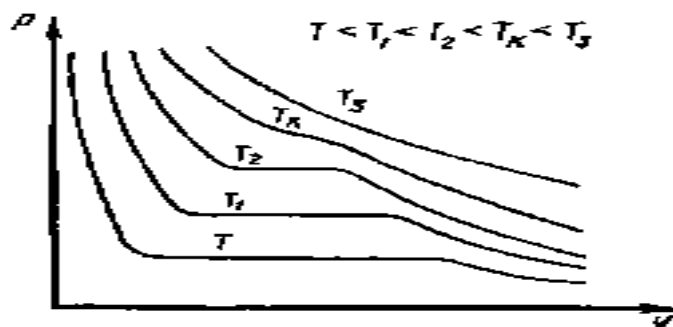
1. Bo'shliqda real gaz adiabatik kengaydi. Uning ichki energiyasi qanday o'zgaradi ? Temperaturasichi ? Entropiyasichi?
2. PV koordinata o'qlarida Van-der-Vaal's izotermasini chizing. Uni ideal gaz izotermasi oilasi bilan solishtiring.

10-mavzu: Efirning kritik temperaturasini aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma; 2) efir solingan ampula; 3) termometr.

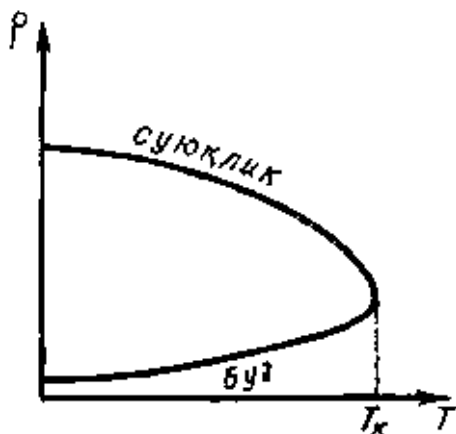
Qisqacha nazariya

Real gazning turli temperaturalarga oid izotermalarda barcha moddalar uchun umumiy bo'lgan qonuniyatni ko'rish mumkin (3-rasm). Masalan, temperatura qancha yuqori bo'lsa, birinchidan, gaz kondensatsiyasi boshlanadigan hajm shunchalik kichik; ikkinchidan, gaz to'la kondensatsiyalanganidan keyin suyuqlik egallaydigan hajm shunchalik kattadir. Demak, suyuqlik va gaz orasidagi muvozanat holatiga mos keluvchi izoterma to'g'ri chizig'ining uzunligi temperatura ortishi bilan qisqarib boradi. Kondensatsiya gazning katta zichligida boshlanib, suyuqlikning kichik zichligida to'xtaydi. Boshqacha qilib aytganda, temperatura qancha yuqori bo'lsa, birday bosimda gaz va suyuqlik zichliklari bir-biriga shunchalik yaqin bo'ladi, yetarlicha yuqori temperaturada izoterma ufqiy qismi qisqara borib, ma'lum bir temperaturada nuqtaga aylanadi. Shu temperatura (T_k) **kritik temperatura** deyiladi. Har xil moddalarning kritik temperaturalari qiymatlari turlichadir. Masalan, suv uchun u 647K, azot uchun 126K, karbonat angidrid (CO_2) uchun 305K ga teng. Tabiatda eng past kritik temperaturaga ega bo'lgan modda atom og'irligi 3ga teng bo'lgan geliy (He) izotopi bo'lib, u uchun $T_k = 3.34\text{K}$.

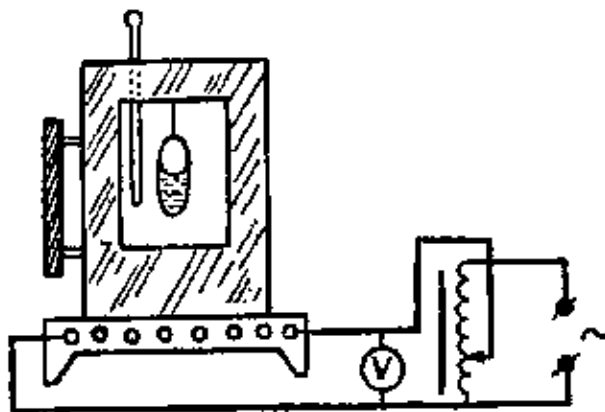


3-rasm

Izoterma ufqiy qismining $T = T_k$ da nuqtaga aylanish vaziyatiga mos keluvchi modda holati *kritik holat* deyiladi. Bu holatga mos keluvchi bosim esa *kritik bosim* deyiladi. Suv uchun kritik bosim 217,7 atm ga teng. Kritik holatda modda massasi muayyan kritik hajmni egallaydi. Agar temperaturasini kritik temperaturada doimiy saqlab, gazni siqilsa, uning zichligi ayni shu temperatura va bosimdagi suyuqlik zichligiga tenglashguncha orta boradi. Undan keyingi siqisha idishda faqat suyuqlik bo'ladi. Kritik temperaturada moddaning gazsimon holatdan suyuq holatga o'tishda gaz –suyuqlik chegarasi hosil bo'lmaydi, ya'ni suyuqlik va gazlar bir vaqtda muvozanat holatda bo'ladigan soha yo'q. Kritik holatda suyuqlik va gazning farqi yo'qoladi. Shuning uchun, agar suyuqlik va suyuqlik bug'i zichligining temperaturaga bog'lanish grafigini bitta chizmada chizilsa u suyuqlik uchun pastga, bug' uchun yuqoriga qarab yo'naladi. Kritik temperaturada har ikkala chiziq uchrashadi, ya'ni suyuqlik zichligi bug' zichligiga tenglashadi (4-rasm). Kritik holatda suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti va solishtirma bug'lanish issiqligi nolga teng bo'ladi.



4-rasm



5-rasm

Usulning nazariyasi va tajriba qurilmasi

Ushbu ishning maqsadi kritik holatni kuzatib, suyuq jismlarning kritik temperaturasi aniqlashdan iborat. Buning uchun quyidagi tajribadan foydalaniladi. Tekshiriladigan suyuqlik shisha nayga quyilib, undagi havo chiqarilgach, nay germetik kavsharlanadi. Bu suyuqlik solingan naycha tunukadan yasalgan silindrsimon idishga joylashtiriladi. Idishning ikki tomonida slyuda darchalar bo'lib, ular orqali kuzatish olib boriladi (5-rasm). Hodisani kuzatishda efirdan foydalanish juda qulaydir, chunki uning kritik bosimi ancha past (atigi 35,5 atm chamasida, temperaturasi ham uncha yuqori emas (467K). Efir avtotransformatorga ulangan elektr plitka vositasida isitiladi. Naycha yoniga termometr joylashtirib, temperatura ko'tarila borayotganda suyuqlik va uning bug'i orasidagi chegara (menisk) kuzatib boriladi. Biror temperaturaga yetganda menisk to'satdan yo'qoladi va naycha bir jinsli modda bilan to'lganday bo'ladi. Meniskning yo'qolishi naychadagi modda meniskidan ikkala tomonda joylashgan qismlarning zichligi teng bo'lib qolganini ko'rsatadi. Demak, mana shu menisk yo'qolishi paytidagi temperatura tekshirilayotgan suyuqlikning kritik temperaturasi. Shundan so'ng, temperaturasi kritik temperaturadan yuqori bo'lgan naychani sovuta boshlasak, naycha ichida kritik temperaturada birdaniga tuman hosil bo'lib, u tezda kondensatsiyalana boshlaydi va yana suyuqlik-bug' chegarasi – menisk paydo bo'ladi. Shunday qilib suyuqlikning kritik temperaturasi germetik idishda menisk yo'qolishi yoki paydo bo'lishi vaqtidagi temperaturani o'lchash orqali aniqlash mumkin.

Agar naychadagi suyuqlik miqdori muayyan bir qiymatga ega bo'lsagina menisk nay bo'lib, siljimay qoladi, chunki bunda suyuqlik bug'ining zichligi kritik zichlikka teng bo'ladi. Agar idishdagi suyuqlik kritik miqdordan ortiq bo'lsa, temperatura ortishi bilan menisk yuqoriga siljib, suyuqlik butun hajmni egallaydi. Suyuqlik miqdori kam bo'lgan holda menisk pastgan siljiydi va butun hajmni bug' egallab oladi. Faqat shu jismning kritik hajmiga teng hajmli idishdagina temperatura ortishi bilan suyuqlik va bug'ning hajmlari deyarli o'zgarmay turadi. Chunki suyuqlik isish vaqtida uning bir qismi bug'ga aylanadi va buning natijasida bug'ning zichligi ortadi. Lekin suyuqlik hajmi o'zgarmaydi, chunki isish natijasida uning hajmi bug'langan suyuqlik hajmicha ortadi. Shunday qilib, suyuqlik zichligi kamayib, uning ustidagi bug' zichligi orta boradi. Bu jarayon suyuqlik va bug' zichliklari orasidagi farq yo'qolguncha davom etadi. Bunday holat *kritik holat* deb atalib, bunda moddani na suyuqlik va na bug' deb bo'ladi.

O'lchashlar va hisoblashlar

1. Ampulaning butunligiga ishonch hosil qilib, qizdirgichni ta'minlovchi avtotransformator 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulanadi. Avtotransformatorning dastagini burab, shunday holatni topish kerakki, qizdirgichning temperaturasi minutiga 1,5-2K ga oshadigan bo'lsin. O'rtacha isish tezligini aniqlash uchun ampulaning 5 minut davomida qancha gradusga isishini aniqlash kerak.
2. Temperatura chamasini 440K ga yetgandan keyin ampuladagi menisk holatini uzluksiz kuzatib turish lozim. Ampulada menisk yo'qolgan paytidagi temperatura termometrdan belgilab olinadi va qizdirish to'xtatiladi.

3. Sovishni kuzatib turib, ampulada menisk hosil bo'lgandagi temperatura aniqlanadi.
4. Yuqorida 2-3- bandlarda bayon qilingan tartibda tajriba 4-5 marta takrorlanadi. Ampuladagi meniskning yo'qolishi va paydo bo'lishiga mos temperaturalarning o'rtacha qiymati topiladi.

Savollar

- 1) Agar ampuladagi modda kritik miqdordan ortiq (yoki kam) bo'lsa, isitish jarayonida suyuqlik meniski o'zini qanday tutadi?
- 2) Tajribadan olingan izotermalar real gaz uchun Van-der-Vaal's nazariy izotermalaridan nima bilan farq qiladi?
- 3) Sovish natijasida kritik holatga yaqinlashishda ampuladagi moddaning xiralashishiga sabab nima?
- 4) Normal sharoitda gaz holatda yoki qattiq holatda bo'ladigan moddalarning kritik temperaturalarini qanday usullar bilan aniqlash mumkin?
- 5) Etil efirni qizdirganda uning kritik holatini kuzatish mumkin bo'lishi uchun 293⁰K temperaturada u ampula hajmining qanday qismini egallab turishi kerak? Etil efirning kritik bosimi $P_k = 35.5 \text{ atm}$; molyar massasi $m = 74 \text{ kg/kmol}$; 293K temperaturadagi zichligi $r = 0,714 \cdot 103 \text{ kg/m}^3$ deb olinsin.

11-mavzu: Gazning izotermalari

1.Vakuumda-gazning kengayishi. 2.Invertsiya temperaturasi.3. Djoul-Tomson hodisasi. 4.Gazlarning suyultirish.5.Sun'iy yo'l bilan sovuq olish va uning ishlatilishi 6.Suyuqliklarning molekulyar xususiyati, molekulyar bosim.

Tayanch so'z va iboralar: Real gazlar izotermasi, molekulaning xususiy o'lchami, xaotik harakat, izobarik, tortishish, itarish kuchlari, bosim, harorat, vakuum, inversiya, Joul-Tomson effekti, drossellash, kritik tezlik.

Darsning maqsadi: Real gazlar izotermasi haqida tushuncha berish.

Identiv o'quv maqsadlari: 1.Real gazlarning holat o'zgarishlarini ifodalovchi qonuniyatlarning holat tenglamasi bilan tanishadi.

2.Gazlarni suyultirish jarayonining o'rganish usullarini bilib oladi.

Mavzuning bayoni;

Gaz va bug'larnig hajmi bilan bosimi orasidagi bog'lanish ko'p olimlar tomonidan tekshirilgan. Tajribalar Van-der-Vaals izotermasining to'liqsimon qismi o'rniga hajm o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqni beradi. Корбонат ангидрид gazining izotermasi bir qancha olimlar tomonidan juda diqqat bilan tekshirilgan. Tajriba uchun ma'lum miqdordagi корбонат ангидрид gazi solingan qalin devorli shisha trubka olinadi. Trubkadagi bosim o'ziga ulangan va juda yahshi tekshirilgan manometr bilan o'lchanadi. Temperaturani o'zgarmas holda saqlash uchun shisha trubka termostat ichiga joylashtiriladi. Avtomatik ravishda temperaturani o'zgarmas holda saqlaydigan qurilmaga termostat deyiladi. Корбонат ангидрид gazining har xil bosimdagi hajmini bilish uchun trubkani aniq ravishda kalibrlash, ya'ni barobar hajmlarga bo'lishi kerak. 0⁰C—da корбонат ангидрид gazining bosim va hajm o'zgarishini tekshiraylik. Gazning boshlang'ich hajmi bilan boshlang'ich bosimining qiymatlarini grafikadagi a-nuqta belgilaydi.

Корбонат ангидрид gazining siqish bilan uning hajmi sekin-sekin ozayib, bosimi esa ortadi. Bunda корбонат ангидрид gazi Boyle-Mariott qonuni talab qilganidan ko'ra ko'proq siqiladi. Ma'lum bir holatga ytganda hajmining o'zgarishi bilan gazning bosimi ham o'zgarib, grafikadagi b-nuqtaga yetgandan keyin hajmning o'zgarishi bilan uning bosimi o'zgarmaydi. Chunki b va c nuqtalari orasidagi gaz to'yingan holda bo'ladi. O'zgarmas temperatura va o'zgarmas bosimda gaz hajmini kichraytirish bilan suyuq holga aylantirish mumkin bo'lgan gazga to'yingan bug' deyiladi. Hajmning keyingi ozayishi to'yingan gaz holidagi корбонат ангидрид gazining bosimini o'zgaritmaydi. Chunki hajmning kamayishi bilan u sekin-asta suyuq holga o'tib turadi. To'yingan gazning hammasi suyuqlikka aylanganicha uning bosimi o'zgarmaydi. Grafikaning hajm o'qiga parallel bo'lgan bc-kesmasi

bosimning bir xilda qolishini ko'rsatadi. bc-kesmaning istagan nuqtasida korbonat ангидрид gazining bir qismi suyuq holda bo'lib, qolgan qismi gaz holicha qoladi. Tekshirayotgan nuqtamiz c-ga qancha yaqinlashsa korbonat ангидрид gazining hajmi shunchalik kichik va gaz holida oz, suyuq holida ko'p bo'ladi. c- nuqtaning o'zida bo'lsa, korbonat ангидрид gazining hammasi suyuq holga o'tgan bo'ladi.

Karbonat ангидрид gazi hajmining keyingi ozayishi bilan suyuq holdagi bosimi ko'p ortadi. Bu esa suyuqlik siqilishining juda oz ekanligini ko'rsatadi. Shuning uchun izoterma egri chizig'ining cd-kesmasi juda tez ko'tarilgadir. Yuqori temperaturalarda izoterma b-c-tug'ri chiziqli kesma qisqara boradi.

Temperaturaning ko'tarilishi bilan b va c nuqtalari o'zaro yaqinlashib, bu nuqtalar kritik temperaturada (T_k) (korbonat ангидрид gazi uchun $t_k = 31,15^{\circ}C$) «k»- nuqtaga kelib qo'shiladi. k-nuqtaga kritik nuqta deyiladi. Kritik nuqtada har bir jismning gaz holati bilan suyuqlik holati orasida hech qanday ayirma bo'lmaydi. Kritik temperaturada suyuqlikning bug'lanish issiqligi va yuza taranglik koeffitsienti nolga tenglashadi.

Tajriba har bir gazning o'ziga xos kritik temperaturasi, kritik hajmi va kritik bosimi borligini ko'rsatadi. Ko'p suyuqliklarning kritik temperaturasi Nadejdin, Zayonchevske, Avenarius va boshqa olimlar tomonidan tekshirilgan. Kritik temperaturalardan pastda, issiqlik darajasida bo'lgan jismlar to'la suyuq yoki to'la gaz holida, yoki o'zining to'yingan bug'i bilan chegaradosh bo'lib, suyuq holda bo'lishlari mumkin. Kritik temperaturadan yuqori bo'lgan temperaturalarda jismlar faqat gaz holatida turadilar. Kritik temperaturadan yuqori temperaturada bo'lgan gazlarni bosish bilan ularni suyuq holga aylantirish mumkin emas. Demak, gazlarning suyuq holatiga keltirish uchun avval uning temperaturasi kritik temperaturadan pastga tushirib, keyin uni siqish kerak. Kritik temperaturadan yuqori temperaturada bo'lgan gaz holatidagi jismlarni gaz deb ataydilar va temperaturasi kritik temperaturadan pastda bo'lgan gaz holatidagi jismlarni bug' deb atash qabul qilingan. Endi gazlarni sovutish usullari bilan tanishamiz.

VAKUUMDA-GAZNING KENGAYISHI. INVERTSIYA TEMPERATURASI. DJOUL-TOMSON HODISASI.

Issiqlik o'tkazmovchi silindr ichidagi ideal gaz adiabatik ravishda kegayib, porshenni ko'taradi deb qabul qilamiz. Ma'lumki, bunday kengayishda tashqi kuchni engish uchun gazning bajargan ishi ichki energiyasining kamayishi hisobida bo'ladi. Bunday kengayishda ideal gaz temperaturasi pasayadi. Ideal gazning bo'shliqda kegayishi esa butunlay boshqachadir. Masalan: Gaz bir idishdan butunlay bo'sh bo'lgan boshqa idishga o'tsin. Bu holda ideal gazning temperaturasi o'zgarmaydi, chunki kenayishda ideal gaz hech qanday ish bajarmaydi. Demak, tashqi ishni bajarmasdan turib kengayganda ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi. Ma'lumki, real gaz molekulalari orasida tortishuv va itarish kuchlari bor. Shuning uchun bo'shliqda yoki bosimi oz bo'lgan muhitda kengaygan real gazning temperaturasi o'zgaradi. Real gaz kengayganda uning molekulalari orasidagi tortuv kuchi gaz temperaturasi pasaytirib, itaruv kuchlari bo'lsa uning temperaturasi oshiradi. Agar gaz molekulalari orasidagi tortuv kuchi bor desak, bunday gazlar bo'shliqda kengayganda ularning molekulalari bir-biridan uzoqlashib, o'zaro tortuv kuchlarini engish uchun o'zlarining kinetik energiyalarining kamayishi hisobida ish bajariladi. Molekulalar bir-biridan uzoqlashganda, o'zaro tortuv kuchlari ularning tezliklarini kamaytiradi.

Bo'shliqda kengayganda gaz molekulalari tezligining ozayishi ularning kinetik energiyalarini ham ozaytiradi. Gaz molekulalarining kinetik energiyalari gazning temperaturasi bog'liq bo'lgani uchun kinetik energiyaning kamayishi gazning temperaturasi ozaytiradi va bo'shliqda kengaygan gazning bosimi ham kamayadi.

Bu natija molekulalarning o'zaro tortuv kuchlarinigina hisobga olib, real gazlar bosimi uchun yozilgan tenglamadan kelib chiqadi.

$$P = \frac{RT}{g} - \frac{a}{g^2}$$

Bu formuladagi $\frac{RT}{g}$ Klapeyron tenglamasidan chiqarilgan ideal gaz bosimidir; $\frac{a}{g^2}$ bo'lsa, molekulalarning o'zaro tortuv kuchidan kelib chiqqan tuzatma bosimini ozaytiradi. Biroq

molekulalarning o'zaro tortuv kuchlaridan tashqari, o'zaro itaruv kuchlari ham bordir. Bu itaruv kuchlari esa bo'shliqda kengaygan gaz molekulalarining tezligining ortishiga yordam beradi. Gaz kengayganda molekulalar orasidagi itaruv kuchlari ularning o'zaro tezliklarini ko'paytiradi. Shu vaqtda gazning potentsial energiyasi ozayib, uning hisobiga kinetik energiyasi ko'payadi.

Natijada gazning temperaturasi ko'tariladi. Itaruv kuchlari gaz molekulalarining hajmiga bog'liq bo'lgani uchun bo'shliqda kengayotgan gaz temperraturasining ortishiga yordam beradi. Itaruv kuchi beradigan bosimni molekulalarning hajmlari orqali ifodalashi mumkin. Real gaz bosimini

hisoblash uchun chiqarilgan tenglamadagi $\frac{RT\epsilon}{g^2}$ bosim molekulaning o'z hajmiga bog'liq ekanligini

ko'rsatadi. Real gaz molekulalarining tortuv kuchlari natijasida paydo bo'lgan bosim $\frac{a}{g^2}$ bo'lgan

ularning itaruv kuchlari natijasida paydo bo'lgan bosim $\frac{RT\epsilon}{g^2}$ o'zaro tengdir.

$$\frac{a}{g^2} = \frac{RT\epsilon}{g^2} \text{ bo'lganda,}$$

$$P = \frac{RT}{g} + \frac{RT\epsilon}{g^2} - \frac{a}{g^2},$$

tenglamadan Klapayron tenglamasi kelib chiqadi.

$$P = \frac{RT}{g}.$$

Demak, bunday holatda real gaz bosimi ideal gazniki singari bo'ladi.

Ko'rib o'tilgan bosimlar tengligi ma'lum T temperaturadagina bo'lishi mumkin, chunki u temperatura bosimning $\frac{RT\epsilon}{g}$ ifodasi ichiga kiradi.

Real gaz bosimi ideal gaz bosimi kabi bo'lgandagi temperaturaga Boyl nuqtasi yoki inversiya temperaturasi deyiladi.

Invertsiya temperaturasi: vodorod uchun -73°C ; geliy uchun -258°C ; kislorod uchun $+720^{\circ}\text{C}$; korбонат ангидрид gazi uchun $+1800^{\circ}\text{C}$ bo'ladi.

Boyl nuqtasidan yuqori temperaturada bosim $\frac{RT\epsilon}{g^2} > \frac{a}{g^2}$ bo'ladi.

Shuning uchun bo'shliqda kengaygan real gazning bosimi ortadi. Boyl nuqtasidan yuqori bo'lgan temperaturalarda, bo'shliqda kengaygan real gazlar qiziydi.

Boyl nuqtasidan past bo'lgan temperaturaga bosim $\frac{a}{g^2} > \frac{RT\epsilon}{g^2}$, va bo'shliqda kengaygan gaz soviydi.

Bo'shliqda kengaygan real gazlarning qizishi yoki sovishga Djoul-Tomson hodisasi deyiladi. Djoul Tomson tajribasi quyidagidan iboratdir. Issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lgan bambuk trubkaning o'rtasida presslangan paxta probkasi «c» joylashtirilgan. Shu probka orqali yuqori bosimli gaz past bosimli gazga qarab sekinlik bilan o'tishga majbur bo'ladi.

Trubka qalin jun qatlami bilan o'ralgan. Bambuk trubkani «c» probka bilan ikkiga ajratib, har ikki tomonida sezgir termometrlar joylashtirilgan. «c» probkaning bir tomonidagi gazga porshen orqali berilgan bosim P_1 va ikkinchi tomonidagi gazning bosimi P_2 bo'lib, biroq $P_1 > P_2$ dir. Shuning uchun issiqlik o'tkazuvchanligi yomon bo'lgan probka orqali chap tomondan o'ng tomonga o'tgan gaz adiabatik ravishda kamayadi. Djoul –Tomson tajribasi uy temperaturasida «c» probka orqali bosim katta bo'lgan tomondan bosim oz bo'lgan tomonga o'tgan havo va korбонат ангидрид gazlarining sovishi va vodorodning esa qiziganligini ko'rsatadi.

Tajribada bosim bir atmosferaga kamayganda havo taxminan $0,25^{\circ}\text{C}$ ga, korбонат ангидрид gazi $1,3^{\circ}\text{C}$ ga sovib, vodorod $0,04^{\circ}\text{C}$ ga qizishi aniqlangan. Djoul-Tomson tajribasi gaz molekulalari orasida o'zaro tortuv va itaruv kuchlari borligini isbot qiladi. Djoul-Tomson hodisasi suyuq gaz olishi uchun va past temperaturani olish texnikasida ishlatiladi.

GAZLARNING SUYULTIRISH

Gaz holatidagi harqanday jismni suyuqlikka aylantirish mumkin. Gazni suyuq holatga keltirish uchun avval uni kritik temperaturadan past bo'lgan temperaturagacha sovitib, keyin siqish kerak.

Masalan: azot normal bosimda-190°C havo 20atm. bosimda -180°C da suyuladi. Past temperaturalarini olish uchun adiabatik kengayishda gazning sovishi keng miqyosda ishlatiladi. Gazlarning suyultirish maxsus mashina yordami bilan bajariladi.

Atmosfera havosi kompressor tomonidan so'rilib, 20-atmosferagacha siqiladi. Siqilgan gaz kompressorga kirib, bosimi yana 200 atmosferaga etgancha siqiladi. Siqilgan gaz qizib ketadi. Kompressorlardan chiqqan gaz balonga kiradi. balonda sovitkich va tozalatgich bo'lib, muz tuz aralashmasi bilan o'ralgan edkiy kaliy parchalari bilan to'ldirilgan. Balondagi edkiy kaliy undan o'tayotgan havoni suv bug'laridan va korbonat anhidrid gazidan tozalaydi. Tozalangan havo latundan yasalgan buralma o'ram shaklidagi trubkadan o'tadiki, u trubka boshqa bir kengroq trubkaning ichiga joylashtirilgan.

Ingichka tubkadagi jumrakni ochganda. Havo silindr shaklidagi idishga o'tib, kengayib soviydi va uning bosimi 20-atmosferagacha pasayadi. Djoul Tomson hodisasiga asosan 220 atmosfera bosimdan 20atm. bosimgacha kengaygan havo taxminan 50°C- da soviydi. Sovigan havo keng naycha bo'yicha kelayotgan havoni 50°C –da sovitadi. Bu sovigan havo kengaygandan keyin yana 50°C –da soviydi. Natijada havo 100°C–da soviydi, keyin siqilgan havo 150°C –da soviydi. 20atm. bosimda havoning temperaturasi -180°C–ga yetganda uning bir qismi o'ta to'yingan bug' holiga kelib, kondensatsiyalanib suyula boshlaydi. Suyuq havo tomchilari ostidagi Dyuar idishi ichiga tomadi. Idish tashqarisida bo'lgan kranini ochganda idish ichidagi bosim 20 atm. bo'lgani uchun suyuq havo ichkaridagi dyuar idishdan oqib, tashqaridagi dyuar idishiga quyiladi. Suyuq havo tiniq bo'lib, zichligi

$1\frac{2}{\text{cm}^3}$ ga yaqindir. U atmosfera bosimida -193°Cda qaynaydi. Suyuq havo maxsus idishlar ichida yuqori vakuum olish uchun ishlatiladi. Suyulgan havodan azot va kislorod olinadi. Azot bo'lsa, ammiak va boshqa shunga o'xshash qo'shilmalarni olish uchun ishlatiladi. Kislorod avtogen ma'danlarni eritib yashashda va ma'dalarni kesish ishlarida keng miqyosda ishlatiladi. Suyuq havo tog' ishlarida, tog' toshlarini qo'porish va yemirish uchun portlovchi modda sifatida ishlatiladi. Buning uchun korbonat talqoni yoki paxtani suyuq havo bilan ho'llab, maxsus qazilgan chuqurlarga joylashtirilib yondirilgandan keyin katta kuch bilan portlaydi va tog' toshlarini qo'porib tashlaydi. Suyuq havodan olingan kislorod domen pechlarida cho'yanni eritish uchun ham ishlatiladi. Domen pechlariga yuborilgan kislorod cho'yanning tez erishi va sifatli chiqishiga sababchi bo'ladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan mashina yordami bilan vodorod va geliyni suyultirish uchun oldin ularni invertsiya temperaturalaridan past bo'lgan temperaturagacha sovitish kerak. Olshevskiy va Vroblevskiylarning tajribalari vodorodni mashinaga yuborishdan oldin -73°Cgacha sovitish kerakligini ko'rsatdi. Sovitilgan vodorod boshqa gazlar kabi mashinaning k-kranidan chiqqandan keyin kengayib soviydi va suyuladi. Suyuq vodorod birinchi marta 1898 yilda miqdorda olingan edi. Suyuq vodorod rangsiz bo'lib, uning zichligi $0,07\frac{2}{\text{cm}^3}$; u normal bosimda -253° C da qaynaydi. Bosimni ozaytirish bilan suyuq vodorod tez bug'lanib, -259°S da qotadi, muzlaydi.

Ko'p vaqt geliy gazini suyultiraolmadilar. Suyuq geliyning zichligi $0,154\frac{2}{\text{cm}^3}$;

Bug'lanib turgan suyuq geliy yordami bilan 0,82° absolyut temperaturua darajasini olishga muvaffaq bo'lganlar. Suyuq havo temperaturasiigacha sovitilgan ko'p jismlar yangicha xususiyatga ega bo'ladilar.

Elastik rezin trubani suyuq havoga botirganda, u shisha kabi sinuvchan bo'lib, bolg'a bilan urganda maydalanib sochilib ketadi. Suyuq havoga botirilgan gullar chinni kabi qattiq bo'lib, silkitganda maydalanadi. Qo'rg'oshindan yasalgan prujinani sovuq havoga botirganda, u po'lat prujina kabi elastik bo'ladi. Yumshoq temirdan yasalgan idishga suyuq havo solinsa, u shisha kabi sinuvchan holga keladi.

Ba'zi jismlarni suyuq havo bilan sovitganda, ular o'zlarining elastik xususiyatlarini yo'qotmaydilar. Masalan: qizil mis; moysiz charm; zanglamaydigan po'lat va boshqalar.

Yuqoridagilardan past temperaturada ishlovchi qurollar yasaladi. Suyuq havo bilan sovitilgan spirt yonmaydi. Go'sht, meva kabi narsalarni talqon (poroshok) qilish uchun ularni suyuq havo bilan sovitib, maydalaydilar.

Bu talqonlar erigandan keyin o'zlarining avvalgi xususiyati va sifatlarini saqlaydilar.

SUN'IY YO'L BILAN SOVUQ OLISH VA UNING ISHLATILISHI

Past temperatura kerak bo'lganda, u sovitkich mashinalar va qattiq korbonat kislotasi («quruq muz») yordami bilan olinadi.

Odamlar qadim zamonlardan beri oziq-ovqatlarni saqlash uchun qishdagi qor va muzlarni yozga qadar omborlarda saqlab kelganlar. Muzga tuz sepganda uning temperaturasi yana ham past bo'lishini bilgandan keyin, odamlar yana ham pastroq temperaturani olish uchun muzga tuz aralashtirganlar.

Olimlar XVIII va XIX asrlarda past temperatura oladigan mashinani yasashga muvaffaq bo'ldilar. Tabiiy va su'niy muzlar tayorlash sovuqlik mexanikasini rivojlantirish va uni tajribada ishlatish, xalq ho'jaligida muzdan yaxshi foydalanish uchun ancha ishlar qildilar. Hozirgi vaqtda qish faslida ko'p miqdorda muz tayyorlash uchun N.T.Kudryashyev metodi ishlatiladi.

Maxsus tayyorlangan maydonda mashinalar yordami bilan suv sepilib, muzlatiladi. Bu yo'l bilan 5m balandlikdagi muz qatlamini olish mumkin. Tayyorlangan muzlarni yozgacha saqlash uchun ularni somon yoki yog'och qirindilari bilan ko'madilar.

Hozirgi zamon sovitkich mashinalari suyuqlikning bug'lanish xususiyati asosida ko'radilar. Sovitkich mashinalarida soviydigan jismdan ko'proq issiqlikni o'ziga oladigan suyuqliklar ishlatiladi. Masalan: suvda eritilgan ammiak eritmasi yoki nashatir spirti ishlatiladi. Stakanga quyilgan suyuq ammiakning tez bug'lanishi natijasida uning temperaturasi $-33,4^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi. Havodagi suv bug'lari stakaning tashqi devorida kondensatsiyalanib, keyin muzlaydi. Shuning uchun ammiak sovitkich mashinalarida keng miqiyosida foydalaniladi. Bug' sovtkich mashinasi bug'lantiruvchi, kompressor, kondensator va krandan iboratdir.

Mashinaning chap tomonidagi bug'lantiruvchi idishga past temperatura va bosimda bug'lanuvchi suyuqlik qo'shiladi. Suyuqlik bug'langanda kameradagi havodan issiqlikni olib ketadi.

Bug'lanuvchi suyuqlikning bug'lari kompressorga o'tib, kompressor tomonidan siqilgandan keyin kondensatorida suyuladi. Shunday qilib, suyuqlikni qayta-qayta ishlatish mumkin. Ko'proq sovuqlik uchun suv muzlari o'rniga quruq muz olinadi. Quruq muz qotgan-karbonat kislotasi rangsiz bo'ladi. Quruq muzning bug'lanish temperaturasi juda past, ya'ni $-78,9^{\circ}\text{C}$ quruq muzni qo'lda ushlash mumkin emas, chunki qo'l terisini sovuq uradi. Quruq muz olish uchun karbonat ангидрид gazining suyultirib, maxsus mashinalar yordami bilan muzlatilishi kerak. Umuman sovuqlik tez buziladigan oziq-ovqatlarni saqlash, portlovchi moddalar tayorlash, anilin bo'yog'i olish, neftdan parafin ajratish, metallarni qaytadan ishlash gazlarni, gazlarni suyultirish, su'niy kauchik olish, hiruriyadan odam tanasining biror qismini vaqtincha muzlatish va boshqa shunga o'xshash ishlarda ko'p ishlatiladi.

Ko'p sovuqlik beradigan suyuq havo mashinasozlikda ham ko'p miqiyosida ishlatiladi. Masalan: Trubining po'lat diskasini o'qqa o'rnatish kerak bo'lsa, diskani yuqori temperaturagacha qizdiradilar. Qizdirilgan diska o'qqa kiygiziladi. Diska, sovigandan keyin siqilib o'qqa mahkam o'mashadi. Biroq qizitib sovitilgan diskka egilib, mexanik xususiyatini yo'qotishi mumkin.

Trubina diskani o'qqa o'rnatishning yana oddiy va yaxshi yo'li shuki, o'qni suyuq havoga botiradilar. Suyuq havoga botirilgan o'q torayadi. Siqilgan o'qqa diskani kiygizgandan keyin u sekin-sekin avvalgi temperaturasiga kelib, diskaga mahkam jipslashadi. Suyuq havoda azot ko'p bo'ladi; uning bug'lanishi bilan havo tarkibidagi azot kamaya boradi, chunki azotning qaynash va bug'lanish temperaturasi, -196°C bo'lib, kislorodning qaynash temperaturasi, -183°C dir. Shuning uchun kislorod azotdan keyin bug'lana boshlaydi.

Suyuq havo bug'langan sari unda kislorodning hissasi ko'payadi. Lekin suyuq havoning bug'lanish bilan toza kislorod olish mumkin emas. Olimlar boshqa yo'l bilan suyuq havodan toza kislorod olishga muvaffaq bo'lganlar. Suyuq havo maxsus apparat yordami bilan kislorod, azot va argon gaziga ajratiladi. Argon gazi elektr lampalarining to'ldirish va boshqa ishlarda ishlatiladi. Suyuq

kislorod suvdan og'ir bo'lib, zichligi $1,72 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ dir. Bir litr suyuq kislorod oddiy bosim va oddiy temperaturadagi 800 litr gaziga aylanadi. Suyuq kislorod kon va tog' sanoatida portlovchi modda sifatida ham ishlatiladi. Buning uchun kartondan yasalgan patronlar ichiga yog'och qirindisi yoki samon kabi narsalar solinib, kislorod quyiladi hamda ularni qisqichlar bilan termoslardan chuqurchalarga joylashtiriladi va elektr toki yordami bilan portlatiladi. Bu portlash natijasida tog' jismlari qo'porilib ketadi.

Sovuqlik loyabatoriyasi avtomashina va samalyotlarning motorlarini past temperaturalarda tajriba qilib ko'radilar.

Yuqorida keltirilgan misollardan sovuqlikning odamlar uchun katta ahamiyatga ega ekanligini ko'rinib turipdi.

Muhokama uchun savollar:

1.1.Sovutkich mashinlarining ishlash prinsipini tushuntiring

1.2. Sovutkich mashinlari bilan issiqlik mashinalari orasida qanday farq bor?

12-mavzu: SUYUQLIKLARNING MOLEKULYAR XUSUSIYATI

1.Molekulyar bosim.2.Yuza tarangligi. 3. Suyuqlik yuzasining erkin energiyasi. 4.Yuza tarangligini o'zgartiruvchi narsalar. 5.Adsorbtsiya hodisalari. 6.Chetki burchak.7.Flotsatsiya

Tayanch so'z va iboralar:Erkin sirt, siqiluvchanlik, sirt taranglik koeffisienti, chegaraviy burchak, itarish kuchlari, bosim, harorat,menisk, kapillyar.

Darsning maqsadi:Suyuqlikning siqiluvchanlik haqida tushuncha berish.

Identiv o'quv maqsadlari:1.Suyuqlikning umumiy xossalarini bilib oladi.

2.Suv anomaliyasi biladi.

3.Suyuqliklardagi ko'chish xodisalari to'g'risida ma'lumot oladi.

Mavzuning bayoni:

Molekulyar- kinetik nazariyasiga muvofiq suyuqlik molekulalari tartibsiz joylashgan bo'lib, o'zaro juda yaqin turadilar. Suyuqlik molekulalari zich joylashganligi uchun ular gaz molekulalari kabi erkin harakatlana olmaydilar.

Y.I.Frenkel nazariyasi bo'yicha suyuqlikning har bir molekulasi ma'lum bir muvozanat holatining atrofida tebranadi. Vaqt o'tishi bilan bu tebranib turgan molekula taxminan o'zining o'lchamiga teng bo'lgan masofaga siljib turadi.

Molekulalar orasida o'zaro tortuv kuchi borligi uchun harbiy siljigan molekula o'ziga qo'shni bo'lgan molekula ham siljitadi. Shunday qilib, suyuqlik molekulalari o'zlarining muvozanat holati atrofida tebranib, shu bilan ular suyuqlik ichida siljib turadilar. Suyuqlik molekulalari orasida hamma vaqt o'zaro tortuv kuchi mavjud.

Shuning uchun suyuqlik ichidagi molekulalar uning erkin sirtidagi molekulalar qaraganda butunlay boshqacha sharoitda turadi. Suyuqlik ichidagi har bir molekulaning tevarakdagi boshqa molekulalar tortadilar. Suyuqlik ichidagi molekulaning tevaragida r-radiusli sferani chizamiz. R o'zaro tortuv kuchga ega bo'lgan ikki molekula oralig'i nuqta agar ikki molekula orasidagi masofa r dan katta bo'lsa, u molekulalar o'zaro tortilmaydilar. Ikki molekulaning tortilishi bor bo'lgan bu r masofaga molekulalar o'zaro tortuv masofasi va shu radius (r) bilan chizilgan sferani molekulalarni o'zaro ta'sir sferasi deyiladi. Suyuqlikning zichligi uning hamma qismida bir xil bo'lgani uchun chizilgan ta'sir sferasining markazidagi M molekulani teng miqdordagi molekulalar hamma tomondan o'rab oladilar. Bu molekulalarning M molekulaga bergan ta'sirlari ham har tomondan barobar bo'ladi. Shuning uchun suyuqlik ichidagi molekulalarda boshqa molekulalar tomondan berilgan ta'sir kuchlarining yig'indi (teng ta'sir etuvchisi) nolga tengdir.

Suyuqlik ichida uning erkin sirtidan pastda turgan M molekulani boshqa molekulalar har tomondan o'rab olgan bo'lib, ular M molekulani har tomonga teng kuch bilan tortadilar. Shuning uchun suyuqlik ichida harakatlangan molekulalar hech qanday ish bajarmaydilar. Molekulalarning o'zaro tortuv kuchlarini o'rganish uchun suyuqlikning sirtidagi molekulani tekshiramiz. Suyuqlik sirtidagi har bir molekulani faqatgina suyuqlik ichidagi molekulalar tortadilar. Natijada tortilish bir tomonlama bo'ladi. Agar suyuqlik yuzasidan biror molekulani olib, uning tevaragidagi molekulyar ta'sir sferasini chizsak, bu sferaning yarmi suyuqlik bilan to'lgan bo'lib, qolgan yarmi havoda turadi.

Havo zarrachalari yuqori tomonga yo'nalgan teng ta'sir etuvchi kuch beradi. Bu kuch juda kichik. Suyuqlik zarralari bo'lsa, pastga tomon yo'nalgan teng ta'sir etuvchi kuch beradi. Natijada suyuqlikning yuzasidagi molekulani yuzaga tik bo'lgan teng ta'sir etuvchi kuch pastga qarab tortadi. Ichkariga tomon tortiladigan yuza molekulalari qatlamining qalinligi molekulyar ta'sir radiusi $r = 10^{-7} \text{ sm}$ teng bo'lib, unga kuch maydoni deyiladi. Shunday qalinlikdagi kuch miqdori suyuqlik yuzasining ustida ham bordir. Yuzadagi bitta molekulaga ta'sir etuvchi kuch juda kichik, lekin yuzaning

1sm^2 dagi molekulalariga ta'sir etuvchi kuch juda katta bo'ladi. 1sm^2 erkin yuzadagi molekulalarning suyuqlik ichiga tortuvchi kuchga molekulyar bosim yoki yuza bosim deyiladi. Suyuqlik yuzasidagi molekulalar tartibsiz holda turmasdan, kristall jismning molekulalari kabi qator va tartib bilan o'rinishgan bo'ladilar. Suyuqlik ichidagi biror molekula tortilganda uning o'rnini boshqa molekula egallaydi. Molekulalarning bu xilda almashinib turishi yuza molekula tartibini va uning energiyasini o'zgartirmaydi.

Agar biron sabab bilan suyuqlik yuzasi kattalansa, uning potentsial energiyasi ham ortadi. Suyuqlikning molekulyar bosimi juda katta bo'lib, Van-der Vaals tenglamasidagi $P_i = \frac{a}{g^2}$ tuzatma yordami bilan hisoblab chiqariladi. Gazlardagi kabi a – o'zgarmas miqdor bo'lib, g -suyuqlikning solishtirma hajmi (1g yoki 1kg suyuqlikning hajmi).

Gazlarda molekulyar bosim atmosfera bosimini yuzdan bir qismiga to'g'ri kelsa, suyuqliklarda bir necha ming atmosferaga barobar bo'ladi. Masalan: Molekulyar bosim suv uchun 11000 atmosferaga yaqin, Efir uchun 1400 atm. va simob uchun 40000 atmosferaga yaqin bo'ladi. Shuning uchun ham suyuqlik molekulalari gaz molekulalari kabi tarqalib ketolmaydilar. Suyuqlikning juda kam siqilishi yuza bosimining ko'p katta bo'lganligi bilan tushuntiriladi. Suyuq jismlar katta yuza bosimini ortida juda ham siqilgan holda turadilar. Suyuqlikning yuza bosimiga bir, ikki yoki o'n atmosfera bosimi qo'shganda u shunchalik oz siqiladiki, amalda uni nazarga olmaydilar natijada suyuqlikni juda oz siqiladigan deb hisoblaydilar. Har holda suyuqlik siqiladi va bu siqilishni tajribada o'lchash mumkin. Tajribada suyuqlikni siqilishini o'lchash uchun tezometr degan qurol ishlatiladi.

Tezometrlar bir necha holda bo'lib, uning eng soddasi. Bu tezometr po'latdan yasalgan. qalin devorli silindr bo'lib, glitserin bilan to'ldirilgan va glitserin ostida simob quyilgan.

Tekshiriladigan suyuqlik yupqa shisha kolba ichiga solinib, kolbani og'zi kapillyar trubkadan iborat. Kolbaning ochiq kapillyar uchi simobga botirilgandir. Bosim glitseringa porshen yordami bilan beriladi.

Glitserin ustidagi bosim oshganda kolba ichidagi suyuqlik siqilib, simob kapillyar trubka orqali yuqoriga ko'tariladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning siqilishini hisoblash uchun kolbani kapilyarini teng oraliqlaridan teshib unga platina simlari joylashtiriladi. Bu simlarning bu uchi kapilyarning ichida bo'lib, tashqaridagi uchlari ikki Om qarshilikli speral simlari bilan bir-biriga ulangan. Bu speralning eng yuqoridagisi galvanometr orqali elektr batareasiga ulanib, batareaning ikkinchi qutibi silindrdagi simobga ulangan. Suyuqlikning siqilishidan oldin elektr toki sperallarning hammasidan o'tadi va galvanometrning strelkasi O dan salgina cheklanadi.

Kolbadagi suyuqlikning siqilishini simob kapillyar naycha bo'ylab, yuqoriga chiqara boradi. Simob yuqori chiqib, platina simlarning uchiga tegadi va tok o'tadigan spiralning soni ozaya borishi bilan qarshilik kamayib, tok-kuchi ortadi va galvanometrning stelkasi ko'proq chetlanadi. Galvanometrdan o'tadigan tokning ortishiga qarab kolbadagi suyuqlik hajmining qancha siqilganini bilish mumkin. Tashqi bosim bir atmosfera oshganda hajm birligining qancha ozayganini ko'rsatadigan miqdorga siqilish koeffitsienti deyiladi.

Agar boshlang'ich hajm V bo'lib, bosim dP atmosferaga oshganda, hajm dV -ga ozaysa, uning siqilish koeffitsienti:

$$\beta = -\frac{1}{g} \frac{dV}{dP} \quad \text{bo'ladi.}$$

Turli suyuqlikning siqilish koeffitsienti har xil bo'lib, past bosimlarda 10^{-4} dan $10^{-6} \frac{1}{\text{am}}$ qadardir.

Suyuqlikning molekulyar bosimi hamma vaqt uning ichiga tomon yo'nalganligi uchun uni tajriba yo'li bilan topib bo'lmaydi.

Bosimni o'lchaydigan qurolni suyuqlika botirsak u suyuqlikning ichki (molekulyar) bosimini ko'rsatmaydi. Suyuqlikka botirilgan har qanday jism ham suyuqlikning molekulyar bosimini sezmaydi. Chunki suyuqlikka botirilgan qattiq jismning sirti darhol suyuqlik pardasi bilan o'ralib, uning bosim kuchi jismdan suyuqlikka tomon yo'nalgandir.

YUZA TARANGLIGI

Suyuqlikning erkin yuzasidagi molekulalarni tekshirib, uning molekulyar bosiminigina nazarga oldik. Biroq yuzadagi har bir molekulada molekulyar bosim kuchidan tashqari suyuqlik yuzasiga urinma holda yo'nalgan boshqa kuch ham bor. Bu kuch suyuqlik yuzasini qisqartirishga majbur

etiladi. SHuning uchun ham suyuqlikning yuzasi tarang tortilgan yupqa rezin pardaga o'xshaydi. Lekin bu o'xshatish yuzakidir. Chunki rezin pardasining elastiklik kuchi uning cho'zilishi bilan kattalanadi, ammo suyuqlik yuzasining taranglik kuchi yuzasining cho'zilib kattalanishiga bog'liq emas. Suyuqlikning yuzasidagi har bir molekulani suyuqlik ichidagi boshqa molekulalar ichkariga tomon tortadilar. SHu kuchlarning ta'siri ostida ko'p molekulalar suyuqlikning yuzasidan uning ichiga tomon ketadilar. Natijada suyuqlikning erkin yuzasi kamayadi.

Molekulalarning suyuqlik ichidan yuzaga chiqishlari hisobiga suyuqlikning yuzasi kattalanadi. Yuza tarangligining borligi va suyuqlik yuzasining qisqarish xususiyatini ko'p tajribalar yordami bilan ko'rsatish mumkin.

Kistichkani olib suvga botirsak, uning qillari yoyilib ketadi. Kistichkani suvdan chiqarganda uning qillari bir-biriga yopishib to'dalashadi. Kistichkaning qillarini bir joyga yig'uvchi kuch suvning yuza taranglik kuchidir.

Yengil gul changini suv betiga sepib, uchi yumoloq bo'lgan ebonit tayoqchani unga botiramiz. Suv pardasining cho'zilishi natijasida gul changi tayoqcha bilan birga suv ichiga tomon tortiladi. Tayoqchani olganda suyuqlik yuzasining qisqarishini ko'rish mumkin. Suvdan chiqarilgan bu tayoqcha ho'llanmagan bo'ladi.

Zichligi moyning zichligiga teng bo'lgan spirt suv aralashmasiga ozgina moy tomizamiz. Arximed qonuniga asosan bu moy tomchisi o'z hajmiga teng bo'lgan suyuqlikni siqib chiqaradi. Moyning zichligi aralashmaning zichligiga teng bo'lgani uchun uning og'irligi suyuq aralashmaning ko'taruv kuchiga teng bo'lib, unga molekulyar kuchdan boshqa hech qanday kuch ta'sir qilmaydi. Yuzaning tortilishi natijasida moy tomchisining sirti kamayadi. Sferaning sirti shu miqdordagi suyuqlikning boshqa shakildagi sirtlaridan eng kichik bo'lgani uchun moy tomchisi sfera shaklini oladi.

O'rtasi bo'sh tortilgan ip bilan ikkiga ajratilgan sim halqani sovun eritmasiga botiramiz. Sovun eritmasidan chiqarilgan halqaning yuzi parda bilan qoplangan bo'ladi. Halqani buraganda uning o'rtasida bo'sh tortilgan ip og'irligi bilan parda bo'yicha pastga siljiydi. Agar ipning pastdagi pardasini barmoq bilan yorsak ip o'z og'irligiga qaramasdan yuqoriga ko'tarilib, yoy shaklini oladi. Bu shuni ko'rsatadiki, sovun pardasi butun bo'lganda iplik kuchlari o'zaro teng bo'ladi. Iplining bir tomonidan parda yorilgandan keyin ipga ta'sir etuvchi kuchlarning muvozanati yo'qoladi.

Endi faqatgina ipga sovun pardasining bir tomonidan kuch ta'sir etib unga yoy shaklini beradi.

«П» shaklini simdan yasalgan va pastki qismida qo'zg'aluvchan «ab» simi o'rnatilgan ramkani olib sovun eritmasiga botiramiz. Ramkani sovun eritmasidan chiqarib, «av» simni pastga tomon tortamiz. Bu vaqtda sovun pardasining cho'zilganini ko'ramiz. Agar «ab» simini qo'yib yuborsak, parda qisqarib sim yuqoriga ko'tariladi.

Simdan turli geometrik shakllar yasab, ularni navbati bilan sovun eritmasiga botirib olasak, yuzasi eng kichik bo'lgan turli shakldagi pardalar hosil bo'lganini ko'ramiz suvning yuza pardasi ustida ba'zi hashoratlar chopib yuradilar. Bularning oyog'i ostidagi suvning yuzasi egilsa ham lekin ularning oyog'i suvga botmaydi, chunki hashorat o'z og'irligi bilan katta yuzaga oz bosim beradi va uning oyoqlari suvda ho'llanmaydi.

Agar ignaga moy surtib, uni sekinlik bilan suv yuzasiga qo'ysak, solishtirma og'irligi suvning solishtirma og'irligidan katta bo'lishiga qaramasdan, u botib ketmaydi. Yuza taranglik kuchi hamma vaqt suyuqlik yuzasiga urunma bo'lgan tekislikda yotib, uning erkin yuzasini cheklovchi chiziqqa tik yo'nalgan bo'ladi.

Suyuqlik yuzasini cheklovchi chiziqning uzunlik birligi (1sm yoki 1mm) ta'sir etuvchi kuchga yuza taranglik koefitsenti deyiladi.

Agar yuza taranglik koefitsenti α_1 yuzani cheklovchi chiziqning uzunligi l va yuza taranglik kuchini f desak, yuza taranglik kuchini tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$f = \alpha \cdot l . \quad (1)$$

Bundan yuza taranglik koefitsenti:

$$\alpha = \frac{f}{l} . \quad (2)$$

Yuza taranglik koeffitsenti $\frac{dina}{sm}$ yoki $\frac{mg}{mm}$ bilan o'lchanadi. Yuza taranglik koeffitsenti turli suyuqliklar uchun turlicha bo'lib, suyuqlik yuzasining tozaligiga va uning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Toza suvning yuza tarangligi spirt yoki efirning yuza tarangligidan kattadir. Shuning uchun efir aralashtirilgan suvning yuza tarangligi kichik ko'rsatish mumkin:

Agar toza suv yuzasiga gul changini sepib, suvning yuzasiga efir tomizsak, suvning yuza tarangligi ozayib, efir tomizilgan joydagi gul changlari chetka tarqala boshlaydi.

Suv yuzasidagi efir bug'langandan keyin gul changlari yana yuzining hamma joyini tekis qoplaydi.

Ba'zi bir moddalarning suvga qo'shganimizda ular uni yuza tarangligini ko'paytiradilar. Masalan: bir bo'lak qandni suv yuzasiga tegizsak, gul changlari qandga tomon yig'iladi.

Demak, qand eritmasining yuza tarangligi toza suvnikidan ko'ra katta bo'lar ekan. Suvga sovun aralashtirsak, uning yuza tarangligi birdan kamayib ketadi. Temperaturaning ortishi bilan yuza tarangligi kamayadi.

Kritik temperaturada, ya'ni gaz va suyuqliklarning xususiyatlari o'zaro tenglashganda yuza taranglik koeffitsenti nolga teng bo'ladi. Temperaturasi 1^0 ortganda uy temperaturasidagi suvning yuza taranglik koeffitsenti $0,13 \frac{dina}{sm}$ va spirtniki $0,09 \frac{dina}{sm}$ qadar kamayadi.

Yuza taranglik kuchi faqatgina suyuqlikning o'ziga bog'liq bo'lmasdan, suyuqlikning cheklab turgan jismga ham bog'liqdir. Haqiqatan ham yuza qatlamidagi molekulalar faqatgina suyuqlik molekulalarining ta'siri ostida bo'lmasdan, uni cheklab turgan qattiq jism molekulalarning ham ta'siri ostida bo'ladi. Shuning uchun suyuqlikning yuza tarangligini aniqlashda uni qanday jism bilan chegaralanib turganini ham aniqlash kerak.

Odatda gaz bilan chegaralanib turgan suyuqlikning yuza tarangligiga gazning ta'siri juda oz bo'ladi. Bunday holatda suyuqlikning qanday gaz yoki o'zining bug'i bilan chegaralanib, turganligini ko'rsatilmaydi. Har xil suyuqliklarning yuza taranglik koeffitsenti quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

Jadval N 1

Jismlar	t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$	Jismlar	t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$
Suv	18	73	Simob	18	490
Havo	-19^0	12	Suv-benzin	20	33,6
Spirt	18	22,5	Suv-efir	20	12,2
Benzol	18	29	Simob-suv	20	42,7
Efir	20	16,5			

Turli temperaturada suvning yuza taranglik koeffitsentini ko'rsatadigan jadval.

Jadval N 2

t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$	t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$	t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$	t^0C	$\alpha, \frac{dina}{sm}$
0	75,49	20	72,53	40	69,54	60	66,0
5	74,75	25	71,78	45	68,6	65	65,1
10	74,01	30	71,03	50	67,8	70	64,2
15	73,26	35	70,29	55	66,9	75	63,3
						80	62,3

SUYUQLIK YUZASINING ERKIN ENERGIYASI

Bir xil temperaturada suyuqlikning hamma molekulalari turlicha energiya miqdoriga ega bo'ladilar. Suyuqlik yuzasidagi molekulalarning potentsial energiyalari uning ichidagilarnikiga qaraganda ko'proq bo'ladi.

Suyuqlikning erkin yuzasini kattalashtirish uchun ma'lum miqdordagi molekulalar uning ichidan yuzasiga chiqishlari kerak. Suyuqlik sirtiga chiqqan har bir molekula yuzaga tik bo'lgan molekulalar bosimni engish uchun ma'lum miqdorda ish bajarish kerak.

Bajarilgan ish yuzaga chiqqan molekulalarning potentsial energiyasini ko'paytiradi. Shuning uchun ham suyuqlik ichidagi molekulalarga qaraganda uning yuzadagilarining energiyalari kattadir.

Yuzaning 1sm^2 ga to'g'ri kelgan bunday ortiqcha energiyasiga suyuqlik yuzasining solishtirma erkin energiyasi deyiladi. Suyuqlik yuzasining erkin energiyasi $\frac{\text{erg}}{\text{sm}^2}$ bilan o'lchanadi. Shunday qilib,

suyuqlik ichidan yuzaga chiqqan molekulalarning energiyalari ko'payadi, suyuqlikning ichiga kirganda esa kamayadi.

Demak, o'zgarmas temperaturada suyuqlikning erkin yuzasi ortsa, uning erkin energiyasi ham ortadi. Suyuqlik yuzasi adiabatik ravishda ortsa, u soviydi. Chunki tezligi katta bo'lgan molekulalar suyuqlikning gaz bosimiga qarshi ish bajarib, yuzaga chiqadilar. Shuning uchun ham yuzaga chiqqan molekulalarning potentsial energiyasi ortadi.

Suyuqlik yuzasi adiabatik ravishda qisqarganda sirtidagi molekulalar suyuqlik ichiga kirishi natijasida ularning ortiqcha potentsial energiyalari issiqlik energiyaga aylanadi va suyuqlik isiydi. Suyuqlik yuzasi ortiqcha potentsial energiyaga ega bo'lganligidan, u erkin yuzani kichiraytira oladi.

Mexanikadan ma'lumki, hamma vaqt jism o'zlarining potentsial energiyalarini mumkin qadar eng kichik holatga intiladilar. Suyuqlik erkin yuzaning kengayishi uchun uning ichidagi molekulalardan bir qismi yuzaga chiqishi kerak. Suyuqlik betiga chiqqan molekulalar yuza bosimini yengish uchun kinetik energiyalarini sarf etadilar. Natijada suyuqlik soviydi.

Suyuqlikning temperaturasini o'zgarmas saqlash uchun unga tashqaridan isiqqlik berishi kerak. Shunday qilib, suyuqlik yuzadagi kuch maydoni molekulalarning potentsial energiyalarni ortishi va uning yuzaga joylashishlariga sabab bo'ladi. Umuman aytganda yuzadagi molekulalarning erkin energiyalari uncha katta emas.

Masalan: Suv uchun 0°C da $75,5 \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2}$, spirt 20°C -da $22 \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2}$ va simob, $546 \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2}$. Shuni ham aytish

kerakki, suyuqlik yuzasining erkin energiyasi son jihatidan yuza taranglik kuchining koeffitsientiga teng bo'ladi. Haqiqatan ham suyuqlikning S-yuzasini paydo qilishda W –erg ish sarf etilsa, birlik yuzani hosil qilish uchun sarf qilingan ish miqdori, ya'ni yuzaning solishtirma erkin energiyasini (α - ni) aniqlashda quyidagi ifodadan foydalanish kerak.

$$\alpha = \frac{W}{S} \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2};$$

erg dina sm. bo'lgani uchun

$$\alpha = \frac{W}{S};$$

yoki (α -ni) $\frac{\text{dina}}{\text{sm}}$ bilan ifodalash mumiqn. Shunday qilib, yuzaning solishtirma erkin energiyasi son

jixatidan $\frac{\text{dina}}{\text{sm}}$ bilan ifodalangan yuza taranglik koeffitsientiga tengdir.

Demak, (α -ning qiymati, ikkinchi tomondan suyuqlik yuzasini 1sm^2 ga ko'paytirish uchun sarf etilgan ish miqdorini ko'rsatadi.

YUZA TARANGLIGINI O'ZGARTIRUVCHI NARSALAR. ADSORBTISIYA VA ABSORBTISIYA HODISALARI

Suyuqlik yuzasining erkin energiyasi uning taranglik kuchi koeffitsienti bilan va yuza qatlamining ko'paytmasi orqali ifodalanadi, ya'ni:

$$W = \alpha \cdot S$$

Suyuqlikning erkin yuzi va yuza taranglik koeffitsientining kamayishi bilan uning erkin energiyasi ham kamayadi.

Agar suvga yuza taranglik kuchining koeffitsenti ozroq bo'lgan biron suyuqlikni qo'shsak, bu suyuqlik molekulalari yuzadagi suv molekulalarining o'rnini olib, erkin energiyasi oz bo'lgan parda hosil etadi.

Suyuqlikning yuza taranglik kuchini ozaytiradigan narsalarga yuza taragligini aktivlashtiruvchi moddalar deyiladi.

Suyuqlikka eritilgan yuza aktiv moddalarning ko'proq qismi uning betiga joylashadi. Narsalarning bu xususiyatidan foydalanib, suqliklarni yuza aktiv moddalardan tozalaydilar. Eritma orqali havoni puflab o'tkazganda, u yuza aktiv moddalardan tozalanadi. Erigan yuza aktiv moddalar havo pufakchalari bilan eritmaning yuziga chiqadilar.

Suyuqlik betiga pufak yorilmasiligi uchun eritmaga ko'pik beruvchi narsa qo'shadilar. Ko'p vaqt puflagandan keyin eruvchi moddaning molekulalari eritma yuzadagi ko'pikning ichiga to'planadi. Ko'pikni olib tashlash bilan suyuqlikda eriyotgan moddadan uni tozalaydi. Eritmalarni eruvchidan tozalashdagi bu metod qand zavodlarida ishlatiladi.

Lavlagidan olingan sharbatda moddasi bo'lib, sharbatning kristallanishiga halaqit beradi. qand sharbati orqali havoni puflab o'tkazish bilan uni oqsil tozalaydilar.

Sovun ham yuza aktivlashtiruvchi moddalarni biridir. Sovun eritilgan suvning yuza pardasi tomomila sovun molekulalaridan iboratdir. Sovun molekulasida juda murakkab bo'lib, uni bir uchida uchta vodorod atomi, ikkinchi uchida natriy va kislorod o'nashgan uglerod zanjiriga o'xshatish mumkin.

Molekulaning o'ziga ham butun uzunligi bo'yicha vodorod atomlari bilan o'ralib olingan. Sovun molekulasi natriyli uchi kuchli ravishda suv sostavidagi vodorod tomonidan tortiladi, ammo molekulaning vodorodli uchini suv molekulasi tortganligi sezilmaydi. Shuning uchun suv yuzasidagi sovun molekulasi kuchli (kislorod-natriyli) uchi suvga qaratilgan bo'lib, kuchsiz bo'lsa havoga tomon yo'nalgan tartibda o'nashgan bo'ladi.

Suv yuzasining bunday tuzilishi bilan sovun pardasining katta turg'unlikka ega ekanligini tushintiriladi. Haqiqatdan ham sovun pardasini teshganda u yirtilmaydi. Hammadan oldin faqat sovun molekulasidan tuzilgan parda yirtiladi. Sovun pardasi ostidagi yupqa suv qatlamining yuza tarangligi sovunnikidan ko'ra katta bo'lganligi uchun o'z ustidagi sovun pardasini har tomondan siqib, o'zaro birlashtiriladi va sovun pardasining turg'unligini saqlaydi. Ba'zi moddalarni suvni aralashtirganda suvning yuza tarangligi ortadi. Suyuqlik yuza tarangligini orttiradigan narsalarning molekulalarining soni yuza aktiv moddalar molekulalari sonidan kam bo'ladi.

Masalan: sovun eritmasiga osh tuzini solsak, tuz molekulasida sovunnikini siqib, eritmaning betiga chiqaradi. Shuning uchun sovun zavodlarida eritmadan sovunni ajratish uchun unga tuz qo'shadilar. Harqanday yuza qatlamidagi hamma molekula yoki atomlar ortiqcha energiyaga ega. Yuzadagi molekulalar bu energiya hisobida ko'p ish bajarishlari mumkin.

Yuqoridagi molekulalar o'zlarini o'rab, olgan muhitdan boshqa ikkinchi bir modda molekulasini tutib ushlab turish qobiliyatiga egadirlar. Masalan: Kopбонат sirtidagi molekulalar havodan gaz molekulasini o'ziga tortib olib ish bajarish natijada undan issiqlik ajraladi. Kopбонат yutgan har bir mol gazdan hosil bo'lgan issiqlik bir necha ming kaloriyaga etadi. Agar bu issiqlik ochiq havoga chiqolmasa, kopбонат ichiga yig'ilib, kopбонатni yondirib, yuboradi. Deraza shishasi suv bug'uni yutib, uzoq vaqt o'zida saqlay oladi. Shisha yo'zidan suv bug'ining ajralib chiqishi uchun uni 500°C gacha qizdirishi kerak bo'ladi. Yuqori temperaturada qizdirgandagina bug' molekulalari katta tezlikka ega bo'lib, shishaning sirtidan uchib ketaoladilar. Jism betining boshqa bir narsa molekulalarini yutish xususiyatiga adsorbtsiya hodisasi deyiladi. Jism yuzasi qancha katta bo'lsa, u boshqa narsalar molekulalarini shunchalik ko'p adsorbtsiyalaydi. Shuning uchun talqonlangan jismlar eng katta yutish qobiliyatiga egadirlar. Havo molekulalari talqonsimon jismlarni faqatgina o'rab olmasdan, balki uning atrofida juda qattiq po'stloq ham hosil qiladilar. Mana shu havo po'stlog'ining yordami bilan uning donachalari bir-biriga yopishib ketmaydi. Adsorbtsiyalanish xususiyati katta bo'lgan jismlar texnikada ko'p ishlatiladi.

Masalan: To'qimadagi ip rangi adsorbtsiyalantirish xususiyatiga ega bo'lganligi uchun to'qimalarni bo'yash mumkindir. Yaxshi to'g'ri bo'lganda bo'yoqning molekulalari ipga mahkam yopishadilarki, yuvish bilan uning rangi o'zgarmaydi. Kiyimning kiri sovun suvida oson yuviladi, chunki sovun pardasi kiyim ipidagi har xil kirlarni juda yaxshi yutadi, ya'ni juda kuchli adsorbtsiyalantiradi.

Maydalangan yog'och kopbonatning yuzasi har xil bo'yoqlarni juda yaxshi yutadi, ya'ni adsorbtsiyalantiriladi. Masalan: quyuq choyga kopbonat maydasini aralashtirsak, choy rangsizlanadi. Ichadigan yomon ta'mli suvlarni turli bemaza narsalardan kopbonat bilan tozalaydilar. Qand zavodlarida qand sharbatini har xil rang beruvchi moddalardan tozalash uchun kremnevaya kislotaga yoki maydalangan kopbonat ishlatadilar. Yog' zavodlarida yog'ni ham shu yo'l bilan soflaydilar. Ma'lumki, samovorning ichida toshday qattiq bir qatlam paydo bo'ladi. Bunday tosh qatlamlar bug' mashinalarining qozonlarida ham ko'p bo'ladi. U juda qiyinchilik bilan tozalanadi. Shu tosh qatlamni yengillik bilan tozalash uchun qozonga quyiladigan suvga juda oz miqdorda grafit maydasini soladilar. Suv qaynashida grafitning sirti suvdagi tuzlarni yutadi va qozon devorida yumshoq talqon shaklida o'tirib, qozonni tozalashni osonlashtiradi. Maxsus tayorlangan kopbonat talqoni meditsinada oshqozon kasalligini davolash uchun ishlatiladi. Protivagaz qutisiga ham kopbonat maydalari solinadi. 1915 yil birinchi jahon urushining qizg'in paytida rus olimi akademik N.D. Zelenskiy odamlarni zaharli gaz dahshatidan saqlash yo'lini ochib berdi. Akademik Zelenskiy toza yog'och kopbonati hamma gazlarni ham adsorbtsiyalantira olishini isbot etdi. Agar zaharlangan havo kopbonat maydasidan o'tkazilsa zaharli gaz maydalangan kopbonat zarrachalari tomonidan yutilib, havo tozalanib undan chiqadi. Zelenskiy taklifi bo'yicha protivagaz qutisi maxsus aktivlashtirilgan kopbonat bilan to'ldiriladi. Maydalangan kopbonat juda katta yuzaga ega bo'lgani uchun u juda ko'p miqdordagi gazni yuta oladi. Past teperaturalarda kopbonat maydasi yot narsalarni molekulalarini ko'proq saqlab turganligi aniqlangan. Shuning uchun neft gazida qimmatbaho moddalarni ajratishda kopbonat talqoni sovitib, unga ajratilishi kerak bo'lgan gaz yutiltiradi. Keyin uni qizdirish natijasida toza holdagi gaz ajratilib olinadi. Kopbonat talqoni yuqori temperaturagacha qizdirganda u yutish qobiliyatini kamaytiradi. Ma'lumki, quruq qurim sovuq suvda yaxshi ho'llanmaydi. Qurimning ho'llanishiga uning zarrachalarini o'rab olgan havo molekulalarining harakati ortib, qurimning sirtidan yengil ajraladilar.

Past teperaturalar (-170°C) maydalangan kopbonat adsorbtsiyasi juda katta bo'lganligi sababli yuqori vakuum qurolidagi gazni to'la ravishda chiqarish uchun undan foydalanadilar. Vodorod, kislorod azot va boshqa gazlarning qo'shilmalaridan geliyni ajratib, olish uchun kopbonatdan foydalanadilar. Ilgari vaqtlarda yuza aktiv moddalar suyuqlikning qattiq jismga tekkanida uning xususiyatini o'zgartirmaydi, deb o'ylar edilar lekin, hozirda u fikr rus olimi akademik Rebinder va uning shogirdlari tomonidan o'tkazilgan tajribalar natijasida rad etiladi.

Qattiq jismlarning betidagi yuza aktiv moddali suyuqlikning yupqa qatlami uning qattiqligini, chidamligini va boshqa mexanik xususiyatlarini o'zgartiradi.

I.A. Kalinovskayaning Rebinder rahbarligi ostida qilgan tajribalari ko'rsatadiki, metallarni yuza aktiv moddali suyuqlik bilan qoplaganda, ularni kesish, parmalash, yo'nish, va boshqa xil ta'sir etish ma'lum darajada yengillashadi va yasalgan narsalarni yuqori sifatli bo'ladilar. Akademik Rebinderning yuza aktiv hodisasini ochishi va uni ishlatish metodlari to'g'risidagi kashfiyoti, fanining katta yutuqlaridan hisoblanadi. Suyuq va qattiq jismlar betlariga gazlarni yutishlari (adsorbtsiya hodisasi) bilan bir qatorda hajmga yutish xususiyatiga ham egadirlar. Shu hodisani adsorbtsiya deb ataladi.

Absorbtsiya, qattiq va suyuq jismlar hajmiga gazning kirib erishi demakdir. Agar yopiq idishdagi suvning ustiga kislorod kirgizilsa, uning bosimining vaqt o'tishi bilan asta-sekin ozayib borganligini ko'rish mumkin. Suv betidagi kislorod molekulalari urilayotgan bug' molekulalari singari suvga botib ketadilar. Suvga singib ketgan kislorod molekulalari uning ichida ham o'zlarining issiqlik harakatlarini davom etadilar. Suyuqlik tomonidan yutilgan gazning miqdori (kichik bosimda) uning betidagi bosimga to'g'ri proporsionaldir. Suv, ayniqsa CO_2 gazini ko'p miqdorda yutish qobiliyatlariga ega. Suvning bu xususiyati gazli suvlar tayorlash uchun keng ravishda foydalaniladi. Gazli suvlar, odatda katta bosim ostida tayorlanadi. Gazli suv solingan idishning og'zini ochganda uning ustidagi gaz bosimi ozayib, ichida bo'lgan gaz doim ajralib turadi. Metallar temperaturasining ortishi bilan ularning gazi yutish hajmi ham ortadi. Masalan, qizdirilgan palladiy o'zining hajmidan 1000 marta katta hajmdagi vodorodni yuta oladi.

CHETKI BURCHAK

Suyuqlik qattiq jism bilan bevosita chegaralganda, uning erkin yuzining formasi o'zgaradi. Suyuqlikning sirtining formasi uning qattiq jismni ho'llashi yoki ho'llamasligiga bog'liq. Agar suyuqlik va qattiq jism molekulalari orasidagi tortuv kuchidan katta bo'lsa qattiq jism ho'llanadi.

Teskarisiga, suyuqlik molekulalarining o'zi tortuv kuchi qattiq jism molekulalari bilan suyuqlik orasidagi tortuv kuchidan katta bo'lsa, chegarada turgan qattiq jism ho'llanmaydi.

Qattiq devor yaqinida turgan suyuqlikning m-molekulasini olib tekshiramiz. Uning atrofiga molekula ta'sir sferasini chizaimz. M- molekulaga qattiq devorga tomon yo'nalgan kuchi ta'sir etadi? ammo shu kuchning o'zi esa, suyuqlik molekulalarining o'zaro tortuv kuchi Q-dan ancha kattadir. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi R, suyuqlikning gorizant sirtiga nisbatan ma'lum burchak tashkil qilib, idish devori tomoniga yo'nalgandir. Suyuqlik sirtining bu qismi gorizant holda turmasdan R kuchiga tik bo'ladi. Shuning uchun ham idish devorini ho'llovchi suyuqliklarning chegara sirti botiq holda bo'ladi. Agar suyuqlik idish devorini ho'llamovchi bo'lsa, R kuchi Q kuchidan anchagina kichik bo'lib, ularning teng ta'sir etuvchisi R suyuqlik ichiga tomon yo'nalgan bo'ladi.

Natijada suyuqlik sirtining R kuchi ta'sir qilgan qismi qabartma formasini oladi.

Qattiq devor bilan suyuqlikning chetki sirti orasidagi (suyulik chetidan hisoblanadi) burchak φ -ga chetki burchak yoki ho'llanish burchagi deyiladi. Yaxshi ho'llovchi suyuqliklarning chetki burchagi nol'ga intiladi. Ko'pchilik suyuqliklar uchun φ burchagi 90^0 -dan kichik bo'ladi. Ho'llamovchi suyuqliklar uchun φ burchagi hamma vaqt 90^0 -dan katta bo'ladi.

Masalan, shisha ustidagi suv tomchisining yoyilishi natijasida uning chetki burchagi φ o'tkir bo'ladi. Shisha ustidagi simob tomchisi yoyilmaganligi uchun yumaloq bo'lib, uning chetki burchagi φ o'tmas bo'ladi.

FLOTATSIYA

Qattiq jismlarni bir-biridan ajratish juda muhim vazifadir. Texnikada rudadagi qimmatbaho metallardan qum loy, ohak toshlari va boshqalardan ajratib olish juda muhim va zarur ishlardandir. O'z ichida qimmatbaho metallari oz va qum, loy kabi qimmatsiz tog' jinslari ko'p bo'lgan rudalar kambag'al rudalar deyiladi. Rudalardan keraksiz tog' jinslarini chiqarib tashlashga rudalar boyitish deyiladi. Rudalarni boyitish turli narsalar molekulalari orasidagi tortuv kuchining turlicha bo'lishi va har qanday tuzlarni eritadigan suyuqlikning yuza tarangligi koeffitsientining har xil bo'lishiga asoslangandir. Rudalarni boyitish protsessiga (qattiq narsalarni bir-biridan ajratish) flotatsiya deyiladi. Flotatsiya termini aslida suzish so'zidan olingandir. Flotatsiya maxsus flotatsion mashinada qilinadi. Flotatsion mashinaning ishlashi quyidagicha: Maydalangan tog' jinsi suv bilan aralashtirilib, mashinaning kamerasiga qo'yiladi. Aralashmaga idishidan ozgina moy qo'shiladi. Bu moy qimmatbaho minerallarni yaxshi ho'llab, qimmatsiz tog' jinslarini ho'llamaydi. Qimmatsiz tog' jinslari suv bilan salgina ho'llaniladi. Shuning uchun ham metallarni ajratishda maydalangan tog' jinslarini suvga aralashtirib, so'ngra moy qo'shadilar. Shu aralashmaga maxsus tez aynuvchi aralashtirgich yordami bilan havo beriladi. Aralashma yo'zida juda ko'p moy ko'pigi paydo bo'ladi. Qimmatbaho metallarning kichkina zarrachalari moy ko'pigining yupqa pardasiga yig'iladi. Ko'pik va suv kameradan idishga o'tgandan keyin qimmatsiz minerallar suvning tagiga o'tirib qolib, qimmatbaho metallar moy ko'pigi bilan birga suv betiga chiqadi. Maxsus apparat yordami bilan bu ko'pikdagi metallar moydan ajratildi. Rudalarni boyitish yuqorida aytilguncha bo'ladi. Agar ruda bir necha metallarni o'z ichiga olsa, kameraga solinidigan ximyoviy metallarning faqat brinchisini ko'pikka yopishtirib, suv betiga ajratib chiqarmoq lozim. Shu yo'l bilan aralashmdan ayrim metallarni ajratib oladilar. Flotatsiya teoriyasi sohasida mashhur olim, akademik P.A.Rebender va uning shogirdlarining xizmati kattadir.

Muhokama uchun savollar:

12.1.Suyuqlikning sirtid asirt taranglik kuchining paydo bo'lishini tushintiring.

12.3.Suyuqlik sirtining erkin energiyasi to'g'risida ma'lumot bering.

12.4.Suyuqlikning ho'llash shartini izohlab bering.

«Molekulyar fizika» fanidan test savollari

1. Molekulyar fizika nimani o'ganadi?

Modda tarkibiga kiruvchi zarralarning harakat shaklining xususiyatlarini o'rgatadi..

Molekulalarning harakat turlarini o'rgatadi.
Moddaning molekulalardan tuzilishini o'rgatadi
Modda atomlar va molekulalardan iborat deb qaraydi.

2. Atom tushunchasini birinchi bo'lib kim kiritgan.

Demokrit
Lukreskiy
Aristotel
Beruniy

3. Qanday zarra molekula deb ataladi.

Moddaning barcha kimyoviy xossalarini o'zida mujassamlashtirgan eng kichik bo'lagi.
Atomlardan tashkil topgan eng kichik zarra.
Moddaning eng kichik zarrasi.
Eng kichik massali zarracha.

4. Moddaning qanday xossalarini urganishda termodinamik usuldan foydalaniladi?

Issiqlik
Issiqlik o'tkazuvchanlik.
Issiqlikdan kengayish.
Isiganda ish bajarish.

5. Quyidagi tushunchalardan qaysi biri mikrosistemaga, qaysi biri makrosistemaga tegishli.

1) atom massasi, 2) molekulyar massa, 3) molekula tezligi, 4) Avogadro soni.
Mikrosistema: 1,2, 3 2,3, 1,2 1,4,
Makrosistema: 4 2,4, 2,4, 2,3,4,

6. To'qnashuvlar soni nima degan savol uchun tug'ri javobni ko'rsating.

1) Molekulalarning o'zaro to'qnashuvlari soni.
2) Bitta molekulaning vaqt birligidagi to'qnashuvlari soni.
3) Hajm birligidagi barcha molekulalarning to'qnashuvlari soni.
4) Hajm birligidagi barcha molekulalarning vaqt birligidagi to'qnashuvlari soni.
2,3, 1,4, 3,4, 2,4

7. Molekulaning erkin yugurish yo'li nima?

Molekulaning ikki ketma-ket to'qnashuvi orasidagi yo'li.
Molekulaning erkin harakat qilib o'tgan yo'li.
Molekulaning bir sekunddagi bosgan yo'li.
Gaz molekulasiining T_1 va T_2 haroratli nuqtalar orasidagi yo'li.

8. Taqsimot funksiyasi egri chizig'ining ko'rinishi qanday parametrlarga bog'liq?

harorat va molekulalar tezligiga
bosimga,
molekulalar soniga,
haroratga,

9. Molekulyar o'rtacha kvadratik tezligi bilan ularning o'rtacha tezliklari o'rtasida qanday farq bor?

9% katta.
hech qanday farq yo'q.
9% kichik.
Molekula massasiga bog'liq.

10. Berilgan haroratda qanday tezlikda eng ko'p sondagi molekulalar ega bo'ladi?

eng katta tezlikga
arifmetik tezlikga
o'rtacha kvadratik tezlikga
tezlikga

11. Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasini yozing.

$$1) \quad n \cdot \frac{m_0 v^2}{2} \quad 2) \quad \frac{3}{2} m_0 \frac{nv^2}{2}$$

$$3) \quad \frac{3}{2} n \frac{m_0 v^{-2}}{2} \quad 4) \quad \frac{2}{3} n \frac{m_0 v^{-2}}{2}$$

3 2 4 1, 4

12. Gaz bosimining qanday birliklari bor?

1) Pa , 2) Bar , 3) At , 4) Atm, 5) Tor , 6) 760 mm simob ustini.

Barchasi to'g'ri. 1, 2, 6; 1, 4, 6; 1, 2, 4;

13. Fizikaviy bosimning to'g'ri tarifini ko'rsating.

1) 760 mm simob ustini bosimi; 2) Simobli barometrda o'lchangan bosim;
3) Balandligi 760 mm bo'lgan simob ustinining ogirligi; 4) Balandligi 760 mm
bo'lgan simob ustinining vakuumdagi bosimi; 5) Balandligi 760mm bo'lgan
simob ustinining normal sharoitdagi bosimi.

5 1,2, Barchasi to'g'ri, 4.

14) To'g'ri javobni ko'rsating.

1) $T=t^0 - 273,15$; 2) $T=t^0 + 273,15$; 3) $t^0 = T+273,15$;
4) $t^0 = T- 273,15$; 5) $t^0 = 273,15 - T$; 6) $T = 273,15 - t^0$;
2,4; 4,5; 1,6; 2,3,5;

15) Bol'sman doimiysi nechaga teng?

$1,38 \times 10^{-23}$ J/K;
 $1,38 \times 10^{23}$ J/K;
 $1,38 \times 10^{23}$ J;
 $1,38 \times 10^{23}$ J/K.mol;

16) Absolyut nol haroratda gaz bosimi qanday qiymatga teng bo'ladi?

0 ga; 1atm.ga; 1 Pa ga; -273 Pa ga;

17) Izobarik qonuniyatga ko'ra gaz hajmi absolyut nol haroratda nechaga teng bo'lishi kerak.

0 22,4 sm³ ; 22,4 m³ ; 1/273 m³ ;

18. Izotermik jarayonda gaz hajmi ikki marta ortsa bosimi necha marta o'zgaradi?
ikki marta kamayadi

ikki marta ortadi
o'zgarmaydi
turt marta ortadi

19. Loshmit soni nimani ifodalaydi?

normal sharoitdagi 1 m³ dagi molekulalar soni,
1 m³ dagi molekulalar soni,
Hajm birligidagi molekulalar soni,
1 mol gazdagi molekulalar soni,

20. PV ko'paytmaning bosimga bog'lanishi ideal gazlar uchun qanday?

Izotermadan iborat,
o'zgarmas,
to'g'ri chiziqli,
kamayadi,

21. PV ko'paytmaning bosimga bog'lanishi real gazlar uchun qanday?

avval kamayib, katta bosimlarda ortadi,
Izotermadan iborat,
kamayadi,
to'g'ri chiziqli,

22. Bir xil katta bosimda qaysi gaz ko'p siqiladi, idealmi, realmi?

ideal gaz,
real gaz,
bir xil siqiladi,
real gaz siqilmaydi,

23. Shtern tajribalarida qanday zarralar harakati o'rganildi.

kumush atomlari,
atomlar,
Molekulalar,
zarralar,

24. Yer atmosferasi asosan qanday gaz molekulalaridan tashkil topgan?

kislorod va azot,
kislorod,
Azot,
vodorod,

25. Yer atmosferasi stasionar holatda emas, chunki ...

er sirtida turlicha nuqtada turlicha harorat mavjud.
u turli gazdan iborat,
harorat balandlik ortgan sari kamayib boradi,
gaz zichligi balandlik ortgan sayin kamayib boradi,

26) Bol'sman qonunini qanday gazlar uchun kullash mumkin?

faqat ideal gazlar,
real gazlar uchun,
siyraklangan,
havo gazlari uchun,

27. Issiqlikning ekvalinti nechaga teng?

4,2 j/kal
2,24 j/kal ,
2,4 j/kal ,
2,3 j/kal.

28. Tashki kuchlarning gaz ustida bajargan ishini termodinamik nuqtai nazardan tushintiring.

Gaz hajmi o'zgaradi,
gaz qiziydi,
gazdan tashkari kuch bajargan ishga teng issiqlik ajraladi,
gaz bosimi ortadi,

29. O'zgarmas sigimdagi issiqlik sig'imi formulasini ko'rsating.

$\frac{3}{2}R$ $\frac{2}{3}R$
 $\frac{1}{3}R$
 $2/3K$
 $\frac{3}{1}R$

30. Harorat 1 K ga ko'tarilganda xar bir molekulaning energiyasi qanchga oratadi?(sintez)

1 J ga
 $3/2KT$ ga,
 $3/2K$ ga,
 $3/2RT$ ga,

31. Atomni bitta erkinlik darajasiga mos kelgan kinetik energiya nimaga teng?

$\frac{KT}{2}$

$$\frac{KT}{3/2}$$

$$\frac{1}{3}KT$$

32. Uch atomli gaz uchun γ qanchaga teng?

- 1,33
- R ga,
- K ga,
- 2 ga,

33. Nima uchun gazni o'zgarmas bosimda 1°C ga isitish uchun unga beriladigan issiqlik miqdori, uni o'zgarmas hajmda 1°C ga isitish uchun beriladigan issiqlik miqdoridan ortiq bo'ladi.

- chunki gaz kengayadi,
- molekulalar tezligi ortadi,
- gaz kengayib ish bajaradi,
- molekulalar potensial energiyasi ortadi,

34. Ideal gazga berilgan issiqlik xisobiga uning hajmi ikki marta o'zgaradi - Bunda gaz necha marta ko'p ish bajarish imkoniyatiga ega bo'ladi?

- 2 marta,
- 4 marta,
- 0,7 marta,
- 1,4 marta,

35. Izotermik va adiabatik jarayonlarda bosim va hajm orasidagi bog'lanishlar bir-biridan qanday farq qiladi.

- Adiabatik jarayonda hajm haroratga bog'liq,
- R bilan farq qiladi,
- Izotermik jarayonda bosim haroratga bog'liq,
- Adiabatik jarayonda bosim haroratga ham bog'liq,

36. Bir xil issiqlik miqdorida siqilgan va siyrak gazlarda qaysi biri ko'proqqiziydi?

- siqilgan,
- bir xil,
- siyrak,
- Hajmi yoki bosimi o'zgarishiga bog'liq,

37. Past bosimda gaz olib o'tayotgan issiqlik miqdori nimalarga bog'liq?

- Devorlar harorati ayirmasiga to'g'ri va devorlar oraligiga teskari proporsional.
- Gaz turgan idish devorlari harorati ayirmasi to'g'ri proporsional.
- Idish devorlari oraligiga teskari proporsional.
- Gaz molekulalari tezligiga bog'liq.

38. T haroratda truba orqali vaqt birligida oqib o'tayotgan qovushqonligi bo'lgan zich gazning massasi truba radiusiga qanday bog'liq?

- R^4 ga proporsional,
- R^2 ga proporsional,
- R^3 ga proporsional,
- R ga proporsional,

39. Qanday oqim laminar oqim deb ataladi?

- Gaz (suyuqlik) qatlamlari bir-biriga parallel kuchganda,
- Kichik tezlikli gaz suyo'lik oqimi,
- qovushqoq suyuqlik oqimi,
- Gaz (suyuqlik) katta diametrli trubada oqqanda,

40. Oqimning turbulentlik sharti qanday?

- oqimda uyurmalar paydo bo'lishi kerak,
- laminarlik buziladi.

$Re > 1000$,
Truba kesimi kichik,

41. PV ko'paytmaning bosimga bog'lanishi ideal gazlar uchun qanday?

Izotermadan iborat,
o'zgarmas,
to'g'ri chiziqli,
kamayadi,

42. PV ko'paytmaning bosimga bog'lanishi real gazlar uchun qanday?

avval kamayib, katta bosimlarda ortadi,
Izotermadan iborat,
kamayadi,
to'g'ri chiziqli,

43. Bir xil katta bosimda qaysi gaz ko'p siqiladi, idealmi, realmi?

bir xil siqiladi,
real gaz,
ideal gaz,
real gaz siqilmaydi,

44. Keltirilgan parametrlarni yozing.

A, V, S javoblar to'g'ri.

$$\frac{T}{T_k} = 0,$$

$$\frac{P}{P_k} = 0,$$

$$\frac{V}{V_k} = 0,$$

45. Molekulalarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi gazning qaysi parametriga bog'liq?

molekulalar orasidagi masofaga,
gazning hajmiga,
bosimiga,
haroratga,

46. Issiqlik o'tkazuvchanlik, diffuziya va ichki ishqalanish kabi xodisalar qaysi jarayonlarga misol bo'la oladi?

qaytmas jarayonlar,
izojarayonlar,
qaytar jarayonlar,
kuchish jarayonlari,

47. Ichki energiyaning o'zgarishi sistemaning birinchi holatdan ikkinchi holatga utish yo'liga ... (to'g'ri javobni ko'rsating)

bog'liq emas,
bog'liq.
va haroratga bog'liq,
va bosimga bog'liq,

48. Ichki energiya U, issiqlik miqdori Q va bajarilgan ish A lardan qaysi biri holat funksiyasi xisoblanadi?

faqat U
Q, A,
U, Q,
faqat Q

49. Eng ko'p ish qaysi jarayonda bajariladi?

izotermik,
adiabatik,
aylanma,
izobarik,

- 50. Karno sikli qanday jarayondan iborat?**
 izotermik va adiabatik,
 qaytar va siklik,
 ikkiizotermik va ikkiizobarik,
 4 ta izotermik.
- 51. Karno sikli buyicha gaz kengayganda bajarilgan ish siqilganda bajarilgan ishdan qanday farq qiladi?**
 ikkalasi teng,
 kengayishdagi ish kichik,
 Siqilganda ish kichik,
 kengaygandagi ish musbat,
- 52. Quyidagi formuladan qaysi biri Karno siklining f.i.k. ni ifodalaydi?**
 1) $Q_1 - Q_2 = A_{12} - A_{34}$, 2) $A_{12} - A_{34} / A_{12}$, 3) $T_1 - T_2 / T_1$, 4) $Q_1 - Q_2 / Q_1$
 3,4
 1,2
 2,3
 1,3
- 53. Karno siklining f.i.k ish bajaradigan modda turiga bog'liqmi?**
 Yo'q,
 Xa,
 Gaz bo'lishi shart,
 Sikl qaytar bo'lsa, bog'liq,
- 54. Sovutish mashinalarining ishlash qanday prinsipga asoslangan?**
 S va D to'g'ri.
 Karno siklida,
 Tashki kuchlarning ish bajarishiga,
 Teskari Karno sikliga,
- 55. Qaytmas jarayonda jism entropiyasi qanday o'zgaradi?**
 ortadi,
 Sakrab o'zgaradi,
 Bajarilgan ishga teng,
 kamayadi,
- 56. Absolyut nolda jismning issiqlik sig'imi, issiqlikdan kengayish koeffisienti, siqilish koeffisienti, entropiyasi va xokazolar nimaga teng?**
 α va x nolga teng, $C > 0$, $S = \text{Const}$
 α , x , $s > 0$, $S = 0$,
 α , x , C , s , $= 0$
 α , x , $S = 0$, $s > 0$,
- 57. Suyuqliklar siqiluvchanligini ulchaydigan asbobning nomini ayting.**
 p'ezometr,
 Barometr,
 Manometr,
 densitometr,
- 58. Suyuqliklar uchun diffuziya koeffisientini ko'rsating.**
 $\frac{1}{3} \lambda \bar{v}$,
 $\frac{1}{6} \bar{b}$,
 $\frac{1}{6} \bar{b}^2$,

$$\frac{1}{6} \bar{b}t,$$

59. Suyuqlik larning qovushqoqlik koeffisienti o'lchanadigan asbob nomini ayting.

viskozimetr,
densitometr,
areometr,
p'ezometr,

60. Diametrlari 1) 1 mm, 2) 2 mm va 3) 3 mm bo'lgan shisha naychalar suvga tushirilgan. qaysi birida suv ko'proq ko'tariladi?

1- da
3-da
2-da,
bir xil ,

61. Batamom xo'llaydigan suyuqlikda suyuqlikning ko'tarilish formulasini ko'rsating.

$$\frac{2b}{pgr}$$

$$\frac{b}{pgr},$$

$$\frac{2b}{mgr},$$

$$\frac{m}{vbr},$$

62. Ideal gazlar uchun Joul'-Tomsonning differensial koeffisienti nimaga teng?

$$\frac{\Delta T}{\Delta P}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta T}$$

$$0$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta P} R,$$

63. Inversiya harorati kritik harorat bilan qanday bog'lanishga ega?

$$T_i = 6,7T_k$$

$$T_i = \frac{3}{2}T_k$$

$$T_i = 5T_n$$

$$T_i = 6,7T_k^2,$$

64. Azot, kislorod va vodorod uchun normal atmrsfera bosimida qaynash harorati qanchga teng?

77 K, 90 K, 20 K
100 K, 90 K, 15 K,
77k, 100 K, 20 K
90 K, 20 K, 4,15 K

65. Kristallda atomlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi nimaga teng?

kT ga,
3/2 kT ga,
nolga,
2/3 kT ga,

66. Ko'ndalang va buylama uzayishlar nisbati uchun Puasson koeffisienti ifodasini aniqlang.

$$\Delta r / r / \frac{\Delta l}{l}$$

$$\Delta l / l$$

$$\Delta r / r$$

$$\Delta l / l / \Delta r / r,$$

67. CHuzilish deformasiyasida jismning qaysi parametrlari o'zgaradi?

Uzunligi ortib, hajmi kamayadi,
uzunligi ham hajmi ham ortadi,
hajmi o'zgarib, shakli o'zgarmaydi,
ikkalasi ham kamayadi,

68. Nisbiy uzayish nima?

$\Delta l / l_0$ nisbat, Deformasiyalangan jism uzunligining deformasiyalangan jismlar uzunligiga nisbatan o'zgarishi.

Jismning deformasiyadan keyingi va oldingi uzunliklari farqi.

$$\Delta l / l_0 \Delta l \quad \text{nisbat.}$$

69. Bir tomonlama chuzilish deformasiyasi uchun Guk qonuni formulasini yozing.

S, D lar to'g'ri.

$$F = \frac{1}{F} \frac{\Delta l}{l}$$

$$F = \frac{l}{E} \frac{l_0}{l}$$

$$F = \frac{P}{\Delta l / l},$$

70. Agar deformasiya natijasida jism hajmi o'zgarmasa, Puasson koeffisienti nimaga teng bo'lar ekan?

1 ga.4

$$\Delta l / l \quad \text{ga,}$$

$$\Delta r / r \quad \text{ga,}$$

$$\frac{1}{2} \quad \text{ga,}$$

71. Kristall jismlarning erish temperaturasi bosimga qanday bog'liq?

A, V, S lar to'g'ri.

bosim oshsa oshadi,

bosim oshsa kamayadi,

ayrim kristallar uchun bosim oshganda oshsa, ayrim kristallar uchun kamayadi,

72. Kristall jismning to'g'ridan-to'g'ri bug'ga aylanish jarayonidagi yashirin qaynash issiqligi qattiq + suyuq + gaz yo'nalishidagi qaysi issiqliklarga teng?

erish va buglanish issiqligiga,

buglanish issiqligiga,

erish issiqligiga,

erish va buglanish issiqligiga,

73. Atomning bitta erkinlik darajasiga mos kelgan to'la energiya nimaga teng?

KT ga,

$$\frac{1}{2} KT \quad \text{ga,}$$

$$\frac{3}{2}KT \text{ ga,}$$

$$2KT \text{ ga.}$$

74. Qattiq jism atomining o'zgaras hajmdagi issiqlik sig'imi bir atomli ideal gazning molyar issiqlik sig'imidan necha marta farq qiladi?

2 marta kichik,
farqi yo'q,
2 marta katta,
KT ga teng,

75. Qattiq jismning issiqlik sig'imi past haroratlarda haroratga qanday bog'langan?

T^3 ga proporsional,
to'g'ri proporsional,
 T^2 ga proporsional,
haroratga bog'liq emas,

76. Anizotrop qattiq jismlar qiziganda qanday xodisa kuzatiladi.

boshqa modifikasiyaga utadi.
parchalanadi;
eriydi;
shakli o'zgaradi;

77. Ideal gaz tezliklarining absolyut qiymati buyicha Maksvell taqsimotini yozing.

$$dN(v) = N \left(\frac{m_0}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-m_0 v^2 / 2KT} \cdot 4\pi v^2 dv$$

$$p = p_0 e^{-\frac{Mg(h-h_0)}{KT}}$$

$$n = n_0 e^{-\frac{E-E_0}{KT}}$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

78. Gaz molekularining o'rtacha erkin yugurish masofasini aniqlang.

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$$

$$\langle \lambda \rangle = \sqrt{2} \pi d^2 n \langle V \rangle$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \langle \lambda \rangle < \lambda > n$$

$$\lambda = \frac{n \langle V \rangle}{4}$$

79. X o'qiga perpendikulyar joylashgan ds yuza orqali dt vaqt ichida olib utilgan issiqlik miqdorini toping.

$$dQ = -\lambda \frac{dT}{dx} ds dt$$

$$dm = -D \frac{dp}{dx} ds dt$$

$$dF = -\eta \frac{dv}{dx} ds$$

$$dQ = mcdT$$

80. Barometrik formulani yozing.

$$p = p_0 e^{-\frac{Mg}{RT}(h-h_0)}$$

$$n = n_0 \ell^{-\frac{(m-m_0)Ng(h-h_0)}{RT}}$$

$$dn = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n \left(\frac{u}{uH} \right)^2 \ell^{-\frac{u^2}{u^2H}} \frac{du}{uH}$$

$$dN(V) = N \left(\frac{m_0}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} \ell^{-\frac{m_0 V^2}{2KT}} 4\pi V^2 dV$$

81. Ideal gaz molekularining eng katta ehtimoli tezligini aniqlang.

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

82. Ideal gaz molekulaning ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasini aniqlang:

$$\langle E \rangle = \frac{i}{2} KT$$

$$P = \frac{2}{3} n_0 \langle E_0 \rangle$$

$$n = n_0 \ell^{-\frac{E-E_0}{KT}}$$

$$PV^\gamma = \text{const}$$

83. Gaz molekularining o'rtacha erkin yugurish masofasini aniqlang.

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$$

$$\chi = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho$$

$$\eta = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{2} \langle \lambda \rangle n$$

84. Turli tezlik bilan harakatlanayotgan ds yuzali ikkita qatlam orasidagi ichki ishqalanish kuchini aniqlang.

$$D = \frac{1}{2} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle$$

$$dm = -D \frac{d\rho}{dx} ds dt$$

$$dF = -\eta \frac{dv}{dx} ds$$

$$dQ = -\chi \frac{dT}{dx} ds dt$$

85. Gaz molekularining vaqt birligi ichidagi o'rtacha to'qnashishlar sonini aniqlang.

$$\langle \lambda \rangle = \sqrt{2}\pi d^2 n \langle V \rangle$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$$

$$\alpha = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho c$$

$$\eta = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho$$

86. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlang:

$$\alpha = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho c_v$$

$$\eta = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle \rho$$

$$D = \frac{1}{3} \langle V \rangle \langle \lambda \rangle$$

$$\langle \lambda \rangle = \sqrt{2} \pi d^2 n \langle V \rangle$$

87. Termodinamikaning birinchi qonuni ifodasini aniqlang:

$$dQ = du + dA^1$$

$$- du = bQ + bA^1$$

$$- bA^1 = du + bQ$$

$$u = \frac{m}{M} c, T$$

88. Ideal gazning ichki energiyasi ifodasini toping:

$$u = \frac{m}{M} C_v T$$

$$bQ = du + bA^1$$

$$C_p = C_v + R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

89. Gazning o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imi ifodasini toping.

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

$$C_p = C_v + R$$

$$C_p = \gamma C_v$$

$$n = \frac{c - C_p}{C - C_v}$$

90. Molekula tushunchasi qanday ta'riflanadi?

Molekula moddani tashkil etuvchi zarra bo'lib o'zida shu moddaning asosiy ximiyaviy xossalarni aniqlovchi mustaqil eng kichik bo'lakchadir.

Molekula bu eng kichik bo'lakdan iborat.

Molekula bu zarracha.

Molekula bu atomlardan tuzilgan.

91. Gazlarning o'zgarmas bosimidagi issiqlik sig'imi ifodasini yozing.

$$C_p = C_v + R$$

$$C = 3R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

$$u = \frac{m}{\mu} C_v T$$

92. Ideal gazning bajargan ishi ifodasini yozing.

$$A^1 = \int P dv$$

$$A = F \cdot S$$

$$A = maS$$

$$A = E_2 - E_1$$

93. Izotermik jarayonda bajarilgan ish ifodasini yozing.

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$A = \frac{m}{M} \frac{RT_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$$

$$A = \frac{m}{M} C_v (T_1 - T_2)$$

$$A = 0$$

94. T_0 temperaturali bir atomli bir mol ideal gaz isitilmoqda. Izobar holatda uning hajmi ikki marta ortishida berilgan issiqlik miqdorini aniqlang.

$$2RT_0$$

$$\frac{3}{2} RT_0$$

$$\frac{5}{2} RT_0$$

$$RT_0$$

95. Ikkita idishda kislorod va vodorod joylashgan. Agar gazlarning massasi, bosimi, temperaturasi teng bo'lsa, V_B vodorod hajmi V_k kislorod hajmiga nisbati nimaga teng bo'ladi?

$$1.$$

$$32.$$

$$\frac{1}{16}$$

$$16.$$

96. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffisienti qanday ifoda qilinadi?

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2}$$

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_2^1}{A}$$

97. Politropa ko'rsatgichi qanday yoziladi?

$$\frac{C - C_v}{C_p - C_v}$$

$$\frac{C_p}{C_v}$$

$$\frac{C - C_v}{C - C_p}$$

$$\frac{C_p - C_v}{C - C_v}.$$

98. Aylanma jarayonda sistemaga 200 kJ issiqlik energiyasi berildi. Bu jarayonda qanday ish bajariladi?

- 200kJ
- 100kJ,
- 300kJ,
- 50kJ,

99. Kristallanish temperaturasida qaysi fazalar muvozanatda bo'ladi?

- gaz, suyuq va qattiq,
- gaz va suyuq,
- gaz va qattiq,
- suyuq va qattiq,

100. T haroratda truba orqali vaqt birligida oqib o'tayotgan siyrak gazning massasi truba radiusiga qanday bog'liq?

- R^3 ga proporsional,
- R^2 ga proporsional,
- R^4 ga proporsional,
- R ga proporsional,

101. Relaksasiya vaqti nima?

- Sistemaning nomuvozanat holatdan muvozanat holatga utishi uchun ketgan vaqt.
- Sistema holatining xar qanday o'zgarishi uchun ketgan vaqt.
- Sistema energiyasining o'zgarishi uchun ketgan vaqt.
- Sistemadagi tasodifiy o'zgarishlar orasidagi vaqt

102. Kristall jism amorf jismlardan qanday xossalari bilan farq qiladi?

- anizotropiya xossasi bilan, atomlar joylashishi bilan,
- kristallda atomlar panjara xosil qiladi,
- amorf jismlarda esa panjarpa xosil qilmaydi.
- Miller indeksleri bilan

103. Uch atomli gaz uchun γ qanchga teng?

- 1,33
- R ga,
- K ga,
- 2 ga,

104. Nima uchun gazni o'zgarmas bosimda 1°C ga isitish uchun unga beriladigan issiqlik miqdori, uni o'zgarmas hajmda 1°C ga isitish uchun beriladigan issiqlik miqdoridan ortiq bo'ladi.

- chunki gaz kengayadi,
- molekulalar tezligi ortadi,
- gaz kengayib ish bajaradi,
- molekulalar potensial energiyasi ortadi,

105. Ideal gazga berilgan issiqlik xisobiga uning hajmi ikki marta o'zgaradi - Bunda gaz necha marta ko'p ish bajarish imkoniyatiga ega bo'ladi?

- 2 marta,
- 4 marta,
- 0,7 marta,
- 1,4 marta,

106. Izotermik va adiabatik jarayonlarda bosim va hajm orasidagi bog'lanishlar bir-biridan qanday farq qiladi.

- Adiabatik jarayonda hajm haroratga bog'liq,
- R bilan farq qiladi,
- Izotermik jarayonda bosim haroratga bog'liq,
- Adiabatik jarayonda bosim haroratga ham bog'liq,

107. Bir xil issiqlik miqdorida siqilgan va siyrak gazlarda qaysi biri ko'proq qiziydi?

siqilgan,
bir xil,
siyrak,
Hajmi yoki bosimi o'zgarishiga bog'liq,

108. Past bosimda gaz olib o'tayotgan issiqlik miqdori nimalarga bog'liq?

Devorlar harorati ayirmasiga to'g'ri va devorlar oraligiga teskari proporsional.
Gaz turgan idish devorlari harorati ayirmasi to'g'ri proporsional.
Idish devorlari oraligiga teskari proporsional.
Gaz molekulalari tezligiga bog'liq.