

12-Ma'ruza.
SUYUQLIKLARNING KOSSALARI.

Reja.

1. Suyuqlikning harakteri. Muvozanat tenglamasi.
2. Siqilmas suyuqlik gidrostatikasi. Bernulli tenglamasi.
3. Yopishqoq suyuqlik gidrodinamikasi. Stoks va Puazeyl formulalari.

Tayanch so'z va iboralar: ideal suyuqlik, oqim, bosim, paskal, muvozanat holat, gidrostatik bosim, statik bosim, dinamik bosim, statsionar oqim, laminar, turbulent, Reynolds soni.

Suyuqlikning harakteri. Muvozanat tenglamasi. Suyuqlik va gazlar o'zlarining hususiyatlari bo'yicha qattiq jismlardan tubdan farq qiladi. Suyuqlikning egallagan xajmi o'zgarmas kattalikdan iborat bo'lib, suyuqlik o'ziga hos tayinli shaklga ega emas, u o'zi turgan idish shaklini oladi.

Har qanday gaz o'ziga hos shakl va xajmga ega emas. Gazning shakli va xajmi o'zi egallab turgan ixtiyoriy ko'rinishdagi idishning shakli va butun xajmi bilan belgilanadi. Agar biror idishga solingan suyuqlikning ixtiyoriy ΔS yuziga ΔF kuch bilan ta'sir etsak, bu ta'sir quyidagi formula bilan karakterlanuvchi bosimni ifodalaydi.

$$P = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

Demak bosim yuza birligiga ta'sir etuvchi kuchni ifodalaydi ekan. SI da bosim birligi qilib paskal (Pa) qabul qilingan, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Xajm kuchlari bo'lmagan sharoitda muvozanat holatdagi suyuqlikning istalgan joyi uchun

$$\Delta p / \Delta \ell = 0$$



Shart qanoatlantirilishi lozim. Bundan $p = \text{const}$ degan hulosalar kelib chiqadi. Demak suyuqlikning bir xil balandlikdagi nuqtalarida bosim bir xil qiymatga ega bo'ladi. Suyuqliklarni harakatlanishi og'ish deb, harakatlanayotgan suyuqlik zarralarining to'plamini oqim deb yuritiladi.

Ikki turli balandlikdagi suyuqlikning bosimlari R_1 va R_2 bir-biridan farq qiladi. Bu farq shu balandliklar orasida yotgan va ko'ndalang kesimi birga teng bo'lgan suyuqlik vertikal ustunining og'irlik kuchiga teng, ya'ni

$$P_2 = P_1 + \frac{\rho V g}{S} = p_1 + \rho g h$$

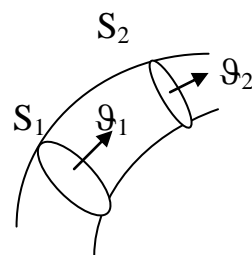
Demak $p_2 = p_1 + \rho g h$

Bunda, ρ -suyuqlik zichligi, h -balandliklar farqi, $\rho g h = p_g$ - gidrostatik bosim.

Siqilmas suyuqlik gidrostatikasi. Bernulli tenglamasi.

Suyuqlikning oqim chiziqlari bilan chegaralangan

qismi oqim nayi deb ataladi. Suyuqlik S_1 va S_2 kesimga ega bo'lgan trubada oqayotgan bo'lsin. Agar suyuqlik siqilmas bo'lsa, ya'ni uning zichligi hamma yerda bir xil bo'lib o'zgarmasa, u holda S_1 va S_2 kesimlar orasida suyuqlik miqdori o'zgarmaydi.



1-rasm

Demak vaqt birligi ichida S_1 va S_2 kesimlar orqali oqib o'tuvchi suyuqlik miqdori bir xil ya'ni o'zgarmas bo'lishi kerak.

$$S_1 Q_1 = S_2 Q_2 \quad (1)$$

Demak, siqilmas suyuqlik uchun trubaning istalgan kesimida

$$S \cdot Q = \text{const} \quad (2)$$

Bu oqimning uzluksizlik tenglamasi bo'lib bunga asosan oqim nayining kesimi to'g'ri bo'lsa siqilmas suyuqlik zarrachalari tezroq harakat qiladi va aksincha.

Suyuqliklar harakati tekshirayotganda ko'p hollarda suyuqlikning bir qismining boshqa qismlarga nisbatan harakati vaqtida ishqalanish kuchlari yuzaga kelmaydi deb hisoblash mumkin. Ichki ishqalanish (yopishqoqlik) batamom hisobga olinmaydigan suyuqlik ideal suyuqlik deyiladi.

Yerning tortishish maydonida statsionar oqayotgan ideal suyuqlik ichida ajratib olingan oqim nayini qarab chiqaylik (2- rasm).

Kuzatilayotgan suyuqlik miqdori oqim tufayli Δt vaqt ichida oqim nayi bo'ylab siljib, S_1^1 va S_2^1 kesimlar orasidagi xajmni egallaydi. Siljishda r_1 va r_2 bosim kuchlarining bajarigan ishlari

$$A_1 = r_1 S_1 Q_1 \Delta t \quad (3)$$

$$\text{va } A_2 = -r_2 S_2 Q_2 \Delta t \quad (4)$$

va bunda siljish yo'nalishi kuch yo'nalishiga qarama-qarshidir.

Oqimning uzluksizligini ifodalovchi $S_1 Q_1 \Delta t = S_2 Q_2 \Delta t = \Delta V$ tenglamani e'tiborga olib

suyuqlik miqdorini siljishida bajarilgan ishni quyidagicha yozamiz.

$$A = A_1 + A_2 = r_1 \Delta V - r_2 \Delta V \quad (5)$$

To'la energiyani o'zgarishini kinetik va potensial energiyalarning o'zgarishlaridan iborat deb, uni quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{m Q_2^2}{2} - \frac{m Q_1^2}{2} + mgh_2 - mgh_1 = p_1 \Delta V - p_2 \Delta V$$

Bu tenglamani ΔV ga bo'lib va $\rho = m/V$ suyuqlik zichligi ekanligini e'tiborga qolib

$$\frac{\rho Q_1^2}{2} + \rho gh_1 + p_1 = \frac{\rho Q_2^2}{2} + \rho gh_2 + p_2 \quad (7)$$

ifodani hosil qilamiz.

(7) ifodani umumlashtirib quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\frac{\rho Q^2}{2} + \rho gh + p = \text{const}$$

Bu Bernulli tenglamasi bo`lib bunda, $\rho g^2/2$ - dinamik bosim, ρgh – og`irlik bosimi, r - statik bosim deb ataladi.

Bernulli tenglamasi ideal suyuqlikning statsionar oqimida ixtiyoriy ravishda tanlab olingan oqim chizig`ining istalgan nuqtalari uchun dinamik, og`irlik va statik bosimlarning yig`indisi o`zgarmas kattalikdan iborat ekanligini ko`rsatadi.

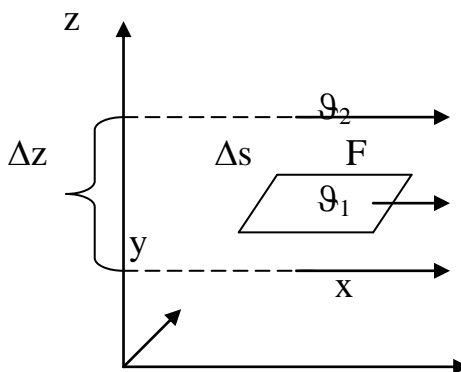
Yopishqoq suyuqlik gidrodinamikasi. Stoks va Puazeyl formulalari.

Hamma real suyuqliklarning bir qatlami ikkinchi qatlamiga nisbatan ko`chganda ishqalanish kuchlari vujudga keladi. Bir - biridan Δz masofada bo`lgan ikki qatlam (1-rasm) mos ravishda

ϑ_1 va ϑ_2 tezliklar bilan oqyapti deb faraz qilaylik.

$\vartheta_1 - \vartheta_2 = \Delta\vartheta$ bo`lsin. Bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o`tganda tezlikning qanchalik tez o`zgarishini ko`rsatuvchi $\Delta\vartheta/\Delta z$ kattalik tezlik gradiyenti deb ataladi. Ichki ishqalanish kuchi f tezlik gradiyentiga proporsional bo`ladi, ya`ni

$$f = \eta \frac{\Delta\vartheta}{\Delta z} \cdot \Delta s \quad (1)$$



Suyuqlikning tabiatiga bog`liq bo`lgan η kattalik suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyenti yoki yopishqoqlik koeffitsiyenti deyiladi, Δs -suyuqlik qatlamining yuzi.

SI tizimida yopishqoqlik koeffitsiyenti o`lchov birligi

$$[\eta] = \frac{f}{\left[\frac{\Delta\vartheta}{\Delta z} \right] \cdot [\Delta s]} = \frac{H}{m/c} = H^c = \Pi a \cdot c = 10 \Pi$$

Bunda P - puaz. Yopishqoqlik haroratga bog`liq bo`lib, harorat ko`tarilgan sariq yopishqoqlik kamaya boradi.

Suyuqlikning biz ko`rgan oqimi, ya`ni suyuqlik go`yo aralashmasdan bir-biriga nisbatan sirpanayotgan qatlamlarga ajralgan holda oqishi laminar oqim deyiladi. Laminar oqim statsionlar oqimdir.

Oqimning tezligi yoki ko`ndalang o`lchamlari o`zgarsa, oqish harakteri keskin o`zgaradi. Suyuqlik intensiv ravishda aralasha boshlaydi. Bunday oqim turbulent oqim deyiladi. Idish devorlari yonida turbulent oqim tezligi laminar oqim tezligiga nisbatan kuchliroq, kesimning olgan qismlarida esa kamroq o`zgaradi.

Ingliz olimi O. Reynolds oqim xarakteri uning nomi bilan yuritiladigan reynolds soni Re ga bog`liq bo`lishini aniqladi.

$$R_e = \rho \vartheta \ell / \eta \quad (2)$$

bunda η - suyuqlikning yopishqoqligi, ρ - suyuqlikning zichligi, ϑ -suyuqlikning tezligi, ℓ - ko`ndalang kesim uchun xarakterli bo`lgan o`lcham, masalan kesimi kvadrat bo`lsa, kvadratning tomoni, dumaloq kesim bo`lsa, uning radiusi yoki diametri Reynolds soni ma`lum qiymatidan (kritik) kichik bo`lgan hollarda laminar oqim, R_e ning ma`lum qiymatidan (kritik qiymatidan) katta bo`lgan hollarda esa

turbulent oqim kuzatiladi. Suvning truba bo'yicha oqimida R_e sonining kritik qiymati $R_{e_{kr}}=1200$.

Stoks qonuni. Jism yopishqoq muhit ichida harakat qilganda qarshilik vujudga keladi.

$$F = -6\pi\eta r\vartheta \quad (3)$$

Bu qonun Stoks qonuni deb ataladi.

Puazeyl formulasi. Silindr ko'rinishdagi trubada suyuqlik laminar oqayotgan bo'lsin. Trubaning ko'ndalang kesimi orqali bir sekund ichida oqib chiqadigan suyuqlikning V xajmi

$$V = \frac{\pi(p_1 - p_2)}{8\eta\ell} R^4 \quad (7)$$

Bu ifoda Puazeyl formulasi deb ataladi. Bu formuladan ko'rinadiki, bir sekund ichida trubadan oqib o'tayotgan suyuqlik xajmi trubaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqiga, truba radiusining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional hamda truba uzunligiga va suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentiga teskari proporsional ekan.

Nazorat savollari

1. Suyuqliklarning xarakterini tushuntiring.
2. Muvozanat tenglamasi nima.
3. Uzluksizlik tenglamasi.
4. Bernulli tenglamasi.
5. Ichki ishqalanish kuchlari.
6. Laminar va turbulent oqimlar.
7. Reynolds soni.
8. Stoks qonuni.
9. Puazeyl formulasi.

Adabiyotlar

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1. A-1. | 160-191 | 4. A-5. | 51-59 |
| 2. A-2. | 174-189 | 5. A-6. | 54-62 |
| 3. A-3. | 102-116 | 6. A-7. | 445-497 |
| 4. A-4. | 154-175 | 7. A-8. | 55-69 |

MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI.

Reja.

1. Molekulyar kinetik (statik) va termodinamik usul.
2. Muvozanatli jarayonlar va ularni termodinamik diagrammada tasvirlash.
3. Molekulyar -kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.

Tayanch soʻz va iboralar: tadqiqotlar, molekula, energiya, termodinamik parametr, holat tenglamasi, izotermik, izobarik, izoxorik, ideal gaz.

Molekulyar-kinetik va termodinamik usul. Molekulyar fizika va termodinamika jismlardagi mikroskopik jarayonlarni ya'ni jismlar tarkibidagi ko'p miqdordagi atomlar va molekulalar bilan bog'liq bo'lgan hodisalarni o'rganadi. Bu jarayonlarni o'rganishda turli sifatli, lekin bir-birini o'zaro to'ldiradigan ikki usul qo'llaniladi.

1. Statistik (molekulyar-kinetik) usul.
2. Termodinamik usul.

Modda tuzilishini va uni xossalarini molekulyar-kinetik tasavvurlar asosida, ya'ni molekulalar hamma vaqt betartib harakat holatida bo'lishlari va molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjudligi asosida tushuntiruvchi fizikaning bo'limiga molekulyar fizika deyiladi.

Tizimni tashkil etuvchi juda ko'p sonli zarralarning ularning dinamik nuqtai nazardan xarakterlovchi fizik kattaliklar yordamida tizim hususiyatlarini o'rganish usuli statistik yoki molekulyar kinetik usuldir. Tizimning fizik hususiyatlarini termodinamik usul bilan o'rganadigan fizikaning bo'limi termodinamika deb ataladi. Energiyani bir- turdan bosha turga o'tishi va energiya hisobiga ish bajarish bilan bog'liq bo'lgan texnik muammolarning juda katta qismi termodinamik nuqtai nazardan tekshirib hal qilinishi mumkin.

Fizika hodisalarni o'rganishda bir yo'la ham statistik va ham termodinamik usullardan foydalanish natijasida olingan ma'lumotlar bir- birini to'ldiradi. Chunki termodinamik usul orqali hodisani o'rganishda tizimning tuzilishi va uni tashkil etuvchi zarralarning harakatlanish qonunlari hisobiga olinmaydi. Statistik usul esa kuzatilayotgan hodisani tushunishga va bu hodisaning tizimdagi zarralarning qanday hususiyatlariga bog'liq ekanligini aniqlashga yordam beradi.

Muvozanatli jarayonlar va ularni termodinamik diagrammada tasvirlash.

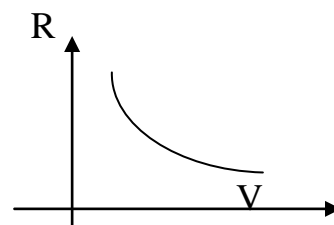
Har qanday bir jinsli jismning holatini xarakterlovchi parametrlar ma'lum qonuniyat bo'yicha o'zaro bog'langan bo'ladi. Ulardan birining o'zgarishi boshqa parametrlarni o'zgarishga olib keladi. Masalan aniq massaga ega bo'lgan gazning muvozanatli holati P bosim, V xajm, T haroratdan iborat parametrlar orqali to'la ravishda ifodalanadi.

Yuqorida qayd qilingan parametrlardan bittasi o'zgarmas bo'lganda qolgan ikkitasi orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan jarayonlar izojarayonlar (izo-teng, bir hil) deyiladi. Bular quyidagi qonunlarda o'z aksini topgan.

1. Boyle- Mariott qonuni. Harorat o'zgarmaganda berilgan gaz massasi uchun gazning bosimi uning xajmiga teskari proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni $T = \text{const}$, $m = \text{const}$ bo'lsa

$$PV = \text{const} \quad (1)$$

Bu izotermik jarayon bo'lib, uni diagrammada (1-rasm) egri chiziq (giperbola) bilan tasvirlash mumkin. Bu egri chiziq izoterma deb ataladi.



2. Gey-Lyussak qonuni. 1). Bosim o'zgarmas bo'lganda berilgan gaz

massasining xajmi haroratiga qarab chizikli ravishda o'zgaradi, ya'ni, $m = \text{const}$, $P = \text{const}$ bo'lsa

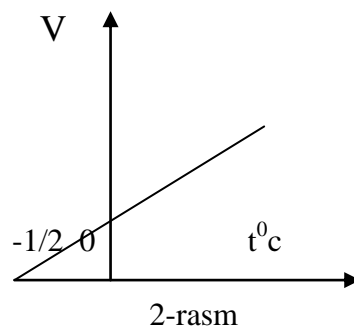
$$V = V_0(1 + \alpha t) \quad (2)$$

Bunda yuz beradigan jarayon izobarik jarayon deb ataladi va diagrammada to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi (2-rasm). Bu to'g'ri chiziq izobara deb ataladi.

2). Xajm o'zgarmas bo'lganda berilgan gaz massasining bosimi haroratga qarab chizikli ravishda o'zgaradi, ya'ni $m = \text{const}$, $V = \text{const}$ bo'lsa

$$R = R_0(1 + \alpha t) \quad (3)$$

Bunday holda yuz beradigan jarayon izoxorik jarayon deb ataladi va diagrammada to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi (3-rasm). Bu to'g'ri chiziq izoxora deb ataladi. Absolyut harorat bilan Selsiy shkalasi bo'yicha hisoblangan harorat o'rtasida quyidagi munosabat o'rinli



$$T = t_0 + 1/\alpha = t_0 + 273,15$$

bunda $t^0 = T - 1/\alpha$ (4)

(2) va (3) tenglamalarda selsiy haroratida absolyut haroratga o'tamiz

$$V = V_0(1 + \alpha t^0) = V_0[1 + \alpha(T - 1/\alpha)] = \alpha V_0 T \quad (5)$$

$$\text{va } P = P_0(1 + \alpha t^0) = P_0[1 + \alpha(T - 1/\alpha)] = \alpha P_0 T \quad (6)$$

Bu tenglamalardan quyidagilar kelib chiqadi.

$$V_1/V_2 = T_1/T_2 \quad (P = \text{const}) \quad (7)$$

$$P_1/P_2 = T_1/T_2 \quad (V = \text{const}) \quad (8)$$

(1), (7), (8) tenglamalarga aniq bo'ysunadigan gaz ideal gaz deb taladi.

Gazni tashkil etuvchi molekullarning hususiy xajmlarini e'tiborga olmaslik va molekullar orasidagi masofadan qat'iy nazar molekullar o'zaro mutloq ta'sirlashmaydi deb hisoblanadigan ideal gaz deb ataladi.

Boyl-Moriat va Gey-Lyussak tenglamalarini birlashtirib ideal gaz holatini tenglamasini topish mumkin.

$$PV = m RT/M \quad (9)$$

bunda M -gazning molyar massasi.

(9) ifoda m massali ideal gazning holat tenglamasi bo'lib uni odatda Mendeleev-Klapeyron tenglamasi deb ham ataladi.

Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi. Ideal gaz quyidagi shartlarga bo'ysunadi:

1. Gaz elastik shartlarga o'xshagan va tartibsiz harakatlanuvchi molekullardan iborat.

2. Molekulalar orasidagi kuchlar faqat ular bir-biriga urilgandagina ta'sir qiladi.
3. Molekulalarning o'lchamlari molekulalar orasidagi o'rtacha masofaga nisbatan nazarga olmasa bo'ladigan darajada kichik.

Tartibsiz harakatlanayotgan gaz molekulalari idish devoriga ma'lum kuch bilan uriladi. Birluk yuzaga kelib urilgan molekulalarning ta'sir kuchlari yig'indisi bosimni hosil qiladi. Bu bosimni ifodalovchi tenglamaga gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi deyiladi.

Bu tenglamani keltirib chiqarish uchun qirralari Δl bo'lgan kub shaklidagi idishi olamiz. Uning ichida bir hil m massali n ta molekula joylashgan bo'lsin. Molekulalar faqat o'zaro perpendikulyar 3 ta yo'nalishda harakatlanadi deb faraz qilamiz. Idishning yuzalari va bosim hamma yerda bir hil bo'lgani uchun yuzalarga tomon yo'nalgan molekulalarning soni bir hil bo'lib n/δ ga teng. Har qaysi qarama-qarshi devorlarga tomon yo'nalgan molekulalar soni $n_1=1/3 n$. Molekula ϑ tezlik bilan devorga tik yo'nalgan bo'lsa, devorga urilgandan so'ng uning impulsini o'zgarishi

$$m\vartheta - (-m\vartheta) = 2m\vartheta \quad (1)$$

Ma'lumki impulsni o'zgarishi kuch impulsiga teng.

$$f \Delta t = 2m\vartheta \quad (2)$$

bunda f - molekulani devorga ta'sir kuchi.

Hisoblashlar gaz bosimi uchun quyidagi ifoda o'rinli ekanligini ko'rsatadi.

$$P = \frac{2}{3} n_0 \bar{W}_k \quad (3)$$

bunda $\frac{n}{\Delta l^3} = n_0$ - xajm birligidagi molekulalar soni

$\frac{m\vartheta^2}{2} = \bar{W}_k$ - molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi

(3) gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasidir. Demak tartibsiz harakatdagi gaz molekulalarning bosimi xajm birligidagi molekulaning soniga va uning o'rtacha kinetik energiyasiga bog'liq ekan.

Nazorat savollar

1. Molekulyar kinetik va termodinamik usul.
2. Ideal gaz. Termodinamik parametrlar.
3. Izotermik jarayon. Izoterma nima.
4. Izobarik jarayon. Izobara nima.
5. Izoxorik jarayon. Izoxora nima.
6. Ideal gaz holat tenglamasi.
7. Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.

Adabiyotlar.

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. A-3. 138-152 | 4. A-6. 63-71 |
| 2. A-4. 243-266 | 5. A-8. 10-38 |
| 3. A-5. 72-78 | 6. A-9. 98-103 |

14-Ma'ruza.
MOLEKULALAR ENERGIYASI.

Reja.

1. Molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi.
2. Haroratni molekulyar-kinetik izoxi.
3. Energiyani erkinlik darajasi bo'yicha tekis taqsimlanishi.

Molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi.

Molekulyar-kinetik

nazariyaning asosiy tenglamasi $P = \frac{2}{3} n_0 \bar{W}_k$ ni ikki tomoniga bir mol gaz xajmi V_0 ga ko'paytiramiz u holda

$$PV_0 = \frac{2}{3} n_0 V_0 \bar{W}_k$$

ikkinchi tomonidan, $PV_0 = RT$ va $n_0 V_0 = N_A$, bunda N_A - avagadro soni bo'lib 1 mol gazdagi molekular sonini bildiradi $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol, u holda

$$RT = \frac{2}{3} N_A \bar{W}_k$$

bundan molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi.

$$\bar{W}_k = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T \text{ bunda, } \frac{R}{N_A} = k \text{ Bolsman doimiysi bo'lib}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

u holda
$$\bar{W}_k = \frac{3}{2} kT \quad (2)$$

Bu gaz molekulasini ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi bo'lib u gazning absolyut haroratigagina bog'liq ekan. (2) ga asosan (1) ni quyidagicha yozamiz.

$$P = \frac{2}{3} n_0 \frac{3}{2} kT = n_0 kT \text{ ya'ni } p = n_0 kT \quad (3)$$

bundan $n_0 = p/kT$

Bir hil bosim va haroratda har qanday gazning hajm birligidagi molekular soni bir xil bo'ladi. Normal sharoitda ($p = 10^5 \text{ N/m}^2$, $T = 273 \text{ K}$) 1 m^3 gazdagi molekular soni

$$n_0 = \frac{10^5}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273} = 2,69 \cdot 10^{25} \text{ 1/m}^3$$

bu Loshmid sonidir. Molekulalarning issiqlik harakat tezligi. Ma'lumki gaz molekulasini ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi

$$\bar{W}_k = \frac{m \bar{g}^2}{2}$$

va
$$\bar{W}_k = \frac{3}{2} kT$$

formular orqali ifodalanadi.

$$\text{Bulardan } \frac{m \bar{g}^2}{2} = \frac{3}{2} kT \quad k = \frac{R}{N_A}$$

$$\text{U holda } \frac{m \bar{g}^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$$

$$\text{Bundan gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi } \bar{g}_{kg} = \sqrt{\frac{3RT}{mN_A}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\bar{g}_{kg} = \sqrt{\frac{3RT}{mN_A}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Haroratni molekulyar kinetik izoxi. Molekulyar-kinetik nazariya nuqtai nazaridan muvozanatli termodinamik tizim harorati shu tizimni tashkil etgan atom, molekula va bosha zarralar issiqlik harakati intensivligini xarakterlaydi.

$$\text{Masalan } W_k = 3 kT/2 \quad (1)$$

ga asosan harorat gaz molekularining ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovi. Bunda W_k haroratga proporsional ravishda o'zgaradi. Haroratni o'zgartirish barcha fizik hossalarga ta'sir qiladi. Bunda jismlarning uzunligi, xajmi, zichligi, elastikligi, elektr o'tkazuvchanligi harorat ta'sirida o'zgaradi.

Haroratni miqdoriy jihatdan aniqlash uchun odatda moddalarning xajmi kengayishini haroratga bog'liqligiga asoslanib ishlaydigan termometrlar keng qo'llaniladi. Selsiy gradusi bo'yicha termometr shkalasi chizishda hisob boshi qilib normal bosimda ($p=1,01325 \cdot 10^5$ Pa) muzning erish harorati 0°S , ikkinchi nuqta sifatida suvning qaynash harorati (100°S) olingan. Bu nuqtalar orasi 100 ta teng bo'laklarga bo'lingan va bunday shkala bir bo'lagingining qiymati 1°S .

Termodinamik harorat shkalasida harorat Kelvinda ifodalanadi va T orqali belgilanadi. Kelvin shkalasini tuzishda normal atmosfera bosimidagi muzning erish harorati $273,15$ K deb qabul qilingan. Shuning uchun termodinamik harorat bilan Selsiy orasidagi munosabat

$$T = t + 273,15^{\circ}\text{S}$$

$T=0$ K (Selskiy shkalasi bo'yicha $t=273,15^{\circ}\text{S}$) harorat absolyut nol harorat deb ataladi.

Energiyani erkinlik darajasi bo'yicha tekis taqsimlanishi.

Ma'lumki gaz molekularining ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi $W_k=3 kT$ (1), k -Bolsman doimiysi. Molekulalarning kinetik energiyasi, umuman, ularning ilgarilanma harakat kinetik energiyasi, molekularning aylanish va tebranish kinetik energiyalarning yitsindisidan iborat. Molekulalarning barcha tur harakatlariga to'g'ri keladigan energiyani hisoblash uchun erkinlik darajasi degan tushincha kiritiladi. Jismning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun zarur bo'lgan erkli koordinatalarning soniga jismning erkinlik darajasi deyiladi. Moddiy nuqtaning fazodagi vaziyati, uchta koordinata bilan (x,u,z) aniqlanadi. Demak moddiy nuqtaning erkinlik darajasi uchga teng. (1) ifodaga asosan molekularning uchta erkinlik darajasiga ega bo'lgan ilgarilanma harakatiga to'g'ri keladigan energiya

$$U = \frac{3}{2}kT \quad (2)$$

Demak hisoblashlar shuni ko'rsatadiki bir atomli molekulaning erkinlik darajasi 3 ga teng (x,y,z), ikki atomli molekula erkinlik darajasi 5 ga (x,u, z,α,β) yoki 6 ga teng (x,u, z,α,β,ℓ). N atomdan tashkil topgan molekulaning erkinlik darajasi 6 dan 3 N gacha qiymatlarga ega bo'lishi mumkin absolyut qattiq jismning erkinlik darajasi 6 ga teng (x,u, z,α,β,γ). Molekulaning erkinlik darajasi i ni ilgarilanma, aylanma va tebranma xarakterlar erkinlik darajalarining yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

$$i = i_{ul} + i_{ayl} + i_{meb}$$

Ilgarilanma harakatda erkinlik darajasi 3 ga teng ekanligini e'tiborga olib, ilgarilanma harakatning har bir erkinlik darajasiga $\frac{1}{2}kT$ energiya to'g'ri keladi degan xulosaga kelamiz. Statistika fizikaning muhim qonunlaridan biri-energiyaning erkinligi darajasi bo'yicha bir xilda taqsimlanish qonuni ilgarilanma, aylanma va tebranma harakatning har bir erkinlik darajasiga o'rtacha $\frac{1}{2}kT$ kinetik energiya to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

U holda erkinlik darajasi i bo'lgan molekulaning to'liq energiyasi

$$U_i = ikT/2 = i (R/N_A) T/2$$

1 mol gazning ichki energiyasi

$$U_0 = \frac{i}{2} RT$$

Ixtiyoriy m massali gaz ichki energiyasi

$$U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT$$

Demak, ideal gazning ichki energiyasi shu gazni tashkil etuvchi molekulalarning erkinlik darajasiga va gazning haroratiga bog'liq ekan.

Nazorat savollari

1. Gaz molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi.
2. Molekulalarni o'rtacha kvadratik tezligi.
3. Harorat va uni molekulyar kinetik talqin.
4. Energiyani erkinlik darajasi bo'yicha tekis taqsimlanishi.
5. Ideal gaz ichki energiyasi.

Adabiyotlar

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. A-1. | 5. A-6. 71-77 |
| 2. A-3. 152-158 | 6. A-8. 177-201 |
| 3. A-4. 266-274 | 7. A-9. 103-111 |
| 4. A-5. 76-83 | |