

Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.

Reja:

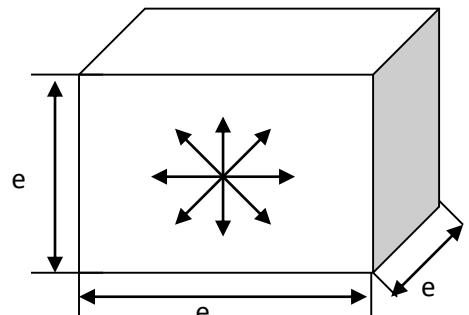
- 1. Molekulyar- kinetik nazariyada – bosim.**
- 2. Molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi.**
- 3. Gaz molekulasining o‘rtacha kinetik energiyasi.**
- 4. Bolsman doimiysi.**
- 5. Erkinlik darajasi.**

Tayanch iboralar: Molekulyar- kinetik nazariya, O‘rtacha kvadratik tezlik, Bolsman doimiysi, O‘rtacha kinetik energiya, Erkinlik darajasi.

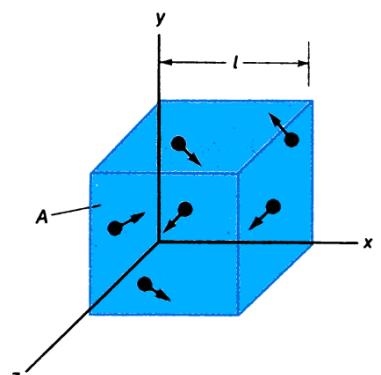
Molekulyar fizikada modda tuzilishini tushuntiruvchi molekulyar- kinetik nazariya mavjuddir. Molekulyar kinetik nazariya asoslanadigan qoidaga asosan molekulalar doimo tartibsiz harakatda bo‘ladilar. Bu harakati tufayli molekulalar bir – biri bilan to‘qnashadi va idish devorlari bilan to‘qnashib, gaz bosimini ham hosil qiladi. Shu bosimni ifodalovchi tenglama ideal gaz uchun molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi deb qaraladi.

Bu tenglamani keltirib chiqarish uchun qirralarning uzunligi l bo‘lgan kubsimon idishdagi gaz molekulalarining harakatini tekshirishi lozim. (1-a rasm) Molekulalarning tartibsiz harakati tufayli vaqtning har bir onida barcha yo‘nalishlar bo‘yicha harakatlanayotgan molekulalar soni birday bo‘ladi.

Kub ichidagi molekulalarning $1/3$ qismi yongi va ustki devorlar orasida $1/3$ qismi kubning oldi va orqa devorlari orasida, $1/3$ qismi



a)



b) Kub shaklidagi idishda gaz molekulalarinig harakati.

7.4-rasm.

yon devorlari orasida harakatlanadi. Agar idishning birlik hajmdagi molekulalar sonini n – deb belgilasak, kubning hajmi $V=l^3$ ekanligidan, kubning qarama qarshi devorlari orasida harakatlanadigan molekulalar soni

$$N = \frac{1}{3}nl^3 \quad (1) \text{ ifoda bilan aniqlanadi.}$$

Yon devorlar orasida harakatlanayotgan i -molekulani kuzataylik. Molekulani tezligini ϑ_i massasini m_i - deb belgilaylik. Molekula o'ng devorga elastik ravishda urilgach, orqasiga qaytib, ϑ_i - tezlik bilan chap devorga uriladi. Chap devordan qaytib ϑ_i tezlik bilan o'ng devorga uriladi va hokazo. Har bir urilishda molekulaning impulsi

$$m_i \vartheta_i - (m_i \vartheta_i) = 2 m_i \vartheta_i \quad (2) \text{ ga o'zgaradi.}$$

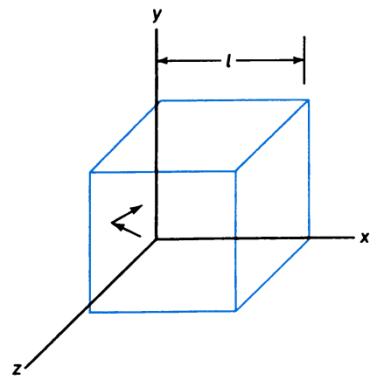
Har bir o'zgarishda devorga ta'sir etadigan kuch impulsi $2 m_i \vartheta_i$ miqdor bilan harakatlanadi.

$$F_i \Delta t = 2 m_i \vartheta_i \quad (3) \quad \text{Bunda } F_i \Delta t - \text{kuch impulsi.}$$

$$(3) \text{ dan } F_i = \frac{2 m_i v_i}{\Delta t} = \frac{2 m_i v_i}{\frac{2l}{v_1}} = \frac{m_i v_i^2}{l} \quad (4)$$

Bunda F_i – i molekula tomonidan devorga ta'sir etadigan kuchdir.

Kubning yon devorlari orasida harakatlanayotgan N dona molekula tomonidan devorga ta'sir etuvchi umumiy kuch $F = \sum_{i=1}^N \frac{m_i \vartheta_i^2}{l}$ (5) ga teng.



7.5-rasm.

Strelka molekulaning idish devoridan sakrab qaytishidagi impulsini ko'rsatadi

$$\text{Bu ifodani N ga ko'paytirib, N ga bo'lsak, } F = \frac{N \cdot m_i}{l} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N g_i^2}{N} \quad (6) \text{ hosil}$$

bo'ladi. Bundagi nuqta $\frac{\sum_{i=1}^N g_i^2}{N} = g^2_{\text{yp}\ k\kappa}$ (7) kattalik – molekulalar tezliklari kvadratlarining o'rtacha qiymatidir.

(6) ifodani (7) va (1) ifodalardan foydalanib

$$F = \frac{1}{3} nl^3 \frac{m_i}{l} g^2_{\text{yp}\ k\kappa} = \frac{1}{3} nl^2 m_i g^2_{\text{yp}\ k\kappa} \quad (8) \text{ ko'rinishida yoziladi.}$$

$$\text{Bundan } \frac{F}{l^2} = \frac{1}{3} n \cdot m_i g^2_{\text{yp}\ k\kappa} \quad (9) \text{ hosil bo'ladi. Bunda } \frac{F}{l^2} = P$$

$$\text{bo'lganidan (9) ifoda } P = \frac{1}{3} n \cdot m_i g^2_{\text{yp}\ k\kappa} \quad (10) \text{ ko'rinishida yoziladi.}$$

Bu tenglama ideal gaz bosimi uchun molekulalar – kinetik nazariyasining tenglamasi deb yuritiladi.

$$(10) \text{ ifodadan } P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_i g^2_{\text{yp}\ k\kappa}}{2} \quad (11) \text{ kelib chiqadi.}$$

Bundagi $\frac{m_i g^2_{\text{yp}\ k\kappa}}{2} = E_{\text{yp}}$ deb belgilab, $P = \frac{2}{3} n \cdot E_{\text{yp}}$ (12) hosil qilinadi. Bunda $E_{\text{o-r}}$ – gaz molekulasi ilgarilanma haraktining o'rtacha kinetik energiyasi.

Agar n – ni 1 mol' gazdag molekulalar sonining molyar hajm (V_μ) ga nisbati $n = N_A / V_\mu$ (13) shaklida ifodalasak, (12) ifoda

$$P = \frac{2}{3} \frac{N_A}{V_\mu} \cdot E_{\text{yp}} \quad (14)$$

ko'rinishida yoziladi.

$$\text{Buni } PV_\mu = \frac{2}{3} N_A \cdot E_{\text{yp}} \quad (15) \text{ ko'rinishiga keltiramiz.}$$

Mendeleev tenglamasiga asosan $PV_\mu = PT$ bo'lganligidan $PT = \frac{2}{3} N_A \cdot E_{\text{yp}}$ (16) hosil bo'ladi. Bundan $E_{\text{yp}} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$ (17) ifoda

vujudga keladi. Bundagi $\frac{R}{N_A} = k$ kattalik Bolsman doimiysi deb ataladi. Uning

$$\text{qiymati } k = \frac{R}{N_A} = \frac{8.31 \frac{\text{жс}}{\text{моль} \cdot \text{град} K}}{6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{жс}}{\text{град} K} \quad (18) \text{ ga teng. (18) va}$$

$$(17) \text{ ifodadan } E_{\text{жп}} = \frac{3}{2} kT \quad (19) \text{ kelib chiqadi. (19) ifodadan quyidagi xulosa}$$

kelib chiqadi.

Molekulalar ilgarilanma harakatining o‘rtacha kinetik energiyasi gazning absolyut temperaturasiga proporsionaldir, ya’ni temperatura ortsas, molekulalarning energiyasi ortib, u tez harakatlanadi va aksincha. Agar T=0 bo‘lsa $E_{\text{o.r}}=0$ bo‘ladi. Ya’ni bunda molekulalar harakatdan to‘xtaydi.

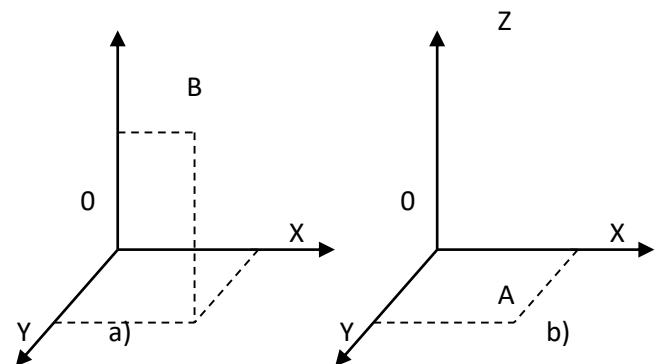
$$E_{\text{жп}} = \frac{m_i \sigma^2_{\text{жп кв}}}{2} \text{ bo‘lganidan (17) ifoda } \frac{m_i \sigma^2_{\text{жп кв}}}{2} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} \cdot T$$

$$\text{ko‘rinishida yozilib, undan } \sigma^2_{\text{жп кв}} = \sqrt{\frac{3}{m_i} \frac{RT}{N_A}} \quad (20) \text{ yoki } \sigma^2_{\text{жп кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

(21) kelib chiqadi.

Agar molekulyar- kinetik nazariyaning asosiy tenglamaridagi $E_{\text{o.r}}$ o‘rniga (19) ifodani qo‘ysak, (10) ifoda $P=nkT$ (22) ko‘rinishiga keladi. Bunga asosan ideal gazning bosimi birlik hajmdagi molekulalar soni (konsentratsiyasi)ga va absolyut temperurasiga to‘g‘ri proporsionaldir.

Molekulani “erkinlik darajasi” deganda shu molekulaning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun lozim bo‘ladigan mustaqil kordinatalar soni tushuniladi. Masalan: Moddiy nuqta tekislikda harakatlanayotgan bo‘lsa, uning vaziyati ikki koordinata (x, u) yordamida aniqlanib, uning erkinlik darajasi 2 ga teng bo‘ladi.



7.6-rasm.

A) Holat.

B) Holatda erkinlik darajasi 3 ga teng bo‘ladi va u fazoda harakatlanayotgan bo‘ladi.

Ikki atomli qattiq modda molekulasining ilgarilanma harakati 3 erkinlik darajasi bilan, uning aylanma harakati esa 2 erkinlik darajasi bilan ifodalanadi.

Shu sababli ikki atomli qattiq molekula 5 erkinlik darajasiga, 3 atomli qattiq molekula 6 erkinlik darajasiga egadir. Molekula nechta erkinlik darajasiga ega bo‘lishidan qat’iy nazar ularni uchtasi molekula irgarilanma harakatini ifodalaydi.

Bolsman va Maksvell erkinlik darajasi bo‘yicha energiyaning taqsimlanish qonunini aniqlashdi. Bu qonunga asosan molekulaning har bir erkinlik darajasiga kinetik energiyaning birday miqdori ($\frac{1}{2}kT$) mos keladi. Umumiy holda molekulani erkinlik darajalari soni **i**- deb belgilasak, bir dona molekulaning o‘rtacha energiyasi s ifoda bilan aniqlanadi. (23) ifodani N_A ga ko‘paytirsak, 1 mol gazdagi barcha molekulalar energiyalarining yig‘indisini ifodalovchi formula kelib chiqadi.

$$N_A \cdot E_{\bar{y}p} = \frac{i}{2} N_A \cdot kT = \frac{i}{2} RT \quad \text{yoki} \quad N_A \cdot E_{\bar{y}p} = U_\mu \quad \text{bo‘lganidan}$$

$$U_\mu = \frac{i}{2} RT \quad (24)$$

Ixtiyoriy massali gaz uchun bu ifoda

$$U = \frac{m}{\mu} U_\mu = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT \quad (25) \text{ ko‘rinishida yoziladi. } U - \text{ichki energiya.}$$

(24) ifoda 1 mol ideal gazning ichki energiyasini, (25) ifoda esa ixtiyoriy **m** massali ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi.

Berilgan gazning ichki energiyasi deyilganda, Shu gazni tashkil etuvchi molekulalarning betartib tarzdagi ilgarilanma va aylanma harakat kinetik energiyalar bilan molekuladagi atomlarning betartib tarzdagi tebranma harakat kinetik va potensial energiyalarining yig‘indisi tushuniladi.

Ideal gazning ichki energiyasi shu gazni tashkil etuvchi molekulalarning erkinlik darajasiga va gazning haroratiga bog‘liqdir.

Qisqacha xulosalar:

1. Molekulyar –kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi: $P = \frac{F}{l^2} = \frac{1}{3} nm_{_M} v_{yp.\kappa\kappa.}^2$.
2. Molekulaning eng katta ehtimolli tezligi: $v_{_s} = \sqrt{\frac{2kT}{m_{_M}}}$
3. Ichki energiya: $U = \frac{i}{2} RT$
4. Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemagaberilgan yoki undan olingan energiya issiqlik miqdori deyiladi.
5. Moddaning issiqlik sig‘imi, modda temperaturasini bir kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi 1 kg gaz temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdori bilan o‘lchanadagan kattalikka solishtirma issiqlik sig‘imi deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig‘imi kichik c harfi bilan belgilanadi va J/kg·K da o‘lchanadi.
6. 1 mol gaz temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdori bilan o‘lchanadigan kattalikka molyar issiqlik sig‘im deb ataladi.

Nazorat savollari

1. Molekulyar fizika fanining maqsadi va vazifalari haqida gapiring.
2. Molekulyar fizika fani qaysi fanlar bilan bog’liq.
3. Modda miqdori deb nimaga aytiladi?
4. Molekulyar fizikada qanday usullardan foydalанилди.
5. Molekulalararo ta’sir kuchlari va ularning tabiatini izohlang?
6. Molekulyar fizikada modda modeli sifatida nima olinadi?
7. Tasodifiy voqyealar deb nimaga aytiladi?
8. Ehtimoliyatga ta’rif bering?
9. Qanday voqyealarning ehtimoliyatiq o’shiladi?
10. Qanday voqyealarning ehtimoliyatları ko’payotiriladi?
11. Makroskopik va mikroskopik sistemalar deb nimaga aytiladi?
12. Makroskopik va mikroskopik parametrlar haqida gapiring.
13. Ergodik gipoteza deb nimaga aytiladi?

14. Bosim deb nimaga aytildi?
15. Ideal gazning bosimi nimalarga bog'liq.
16. 1 fiz. atm. deb qanday bosimga aytildi?
17. Bosimni qanday asboblar yordamida o'lchaydilar?
18. Termometrik jism va termometrik kattalik nima?
19. Turli xil emperik shkalalar o'rtasida qanday bog'lanishlar bor.
20. Optik pirometriya usuli bilan temperaturani aniqlashni tushuntiring.
21. Ideal gazning bosimi uning temperaturasiga qanday bog'liq.
22. Ideal gazning bosimi uning temperurasidan tashqari yana nimalarga bog'liq.
23. Gazlar kinetic nazariyasi asoslarining xulosalari nimalardan iborat.
24. Ideal gazning holat tenglamasini yozing va tushuntiring.
25. Boyl-Marott qonuniga ta'rif bering.
26. Izoterma egrisi deb nimaga aytildi.
27. Gey-Lyussak qonunini ta'riflang. Izobara chizig'ini chizib ko'rsating.
28. Sharl-qonunida nima haqida so'z boradi.
29. Dalton qonuni nima deydi? Avogadro qonunining mohiyatini tushuntiring.