

**BOLTSMAN TAQSIMOTI. MOLEKULALARNING TEZLIK
KOMPONENTALARI BO'YICHA TAQSIMOTI**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7516579>



ELSEVIER



Received: 08-01-2023

Accepted: 09-01-2023

Published: 22-01-2023

Urinov Shavkatjon Abduqayumovich

Farg'ona "Temurbeklar maktabi"
harbiy litseyi oliy toifali fizika fani o'qituvchisi



Abstract: Maqolada Boltsman taqsimoti, molekulalarning tezlik komponentalarini keng kamrovda yoritib beriladi

Keywords: ilgarilanma harakat, erkinlik darajasi, teng taqsimot printsipti, erkin yugurish yo'li, xaotik harakat, taqsimot funktsiyasi.

About: FARS Publishers has been established with the aim of spreading quality scientific information to the research community throughout the universe. Open Access process eliminates the barriers associated with the older publication models, thus matching up with the rapidity of the twenty-first century.

Teng taqsimot nazariyasi

Molekulalarning ilgarilanma harakati bitta erkinlik darajasiga to'g'ri keluvchi o'rtacha energiya $1/2kT$ ga tengligini yoki mol ideal gaz uchun unga ekvivalent bo'lgan $1/2RT$ ga tengligini ko'rdik. Bu yerda k-Boltsman doimiysi, R-universal gaz doimiysidir. Agar molekulaning yo'nalishidagi harakatiga bog'liq bo'lgan energiyasi gazni siqishda molekulalarning o'zaro yoki porshen bilan to'qnashishlari natijasida bir muncha oshsa qo'shimcha xosil bo'lgan energiya to'qnashayotgan va boshqa molekulalar orasida tez taqsimlanadi. Gaz muvozanat xolatga kelganida, energiya x, y va z yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan ilgarilanma kinetik energiya orasida yana bir xil taqsimlanadi. Energiyaning bunday taqsimlanishi uchta yo'nalish bo'yicha bir xildir. Erkinlik darajasi soni deb, uning fazodagi xolati aniqlanadigan mustaqil koordinatalar soniga aytiladi. Molekulalar ilgarilanma kinetik energiyadan tashqari yana aylanma va tebranma kinetik energiyalarga egadirlar

Modda muvozanat xolatida bo'lganida molekulaning har bir alohida faol erkinlik darajasi o'rtacha $1/2kT$ energiyaga va gaz moli uchun $1/2RT$ ga teng energiya to'g'ri keladi. Bu energiyaning teng taqsimot printsipti deyiladi.

Biz teng taqsimot printsiptini yuqori temperaturalarni gazlarning molekulyar strukturasi bog'lash uchun qo'llaymiz.

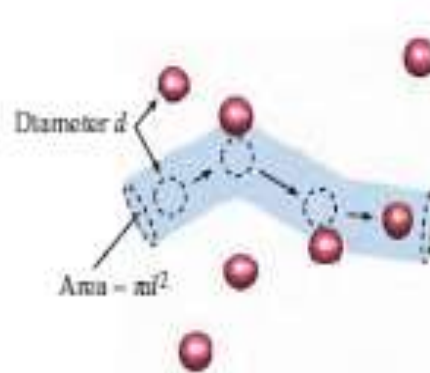
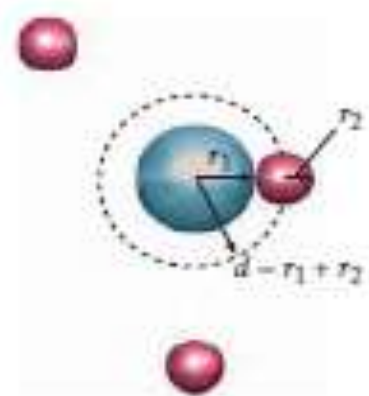
Erkin yugurish yo'li

Agar xonada kimdir atir idishini ochsa, gaz molekulalarining o'rtacha tezligi sekundiga bir necha yuz metr bo'lsada, sizgacha yetib kelishiga bir necha minut kerak bo'ladi. Bunga sabab, atir molekulalari havo molekulalari bilan to'qnashib, zigzaksimon yo'l bosib harakatlanishidir. To'qnashishlar orasidagi o'rtacha masofa

o'rtacha erkin yugurish yo'li deyiladi. Atir xidi havo oqimlari (konvektsiya) tufayli yetib keladi. Atir molekularining xona bo'yicha tarqalishi uchun xafta talab etilishi mumkin. Gaz molekularining o'rtacha erkin yugurish yo'li molekula o'lchami, atrof muxit molekulari o'lchami va gaz zichligiga bog'liqdir.

r_1 radiusli molekula v tezlik bilan harakatlansin (1-rasm). Bu molekula r_2 radiusli boshqa molekula bilan to'qnashadi. Bunda bu ikki molekula markazlari orasidagi masofa $dq r_1/ r_2$ ga teng.

(Agar molekular bir turli bo'lsa, u xolda d -molekulyar diametr deyiladi.) .



1-rasm. Gazda harakatlanayotgan molekula modeli. r_1 radiusli molekula r_2 radiusli boshqa molekula bilan to'qnashadi. Bunda bu ikki molekula markazlari orasidagi masofa $dq r_1/ r_2$ ga teng.

(Agar molekular bir turli bo'lsa, u xolda d -molekulyar diametr deyiladi.) .

2-rasm. CHapdagi molekula v tezlik bilan harakatlanadi. t vaqt ichidagi harakat davomida bu molekula $\pi d^2 vt$ xajmli silindr ichida yotgan boshqa molekular bilan to'qnashadi. Tinch turgan bitta molekuladan boshqa barcha molekularning to'qnashishlari elastikdir.

2 -rasmda $2g$ radiusga ega silindr ko'rsatilgan bo'lib, boshqa molekula markazi shu silindr ichida bo'lsa, to'qnashish yuz beradi. Qandaydir vaqt ichida molekula vt masofani bosib, $\pi d^2 vt$ xajmli silindr ichidagi barcha molekular bilan to'qnashadi. silindr uzunligi vt ga, uning xajmi esa $\pi d^2 vt$ ga teng. SHunday qilib, bu vaqtdagi to'qnashishlar soni $n_v \pi d^2 vt$ ga teng. Biz o'rtacha erkin yugurish yo'lini to'qnashishlar orasidagi o'rtacha masofa kabi aniqladik. Bu masofa t vaqtda bosilgan yo'lni shu vaqtda yuz bergan to'qnashishlar soniga nisbatiga teng:

$$\lambda = \frac{vt}{n_v \pi d^2 vt} = \frac{1}{n_v \pi d^2}$$

Bu formula bitta molekuladan boshqa barcha molekular qo'zg'almas deb olinib keltirib chiqarilgan. Haqiqatda barcha molekular harakatdadir va bu vaqtdagi to'qnashishlar soni to'qnashayotgan molekularning nisbiy tezliklariga bog'liq bo'lishi kerak. O'rtacha erkin yugurish yo'li

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n_v\pi d^2}$$

To'qnashishlar orasidagi o'rtacha vaqt to'qnashish vaqti τ deyiladi va u bir sekund ichidagi to'qnashishlar soni, yoki to'qnashishlar chastotasidir. Agar o'rtacha tezlik $v_{o'rt}$ bo'lsa, u xolda o'rtacha masofa to'qnashishlar orasidagi masofadir

$$\lambda = v_{o'rt}\tau$$

1- misol. Havoda molekullarning o'rtacha erkin yugurish yo'li

Xududiy nazorat markazi karbonat bir oksidi haqida, va u xona bo'ylab qanday tarqalishi haqida ma'lumotga ega bo'lmoqchi.

a) CO molekulasi o'rtacha erkin yugurish yo'lini aniqlang.

b) to'qnashishlar orasidagi o'rtacha vaqtni aniqlang. Uglerod bir oksidining molekulyar massasi 28 g/mol. CO gazi havoda 300 K temperaturada va 1,0 atm bosimda tarqaladi deb faraz qiling. CO molekullari va havo molekullari diametri $3,75 \times 10^{-10}$ m.

Tasvirlash.

a) Molekullar diametrlari berilganligidan, ideal gaz qonuni $PV=NkT$ ni qo'llab

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n_v\pi d^2}$$

ni topa olamiz Bu yerda $n_v=N/V$.

b) biz o'rtacha tezlik uchun $v_{o'rt}$ ni qo'llab to'qnashishlar vaqini topamiz

yechish

a) 1. λ ni n_v va molekula diametri d ni qo'llagan xolda topamiz:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n_v\pi d^2}$$

2. Ideal gaz qonuni $PV=NkT$ dan $n_v=N/V$ ni topamiz:

$$n_v = \frac{N}{V} = \frac{P}{kT} = \frac{101,3 \cdot 10^3 \text{ Pa}}{(1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K})(300 \text{ K})} = 2,446 \cdot 10^{25} \text{ molekula/m}^3$$

n_v va d ning son qiymatlarini qo'yib, λ ni xisoblaymiz:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n_v\pi d^2} = \frac{1}{\sqrt{2} (2,451 \times 10^{25} / \text{m}^3) \pi (3,75 \times 10^{-10})^2} = 6,5428 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$= 6,54 \times 10^{-8} \text{ m}$$

b) 1. O'rtacha erkin yugurish yo'li orqali τ ni topamiz?

$$\tau = \frac{\lambda}{v_{o'rt}}$$

2. $v_{o'rt}$ o'rniga $v_{o'rk}$ deb yozamiz:

$$v_{o'rk} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3(8,3145 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)})(300 \text{ K})}{0,0280 \text{ kg/mol}}} = 517 \text{ m/c}$$

3. $v_{o'rt}$

\approx

$v_{o'rk}$

ligidan

$$\tau = \frac{\lambda}{v_{\text{pr}}} = \frac{6,530 \times 10^{-8} \text{ m}}{517,0 \text{ m/c}} = 1,27 \times 10^{-10} \text{ c}$$

BOLSMAN TAQSIMOTI

Tashqi kuchlar bo`lmaganda gaz molekularining muvozanat holatidagi konsentrasiyasi hamma yerda birday bo`ladi. Biroq kuch maydonlari bo`lganida bunday bo`lmaydi. Masalan, og`irlik kuchi maydonida joylashgan ideal gazning konsentrasiyasi balandlik ortishi bilan quyidagi qonun asosida kamayib boradi:

$$n = n_0 e^{-\frac{m_0 g x}{kT}} \quad (1)$$

bu yerda n va n_0 - oralaridagi masofa farqi x ga teng bo`lgan nuqtalardagi hajm birligidagi molekular soni, $m_0 g x$ -kattalik molekulaning x balandlikdagi potensial energiyasini bildiradi. Agar og`irlik kuchi o`rnida biror boshqa kuch ta`sir qilsa ham molekularning potensial energiya bo`yicha taqsimlanish xarakteri o`zgarmaydi.

Agar gaz yoki o`zini gazga o`xshab tutuvchi har qanday zarrachalar qandaydir kuch maydonida bo`lib, shu tufayli uning zarralari biror potensial energiyaga ega bo`lsa, u holda berilgan U potensial energiyali zarralar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}}$$

Issiqlik muvozanati sharoitida U potensial energiyali zarralar sonini topishga imkon beruvchi bu ifodaga Bolsman taqsimoti deb ataladi.

Molekulalar tezliklari taqsimoti

Gaz molekulari xaotik harakat qiladilar, boshqacha aytganda ayrim molekularning tezliklari o`rtacha tezlikka nisbatan kichik, boshqalariniki esa kattadir. Gaz molekulari harakatining o`rtacha kinetik energiyasi absolyut temperaturaga proporsionaldir. Gaz temperaturasi orqali o`rtacha kvadratik tezlikni va gaz molekulari o`rtacha ilgarilanma kinetik energiyasini xisoblab topish mumkin., biroq bu molekular tezliklarining taqsimoti haqida xech narsa bermaydi. Bu muammoni yechishdan oldin, tajribadagi ayrim umumiy elementar misollarga nisbatan taqsimot funksiyasini muhokama qilamiz.

Taqsimot funksiyasi. Aytaylik o`qituvchi N ta talabalarga 25 ta punktdn iborat viktorinani berdi.

Natijani ifodalashda u o`rtacha qiymatni bersa bo`lar ediku, lekin bu masalarni aniq ifoda etmaydi. Agar barcha talabalar 12,5 qiymatni olsa, desak, bu masalan, yarim talabalar 25 va qolgan yarmi nolni olgandan ancha farq qiladi. Lekin bu ikkala xolda ham o`rtacha qiymat bir xil bo`ladi. Natijalarni ifoda etishda bir xil s_i qiymat olgan talabalar soni n_i ni berish kerak. SHunga o`xshash, s_i qiymatga erishgan talabalar sonini $f_i = \frac{n_i}{N}$ orqali topish mumkin. Ikkala n_i va f_i o`zgaruvchan s ning funksiyasi bo`lib, u taqsimot funksiyasi deyiladi. Taqsimot funksiyasini

qo'llash birmuncha qulaydir. N ta talabalar ichida bitta talabaning s_i natijaga erishish ehtimolligi:

$$\sum_i f_i = \sum_i \frac{n_i}{N} = \frac{1}{N} \sum_i n_i$$

va bunda

$$\begin{aligned} \sum_i n_i &= N \\ \sum_i f_i &= 1 \quad (1) \end{aligned}$$

(1) formula taqsimot funktsiyasini normallashtirish sharti deyiladi. Ixtiyoriy kattalikning o'rtacha qiymatini topish uchun shu kattalikning har bir mumkin bo'lgan qiymatini (masalan natija) berilgan kattalikning shu qiymatiga ega bo'lgan songa (talabalar soniga) ko'paytirib, olingan sonni yig'ib, N bo'linadi.

$$s_{o'rt} = \frac{1}{N} \sum_i n_i s_i = \sum_i s_i f_i \quad (2)$$

Xuddi shunday ixtiyoriy $g(s)$ funktsiyaning o'rtacha soni aniqlanadi:

$$g(s)_{o'rt} = \frac{1}{N} \sum_i g(s_i) n_i = \sum_i g(s_i) f_i \quad (3)$$

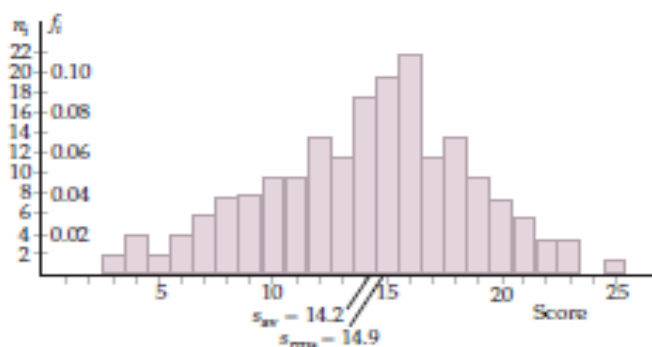
Kvadratning o'rtachasi

$$(s^2)_{o'rt} = \frac{1}{N} \sum_i (s_i^2) n_i = \sum_i (s_i^2) f_i \quad (4)$$

Bu yerdagi $(s^2)_{o'rt}$ kvadratning o'rtacha qiymati deyilib, undan olinganda ildiz o'rtacha kvadratik qiymat $s_{o'rtkv}$ deyiladi:

$$s_{o'rtkv} = \sqrt{(s^2)_{o'rt}} \quad (5)$$

3-rasmda shunday taqsimot ko'rsatilgan. Bu taqsimot bo'yicha eng katta qiymat 16 o'rtachasi 14,2 va o'rtacha kvadratik qiymat 14,9 dir.



3-rasm. 200 ta talabaga tarqatilgan 25 talik viktorinaning taqsimot funktsiyasi. s_i qiymatga ega bo'lgan talabalar soni n_i teng. s_i ega bo'lgan talabalar miqdori $f_i = \frac{n_i}{N}$. Eng ehtimolli qiymat 16 ga teng.

ADABIYOTLAR RO'YHATI:

1. Qambarov F .F. Ionnaya implantasiya v metallic.M: Nauka I texnika, 1980-164 bet
2. Beliy A.V. Karpenko G. D. Mishkin N. K. Struktura I metodi sozdanoya iznosostoykix poverxnostnix slova. M: Nauka I texnika, 1991-175 bet
3. Beliy A.V.Kukareko V A Lobodaeva O V, Taran I I , Shix S. K . Ionno-luchevaya obrabotka metallov, splavov I keramicheskix materialov. M: Nauka I texnika, 1997-186 bet