

BOLTSMAN-MAKSVELNING TEZLIKLAR BO'YICHA TAQSIMOTINING TAHLILI

Shoqosimov Ilyos Asliddin o'g'li

Samarqand Davlat Pedagogika instituti, talaba
ilyosshoqosimov02@gmail.com, +936722206

Sarimsoqova Muyassar Shavkat qizi

Samarqand Davlat Pedagogika instituti, talaba
sarimsoqovamuyassar@gmail.com. +998946676715

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17192969>

Annotatsiya: Moddalarning barcha zarrachalari bir xil tezlikda harakatlanmaydi, bu esa gazlarning kinetik nazariyasida muhim ahamiyat kasb etadi. Shotlandiyalik fizik Jeyms Klerk Maksvel (1831–1879) va avstriyalik fizik Ludvig Boltsman (1844–1906) gaz molekulalarining tezlik bo'yicha taqsimotini o'rgangan va statistik fizikaning asoslarini yaratgan. Ushbu maqolada ushbu olimlarning ilmiy ishlari tahlil qilinib, Maksvel-Boltsman taqsimoti, uning matematik asoslari va fizik jarayonlardagi ahamiyati yoritilgan.

Kalit so'zlar: Energiya, tezlik, temperatura, molekula, zarra massasi, fazo, eng ehtimolli tezlik, o'rtacha tezlik, o'rtacha kvadratik tezlik.

Annotation: Not all particles in a substance move at the same speed, which is a key aspect of the kinetic theory of gases. Scottish physicist James Clerk Maxwell (1831–1879) and Austrian physicist Ludwig Boltzmann (1844–1906) studied the distribution of molecular speeds and laid the foundations of statistical physics. This article analyzes their scientific contributions, explores the Maxwell-Boltzmann distribution, its mathematical principles, and its significance in physical processes.

Keywords: Energy, speed, temperature, molecule, particle mass, phase, most probable speed, average speed, root mean square speed.

Аннотация: Не все частицы в веществе движутся с одинаковой скоростью, что является ключевым аспектом кинетической теории газов. Шотландский физик Джеймс Клерк Максвелл (1831–1879) и австрийский физик Людвиг Больцман (1844–1906) изучали распределение скоростей молекул и заложили основы статистической физики. В данной статье анализируются их научные работы, рассматривается распределение Максвелла-Больцмана, его математические принципы и значение в физических процессах.

Ключевые слова: Энергия, скорость, температура, молекула, масса частицы, фаза, наиболее вероятная скорость, средняя скорость, среднеквадратичная скорость.

Krish. Maksvelning tezliklar bo'yicha taqsimoti molekulalarning har xil tezlikka ega bo'lish ehtimolini tasvirlaydigan statistik taqsimotdir. Bu taqsimot gaz molekulalarining kinetik nazariyasiga asoslanib, ideal gazning harorat va tezlik o'rtasidagi bog'liqligini ko'rsatadi.

1. Gaz molekulalarining kinetik nazariyasi

Gaz molekulalarining harakati klassik mexanika asosida tasvirlanadi. Statistika va ehtimollik nazariyasi yordamida molekulalarning tezlik bo'yicha taqsimoti olinadi.

Gaz zarralarining taqsimoti **Boltsman taqsimot qonuni** asosida quyidagicha yoziladi:

$$f(E)=Ae^{-E/kTf} \quad (1)$$

bu yerda:

- $f(E)$ – energiya bo'yicha taqsimot zichligi,
- A – normallashtiruvchi doimiy,
- E – molekulaning kinetik energiyasi,
- k – Boltsman doimiysi,
- T – harorat.

Molekulaning kinetik energiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

bu yerda m – zarraning massasi, v – tezlik.

2. Maksvel taqsimotining chiqarilishi

2.1. Hajm elementini hisoblash

Molekulalar 3D fazoda harakatlanadi, shuning uchun tezlik fazosi uch o'lchovli:

$v_x, v_y, v_z, v_{x^2}, v_{y^2}, v_{z^2}, v_{xy}, v_{yz}, v_{xz}$.

Taqsimot zichligi 3D fazoda Boltsman qonuni bo'yicha yoziladi:

$$f(v_x, v_y, v_z) = A e^{-\frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT}} \quad (3)$$

Normallashtirish uchun barcha mumkin bo'lgan tezliklar bo'yicha integrallaymiz:

$$\iiint f(v_x, v_y, v_z) dv_x dv_y dv_z = 1 \quad (4)$$

Bu sferik koordinatalarga o'tkazilganda, hajm elementi quyidagicha bo'ladi:

$$dv_x dv_y dv_z = v^2 dv d\Omega \quad (5)$$

bu yerda **differensial hajm elementi**:

$$d\Omega = \sin\theta d\theta d\phi \quad (6)$$

Integralni hisoblab, **normallashtiruvchi doimiylik** topiladi va natijada Maksvel-Boltsman taqsimoti hosil bo'ladi:

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \quad (7)$$

3. Maksvel taqsimotining xususiyatlari

Bu taqsimotdan uchta asosiy tezlikni chiqarish mumkin:

3.1. Eng ehtimolli tezlik (v_{mp})

Bu eng ko'p uchraydigan tezlik bo'lib, taqsimotning maksimumida joylashgan.

Maksimumni topish uchun hosila nolga tenglashtiriladi:

$$\frac{d}{dv} f(v) = 0 \quad (8)$$

Bu shartni yechib:

$$v_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \quad (9)$$

3.2. O'rtacha tezlik (v_{avg})

O'rtacha tezlikni topish uchun:

$$v_{avg} = \int_0^\infty v f(v) dv \quad (10)$$

Integral yechilganda natija:

$$v_{avg} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \quad (11)$$

3.3. Kvadratik o'rtacha tezlik (v_{rms})

Kvadratik o'rtacha tezlik:

$$v_{rms} = \sqrt{v^2} = \sqrt{\int_0^{\infty} v^2 f(v) dv} \quad (12)$$

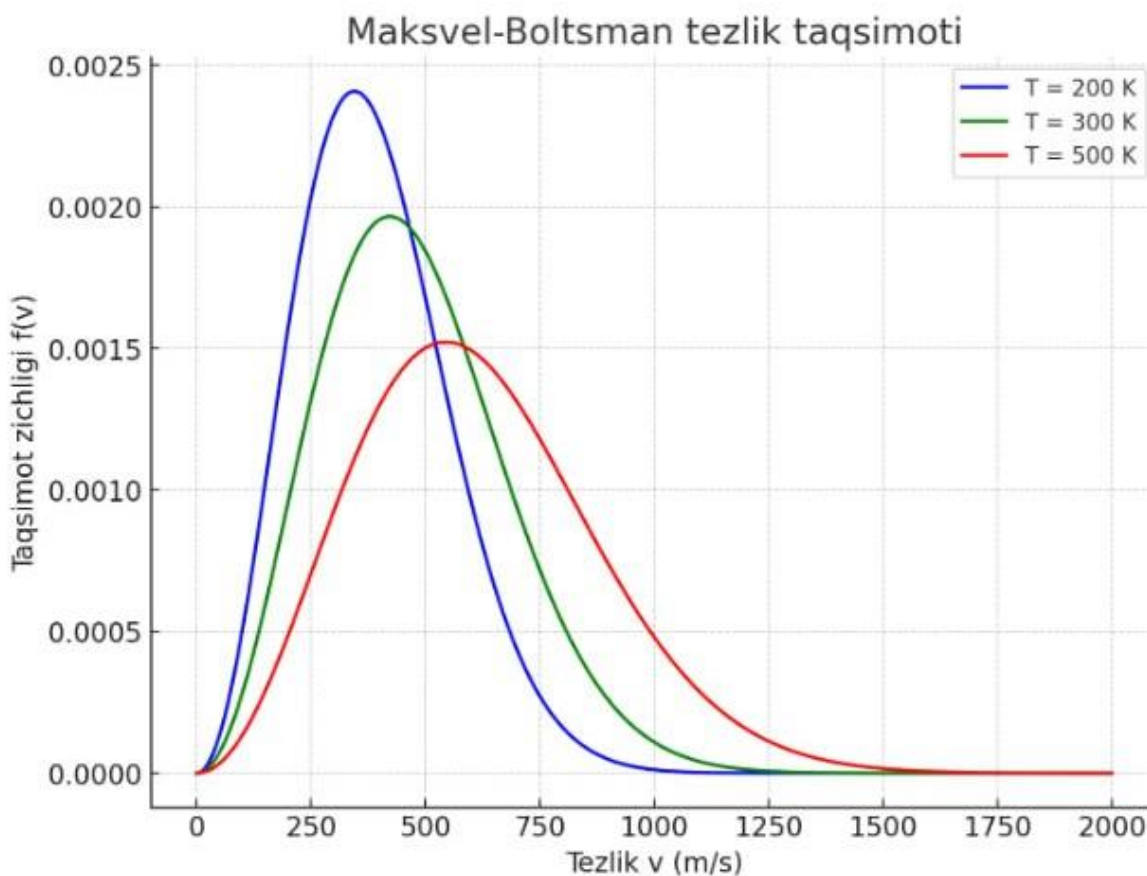
Bu integral natijasi:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad (13)$$

4. Maksvel taqsimotining grafik tahlili

Maksvel taqsimotining grafik ko'rinishi quyidagicha:

- Past haroratda egri chiziq tik va tor bo'ladi.
- Harorat oshishi bilan egri chiziq pastroq va kengroq bo'ladi.
- $v_{mp} < v_{avg} < v_{rms}$ tengsizligi doimo bajariladi.



Yuqorida Maksvel-Boltsman taqsimotining grafik chizig'i ko'rsatilgan.

- **Ko'k chiziq (T=200K)** – Tezliklarning kam katta pastroq qiymatlarda joylashgan.
- **Yashil chiziq (T=300k)** – Harorat oshgani uchun taqsimot kengayib, o'rtacha tezlik ortgan.
- **Qizil chiziq (T=500k)** – Eng yuqori haroratda molekulalar tezligi kengroq tarqalgan va eng ehtimolli tezlik ham oshgan.

Xulosa: Maksvel-Boltsman taqsimotida zarralarning har xil tezlikda harakatlanishini o'rganilgan. Zarrlar odatda 3 xil tezlikda bo'ladi va bu temperaturaga bo'liq ekan. Temperatura ortishi bilan zarralarning harakat tezligi ham oshar ekan. Kam miqdordagi zarralar **Eng ehtimoli tezlik**, ayrimlari **O'rtacha tezlik**, ko'p miqdordagisi esa **O'rtacha kvadratik tezlik** bilan harakatlar ekan. Buni yuqorida yoritib o'tilgan.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Fizika: umumiy o'rta ta'lim maktablari 7-sinfi uchun darslik / P.Q.Habibullayev, A.Boydedayev, A.D.Bahromov.- T.: «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi», 2017. - 176 b.
2. O'lmasova M.X. Mexanika va Molekulyar fizika: Akademik litseylar uchun qo'llanma. 2-nashri – T.: “O'qituvchi”, 2004.
3. Matematika: umumiy o'rta ta'lim maktablari 9-sinfi uchun darslik / Sh.A.Alimov, O.R.Xolmuhammedov, M.A.Mirzaaxmedov. - T.: “O'qituvchi”, 2019.
4. N.N.Rakhimov, Kh.K.Khaknazarova. Methods of using the parabola quadratic equations to solve a parameter. International Scientific Journal, ISSN: 2308-4944, Year:2019, Issue: 06, Philadelphia, USA.