MAXEWLLNING MOLEKULLARNING TEZLIKLAR BO‘YICHA TAQSIMOTNI KELTIRIB CHIQARISHGA NOODATIY YONDASHUV

Raimov Xolbek Kadirovich, Musurmanova Malohat Arslonbek qizi, Guliston davlat pedagogika instituti “Aniq va tabiiy fanlar” kafedrasi o‘qituvchilari,
Nabijonova Zuhraxon Muzaffarjon qizi, Hamidova Sevara Musobek qizi va Qlicheva Barchinoy Oqilboy qizi, Guliston davlat pedagogika instituti
1-22 Fizika astronomiya guruhi talabalari,
e-mail: physic-kholbek84@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada Maxwell taqsimoti ma’lum boshlang‘ich shartlar asosiga keltirilib chiqariladi. Bunda molekulalarning orasidagi o‘zaro ta’siri, gaz molekulalarida tebranish yoki aylanma harakat hamda gaz molekulalarining bir joydan ikkinchi joyga to‘liq ko‘chish sodir bo‘lmaydi deb faraz qilinadi. Bu maqolani tushinish uchun o‘quvchidan fizkaga va matematikaga oid bilimlar egallangan bo‘lishi zarur.

Ushbu maqola quyidagicha tashkil topgan: (I) Kirish. (II). Maxwell taqsimotini keltirib chiqarilishi. (III) Molekulalar tezliklar uchun taqsimlash funktsiyasi hamda A va B konstantalarni aniqlashi. (IV) Xulosa.

Kalit so‘zlar: Taqsimot funksiyasi, o‘rtach kvadratik tezlik, o‘rta arifmetik tezlik, eng katta ehtimollik tezligi, molekula, Gamma funksiya.

AN UNUSUAL APPROACH TO DERIVING THE MAXWELL VELOCITY DISTRIBUTION OF MOLECULES

Abstract. In this article, the Maxwell distribution was derived based on certain initial conditions, that is, the interaction between molecules was not taken into account, it is hypothesized that vibration or rotational movement of gas molecules or complete migration of gas molecules from one place to another do not happen. In order to understand this article, the student must have knowledge of physics and mathematics.

This article is organized as follows: (I). Introduction. (II). Derivation of the Maxwell distribution. (III) Distribution function for molecular velocities and determination of constants A and B.(IV) Conclusion.

Keywords: Distribution function, root mean square speed, average speed, most probable speed, molecule, Gamma function.

НЕОБЫЧНЫЙ ПОДХОД К ВЫВОДУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА МОЛЕКУЛ ПО СКОРОСТЯМ

Аннотация. В данной статье распределение скорости молекул по Максвеллу было выведено исходя из определенных начальных условий, т.е. не учитывалось взаимодействие между молекулами, предполагалось, что колебательного или вращательного движения молекул газа или полной миграции молекул газа из одного места в другое не происходит. Для понимания данной статьи нужно обладать знаниями в области физики и математики.

Статья построена следующим образом: (I). Введение. (II). Выведение распределения скорости молекул по Максвеллу. (III) Функция распределения для молекулярных скоростей и определение констант A и B. (IV) Заключение.

Ключевые слова: Функция распределения, среднеквадратическая скорость, среднеарифметическая скорость, наиболее вероятная скорость, молекула, гамма-функция.

Kirish. Maxwell 1859-yilda molekulalarning tezliklar bo‘yicha taqsimoti haqida o‘z nutqida bayon qildi. Maxwell taqsimoti gazlarning kinetik nazariyasiga asos bo‘lib, gazlarning ko‘plab fundamental xususiyatlarini, jumladan, bosim va diffuziya va shu kabi boshqa jarayonlarni tushintirishda juda yaxshi imkoniyatlarni beradi. U gaz molekulalarining o‘rtacha va eng katta ehtimolli tezliklari hamda energiyalarini hisoblash uchun ishlatiladi. Shuningdek, bu taqsimot fizika va kimyodagi elektron uzatish jarayonlari va boshqa hodisalarni tavsiflash uchun ham qo‘llaniladi. Har qanday fizik qonunning ham qo‘llanish sohalari bo‘lgani kabi Maxwell taqsimotining bajarilishi uchun ma’lum cheklovlar e’lon qilinadi, ya’ni qaralayotgan sistema atrof muhit bilan issiqlik muvozanatda bo‘lish hamda tashqi maydon ta’siq qilmasligiga o‘xshash bir nechta shartlar qo‘yiladi [1-3].

II. Maxwell taqsimotini keltirib chiqarilishi.

Maxwell taqsimotini keltirib chiqarishda quyidagi shartlarga tayanamiz:

1) Ideaal gaz juda ko‘p sonli bir xil elastik to‘qnashuv sodir qiluvchi shar-molekulalardan iborat;

2) To‘qnashgandan so‘ng molekulalar harakat yo‘nalishi barcha yo‘nalishlarda teng ehtimollikka ega;

3) Molekulalarning tezligni proyeksiyalari va absolyut qiyamatlarini o‘zaro bog‘liq bo‘lmagan mustaqil tasodifiy kattaliklar deb qaraymiz.

Molekulalarning tezlik vektori uning berilgan nuqtadagi koordinatasi bilan aniqlanishi mumkin. Biz $\vec{u}$ vektorni x, y va z komponentalari bo‘yich tashkil etuvchilarini, u_x, u_y va u_z shaklda belgilaymiz. Shunday qilib bu uchta komponentalarni quyidagi ko‘rinishda yozamiz [1]:

$$u^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 \qquad (1)$$

Molekulalarning umumiy sonidan N tasi u_x intervalda $u_x + du_x$ komponentasi u_x tezlikka ega bo‘lsin. Bu holatni ifodalovchi funksiyani

$$\frac{dN_{u_x}}{N} = f(u_x)du_x$$
$$dN_{u_x} = Nf(u_x)du_x \ . \qquad (2)$$

Bu yerda dN_{u_x} molekulalarning berilgan u_x va $u_x + du_x$ intervalga to‘g‘ri keluvchi soni, $f(u_x)$ funksiya esa biz qidirayotgan taqsimot funksiyasi.
Matematik jihatdan dN_{u_x}/N nisbat molekulalar tezligining x-komponentasi u_x dan $u_x + du_x$ ga to‘g‘ri keluvch ehtimolligi. (2) formulani koordinataning boshqa komponentalar bo‘yich ham yozish mumkin.

$$dN_{u_y} = Nf(u_x)du_x$$
$$dN_{u_z} = Nf(u_z)du_z \ ,$$

yuqoridagi tenglamalardan ko‘rinadiki, bu uchta ifodani bitta funksionalda ifodalash mumkin va barcha yo‘nalishlar teng ehtimollik ega hamda biror bir yo‘nalish boshqasidan biror bir ortiqcha avfzalikka ega emas [1-2].
Molekulalar tezliginining berilgan komponentalar jumladan, u_x dan $u_x + du_x$, u_y dan $u_y + du_y$, u_z dan $u_z + du_z$ bo‘yicha ehtimolligini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{(d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)})}{N} = f(u_x)f(u_y)(u_z)du_x du_y du_z \qquad (3)$$

Bundan berilgan tezlik komponentalari u_x dan $u_x + du_x$, $u_x + du_x$, u_y dan $u_y + du_y$ u_z dan $u_z + du_z$ oralig‘ida joylashgan molekulalar sonini topa olamiz:

$$d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)} = Nf(u_x)f(u_y)(u_z)du_x du_y du_z \qquad (3a)$$

Bu yerda $d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)}$ had tezlik fazosidagi kichik bir hajm elementi $du_x du_y du_z$ ichidagi molekulalar soni [2-3].
Shuningdek, yuqoridagi munosabatdan foydalanib gaz molekulalarining berilgan hajim elmentidagi zichligini ifodalaymiz:

$$\rho = \frac{d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)}}{du_x du_y du_z} \qquad (4)$$

(4) formuladan foydalanib (3) ni qayta yozamiz ya’ni:

$$d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)} = \rho du_x du_y du_z = Nf(u_x)f(u_y)(u_z)du_x du_y du_z \qquad (5)$$

Bir hadlarni qisqartirib quyidagini olamiz:

$$\rho = Nf(u_x)f(u_y)(u_z)\,, \qquad (6)$$

qaralayotgan tezlik fazosini izotrop deb qarasak (5) ifodani o‘zgarmas deb hisoblasa bo‘ladi:

$$Nf(u_x)f(u_y)(u_z) = constant = NF(u^2) \tag{7}$$

Bu yerda F o‘zgaruvchi tezlik bo‘lgan funksiya

$$u^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 = constant \tag{8}$$

(7) ning fizik ma’nosi shundaki, juda ko‘p sonli to‘qnashuvlardan so‘ng taqsimot barcha yo‘nalishlarda bir xil bo‘ladi. Shuning uchun biz quyidagi shartni kiritamiz(matematikadan ma’lumki funksiyadan hosila olib nolga tenglanishi max va min topishni bildiradi) [3]:

$$dF(u^2) = 0,$$

(8) e’tiborga olib (6) dan hosila olsak,

$$\frac{\partial f(u_x)}{\partial u_x} du_x f(u_y) f(u_z) + f(u_x) \frac{\partial f(u_y)}{\partial u_y} f(u_z) du_y + f(u_x) f(u_y) \frac{\partial f(u_z)}{\partial u_z} du_z \tag{9}$$

(9) tenglamani ikkal tamonini $f(u_x)f(u_y)f(u_z)$ ga bo‘lsak quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\frac{1}{f(u_x)} \frac{\partial f(u_x)}{\partial u_x} du_x + \frac{1}{f(u_y)} \frac{\partial f(u_y)}{\partial u_y} du_y + \frac{1}{f(u_z)} \frac{\partial f(u_z)}{\partial u_z} du_z = 0 \tag{10}$$

(10)ni hosil qilamiz, (7) ni differensiallab hamda u^2 ni o‘zgarmaslik shartidan quydagini yozamiz[1-3]:

$$u_x du_x + u_y du_y + u_z du_z = 0 \tag{11}$$

(11) dan ko‘rinadiki u_x, u_y va u_z lar o‘zaro bog‘liq emas. Biz bu tenglamani yechishda Lagrangning nomalum ko‘paytuvchi usulidan foydalanamiz[4-5]:

$$F(u_x, u_y, u_z, \lambda) = f(u_x, u_y, u_z) + \lambda g(u_x, u_y, u_z) \ . \tag{12}$$

Bu yerda $f(u_x, u_y, u_z)$ max yoki min topilishi kerak bo‘lgan funksiya va λ -Lagrangning nomalum ko‘paytuvchisi hamda $g(u_x, u_y, u_z)$ shartini kiritamiz. u_x, u_y, u_z, λ noma’lumlarni (u_x, u_y, u_z) nuqtlar atrofidan qidiramiz. (12) ni o‘ng tamonidagi ikkiinchi had (11) tenglamani chap qismiga teng hamda λ ko‘paytuchchini $2B$ ga teng deb olamiz.

(11) ni $2B$ ga ko‘paytiramiz so‘ng (10) ga hadma-had qo‘shsak quydagini olamiz:

$$\left[\frac{1}{f(u_x)} \frac{\partial f(u_x)}{\partial u_x} + 2Bu_x\right] du_x + \left[\frac{1}{f(u_y)} \frac{\partial f(u_y)}{\partial u_y} + 2Bu_y\right] du_y + \left[\frac{1}{f(u_z)} \frac{\partial f(u_z)}{\partial u_z} + 2Bu_z\right] du_z = 0$$

(13) ni hosil qilamiz [1-3]. Bu tenglamadan $du_x, du_y, du_z \neq 0$ bo‘lsin, u holda, qavus ichidagi ifodalar 0 ga tengligi kelib chiqadi ya’ni:

$$\frac{1}{f(u_x)}\frac{\partial f(u_x)}{\partial u_x}+2Bu_x=0,\quad \frac{1}{f(u_y)}\frac{\partial f(u_y)}{\partial u_y}+2Bu_y=0,\quad \frac{1}{f(u_z)}\frac{\partial f(u_z)}{\partial u_z}+2Bu_z=0$$

$$\frac{1}{f(u_x)}\frac{\partial f(u_x)}{\partial u_x}=-2Bu_x$$

yuqoridagi tenglamadagi $\partial \Rightarrow d$ ga almashtiramiz chunki, bu ifodaning harakterlovchi funksiya faqat u_x ga bog‘liq.

Hosil bo‘lgan tenglamaning har ikkala tamonidan integral olamiz

$$\int\frac{f(u_x)}{f(u_x)}=-\int 2Bdu_x \Rightarrow \ln f(u_x)=-Bu_x^2+\ln A,$$

bu yerda A itegrallash doimiysi bo‘lib boshlang‘ich shartlardan olinadi. Hosil bo‘lgan ifodani ikki tamonini *e* darajaga ko‘taramiz [4-6]:

$$e^{\ln f(u_X)}=e^{\ln f(-Bu_X^2+\ln A)}=e^{-Bu_X^2}e^{(\ln A)}$$

Bundan $$f(u_x)=Ae^{(-Bu_x^2)} \qquad (14)$$

Bu funksiya bizga molekulalarning x komponentasi u_x dan u_x+du_x ega bo‘lgan tezligini ehtimolligini beradi. Yuqoridagi almashtirishlarni u_y va u_z uchun ham bajarib olingan (14) funksiyani (2) ga qo‘ysak quydagini olamiz, quydagilarni olamiz:

$$dN_{u_x}=NAe^{(-Bu_x^2)}du_x,\quad dN_{u_y}=NAe^{(-Bu_y^2)}du_y,\quad dN_{u_z}=NAe^{(-Bu_z^2)}du_z \qquad (15)$$

(14) va (15) ifodalarni (3a) formulaga qo‘yish yo‘li bilan quydagi hosil qilinadi:

$$d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)}=NA^3e^{-B\left(u_x^2+u_y^2+u_z^2\right)}du_xdu_ydu_z=NA^3e^{(-Bu^2)}du_xdu_ydu_z. \qquad (16)$$

Demak, molekula $\vec{u}$ va $\vec{u}+d\vec{u}$ intervalida tezlikka ega bo‘lish ehtimolligi quydagicha bo‘ladi [1-4]:

$$\frac{d^3N_{(u_x)}N_{(u_y)}N_{(u_z)}}{N}=A^3e^{(-Bu^2)}du_xdu_ydu_z$$

Bu ifoda Maxwell tezliklar bo‘yicha taqsimot funksiyasi deb ataladi.

III. Molekulalar tezliklar uchun taqsimlash funktsiyasi hamda A va B konstantalarni aniqlashi.

Molekulalar tezliklar uchun taqsimot funksiyasi ifodasini olish uchun $\vec{u}$ dan $\vec{u}+d\vec{u}$ gacha bo‘lgan tezlikka ega bo‘lgan molekulalar sonini ko‘rib chiqamiz. Tezlik fazosida $\vec{u}$ radiusi va qalinligi du bo‘lgan sharsimon qobiqni hisobga olgan

holda bu sonni osongina hisoblashimiz mumkin. Bunday sferik qobiq bilan tugaydigan tezlik vektorlari soni kerakli sonni beradi[1,3].

Tezlik fazosida berilgan $\vec{u}$ radusli qobiqni hajm $4\pi u^2 du$ ga teng. $du_x du_y du_z$ elmentar hajimni sferik koordinatalarda ifodalaymiz. Buning uchun Dekart koordinatalr sistemasidan sferik koordinatalar sistemasiga o‘tamiz
[4-6] koordinatalar sistemasiga o‘tamiz $x = r\sin\theta\cos\varphi,\ y = r\sin\theta\sin\varphi,\ z = \cos\theta$
Yuqoridagi almashtirishlardan foydalanib (16) ni qaytadan yozamiz

$$J(r,\theta,\varphi) = \frac{\partial(x,y,z)}{\partial(r,\theta,\varphi)} = \begin{vmatrix} \frac{x}{r} & \frac{x}{\theta} & \frac{x}{\varphi} \\ \frac{y}{r} & \frac{y}{\theta} & \frac{z}{\varphi} \\ \frac{z}{r} & \frac{z}{\theta} & \frac{z}{\varphi} \end{vmatrix} = r^2 \sin\theta .$$

$$dN_u = \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} NA^3 e^{-Bu^2} u^2 \sin\theta d\theta d\varphi du = \tag{17}$$
$$NA^3 e^{-Bu^2} u^2 \left[\left(-\cos\pi + \cos 0\right)2\pi\right] du = 4\pi NA^3 u^2 e^{-Bu^2} du$$

dN_u / du - nisbat molekulalarning tezliklar bo‘yicha taqsimoti beradi [5].

Noma’lu konstantalarni baholash uchun (17) integralni u ning 0 dan ∞ oraliqda integrallab molekulalarning to‘liq sonini topamiz:

$$N = 4\pi NA^3 \int_0^{\infty} u^2 e^{-Bu^2} du \tag{18}$$

Bu integralni yechishda Gamma funksiyadan foydalanamiz

$$\int_0^{\infty} u^n e^{-Bu^2} du = \frac{1}{2B^{((n+1)/2)}} \Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)$$

<u>*Isbot*</u>: $n = 2$

$$\int_0^{\infty} u^n e^{-Bu^2} du = \begin{vmatrix} t = Bu^2 \\ u = (t/B)^{1/2} \\ du = 1/2(t/B)^{-1/2} dt \end{vmatrix} = \frac{1}{2}\int_0^{\infty}\left(\frac{t}{B}\right)^{1/2} \frac{1}{B} e^{-t} dt = \frac{1}{2B^{3/2}}\int_0^{\infty} t^{1/2} e^{-t} dt = \frac{1}{2B^{3/2}}\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)$$

$\Gamma(n+1)/2$ gamma funksiya bizning holatimizda $n = 2$ga teng, buni hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$\Gamma(n+1) = n\Gamma(n)$$
$$\Gamma(3/2) = \Gamma(1/2+1) = 1/2\Gamma(1/2).$$

Yuqoridagi hisobdan $\Gamma(1/2)$ hadni hisoblashda Gamma funksiyaninig yan bir xossasidan foydalanamiz: $\Gamma(n)\Gamma(1-n)=\frac{\pi}{\sin n\pi}$, ushbu formuladan foydalanib $\Gamma(1/2)$ni hisoblaymiz:

$$\Gamma(1/2)\Gamma(1-1/2)=\frac{\pi}{\sin \pi/2}\Rightarrow \Gamma(1/2)\Gamma(1/2)=\pi \Rightarrow \Gamma(1/2)=\sqrt{\pi}\,.$$

Hisoblashlar natijasini (18) integralning Gamma funksiyaning o‘rniga qo‘yib umumiy zarrachalar soni uchun ifodani olamiz:

$$N=4\pi NA^3\frac{1}{2B^{3/2}}\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)=\frac{4\pi NA^3\sqrt{\pi}}{2B^{3/2}} \tag{19}$$

(19) qisqartirib hamda A ga nisbatan yechsak quydagini olamiz [1-2]:

$$A=\sqrt{B/\pi} \tag{20}$$

Molekulalarning kvadratik, o‘rta arifmetik hamda eng katta ehtimolly tezligi.

Molekulalarning kvadratik tezligini tapaylik. Bunda munosabatdan foydalanamiz:

$$\overline{u^2}=\frac{\int_0^\infty u^2 dN_u}{\int_0^\infty dN_u} \tag{21}$$

Bu integralni yechishda (17) integralni natijasini (21) ga qo‘yamiz[1-3]:

$$\overline{u^2}=\frac{\int 4\pi NA^3u^4e^{-Bu^2}du}{\int_0^\infty 4\pi NA^3u^4e^{-Bu^2}du}=\frac{\cancel{\int_0^\infty 4\pi NA^3u^4\,e^{-Bu^2}du}}{\cancel{\int 4\pi NA^3u^2\,e^{-Bu^2}du}}=\frac{\int_0^\infty u^4e^{-Bu^2}du}{\int_0^\infty u^2e^{-Bu^2}du} \tag{22}$$

(22) munosabatni (18) integral yechimlaridan foydalanib topamiz ya’ni:

$$\overline{u^2}=\frac{\cancel{\frac{1}{2B^{5/2}}}\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{\cancel{\frac{1}{2B^{3/2}}}\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}=\frac{B^{3/2}}{B^{5/2}}=\frac{1}{B}\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}+1\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}+1\right)}=\frac{1}{B}\left[\frac{\frac{3}{2}\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}\right]=\frac{1}{B}\left[\frac{\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{2}\cancel{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}}{\cancel{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}}\right]=\frac{3}{2B},$$

bunda ko‘rinadiki $\overline{u^2}$ quydagiga teng bo‘lar ekan:

$$\overline{u^2}=\frac{3}{2B}. \tag{23}$$

Bitta molekulaning o‘rtacha kinitik energiyasi quydagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{1}{2}m\overline{u^2}=\frac{1}{2}\left(\frac{3}{2B}\right)=\frac{3}{2}k_BT\Rightarrow B=\frac{m}{2k_BT}.$$

Yuqoridani ifodani (23) ga qo‘ysak biz uchun molekulalarning *o‘rtacha kvadratik tezlik* formulasini olamiz [1-3]:

$$\bar{u}=\sqrt{3k_BT/m}, \tag{24}$$

olingan natijani (20) ga qo‘yib *A* ni topamiz:

$$A=\sqrt{\frac{m}{2\pi k_BT}} \tag{25}$$

(17) ifodaga yuqorida topilgan (23) hamda (24) larni mos ravishda qo‘yib Maxwell taqsimotini ifodasini olamiz [1-3]:

$$dN_u=4\pi N\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}u^2e^{-\frac{m}{2k_BT}u^2}du \tag{26}$$

Yuqori olingan (26) formuladan o‘rta arifmetik tezlik formulasini keltirib chiqaramiz. Bunda biz umumiy ko‘rinish integraldan foydalanamiz [4-5]:

$$\bar{u}_a=\frac{1}{N}\int_0^\infty udN_u=\frac{1}{N}\int_0^\infty u4\pi N\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}u^2e^{-\frac{mu^2}{2k_BT}}du=\frac{4}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}\int_0^\infty u^3e^{-\frac{mu^2}{2k_BT}}du\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\left|\begin{array}{c}u^3du=1/2u^2\,d\left(u^2\right)\\ \frac{mu^2}{2k_BT}=g\\ d\left(u^2\right)=\frac{2k_BT}{m}dg\end{array}\right|\Rightarrow\frac{4}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}\frac{1}{2}\left(\frac{2k_BT}{m}\right)^2\int_0^\infty ge^{-g}dg=\sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}, \tag{27}$$

bu ifoda molekulalarning o‘rta arifmetik tezligini hisoblash uchun formuladir.

Eng katta ehtimolli tezlik formulasini keltirib chiqarishda differensial hisobning ba’zi qisimlarini eslab o‘tamiz. Berilgan funksiyaning maxmum yoki minumini topish uchun $df_u/du=0$ bajarilishi kerak. Shuning uchun, Maxwell taqsimoti uchun olingan funksiyadan tezlik bo‘yich hosila olamiz [1-3]:

$$\frac{df_u}{du}=4\pi N\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{3/2}\frac{d}{du}\left(u^2e^{-\frac{mu^2}{2k_BT}}\right)=C\left\{2ue^{-\frac{mu^2}{2k_BT}}+u^2e^{-\frac{mu^2}{2k_BT}}\left(-\frac{mu}{k_BT}\right)\right\}=0$$

Bu ifodadagi $C\neq 0$ deb hisoblab, qavsni ichidagi ifodaning nolga tenglab yechamiz:

$$2u = u^2\left(-\frac{mu}{k_BT}\right) \Rightarrow u_e = \sqrt{\frac{2k_BT}{m}}\ , \qquad (28)$$

bu topilgan ifoda molekulalarning berilgan haroratdagi eng katta ehtimoliy tezligi formulasidir [1-3].

IV. Xulosa.

Kichik molekulyar tezliklar uchun Maxwell taqsimot funksiyasi kvadratik funksiya sifatida ortadi;

Molekulyar tezlikning kattaligi oshgani sayin, kamayuvchi had bo‘lgan eksponensial funktsiya muhim o‘rin tuta boshlaydi. Natijada Maxwell taqsimoti funksiyasi dastlab ortib, maksimal qiymatga erishadi, keyin esa eksponensial ravishda kamayadi;

Maxwell taqsimot funksiyasi $f_u = dN_u/du$ tezlik $u = 0$ hamda $u = \infty$ da nolga teng bo‘ladi, ya’ni molekula har doim chekli tezlik bilan tarqaladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р. В. Телесин. Молекулярная физика. Москва.; “Высшая школа” 1973. 41-51 с.

2. А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. Молекулярная физика. Москва.; “Наука”. 1976. 60-77 с.

3. Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. −М.: Наука, 1969, 175-180 с.

4. Г. Корн, Т.Корн, Справочник по математике, III- Москва.: “Наука”. 1974. 98-113, 333-366 с.

5. В. С. Смирнов. Курс высшей математики. Том-III, часть вторая, 558-563 стр.

6. А. С. Дунаев, И. В. Шлычков. Специальная функции. Учебное пособия, Екатеринбург. 2015, 506-510 с.