**3. Характерные скорости движений молекул газа. Вычисление средних значений в статистической физике. Распределение энергии по степеням свободы.**

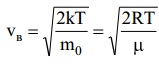
С помощью распределения Максвелла можно рассчитать ***характерные скорости движений молекул газа.***

1. Наиболее вероятная скорость находится из условия, что функция f(v) максимальна, то есть

***df(v)/dv = 0***

Подставляя (f(v)= 4 **π** \*((m0/2**π\*kT**)^3/2)\*e^(-m0\*vx^2/2kT)\* v^2

) и производя преобразования, получаем v(в)=sqrt(2kT/m0)=sqrt(2RT/μ)



1. Средняя арифметическая скорость молекул находится согласно формуле (

C:\Users\А\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\3.2.jpg 〈 **φ(x)** 〉= **∫ φ(x)\*f(x)\*dx**) интегрированием:

〈v〉=**∫v\*f(v)\*dv=sqrt(8kT/πm0)=sqrt(8RT/π**μ**)**



1. Средняя квадратичная скорость молекулы по определению равна:

v(ср.кв.)=sqrt〈v^2〉



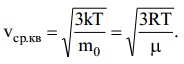
Находим согласно (C:\Users\А\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\3.2.jpg 〈 **φ(x)** 〉= **∫ φ(x)\*f(x)\*dx** ) выражение для

〈v^2〉=∫v^2\*f(v)\*dv=3kT/m0



Следовательно, с учетом определения (C:\Users\А\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\3.4.jpgv(ср.кв.)=sqrt〈v^2〉 ), имеем:

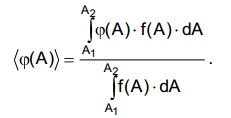
v(ср.кв.)=sqrt(3kT/m0)=sqrt(3RT/ μ)



**Вычисление средних значений в статистической физике.**

Зная функцию распределения f(А), можно найти среднее значение результатов измерения величины А. ***Среднее значение любого значения параметра (А) вычисляется по формуле***

〈**φ(A)** 〉=[∫ (A1-снизу,А2-сверху) **φ(A)\*f(A)\*dA**]/[∫ (A1-снизу,А2-сверху) f(A)\*dA]



**При интегрировании во всем возможном диапазоне значений параметра А, получаем**

〈**φ(A)** 〉=∫ (-**∞ снизу**)(+ **∞ сверху**) [**φ(A)\*f(A)\*dA**]



**Распределение энергии по степеням свободы.**

В основе классической теории теплоемкости лежит установленное статистической физикой положение о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы молекул, согласно которому на каждую степень свободы молекулы приходится в среднем энергия, равная (1 2)kT (где k = 1,38 10–23 Дж/К - постоянная Больцмана).

Под числом степеней свободы понимают ***количество независимых координат, определяющих положение молекулы в пространстве.***

Модель молекулы идеального газа - материальная точка лучше всего соответствует одноатомным газам. Положение одноатомной молекулы в пространстве может быть задано значением трех ее координат (например, x, y, z). Поскольку изменение положения одноатомной молекулы обусловлено только ее поступательным движением, то соответствующие степени свободы называют поступательными.

В качестве модели двухатомной молекулы в первом приближении можно принять систему из двух жестко связанных между собой материальных точек. Эта система имеет пять степеней свободы. Три из них являются поступательными и определяют координаты центра масс системы. Две определяют возможные вращения молекулы относительно двух взаимно перпендикулярных осей, каждая из которых перпендикулярна оси молекулы. Эти степени свободы называются вращательными.

Другой моделью двухатомной молекулы является система двух материальных точек, связанных не жесткой, а упругой связью. В этом случае возникает колебательное движение атомов вдоль оси системы. Такая система имеет шесть степеней свободы: три поступательных, две вращательных и одну колебательную.

В отличие от поступательного и вращательного, колебательное движение связано с наличием как кинетической, так и потенциальной энергии. В механике доказывается, что средняя потенциальная энергия при колебательном движении равна средней кинетической. Поэтому на каждую колебательную степень свободы молекулы приходится в среднем вдвое большая энергия, равная kT.

Модель молекулы, состоящей из трех и более атомов, обычно представляют в виде системы жестко связанных материальных точек. Эти молекулы имеют шесть степеней свободы: три поступательные и три вращательные.

*Согласно положению о равномерном распределении энергии по степеням свободы,* ***средняя энергия молекулы может быть рассчитана по формуле***

***=i/2\*(kT)***

где i = iпост + iвр + 2iкол – *сумма чисел поступательных, вращательных и удвоенного числа колебательных степеней свободы молекулы (число колебательных степеней свободы удваивается в связи с их вдвое большей энергоемкостью).*