**2. Вероятностное описание случайных событий. Функция распределения Максвелла по модулю скорости. Физический смысл, свойства.**

*Статистические закономерности* изучаются с помощью **теории вероятностей.** В теории вероятностей существует понятие случайного события, которое в результате опыта (или какого-либо действия) может как произойти, так и не произойти. Вероятность случайного события есть количественная мера ожидаемой возможности его появления. Так, если произведено N опытов, то при большом их числе вероятность какого-либо события

W(i-снизу)=lim(N→ **∞**)[N(i-снизу)/N]



где N(i-снизу) - *число опытов, в которых произошло данное событие.*

В молекулярной физике в качестве опыта можно рассматривать измерение той или иной физической величины (например, скорости, импульса, энергии и т.д.) и в этом случае событием будет являться равенство результата измерений определенному значению.

Поскольку для всех возможных событий в данных опытах **Σ**Ni= N , то приходим к условию: **Σw(i)= ΣN(i)/N=(1/N)ΣNi=1**

**(1.1)**



Формула (1.1) носит название **условия нормировки вероятности**.

Перейдем к случаю, когда характеризующая событие случайная величина х может принимать непрерывный ряд значений (например, скорость хаотического движения частиц). Теперь уже можно говорить не о вероятности совершения того или иного события, а о вероятности получения результата в диапазоне от х до х + dх. Рассматривая малый интервал значений dx, имеем dw=dN/N



где dw - *вероятность получения результата в интервале от х до х + dх*, dN - *число опытов, в которых получен результат от х до х + dx*.

Ясно, что вероятность dw пропорциональна ширине интервала dx, то есть

dw= f(x)dx , **(1.2)**

где функция f(x), с помощью которой можно аналитически рассчитать вероятность dw, носит название функции распределения вероятностей или плотности вероятности.

**Тогда: dN = N f(x)dx.**

**Распределение Максвелла**

Закон распределения по скоростям теплового движения молекул газа, находящегося в состоянии термодинамического равновесия, был выведен Д. К. Максвеллом (1859) и носит название распределения Максвелла.

Согласно (1.2) элементарная вероятность того, что составляющая скорости молекул по оси ОХ лежит в малом интервале от v(x-снизу) до v(x-снизу) + dv(x-снизу)

dw() = f() d ,

где f() - *функция распределения Максвелла для одной компоненты скорости*

f(vx)=((m0/2**π\*kT**)^1/2)\*e^(-m0\*vx^2/2kT)



Поскольку, элементарная вероятность равна относительному числу частиц dN( )/ N , имеющих скорости в интервале d, то можно записать

dN(vx)/N=dw(vx)=((m0/2**π\*kT**)^1/2)\*e^(-m0\*vx^2/2kT)\* dvx



Аналогично записываются формулы для относительного числа частиц, имеющих скорости в интервалах d и d.

Перейдем от распределения молекул *по компонентам скорости* к распределению *по модулю скорости* **v = sqrt(vx^2+vy^2+vz^2)**

*.*



Согласно (1.2) элементарная вероятность того, что модуль скорости лежит в малом интервале значений от v до v + dv

**dw(v)=f(v)\* dv**

Тогда относительное число частиц dN(v)/ N , имеющих скорости в интервале dv, запишется

dN(vx)/N=dw(vx)=4 **π** \*((m0/2**π\*kT**)^3/2)\*e^(-m0\*vx^2/2kT)\* v^2dv

(4.10)

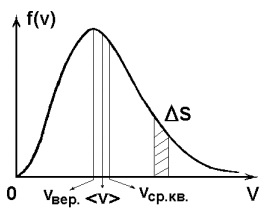


где **f(v)** – *функция распределения молекул по модулю скорости (распределение Максвелла)*

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



**Вид функции распределения f(v) показан на рис. 4.1.**



**Физический смысл *f(vx)*–** вероятность того, что любая из молекул газа, содержащегося в единице объёма, имеет проекцию скорости, заключённую в единичном интервале величины*(vx)*.

***Основные свойства функции распределения:***

**а)** Функция **f(v)** непрерывна, модуль скорости частиц может принимать значения в диапазоне от 0 до ;

**б)** Площадь S, ограниченная графиком функции **f(v)** и осью абсцисс (ось скорости v), определяет относительное число частиц, имеющих скорости в интервале от **v** до **v +Δv** и представляет собой вероятность того, что модуль скорости молекулы заключен между **v** и **v +Δv**, т.е. w=**ΔS=ΔN/N=∫ (v-снизу)(v+ Δv-сверху) f(v)dv**



**в)** При увеличении температуры газа общая площадь под кривой **f(v)** не изменяется (рис.4.2), но увеличивается число частиц, двигающихся с большими скоростями, и, соответственно, уменьшается число частиц с малыми скоростями, т.е. происходит перераспределение числа частиц по скоростям.