

в жидкостях с повышением температуры обычно теплоёмкость увеличивается  
 В твёрдых телах работает закон Дюлонга и Пти  $C_V = 3R$  (для неметаллических тел).  
 Для металлов: поправка, связанная с теплоёмкостью электронов  
 при  $T \rightarrow 0 : c_v \propto T^3$

## Статистический подход

Напомним, что в молекулярной физике есть 3 подхода:

Динамический - система из  $10^{23}$  уравнений, немного нерешабельно)))

Термодинамический - основан на макропараметрах,  $P, V, T, \nu$

Статистический - основан на микропараметрах  $\vec{x}, \vec{v} - N_A$  штук для 1 моля

**Микросостояние** - совокупность всех микропараметров системы

**Макропараметр** - величина, определённая макроскопическими измерениями: величина определяется большим числом микросостояний

**Постулат равновероятности** (основной постулат статистической физики): микросостояния равновесной изолированной системы равновероятны и равны  $P_S = 1/\Gamma_0$ , где  $\Gamma_0$  : количество всех возможных микросостояний

**Эргодическая гипотеза**: среднее по ансамблю равно среднему по времени:  $\bar{N}_1 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T N_1(t) dt$

**Статистический ансамбль**: совокупность одинаковых статистических систем

Термодинамическая вероятность  $\Gamma(n, m)$  (макросостояния): число микросостояний, которыми реализуется данное макросостояние

Математическая вероятность:  $P = \frac{\Gamma(n, m)}{\Gamma_0}$

Условие нормировки: суммарная вероятность всех исходов равна 1

Математическое ожидание/среднее значение:  $\langle \xi \rangle = \sum_{i=1}^n \xi_i P_i$

## Комбинаторика

Число перестановок: сколькими способами можно поставить в ряд  $n$  элементов:  $P_n = n!$

Число размещений: сколькими способами из множества размером  $n$  выбрать  $m$  элементов и расставить в ряд:  $A_n^m = \frac{P_n}{P_{n-m}} = \frac{n!}{(n-m)!}$

Число сочетаний: сколькими способами выбрать  $m$  элементов из множества, содержащего  $n$  одинаковых элементов:  $C_n^m = \frac{A_n^m}{P_m} = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

дисперсия:  $\sigma^2 = \langle (\xi - \langle \xi \rangle)^2 \rangle = \langle \xi^2 \rangle - \langle \xi \rangle^2$

Сейчас он рассказывает про вероятности, я это записывал в 234 праке, там хорошая методичка:

[http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/mol/Lab234\\_2019.pdf](http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/mol/Lab234_2019.pdf)