20.02.2012 г. Лекция № 2.

$n \sim \exp\{-\frac{W}{kT}\}$

$n(q_i, p_i)$

} распределение Максвелла - Больцмана

$n_1(p) \sim \int\limits_{Q} A \exp\{-\frac{W}{kT}\} dq_1 dq_2 dq_3$

$W = W_k + W_n$; $W_n = \cancel{W_{взаимод-ия}} + W_{внеш. поля}$ не учитывали при выводе

$n(q_i) = \int A \exp\{-\frac{W_{кинет.} + W_{внеш. поля}}{kT}\} dq_1 dq_2 dq_3$

распределение Больцмана

$n(q_i) = n_0 \exp\{-\frac{W_{вн}}{kT}\}$.

$W_n = mgh$; $h \ll R_з = 6400$ км

$n(h) = n_0 \exp\{-\frac{mgh}{kT}\}$

F – энергия Гельмгольца (потенциал свободной энергии)

S – энтропия

$p(V, T)$

$F = -kT \ln Z$, Z – статистич. интеграл (статистич. сумма).

$Z = \int\limits_{\Omega} \exp\{-\frac{H}{kT}\} d\Omega$

$H = \sum_i \frac{p_i^2}{2m} + W_{потенц}(q_1, q_2, q_3)$

$P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$

$Z = \sum_{i=1}^{N} \exp\{-\frac{H_i}{kT}\} d\Omega$

Каноническое распределение Гиббса

$f(p, b) = A \exp\left\{\frac{F - H(p, b)}{kT}\right\}$; $N = const$

Если $N \neq const$, то $f_N(p, b) = A \exp\left\{\frac{\Omega - H_N(p, b) + \mu N}{kT}\right\}$

$F \to \Omega(V, T, \mu)$

Распределение Ферми-Дирака основано на том, что в одну ячейку нельзя поместить две частицы с одинаковым набором квантовых чисел.

$n = 1, 2, \ldots$ главное квантовое число

$l \to n - 1$

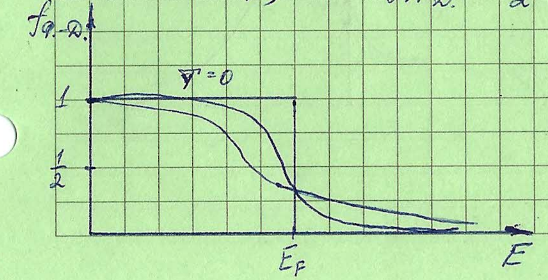
m_l $2l + 1$

$S = \pm\frac{1}{2}$ спиновое число

$f_{Ф-Д} = \frac{1}{\exp\left\{\frac{E - E_F}{kT}\right\} + 1}$, E_F – энергия Ферми

нет завис-ти от температуры;

если $E = E_F$, то $f_{Ф-Д} = \frac{1}{2}$ при любой T.



Будем пользоваться усреднёнными значениями величин: $\langle \lambda \rangle$, $\langle v \rangle$, $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ и т.д.

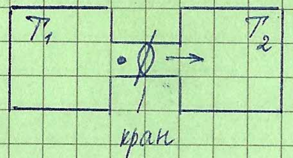
$$\frac{\int v\cdot f(v)}{\int f(v)} = \langle v \rangle$$

Флуктуации

$\Delta n_i = n_i - \langle n \rangle$ — флуктуации числа частиц в единице объёма

В аудитории $N \sim 10^{19} \frac{\text{частиц}}{\text{см}^3}$

$$\frac{\Delta N}{N} \sim \frac{\sqrt{\langle \Delta N^2 \rangle}}{N} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$$

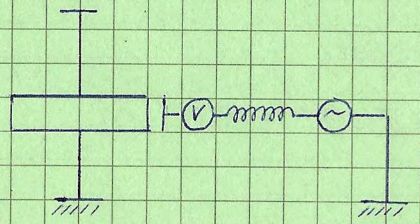


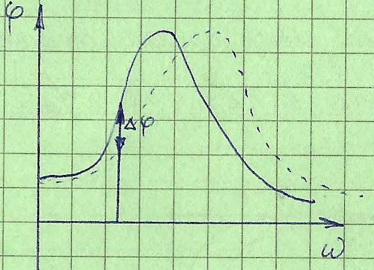
$T_2 > T_1$

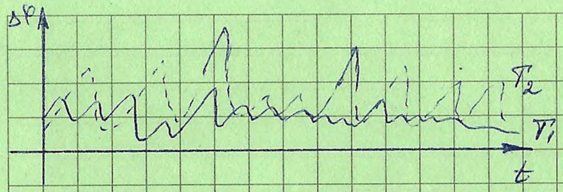
Когда из области T_1 к крану подходит "горячая" частица "демон" поворачивает кран и впускает частицу в область T_2.

В итоге $T_2 \uparrow$, $T_1 \downarrow$.

"Демон Максвелла".







$$mx'' = -hx' + F(t) + X$$

случ. процесс

$\langle x \rangle = 2Dt$

$D \sim \frac{kT}{6\pi\eta a}$ коэффициент диффузии

a — размер частицы

η — вязкость

Смолуховский

$$f(x,t) \sim \frac{1}{\sqrt{\pi D^3 t^3}} \exp\left\{-\frac{x^2}{4Dt}\right\}$$

$Z \equiv P$ для равновесных процессов.

$S = k \ln P$ — энтропия

$P = P_1 P_2$ — вероятность процесса

$\ln P = \ln P_1 + \ln P_2$ можно суммировать процессы через логарифмирование.

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

$\oint \frac{dQ}{T} = 0$ равенство Клаузиуса