

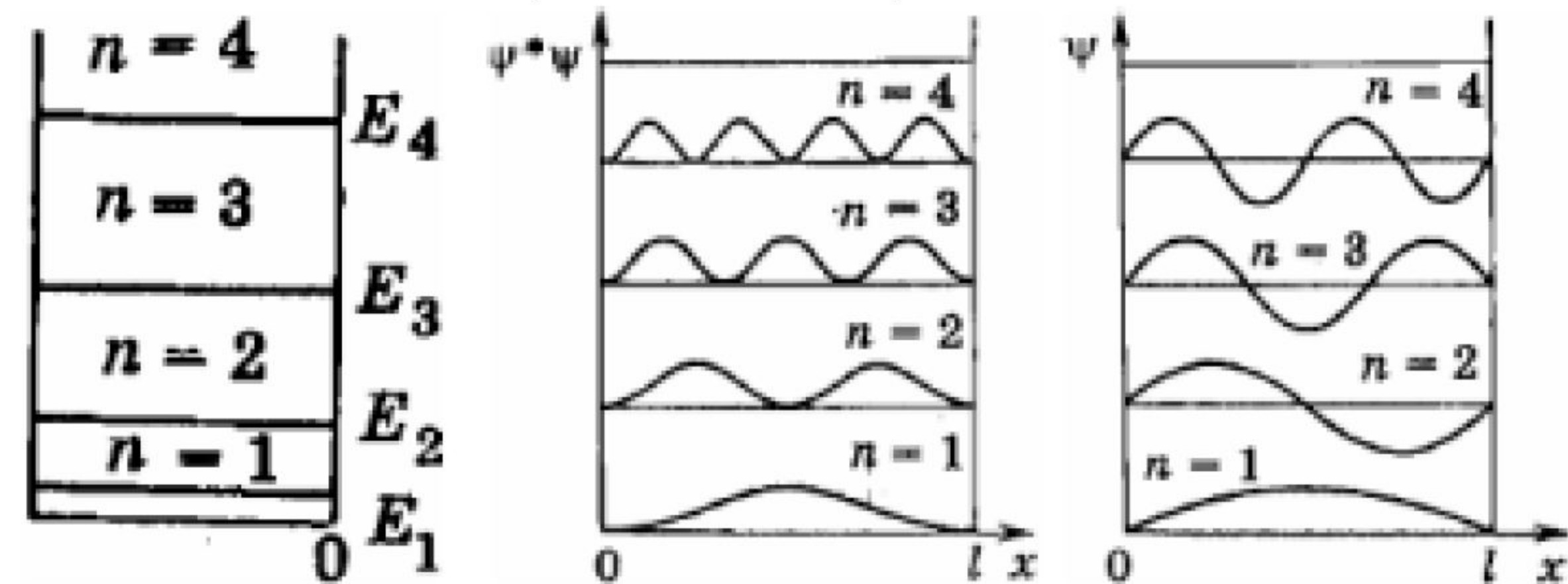
# Билет 13

## 1. Частица в трехмерном потенциальном ящике.

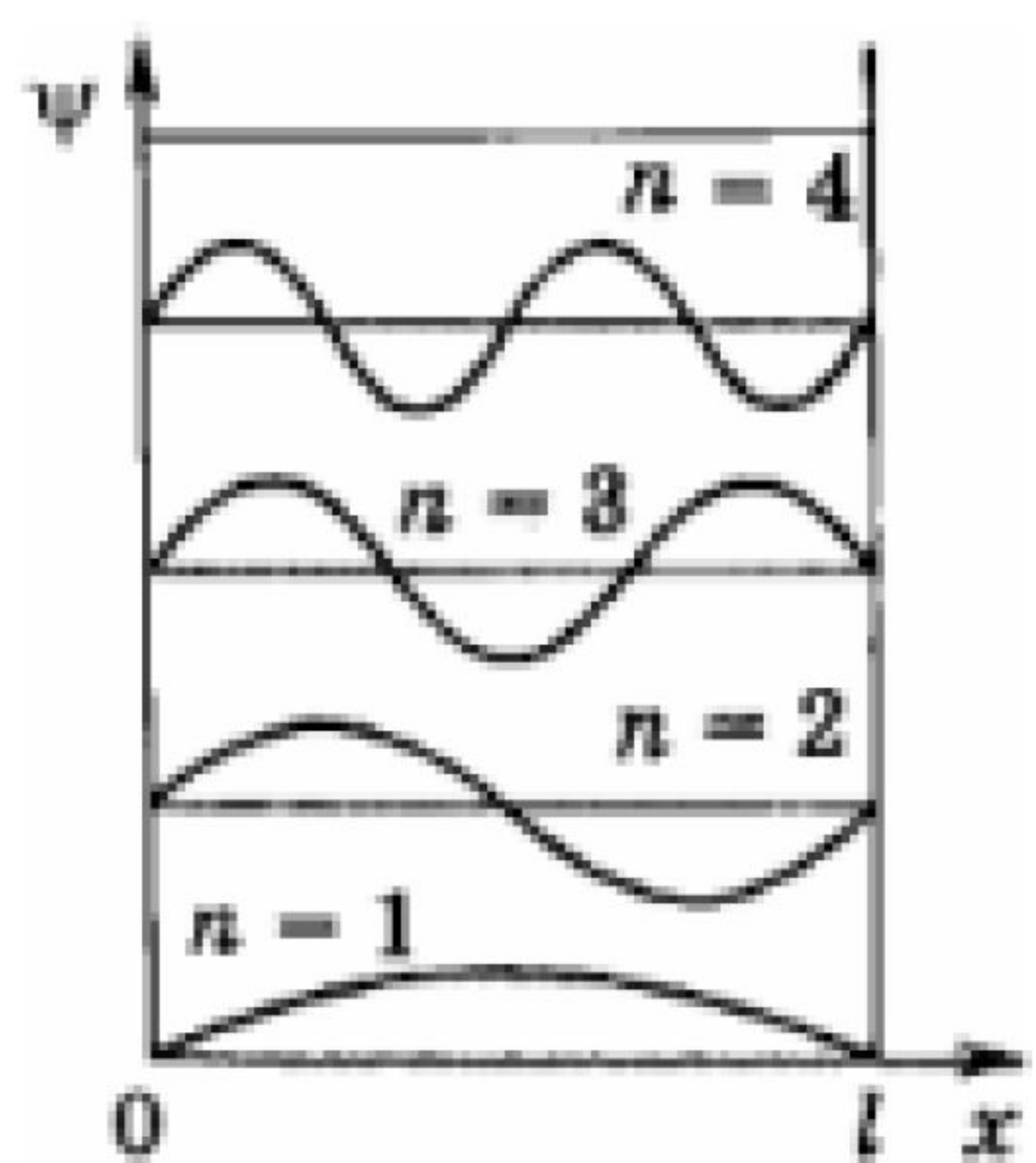
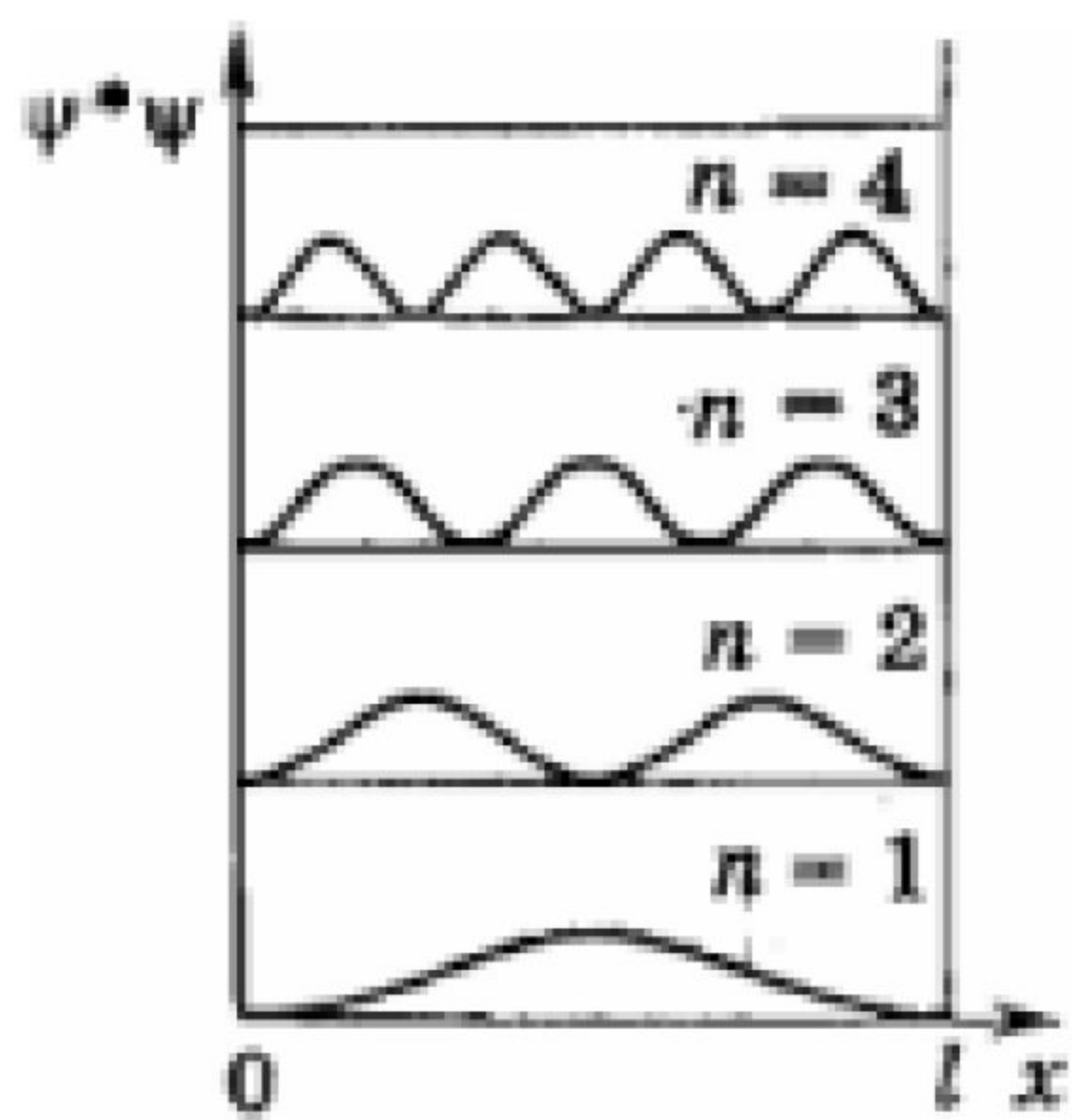
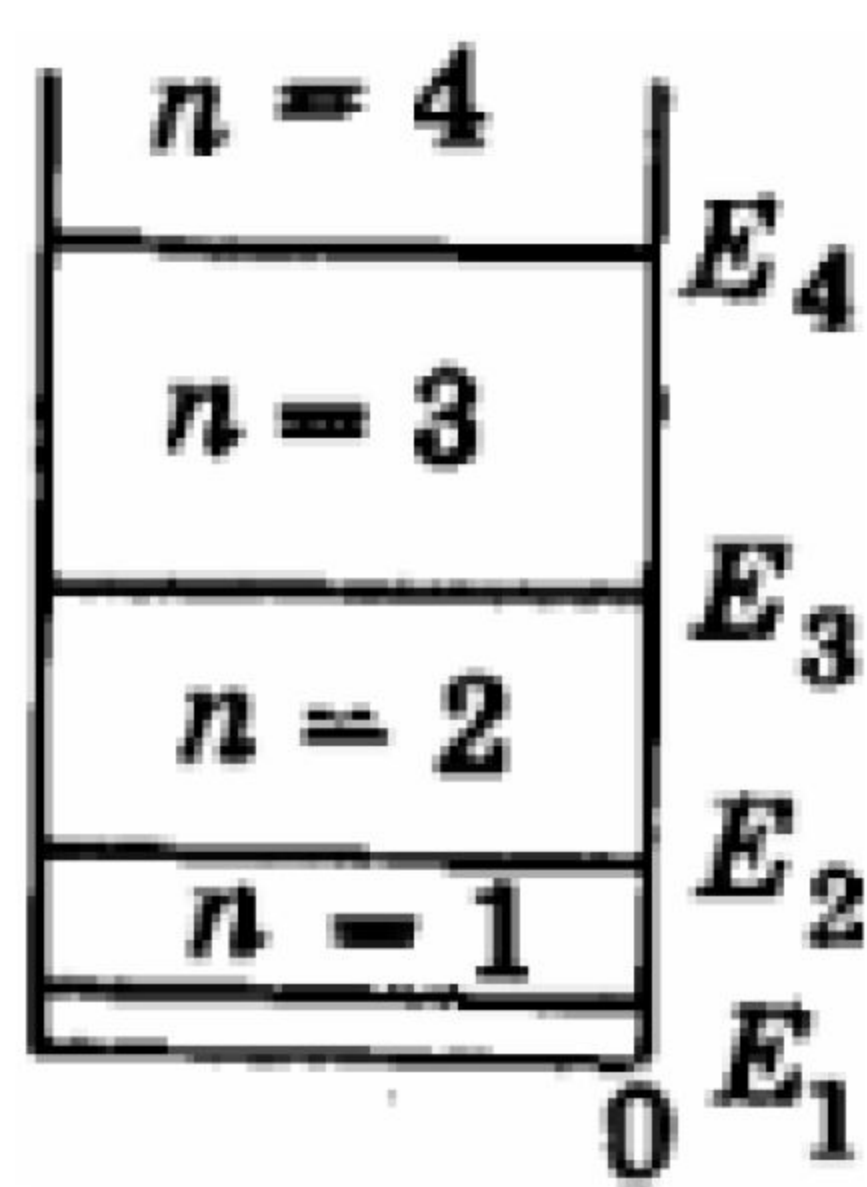
### Энергетический спектр частицы.

### Понятие о вырождении энергетических уровней.

Найдем собств. зн-я энергии и соотв. им собств.  $\psi$ -ии для частицы находящейся в



одномерной потенциальной яме с беск. выс. стенками.



одномерной потенциальной яме с беск. выс. стенками.  
Пусть движение ограничено непроницаемыми для  
частицы стенками  $x=0$  и  $x=1$ .  $U=0$  при  $0 \leq x \leq 1$ ,  
 $U=\infty$  при  
 $x < 0$  и  $x > 1$ , Ур-е Шредингера

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$$

, т.к. за пределы ямы  
частица вырваться не может, то  $\psi(0) = \psi(1) = 0$ .  
В области где  $\psi \neq 0$ , ур-е имеет вид

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$$

, ВВОДИМ

ал л , ВВОДИМ

$$k^2 = \frac{2m}{\hbar^2} E, \text{ придем к } \psi'' + k^2 \psi = 0, \text{ реш. имеет}$$

вид  $\psi(x) = a \sin(kx + \alpha)$ , т.к.  $\psi(0) = \psi(1) = 0$ ,  
то  $\psi(0) = a \sin \alpha = 0$ , откуда  $\alpha = 0$ , тогда  $\psi(1) = a \sin k1 = 0$ ,  
т.е.  $k1 = n\pi$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ),

откуда

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m l^2} n^2$$

( $n = 1, 2, 3, \dots$ ), спектр энергии – дискретный. Подставив зн-е  $k$

дискретный. Подставив зн-е  $k$

получим  $\psi_n(x) = a \sin(n\pi x / l)$ , для нахождения  $a$  воспользуемся условием нормировки

$$a^2 \int_0^l \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx = 1, \text{ откуда } a = \sqrt{2/l}, \text{ т.е.}$$

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/l} \sin(n\pi x / l) \quad n = 1, 2, 3, \dots \text{ Ч-ца}$$

в 3-мер ящ.

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \psi(x, y, z) = E \psi(x, y, z)$$

$0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1;$

$$0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1;$$

$$\psi(x, y, z) = \psi_1(x)\psi_2(y)\psi_3(z)$$

$$E = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m l^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$$

Причем при  $n_1 = n_2 = n_3 = 1$  будет

$$E = \frac{3\pi^2 \hbar^2}{2m l^2}, \text{ а при } n_1 = n_2 = 1, n_3 = 2 \text{ ИЛИ}$$

$$n_3 = n_2 = 1, n_1 = 2 \text{ ИЛИ}$$

$$n_3 = n_2 = 1, n_1 = 2 \quad \text{ИЛИ}$$

$$n_1 = n_3 = 1, n_2 = 2 \quad E = \frac{3\pi^2 \hbar^2}{m l^2}$$

Когда одной энергии соотв. несколько равных сост. называется вырождением, а число этих сост. - кратностью вырождения.

## 2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.

### Виды радиоактивных излучений.

## 2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.

### Виды радиоактивных излучений.

Радиоактивность – способность некоторых атомов ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений и элементарных частиц. Различают естественную (наблюдается у неустойчивых изотопов, сущ. в природе) и искусственную ( у изотопов, полученных в термоядерных реакциях) радиоактивность.

Радиоактивное излучение бывает 3 типов:  $\alpha$ - ,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучение.

**$\alpha$ -Излучение** отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает высокой ионизирующей и малой проникающей способностью.  $\alpha$ -Излучение представляет собой поток ядер гелия.

**$\beta$ -Излучение** отклоняется электрическим и магнитными



**$\beta$ -Излучение** отклоняется электрическим и магнитными полями, его ионизирующая способность значительно меньше, а проникающая гораздо больше чем у  $\alpha$ -частиц.  $\beta$ -Излучение представляет собой поток быстрых электронов.

**$\gamma$ -Излучение** не отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает относительно малой ионизирующей и очень большей проникающей способностью, при прохождении через кристаллы обнаруживается дифракция.  $\gamma$ -Излучение представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение с чрезвычайно малой длиной волны  $\lambda < 10^{-10}$  м и вследствие этого – ярко выраженные корпускулярные свойства, т.е. является потоком частиц –  $\gamma$ -квантов (фотонов).

свойства, т.е. является потоком частиц –  $\gamma$ -квантов (фотонов).

Радиоактивный распад – естественное радиоактивное превращение ядер, проходящее самопроизвольно.

Атомное ядро, испытывающее радиоактивный распад называется материнским, возникающее ядро – дочерним.  $N=N_0e^{-\lambda t}$  – **закон радиоактивного распада**, согласно которому число нераспавшихся ядер убывает со временем по экспоненциальному закону.

$\lambda$  – постоянная для данного радиоактивного вещества величина, наз. постоянной радиоактивного распада.

Задание 13

До какой температуры можно нагреть массивный электронный газ, чтобы средняя кинетическая энергия электронов была равна средней энергии Ферми серебра при  $T = 0 \text{ K}$ ?  
Энергия Ферми серебра  $E_F = 5,513 \text{ В}$ .

Дано:  
 $E_F = 5,513 \text{ В}$   
 $T_1 = 0 \text{ К}$   
 $T = ?$

Решение:  
 $\langle E \rangle = \frac{3}{2} kT$   
 $\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_F = \frac{\int_0^{E_F(0)} E^{3/2} dE}{\int_0^{E_F(0)} E^{1/2} dE}$

$3 \dots = 3 \dots$

Dano:

$$E_F = 5,513 \text{ eV}$$

$$T_1 = 0 \text{ K}$$

$T = ?$

Решение:

$$\langle E \rangle = \frac{3}{2} kT$$

$$\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_F$$

$$\frac{3}{2} kT = \frac{3}{5} E_F$$

$$\frac{2}{5} \frac{E_F}{k} = T$$

$$T = \frac{2}{5} \cdot \frac{5,51 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23}} = \dots$$

$$\langle E \rangle = \frac{\int_0^{E_F(0)} E^{3/2} dE}{\int_0^{E_F(0)} E^{1/2} dE}$$