



**СТАТИСТИЧЕСКАЯ  
ФИЗИКА.  
ЛЕКЦИЯ №22**

*(Для студентов элитного  
отделения ЭТО-II)*



# Свободные электроны в металле

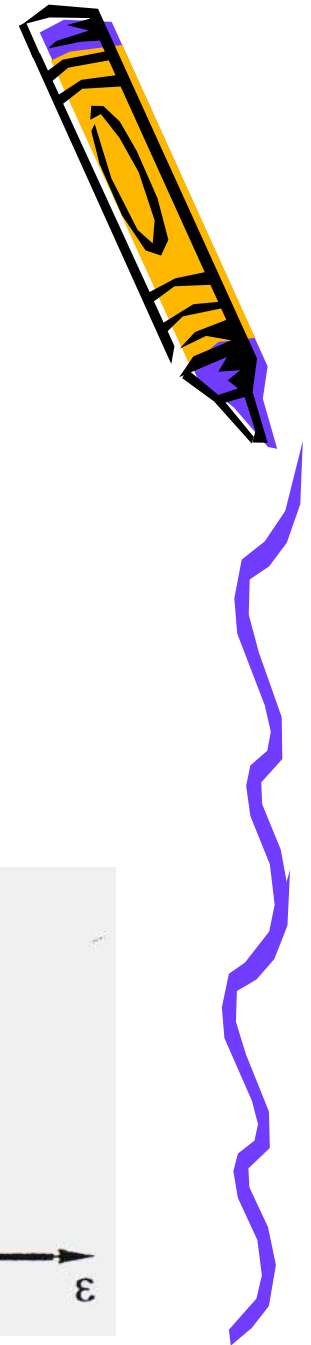
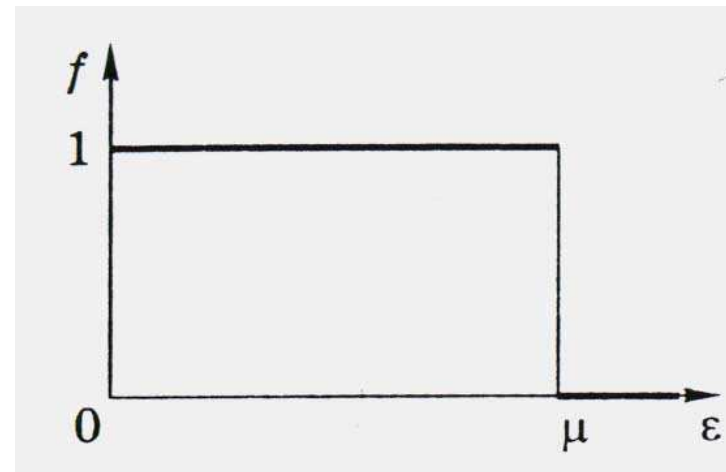
$$f(\varepsilon) = \frac{1}{e^{(\varepsilon - \mu)/kT} + 1}$$

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\frac{1}{e^{(\mu - \varepsilon)/kT}} + 1}$$

$$T \rightarrow 0 \quad e^{(\mu - \varepsilon)/kT} \rightarrow \infty$$

$$f(\varepsilon) = 1; (\varepsilon \leq \mu)$$

$$f(\varepsilon) = 0; (\varepsilon > \mu)$$



# Энергия Ферми (уровень Ферми)

Величину  $\mu$  называют энергией Ферми:  $\varepsilon_{F0} = \mu$ .

$$p = \sqrt{2m\varepsilon}, \quad dp = \sqrt{m/2\varepsilon} d\varepsilon, \quad dZ = \frac{4\pi p^2 dp}{h^3};$$

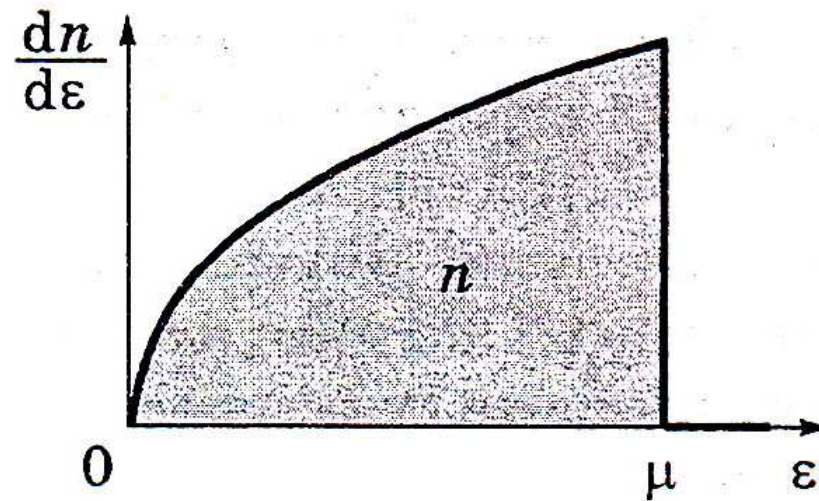
$$dZ = \alpha \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon, \quad \alpha = 2\pi(2m)^{3/2} / h^3;$$

$$dn = 2fdZ \Rightarrow \quad dn = 2\alpha\sqrt{\varepsilon}d\varepsilon \Rightarrow$$

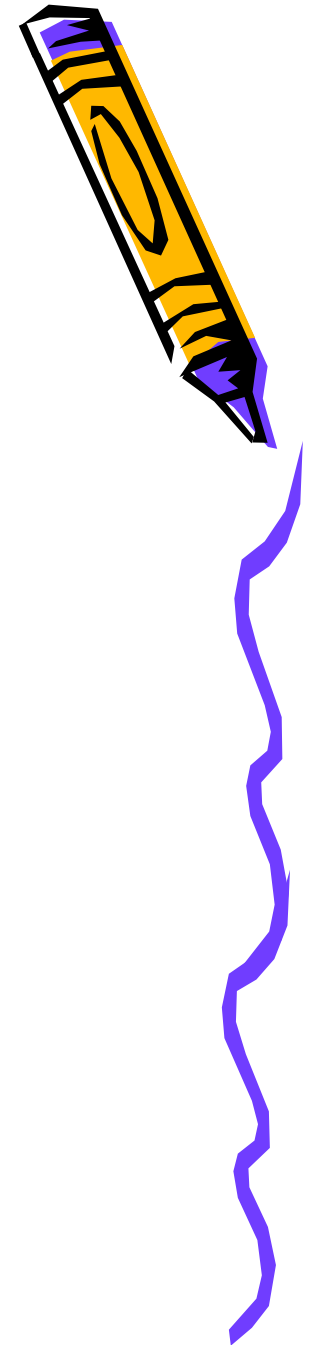
$$\Rightarrow n = \int_0^{\mu} dn(\varepsilon) = \frac{4}{3} \alpha \mu^{3/2}.$$



# Распределение свободных электронов по энергиям



$$\varepsilon_{F0} = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{3n}{\pi} \right)^{2/3}$$



# *Средняя энергия свободных электронов*

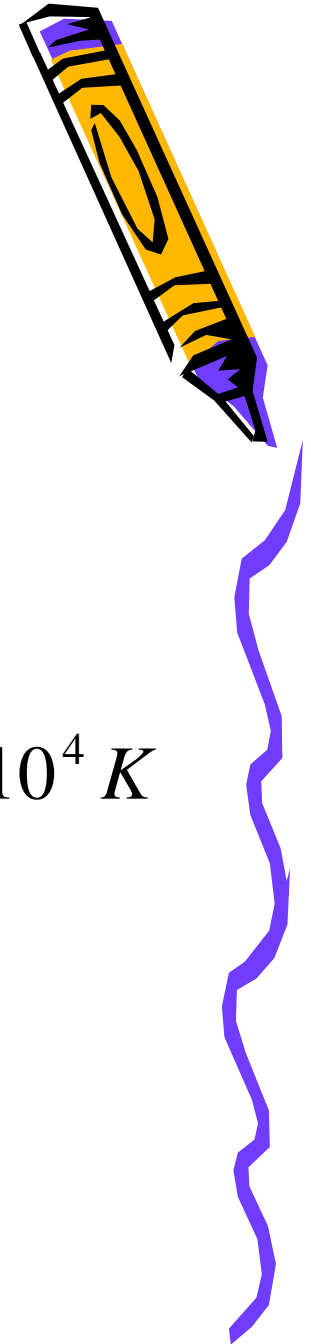
При  $T=0$  К средняя энергия:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \int_0^{\varepsilon_F} \varepsilon dn_{\varepsilon} = \frac{1}{n} \int_0^{\varepsilon_F} 2\alpha \varepsilon^{3/2} d\varepsilon = \frac{3}{5} \varepsilon_{F0}.$$

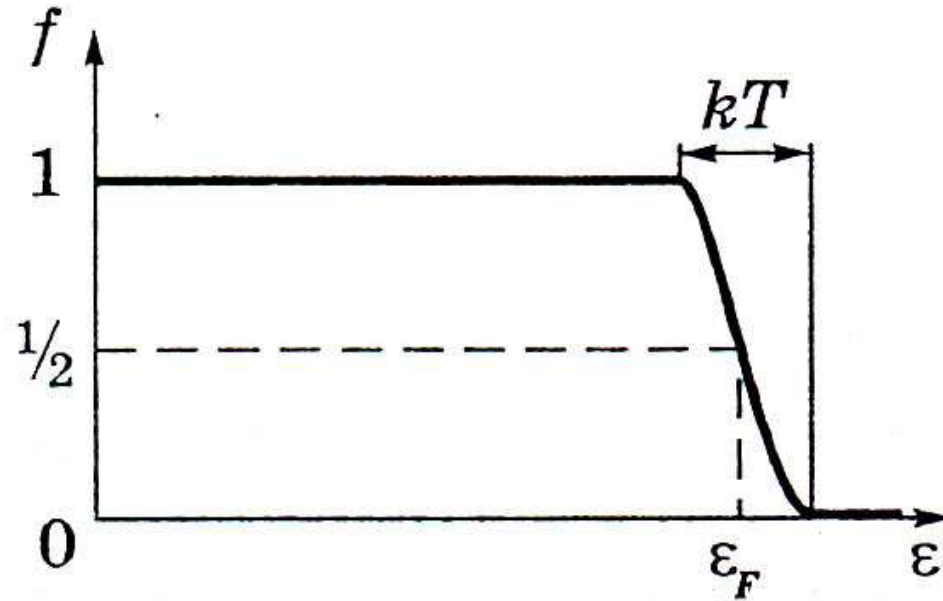
Если  $\varepsilon_F = 5$  эВ то  $\bar{\varepsilon} = 3$  эВ  $\Rightarrow T \approx 5 \cdot 10^4$  К

*При такой температуре все металлы  
находятся в расплавленном состоянии.*

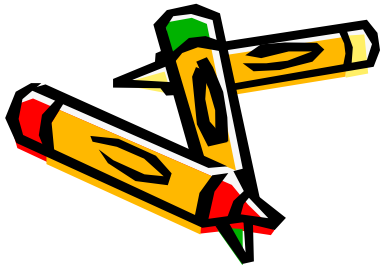
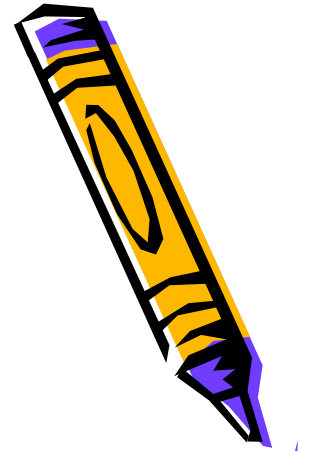
*Классического аналога нет.*



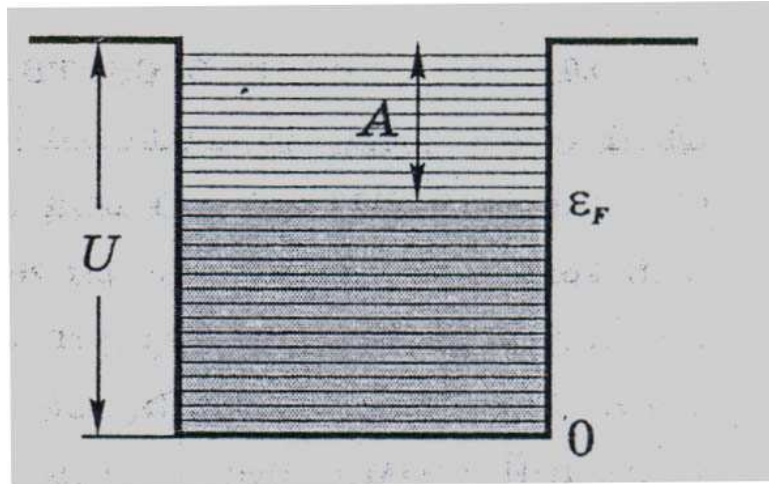
# Энергия Ферми при $T > 0$



$$\epsilon_F(T) = \epsilon_F(0) \left[ 1 - \frac{\pi^2}{12} \left( \frac{kT}{\epsilon_F(0)} \right)^2 \right]$$



# Работа выхода электронов из металла (при $T=0$ )



При  $T=0$   $A=U-\epsilon_{F0}$

$$dn = 2\alpha\sqrt{\epsilon}d\epsilon,$$

$$\Delta n = 2,$$

$$\Delta\epsilon = \frac{1}{\alpha\sqrt{\epsilon}}$$

$$\Delta\epsilon = \frac{h^2}{2m} \cdot \left(\frac{\pi}{3n}\right)^{1/3} = 2 \cdot 10^{-22} \text{ эВ}$$

