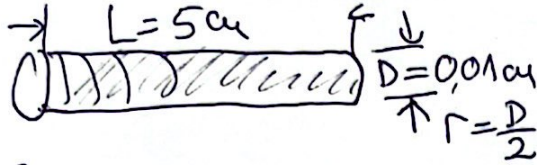


ЕЛЕКТРОНИКА

Решени задачи од термо-електронска емисија

1. Волфрамово влакно (филамент) од една термокатада има цилиндрична форма со дијаметар 0.01 cm и должина 5 cm. Ако работната температура е 2500 K, определете ја термо-емисионата струја. Познати се Ричардсон - Дашмановата константа на дадената термокатада $A = 60.2 \times 10^4 \text{ A/m}^2/\text{K}^2$ и излезната работа $E_w = 4.517 \text{ eV}$.



$$\begin{aligned} D &= 0.01 \text{ cm} \\ L &= 5 \text{ cm} \\ T &= 2500 \text{ K} \end{aligned}$$

Емисионата површина (S)

$$I_{th} = ?$$

$$S = 2\pi r \cdot L$$

$$A = 60.2 \cdot 10^4 \text{ A/m}^2/\text{K}^2$$

$$S = \frac{2\pi D}{2} L = 0.01 \cdot 5 \cdot 3.14 \text{ cm}^2$$

$$E_w = 4.52 \text{ eV} = 4.52 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$S = 0.157 \text{ cm}^2 = 0.157 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$E_w = 7.23 \cdot 10^{-19}$$

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ (m}^2 \text{ kg/s}^2 \text{ K)}$$

Ричардсон - Дашманова рка за термо-емисијата (I_{th})

$$I_{th} = A \cdot S T^2 \cdot e^{-\frac{E_w}{kT}}$$

$$\frac{E_w}{kT} = \frac{7.23 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{25 \cdot 10^3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}}$$

$$I_{th} = 60.2 \cdot 1.57 \cdot 10^{-5} \cdot 6.25 \cdot 10^4 \cdot e^{-21}$$

$$\frac{E_w}{kT} = \frac{72.3}{3.45} \approx 21$$

$$I_{th} = 60.2 \cdot 1.57 \cdot 6.25 \cdot 10^{-5} \cdot 10^4 \cdot 7.6 \cdot 10^{-10}$$

$$e^{-21} = 7.6 \cdot 10^{-10}$$

$$I_{th} = 449 \cdot 10^3 \cdot 10^{-28} = 0.045 \text{ A} = 45 \text{ mA}$$

$$\boxed{I_{th} = 45 \text{ mA}}$$

2. Легура од волфрамова жица со непознат состав емитира термоструја од 0.1 A/cm^2 на температура од 1900 K . Да се најде излезната работа на волфрамовата легура на филаментот? Дали волфрамот е легиран со некоја супстанца со пониска излезна работа? Земете за $A=60.2 \text{ A/(cm}^2\text{K}^2)$.

$$j_{th} = 0.1 \text{ A/cm}^2 \text{ (густина на струјата)} \quad \left[j_{th} = \frac{I_{th}}{S} \text{ емитирана} \right]$$

$$T = 1900 \text{ K}$$

$$E'_w = 4.5 \text{ eV} \text{ за волфрам (W)} \quad \text{за легиранта со волфрам} \quad \underline{E_w = ?}$$

$$A = 60.2 \cdot \text{A/cm}^2 \cdot \text{K}^2 = 60.2 \cdot 10^4 \text{ A/m}^2 \text{K}^2$$

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23}$$

$$j_{th} = A \cdot T^2 \cdot e^{-\frac{E_w}{kT}}$$

$$\frac{j}{AT^2} = e^{-\frac{E_w}{kT}}$$

$$\ln(j/AT^2) = -\frac{E_w}{kT}$$

$$E_w = -kT \ln \frac{j}{AT^2}$$

$$E_w = -1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (1.9)^2 \cdot 10^8 \cdot \ln \frac{10^{-4} \cdot 1}{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot (1.9)^2 \cdot 10^8}$$

$$E_w = -1.38 \cdot 1.9 \cdot 10^{-20} \cdot 23.8 \text{ [J]}$$

$$E_w = -6.24 \cdot 10^{-20} \text{ J} = -6.24 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Преобразува во eV

$$E_w = \frac{6.24 \cdot 10^{-19}}{1.6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$\begin{aligned} &= \ln \frac{10^{16}}{1.38 \cdot 3.61} = \ln 0.2 \cdot 10^{16} = \\ &= \ln 2 \cdot 10^{15} = \ln 2 + 15 \cdot \ln 10 \\ &= 0.69 + 15 \cdot 2.3 = 23.8 \end{aligned}$$

$$E_w = 3.9 \text{ eV} \quad E'_w = 4.5 \text{ eV}$$

Значи дека легирантот е со помалка излезна работа од волфрам т.е.

3. Ако секој атом на злато (Au) дава по еден слободен електрон. Пресметај ја Ферми енергијата (нивото) на златото? (Најди ја од интернет густината на атомите во еден метар кубен Au). Би штедело да ми дадете дека $T = 0K$



$$E_f = \frac{h^2}{2m_e} \left(\frac{3N_e}{8\pi} \right)^{2/3}$$

Нешто поразлична ф-ка

Златото е 1-валентно $1e^-/1\text{atom}$

$$\rho_{Au} = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - \text{густина}$$

$$M_{Au} = 197 \text{ g/mol} = 0,197 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{број на молекул} \quad n = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M}$$

$$m = \rho V$$

$$\text{број на атоми на единица Vol} = \frac{n}{V} = \frac{\rho}{M}$$

$$N_A - \text{Авогадро}$$

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{број на атоми во 1-Vol} \quad N_{\text{atom}} = \frac{\rho}{M} \cdot N_A$$

$$N_e = N_{\text{atom}} = \frac{\rho}{M} N_A = \frac{19300}{0,197} \cdot 6.022 \cdot 10^{23}$$

$$N_e = \frac{1,93 \cdot 10^4 \cdot 6.022 \cdot 10^{23}}{0,197} \approx 5,9 \cdot 10^{28} \text{ e}^-/\text{m}^3$$

$$E_f = \frac{(6,626 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{3 \cdot 5,9 \cdot 10^{28}}{8 \cdot 3,14} \right)^{2/3}$$

$$E_f = \frac{43,9 \cdot 10^{-68}}{18,2 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{17,7}{251,2} \right)^{2/3} \cdot 10^{56/3}$$

$$E_f = 2,41 \cdot 10^{-37} \cdot (0,7)^{2/3} \cdot 10^{19} = 0,87 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_f[\text{eV}] = \frac{0,87 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,44 \text{ eV}$$

$$E_f = \frac{8,7}{1,6} = 5,44 \text{ eV}$$

$$\text{од интерактура} \\ E_f = 5,53 \text{ eV}$$