Ficha TP1

1. nº eletrões livres por m^3 = ???
↳ dens. de e^- livres

- temp. ambiente
- $\sigma = 6,0 \times 10^{7}\ (\Omega m)^{-1}$
- $\mu = 0,0030\ m^2/V.s$
- $q = 1,6 \times 10^{-19}\ C$

$\sigma = n.q.\mu$ ↓

$n = \frac{\sigma}{q.\mu} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow n = 1,25 \times 10^{29}\ e^-/m^3$

2.

(a) velocidade de deriva, (v_d) = ???

- temp. ambiente
- $|\vec{E}| = 1000\ V/m$
- $\mu = 0,38\ m^2/V.s$

↓

$v_d = \mu . |\vec{E}| \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow v_d = 380\ m/s$

(b) tempo livre médio de e^-, (τ) = ?

- $d = 25\ mm = 25 \times 10^{-3}\ m$

↓

$l = v_d . \tau$

↓

$\tau = \frac{(l)}{v_d}$ ← livre percurso ⇔ médio.

$\Leftrightarrow \tau = 6,6 \times 10^{-5}\ s$

3. Cu, Ag, Au → 1 e^- valência (mesmo grupo)

(a) mobilidade de deriva = ???

- μ_{e^-} (20°C) = ?
- T = 20°C = 293 K
- $\rho = \frac{1}{\sigma}$
- ρ (273 K) = 22,8 nΩ.m = $22,8 \times 10^{-9}$ Ω.m

  ↳ resistividade

- $\alpha_0 = \frac{1}{251} \cdot K^{-1}$
- dens. = 19300 kg/m3
- M_{Cu} = 196,67 g/mol

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = n \cdot q \cdot \mu_e$$

1º Obter ρ(293 K)

$$\rho(293) = \underbrace{\rho(273)}_{\rho_0} \cdot [1 + \underbrace{\alpha_0}_{(1/251)} \cdot (\underbrace{T}_{293} - \underbrace{T(273)}_{T_0})]$$

$\rho(293\,K) = 2,46 \times 10^{-8}\ \Omega m$

$$\frac{1}{\rho} = n \cdot q \cdot \mu_e \Leftrightarrow \mu_e = \frac{1}{\rho \cdot n \cdot q} \Rightarrow \mu = 0,0043\ m^2/V.s$$

n = (nº elet. valência) * n_{at}

$$n_{at} = \frac{\text{densidade} \cdot N_A}{M}$$

(b) livre percurso médio, (ℓ) = ???

- $v_d = 1{,}4 \times 10^6$ m/s
- $\ell = v_d \cdot (\tau)$

$$\mu = \frac{q \cdot \tau}{m_e} \Rightarrow \tau = \frac{\mu \cdot m_e}{q} \Leftrightarrow$$

($m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg)

$\ell = 3{,}42 \times 10^{-8}$ m $\Leftrightarrow \tau = 2{,}44 \times 10^{-14}$ s

4. Sn ; nº eletrões condução de cada átomo = (???)

- $\mu_e = 3{,}9 \text{ cm}^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$
- ρ (20°C) $\cong 110$ nΩ.m
- M (Sn) = 118,69 g/mol
- dens. = 7,30 g/cm^{-3}

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \rightarrow \sigma = 9{,}09 \ (\Omega.m)^{-1}$$

$$\sigma = n \cdot q \cdot \mu_e \rightarrow n = \frac{\sigma}{q \cdot \mu_e} \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow n = 1{,}46 \times 10^{29}$ at./m^3

n = (nº elet. valência) * n_{at} $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow n$ = (nº elet. valência) * $\frac{\text{dens.}}{M} \cdot N_A$ $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ nº elet. valência $\cong$ 3,93

5.

- $\lambda = 0{,}708 \times 10^{-8}$ cm

(a) energia do fotão, $E_F =$ (???)

- $E_F = \hbar \cdot \omega \rightarrow E_F = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E_F \simeq 1{,}75 \times 10^{4}$ eV
  $= h \cdot \nu$

(b) energia do eletrão, $E_{e^-} =$ (???)

- $E_{e^-} = \frac{\hbar \cdot K^2}{2 \cdot m_e}$
- $K = \frac{2\pi}{\lambda}$
- $\hbar = \frac{2\pi}{h}$

$$E_{e^-} = \frac{2\pi}{h} \cdot \frac{\left[\frac{2\pi}{\lambda}\right]^2}{2 \cdot m_e} = \frac{h^2}{2 \cdot m_e \cdot \lambda^2}$$

$$E_{e^-} = 4{,}81 \times 10^{-17} \text{ J}$$

6. ($\lambda_{e^-} = ??$)

(a) Al : $E_{e^-} = 11{,}7$ eV $= 1{,}872 \times 10^{-18}$ J

- $\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_e \cdot E}} = 3{,}59 \times 10^{-10}$ m

(b) GaAs : $E_{e^-} = 50$ meV $= 8 \times 10^{-21}$ J

- $\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_0 \cdot E}} = 5{,}9 \times 10^{-9}$ m

9. $\lambda_B = ???$, comprimento de onda de Broglie

- $v_{e^-} = 2{,}2 \times 10^6$ m/s

- $\lambda_B = \dfrac{h}{p} \longrightarrow \lambda_B = \dfrac{h}{m_{e^-} v} \Rightarrow \lambda_B = 3{,}3 \times 10^{10}$ m

(p: momento)

7. comprimento de onda, $\lambda_{e^-} = ?$

- $E = 1\,eV = 1{,}60 \times 10^{-19}$ J

- $E = \frac{1}{2} . m . v^2$
- $p = m . v$

$$E = \frac{1}{2} . m . \left(\frac{p}{m}\right)^2 = \frac{1}{2} . \frac{p^2}{m}$$

Como $p = \dfrac{h}{\lambda} \longrightarrow E = \dfrac{h^2}{2 . m . \lambda^2} \Rightarrow \lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2 . m . E}}$

8. comprimento de onda de Broglie, $\lambda_B = ?$

- $v = 10^7$ cm/s
- $\lambda_B = \dfrac{h}{p} \Rightarrow \lambda_B = \dfrac{h}{m_e v_e} = (\ldots)$