Probleme ME:

1. Un aliaj 95% Pt − 5% Ni prezintă, la temperatura camerei (25°C), o rezistivitate electrică de $2,35 \cdot 10^{-7}\ \Omega m$. Presupunând că Pt și Ni formează un aliaj de tip substițional, se poate aplica regula lui Nordheim pentru determinarea rezistivității aliajului. Folosind această regulă, în combinație cu regula lui Matthiessen, și cunoscând rezistivitatea Platinei pure la temperatura camerei ($\rho_{Pt, 25°C} = 0,94 \cdot 10^{-7}\ \Omega m$) se cere:

a) Procentul x de Ni într-un aliaj Pt−Ni ai rezistivitatea acestui aliaj să fie de $1,75 \cdot 10^{-7}\ \Omega m$ la temperatura camerei.

$$\rho_{aliaj} = C \cdot \frac{5}{100} \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right)$$

$$\rho'_{aliaj} = C \cdot x(1-x) \Rightarrow \frac{\rho_{aliaj}}{\rho'_{aliaj}} = \frac{\frac{5}{100}\left(\frac{95}{100}\right)}{x(1-x)} \Rightarrow$$

$$\frac{2,35 \cdot \cancel{10^{-7}}}{1,75 \cdot \cancel{10^{-7}}} = \frac{0,05 \cdot 0,95}{x(1-x)} \Leftrightarrow x - x^2 = \frac{0,05 \cdot 0,95 \cdot 1,75}{2,35}$$

$$x^2 - x + \frac{0,05 \cdot 0,95 \cdot 1,75}{2,35} = 0 \Leftrightarrow x^2 - x + 0,0354 = 0$$

$$\Delta = 1 - 4 \cdot 0,0354 = 1 - 0,142 = 0,858 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{858}}{2} = \frac{1 \pm 0,926}{2} = \begin{cases} 0,96 \\ 0,03 \end{cases}$$

$0,03$ → vom alege asta pt că procentul de Ni trebuie să fie mic.

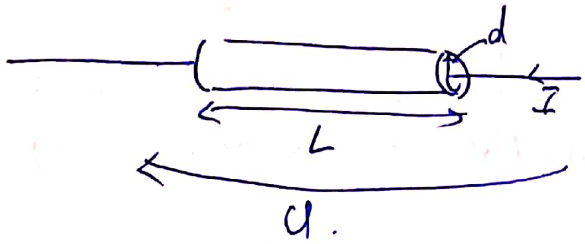
b) Coeficientul Nordheim $C(\Omega m)$ pentru combinația platină-nichel

Cu combinația de reguli ⇒ $\rho_{aliaj} = \rho_{rețea} + C(x(1-x))$.

$$\rho_{rețea} \to \rho_{Pt, 25°C}$$

$$C = \frac{\rho_{aliaj} - \rho_{rețea}}{(x(1-x))} = \frac{(1,75 - 0,94) \cdot 10^{-7}}{0,05 \cdot 0,95} = \frac{0,81}{0,0475} \cdot 10^{-7} = 17,05 \cdot 10^{-7}\ \Omega m$$

2. Calculați conductivitatea electrică a unei probe din inox cilindrice, având diametrul de 3 mm ~~prin~~ și lungimea de 200 mm prin care trece un curent de 1,8 A în direcția axială și pentru care s-a folosit un voltmetru cu care s-a măsurat o tensiune de 25 mV.



$$R = \frac{U}{I}, \quad R = \rho \frac{L}{S}, \quad S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow \frac{U}{I} = \rho \frac{L}{\frac{\pi d^2}{4}} \Leftrightarrow \frac{1}{\rho} = \frac{I}{U} \frac{4L}{\pi d^2} = \frac{4IL}{U\pi d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{4 \cdot 1{,}8 \cdot 200 \cdot \cancel{10^{-3}}}{25 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^{-6}} = \frac{1440}{706{,}86} \cdot 10^{6} =$$

$$= 2{,}04\ MS/m = 2{,}04 \cdot 10^{6}\ S/m.$$

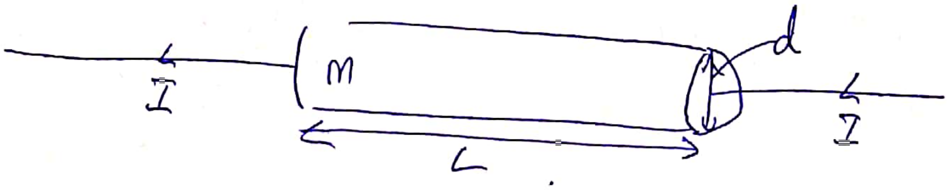
3. Conform definiției date în cadrul modelului clasic al lui Drude, să se calculeze timpul de relaxare (numit timp mediu între 2 coliziuni) al e^- într-un material conductor, cunoscându-se faptul că, la aplicarea unui câmp electric de valoare $E = 7\ V/m$, electronii dezvoltă o viteză de drift ~~de~~ $v_d = 2\,cm/s$.
Se cunosc: $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$ $\quad m = 9{,}11 \cdot 10^{-31} kg$.

$$\tau = \frac{m v_d}{qE} = \frac{m \cdot v_d \cdot 10^{-2}}{qE} = \frac{9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 7} \left(\frac{kg \cdot m/s}{A \cdot s \cdot \frac{kg\, m}{A s^3}} \right)$$

$$= \frac{9{,}11 \cdot 2 \cdot 10^{-33}}{1{,}6 \cdot 7 \cdot 10^{-19}} = \frac{9{,}11 \cdot 2}{1{,}6 \cdot 7} \cdot 10^{-14} = \frac{18{,}22}{11{,}2} \cdot 10^{-14}\,s =$$

$$1{,}62 \cdot 10^{-14}\,s.$$

4. Se consideră o bară cilindrică de cupru de lungime $L=20cm$ și diametrul $d=2mm$ prin care circulă un curent constant $I=15A$. Știind că densitatea electronilor liberi în material este $n=10^{22}cm^{-3}$ se cere să se calculeze:



a) viteza de drift a e^-:

$$v_D = \frac{J}{nq}$$

$$J = \frac{I}{A} = \frac{I}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4I}{\pi d^2}$$

$$\Rightarrow \cancel{v_D = \frac{4I}{nq\pi d^2} = \frac{4 \cdot 15}{10^{22} \cdot 10^{6}}}$$

$$v_D = \frac{A}{cm^{-3} \cdot A \cdot s \cdot mm^2} = \frac{cm^3 \cancel{A}}{\cancel{A}\, s \, mm^2} = \frac{10^3\, mm^3}{mm^2\, s} =$$

$= 10^3 \cdot$ formula [mm/s]

$$v_d = \frac{4I}{nq\pi d^2} = \frac{\cancel{10^3} \cdot \cancel{4} \cdot 15}{\cancel{10^{22}} \cancel{10^{19}} 1{,}6 \cdot \cancel{10^{-19}} \cdot \cancel{4} \pi} = \frac{15}{1{,}6\pi} = \frac{15}{5{,}03} = 2{,}982 \, mm/s$$

b) intervalul de timp în care în medie, un electron parcurge bara de cupru:

$$v_d = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_d} = \cancel{200\,cm}\ \cancel{20\,10}\ \frac{200}{2{,}982} = 67{,}7\,s.$$

variantă alternativă.

$$\Delta t = \frac{nq}{J} = L \frac{nq}{\frac{4I}{\pi d^2}} = \frac{L nq\pi d^2}{4I} =$$

$$\frac{cm \cdot cm^{-3} \cdot \cancel{A} \cdot s \cdot mm^2}{\cancel{A}} = \frac{mm^2}{cm^2} \cdot s = 10^{-2} s.$$

$\Rightarrow \Delta t = 10^{-2} \cdot formula\ [s]$.

$$\Delta t = 10^{-2} \cdot \frac{L m q \pi d^2}{4I} = \frac{20 \cdot 10^{-22} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \cancel{4}}{4 \cdot 7{,}5} \cdot 10^{-2} =$$

$$= \frac{200 \cdot 1{,}6}{15} = 21{,}33.$$

$$\cancel{\Delta t} = I = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{M e^- q}{I} = \frac{mVq}{I} =$$

$$\left(M = \frac{M1 \cdot e^-}{V} \Rightarrow M1 \cdot e^- = MV \right)$$

$$= \frac{M \cdot L \cdot \frac{\pi d^2}{4} q}{I} = \frac{M L \pi d^2 q}{4I} =$$

$$\Delta t = \frac{L}{v_d} = \frac{L}{\frac{4I}{nq\pi d^2}} = \frac{nq\pi d^2 L}{4I} = \frac{10^{\cancel{+22}} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{\cancel{-19}} \cdot \pi \cdot \cancel{4} \cdot 20 \cdot 10^{-2}}{\cancel{4} \cdot 15}$$

$$= \cancel{200}\ \frac{200 \cdot 1{,}6 \cdot \pi}{15} = 67{,}02\ s.$$

Scanned with CamScanner