

1. A resistividade de Cu é  $\sim 1,8 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ , e o seu densidade corresponde a cerca de  $8,5 \times 10^{22} \text{ átomos/cm}^3$ .

Qual o valor que pode estimar para o tempo de relaxação  $\tau$  (admita que cada átomo contribui c/ 1 electron para o gr de electron livres.)

2. Na cristalog. numo rede cubico de corpo centrado com umos aresto de cerca de  $4,25 \times 10^{-8} \text{ cm}$ . Faça umos estimativo de concentração de electron livres. Estime tambem o valor de frequencia de plasma para este metl.  $(\omega_p^2 = \frac{n e^2}{m \epsilon_0})$

3. Mostre que, se  $\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$ , então ~~estime a frequencia~~ de excitação longitudinal no plasma electronico a  $\omega \sim \omega_p$ .

Eq. de continuidade:  $\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

harmonic waves:

$$\nabla \cdot \vec{J}(\omega) = i\omega \rho(\omega) \Rightarrow$$

$$\left( \text{Mas } \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \right)$$

$$\Rightarrow i\omega \rho(\omega) = \nabla \cdot (\sigma(\omega) \vec{E}(\omega)) = \sigma(\omega) \nabla \cdot \vec{E} = \sigma(\omega) \frac{\rho}{\epsilon_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left( i\omega - \frac{\sigma}{\epsilon_0} \right) \rho(\omega) = 0$$

that require

$$\left( 1 + i \frac{\sigma}{\omega \epsilon_0} \right) = 0 \Leftrightarrow \epsilon(\omega) = 0$$

$$\left( \epsilon = 1 + i \frac{\sigma}{\omega \epsilon_0} \right)$$

4. Considere um gás de elétrons livres 1-dim (caixa de comprimento  $L$ , contendo  $N$  elétrons). Calcule (admita cond. front. periódica)

a) a energia dos estados estacionários

b) A densidade de estados

c) o nível de Fermi.

5. Repita o exercício anterior para o gás 3-dim.

6. Mostre que a energia média por elétrons a  $T=0K$

$$e' \frac{3}{5} E_F .$$