Modello di Drude

Ipotesi del modello

1) Si trascurano le interazioni elettrone - elettrone
2) Si trascurano le interazioni elettrone - ione
3) L'urto tra elettroni e ioni è elastico e la velocità dell'elettrone varia
4) v dipende unicamente dalla Temperatura in cui è avvenuto l'urto
5) Il tempo medio tra un urto e l'altro è il Tempo di rilassamento, quindi un urto avviene con probabilità:

$$\langle t \rangle = \tau \quad \Rightarrow \quad P(\text{urto}) = \frac{1}{\tau}$$

1) Ohm vettoriale

$$\begin{cases} V_A - V_B = R \cdot I \\ V_A - V_B = \int_\ell \vec{E} \cdot d\vec{\ell} \end{cases} \Rightarrow R I = \int E \cdot d\ell \qquad \text{ma} \begin{cases} R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \\ dI = \vec{J} \cdot \hat{n}\, dS \end{cases}$$

$d\ell \cdot \hat{n} = d\vec{\ell}$

$$\Rightarrow \rho \frac{d\ell}{\cancel{dS}} \cdot \vec{J} \cdot \hat{n}\, \cancel{dS} = \vec{E} \cdot d\vec{\ell} \rightarrow \rho\, d\vec{\ell}\, \vec{J} = \vec{E}\, d\vec{\ell} \rightarrow \vec{E} = \rho \vec{J}$$

Resistività

2) Corrente

$$I = \int \vec{J} \cdot \hat{n}\, dS$$

con $\vec{J} = \rho \cdot \vec{v}$ $\rightarrow$ per non confonderci: $\rho = -en$

Densità Vol carica

$$\Rightarrow J = -en\vec{v}$$

A) Presenza di campo elettrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{F} = q \cdot \vec{E} \rightarrow \vec{F} = -e\vec{E}$$

$E = 0$ $\quad a = 0, \ v = cost$

$E \neq 0$ $\quad a \neq 0, \ v \neq cost$

$$\vec{v} = v_0 + \vec{a} \cdot t$$

$$F = m \cdot a \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{E}}{m} \quad \text{ma} \quad F = -e\vec{E} \rightarrow \vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m}$$

- $E \neq 0 \rightarrow v = v_0 - \frac{e\vec{E}}{m} t$
- $E = 0 \rightarrow v = v_0$

B) La media

Quando si lavora con le particelle quantistiche è bene parlare di "media"

- $E = \emptyset$

$$\langle v \rangle = \langle v_0 \rangle - \cancel{\left\langle \frac{e\vec{E}}{m} t \right\rangle} \rightarrow \langle v \rangle = \langle v_0 \rangle$$

$E = \emptyset$

ma se $v_0 \in (+\infty, -\infty) \rightarrow$

$\rightarrow \langle v_0 \rangle = \emptyset$

- $E \neq 0$

$$\underbrace{\langle v \rangle = \langle v_0 \rangle}_{\emptyset} - \langle \underbrace{\frac{e\vec{E}}{m}}_{cost} t \rangle = -\frac{e\vec{E}}{m} \underbrace{\langle t \rangle}_{\tau}$$

Tempo rilassamento medio

$$\Rightarrow \langle v \rangle = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau \quad \text{per } E \neq \emptyset$$

C) Sostituisco:

$$\vec{J} = -env \rightarrow J = -en \cdot \left(-\frac{e\vec{E}}{m}\right)\tau = \frac{ne^2E}{m}\tau$$

$$\vec{E} = \rho \vec{J} \Rightarrow J = \frac{\vec{E}}{\rho}$$

Unisco: $\frac{\cancel{\vec{E}}}{\rho} = \frac{ne^2\cancel{\vec{E}}}{m}\tau \rightarrow \tau = \frac{m}{ne^2\rho}$

Attraverso τ troviamo v e poi S (cammino medio tra uno scontro e l'altro)

S corrisponde proprio al raggio di un atomo $\rightarrow$ si trova!