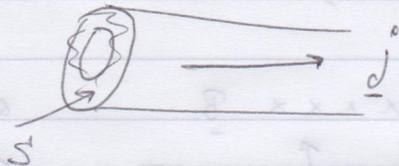


Fisica 2 - prova scritta sul 7 Febbraio 2022

- 1) a) La resistenza R dipende dalla resistività ρ , lunghezza l ed area S del conduttore secondo la formula

$$R = \rho \frac{l}{S}$$



In questo caso $S = \pi(b^2 - a^2)$ da cui

$$R = \rho \frac{l}{\pi(b^2 - a^2)} \approx 2.7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{0.75}{\pi \cdot (7^2 - 6^2) \cdot 10^{-8}} \approx 4.96 \cdot 10^{-2} \Omega$$

- b) Usando la legge di Ohm

$$\Delta V = RI \Rightarrow I = \frac{\Delta V}{R} \approx \frac{2.5 \cdot 10^{-2}}{4.96 \cdot 10^{-2}} \approx 504 \text{ mA}$$

- c) La densità di corrente \vec{j} ha modulo

$$j = \frac{I}{S} = \frac{I}{\pi(b^2 - a^2)} \approx 1.23 \text{ MA/m}^2$$

\vec{E} è diretta lungo la corrente e con il verso dei portatori positivi di carica (ovvero, medesimo verso della corrente I).

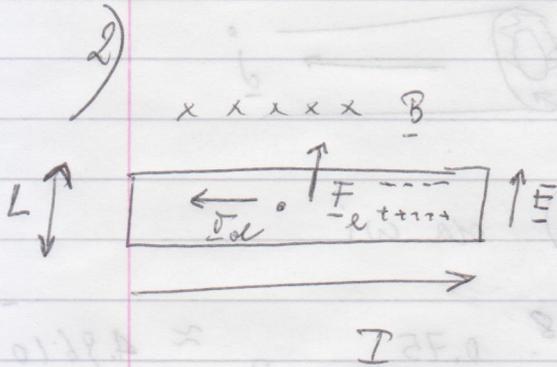
- d) Sulla base della relazione per il campo elettrico \vec{E} :

$$\vec{E} = \rho \vec{j} \quad \vec{E} \text{ è diretto come } \vec{j}$$

ed ha modulo $E = \rho j \approx 2.7 \cdot 10^{-8} \cdot 1.23 \cdot 10^6 \approx 3.3 \cdot 10^{-2} \text{ V/m}$

e) Usando la relazione tra la potenza P dissipata, R ed I :

$$P = RI^2 \approx 4.96 \cdot 10^{-2} \cdot (0.50A)^2 \approx 12.6 \text{ mW}$$



a) La velocità di deriva sugli elettroni e^- in verso opposto a quello in cui scorre la corrente. Sull'elettrone si carica $-e$ agisce la forza

$$\frac{\underline{F}}{e} = -e (\underline{v}_d \times \underline{B}) \quad \text{diretta verso l'alto in figura}$$

b) Poiché gli elettroni si spostano verso l'alto, si genera (per separazione di carica) il campo elettrico \underline{E} , sempre verso l'alto. Quando \underline{F}_e e la forza dovuta ad \underline{E} si compensano si ottiene

$$-e (\underline{v}_d \times \underline{B}) - e \underline{E} = \underline{0}$$

$$\underline{E} = - (\underline{v}_d \times \underline{B})$$

c) Supponendo \underline{E} uniforme, si ha $\Delta V_H = E \cdot L$

$$\Delta V_H = EL = v_d \cdot B \cdot L$$

d) Vale $I = j \cdot S$ dove j è la densità superficiale di corrente ed S la superficie attraverso cui scorre la corrente.

Poiché: $S = L \cdot t \Rightarrow I = j \cdot L \cdot t$

j dipende dalla densità n di portatori e da v_d secondo la formula $j = nq v_d \Rightarrow v_d = \frac{j}{nq}$

Segue allora:

$$\Delta V_H = v_d \cdot B \cdot L = \frac{j}{nq} B L = \frac{I}{nq L} B L$$

$$\Rightarrow \Delta V_H = \frac{B I}{nq t}$$

e) Dalla relazione $\Delta V_H = \frac{B I}{nq t}$ si osserva che

BA ΔV_H . Pertanto, se si fa scorrere una corrente nota in un conduttore noto, immerso in un campo magnetico incognito I al conduttore, è possibile ricavare il modulo del campo magnetico dalla misura di ΔV_H .

3)

a) I_{max} è dato dalla legge di Ohm

$$I_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

b) mentre la corrente passa da zero al suo valore massimo, essa genera un campo magnetico (detto indotto) B^{ind} , che produce un flusso $\phi(B^{ind})$ ~~che~~ non nullo attraverso il circuito.

Poiché la corrente è variabile nel tempo, lo è anche B^{ind} e, pertanto, lo sarà anche $\phi(B^{ind})$. Per via della legge di Faraday-Neumann-Lenz, ai capi del circuito compare la forza (contro) elettromotrice

$$j_{em} = - \frac{d\phi(B^{ind})}{dt}$$

che contrasta la forza elettromotrice \mathcal{E} della batteria ed ostacola quindi la solita (altrimenti istantanea) della corrente.

c) In particolare, si definisce coefficiente di autoinduzione la quantità

$$L = \frac{d\phi(B_{ind})}{dI}$$

e vale la relazione

$$\mathcal{E}_{em}^{(ind)} = - \frac{d\phi(B_{ind})}{dt} = - \frac{d\phi(B_{ind})}{dI} \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$= -L \frac{dI}{dt}$$

L si misura in Henry = $\frac{T \cdot m^2}{A}$

d) Per prima cosa va calcolato il flusso del campo magnetico prodotto dal solenoide attraverso il solenoide stesso.

Il flusso ϕ_{spira} attraverso una spira del solenoide

$$\phi_{spira} = S \cdot B = S \mu_0 \frac{NI}{l}$$

da cui, il flusso ϕ_{sol} attraverso l'intero solenoide è

$$\phi_{sol} = N \cdot \phi_{spira} = \mu_0 \frac{S N^2 I}{l}$$

Pertanto

$$L = \frac{d\phi_{sol}}{dI} = \mu_0 \frac{S N^2}{l}$$

4) en. cinetica en. potenziale

a) Vale che
$$E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

da legge di Newton applicata al moto circolare dell'elettrone impone inoltre

$$\frac{m v^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} \Rightarrow m v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Per tanto

$$E = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

b) si ha $r = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 E}$ da cui $a_0 \approx 0.53 \text{ \AA}$

c) Dalla relazione sopra $m v_0^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0}$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 a_0 m}} \approx 2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

d) Usando la relazione $\lambda_D = \frac{h}{p}$ con

$p = m v_0$ si ha
$$\lambda_D = \frac{h}{m v_0} \approx 3.3 \cdot 10^{-10} \text{ m} \approx 3.3 \text{ \AA}$$

e) $\frac{\lambda_D}{a_0} \approx 6.2$ (~~risultato~~ in calcolo preciso mostra $\frac{\lambda_D}{a_0} = 2\pi$)

Per cui λ_D è confrontabile con a_0 , bisogna tenere conto della natura ondulatoria dell'elettrone mediante l'equazione di Schrödinger. Il modello di Bohr, che

descrive l'elettrone come una particella materiale
 che compie una traiettoria, non è del tutto
 appropriato per l'atomo di idrogeno.

$$m v^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$F = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$B^2 = 0.23 A$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$p = m v = p$$

$$p = m v = 9.3 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \approx 9.3 \text{ A}$$

Il punto p è confrontabile con p_0 ,
 poiché p_0 è confrontabile con p_0 ,
 quindi p_0 è confrontabile con p_0 ,
 cioè p_0 è confrontabile con p_0 .