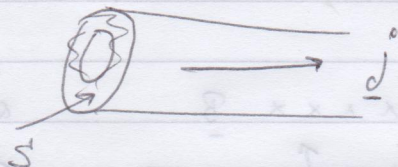


Fisica 2 - prova scritta sul 7 Febbraio 2022

- 1) a) La resistenza  $R$  dipende dalla resistività  $\rho$ , 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  $\vec{j}$  che risulta

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

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  $\underline{E}$ :

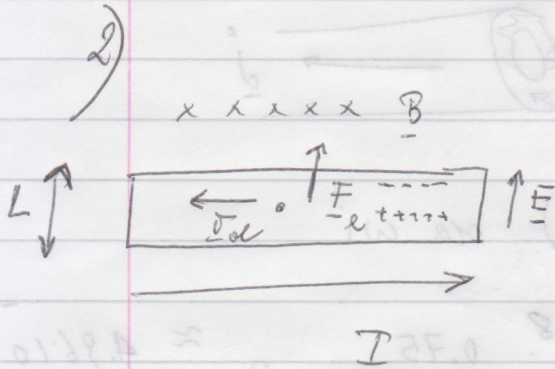
$$\underline{E} = \rho \underline{j} \quad \underline{E} \text{ è diretto come } \underline{j}$$

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



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

$$P = RI^2 \approx 4.96 \cdot 10^{-2} \cdot (0.504)^2 \approx 12.6 \text{ mW}$$



a) La velocità di deriva degli elettroni  $\vec{v}_d$  è 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

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

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

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

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

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



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

$j$  dipende dalla densità  $n$  dei portatori e da  $v_d$  secondo la formula  $j = n q v_d \Rightarrow v_d = j / n q$

Segue allora:

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

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

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

$B \propto \Delta V_H$ . Pertanto, se si fa scorrere una corrente nota in un conduttore noto, immerso in un campo magnetico incognito  $\perp$  al conduttore, è possibile ricavare il modulo del campo magnetico dalla misura di  $\Delta V_H$ .

3)

a)  $I_{max}$  è dato dalla legge di Ohm

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

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{em} &= - \frac{d\phi(B_{ind})}{dt} = - \frac{d\phi(B_{ind})}{dI} \cdot \frac{dI}{dt} \\ &= -L \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$

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

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

Detto  $\phi_{spira}$  il flusso attraverso una spira del solenoide

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

da cui, il flusso  $\phi_{sol}$  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)

$$a) \text{ Vale che } E = \underbrace{\frac{1}{2} m v^2}_{\text{en. cinetica}} - \underbrace{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}}_{\text{en. potenziale}}$$

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

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

Pertanto

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

$$b) \text{ Si ha } r = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 E} \text{ da cui}$$

$$a_0 \approx 0.53 \text{ \AA}$$

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

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

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

$$p = m v_0 \text{ si ha}$$

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

$$e) \frac{\lambda_D}{a_0} \approx 6.2 \quad \left( \begin{array}{l} \text{il calcolo} \\ \text{preciso mostra } \frac{\lambda_D}{a_0} = 2\pi \end{array} \right)$$

Per cui  $\lambda_D$  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.