

## Fisica 2 - STC

Prova scritta del 13/9/2019

- 1) (a) In direzione  $\perp$   $q_{\parallel} = \frac{qE}{m}$  diretto verso l'alto  
e trascurando la forza peso  
In direzione  $\parallel$   $q_{\perp} = 0$  ~~parallelamente~~

(b) Si hanno moto rettilineo uniforme in direzione  $\parallel$   
ai piatti e moto rett. uniformemente accelerato  
in direzione  $\perp$  ai piatti.  
Pertanto

(lungo i piatti)  $x(t) = v \cdot t$

( $\perp$  ai piatti)  $y(t) = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$

(c) Combinando le due equazioni sopra si ottiene  
 $t = \frac{x}{v}$

$y = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \frac{x^2}{v^2}$  che è l'eq. di una parabola

(d) Per percorrere la distanza  $L$  è necessario  
il tempo  
 $t = L/v$

Pertanto  $y(t = L/v) = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \frac{L^2}{v^2} \approx 0.64 \text{ mm}$

La forza peso a cui è soggetto la particella  $e^-$   
 $P = mg \approx 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

da confrontare con  
 $F = qE \approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

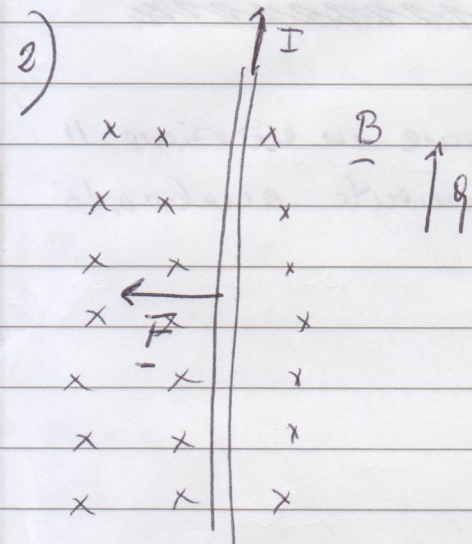
Perché la forza peso diventa importante serve una



massa  $m$  t.c.

$$mg \sim qE$$

$$m \sim \frac{qE}{g} \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$



alla corrente  $I$  è associato un moto dei portatori di carica  $q > 0$  verso l'alto.

Detta  $v$  la velocità di deriva dei portatori di carica, si calcola di essi agisce la forza

$$\underline{F} = q \underline{v} \times \underline{B} \text{ diretta a sx in figura}$$

Sul filo agisce quindi la forza

$$\underline{F} = \sum_{q} \underline{F} = N \cdot q \underline{v} \times \underline{B} \text{ dove } N \text{ è il numero}$$

di portatori di carica

Possiamo scrivere  $N = n \cdot S \cdot L$

con  $n$  = densità dei portatori

$S$  = sezione del filo

$L$  = lunghezza del filo

da cui

$$\underline{F} = (nq \underline{v} S L) \times \underline{B}$$

$\underline{j} = nq \underline{v}$  è la densità di corrente e

$I = j \cdot S$  è la corrente che scorre nel filo

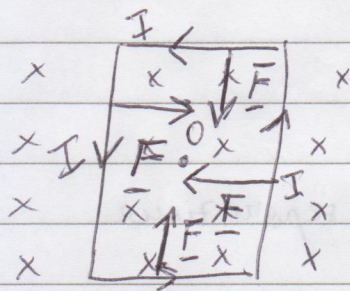


Avendo definito il vettore  $\underline{L}$  nel modo seguente

$|\underline{L}| = L$  e direzione e verso: quelli di  $\underline{I}$  si ottiene

$$\underline{F} = I \underline{L} \times \underline{B}$$

Quando si piega il filo a formare la spiria quadrata si ottiene che su ciascun lato agiscono le forze in figura, di eguale modulo



$$|\underline{F}| = I L / 4 B \quad \text{e con risultante}$$

nulla (le forze su lati opposti si cancellano a due a due).

Il momento torcente delle forze rispetto al centro  $O$  della spiria è invece

$$\underline{\tau} = \underline{r} \times \underline{F} \quad \begin{array}{l} \underline{r}: \text{raggio vettore che connette} \\ \text{il centro della spiria} \\ \text{con ciascun lato} \end{array}$$

Poiché, per i lati verticali,  $\underline{r} \parallel \underline{F}$  si ottiene

$$\underline{\tau} = 0$$

Allo stesso modo vale per i lati orizzontali - quindi

Per i lati orizzontali si ottiene invece  $\underline{\tau}_{\text{TOT}} = 0$ .



3) a) Applicando la conservazione dell'energia  
 en. persa alle resistenze

$$\underbrace{q \mathcal{E}}_{\text{en. fornita dal generatore ad una carica } q} = \underbrace{q R I}_{\text{energia accumulata nell'induttore}} + q L \frac{dI}{dt}$$

quindi:

$$\mathcal{E} = RI + L \frac{dI}{dt}$$

b) Risolvendo l'eq. differenziale sopra per separazione delle variabili

$$\frac{\mathcal{E} - RI}{L} dt = dI; \quad \int_0^{I(t)} \frac{dI}{-\frac{\mathcal{E}}{R} + I} = \int_0^t \frac{dt}{\tau} \quad \text{con } \tau = \frac{L}{R}$$

$$\ln \left( I - \frac{\mathcal{E}}{R} \right) \Big|_0^{I(t)} = -t/\tau;$$

$$\frac{I - \frac{\mathcal{E}}{R}}{-\frac{\mathcal{E}}{R}} = e^{-t/\tau}; \quad \boxed{I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-t/\tau})}$$

(c) Da  $\mathcal{E} = RI + L \frac{dI}{dt}$  <sup>il bilancio della potenza e</sup>

$$\mathcal{E} I = RI^2 + L \frac{dI}{dt} \cdot I$$



da cui si riconosce che la potenza nell'induttore è

$$P_I(t) = LI \frac{dI}{dt}$$

Segue

$$W(t) = \int_0^t P_I(t) dt = L \int_0^t I dI =$$

$$= \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} L \frac{\mathcal{E}^2}{R^2} (1 - e^{-t/\tau})^2$$

Consideriamo

$$\frac{dW}{dt} = L \frac{\mathcal{E}^2}{R^2} (1 - e^{-t/\tau}) \cdot \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau}$$

Il segno di  $\frac{dW}{dt}$  è dato dal segno di  $(1 - e^{-t/\tau})$

$$(1 - e^{-t/\tau}) > 0 \text{ se}$$

$$e^{-t/\tau} < 1 \text{ ovvero se } t > 0$$

Quindi per  $t > 0$ ,  $dW/dt > 0$  e  $W(t)$  è una funzione monotona crescente (i.e. l'energia nell'induttore aumenta continuamente).

Per  $t \gg \tau$   $1 - e^{-t/\tau} \approx 1$  e quindi

$$W(t \gg \tau) \approx \frac{1}{2} L \frac{\mathcal{E}^2}{R^2}$$

4) Il modello atomico di Rutherford è un modello di tipo planetario: l'elettrone orbita attorno al nucleo sotto l'azione della forza di Coulomb e compie quindi traiettorie circolari (e, al più, ellittiche).



Nell'ipotesi di traiettorie circolari (e siamo di H)

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

Quindi per un moto circolare:

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

da cui

$$W = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} = W(r)$$

Lo spettro della luce emessa da un gas è fatto di righe e non si può spiegare con il modello di Rutherford per il seguente motivo.

Una carica in moto soggetta ad accelerazione emette radiazione. Pertanto l'elettrone nel modello di Rutherford deve perdere energia.

Come conseguenza della relazione vista sopra,  $W$  deve diventare più negativo e, quindi,  $r$  deve diminuire con continuità.

Se la radiazione emessa ha la frequenza di rotazione dell'elettrone, allora

$$m \omega^2 r = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{da cui} \quad \omega = \left( \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m r^3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

ovvero  $\omega$  deve aumentare con continuità, esplorando un elevato intervallo di frequenze (o wavelengths) di luce.

Quindi, lo spettro di emissione da un gas dovrebbe  
essere continuo e non a righe, come invece è  
osservato sperimentalmente -