



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

IV appello di Fisica 2 – 16 Settembre 2005

Cognome _____ Nome _____ Matricola _____

Problema 1

Tre conduttori sferici, concentrici, sottili, isolati rispettivamente di raggi $R_1 = 5\text{ cm}$, $R_2 = 12\text{ cm}$ e $R_3 = 22\text{ cm}$ sono inizialmente scarichi. I capi di un generatore di f.e.m. con $\mathcal{E} = 10\text{ V}$ vengono collegati ai conduttori più interno (di raggio R_1) e più esterno (di raggio R_3). Calcolare:

- 1) la carica trasferita ai due conduttori dal generatore

Q

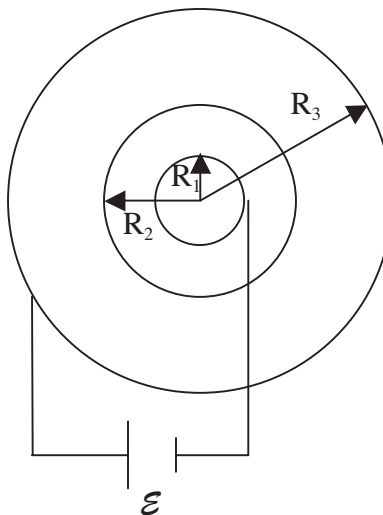
Mantenendo il generatore collegato, lo spazio tra il conduttore di raggio R_2 e quello di raggio R_3 viene riempito con un gas (pressurizzato) di costante dielettrica relativa $k = 4$. Calcolare in questa nuova situazione di equilibrio:

- 2) l'energia elettrostatica immagazzinata nel sistema

U

- 3) la carica di polarizzazione che si forma sulle superfici che delimitano il dielettrico

Q_p



1) Si tratta di un condensatore sferico di raggi R_1 e R_3 in quanto essendo sottile si può trascurare il conduttore di raggio R_2 che renderebbe il sistema una serie di condensatori.

$$Q = V_0 C = 4\pi\epsilon_0 \mathcal{E} \frac{R_3 R_1}{R_3 - R_1} = 7.19 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

2) Con l'introduzione del dielettrico si modificano le proprietà elettriche di una parte dello spazio incluso nel condensatore, per cui si hanno effettivamente due condensatori in serie di capacità

$$C_1 = 4\pi\epsilon_0 R_1 R_2 / (R_2 - R_1) = 9.5 \text{ pF}$$

$$C_2 = 4\pi k \epsilon_0 R_3 R_2 / (R_3 - R_2) = 117.3 \text{ pF}$$

$$C' = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) = 8.79 \text{ pF}$$

per cui l'energia elettrostatica immagazzinata è

$$U_e = \frac{1}{2} C' \mathcal{E}^2 = 4.4 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

3) Poiché non varia la d.d.p. ai capi del potenziale, ci sarà una carica diversa presente sulle armature

$$Q' = \mathcal{E} C' = 8.79 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

$$Q_p = \frac{k-1}{k} Q' = 6.6 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

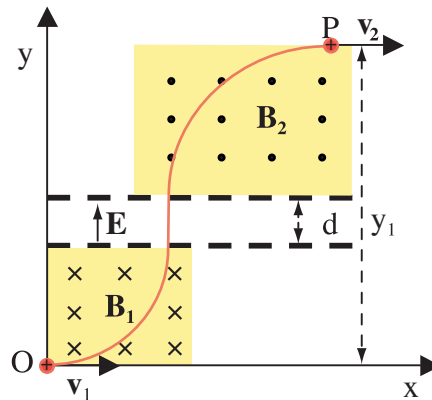
I appello di Fisica 2 – 16 Settembre 2005

Cognome _____ Nome _____ Matricola _____

Problema 2

In figura è rappresentata la traiettoria di uno ione di ${}^7\text{Li}^+$, $m/e = 7 \cdot 10^{-8} \text{ kg/C}$, che partendo dal punto O , origine degli assi cartesiani, con velocità $v_1 = v_1 \mathbf{u}_x$, $v_1 = 1.43 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ attraversa in successione: una zona in cui agisce un campo magnetico $\mathbf{B}_1 = -B_1 \mathbf{u}_z$, con $B_1 = 0.5 \text{ T}$; una zona di larghezza $d = 0.2 \text{ m}$ in cui agisce un campo elettrostatico $E = E \mathbf{u}_y$, parallelo alla sua velocità; una zona in cui agisce un campo magnetico $\mathbf{B}_2 = B_2 \mathbf{u}_z$ con $B_2 = 0.4 \text{ T}$. Da quest'ultima lo ione esce con velocità $v_2 = v_2 \mathbf{u}_x$, concorde a v_1 , in un punto P che dista $y = 0.7 \text{ m}$ dall'asse x . Calcolare:

- 1) il raggio di curvatura r_1 della traiettoria nel campo $\mathbf{B}_1$,
- 2) la velocità v_2 in P ,
- 3) il valore del campo elettrostatico E ,
- 4) il tempo t impiegato per compiere la traiettoria da O a P .



- 1) il raggio di curvatura è

$$r_1 = \frac{mv_1}{eB_1} = 0.2 \text{ m}$$

- 2) Il raggio di curvatura nella seconda regione è:

$$r_2 = y - r_1 - d = 0.3 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{eB_2 r_2}{m} = 1.71 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

per cui la velocità finale è:

- 3) Passando attraverso la griglia il protone viene accelerato dalla forza dovuta ad un campo elettrostatico costante. Applicando la conservazione dell'energia la d.d.p. tra le griglie è:

$$V = \frac{1}{2} \frac{m}{e} (v_2^2 - v_1^2) = 30.77 \text{ kV}$$

e quindi il campo elettrico è

$$E = \frac{V}{d} = 154 \text{ kV/m}$$

- 4) Lo ione percorre due archi di cerchio con moto uniforme e un tratto rettilineo con moto uniformemente accelerato a causa della forza elettrostatica, per cui il tempo totale di percorrenza è

$$t = \frac{\pi}{2} \frac{r_1}{v_1} + \frac{(v_2 - v_1)}{a} + \frac{\pi}{2} \frac{r_2}{v_2} = \frac{\pi m}{2eB_1} + \frac{m(v_2 - v_1)}{eE} + \frac{\pi m}{2eB_2} = (0.22 + 0.13 + 0.275) \mu\text{s} = 0.62 \mu\text{s}$$



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

IV appello di Fisica 2 – 16 Settembre 2005

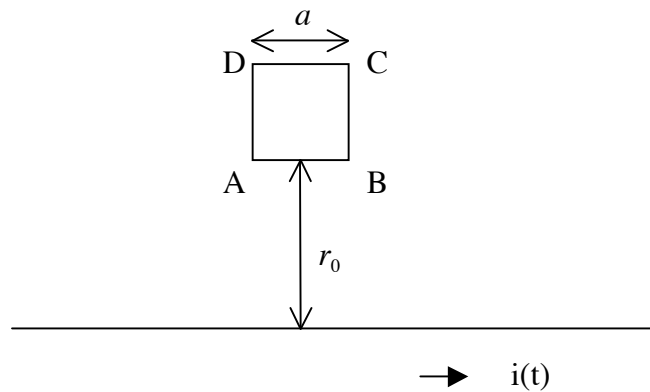
Cognome _____ Nome _____ Matricola _____

Problema 3

Un conduttore rettilineo indefinito è percorso dalla corrente $i(t) = i_0 \cos \omega t$, con $i_0 = 3 \text{ A}$ e $\omega = 10^4 \text{ s}^{-1}$. Una spira quadrata conduttrice ABCD di lato $a = 0.2 \text{ m}$ è posta in un piano contenente il filo, con il lato AB parallelo al filo ad una distanza $r_0 = 0.5 \text{ m}$ (vedi figura). La resistenza della spira è $R = 10^{-2} \Omega$. Calcolare, trascurando l'autoinduzione:

- 1) il flusso del campo B concatenato con la spira all'istante iniziale $t=0$
- 2) la corrente massima indotta nella spira
- 3) la forza magnetica totale massima agente sulla spira

Φ_0
 $i_s^{\max}$
 $F_{\max}$



1) Data la definizione di flusso si ha

$$\Phi = \int_{\text{spira}} \vec{B} \cdot d\vec{\Sigma} = \int_{r_0}^{r_0+a} \left(\frac{\mu_0 i_0 \cos \omega t}{2\pi r} \right) a dr = \frac{\mu_0 a i_0 \cos \omega t}{2\pi} \ln \frac{r_0+a}{r_0} = \Phi_0 \cos \omega t$$

$$\text{con } \Phi_0 = \frac{\mu_0 a i_0}{2\pi} \ln \frac{r_0+a}{r_0} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}$$

2) La f.e.m. indotta è:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \Phi_0 \omega \sin \omega t$$

per cui la corrente massima nella spira è

$$i_s^{\max} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\Phi_0 \omega}{R} = 40 \text{ mA}$$

3) La forza magnetica totale sulla spira (diretta radialmente rispetto al filo) è:

$$F(t) = \frac{\mu_0 a i_s i}{2\pi} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_0+a} \right) = F_0 \sin \omega t \cos \omega t = \frac{F_0}{2} \sin 2\omega t$$

(con ovvia definizione di F_0 per cui il valore massimo è

$$F_{\max} = \frac{F_0}{2} = 1.36 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$