UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

III appello di Fisica 2 – 2 Settembre 2005

Cognome ____________________ **Nome** ________________________ **Matricola** ______________

Problema 1

Due **condensatori cilindrici** uguali di lunghezza L = 10 cm sono connessi in **serie** in un circuito con un generatore di f.e.m. $\mathcal{E}$ = 9 V. Il lavoro fatto dal generatore per caricare i condensatori è $\mathcal{L}_0$ = 450 pJ. Calcolare, trascurando gli effetti di bordo:

1) la quantità di carica presente sulle armature all'istante finale — Q
2) il rapporto fra i raggi esterno ed interno dei condensatori — R_e/R_i

Viene inserito tra le armature di ambedue i condensatori un materiale di costante dielettrica relativa al vuoto κ = 5 che occupa tutto lo spazio disponibile. Calcolare

3) il lavoro fatto dall'agente esterno che inserisce il dielettrico — $\mathcal{L}$

1) Il generatore sposta la quantità di carica finale sul condensatore facendole guadagnare una d.d.p. $\mathcal{E}$, facendo il lavoro

$$\mathcal{L}_0 = Q\mathcal{E}$$

per cui la carica sarà

$$Q = \frac{\mathcal{L}_0}{\mathcal{E}} = 50\ pC$$

2) La capacità equivalente della serie dei due condensatori si ricava da

$$Q = C\mathcal{E} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{Q}{\mathcal{E}} = 5.6pF$$

poiché i due condensatori sono uguali la capacità equivalente è

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_0^2}{2C_0} = \frac{C_0}{2}$$

e quindi vista la forma della capacità di un condensatore cilindrico si ottiene

$$C_0 = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln\frac{R_e}{R_i}} = 2C$$

$$\frac{R_e}{R_i} = e^{\frac{\pi\varepsilon_0 L}{C}} = 1.65$$

3) Riempire con dielettrico lo spazio fra le armature dei condensatori significa variare la capacità equivalente della serie, che, poiché la modifica è identica in ambedue i condensatori, diventa

$$C' = \kappa\ C = 27.8pF$$

Il lavoro fatto dall'agente esterno è pertanto

$$\mathcal{L} = \Delta U = \frac{1}{2}C'\mathcal{E}^2 - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2(\kappa - 1) = 0.9nJ$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

III appello di Fisica 2 – 2 Settembre 2005

Cognome ______________________ **Nome** __________________________ **Matricola** _______________

Problema 2

Si consideri una spira quadrata di area S = 8 cm^2 posta su un piano orizzontale e percorsa da una corrente i_1 = 3 A.
Calcolare:

1) Il campo magnetico al centro della spira B_1

Si pone un filo rettilineo molto lungo sul medesimo piano orizzontale, ad una distanza d = 10 cm dal centro della spira. Si osserva che, se il filo è parallelo ad uno dei lati della spira, il campo magnetico al centro della spira si annulla, determinare:

2) la corrente che passa nel filo i_2
3) la forza che agisce sulla spira F

1) Il lato della spira è

$$\ell = \sqrt{S} = 2.83 cm$$

per cui il campo al centro della spira prodotto dalla spira medesima è

$$B_1 = \frac{\mu_0 2\sqrt{2}}{\pi \ell} i_1 = 120 \mu T \qquad (cfr.\ esercizio\ 7.8\ del\ libro\ di\ testo)$$

2) Il campo al centro della spira prodotto dal filo è

$$B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi d} i_2$$

eguagliando B_1 e B_2 si ottiene

$$i_2 = \frac{2\pi d B_1}{\mu_0} = 60 A$$

3) Le forze sui lati perpendicolari al filo si elidono, perché ciascun elemento di corrente di un lato ha un elemento corrispondente sull'altro lato immerso in un campo magnetico di eguale intensità, ma il lato viene percorso da corrente in verso opposto.

L'intensità del campo magnetico è invece diversa sui lati paralleli al filo per cui le forze sui lati paralleli al filo sono opposte in verso, e danno una risultante

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 \ell}{2\pi\left(d - \frac{\ell}{2}\right)} - \frac{\mu_0 i_1 i_2 \ell}{2\pi\left(d + \frac{\ell}{2}\right)} = 6.25 \times 10^{-6} N$$

Il verso della forza è repulsivo.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria – Settore Informazione

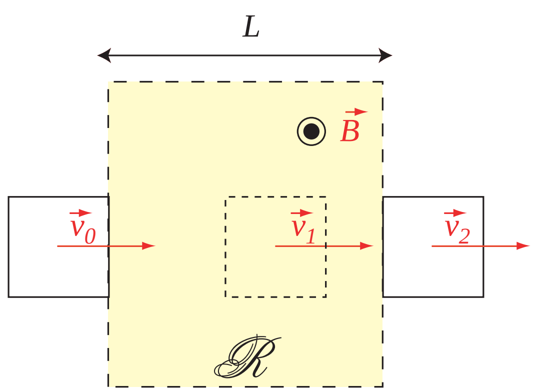
III appello di Fisica 2 – 2 Settembre 2005

Cognome ______________________ **Nome** __________________________ **Matricola** _______________

Problema 3

Un spira quadrata conduttrice di forma quadrata di lato a = 20 cm, massa m = 20 g e resistenza complessiva R = 0.2 Ω si trova all'istante t = 0 appena al di fuori di una zona $\Re$ di larghezza L in cui agisce un campo magnetico uniforme d'intensità $B = 0.5$ T perpendicolare al circuito stesso. Tramite un impulso la spira comincia a penetrare in $\Re$ con velocità iniziale $v_0 = 3$ m/s ; quando è penetrata completamente in $\Re$ la sua velocità è $v_1 = 2.5$ m/s . Calcolare:

1) la carica che ha attraversato la spira in questo tempo — q
2) l'energia dissipata nella spira — W
3) l'energia cinetica con cui la spira emerge successivamente dalla regione $\Re$ — E_k



1) La carica si ottiene dalla legge di Felici:

$$q = \frac{Ba^2}{R} = 0.1\,C$$

2) L'energia dissipata è pari alla diminuzione di energia cinetica della spira:

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 2.75\cdot 10^{-2}\ J\ ;$$

3) Data la simmetria del sistema l'effetto sulla spira del campo magnetico è lo stesso sia quando entra che quando esce. Inoltre entro la regione $\Re$ non varia il flusso, per cui la velocità resta costante. Scrivendo l'equazione del moto della spira mentre entra e utilizzando la seconda legge elementare di Laplace (*cfr. esercizio 8.4 del libro di testo*)

$$F = ma$$

$$F = iaB = -\frac{Bav}{R}aB = -\frac{B^2a^2v}{R} = m\frac{dv}{dt} = m\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = mv\frac{dv}{dx}$$

$$-\frac{B^2a^2}{R} = m\frac{dv}{dx}$$

$$\int_{v_0}^{v_1} dv = -\int_0^a \frac{B^2a^2}{mR}dx$$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2a^3}{mR}\left(= v_0 - 0.5\right)$$

e analogamente in uscita, per cui infine l'energia cinetica sarà

$$E_c = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m\left(v_1 - \frac{B^2a^3}{mR}\right)^2 = 4\cdot 10^{-2}J$$