



Politecnico di Milano
Fisica Sperimentale B+D

a.a. 2013-2014 - Scuola di Ing. Ind. e dell'Inf. - Ind. Materiali e Nanotecnologie

I prova in itinere - 06/05/2014

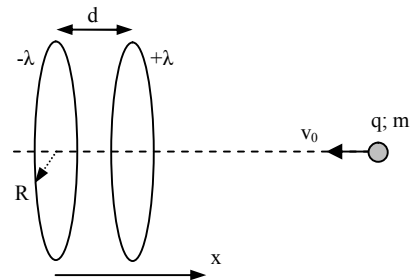
Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.

1. Si considerino due anelli uniformemente carichi con densità lineare di carica $-\lambda$ e $+\lambda$. Entrambi gli anelli hanno raggio R e si trovano a distanza $d = R$ l'uno dall'altro. Supponendo che l'anello carico negativamente sia posto nella posizione $x = 0$, calcolare

a) l'espressione del potenziale e del campo elettrico generati dai due anelli sul loro asse a distanza $x > d$.

Una particella di carica q e massa m viene sparata dall'infinito con velocità iniziale v_0 in direzione dei due anelli. Calcolare

b) la velocità iniziale v_0 della particella perché si fermi in $x = 2R$.



$$[V = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + (x-R)^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right);$$

$$E_x = -\frac{dV}{dx} = \frac{\lambda R}{4\epsilon_0} \left(\frac{2(x-R)}{(R^2 + (x-R)^2)^{3/2}} - \frac{2x}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \right); v = \sqrt{\frac{q\lambda}{m\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right)}$$

2. Si consideri un condensatore cilindrico di altezza $h = 30$ cm e raggio interno a ed esterno $b = 2a$;

a) trascurando gli effetti di bordo, si calcoli la capacità del condensatore.

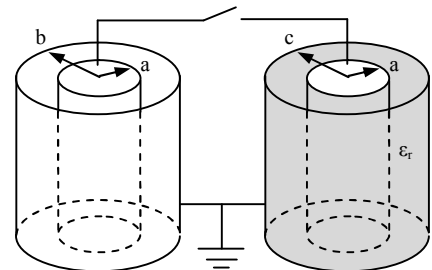
Il condensatore, inizialmente carico con una carica $q = 1 \mu\text{C}$, viene connesso come in figura ad un secondo condensatore analogo, di raggio interno a ed esterno $c = 3a$, tra le cui armature si trovi un materiale dielettrico avente permittività dielettrica relativa $\epsilon_r = 2$. Calcolare, a collegamento avvenuto

b) come si redistribuisce la carica sui due condensatori;

c) la differenza di potenziale ai capi di entrambi.

$$[C_0 = 2\pi\epsilon_0 \frac{h}{\ln 2} = 24.0 \text{ pF}; C_d = 2\pi\epsilon_0\epsilon_r \frac{h}{\ln 3} = 30.3 \text{ pF};$$

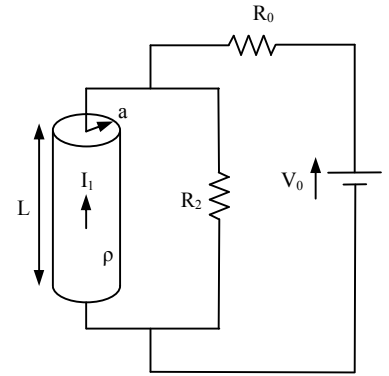
$$q_0 = \frac{1/C_d}{1/C_0 + 1/C_d} q = 442 \text{ nC}; q_d = \frac{1/C_0}{1/C_0 + 1/C_d} q = 558 \text{ nC}; \Delta V = \frac{q}{C_{eq}} = \frac{q}{C_0 + C_d} = 18.4 \text{ kV}]$$



3. Si abbia un cilindro (supposto di lunghezza infinita) di resistività $\rho = 2.5 \cdot 10^3 \Omega \text{m}$, raggio $a = 1 \text{ cm}$ e percorso da una corrente I_1 omogenea:
- a) calcolare il campo magnetico creato in tutto lo spazio.

Si supponga poi di inserire il cilindro (questa volta avente lunghezza $L = 50 \text{ cm}$) in un circuito elettrico contenente un generatore avente fem $V_0 = 10 \text{ V}$ e due resistori (vedi figura) con $R_0 = 3 \text{ M}\Omega$ e $R_2 = 5 \text{ M}\Omega$. Calcolare:

- b) la resistenza R_1 del cilindro, la caduta di potenziale su di essa e la corrente I_1 che vi scorre;
- c) la resistenza equivalente R_{eq} di tutto il circuito vista dal generatore V_0 .



$$[r < a: B = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 \frac{r}{a^2}; r > a: B = \frac{\mu_0}{2\pi r} I_1; R_1 = \rho \frac{L}{\pi a^2} = 3.98 \text{ M}\Omega ;$$

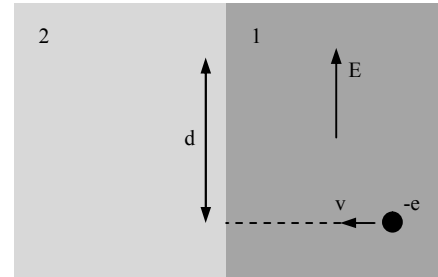
$$V_1 = \frac{V_0}{R_{\text{eq}}} \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 4.25 \text{ V}; I_1 = \frac{V_1}{R_1} = 1.07 \mu\text{A}; R_{\text{eq}} = R_0 + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 5.22 \text{ M}\Omega]$$

4. Un elettrone ($m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) viaggia con velocità $v = 2 \text{ km/s}$ in una regione (1) sede di un campo magnetico B (di modulo e direzione ignoti) e di un campo elettrico E (di modulo 100 V/m e diretto come in figura). Calcolare:

- a) modulo, direzione e verso di B affinché l'elettrone si muova su una traiettoria rettilinea.

L'elettrone entra poi in una regione (2), sede del solo campo magnetico appena calcolato. Determinare:

- b) il modulo della forza che agisce sull'elettrone una volta che questo sia entrato nella regione (2);
- c) quale traiettoria segue la particella nella regione (2) ed a quale distanza d rispetto al punto di ingresso ne esce;
- d) il modulo e la direzione della forza che agisce sull'elettrone una volta che sia rientrato nella regione (1).



$$[B \text{ entrante}; B = \frac{E}{v} = 50 \text{ mT}; F_{\text{in}} = qvB = 16 \cdot 10^{-18} \text{ N verso l'alto};$$

$$\text{moto circolare uniforme; } d = 2 \frac{mv}{qB} = 455 \text{ nm}; F_{\text{out}} = 2qvB = 32 \cdot 10^{-18} \text{ N vero il basso}]$$