Esame scritto di Fisica Generale T-B

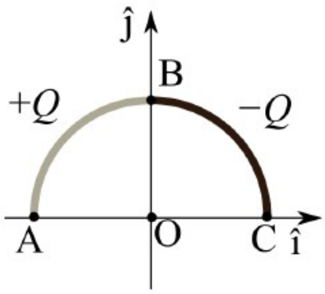
(CdL Ingegneria Civile)

Prof. M. Sioli

Appello Straordinario dell'A.A. 2018-2019 - 31/10/2019

Esercizi

Esercizio 1



Una sbarra di materiale isolante è piegata a forma di semicerchio di raggio R = 38 cm. La parte sinistra di tale semicerchio ha una carica complessiva Q = 4 nC, distribuita in modo uniforme sulla metà della sbarra; la parte destra ha una carica totale pari a $-Q$, distribuita in modo uniforme. Determinare:

a) direzione e verso del campo elettrostatico prodotto nel punto O che costituisce il centro del semicerchio;

b) il modulo E del campo elettrostatico in O;

c) il potenziale elettrostatico nel punto O, assumendo nullo il potenziale all'infinito.

Soluzione Esercizio 1

a) Il tratto con carica $+Q$ produce un campo elettrico nel verso della bisettrice del IV quadrante, il tratto con carica $-Q$ produce un campo elettrico di stesso modulo nel verso della bisettrice del I quadrante. Per simmetria dunque il campo risultante in O è diretto come il versore **î**.

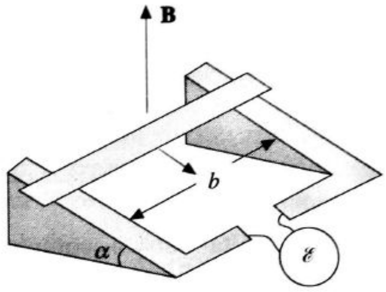
b) Il contributo infinitesimo al campo elettrico in O vale $dE = k\lambda\frac{dl}{R^2}$, dove $\lambda = 2Q/\pi R$ è la densità lineare di carica elettrica e $dl = Rd\alpha$ è l'elemento infinitesimo di arco. Secondo quanto detto nel punto precedente, il campo elettrico totale in O si ottiene calcolando la componente E_x prodotto da ciascuno dei due tratti e sommandoli:

$$E_x = \int dE_x = \int_{\frac{3}{2}\pi}^{0} k\lambda\frac{R\mathrm{d}\alpha}{R^2}\cos\alpha = \frac{k\lambda}{R}\int_{\frac{3}{2}\pi}^{0}\cos\alpha\mathrm{d}\alpha = \frac{\mathrm{k}\lambda}{\mathrm{R}}$$

$$E_{tot} = 2E_x = \frac{2k\lambda}{R} = \frac{4kQ}{\pi R^2} = 317\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}}$$

c) Il potenziale in O è nullo in quanto ad ogni contributo infinitesimo proveniente dal tratto positivo ne corrisponde uno uguale e opposto proveniente dal tratto negativo.

Esercizio 2



Una sbarra orizzontale di lunghezza $b = 20\,\mathrm{cm}$, sezione $\Sigma = 1\,\mathrm{cm}^2$, densità $\delta = 3 \cdot 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$, resistività $\rho = 2 \cdot 10^{-5}\,\Omega\mathrm{m}$, può scivolare senza attrito su due guide parallele, separate dalla distanza b e inclinate di un angolo $\alpha = 30°$ rispetto al piano orizzontale. Le due guide, di resistenza trascurabile, sono collegate ad un generatore di f.e.m. ε. Il sistema è immerso in un campo magnetico uniforme $B = 0.3\,\mathrm{T}$ diretto secondo la verticale. Calcolare:

a) il valore della ε affinché la sbarra rimanga ferma;
b) la velocità limite v_0 con cui la sbarra scende se il generatore viene sostituito da un corto circuito;
c) la potenza dissipata nella sbarra quando essa scende con velocità v_0.

Soluzione Esercizio 2

a. Bisogna, prima di tutto, eguagliare le forze che agiscono sulla sbarra:

$$F_P = mg \sin\alpha \qquad \text{forza peso}$$
$$F_M = \frac{\varepsilon}{R} Bb \cos\alpha \qquad \text{forza magnetica}$$

Allora avremo:

$$\frac{\varepsilon}{R} Bb \cos\alpha = mg \sin\alpha$$
$$\varepsilon = \frac{mgR}{Bb} \tan\alpha = \frac{\delta \Sigma b\, g\, \rho b/\Sigma}{Bb} \tan\alpha = \qquad \text{ricordando che } R = \frac{\rho b}{\Sigma}$$
$$= \frac{\delta\, g\, \rho b}{B} \tan\alpha = 0.226\,\mathrm{V}$$

b. La velocità limite si ha quando $F_P = F_M$:

ricordando che $\varepsilon = vBb\cos\alpha$ per la legge di Faraday e considerando l'inclinazione del piano possiamo scrivere:

$$F_M = \frac{vBb\cos\alpha}{R} Bb\cos\alpha = v_0 \frac{B^2 b^2 \cos^2\alpha}{R} = mg\sin\alpha$$

Quindi:

$$v_0 = \frac{mgR}{B^2 b^2} \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{\delta \Sigma b\, g\, \rho b/\Sigma}{B^2 b^2} \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{\delta\, g\, \rho}{B^2} \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = 4.36\,\mathrm{m/s}$$

c. La potenza dissipata è $P = mg \sin\alpha \cdot v_0 = \delta \Sigma b g \sin\alpha\, v_0 = 1.28\,\mathrm{W}$.