Esame Scritto Fisica Generale T-B
(CdL Ingegneria Civile)

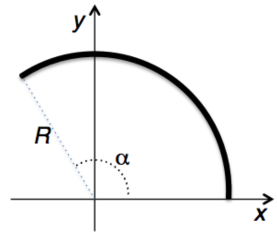
Prof M. Sioli

A.A 2016/2017 - 12/06/2017

Quesiti

Esercizio 1

Una bacchetta di plastica è piegata a forma di arco di circonferenza di raggio R = 6 cm ed angolo al centro α = 120°. Sapendo che sulla bacchetta è distribuita uniformemente una carica $Q = -1.5 \times 10^{-15}$ C, calcolare nel centro di curvatura della bacchetta:



- il potenziale elettrostatico;
- il campo elettrostatico.

In un secondo momento, nel punto O viene posta una carica $Q' = 2 \times 10^{-15}$ C. Calcolare la forza agente sulla bacchetta.

Soluzione sercizio 1

- Il potenziale elettrostatico in O vale $V(O) = \int \frac{\mathrm{d}Q}{R} = \frac{Q}{R}$
- Il contributo infinitesimo al campo elettrico in O vale $dE = k\lambda\frac{dl}{R^2}$, dove $\lambda = \frac{3Q}{2\pi R} = -1.19 \times 10^{-14}$ C/m è la densità lineare di carica elettrica e $dl = Rd\alpha$ è l'elemento infinitesimo di arco. Le componenti del campo $\vec{E}$ sono:

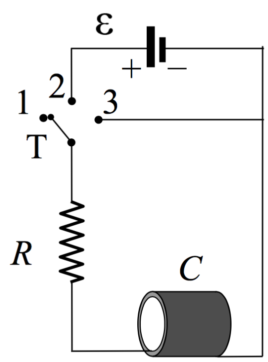
$$E_x = \int dE_x = \int_{\frac{2}{3}\pi}^{0} k\lambda\frac{R\mathrm{d}\alpha}{R^2}\cos\alpha = \frac{k\lambda}{R}\int_{\frac{2}{3}\pi}^{0}\cos\alpha\,\mathrm{d}\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\mathrm{k}\lambda}{\mathrm{R}} = 1.55{\times}10^{-3}\mathrm{V/m}$$

$$E_y = \int dE_y = \int_{\frac{2}{3}\pi}^{0} k\lambda\frac{R\mathrm{d}\alpha}{R^2}\sin\alpha = \frac{k\lambda}{R}\int_{\frac{2}{3}\pi}^{0}\sin\alpha\,\mathrm{d}\alpha = -\frac{3}{2}\frac{\mathrm{k}\lambda}{\mathrm{R}} = 2.68{\times}10^{-3}\mathrm{V/m}$$

La forza agente sulla bacchetta dopo aver posizionato la carica Q' è $\vec{F} = Q'\vec{E}$.

Esercizio 2

Il circuito in figura è costituito da un generatore, di forza elettromotrice $\epsilon = 12$ V e di resistenza interna trascurabile, un resistore di restistenza $R = 32$ kΩ, un condensatore cilindrico di altezza $h = 48$ mm, raggio interno $r_i = 8$ mm, raggio esterno $r_e = 9$ mm e un tasto T nella posizione iniziale 1. Tra le due armature del condensatore vi è un dielettrico di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 3.4$. Calcolare:



- la capacità C del condensatore;
- commutando il tasto T nella posizione 2, il tempo t_f che impiega il condensatore a caricarsi alla frazione $f = 95\%$ del suo valore massimo;
- se nell'istante t_f il tasto T viene spostato nella posizione 3, quanta energia ΔE è successivamente dissipata sul resistore R.

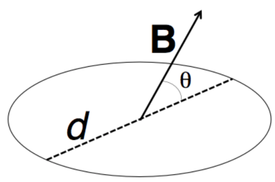
Soluzione sercizio 2

- la capacità del condesatore è data da $C = 2\pi\epsilon_0\epsilon_r h/\ln(r_e/r_i) = 77.0$ pF;
- il potenziale si carica secondo la legge $V(t) = \epsilon[1 - \exp(-t/RC)]$. Dunque il tempo cercato t^* si ottiene imponendo $V(t^*) = f\epsilon$ da cui $t^* = 7.38$ μs;
- al tempo t^* sul condensatore è immagazzinata un'energia pari a $E(t^*) = \frac{1}{2}CV(t^*)^2 = \frac{1}{2}C(f\epsilon)^2 = 5.01$ nJ. Questa è la stessa energia che viene successivamente dissipata su R.

Esercizio 3

Una spira circolare di diametro d e resistenza R è immersa in un campo magnetico uniforme, le cui linee di campo formano un angolo $\theta = 30°$ con il piano della spira. Sapendo che il modulo del campo magnetico varia nel tempo secondo la legge $B(t) = B_0 e^{-at}$, determinare:

- la corrente indotta nella spira all'istante $t_0 = 0$ (trascurando l'autoinduzione);
- l'energia dissipata nella spira nell'intervallo di tempo in cui l'intensità del campo magnetico si riduce da B_0 fino ad un valore nullo.



Soluzione esercizio 3

- Il flusso concatenato con la spira vale $\Phi(t) = B(t)S\sin\theta = \frac{B_0 S}{2}e^{-at}$, quindi la corrente indotta nella spira vale
$$\epsilon(t) = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \frac{B_0 S a}{2}e^{-at} = \frac{B_0 \pi d^2 a}{8}e^{-at} \tag{1}$$
che, per la legge di Lenz, percorre la spira in senso antiorario.
- Poiché il campo magnetico si annulla asintoticamente a $t = \infty$, l'energia richiesta vale:
$$U = \int_{t_0}^{\infty} Ri^2 = \frac{1}{R}\int_{t_0}^{\infty} \epsilon^2 = \frac{B_0 \pi d^2 a}{128R}e^{-2at_0}. \tag{2}$$