

Cognome ..... Nome ..... Corso di Studi.....

Istruzioni per gli esercizi:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.

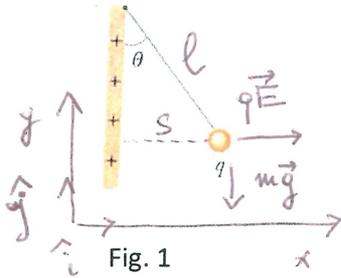


Fig. 1

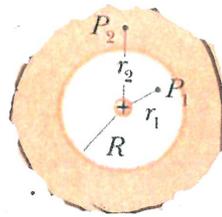


Fig. 2

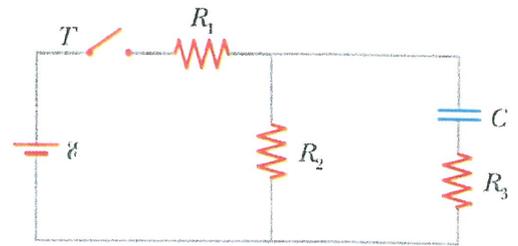


Fig. 3

1. Una sferetta di massa  $m = 0.20 \text{ g}$  e carica  $q = 2.0 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  (figura 1) pende da un filo di lunghezza  $l = 10 \text{ cm}$  che forma un angolo  $\theta = 5.0^\circ$  con una filo indefinito di materiale isolante, posto verticalmente, carica con densità lineare di carica uniforme  $\lambda$ .

a. Calcolare il campo elettrostatico  $\vec{E}$  che agisce sulla sferetta e il modulo della tensione  $T$  del filo.

$$\vec{E} = \frac{mg \tan \theta}{q} \hat{i} \quad E = 8,6 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad T = \sqrt{(mg)^2 + q^2 E^2} = 1,97 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

b. Calcolare la densità di carica  $\lambda$ .

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 s} \quad s = l \sin \theta \quad \lambda = E 2\pi\epsilon_0 s = 4,16 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}$$

c. Calcolare la carica che dovrebbe assumere la sferetta per produrre un angolo di deflessione pari a  $\theta_1 = 20^\circ$

$$q_1 E_1 = mg \tan \theta_1 \quad E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 s_1} \quad s_1 = l \sin \theta_1$$

$$q_1 = \frac{2\pi\epsilon_0 l \sin \theta_1 mg \tan \theta_1}{\lambda} = 3,27 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

2. Una carica  $q = 2.0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  (figura 2) è posta al centro di una cavità sferica di raggio  $R = 2.0 \text{ cm}$ , praticata all'interno di un blocco di materiale isolante, anch'esso di forma sferica di raggio  $R_e = 5.0 \text{ cm}$  avente costante dielettrica relativa  $\kappa = 2.5$ .

a. Calcolare il campo elettrico  $E_1$  in un punto  $P_1$  distante  $r_1 = 1.0 \text{ cm}$  dalla carica e il campo  $E_2$  in un punto  $P_2$  distante  $r_2 = 3.0 \text{ cm}$  dalla carica.

$$E_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} = 1,8 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \kappa} \frac{q}{r_2^2} = 8,0 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

b. L'energia elettrostatica  $U$  racchiusa nella sfera dielettrica.

$$U = \frac{q^2}{8\pi\kappa\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R} - \frac{1}{R_e} \right] = 2,16 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

c. Ipotizzando che ora il blocco sia costituito da materiale conduttore calcolare la densità di carica  $\sigma_1$  nella cavità di raggio  $R$  e  $\sigma_e$  sulla superficie esterna del blocco.

$$\sigma_1 = -\frac{q}{4\pi R^2} = -3,98 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}^2 \quad \sigma_e = \frac{q}{4\pi R_e^2} = 6,37 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$$

3. Nel circuito in figura 3 l'interruttore  $T$  è inizialmente chiuso e il condensatore  $C$  è caricato al suo valore massimo  $q_0$ . Nel circuito  $\mathcal{E} = 18 \text{ V}$ ,  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 10 \mu\text{F}$ .

a. Calcolare la corrente  $i_1$  nel resistore  $R_1$

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

b. Calcolare la carica  $q_0$  sul condensatore  $C$

$$q_0 = C \frac{\mathcal{E} R_2}{(R_1 + R_2)} = 6,0 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

c. All'istante  $t_0 = 0.0 \text{ s}$  l'interruttore viene aperto. Calcolare in questa nuova situazione il tempo  $t^*$  necessario affinché la carica sul condensatore venga ridotta a  $q_0 / 5$  e la corrente  $i_2$  che circola nel resistore  $R_2$  in quell'istante.

$$\tau = (R_2 + R_3) C$$

$$t^* = \tau \ln 5 = 0,24 \text{ s}$$

$$i_2 = \frac{R_2 i_1}{(R_2 + R_3)} e^{-t^*/\tau} = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ A}$$

Cognome ..... Nome ..... Corso di Studi.....

Istruzioni per gli esercizi:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.

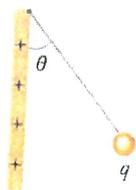


Fig. 1

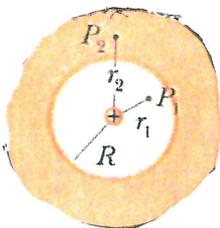


Fig. 2

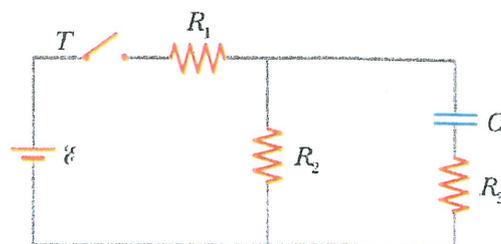


Fig. 3

1. Una sferetta di massa  $m = 0.30 \text{ g}$  e carica  $q = 3.0 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  (figura 1) pende da un filo di lunghezza  $l = 15 \text{ cm}$  che forma un angolo  $\theta = 7.0^\circ$  con una filo indefinito di materiale isolante, posto verticalmente, carica con densità lineare di carica uniforme  $\lambda$ .

a. Calcolare il campo elettrostatico  $\vec{E}$  che agisce sulla sferetta e il modulo della tensione  $T$  del filo.

$$\vec{E} = \frac{mg}{q} \tan \theta \hat{i} \quad T = \frac{mg}{\cos \theta} = 2,96 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

b. Calcolare la densità di carica  $\lambda$ .

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 s} \quad s = l \sin \theta \quad \lambda = E 2\pi\epsilon_0 s$$

$$\lambda = 1,22 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}$$

c. Calcolare la carica che dovrebbe assumere la sferetta per produrre un angolo di deflessione pari a  $\theta_1 = 35^\circ$

$$q_1 E_1 = mg \tan \theta_1 \quad E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 s_1} \quad s_1 = l \sin \theta_1$$

$$q_1 = \frac{2\pi\epsilon_0 l \sin \theta_1 mg \tan \theta_1}{\lambda}$$

$$q_1 = 8,05 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

2. Una carica  $q = 3.0 \cdot 10^{-8}$  C (figura 2) è posta al centro di una cavità sferica di raggio  $R = 3.0$  cm, praticata all'interno di un blocco di materiale isolante, anch'esso di forma sferica di raggio  $R_e = 6.0$  cm avente costante dielettrica relativa  $\kappa = 3.5$ .

a. Calcolare il campo elettrico  $E_1$  in un punto  $P_1$  distante  $r_1 = 1.5$  cm dalla carica e il campo  $E_2$  in un punto  $P_2$  distante  $r_2 = 4.0$  cm dalla carica.

$$E_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ N/C} \quad E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \kappa} \frac{q}{r_2^2} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

b. L'energia elettrostatica  $U$  racchiusa nella sfera dielettrica.

$$U = \frac{1}{2} \epsilon_0 \kappa \int_R^{R_e} \left( \frac{q}{4\pi\kappa\epsilon_0 r^2} \right)^2 4\pi r^2 dr = \frac{q^2}{8\pi\kappa\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R} - \frac{1}{R_e} \right] = 1,93 \cdot 10^{-5}$$

c. Ipotizzando che ora il blocco sia costituito da materiale conduttore calcolare la densità di carica  $\sigma_1$  nella cavità di raggio  $R$  e  $\sigma_e$  sulla superficie esterna del blocco.

$$\sigma_1 = \frac{-q}{4\pi R^2} = -2,65 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}^2 \quad \sigma_e = \frac{q}{4\pi R_e^2} = 6,63 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$$

3. Nel circuito in figura 3 l'interruttore  $T$  è inizialmente chiuso e il condensatore  $C$  è caricato al suo valore massimo  $q_0$ . Nel circuito  $\epsilon = 15$  V,  $R_1 = 18$  k $\Omega$ ,  $R_2 = 12$  k $\Omega$ ,  $R_3 = 7$  k $\Omega$ ,  $C = 20$   $\mu$ F.

a. Calcolare la corrente  $i_1$  nel resistore  $R_1$

$$i_1 = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

b. Calcolare la carica  $q_0$  sul condensatore  $C$

$$q_0 = C \epsilon \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

c. All'istante  $t_0 = 0.0$  s l'interruttore viene aperto. Calcolare in questa nuova situazione il tempo  $t^*$  necessario affinché la carica sul condensatore venga ridotta a  $q_0 / 6$  e la corrente  $i_2$  che circola nel resistore  $R_2$  in quell'istante.

$$\frac{1}{6} = e^{-t^*/\tau} \quad t^* = \tau \ln 6 = 0,68 \text{ s}$$

$$\tau = (R_2 + R_3) C \quad i_2 = \frac{R_2 i_1}{(R_2 + R_3)} e^{-t^*/\tau} = 5,26 \cdot 10^{-5} \text{ A}$$