Università di Trieste, A.A. 2017/2018 - Lauree Triennali in Ingegneria

Fisica Generale 2, Prova Scritta Intermedia - B - 20.11.2017

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.***

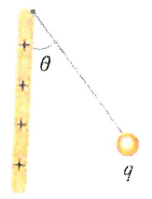

Fig. 1

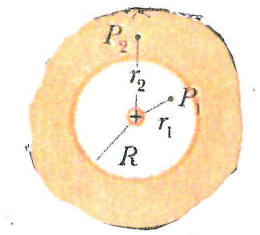

Fig. 2

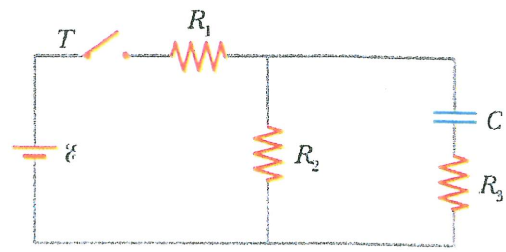

Fig. 3

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

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

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

$$E = 1{,}2 \cdot 10^{6} \text{ N/C}$$

b. Calcolare la densità di carica λ.

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

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

c. Calcolare la carica che dovrebbe assumere la sferetta per produrre un angolo di deflessione pari a θ_1 = 35°

$$q_1 E_1 = mg \operatorname{tg}\theta_1 \qquad E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 s_1} \qquad s_1 = l \sin\theta_1$$

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

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

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 κ = 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.

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

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

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

c. Ipotizzando che ora il blocco sia costituito da materiale conduttore calcolare la densità di carica σ_1 nella cavità di raggio ~~r_1~~ R e σ_e sulla superficie esterna del blocco.

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

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 ε = 15 V, R_1 = 18 kΩ, R_2 = 12 kΩ, R_3 = 7 kΩ, C = 20 μF.

a. Calcolare la corrente i_1 nel resistore R_1

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

b. Calcolare la carica q_0 sul condensatore C

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

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.

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

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

Università di Trieste, A.A. 2017/2018 - Lauree Triennali in Ingegneria

Fisica Generale 2, Prova Scritta Intermedia - B - 24.11.2017

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.***

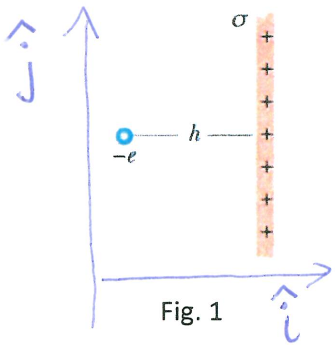

Fig. 1

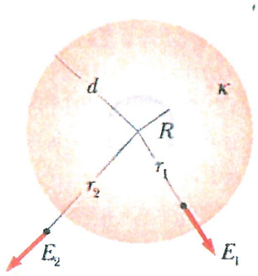

Fig. 2

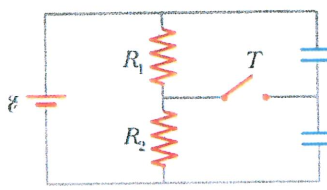

Fig. 3

1. Un elettrone (m_e = 9.11· 10^{-31} kg) si trova a una distanza h = 8 cm un piano indefinito di materiale isolante, posto verticalmente, carico con densità lineare di carica uniforme σ = 2.32 · 10^{-6} C/m^2 (Fig.1).

a. Calcolare il campo elettrostatico $\vec{E}$ che agisce sull'elettrone la forza $\vec{F}$ che agisce su di esso.

$\vec{E} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$ $\quad \vec{F} = \frac{e\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$ $\quad |\vec{E}| = +1{,}31 \cdot 10^{-5}$ V/m

$F = 2{,}10 \cdot 10^{-14}$ N

b. Calcolare il potenziale elettrico nel punto a distanza h dal piano indefinito e la velocità con cui l'elettrone arriva sul piano se lasciato libero.

$V = -Eh = -1{,}05 \cdot 10^{-4}$ V $\quad v_e = \sqrt{\frac{2eEh}{m_e}} = 6{,}07 \cdot 10^{7}$ m/s

posto V=0 nel piano carica

$K = eEh$ en. cinetica $\quad v_e^2 = \frac{2eEh}{m_e}$

c. Ripetere l'esercizio 1a e 1b se la particella è un protone (m_p = 1.67· 10^{-27} kg) e la densità di carica è σ = -2.32 · 10^{-6} C/m^2

$V = Eh = 1{,}05 \cdot 10^{4}$ V

$\vec{F} = +\frac{e\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$

$v_p^2 = \frac{2eEh}{m_p}$

$\vec{E} = +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$

$v_p = 1{,}42 \cdot 10^{6}$ m/s

2. Una sfera conduttrice di raggio R = 1.5 cm è circondata da un guscio di materiale isolante di spessore d = 1.5 cm e possiede una densità di carica $\sigma = 9.32 \cdot 10^{-6}$ C/m^2 . Il materiale isolante è caratterizzato da una costante dielettrica relativa κ = 3.5.

a. Calcolare il campo elettrico E_1 in un punto all'interno del dielettrico a distanza r_1 = 2.0 cm dal centro della sfera .

$$q = 4\pi\sigma R^2$$

$$E_1 = \frac{q}{4\pi k \varepsilon_0 r_1^2} \qquad E_1 = \frac{\sigma R^2}{k\varepsilon_0 r_1^2} = 1{,}69 \cdot 10^5\ V/m$$

b. Calcolare a quale distanza r_2 dal centro della sfera e al di fuori dall'isolante si ha $E_2 = E_1$.

$$\frac{q}{4\pi k\varepsilon_0 r_1^2} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2} \qquad r_2^2 = k r_1^2 \qquad r_2 = \sqrt{k}\, r_1 \qquad r_2 = 3{,}74\ cm$$

c. Calcolare l'energia elettrostatica U_e del guscio dielettrico e la densità di carica superficiale σ_P del dielettrico sulla superficie di raggio R.

$$\sigma_p = \left(\frac{k-1}{k}\right)\sigma = 6{,}66 \cdot 10^{-6}\ C/m^2$$

$$U_e = \int_R^{R_e} \frac{1}{2}\varepsilon E^2\, dV = \frac{q^2}{8\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_e}\right) = 2{,}97 \cdot 10^{-5}\ J$$

3. Nel circuito in figura ε = 24 V, R_1 = 20 Ω, R_2 = 10 Ω, C_1 = 400 nF e C_2 = 200 nF.

a. Calcolare la differenza di potenziale V_1 e V_2 ai capi dei due condensatori quando l'interruttore T è aperto.

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad V_1 = \frac{C_{eq}\,\mathcal{E}}{C_1} = 8V \qquad V_2 = \frac{C_{eq}\,\mathcal{E}}{C_2} = 16V$$

b. Calcolare la differenza di potenziale V'_1 e V'_2 quando l'interruttore T è chiuso.

$$V_1' = \frac{\mathcal{E}}{(R_1+R_2)} R_1 = 16V \qquad V_2' = \frac{\mathcal{E}}{(R_1+R_2)} R_2 = 8V$$

c. Calcolare la carica q_1 e q_2 immagazzinata su ognuno dei due condensatori prima della chiusura dell'interruttore e la carica q'_1 e q'_2 sugli stessi alla chiusura dello stesso e la carica totale q che fluisce sull'interruttore quando esso viene chiuso.

$$q_1 = q_2 = C_{eq}\,\mathcal{E} = 3{,}2 \cdot 10^{-6} C$$

$$q_1' = 6{,}4 \cdot 10^{-6} C = C_1 V_1'$$

$$q_2' = 1{,}6 \cdot 10^{-6} C = C_2 V_2'$$

$$q = q_2' - q_1' = -4{,}8 \cdot 10^{-6} C$$