Elaborato di fisica

Elettrostatica

Liceo scientifico G. Rummo

a.s. 2020/2021

Problema numero 1

Traccia:

Tre cariche, ognuna di intensità $Q = 4{,}6 \cdot 10^{-2} C$, sono disposte nei vertici di un triangolo rettangolo isoscele. I cateti del triangolo misurano d = 20 cm. La carica posta in C è di segno opposto rispetto a quelle poste in A e in B. Determina la forza esercitata sulla carica posta in C dalle due cariche poste in A e in B.

Dati:

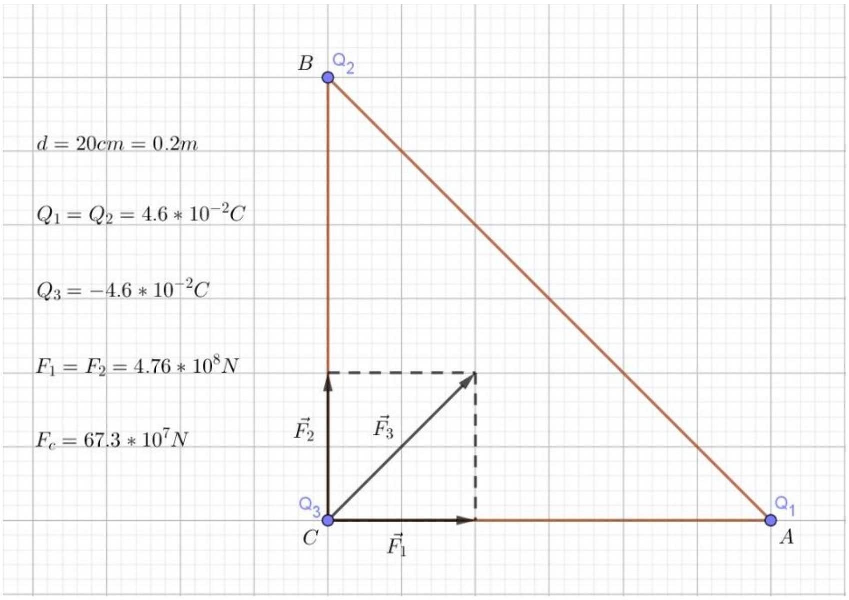
$Q_1 = Q_2 = 4{,}6 \cdot 10^{-2} C$

$Q_3 = -4{,}6 \cdot 10^{-2} C$

$d = 20\ cm$

Svolgimento:

La forza totale agente sulla carica posta in C è data dalla somma vettoriale tra le forze che agiscono singolarmente su di essa



Applichiamo la legge di Coulomb:

$$F_1 = F_2 = k\frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$$

$$F_1 = F_2 = \left(8{,}99 \cdot 10^9 N\frac{m^2}{C^2}\right) \cdot \frac{(4{,}6 \cdot 10^{-2} C)^2}{(0{,}2m)^2}$$

$$F_1 = F_2 = 4{,}76 \cdot 10^8 N$$

Le due forze sono uguali perché le due cariche sono poste alla stessa distanza da C

Per calcolare la somma vettoriale delle due forze si utilizza la legge del parallelogramma. Considerando che i due vettori formano un angolo retto tra di loro, si comportano come se fossero i cateti di un triangolo rettangolo; pertanto si utilizza il teorema di Pitagora

$$F_3 = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2}$$

$$F_3 = \sqrt{(4{,}76 \cdot 10^8\ N)^2 \cdot 2}$$

$$F_3 = 67{,}3 \cdot 10^7\ N$$

Problema numero 2

Traccia:

Su una sottile lastra rettangolare di materiale isolante, di dimensione 80 cm x 50 cm, viene distribuita omogeneamente una carica di 0,24 μC, in modo da formare un campo elettrico uniforme.

Calcola:

a) la distanza tra due superfici equipotenziali in cui è presente una differenza di potenziale di 20 V;

b) la velocità che raggiungono gli elettroni dopo aver attraversato le suddette superfici equipotenziali, sapendo che all'ingresso la velocità è $1{,}2 \cdot 10^6$m/s;

c) al termine di questo tratto, la d.d.p. che viene applicata per far frenare gli elettroni, riportandoli a una velocità di $2{,}0 \cdot 10^6$m/s.

Dati:

$A = (0{,}8\, m) \cdot (0{,}5m) = 0{,}4m^2$

$Q = 0{,}24\mu C = 0{,}24 \cdot 10^{-6}C$

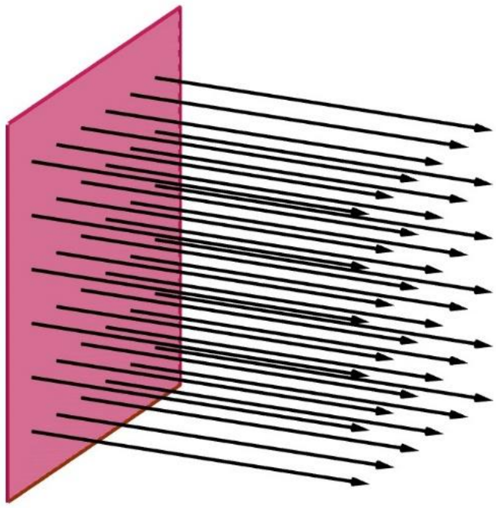
$\triangle V = 20V$

Svolgimento:

a) Calcoliamo il campo elettrico ricordando che stiamo considerando una sola piastra

$$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 \cdot A} = \frac{0{,}24 \cdot 10^{-6}}{2(8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}4)} \frac{N}{C}$$

$E = 3{,}39 \cdot 10^4 \frac{N}{C}$



Dopo aver ricavato il valore del campo elettrico, determiniamo la distanza tra le due superfici equipotenziali utilizzando la seguente relazione:

$\mathrm{d} = \frac{\triangle \mathrm{V}}{\mathrm{E}}$

$$d = \frac{20V}{3{,}39 \cdot 10^4 \frac{N}{C}}$$

$d = 0{,}59 \cdot 10^{-4}m$

b) Abbiamo risolto questo punto in due modi. Nel primo caso abbiamo utilizzato il primo principio della dinamica, mentre nel secondo il principio di conservazione dell'energia meccanica.
In entrambi i casi è necessario conoscere i valori della massa e della carica dell'elettrone:

$m = 9{,}109 \cdot 10^{-31}kg$

$q = -1{,}602 \cdot 10^{-19}C$

Primo metodo	*Secondo metodo*
Per risolvere il seguente punto utilizzando il primo principio della dinamica, ricaviamo l'accelerazione dell'elettrone dalla relazione: $F = m \cdot a$ $a = \frac{F}{m}$ $a = \frac{\lvert q \rvert \cdot E}{m}$ $a = \frac{\lvert -1{,}602 \cdot 10^{-19} C \rvert \cdot 3{,}39 \cdot 10^{4} \frac{N}{C}}{9{,}109 \cdot 10^{-31} kg}$ $a = 5{,}93 \cdot 10^{15} \frac{m}{s^2}$ Calcolata l'accelerazione utilizziamo la formula senza il tempo del moto uniformemente accelerato: $v_f^2 - v_i^2 = 2as$ $v_f = \sqrt{2as + v_i^2}$ $v_f = \sqrt{2 \cdot 5{,}93 \cdot 10^{15} + (1{,}2 \cdot 10^{6})^2}$ $v_f = 2{,}9 \cdot 10^{6} \frac{m}{s}$	Per risolvere il seguente punto utilizzando il principio di conservazione dell'energia meccanica, prendiamo in considerazione la relazione: $\Delta U = \Delta K$ $\Delta U = K_f - K_i$ [1] La differenza di potenziale elettrico corrisponde al lavoro necessario per spostare la carica dal punto A al punto B. Pertanto ricaviamo il valore di delta U dalla relazione: $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ $\Delta U = \Delta V \cdot q$ In questo caso la carica è uguale alla carica dell'elettrone quindi: $q = e$ $q = -1{,}602 \cdot 10^{-19} C$ Dall'equazione [1] isoliamo K_f per calcolarci la velocità finale: $K_f = \Delta U + K_i$ $K_f = \Delta V \cdot e + K_1$ $\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_f^2 = \Delta V \cdot e + \frac{1}{2} m_e \cdot v_i^2$ $v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta V \cdot e}{m_e} + v_i^2}$ $v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}}{9{,}109 \cdot 10^{-31}} + (1{,}2 \cdot 10^{6})^2} \frac{m}{s}$ $v_f = 2{,}9 \cdot 10^{6} \frac{m}{s}$

c) Il seguente punto può essere risolto applicando la relazione:

$$\Delta U = K_f - K_i$$

Da cui:

$$\Delta V \cdot e = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_i^2$$

$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot m_e \frac{\left(v_f^2 - v_i^2\right)}{e}$$

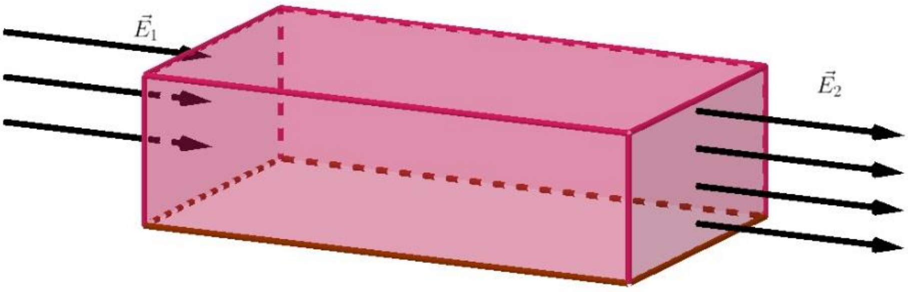
$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot 9{,}109 \cdot 10^{-31} \frac{(2{,}0 \cdot 10^{6})^2 - (2{,}9 \cdot 10^{6})^2}{1{,}602 \cdot 10^{-19}} V$$

$$\Delta V = -12{,}53\ V$$

PROBLEMA NUMERO 3

Traccia:

Una superficie gaussiana a forma di parallelepipedo retto è immersa in un campo elettrico esterno, perpendicolare alle basi come in figura:



I lati di base misurano 30 cm e 20 cm e a sinistra si misura un campo $E_1 = +6{,}0\,\frac{N}{C}$, mentre a destra si ha $E_2 = +10\,\frac{N}{C}$

a) Calcola la carica contenuta all'interno della superficie
b) Che cosa si può dire della carica interna se il campo E assume lo stesso valore in prossimità delle basi?

Dati:

$\mathrm{L}_1 = 30\ cm = 0{,}3\ m$

$L_2 = 20\ cm = 0{,}2\ m$

$A = (0{,}3\ m) \cdot (0{,}2\ m) = 0{,}06\ m^2$

$E_1 = +6{,}0\,\frac{N}{C}$

$E_2 = +10\,\frac{N}{C}$

Svolgimento:

a) Per calcolare la carica contenuta all'interno della superficie, dobbiamo prima di tutto alcolarci il flusso:

$$\Phi_A(\vec{E}) = E \cdot A \cdot cos\alpha$$

$$\Phi_A(\vec{E}) = |E_2 - E_1| \cdot A \cdot cos\alpha$$

$$\Phi_A(\vec{E}) = |10 - 6{,}0|\,\frac{N}{C} \cdot 0{,}06\ m^2 \cdot cos(0°)$$

$$\Phi_A(\vec{E}) = 0{,}24\ \frac{N}{C} \cdot m^2$$

Dopo aver determinato il flusso, possiamo tener conto del teorema di Gauss secondo cui una superficie chiusa, detta gaussiana, al cui interno sono disposte delle cariche, sarà attraversata da un flusso sempre uscente. Il suo valore è dato dalla seguente relazione:

$$\Phi_{\mathrm{A}}(\vec{E}) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$Q = \Phi_{\mathrm{A}}(\vec{E}) \cdot \varepsilon_0$$

$$Q = (0{,}24 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12})C$$

$$Q = +2{,}1 \cdot 10^{-12}C$$

b) La carica interna con il relativo flusso influenza il campo elettrico esterno, pertanto sulla faccia sinistra diminuirà perché di verso opposto, mentre sul lato destro aumenterà. Se il campo elettrico non varia, il flusso uscente sarà nullo pertanto non ci sono cariche interne.

Risoluzione dei problemi: Tutti

Realizzazione grafici e simulazione con Geogebra: Melisi Graziano

Trascrizione del file word: Pucino Simona e Simeone Nicola

Revisione dell'elaborato e dei calcoli: Mignone Giada e Messere Nicola