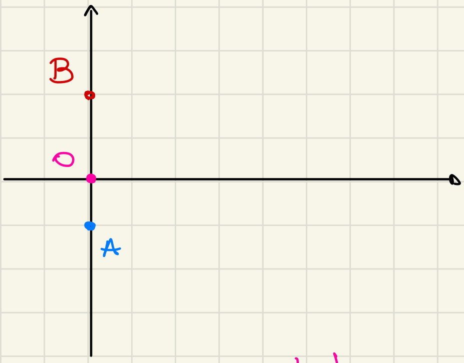
Sei pronto per la Verifica    pag 229 n 1




$q_A = 4{,}1\ nC$    $a = 4\ cm$

$q_B = -q_A$

$q_C = 2{,}9\ nC$

$A = (0; -a)$

$B = (0; 2a)$

molto lontano = distanza infinita

$$W_{R \to O} = \underbrace{\underset{\text{dovuto a } B}{W_{R \to O}}}_{\text{lav. dovuto a } q_B} + \underbrace{\underset{\text{dovuto ad } A}{W_{R \to O}}}_{\text{lav. dovuto a } q_A}$$

$$= -\left(\underbrace{U_O^{CB}}_{\text{en pot quando C si trova su O in relazione con B}} - \cancel{U_R}\right) + \left[-\left(U_O^{CA} - \cancel{U_R}\right)\right]$$

$$= -\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_B q_C}{2a} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_A q_C}{a}\right)$$

---

Es 2 :

A seconda di $\Delta V$, l'elettrone arriva con una certa velocità $\vec{v}$

$m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ kg$

$e = 1{,}6022 \cdot 10^{-19}\ C$


1% di errore

La differenza di potenziale fa partire l'elettrone che inizia a muoversi. L'energia si trasforma da elettrica a cinetica.

Goal: Trovare formula che lega il potenziale all'energia cinetica

Prima dello sparo $\quad U_i + k_i = E_i \qquad k$ en. cinetica $= \frac{1}{2}mv^2$

$U_f + k_f = E_f \quad$ en. si conserva

$E_i = E_f \quad \leadsto \quad k_i + U_i = U_f + k_f$

$$U_f - U_i = k_i - k_f$$

$$\Delta U = \cancel{k_i} - k_f \qquad k_i \to 0$$

$$\frac{\Delta U}{q} = \Delta V$$

$$\Delta V \cdot q = -k_f$$

Ho tutti i dati $\quad \Delta V \cdot (-e) = -\frac{1}{2} m_e v^2$

$$\boxed{v^2 = \frac{2 \cdot \Delta V \cdot e}{m_e}}$$

$$2\frac{e}{m_e} = 3{,}52 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$$

$$v = \sqrt{3{,}52 \cdot 10^{11}} \cdot \sqrt{\Delta V} \ \frac{m}{s}$$

$$\boxed{v = 5{,}93 \cdot 10^5 \sqrt{\Delta V} \ \frac{m}{s}}$$

(1) $\Delta V = 100\ V \qquad$ Con il calcolo $\quad 5{,}93 \cdot 10^6 \ \frac{m}{s}$

Libro $\quad 5{,}94 \cdot 10^6 \ \frac{m}{s}$

(Calcolo − Libro) : Libro $= x : 100\ \%$

$0{,}01 \cdot 10^6 : 5{,}94 \cdot 10^6 = x : 100\ \%$

$$x = \frac{100 \cdot 0{,}01 \cdot \cancel{10^6}}{5{,}94 \cdot \cancel{10^6}}\ \% = \frac{1}{5{,}94}\ \% = 0{,}17\ \%$$

componente

$v_{atteso}$

Tutti i valori misurati si discostano da quelli attesi per meno dell'1%.

3 ▪ Usiamo la notazione scalare, considerando il campo elettrico positivo quando è diretto nel verso positivo della direzione $y$. Il sistema è composto da 3 regioni.

Nella prima regione di spazio si ha $y < 0$ e il campo elettrico è

$$E_1 = \frac{-\sigma_A - \sigma_B}{2\varepsilon_0} = \frac{-(5{,}5\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^2}) - (-1{,}8\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^2})}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N\cdot m^2}}\right)} = -21\ \mathrm{V/m}$$

Nella seconda regione di spazio si ha $0 < y < d$ e il campo elettrico è

$$E_2 = \frac{\sigma_A - \sigma_B}{2\varepsilon_0} = \frac{(5{,}5\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^2}) - (-1{,}8\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^2})}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N\cdot m^2}}\right)} = 41\ \mathrm{V/m}$$

coppia di

Nella terza regione di spazio si ha $y > d$ e il campo elettrico è

e energie

$$E_3 = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2\varepsilon_0} = \frac{(5{,}5\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^2}) + (-1{,}8\times10^{-10}\mathrm{C/m^2})}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N\cdot m^2}}\right)} = 21\ \mathrm{V/m}$$

Nella regione di spazio con $0 < y < d$ il potenziale elettrico è

$$V_2(y) = -E_2 y = (-41\ \mathrm{V/m})\,y$$

Questa espressione soddisfa la condizione $V_2(0) = 0$. Inoltre, $V_2(d) = -41\,\mathrm{V}$.

Nella regione di spazio con $y > d$ il potenziale elettrico è

$$V_3(y) = -E_3(y-d) + V_2(d) = -(21\ \mathrm{V/m})(y-d) + V_2(d) =$$
$$= (-21\ \mathrm{V/m})\,y + (-20\ \mathrm{V})$$

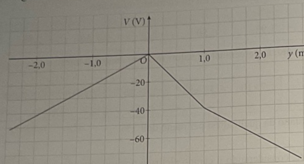




Nella regione di spazio con $y < 0$ il potenziale elettrico è

$$V_1(y) = -E_1 y = (21\ \mathrm{V/m})\,y$$

▪ Il grafico dell'energia potenziale in funzione di $y$ è il seguente:




4 ▪ Consideriamo la retta orientata perpendicolare alla superficie e passante per la carica puntiforme, con verso dalla superficie alla carica e origine sulla superficie. Indichiamo con $y$ la posizione su tale retta. L'espressione del potenziale elettrico sulla retta è

$$V = V_\sigma + V_Q = -E_\sigma|y| + k_0\frac{Q}{|y-d|} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}|y| + k_0\frac{Q}{|y-d|}$$

Dal momento che il potenziale elettrico è la somma di due termini negativi, non si annulla in nessun punto.

▪ Sostituiamo i valori numerici nell'espressione del potenziale elettrico:

$$V = -\frac{2{,}33\times10^{-9}\ \mathrm{C/m^2}}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N\cdot m^2}}\right)}(0{,}0600\ \mathrm{m}) + (8{,}99\times10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2})\frac{(-5{,}50\times10^{-9}\ \mathrm{C})}{0{,}260\ \mathrm{m}} = -198\ \mathrm{V}$$

▪ Il lavoro compiuto dalla forza esterna è uguale alla variazione dell'energia potenziale dell'elettrone. Le posizioni iniziale e finale dell'elettrone son006F

$y_0 = 6{,}0$ cm e $y_1 = 10{,}0$ cm

per cui

$$W = \Delta U = q\Delta V = q\left[-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}y_1 + k_0\frac{Q}{d-y_1} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}y_0 - k_0\frac{Q}{d-y_0}\right] =$$
$$= q\left[\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(y_0 - y_1) + k_0 Q\left(\frac{1}{d-y_1} - \frac{1}{d-y_0}\right)\right]$$









Inserendo i valori numerici, si ottiene

$$W = (1{,}60\times10^{-19}\mathrm{C})\left[-\frac{2{,}33\times10^{-9}\ \mathrm{C/m^2}}{2\left(8{,}854\times10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N\cdot m^2}}\right)}(0{,}0400\ \mathrm{m}) + \right.$$
$$\left. + \left(8{,}99\times10^9\ \frac{\mathrm{N\cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}\right)(-5{,}5\times10^{-9}\mathrm{C})\left(\frac{1}{0{,}220\ \mathrm{m}} - \frac{1}{0{,}260\ \mathrm{m}}\right)\right] = -6{,}4\times10^{-18}\ \mathrm{J}$$

▪ All'inizio l'elettrone ha solo energia potenziale $U_i$; alla fine ha energia potenziale $U_f$ ed energia cinetica $K_f$. Tenendo conto del lavoro $W_{est}$ compiuto dalla forza esterna, impostiamo il bilancio energetico:

$$U_i + W_{est} = U_f + K_f$$

Da questa equazione ricaviamo la velocità dell'elettrone:

$$v_f = \sqrt{2\frac{K_f}{m}} = \sqrt{2\frac{U_i + W_{est} - U_f}{m}} = \sqrt{2\frac{W_{est} - \Delta U}{m}} =$$
$$= \sqrt{2\frac{(-37{,}0\ \mathrm{eV})(1{,}60\times10^{-19}\ \mathrm{J/eV}) - (-6{,}4\times10^{-18}\ \mathrm{J})}{9{,}11\times10^{-31}\ \mathrm{kg}}} = 1{,}0\times10^6\ \mathrm{m/s}$$