

Una pallina di massa $m = 2,5 \text{ g}$ e carica elettrica $q = -670 \text{ nC}$ è posta nel vuoto a un'altezza di 78 cm da un piano orizzontale con densità superficiale uniforme $\sigma = -4,1 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$.

1. Calcola l'accelerazione della pallina.
2. Quanto tempo impiega la pallina per cadere sul piano?

Innanzitutto oriento il sistema di riferimento con l'asse y positivo verso l'alto. Determino l'accelerazione della pallina applicando il secondo principio della dinamica (su di essa agiscono forza peso e forza elettrica):

$$F_e - F_p = ma, \text{ da cui:}$$

$$a = \frac{F_e - F_p}{m}$$

So che la forza elettrica può essere espressa in funzione del campo elettrico, che, nel caso di un piano infinito di carica nel vuoto, è pari a $E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0}$, dunque:

$$E = \frac{F_e}{q}, \text{ da cui:}$$

$$F_e = Eq = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} |q| \text{ (mettiamo il valore assoluto perché ci interessa il modulo)}$$

Sostituisco quanto appena trovato nella relazione che esprime il valore dell'accelerazione:

$$a = \frac{\frac{|\sigma q|}{2\epsilon_0} - mg}{m} = \frac{|\sigma q|}{2\epsilon_0 m} - g = \frac{4,1 \times 10^{-7} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \times 670 \times 10^{-9} \text{C}}{2 \times 8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2} \times 2,5 \times 10^{-3} \text{kg}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = -3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Il segno “-” indica che l'accelerazione è rivolta verso il basso (e dunque verso il piano).

Determino ora il tempo che impiega la pallina per cadere sul piano partendo dalla legge oraria del moto uniformemente accelerato:

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Imponendo $h_0 = 0$, ricordando che la pallina parte da ferma ($v_0 = 0$) e tenendo conto che nel sistema di riferimento che abbiamo adottato $h = -78 \text{ cm}$, ho che:

$$h = \frac{1}{2} a t^2, \text{ da cui:}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times (-0,78 \text{m})}{-3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 0,66 \text{s}$$