

Uma partícula com carga $q_1 = 1 \mu\text{C}$ e massa 5 g é lançada na direção radial de outra partícula, com carga $q_2 = 6 \mu\text{C}$ e fixa no espaço, a velocidade de lançamento é de 12 m/s de uma distância de 0,3 m. Determinar a que distância da partícula fixa a partícula lançada vai ter velocidade nula. Considere o meio o vácuo onde a constante eletrostática vale $k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2}$ e despreze efeitos gravitacionais.

Dados do problema

- carga 1: $q_1 = 1 \mu\text{C}$;
- carga 2: $q_2 = 6 \mu\text{C}$;
- velocidade inicial da carga 1 : $v_i = 12 \text{ m/s}$;
- velocidade final da carga 1 : $v_f = 0$;
- distância inicial da carga 1: $d_i = 0,3 \text{ m}$;
- massa da carga 1: $m = 5 \text{ g}$
- constante eletrostática: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2}$

Esquema do problema

A carga 2 é positiva ($q_2 > 0$), então ela gera um campo elétrico de afastamento (apontando para fora da carga). A carga 1 é lançada radialmente então segue uma linha de campo, como também é positiva ($q_1 > 0$)

e como $\vec{F} = q \vec{E}$ a força elétrica sobre a carga 1

tem a mesma direção e sentido do campo elétrico, como a carga é lançada no sentido oposto ao campo ela sofrerá uma desaceleração devido a força elétrica até parar.

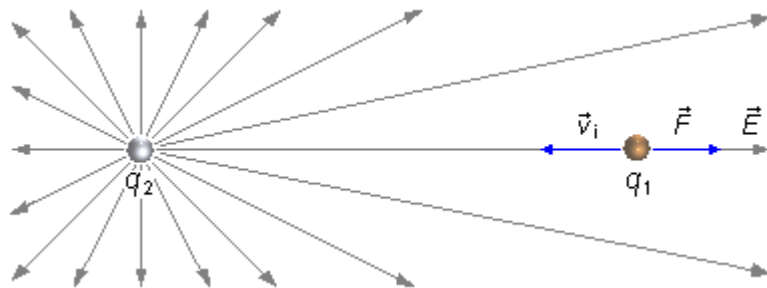


figura 1

Solução

Em primeiro lugar vamos transformar a unidade de massa dada em gramas para quilogramas usada no *Sistema Internacional (S.I.)*.

$$m = 5 \text{ g} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Inicialmente a partícula 1 no ponto A está sob o potencial (V_A) deste ponto, ao se deslocar para o ponto B passa para um potencial (V_B), neste deslocamento há a realização de um trabalho dado por

$$\mathfrak{T}_A^B = q_1 (V_A - V_B) \quad (I)$$

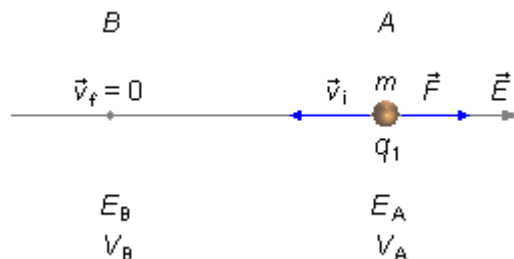


figura 2

Pelo *Teorema da Energia Cinética da Mecânica Clássica* o trabalho para um corpo ir A até B é dado pela variação da *Energia Cinética* (figura 2)

$$\mathfrak{S}_A^B = \frac{m v_f^2}{2} - \frac{m v_i^2}{2} \quad (\text{II})$$

Igualando as expressões (I) e (II), temos

$$q_1 (V_A - V_B) = \frac{m v_f^2}{2} - \frac{m v_i^2}{2} \quad (\text{III})$$

O potencial gerado pela carga 2 nos pontos A e B é calculado por

$$V_A = k_0 \frac{q_2}{d_i} \quad \text{e} \quad V_B = k_0 \frac{q_2}{d_f} \quad (\text{IV})$$

substituindo as expressões (IV) em (III), obtemos

$$q_1 \left(k_0 \frac{q_2}{d_i} - k_0 \frac{q_2}{d_f} \right) = \frac{m v_f^2}{2} - \frac{m v_i^2}{2}$$

colocando $k_0 q_2$ em evidência no lado esquerdo da igualdade e sendo $v_f = 0$ do lado direito

$$\begin{aligned} q_1 k_0 q_2 \left(\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_f} \right) &= -\frac{m v_i^2}{2} \\ \frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_f} &= -\frac{m v_i^2}{2 k_0 q_1 q_2} \\ \frac{1}{d_f} &= \frac{1}{d_i} + \frac{m v_i^2}{2 k_0 q_1 q_2} \end{aligned}$$

substituindo os valores numéricos dados no problema, temos

$$\begin{aligned} \frac{1}{d_f} &= \frac{1}{3 \cdot 10^{-1}} + \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 12^2}{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}} \\ \frac{1}{d_f} &= \frac{10}{3} + \frac{5 \cdot 144}{108} \\ \frac{1}{d_f} &= \frac{10}{3} + \frac{720}{108} \end{aligned}$$

simplificando a fração $\frac{720}{108}$ dividindo o denominador e numerador por 36, temos

$$\frac{720 : 36}{108 : 36} = \frac{20}{3}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{d_f} &= \frac{10}{3} + \frac{20}{3} \\ \frac{1}{d_f} &= \frac{30}{3} \\ d_f &= \frac{3}{30} \end{aligned}$$

$$d_f = 0,1 \text{ m}$$