

Resolução exercício 9 revisão AV1 1

Resolução do Problema

Análise do Problema

Duas esferas condutoras idênticas são suspensas por fios isolantes. Uma esfera é carregada com carga Q positiva, e a outra é neutra. Após o contato entre elas, a carga se distribui igualmente, e as esferas se repelem, equilibrando-se em uma posição específica. A figura mostra a configuração final, com uma distância de 1,2 m entre as esferas e cada fio com 1,0 m de comprimento.

Dados Fornecidos

- Constante eletrostática $K = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$
- Aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$
- Massa de cada esfera $m = 0,60 \text{ g} = 0,0006 \text{ kg}$
- Distância horizontal entre as esferas $d = 1,2 \text{ m}$
- Comprimento de cada fio $L = 1,0 \text{ m}$

Passo a Passo da Resolução

1. Distribuição de Carga Após Contato

Quando as esferas entram em contato, a carga Q se distribui igualmente entre ambas. Portanto, cada esfera terá carga $\frac{Q}{2}$.

2. Forças em Equilíbrio

Em equilíbrio, cada esfera está sujeita a três forças:

- **Peso** (mg) verticalmente para baixo.
- **Tensão no fio** (T) ao longo do fio.
- **Força eletrostática de repulsão** (F_e) horizontalmente para longe da outra esfera.

3. Componentes da Tensão

A tensão no fio tem duas componentes:

- **Componente vertical** ($T \cos \theta$) que equilibra o peso.
- **Componente horizontal** ($T \sin \theta$) que equilibra a força eletrostática.

4. Relação entre Seno e Cosseno

A partir do triângulo formado pelo fio, a horizontal e a vertical:

- O comprimento do fio é a hipotenusa ($L = 1,0 \text{ m}$).

- A metade da distância horizontal entre as esferas é o cateto oposto ($d/2 = 0,6\text{ m}$).

Portanto:

$$\sin \theta = \frac{0,6\text{ m}}{1,0\text{ m}} = 0,6$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

Revisando a Parte 4: Trigonometria no Triângulo

1. Entendendo o Triângulo Formado

Quando as esferas são eletrizadas e se repelem, cada fio forma um ângulo com a vertical. Esse ângulo é determinado pelas forças em equilíbrio.

O triângulo em questão é formado por:

- **Hipotenusa:** O comprimento do fio ($L = 1,0\text{ m}$).
- **Cateto Adjacente:** A distância vertical da esfera ao ponto de suspensão.
- **Cateto Oposto:** A metade da distância horizontal entre as esferas ($d/2 = 0,6\text{ m}$).

2. Relação entre os Lados e o Ângulo

A partir do triângulo retângulo, podemos definir:

$$\sin \theta = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Hipotenusa}} = \frac{0,6\text{ m}}{1,0\text{ m}} = 0,6$$

$$\cos \theta = \frac{\text{Cateto Adjacente}}{\text{Hipotenusa}} = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

3. Componentes da Tensão

A tensão no fio (T) tem dois componentes:

- **Componente Horizontal ($T \sin \theta$):** Equilibra a força eletrostática de repulsão.
- **Componente Vertical ($T \cos \theta$):** Equilibra o peso da esfera.

5. Equilíbrio Vertical

$$T \cos \theta = mg$$

$$T \times 0,8 = 0,0006\text{ kg} \times 10\text{ m/s}^2$$

$$T \times 0,8 = 0,006\text{ N}$$

$$T = \frac{0,006}{0,8} = 0,0075\text{ N}$$

6. Equilíbrio Horizontal

$$T \sin \theta = F_e$$

$$0,0075\text{ N} \times 0,6 = F_e$$

$$F_e = 0,0045 \text{ N}$$

7. Lei de Coulomb

A força eletrostática entre as esferas é dada por:

$$F_e = K \frac{\left(\frac{Q}{2}\right)^2}{d^2}$$

$$0,0045 = 9 \times 10^9 \times \frac{Q^2}{4 \times (1,2)^2}$$

$$0,0045 = 9 \times 10^9 \times \frac{Q^2}{5,76}$$

$$0,0045 = 1,555 \times 10^9 \times Q^2$$

$$Q^2 = \frac{0,0045}{1,555 \times 10^9}$$

$$Q^2 \approx 2,894 \times 10^{-12}$$

$$Q \approx \sqrt{2,894 \times 10^{-12}} \approx 1,7 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q \approx 1,7 \mu\text{C}$$

Resposta

O valor da carga Q é aproximadamente $1,7 \mu\text{C}$.