

Parte I (7 valores)

Cada uma das questões de escolha múltipla que se seguem pode ter mais do que uma resposta correcta. As respostas têm que ser sucintamente justificadas.

1. [3,5 val.] Duas esferas condutoras são colocadas a uma grande distância entre si. A esfera menor está inicialmente electrizada com uma carga q . A esfera maior tem um raio que é o dobro do raio da esfera menor.



Depois de as esferas serem ligadas por um fio condutor muito fino (e após atingido o equilíbrio electrostático), as cargas nas esferas menor e maior são, respectivamente:

- A. $q/2$ e $q/2$
- B. $q/3$ e $2q/3$
- C. $2q/3$ e $q/3$
- D. zero e q
- E. $2q$ e $-q$

2. [3,5 val.] Quando se duplica a separação entre as placas de um condensador de placas paralelas:

- A. duplica o campo eléctrico
- B. diminui para metade a diferença de potencial
- C. diminui para metade a carga em cada placa
- D. duplica a densidade de carga superficial em cada placa
- E. nenhum das afirmações anteriores está correcta

Parte II (13 valores)

Identifique todos os símbolos que utilizar e justifique cuidadosamente as suas respostas.

3. [5,0 val.] Considere um sistema de três cargas pontuais q_1 , q_2 e q_3 , no vácuo, separadas entre si. Pode-se determinar a energia potencial do sistema mediante o cálculo da energia dispendida no transporte, sob certas condições, das cargas desde o infinito até às posições que actualmente ocupam. Mostre, utilizando esta via, que a energia potencial do sistema é dada por

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right),$$

onde ϵ_0 é a permissividade do vazio e r_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) é a distância entre as cargas i e j .

4. [8,0 val.] Uma esfera condutora, neutra, de raio R , é colocada numa região onde existe um campo eléctrico uniforme $\vec{E}_0 = E_0 \vec{u}_z$

a) Descreva qualitativamente como se distribuem na esfera as cargas geradas por influência, depois de atingido o equilíbrio electrostático. Esboce, em esquemas separados, as linhas do campo eléctrico na mesma região do espaço antes e depois de a esfera condutora (em equilíbrio electrostático) lá ser colocada.

b) Sabendo que na região exterior à esfera ($r \geq R$) o potencial eléctrico, em coordenadas esféricas, é dado pela expressão

$$V(r, \theta) = E_0 \left(\frac{R^3}{r^2} - r \right) \cos \theta + V_1,$$

onde $V_1 = \text{constante}$, mostre que a densidade superficial das cargas geradas por influência na esfera condutora é dada por $\sigma = 3\epsilon_0 E_0 \cos \theta$, onde ϵ_0 é a permissividade do vazio.