

O que comeu ao pequeno-almoço: \_\_\_\_\_ nº de cafés: \_\_\_\_\_ fruta: \_\_\_\_\_

- 1) No exame, existem questões "Q" e problemas "P". A resposta a uma Q significa assinalar com uma cruz todas as alíneas que considerar verdadeiras.
- 2) Lembre-se: **pode** haver várias alíneas correctas. **A O só estará correctamente respondida se todas as alíneas verdadeiras forem indicadas.** Em todas as Q existe sempre pelo menos uma alínea que é verdadeira, mesmo que o colega do lado não assinale nenhuma.

**Q1** - Considere um condutor em equilíbrio electrostático. Das seguintes afirmações, indique a(s) verdadeira(s):

- ☐ A diferença de potencial eléctrico entre quaisquer dois pontos no seu interior é nula.
- ☐ A densidade de linhas de campo eléctrico à sua superfície é maior nas regiões onde a curvatura da superfície é maior.
- ☐ O campo eléctrico no interior é nulo.
- ☐ O módulo do campo eléctrico no interior é inversamente proporcional à distância ao seu centro.

**Q2** – Uma carga pontual é colocada no centro de uma superfície gaussiana esférica. Das seguintes opções, indique o(s) casos em que haverá alteração fluxo do campo eléctrico quando:

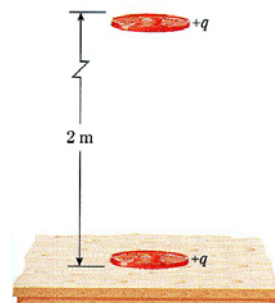
- ☐ a esfera é substituída por um cubo com o mesmo volume.
- ☐ a carga é deslocada do centro da esfera para outro ponto, ainda no seu interior.
- ☐ a carga é retirada para fora da esfera.
- ☐ uma segunda carga é colocada, próximo, porém do lado de fora da esfera.

**Q3.** Das seguintes afirmações, indique a(s) verdadeira(s):

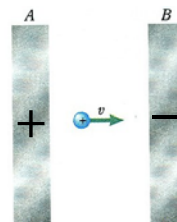
- ☐ Um objecto que esteja electricamente neutro não pode ter dentro de si regiões separadas de carga positiva e negativa.
- ☐ O módulo da força eléctrica entre duas cargas é independente do sinal de cada uma das cargas.
- ☐ É possível carregar electricamente uma barra metálica não isolada por fricção com um determinado tecido.
- ☐ Quando se fricciona uma vara de vidro com uma peça de seda, criam-se cargas de sinal contrário isoladamente em ambos os materiais.

**P1** – Uma moeda de um cêntimo tem uma massa de 3 g e contém cerca de  $3 \times 10^{22}$  átomos de cobre. Suponha que em duas destas moedas se retira uma fracção dos seus electrões, ficando cada uma com uma quantidade de carga positiva  $+q$ . Se colocarmos uma destas moedas sobre a outra a uma altura de 2 m constata-se que estas ficam em equilíbrio.

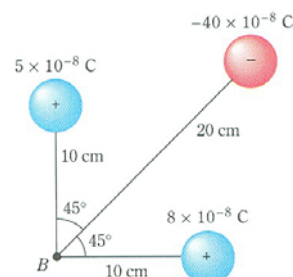
- a) Qual deverá ser o módulo de  $q$  de modo que o sistema fique em equilíbrio? Sublinhe a palavra moedas.
- b) Que quantidade de electrões temos que retirar igualmente em cada uma das moedas de modo a termos essa carga  $+q$ ? ( $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$  C)



**P2** – Considere um dispositivo eléctrico constituído por duas placas metálicas paralelas (A e B), cada uma carregada uniformemente com uma quantidade de carga igual mas de sinal contrário, com uma densidade de carga superficial de  $2 \mu\text{C}/\text{m}^2$  e separadas de 3 mm. Se um protão ( $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$  kg e  $q_p = 1,6 \times 10^{-19}$  C) for abandonado junto à placa positiva, qual será a sua velocidade quando atingir a placa negativa? Assuma que o espaço entre as placas se encontra em vácuo.



**P2.** Calcule o potencial eléctrico total no ponto B devido à distribuição de cargas local.



## Correção do teste:

**Q1** - Considere um condutor em equilíbrio electrostático. Das seguintes afirmações, indique a(s) verdadeira(s):

- ☒ A diferença de potencial eléctrico entre quaisquer dois pontos no seu interior é nula.  
☐ A densidade de linhas de campo eléctrico à sua superfície é maior nas regiões onde a curvatura da superfície é maior.  
☒ O campo eléctrico no interior é nulo.  
☐ O módulo do campo eléctrico no interior é inversamente proporcional à distância ao seu centro.

3 valores

**Q2** - Uma carga pontual é colocada no centro de uma superfície gaussiana esférica. Das seguintes opções, indique o(s) casos em que haverá alteração fluxo do campo eléctrico quando:

- ☐ a esfera é substituída por um cubo com o mesmo volume.  
☐ a carga é deslocada do centro da esfera para outro ponto, ainda no seu interior.  
☒ a carga é retirada para fora da esfera.  
☐ uma segunda carga é colocada, próximo, porém do lado de fora da esfera.

3 valores

**Q3.** Das seguintes afirmações, indique a(s) verdadeira(s):

- ☐ Um objecto que esteja electricamente neutro não pode ter dentro de si regiões separadas de carga positiva e negativa.  
☒ O módulo da força eléctrica entre duas cargas é independente do sinal de cada uma das cargas.  
☐ É possível carregar electricamente uma barra metálica não isolada por fricção com um determinado tecido.  
☒ Quando se fricciona uma vara de vidro com uma peça de seda, criam-se cargas de sinal contrário isoladamente em ambos os materiais.

3 valores

**P1.**

$$\text{a) } \sum \vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_e + \vec{P} = 0 \Leftrightarrow F_e - P = 0 \Leftrightarrow F_e = P \Leftrightarrow \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = mg$$

$$\therefore |q| = \sqrt{\frac{3 \times 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 2^2}{9 \times 10^9}} = 3,6 \times 10^{-6} \text{ C} = 3,61 \mu\text{C} \quad \text{2 valores}$$

$$\text{b) } q = n \cdot q_e \Leftrightarrow n = \frac{q}{q_e} = \frac{3,61 \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}} \quad \text{1,5 valores}$$

$$\therefore \text{retiram-se } n = 2,26 \times 10^{13} \text{ electrões}$$

**P2.**

$$E_{total} = \frac{\sigma}{\epsilon_o} = \frac{2 \times 10^{-6}}{8,85 \times 10^{-12}} = 2,26 \times 10^5 \text{ V/m} \quad \text{1,5 valores}$$

$$\Delta V = -E_{total} d = -2,26 \times 10^5 \cdot 3 \times 10^{-3} = -678 \text{ V}$$

$$\Delta U = -\Delta K \Leftrightarrow q_{protão} \cdot \Delta V = -\frac{1}{2} m_{protão} \cdot (v_f^2 - v_i^2) \Leftrightarrow +1,6 \times 10^{-19} \cdot (-678) = -0,5 \cdot 1,67 \times 10^{-27} (v_f^2 - 0)$$

$$\therefore v_f = 3,6 \times 10^5 \text{ m/s} \quad \text{2,5 valores}$$

**P3.**

$$V_B = k \sum_i \frac{q_i}{r_i} = k \left( \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} \right) = 9 \times 10^9 \left( \frac{5 \times 10^{-8}}{0,1} + \frac{-40 \times 10^{-8}}{0,2} + \frac{8 \times 10^{-8}}{0,1} \right)$$

$$\therefore V_B = -6300 \text{ V} \quad \text{0,5 valores}$$

**NOTA:** caso o aluno não tenha colocado as unidades a cotação é : 0 valores