

Mecânica e Campo Electromagnético

Ano lectivo de 2011/12

Exercícios do Capítulo 3.2 Energia Potencial do Campo Eléctrico

***1*.** Um campo eléctrico uniforme com a amplitude de 250 V/m tem direcção e sentido $+x$. Uma carga de $12,0 \mu\text{C}$ movimenta-se da origem para o ponto $(x,y) = (20,0; 50,0)$ cm.

- Que alteração de energia potencial sofreu a carga?*
- Através de que diferença de potencial se moveu a carga?

2. Duas placas paralelas quadradas, condutoras, com 1,00 m de lado, são colocadas à distância de 1,00 cm. Os terminais de uma fonte de 10 KV são ligados a cada uma das placas. Calcule o campo eléctrico no espaço entre as placas e a densidade de carga em cada uma delas.

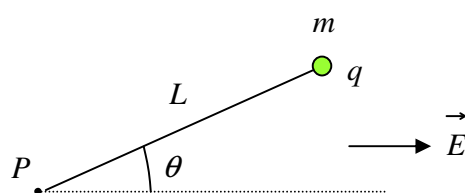
3. Um electrão, movendo-se paralelamente ao eixo dos xx , tem, na origem, uma velocidade de $3,7 \times 10^6$ m/s. A sua velocidade é reduzida para $1,4 \times 10^5$ m/s no ponto $x = 2,0$ m. Calcule a diferença de potencial entre a origem e este ponto. Qual dos pontos está a um potencial mais elevado?

4. Um campo eléctrico uniforme com a amplitude de 325 V/m aponta no sentido negativo do eixo dos y . Calcule a diferença de potencial entre os pontos $(x,y) = (-0,20; -0,30)$ m e $(0,40, 0,50)$ m.

5. Uma barra isoladora com uma densidade linear de carga $\lambda = 40,0 \mu\text{C/m}$ e uma densidade (de massa) de $\mu = 0,10 \text{ Kg/m}$ é libertada, a partir do repouso, num campo eléctrico uniforme $E = 100 \text{ V/m}$, com uma direcção perpendicular à barra.

- Determine a velocidade da barra depois de ter viajado 2,0 m.
- Como é alterada a sua resposta à alínea a) se o campo eléctrico não for perpendicular à barra? E se não for uniforme (resposta qualitativa)?

***6*.** Uma partícula com carga $q = 2,00 \mu\text{C}$ e massa $m = 0,010 \text{ Kg}$ está presa a uma corda de comprimento $L = 1,50$ m que está por sua vez fixa num ponto P (ver figura). Todo o conjunto está num plano horizontal. A partícula parte do repouso quando a corda faz um ângulo $\theta = 60^\circ$ com um campo eléctrico uniforme com a amplitude de 300 V/m. Determine a velocidade da partícula quando a corda for paralela ao campo eléctrico.



7. Duas cargas pontuais positivas de valor Q estão situadas nos pontos $x = d$ e $x = -d$.

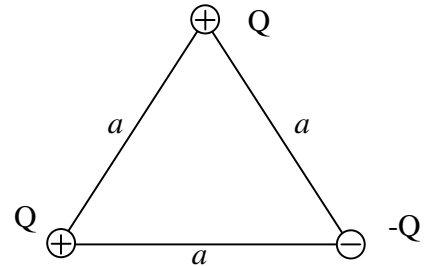
- Determine o campo eléctrico na origem do sistema de eixos.
- Determine o potencial na origem do sistema de eixos.
- Determine o trabalho que realizam as forças do campo para que uma carga positiva de valor q seja trazida, ao longo do eixo y , desde o infinito até à origem do sistema de eixos.
- Se não dispusesse do conceito de potencial, como teria de calcular o trabalho da alínea c)?

***8*.** Uma carga positiva $+q$ está na origem e outra carga (negativa) $-2q$ está em $x = 2,00$ m. Para que valor finito de x ,

- É nulo o campo eléctrico?
- É nulo o potencial eléctrico?

***9*.** As três cargas da figura estão nos vértices de um triângulo equilátero.

- Calcule a energia potencial do sistema de cargas da figura (a energia potencial de um sistema de cargas é igual ao trabalho necessário para trazer as cargas para as suas posições finais, desde muito longe).
- Calcule o potencial eléctrico no centro do triângulo.



10. Duas esferas isoladoras com raios r_1 e r_2 , massas m_1 e m_2 e cargas $-q_1$ e q_2 são libertas do repouso quando os seus centros são separados de uma distância d .

- Qual é a velocidade com que cada uma se move quando colidem?
- Se as esferas fossem condutoras, as suas velocidades seriam maiores ou menores do que as calculadas na alínea a)?

11. Um electrão parte do repouso a 3 cm do centro de uma esfera isoladora uniformemente carregada de raio 2,00 cm e carga total 1,00 nC. Qual é a velocidade do electrão quando ele atinge a superfície da esfera?

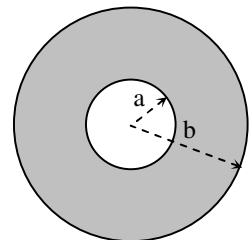
12. O potencial numa região entre $x = 0$ e $x = 6,00$ m é dado por $V = ax + b$ com $a = 10,0$ V/m e $b = -7,0$ V. Determine,

- O potencial em $x = 0$; 3,0 e 6,0 m.
- O campo eléctrico (\vec{E}) em $x = 0$; 3,0 e 6,0 m.

13. Considere um anel de raio R com uma carga total Q uniformemente distribuída ao longo do seu perímetro. Qual é a diferença de potencial entre um ponto no centro do anel e um ponto no seu eixo à distância $2R$ do centro?

***14*.** Uma coroa circular, de raio interior a e de raio exterior b ($a < b$), tem uma densidade superficial de carga σ constante.

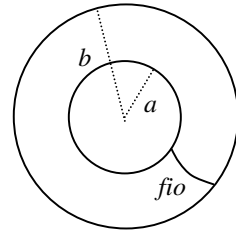
- Calcule o potencial num ponto P do eixo da coroa, à distância x do centro.
- Deduza a expressão do campo eléctrico em P .



15. Uma superfície hemisférica fina de raio R , com a base colocada no plano xy , tem uma carga Q uniformemente distribuída. Encontre o potencial no centro de curvatura da superfície, situado na origem do sistema de eixos (raciocine a partir da superfície esférica).

16. Quantos electrões deveriam ser removidos de um condutor esférico de raio 0,300 m inicialmente descarregado para produzir um potencial de 7,50 KV à superfície?
17. Dois condutores esféricos são ligados por um longo fio condutor e uma carga de $20 \mu\text{C}$ é colocada no conjunto.
- Se uma esfera tiver um raio de 4,00 cm e outra um raio de 6,00 cm, qual é o campo eléctrico à superfície de cada esfera?
 - Qual é o potencial eléctrico de cada esfera?

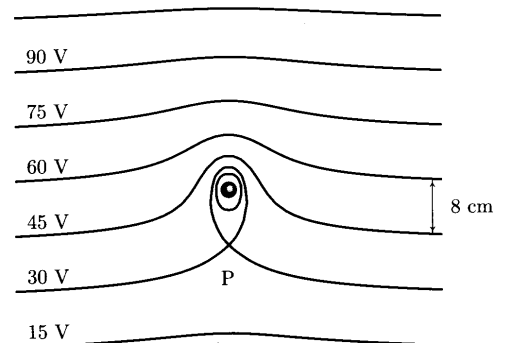
- *18*. Duas superfícies esféricas condutoras de raios a e b são ligadas por um fio fino como mostra a figura. Se uma carga total Q for colocada no sistema, que quantidade de carga fica em cada superfície?



19. Num dia seco de Inverno você limpa os sapatos com sola de couro numa capacho e apanha um choque quando estende a ponta de um dedo para a maçaneta metálica da porta. Numa sala escura você detecta uma faísca de 5 mm de comprimento, aproximadamente. Faça uma estimativa da ordem de grandeza,
- Do seu potencial eléctrico.
 - Da carga no seu corpo antes de tocar na maçaneta da porta.

20. A figura mostra as superfícies equipotenciais de uma carga pontual no interior de um campo eléctrico uniforme. A grandes distâncias da carga pontual as superfícies são planos paralelos distanciados de 8 cm.

- Calcule o módulo e a direcção do campo externo.
- Diga se a carga pontual é positiva ou negativa; Justifique.
- Qual é a direcção da força sobre a carga pontual?
- Sabendo que a distância entre a carga pontual e ponto P é 9 cm, calcule o valor da carga pontual.



Soluções:

- 1.a) $\Delta E_p = 0.6 \text{ mJ}$. b) $\Delta V = 50 \text{ V}$.
2. $E = 1,0 \times 10^6 \text{ V/m}$; $\sigma = 8,85 \mu\text{C/m}^2$.
- 3 $\Delta V = 38,9 \text{ V}$; o primeiro.
- 4 $\Delta V = 260 \text{ V}$.

5 a) $v = 0,4 \text{ m/s}$ b) $v = 0,4 \text{ m/s}$ c) pode rodar.

6 $v = 0,3 \text{ m/s}$.

7 a) $E = 0 \text{ V/m}$. b) $V_o = 2k \frac{Q}{d}$. c) $W = 2k \frac{qQ}{d}$. d) $W = q \int_{\infty}^0 E_y dy$.

8 a) $x = 2 - 2\sqrt{2} \text{ (m)}$. b) $x = 2/3 \text{ (m)}$.

9 a) $W_p = -\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$. b) $V_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sqrt{3}q}{a}$.

10 $v_1 = \sqrt{\frac{2km_2q_1q_2\left(\frac{1}{r_1+r_2} - \frac{1}{d}\right)}{m_1m_2+m_1^2}}$; $v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1$.

11 $v = 7,26 \times 10^6 \text{ m/s}$.

12 a) $-7 \text{ V}; 23 \text{ V}; 53 \text{ V}$ b) $\vec{E} = -10 \cdot \hat{i}$.

13 $\Delta V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{\sqrt{5}} - 1 \right)$.

14 a) $V = 2\pi k \sigma \left(\sqrt{b^2 + x^2} - \sqrt{a^2 + x^2} \right)$ b) $\vec{E} = 2\pi k \sigma \cdot x \left((b^2 + x^2)^{-1/2} - (a^2 + x^2)^{-1/2} \right)$.

15 $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$.

16 $1,56 \times 10^{12}$ electrões.

17 a) 30 MV/m e 45 MV/m . b) $V = 1,8 \text{ MV}$.

18 interior: 0; exterior: Q.

19 a) $V \approx 15 \text{ KV}$. b) $Q \approx 40 \mu\text{C}$.

20 a) $E = 187,5 \text{ V}$ para baixo b) Negativa c) para cima d) $Q = 0,169 \text{ nC}$.