

**ENERGIA POTENCIAL. POTENCIAL ELÉTRICO.**

1. A distância média entre o eletrão e o protão no átomo de H é  $5.3 \times 10^{-11}$  m.

a) Calcule o potencial elétrico à distância  $r = 5.3 \times 10^{-11}$  m do protão. (R:  $V = 27.2$  V)

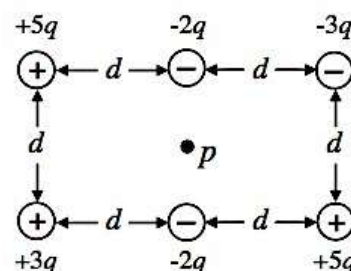
b) Calcule a energia potencial do sistema protão/eletrão do átomo de hidrogénio. (R:  $U = -4.35 \times 10^{-18}$  J = -27.2 eV)

**Nota:** se o eletrão do hidrogénio estivesse em repouso, a energia de ionização seria 27.2 eV. O eletrão move-se com uma energia cinética 13.6 eV, em consequência a sua energia total é  $-27.2 + 13.6 = -13.6$  eV. Esta é a razão por que é necessária uma energia de 13.6 eV para ionizar um átomo de H.

2. Em reações de fissão nuclear, o  $^{235}\text{U}$  capta um neutrão e divide-se em 2 núcleos mais leves. Por vezes os produtos são Ba ( $Z = 56$ ) e Kr ( $Z = 36$ ). Assuma que ambos os núcleos resultantes são cargas pontuais separadas por  $14.6 \times 10^{-15}$  m. Calcule a energia potencial deste sistema. (Sol: ~200 MeV)

**Nota:** A distância  $14.6 \times 10^{-15}$  m corresponde à soma dos raios dos 2 núcleos. Após a fissão os núcleos separam-se rapidamente devido à repulsão eletrostática. A energia potencial é transformada em energia cinética e térmica.

3. Na figura o ponto  $p$  encontra-se no centro do retângulo. Calcule o potencial elétrico em  $p$  devido às seis cargas representadas. Considere  $q = 1$  nC e  $d = 10$  cm.



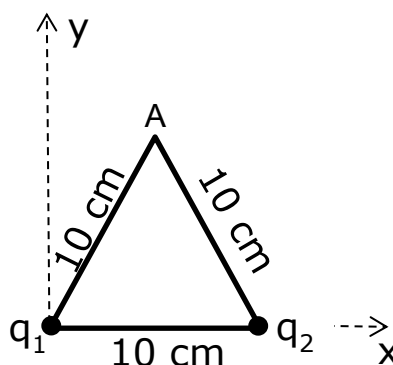
4. Considere duas cargas elétricas pontuais  $q_1 = 12 \times 10^{-9}$  C e  $q_2 = -12 \times 10^{-9}$  C que se encontram localizadas em dois vértices de um triângulo equilátero, conforme se ilustra na figura.

A) Determine qual a direção, sentido e magnitude do campo elétrico no ponto A.

B) Calcule o potencial elétrico no ponto A

C) Considere que se coloca um eletrão, no ponto A. Determine qual a direção, sentido e magnitude da força a que o eletrão fica sujeito.

D) Existe alguma posição, no triângulo equilátero, onde se possa colocar o eletrão, para que a força elétrica exercida sobre ele seja nula? **Justifique.**





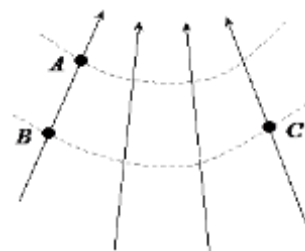
Universidade do Minho

Departamento de Física

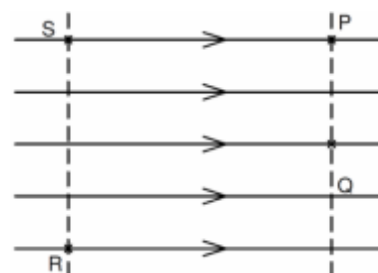
Eletromagnetismo EE (MIEBiol+MIEBiom+MIEPol+MIEMat+MIETI)

Ficha de Problemas 3

5. Na figura estão representadas linhas de campo elétrico e linhas equipotenciais. Quando um eletrão se move de A até B o trabalho realizado pelo campo elétrico é  $3.94 \times 10^{-19} \text{ J}$ . Calcule as diferenças de potencial  $V_B - V_A$ ,  $V_C - V_B$  e  $V_C - V_A$ . (Sol: 2.5 V; 0; 2.5 V)



6. Um campo elétrico  $\vec{E} = 1000 \hat{i} \text{ (V/m)}$  está representado na figura por cinco linhas de campo paralelas e equidistantes. As linhas representadas a tracejado são perpendiculares às linhas de campo. A distância entre S e P e entre S e R é de 2 cm. Determine



a) As diferenças de potencial  $V_Q - V_S$  e  $V_P - V_Q$ .

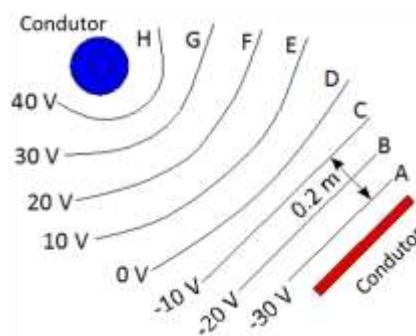
b) Compare o trabalho realizado pelo campo elétrico para levar um próton de S a P com o trabalho realizado para levar um próton de R a Q.

7. A figura ilustra superfícies equipotenciais entre dois condutores.

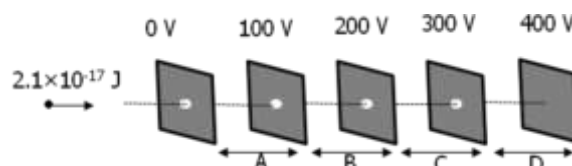
a) Calcule a diferença de potencial entre um ponto situado em A e um ponto situado em H.

b) Calcule o trabalho realizado pela força elétrica quando um eletrão se desloca de A para H.

c) Caracterize o campo elétrico em B.



8. Um próton, com uma energia cinética igual a  $2.1 \times 10^{-17} \text{ J}$ , move-se numa região onde existem placas paralelas carregadas. Em que região o próton atingirá velocidade nula?



9. Numa trovada, a diferença de potencial entre uma nuvem e o solo é de  $1.0 \times 10^9 \text{ V}$ , estando a nuvem a um potencial mais baixo. Numa descarga (relâmpago) a quantidade de carga transferida é de 30 C.

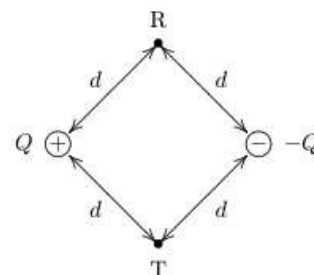
a) Qual o sentido dos eletrões durante a descarga?

b) Qual é a variação de energia potencial desses eletrões? (sol:  $-3 \times 10^{10} \text{ J}$ )

c) Se toda essa energia pudesse ser utilizada para acelerar um carro, de massa 1000 kg, a partir do repouso, qual seria a velocidade atingida pelo carro? (sol:  $\sim 7750 \text{ m/s}$ )



10. Os pontos R e T, encontram-se à mesma distância de duas partículas com carga  $Q$  e  $-Q$ , como se mostra na figura. Qual é o trabalho realizado, pelo campo elétrico, para deslocar uma partícula com carga  $-q$ , desde o ponto R até ao ponto T.



11. O positrão (antipartícula do eletrão) possui a mesma carga de um protão, mas a massa de um eletrão. Numa região onde existe um campo elétrico uniforme de  $480 \text{ V/m}$ , um positrão percorre uma distância de  $5.2 \text{ cm}$ , no sentido do campo elétrico.

- Calcule a variação de energia potencial que o positrão sofre. (sol:  $-25 \text{ eV}$ )
- Calcule a variação de energia cinética do positrão. (sol:  $+25 \text{ eV}$ )

12. Considere três pontos,  $A$  ( $x_A = 1 \text{ m}$ ,  $y_A = 4 \text{ m}$ ),  $B$  ( $x_B = 1 \text{ m}$ ,  $y_B = 1 \text{ m}$ ) e  $C$  ( $x_C = 4 \text{ m}$ ,  $y_C = 4 \text{ m}$ ), situados numa região em que existe um campo elétrico uniforme  $\vec{E} = -4 \times 10^4 \hat{j} \text{ (N/C)}$ .

- Determine o trabalho realizado pelo campo elétrico no deslocamento de uma carga de  $1 \text{ C}$  desde A até B e de B até C. (sol:  $-12 \times 10^4 \text{ J}$ )
- Determine as diferenças de potencial  $V_B - V_A$ ,  $V_B - V_C$  e  $V_C - V_A$ .

13. O potencial elétrico no exterior de uma célula viva é maior que no interior. A diferença de potencial entre o exterior e o interior da membrana é  $70 \text{ mV}$ . Calcule o trabalho realizado pelo campo elétrico para levar um ião  $\text{Na}^+$  do exterior para o interior da célula.

14. Uma partícula entra numa região onde existe um campo elétrico e a sua energia cinética diminui de  $9520 \text{ eV}$  (ponto A) para  $7060 \text{ eV}$  (Ponto B). O potencial elétrico no ponto A e B é  $-35,0 \text{ V}$  e  $+25,0 \text{ V}$ , respetivamente. Qual a carga elétrica da partícula?

15. Numa dada região do espaço atua um campo elétrico uniforme de  $(2 \text{ kN/C})$  na direção  $x$ . Uma carga puntiforme  $Q = 3 \mu\text{C}$  é solta, em repouso na origem.

- Calcule a energia cinética da carga quando passa na posição  $x = 4 \text{ m}$ . (sol:  $2.4 \times 10^{-2} \text{ J}$ )
- Qual é a variação de energia potencial entre os pontos  $x = 0$  e  $x = 4 \text{ m}$ ? (sol:  $-2.4 \times 10^{-2} \text{ J}$ )
- Qual é a diferença de potencial entre os pontos  $x = 0$  e  $x = 4 \text{ m}$ ? (sol:  $-8 \times 10^3 \text{ V}$ )



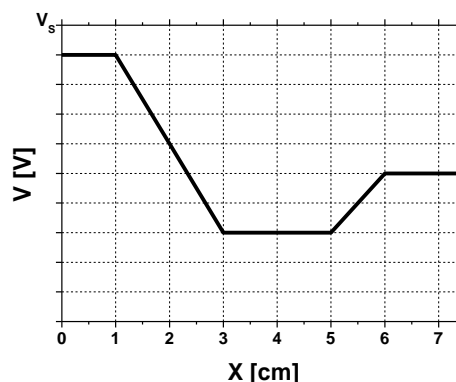
Universidade do Minho

Departamento de Física

Eletromagnetismo EE (MIEBiol+MIEBiom+MIEPol+MIEMat+MIETI)

Ficha de Problemas 3

**16.** No gráfico está representado o potencial elétrico ao longo do eixo  $x$ , onde a escala vertical está definida de modo que  $V_s = 10$  V. Um próton é lançado em  $x = 4$  cm com energia cinética inicial de 3 eV.



- Qual a intensidade e sentido do campo elétrico em  $x = 2$  cm? (sol: 300 V/m)
- Se o próton se mover inicialmente para a esquerda, qual é a velocidade do próton em  $x = 2$  cm? (sol: 0)
- Se o próton agora se deslocar para a direita, qual a sua velocidade em  $x = 7$  cm? (sol:  $1.4 \times 10^4$  m/s)

**17.** Um campo elétrico uniforme tem o sentido do semieixo negativo  $xx'$ . As coordenadas dos pontos a e b são respetivamente (2;0) m e (6;0) m.

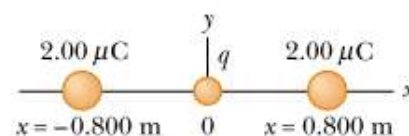
- A diferença de potencial ( $V_b - V_a$ ) é positiva ou negativa?
- Se o módulo de ( $V_b - V_a$ ) for  $10^5$  V, qual é a magnitude do campo elétrico?

**18.** Sobre o “equador” duma esfera de raio 60 cm estão 6 cargas de  $+3 \mu\text{C}$ , espaçadas angularmente entre si de um ângulo de  $60^\circ$ .

- Calcule o potencial elétrico e o campo elétrico no centro da esfera devido a estas 6 cargas (sol:  $2.7 \times 10^5$  V; 0 N/C)
- Calcule o potencial elétrico e o campo elétrico no “polo norte” da esfera.

**19.** Calcular a energia potencial eletrostática de um sistema constituído por quatro cargas puntiformes de  $+2 \mu\text{C}$ , colocadas nos vértices de um quadrado de 4 m de lado, sendo uma das cargas negativa e as outras três positivas.

**20.** Duas cargas de  $2 \mu\text{C}$  estão colocadas em dois pontos, conforme se mostra na figura, e uma carga de prova positiva  $q = 1.28 \times 10^{-18}$  C, na origem.



- Caracterize o campo elétrico, originado pelas duas cargas de  $2 \mu\text{C}$ , na origem? (R: 0)
- Qual é a força resultante exercida sobre  $q$  pelas duas cargas de  $2 \mu\text{C}$ ? (Sol: 0)
- Qual é o potencial  $V$  provocado pelas duas cargas de  $2 \mu\text{C}$ , na origem? (R:  $4.5 \times 10^4$  V)

**21.** Uma carga de  $+10^{-8}$  C está uniformemente distribuída sobre uma casca esférica de raio 12 cm.

- Qual é o módulo do campo elétrico na face interna e na face externa da superfície?
- Qual é o potencial elétrico na face interna e na face externa da superfície?
- Qual é o módulo do potencial elétrico no centro da casca? Qual é o campo elétrico nesse ponto?



Universidade do Minho

## Departamento de Física

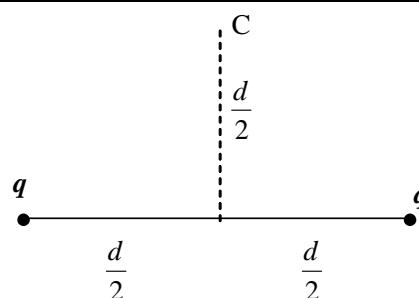
Eletromagnetismo EE (MIEBiol+MIEBiom+MIEPol+MIEMat+MIETI)

Ficha de Problemas 3

22. Duas cargas iguais  $q = 2.0\mu\text{C}$  estão separadas por uma distância  $d = 2\text{cm}$  como está indicado na figura seguinte.

Determine:

- A energia potencial do sistema de cargas;
- O potencial elétrico no ponto C;
- O trabalho a realizar para trazer uma terceira carga  $q$  (idêntica às anteriores) do infinito até C.
- A energia potencial do sistema de três cargas.

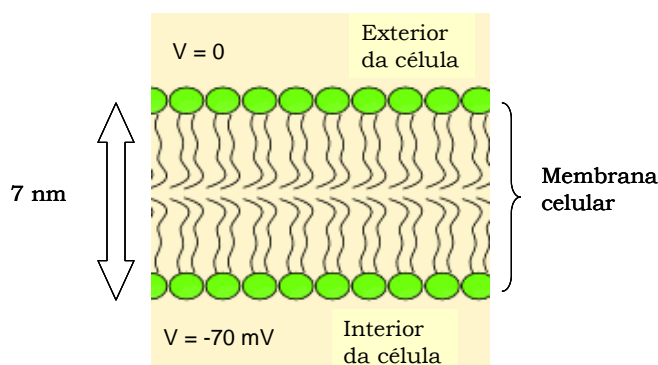


23. Um plano infinito tem a densidade superficial de carga de  $3.5\mu\text{C}/\text{m}^2$ . Qual é o afastamento entre duas superfícies equipotenciais cujos potenciais tenham 100V de diferença?

24. Em certa região do espaço o potencial elétrico é dado por:  $V = 5x - 3x^2y + 2yz^2$ .

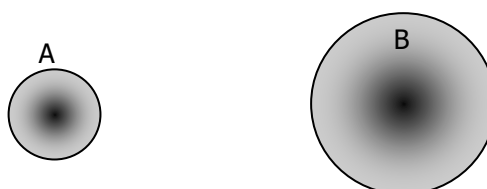
- Calcular as componentes  $x$ ,  $y$  e  $z$  do campo elétrico nessa região.
- Qual é o módulo do campo elétrico no ponto  $P$  de coordenadas  $(1, 0, -2)$ ?
- Calcule agora o campo elétrico.

25. As membranas celulares podem ser consideradas condensadores, nos quais duas soluções condutoras estão separadas por uma camada isolante (membrana celular). Por convenção, o potencial no exterior da membrana é considerado nulo. Considere uma célula típica, cuja membrana celular tem uma espessura de 7 nm e o potencial no interior da célula tem o valor de -70 mV (ver figura).



- Caracterize o campo elétrico (intensidade e sentido) no interior da membrana celular.
- Considere um ião cloro ( $\text{Cl}^-$ ) no interior da membrana celular. Calcule a intensidade e indique o sentido da força elétrica a que o ião está sujeito? Indique as diferenças se, em vez de um ião cloro, estivesse um ião cálcio ( $\text{Ca}^+$ ) no interior da membrana.

26. Duas esferas condutoras, A e B, de raio 10 cm e 20 cm, respetivamente, estão muito afastadas. A esfera menor está carregada com uma carga  $+9\mu\text{C}$  e a maior está neutra.



- Calcule a carga de cada uma das esferas, depois de serem ligadas por um fio condutor.
- Compare o campo elétrico à superfície da esfera A, com o campo elétrico à superfície da esfera B.