



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

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

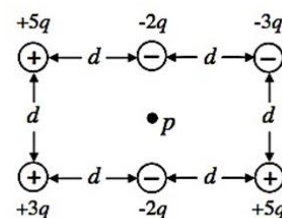
b) Calcule a energia potencial do sistema protão/electrão do átomo de hidrogénio. ($-4.35 \times 10^{-18} \text{ J}$ ou -27.2 eV)

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

2. Em reacções de fissão nuclear, o ^{235}U capta um neutrão e divide-se em dois 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 $14.6 \times 10^{-15} \text{ m}$. Calcule a energia potencial deste sistema. (200 MeV)

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

3. Na figura o ponto p encontra-se no centro do rectângulo. Calcule o potencial eléctrico em p devido às seis cargas representadas. Considere $q = 1 \text{ nC}$ e $d = 10 \text{ cm}$. (85 V)



4. Considere duas cargas eléctricas pontuais $q_1 = 12 \text{ nC}$ e $q_2 = -12 \text{ nC}$ que se encontram localizadas em dois vértices de um triângulo equilátero, conforme se ilustra na figura.

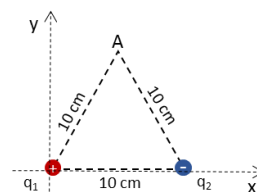
a) Determine qual a direcção, sentido e magnitude do campo eléctrico no ponto A. (10800i (N/C))

b) Calcule o potencial eléctrico no ponto A (0)

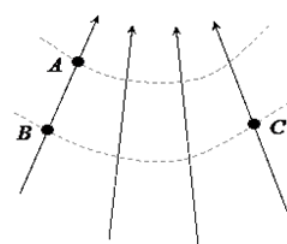
c) Considere que se coloca um electrão, no ponto A. Determine qual a direcção, sentido e magnitude da força a que o electrão fica sujeito.

($1.73 \times 10^{-15} \hat{i} \text{ (N)}$)

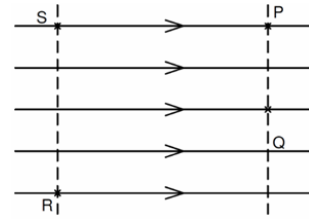
d) Existe alguma posição, no triângulo equilátero, onde se possa colocar o electrão, para que a força eléctrica exercida sobre o electrão seja nula? Justifique.



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

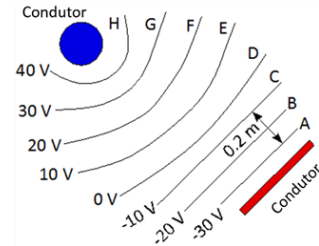


6. Um campo eléctrico $\vec{E} = 1000\hat{i}$ (V/m) está representado na figura por cinco linhas de campo paralelas e equidistantes. As linhas representadas a tracejado são perpendiculares às linhas de campo. A distância entre S e P e entre S e R é de 2 cm. Determine



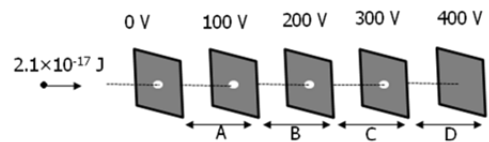
- As diferenças de potencial $V_Q - V_S$ e $V_P - V_Q$.
- Compare o trabalho realizado pelo campo eléctrico para levar um protão de S a P com o trabalho realizado para levar um protão de R a Q .

7. A figura ilustra superfícies equipotenciais entre dois condutores.



- Calcule a diferença de potencial entre um ponto situado em A e um ponto situado em H . (70 V)
- Calcule o trabalho realizado pela força eléctrica quando um electrão se desloca de A para H . ($+1.12 \times 10^{-17}$ J)
- Caracterize o campo eléctrico em B . ($|\vec{E}| = 100$ N/C, ...)

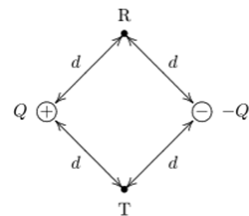
8. Um protão, com uma energia cinética igual a 2.1×10^{-17} J, move-se numa região onde existem placas paralelas carregadas (ver figura). Em que região o protão atingirá velocidade nula? (região B)



9. Numa trovoadas, a diferença de potencial entre uma nuvem e o solo é de 1.0×10^9 V, estando a nuvem a um potencial mais baixo. Numa descarga (relâmpago) a quantidade de carga transferida é de 30 C.

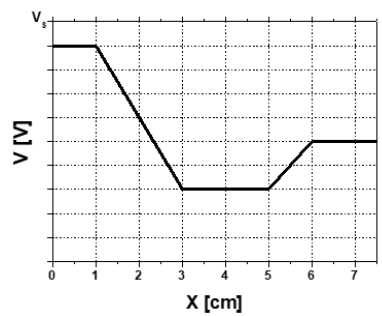
- Qual o sentido dos electrões durante a descarga?
- Qual é a variação de energia potencial desses electrões? (-3×10^{10} J)
- Se toda essa energia pudesse ser utilizada para acelerar um carro, de massa 1000 kg, a partir do repouso, qual seria a velocidade atingida pelo carro? (~ 7750 m/s)

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 eléctrico, para deslocar uma partícula com carga $-q$, desde o ponto R até ao ponto T . (0)



11. O positrão (antipartícula do electrão) possui a mesma carga de um protão, mas a massa de um electrão. Numa região onde existe um campo eléctrico uniforme de 480 V/m, um positrão percorre uma distância de 5.2 cm, no sentido do campo eléctrico.

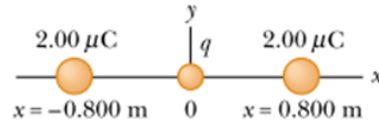
- Calcule a variação de energia potencial que o positrão sofre. (-25 eV)
- Calcule a variação de energia cinética do positrão. (+25 eV)

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 eléctrico uniforme $\vec{E} = 4 \times 10^4 \hat{j} (\text{N/C})$.
- Determine o trabalho realizado pelo campo eléctrico no deslocamento de uma carga de 1 C desde A até B e de B até C . ($-12 \times 10^4 \text{ J}$; $+12 \times 10^4 \text{ J}$)
 - Determine as diferenças de potencial $V_B - V_A$, $V_B - V_C$ e $V_C - V_A$. ($+12 \times 10^4 \text{ V}$; $+12 \times 10^4 \text{ V}$; 0)
13. O potencial eléctrico 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 mV . Calcule o trabalho realizado pelo campo eléctrico para levar um ião Na^+ do exterior para o interior da célula.
14. Uma partícula entra numa região onde existe um campo eléctrico e a sua energia cinética diminui de 9520 eV (ponto A) para 7060 eV (ponto B). O potencial eléctrico no ponto A e B é -35.0 V e $+25.0 \text{ V}$, respectivamente. Qual a carga eléctrica da partícula?
15. Numa dada região do espaço actua um campo eléctrico uniforme de (2 kN/C) na direcção 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 $x = 4 \text{ m}$. ($2.4 \times 10^{-2} \text{ J}$)
 - Qual é a variação de energia potencial entre os pontos $x = 0$ e $x = 4 \text{ m}$? ($-2.4 \times 10^{-2} \text{ J}$)
 - Qual é a diferença de potencial entre os pontos $x = 0$ e $x = 4 \text{ m}$? ($-8 \times 10^3 \text{ V}$)
16. No gráfico está representado o potencial eléctrico ao longo do eixo x , onde a escala vertical está definida de modo que $V_s = 10 \text{ V}$. Um protão é lançado em $x = 4 \text{ cm}$ com energia cinética inicial de 3 eV .
- Qual a intensidade e sentido do campo eléctrico em $x = 2 \text{ cm}$?
 - Se o protão se mover inicialmente para a esquerda, qual é a velocidade do protão em $x = 2 \text{ cm}$?
 - Se o protão agora se deslocar para a direita, qual a sua velocidade em $x = 7 \text{ cm}$?
- 

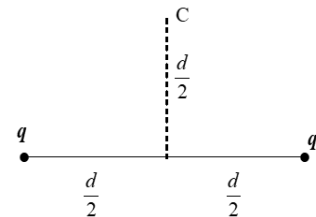
((a) 300 V/m ; (b) $3.4 \times 10^4 \text{ ms}^{-1}$; (c) $1.97 \times 10^4 \text{ ms}^{-1}$)
17. Um campo eléctrico uniforme tem o sentido do semieixo negativo xx' . As coordenadas dos pontos a e b são respectivamente $(2; 0) \text{ m}$ e $(6; 0) \text{ m}$.
- A diferença de potencial $(V_b - V_a)$ é positiva ou negativa? ($V_b - V_a > 0$)
 - Se o módulo de $(V_b - V_a)$ for 10^5 V , qual é a magnitude do campo eléctrico? ($-8 \times 10^3 \text{ V}$)
18. Sobre o “equador” duma esfera de raio 60 cm estão 6 cargas de $+3 \mu\text{C}$, igualmente espaçadas entre si.
- Calcule o potencial eléctrico e o campo eléctrico no centro da esfera ($2.7 \times 10^5 \text{ V}$; 0 N/C)
 - Calcule o potencial eléctrico e o campo eléctrico no “polo norte” da esfera. (190.9 kV ; $1.59 \times 10^5 \hat{j} (\text{N/C})$)

19. Calcular a energia potencial electrostática 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 $q = 1.28 \times 10^{-18}\text{C}$, na origem.



- a) Caracterize o campo eléctrico, originado pelas duas cargas de $2\mu\text{C}$, na origem? (0)
- b) Qual é a força resultante exercida sobre q pelas duas cargas de $2\mu\text{C}$? (0)
- c) Qual é o potencial V provocado pelas duas cargas de $2\mu\text{C}$, na origem? ($4.5 \times 10^4\text{ V}$)
21. Uma carga de $+10^{-8}\text{C}$ está uniformemente distribuída sobre uma casca esférica de raio 12 cm.
- a) Qual é o módulo do campo eléctrico na face interna e na face externa da superfície?
- b) Qual é o potencial eléctrico na face interna e na face externa da superfície?
- c) Qual é o módulo do potencial eléctrico no centro da casca? Qual é o campo eléctrico nesse ponto?
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) A energia potencial do sistema de cargas;
- b) O potencial eléctrico no ponto C ;
- c) O trabalho a realizar para trazer uma terceira carga q (idêntica às anteriores) do infinito até C .
- d) A energia potencial do sistema de três cargas.
23. Um plano infinito tem a densidade superficial de carga de $3.5\mu\text{C m}^{-2}$. Qual é o afastamento entre duas superfícies equipotenciais cujos potenciais tenham 100 V de diferença?

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

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

((a) $\vec{E} = (-5 + 6xy)\hat{i} + (-3x^2 - 2z^2)\hat{j} + (-4yz)\hat{k}$; (b) 1, 0, -2)

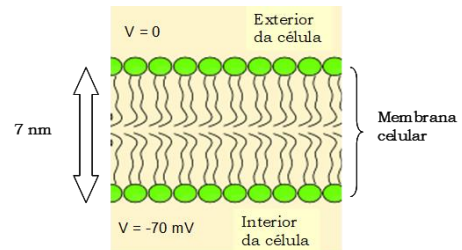
25. As membranas celulares podem ser consideradas condensadores, nos quais duas soluções condutoras estão separadas por uma camada isolante (membrana celular). Por convenção, o potencial no exterior da membrana é considerado nulo. Considere uma célula típica, cuja membrana celular tem uma espessura de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

–70 mV (ver figura).

a) Caracterize o campo eléctrico (intensidade e sentido) no interior da membrana celular.

b) Considere um ião cloro, Cl^- , no interior da membrana celular. Calcule da força eléctrica (magnitude e sentido) a

que o ião está sujeito. Se em vez de um ião cloro, estivesse um ião cálcio, Ca^{+} no interior da membrana, qual seria a força a que ficaria sujeito..



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

a) Calcule a carga de cada uma das esferas, depois de serem ligadas por um fio condutor.

b) Compare o campo eléctrico à superfície da esfera A , com o campo eléctrico à superfície da esfera B .