Gabarito da 2ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2019.1

Questão 1 (2,5 pontos) Em uma molécula de cloreto de potássio, a distância entre o íon potássio (K^+) e o íon cloro (Cl^-) é $2{,}80x10^{-12}$m. Determinar a) A energia (em eV) necessária para separar os dois íons até uma distância de separação infinita (modele os dois íons como duas partículas puntiformes inicialmente em repouso) b)Se fosse fornecido o dobro da energia determinada na parte (a), qual seria a quantidade de energia cinética total que os dois íons teriam quando estivessem a uma distância infinita?

Solução

O trabalho realizado por um agente externo, para separar os dois íons altera suas energias cinéticas e potenciais. Observe que estamos supondo que os íons inicialmente estão em repouso e que eles continuarão em repouso quando estiverem infinitamente distantes.
Assim se determina a energia mínima necessária para separar os íons, sem alterar-lhes as energias cinéticas.
Como a energia potencial, quando os íons estão infinitamente distantes e zero, a energia W_{ext} exigida para separar os íons até uma distância infinita será o negativo da sua energia potencial quando eles estão a uma distância r.

a) Expressamos a energia necessária em termos do trabalho requerido por um agente externo para separar os íons**:**

$$W_{ext} = \Delta K + \Delta U = 0 - U_i = -\frac{kq^-q^+}{r} = \frac{-k(-e)e}{r} = \frac{ke^2}{r}$$

Note que a energia cinética no infinito é nula ($\Delta K = 0$), portanto fica somente a energia potencial (ΔU).

Na expressão encontrada de W*ext* substituímos os valores:

$$W_{ext} = \frac{(8{,}988x10^9 Nm^2/C^2)(1{,}602x10^{-19}C)^2}{2{,}8x10^{-10}m}$$

$$W_{ext} = (8{,}238x10^{-19}J)(\frac{1eV}{1{,}602x10^{-19}J})$$

$$W_{ext} = 5{,}14eV$$

b) Neste caso, sendo realizado um trabalho de afastamento dos íons com energia maior do que aquela que já afasta completamente os íons, é de se esperar que aquilo que ultrapasse tal energia, o excedente de energia, se converta em energia de movimento. Efetivamente, aplicando o teorema de trabalho-energia temos:

$$2W_{ext} = \Delta K + \Delta U = K_f - U_i$$

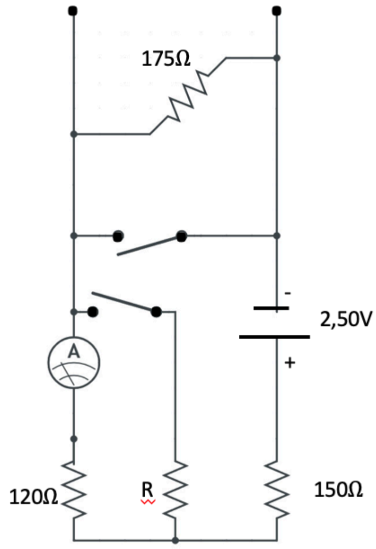
$$K_f = 2W_{ext} + U_i$$

Observe que K_f é a energia cinética dos íons quando eles se encontram infinitamente afastados.

Na parte (a) vimos que o $W_{ext} = -U_i$, logo substituímos essa igualdade em

$$K_f = 2W_{ext} + U_i = 2W_{ext} - W_{ext} = 5{,}14eV$$

Questão 2 (2,5 pontos) No circuito da figura, a leitura do amperímetro é a mesma quando ambos os interruptores estão abertos e quando ambos estão fechados. Qual é o valor da resistência desconhecida R?



<u>**Solução**</u>

Observe que, quando ambos interruptores estão fechados, o resistor de 175 Ω está em curto-circuito. Para o caso em que ambos os interruptores estão abertos, podemos aplicar as leis de Kirchhoff e encontrar a corrente I no resistor de 120 Ω.

Note também que quando os interruptores estão fechados, os resistores de 120 Ω e R estão em paralelo.

$$\varepsilon - (150\Omega)i - (120\Omega)I - (175\Omega)I = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon}{445\Omega} = \frac{2{,}50V}{445\Omega} \cong 5{,}62mA$$

A diferença de potencial entre o resistor de 120Ω e R, quando ambos os interruptores estão fechados é $(120\Omega)I_{120} = RI_R$ **..................(1)**

Aplicando novamente Kirchhoff, temos que $I_{total} = I_{120} + I_R \Rightarrow I_R = I_{total} - I_{120}$ sendo que o I_{total} é a corrente consumida desde a fonte quando ambos interruptores estão fechados.

Logo, substituindo em (1)

$(120\Omega)I_{120} = RI_R \Rightarrow (120\Omega)I_{120} = R(I_{total} - I_{120}) \Rightarrow I_{120} = \frac{R\, I_{total}}{R+120\Omega}$ **.................. (2)**

- A corrente I_{total} quando ambos interruptores estão fechados é $I_{total} = \frac{\varepsilon}{Req}$
- Observe também que a resistência equivalente Req quando ambos interruptores estão fechados é $Req = \frac{(120\Omega)R}{R+120\Omega} + 150\Omega$

Substituímos o Req em $I_{total} = \frac{\varepsilon}{Req} = \frac{2{,}5V}{\frac{(120\Omega)R}{R+120\Omega}+150\Omega}$ e aproveitamos essa expressão para determinar o I_{120} em (2)

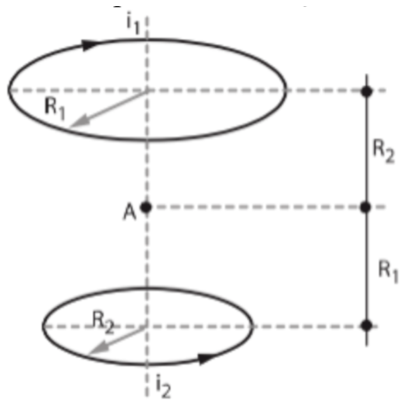
$$I_{120} = \frac{R}{R+120\Omega} \times \left(\frac{2{,}5V}{\frac{(120\Omega)R}{R+120\Omega} + 150\Omega}\right) = \frac{(2{,}5V)R}{(270\Omega)R + 18000\Omega^2}$$

Observe que a corrente que passa pela resistência de 120 Ω é 5,62mA.

Assim, $\frac{(2{,}5V)R}{(270\Omega)R+18000\Omega^2} = 5{,}62mA \Rightarrow R \cong 103\ \Omega$

Questão 3 (2,5 pontos)

Duas espiras de raios R1 e R2, estão colocadas horizontalmente conforme mostra a figura. Por elas circulam correntes i_1=2,5A, e i_2=8,5A. Sabendo que o campo resultante no ponto A é nulo, qual será a relação entre os raios R1, R2?



Solução

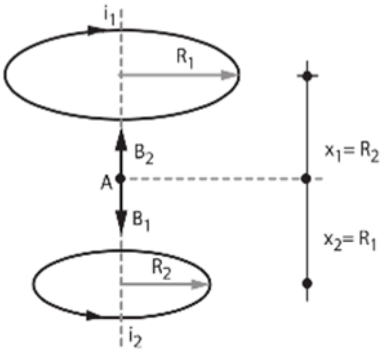


Figura 1

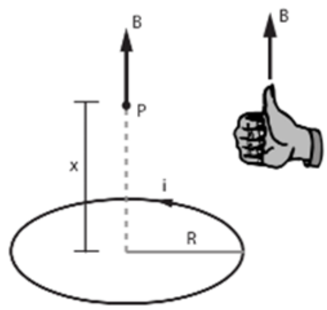


Figura 2

A lei de Biot-Savart, deduzida também por Ampere, disse que a parcela do campo magnético $d\vec{B}$ devido a um trecho infinitesimal $d\vec{l}$ do anel, por onde passa corrente I é dado por $d\vec{B} = \frac{\mu_o I dl \times sen\theta}{4\pi R^2}$, onde no centro do anel, o ângulo θ =90º. Além disso, usando o mesmo princípio, e a Lei de Biot-Savart para encontrar o campo magnético ao longo do eixo que passa pelo centro e é perpendicular ao plano do anel, obtém-se que $\vec{B}$ ao longo do eixo de um anel de corrente é dado por

$$B = \frac{\mu_o i R^2}{2\pi(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Utilizando a regra da mão direita, as figuras 1 e 2 mostram o sentido da corrente.

Utilizando a expressão acima, temos que os campos, para cada anel/espira, são:

$$B_1 = \frac{\mu_o i {R_1}^2}{2\pi({R_1}^2 + {R_2}^2)^{3/2}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_o i {R_2}^2}{2\pi({R_2}^2 + {R_1}^2)^{3/2}}$$

Logo, segundo enunciado o campo no ponto A é nulo, portanto temos: B_1=B_2

$$\frac{\mu_o i_1 {R_1}^2}{2\pi({R_1}^2 + {R_2}^2)^{3/2}} = \frac{\mu_o i_2 {R_2}^2}{2\pi({R_2}^2 + {R_1}^2)^{3/2}}$$

$$i_1 {R_1}^2 = i_2 {R_2}^2$$

$$2{,}5A \times {R_1}^2 = 8{,}5A \times {R_2}^2$$

$$R_1{}^2 = \frac{17}{5} R_2{}^2$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{17}{5}}$$

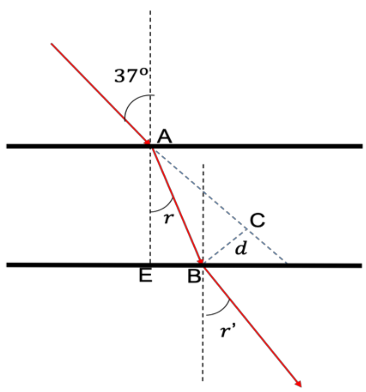
Questão 4 (2,5 pontos) Na aula de física você e seus colegas realizam um experimento sobre corrente elétrica. Antes de iniciar o experimento, o professor chama a atenção sobre a questão da segurança. Ele lembra que para medir a tensão em um resistor, você deveria conectar um voltímetro em paralelo com o resistor. Já para medir a corrente em um resistor, você deveria colocar um amperímetro em serie com ele. Ele também chama a atenção que a conexão de um voltímetro em serie com um resistor não servirá para medir a tensão no resistor e que isto não causará qualquer dano ao circuito ou ao instrumento. Mas ele lembra que conectar um amperímetro em paralelo com um resistor não servirá para medir a corrente no resistor, mas que isso pode causar danos significativos ao circuito e ao instrumento. Explique por que a conexão de um voltímetro em serie a um resistor não causa danos, enquanto a conexão de um amperímetro em paralelo com um resistor pode causar danos significativos?

<u>Solução</u>

Devido à alta resistência do voltímetro, se você conectar um voltímetro em série com um elemento do circuito, a corrente, tanto no voltímetro quanto no restante do circuito, será muito pequena. Isso significa que há poucas chances de aquecer o voltímetro e causar danos. No entanto, devido à baixa resistência do amperímetro, se você conectar um amperímetro em paralelo com um elemento do circuito, a corrente, tanto no amperímetro quanto no circuito inteiro, excluindo quaisquer elementos em paralelo com o amperímetro, será muito grande. Isso significa que há uma boa chance de ocorrer superaquecimento e sobrevirem danos, talvez até um incêndio. Por esta razão, os amperímetros são frequentemente equipados com fusíveis ou disjuntores.

Questão 5 (Anulada!) Uma lâmina de vidro de faces planas e paralelas localizada no ar, tem uma espessura de 14,25cm e um índice de refração de 1,5. Se um raio de luz monocromática incide na face superior do vidro com um ângulo de 37º. Determine (a) (0,5 pontos) O valor do ângulo no interior da lâmina e o ângulo emergente. (b) (0,5 pontos) O deslocamento lateral do raio incidente ao atravessar a lâmina.

<u>Solução</u>



(a) Pela lei de Snell

$n_1 . \sin \alpha_i = n_2 . \sin \alpha_r$

$1 . \sin(37^o) = 1{,}5 . \sin \alpha_r \Rightarrow \sin \alpha_r = \frac{0{,}6}{1{,}5} \cong 0{,}4 \Rightarrow \alpha_r \cong 23{,}58^o$

Sabemos que o ângulo de incidência em uma lâmina de vidro de faces planas e paralelas será igual ao ângulo emergente. Para confirmar isso aplicamos novamente a lei de Snell

$1{,}5 . \sin(23{,}58^o) = 1 . \sin \alpha_{r\prime} \Rightarrow \sin \alpha_{r\prime} = 0{,}6004 \Rightarrow \alpha_{r\prime} \cong 37^o$

(b) A partir do triângulo AEB podemos determinar AB (ver figura acima)

$$\cos \alpha_r = \frac{AE}{AB} \Rightarrow AB = \frac{14{,}25cm}{\cos(23{,}58^o)} \cong 15{,}55cm$$

Logo, no triângulo formado pelos pontos ABC, segundo a figura acima, podemos determinar o deslocamento do raio d:

O ângulo de A será igual a $37^o - 23{,}58^o = 13{,}42^o$

Assim,

$$\sin(13{,}42^o) = \frac{d}{AB} \Rightarrow d = AB \times \sin(13{,}42^o) = 15{,}55 \times \sin(13{,}42^o) \cong 3{,}6cm$$