Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior à Distância

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

2ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2016.2

Nome: ____________________________________ Pólo: ____________

Questão 1 (2,0 pontos): Em uma unidade de cloreto de potássio, a distância entre o íon potássio (K^+) e o íon cloro (Cl^-) é $2{,}80 \times 10^{-10}$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?

<u>Solução</u>

O trabalho realizado, por um agente externo, para separar os dois íons altera suas energias cinéticas e potenciais. Observe que estamos assumindo que os íons inicialmente estão em repouso e que eles continuarão em repouso quando estejam infinitamente distantes.

Devido à energia potencial, quando eles estão infinitamente distantes, também é zero, a energia W_{ext} exigida para separar os íons de uma distância infinita será o negativo da sua energia potencial quando eles estão a uma distância maior de r.

a) Expressamos a energia necessária, para separar os íons, em termos do trabalho requerido por um agente externo para realizar esta separação:

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

Substituindo pelos valores numéricos temos:

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

$$W_{ext} = (8{,}238 \times 10^{-19}J)(\frac{1eV}{1{,}602 \times 10^{-19}J})$$

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

b) Aplicando o teorema de trabalho-energia no sistema de íons temos:

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

O K_f é a energia cinética dos íons quando eles se encontram afastados a uma distância infinita.

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

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

Questão 2 (2,0 pontos): João deve resolver um problema de capacitância usando um dielétrico em um capacitor de placas paralelas. O capacitor (de placas paralelas) tem placas quadradas com lados de 0,15m de comprimento e uma separação d=5,0mm. Uma lâmina dielétrica de constante k=2,0 tem dimensões de 0,15mx0,15mx5,0mm.

Determine: a) Qual será a capacitância sem o dielétrico? B) Qual é a capacitância se o dielétrico preencher o espaço entre as placas? C) Qual será a capacitância se uma lamina dielétrica com dimensões 10cmx10cmx3,0mm for inserida no espaçamento de 5,0mm?

Solução

a) Se não há dielétrico, a carga Q do capacitor pode ser determinada a partir da capacitância, ou seja:

$$C_o = \epsilon_o \frac{A}{d} = \frac{(8{,}85pF/m)(0{,}15m)^2}{0{,}005m} = 39{,}82pF$$

b) Para este caso, pede preencher com um material de constante dielétrica k, fazendo que sua capacitância aumente por um fator k, ou seja:

$$C = kC_o = 2{,}0 \times 39{,}82pF = 79{,}64pF$$

c) Mantemos o capacitor eletricamente isolado, mantendo a carga constante quando as lâminas dielétricas são inseridas ou removidas. Note que a capacitância está relacionada à carga Qo e à nova diferença de potencial V ou seja $C = \frac{Qo}{V}$

Logo, ao inserir a lâmina de 3,00mm de espessura, a diferença de potencial V no espaçamento total é a diferença de potencial na porção vazia do espaçamento mais a diferença de potencial na lâmina dielétrica:

$$V = V_{esp} + V_{lâmina} = E_{esp}\left(\frac{2}{5}d\right) + E_{lâmina}\left(\frac{3}{5}d\right)$$

Note que a intensidade do campo E_{esp} no espaçamento vazio é σ_o/ϵ_o, onde $\sigma_o = \frac{Qo}{A}$. Esta é mesma que a intensidade do campo E_o quando não existe dielétrico entre as placas: $E_{esp} = E_o = \frac{\sigma_o}{\epsilon_o} = \frac{Q_o}{\epsilon_o A}$ e para o caso do $E_{lâmina}$ será igual a $\frac{Q_o}{\epsilon_o A_{lâmina}}$. Note também que o campo na lâmina dielétrica diminui por um fator k^{-1}, ou seja, $E_{lâmina} = \frac{\frac{Q_o}{\epsilon_o A_{lâmina}}}{k}$.

Assim ao substituir os resultados dos campos E_{esp} e $E_{lâmina}$ obtemos V em termos de k. Observe também que a diferença de potencial quando não há dielétrico entre as placas é $V_o = E_o d$

$$V = E_o d_{esp} + E_{lâmina} d_{lâmina} = \frac{Q_o}{\epsilon_o A}\left(\frac{2}{5}d\right) + \frac{\frac{Q_o}{\epsilon_o A_{lâmina}}}{k}\left(\frac{3}{5}d\right)$$

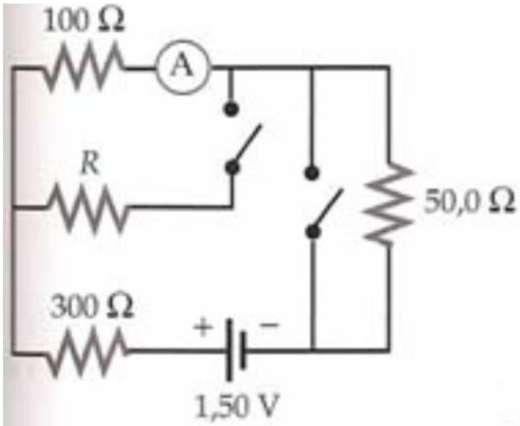
Finalmente, usando $C = \frac{Qo}{V}$, encontramos a nova capacitância em termos da capacitância original $C = \frac{Qo}{Vo}$

$$C = \frac{Qo}{V} = \frac{\cancel{Qo}}{\frac{\cancel{Q_o}}{\epsilon_o A}\left(\frac{2}{5}d\right) + \frac{\cancel{Q_o}k}{\epsilon_o A_{lâmina}}\left(\frac{3}{5}d\right)}$$

$$C = \frac{5 \times \epsilon_o \times A \times A_{lâmina} \times k}{2dA_{lâmina}k + 3dA}$$

$$C = \frac{5 \times (8{,}85pF/m)(0{,}15m)^2(0{,}10m)^2 \times 2}{5 \times 10^{-3}(2 \times 0{,}01 \times 2 + 3 \times 0{,}0225)} \cong 37pF$$

Questão 3 (2,0 pontos): No circuito da figura abaixo, 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?



Solução

Observe que quando ambos interruptores estão fechados, o resistor de 50,0Ω está em curto-circuito. Para o caso em que ambos os interruptores estão abertos, podemos aplicar as leis de kirchhoff's e encontrar a corrente I no resistor de 100Ω.

Note também que quando os interruptores estão fechados, os resistores de 100Ω e R estão em paralelo.

$$\varepsilon - (300\Omega)I - (100\Omega)I - (50\Omega)I = 0$$
$$I = \frac{\varepsilon}{450\Omega} = \frac{1{,}50V}{450\Omega} = \mathbf{3,33mA}$$

Logo, relacionando a diferença de potencial entre o resistor de 100Ω e R quando ambos interruptores estão fechados temos:

$$(100\Omega)I_{100} = RI_R \text{ ....(1)}$$

Aplicando novamente kirchoff's, temos que $I_{total} = I_{100} + I_R$ ==> $I_R = I_{total} - I_{100}$ sendo que o I_{total} é a corrente consumida desde a fonte quando ambos interruptores estão fechados.

Logo, substituindo em (1): $(100\Omega)I_{100} = RI_R$ ➔ $(100\Omega)I_{100} = R(I_{total} - I_{100})$ ➔

$$I_{100} = \frac{R\, I_{total}}{R+100\Omega} \text{ .... (2)}$$

- Expressamos a corrente I_{total} quando ambos interruptores estão fechados
  $I_{total} = \frac{\varepsilon}{Req}$
- Observe também que a resistência equivalente Req quando ambos interruptores estão fechados é $Req = \frac{(100\Omega)R}{R+100\Omega} + 300\Omega$

Novamente, substituímos o Req em $I_{total} = \frac{\varepsilon}{Req} = \frac{1{,}5V}{\frac{(100\Omega)R}{R+100\Omega}+300\Omega}$ e aproveitamos essa expressão para determinar o I_{100} em (2)

$$I_{100} = \frac{R}{R+100\Omega}\left(\frac{1{,}5V}{\frac{(100\Omega)R}{R+100\Omega}+300\Omega}\right) = \frac{(1{,}5V)R}{(400\Omega)R + 30{,}000\Omega^2}$$

Observe que a corrente que passa pela resistência de 100 Ω é 3,33mA.

Assim, $\frac{(1{,}5V)R}{(400\Omega)R+30{,}000\Omega^2} = 3{,}33\text{mA}$ ➔ R=600 Ω

Questão 4 (2,0 pontos): Um fio conduzindo corrente tem o formato de um triângulo equilátero com 0,08m de lado. O triângulo está no plano z=0. O fio conduz uma corrente de 2,5A. Qual é a magnitude do torque no fio se ele está em uma região com um campo magnético uniforme de intensidade igual a 0,30T e aponta a) na direção +z e b) na direção +x?

Solução

Para solucionar o problema utilizamos $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ para encontrar o torque no triângulo equilátero nas duas orientações do campo magnético.

Logo, utilizando o momento magnético temos $\vec{\mu} = \pm IA\hat{k}$

Lembremos que a área de um triângulo é $A = \frac{1}{2}\text{base} \times \text{altura}$ e de um triângulo equilátero é $\frac{1}{2}(L)\left(\frac{\sqrt{3}L}{2}\right) = \frac{\sqrt{3}L^2}{4}$. Este último resultado é substituído na área do momento magnético, ou seja, $\vec{\mu} = \pm I\frac{\sqrt{3}L^2}{4}\hat{k}$

a) Avaliando $\vec{\tau}$ para $\vec{B}$ na direção +z

$$\vec{\tau} = \pm I\frac{\sqrt{3}L^2}{4}\hat{k} \times \vec{B}\hat{k} = \pm\frac{\sqrt{3}L^2 IB}{4}(\hat{k} \times \hat{k}) = 0$$

b) Avaliando $\vec{\tau}$ para $\vec{B}$ na direção +x

$$\vec{\tau} = \pm I\frac{\sqrt{3}L^2}{4}\hat{k} \times \vec{B}\hat{\imath} = \pm\frac{\sqrt{3}L^2 IB}{4}(\hat{k} \times \hat{\imath}) = \pm\frac{\sqrt{3}(0{,}08m)^2(2{,}5A)(0{,}3T)}{4}\hat{\jmath}$$

$$\vec{\tau} = \pm\left(2{,}1 \times 10^{-3}Nm\right)\hat{\jmath}$$

$$\vec{\tau} = 2{,}1 \times 10^{-3}Nm$$

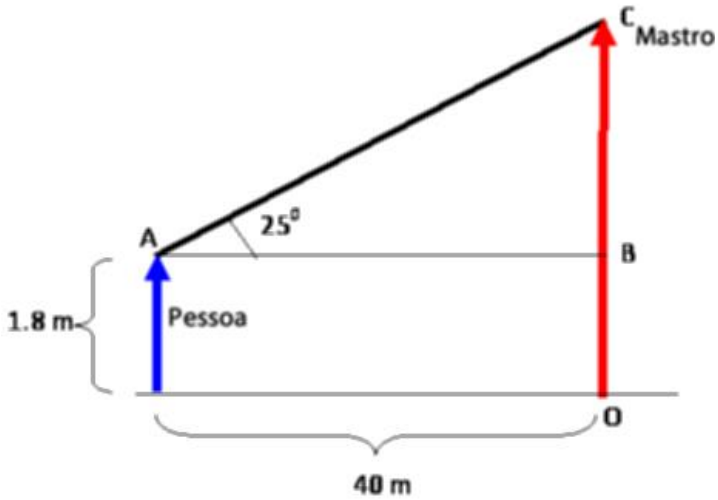
Questão 5 (2,0 pontos):

a) Uma pessoa está a 40m de uma haste de bandeira. Com um transferidor ao nível dos olhos, ele encontra o ângulo no topo do mastro da bandeira com a horizontal que é de 25º. Qual é a altura do mastro da bandeira? Considere que a distância entre seus pés e olhos é de 1,8 m.

b) A frequência da luz amarela é $5{,}1\text{x}10^{14}$Hz . Encontre o comprimento de onda da luz amarela, sendo que a velocidade da luz é $3\text{x}10^{8}$m/s.

Solução

a) A imagem abaixo ilustra o problema em questão. Mostra-se o ângulo de 25 graus, a altura da pessoa e a distância entre a pessoa e o mastro, sendo AB=40m.



Observe que a partir do triângulo retângulo ABC podemos encontrar a distância BC, pois conhecemos o ângulo e sabemos a distância, assim

$$\text{CB} = \text{ABtan}(25^o) = 40 \times \tan(25^o) \cong 18{,}65\text{m}$$

Logo, sabemos que a distância OB é igual à altura da pessoa (que é 1,8 m), assim podemos encontrar toda a altura da haste:

$$Altura_{haste} = OC = OB + CB = 1{,}8 + 18{,}6 = 20{,}4m$$

b) Neste problema precisamos usar a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade da luz (onda):

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

Substituindo temos: $\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3\times 10^{8}}{5{,}1\times 10^{14}} = 5{,}88 \times 10^{-7} \times 10^{9} nm = 588 nm$