

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
2ª Avaliação à Distância de Física para Computação - 2013/I
Gabarito

21 de maio de 2013

1ª Questão

- (a) (1,0 ponto) Calcule o campo elétrico no ponto P da Figura 1.
(b) (1,0 ponto) Faça $q_1 = 3,0nC$ e $q_2 = 2,0nC$ e calcule o valor numérico do campo.

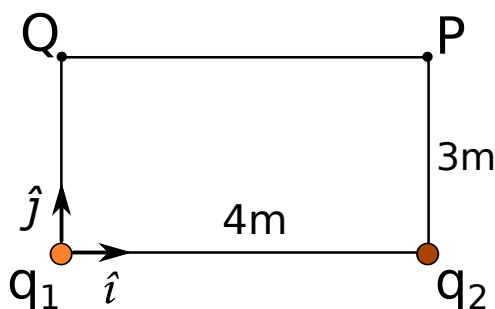


Figura 1:

Resposta:

- (a) Sabemos que o campo elétrico é dado por

$$\mathbf{E} = k \sum \frac{q_i}{r_i^2} \hat{\mathbf{r}}_i.$$

Observando que $\frac{\hat{\mathbf{r}}}{r^2} = \frac{\mathbf{r}}{r^3}$, obtemos:

$$\mathbf{E} = k \frac{q_1(4m\hat{\mathbf{i}} + 3m\hat{\mathbf{j}})}{(5m)^3} + k \frac{q_2 3m\hat{\mathbf{j}}}{(3m)^3} = k \frac{q_1(4\hat{\mathbf{i}} + 3\hat{\mathbf{j}})}{125m^2} + k \frac{q_2\hat{\mathbf{j}}}{9m^2}.$$

- (b) [Corrigida] [Corrigida] Substituindo os valores numéricos, obtemos:

$$\mathbf{E} = 9,0 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \left[\frac{3,0 \times 10^{-9} C(4\hat{\mathbf{i}} + 3\hat{\mathbf{j}})}{125m^2} + \frac{2,0 \times 10^{-9} C\hat{\mathbf{j}}}{9m^2} \right] = 9,0 \frac{N}{C} \left[\frac{12\hat{\mathbf{i}} + 9\hat{\mathbf{j}}}{125} + \frac{2\hat{\mathbf{j}}}{9} \right] = (0,86\hat{\mathbf{i}} + 2,7\hat{\mathbf{j}}) \frac{N}{C}.$$

2ª Questão

(a) (1,0 ponto) Encontre a capacitância equivalente do conjunto de capacitores mostrado na Figura 2, considerando que aplicamos uma diferença de potencial V . Os valores das capacitâncias são: $C_1 = 7,0 \mu F$, $C_2 = 9,0 \mu F$ e $C_3 = 4,0 \mu F$.

(b) (1,0 ponto) A diferença de potencial aplicada ao circuito da Figura 2 é $V = 12,0V$. Qual é a carga de C_1 ?

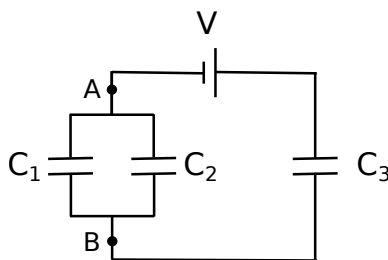


Figura 2:

Resposta:

(a) Os capacitores 1 e 2 estão ligados em paralelo entre si, então existe a mesma ddp entre as placas de um e de outro. A capacitância equivalente C_{12} dos dois capacitores é então:

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 7,0\mu F + 9,0\mu F = 16,0\mu F$$

Assim, podemos substituir o arranjo dos capacitores 1 e 2 no circuito, entre os pontos A e B, por um único capacitor de capacitância C_{12} . Esse novo capacitor 12 está ligado em série com o capacitor 3, portanto podemos substituí-los por um capacitor equivalente C_{123} :

$$\frac{1}{C_{123}} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{16,0\mu F} + \frac{1}{4,0\mu F} = 0,31\mu F^{-1}$$

$$C_{123} = \frac{1}{3,1\mu F^{-1}} = 3,2\mu F$$

(b) Vamos usar os capacitores equivalentes encontrados na letra (a) para resolver o problema. Se o circuito fosse formado apenas pelo capacitor equivalente C_{123} , com a ddp $V = 12,0V$ teríamos:

$$q_{123} = C_{123}V = (3,2\mu F)(12,0V) = 38,4\mu C$$

Capacitores em série têm a mesma carga, portanto C_{12} e C_3 (que em série são equivalentes a C_{123}) devem ter a mesma carga que C_{123} . Assim, $q_{12} = q_{123} = 38,4\mu C$. Usando novamente a definição de capacitância, podemos achar a ddp nos terminais do capacitor equivalente C_{12} (entre os pontos A e B):

$$V_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{38,4\mu C}{16,0\mu F} = 2,4V$$

Os capacitores 1 e 2 têm a mesma ddp entre suas placas que capacitor C_{12} , portanto a ddp nos terminais do capacitor 1 é $V_1 = V_{12} = 2,4V$. Assim podemos encontrar a carga no capacitor 1:

$$q_1 = C_1 V_1 = (7,0\mu F)(2,4V) = 16,8\mu C$$

3ª Questão

Uma espira condutora em forma de circunferência e de resistência R encontra-se numa região onde há um campo magnético que varia com o tempo. A direção do campo magnético é fixa e perpendicular à espira como mostra a Figura 3, mas sua intensidade varia periodicamente.

(a) (1,0 ponto) Determine o sentido (horário ou anti-horário) da corrente induzida na espira quando o campo está crescendo.

(b) (1,0 ponto) Se o campo variar com o dobro da frequência (duas vezes mais rápido), o que acontecerá com a corrente induzida?

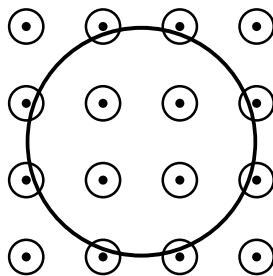


Figura 3:

Resposta:

(a) Para manter o fluxo de campo magnético constante na espira a corrente induzida será no sentido horário, gerando um campo que aponta para dentro do plano do papel, contrabalançando o campo externo crescente.

(b) Se o fluxo variar duas vezes mais rápido, a força eletromotriz induzida será duas vezes maior. Como $\mathcal{E}_{ind} = Ri$, e a resistência da espira não muda, a corrente induzida será duas vezes maior também.

4ª Questão

Considere um anteparo com duas fendas sendo iluminado por um feixe de luz monocromática de comprimento de onda λ , mostrado na Figura 4. A distância entre a fenda A e um ponto P no anteparo é \overline{AP} , e a distância entre a fenda B e o ponto P é \overline{BP} .

(a) (1,0 ponto) Qual a condição sobre \overline{AP} e \overline{BP} para que haja interferência destrutiva no ponto P ? (Pense na diferença entre os caminhos).

(b) (1,0 ponto) Desenhe o perfil de intensidade que se forma no anteparo. Explique qualitativamente o que causa esse perfil.

Resposta:

(a) Para que a interferência seja destrutiva, é preciso que a diferença entre os caminhos percorridos partindo de A e de B seja um múltiplo ímpar de metade do comprimento de onda (ou um múltiplo qualquer do comprimento de onda mais meio comprimento de onda). $\overline{BP} - \overline{AP} = (n + \frac{1}{2}) \lambda$. Isso faz com que a diferença

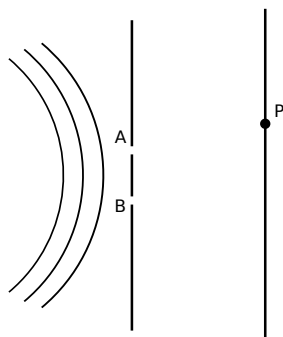


Figura 4:

de fase entre as ondas vindo de A e de B seja de meio comprimento de onda, superpondo os picos de uma com os vales da outra, e causando a interferência destrutiva.

(b) O perfil alterna pontos de alta intensidade com pontos de baixa intensidade pois para cada ponto a distância relativa $\overline{BP} - \overline{AP}$ varia, gerando fases relativas diferentes. Os pontos de intensidade zero são os de interferência perfeitamente destrutiva, e os pontos de máximo são os de interferência perfeitamente construtiva.

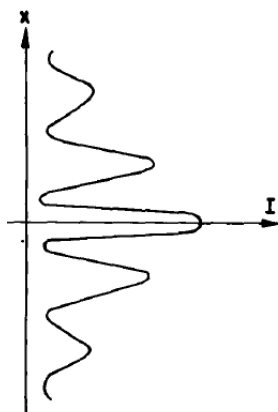


Figura 5:

5ª Questão

O efeito fotoelétrico é um fenômeno de interação entre luz e matéria onde um fóton, ao transmitir sua energia para um material, possibilita que elétrons desse material vençam o potencial de ligação, e sejam ejetados.

(a) (1,0 ponto) Escreva a fórmula que relaciona a energia cinética do elétron K_e depois da absorção de um fóton, a energia $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ do fóton e a função trabalho ϕ (energia de ligação) do elétron. Explique por que essa fórmula tem a forma que tem.

(b) (1,0 ponto) Desenhe um gráfico representando essa fórmula onde o eixo y representa a energia cinética

do elétron K_e e o eixo x representa a frequência f do fóton. Interprete o significado do ponto de limiar f_0 , onde $K_e = 0$. O que acontece se muitos fótons de frequência $f < f_0$ incidem sobre o material? Os elétrons são arrancados?

Resposta:

(a) A fórmula é $hf = K_e + \phi$ ou $K_e = hf - \phi$, e representa a conservação da energia durante a interação. A energia inicial do fóton $E = hf$ vai em parte servir para vencer o potencial de ligação ϕ e se ainda houver energia restante, ela contribui para a energia cinética do elétron. Nesse caso, consideramos que nenhuma energia se perde por outros processos.

(b) No ponto f_0 temos que $K_e = 0$ porque a energia do fóton nesse ponto é $E = hf_0 = \phi$, e só consegue vencer a energia potencial, mas não sobra energia para dar velocidade ao elétron. Esse é o ponto de limiar pois abaixo dele, não é possível arrancar elétrons do material. Isso quer dizer que mesmo com muitos fótons de frequência menor do que f_0 , não poderemos arrancar nenhum fóton, pois cada elétron só absorve um fóton, e se a energia não for suficiente para libertá-lo, ele permanece preso ao material.

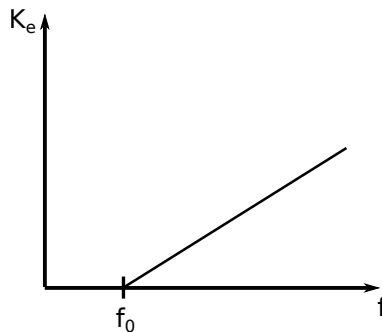


Figura 6: