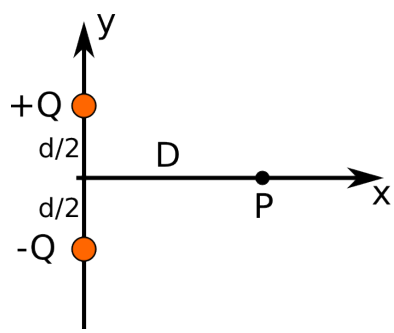
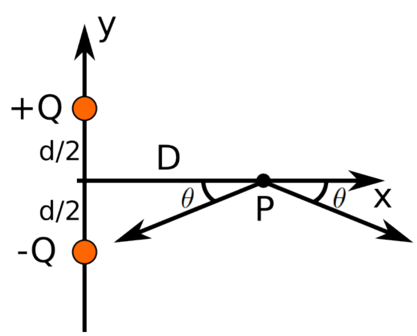
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
2^a Avaliação à Distância de Física para Computação - 2016/I

1. (2,0 pontos) Calcule o vetor campo elétrico (as componentes x, y e z) no ponto P da figura abaixo, que está a uma distância D=10m do eixo y, gerado pelas duas cargas +Q e -Q, onde Q=5,0nC e a distância entre as cargas é d=5m.



Resposta:



Por causa da simetria do problema (cargas de mesmo módulo e a distâncias iguais do ponto P), as projeções no eixo x dos campos elétricos de +Q e -Q vão se cancelar, e as projeções no eixo y vão se somar. O valor do módulo do campo de qualquer uma dessas cargas no ponto P é dado por:

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\frac{1}{[D^2 + (d/2)^2]} \tag{1}$$

O campo total no ponto P aponta somente na direção negativa do eixo y, portanto $E_x = E_z = 0$. A componente y é dada por:

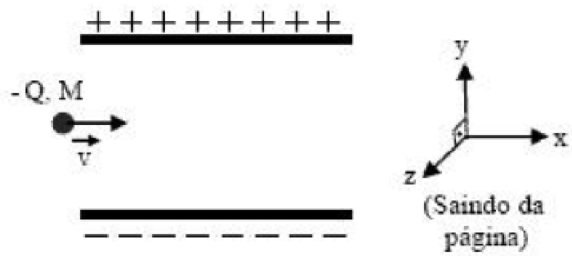
$$E_y = 2E\,\text{sen}\,\theta = 2\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\frac{1}{[D^2 + (d/2)^2]}\frac{d/2}{\sqrt{D^2 + (d/2)^2}} = \frac{Qd}{4\pi\epsilon_0[D^2 + (d/2)^2]^{3/2}} \tag{2}$$

Substituindo os valores dados, temos que:

$$E_y = \frac{9 \times 10^9 Nm^2/C^2 \times 5,0 \times 10^{-9} C \times 5m}{[(10m)^2 + (2,5m)^2]^{3/2}} \simeq 0,205 N/C \tag{3}$$

E o campo no ponto P é dado por $\overrightarrow{E} = -0,205\hat{\boldsymbol{\jmath}}$

2. Uma partícula de massa M e carga elétrica negativa -Q é lançada, no vácuo, com velocidade v=90m/s, paralela às placas de um capacitor plano com o ilustrado na figura abaixo. Desprezando-se os efeitos de borda e a ação da força gravitacional, faça o que se pede:



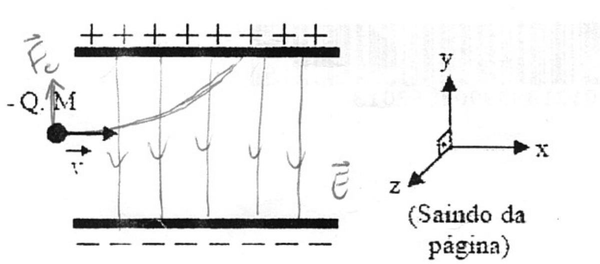
(a) (0,5 ponto) Ilustre, na figura acima, a trajetória da partícula, após entrar na região entre as placas.

(b) (0,5 ponto) Qual deve ser a direção e o sentido de um campo magnético, aplicado na região entre as placas, para que a partícula siga uma trajetória retilínea. Utilize na sua resposta o sistema de eixos mostrado na figura.

(c) (1,0 ponto) Sabendo que o módulo do campo elétrico na região entre as duas placas é E=4,5N/C, calcule o módulo do campo magnético necessário para que a trajetória seja retilínea.

Resposta:

(a) A trajetória será uma parábola de acordo com o desenho abaixo, já que na direção x o movimento é uniforme e na direção y ele será acelerado para cima pelo efeito do campo elétrico.



(b) O campo magnético deve ter a direção do eixo z no sentido negativo (para dentro da página). Assim, pela regra da mão direita e lembrando que para cargas negativas a força tem o sentido oposto, o campo B na direção z negativo provoca uma força magenética apontando para baixo (y negativo) e ela pode então compensar a força elétrica.

(c) Para que a trajetória seja retilínea, as forças elétrica e magnética sobre a partícula devem se cancelar, portanto devem ter o mesmo módulo e sentidos opostos. O módulo da força elétrica é $F_e = qE$ e o módulo da força magnética (quando v e B são perpendiculares) é $F_m = qvB$. Portanto:

$$qE = qvB \tag{4}$$

$$B = \frac{E}{v} \tag{5}$$

Substituindo os valores do enunciado, temos:

$$B = \frac{4,5N/C}{90m/s} = 5 \times 10^{-2}\ T \tag{6}$$

3. Uma moeda de níquel tem massa de 5,8g.

(a) (1,0 ponto) Calcule quantos elétrons a moeda tem, e qual é a carga neles contida.

(b) (1,0 ponto) Se todas as cargas positivas da moeda fossem separadas das cargas negativas, e os dois pacotes fossem separados de 1,0 km, qual seria o módulo da força entre eles?

Dados:
n° atômico do níquel: 28
massa atômica do níquel: 58,7 u

Resposta:

(a) A massa atômica de cada elemento expressa em u tem o mesmo valor que a massa molar expressa em gramas. A massa molar é o valor da massa em gramas de 1 mol de átomos desse elemento. Então, fazendo uma regra de 3, podemos encontrar o número de átomos numa moeda de 5,8g:

$$\frac{n_a}{5,8g} = \frac{6,02 \times 10^{23}}{58,7g} \tag{7}$$

$$n_a = 0,099 \times 6,02 \times 10^{23} \simeq 6,0 \times 10^{22} \tag{8}$$

Cada átomo de níquel tem 28 prótons e 28 elétrons, portanto o número de elétrons na moeda é:

$$n_e = 28n_a = 28 \times 6,0 \times 10^{22} = 168 \times 10^{22} \tag{9}$$

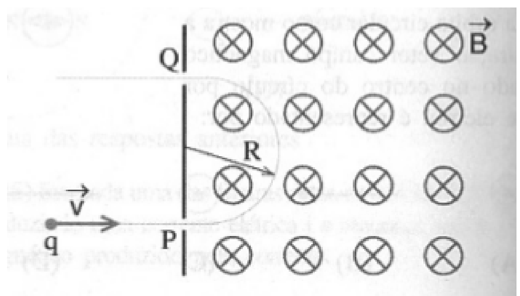
Como cada elétron tem uma carga que vale $-1,6 \times 10^{-19}$C, a carga total do conjunto de elétrons é:

$$Q_e = -1,6 \times 10^{-19}C \times 168 \times 10^{22} \simeq -2,7 \times 10^{5}C \tag{10}$$

(b) Como o número de prótons é o mesmo que o número de elétrons, e suas cargas têm o mesmo módulo, o conjunto de cargas positivas tem carga total $Q_p = 2,7 \times 10^5 C$. Então o módulo da força entre esses dois pacotes de carga, se fossem separados de 1,0km, seria de:

$$F = \frac{k|Q_e||Q_p|}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 Nm^2/C^2 \times (2,7 \times 10^5 C)^2}{(10^3 m)^2} = 6,5 \times 10^{14} N \qquad (11)$$

4. Uma partícula de massa m, carregada com carga elétrica q, penetra com velocidade v numa região do espaço onde existe um campo magnético uniforme B, cujas linhas de força são perpendiculares a v, de acordo com a figura abaixo.



(a) (1,0 ponto) Obtenha o raio da trajetória semicircular da partícula em função de q, v, B e m.

(b) (1,0 ponto) Calcule o trabalho realizado pela força magnética atuando sobre a partícula, quando esta se desloca de P para Q. Justifique sua resposta.

Resposta:

(a) A força magnética (de módulo $F_m = qvB$) atua como uma força centrípeta, pois é sempre perpendicular à velocidade da partícula. Assim, ela causa uma aceleração centrípeta $a_c = \frac{v^2}{R}$, onde R é o raio da trajetória. Usando a 2ª Lei de Newton, temos:

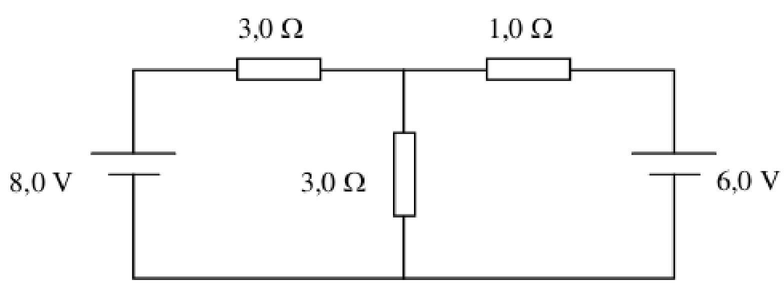
$$F_m = ma_c \tag{12}$$
$$qvB = m\frac{v^2}{R}$$
$$qB = m\frac{v}{R}$$
$$R = \frac{mv}{qB} \tag{13}$$

(b) O trabalho realizado por qualquer força é dado por:

$$W = \int \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

Portanto, no caso do deslocamento da partícula ser perpendicular à força, o produto escalar da força pelo deslocamento é nulo, e assim o trabalho realizado por essa força é nulo. Como a força magnética é sempre perpendicular ao deslocamento da partícula, ela nunca realiza trabalho.

5. (2,0 pontos) Calcule a energia dissipada a cada 1,5 s no resistor de 1,0 Ω do circuito representado abaixo.



Resposta:

Usando a lei das malhas e chamando de i_1 a corrente no sentido anti-horário da malha da direita, e de i_2 a corrente no sentido horário da malha da esquerda, temos as seguintes equações para as duas malhas:

$$6,0 - 1,0i_1 - 3,0i_1 - 3,0i_2 = 0 \tag{14}$$
$$8,0 - 3,0i_2 - 3,0i_2 - 3,0i_1 = 0 \tag{15}$$

Arrumando os termos, temos o seguinte sistema:

$$4i_1 + 3i_1 = 6 \tag{16}$$
$$3i_1 + 6i_2 = 8 \tag{17}$$

Multiplicando a segunda equação por 2, e subtraindo uma da outra, temos:

$$5i_1 = 4$$
$$i_1 = \frac{4}{5}A = 0,8A \tag{18}$$

Como essa é a corrente que passa pelo resistor de 1,0Ω,a potência dissipada por esse resistor é:

$$P = Vi_1 = Ri_1^2 = 1,0 \times (0,8)^2 = 0,64W = 0,64J/s \tag{19}$$

Então a energia dissipada em 1,5 s é 0,96J.