



NESSE CADERNO, VOCÊ ENCONTRARÁ OS SEGUINTESS ASSUNTOS:

CAPÍTULO 4 – FORÇA MAGNÉTICA	3
Definição	3
Novos Aspectos da Força Magnética	4
Condutores Paralelos	5

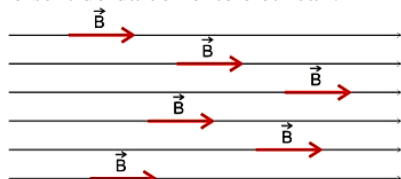


CAPÍTULO 4 – FORÇA MAGNÉTICA

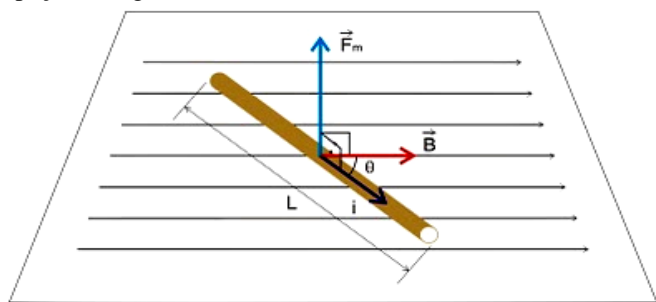
1 – DEFINIÇÃO

Todo condutor percorrido por corrente elétrica e imerso num campo magnético fica, em geral, sujeito a uma força F_m , denominada força magnética.

Vamos dar as características da força magnética F_m que age num condutor retilíneo, de comprimento L , percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i e imerso num campo magnético uniforme B . Seja θ o ângulo entre B e o condutor, orientado no sentido da corrente elétrica i .



Campo magnético uniforme (B) é o mesmo em todos os pontos. As linhas de indução são retas paralelas igualmente espaçadas e igualmente orientadas.

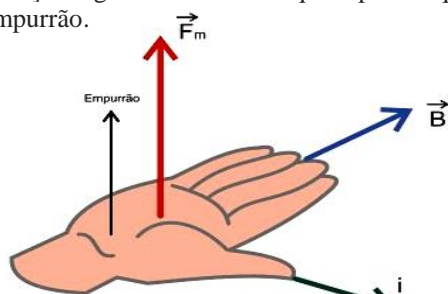


Força magnética F_m que age num condutor reto de comprimento L , percorrido por corrente elétrica de intensidade i e imerso num campo magnético uniforme B .

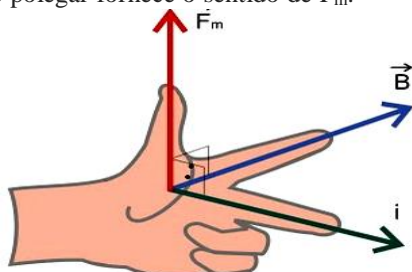
Características da F_m :

Direção: da reta perpendicular a B e ao condutor.

Sentido: determinado pela regra da mão direita número 2. Disponha a mão direita espalmada com os quatro dedos lado a lado e o polegar levantado. Coloque o polegar no sentido da corrente elétrica i e os demais dedos no sentido do vetor B . O sentido da força magnética F_m seria aquele para o qual a mão daria um empurrão.



Observação: O sentido da força magnética pode também ser determinado pela regra da mão esquerda. Os dedos da mão esquerda são dispostos conforme a figura abaixo: o dedo indicador é colocado no sentido de B , o dedo médio no sentido de i . O dedo polegar fornece o sentido de F_m .



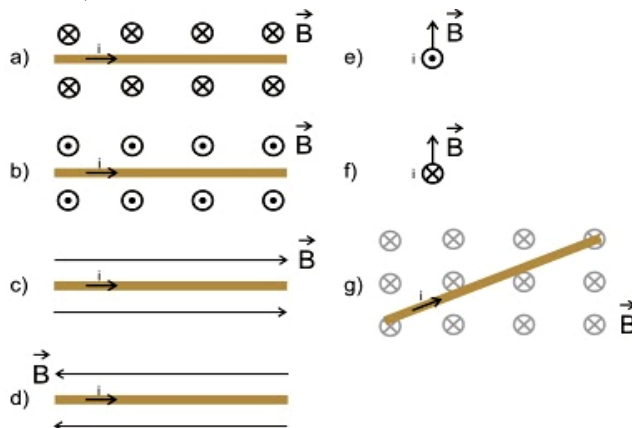
Intensidade: a intensidade da força magnética F_m depende da intensidade do vetor campo magnético B , da intensidade da corrente elétrica i , do comprimento L do condutor e do ângulo θ entre B e i . É dada por:

$$F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta$$

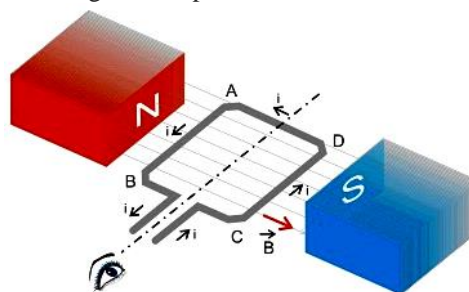
Observe que no caso em que o condutor é disposto paralelamente às linhas de indução, isto é, $\theta = 0$ ou $\theta = 180^\circ$, a força magnética é nula.

DESENVOLVENDO COMPETÊNCIAS

1) Aplicando a regra da mão direita número 2, represente a força magnética que age no condutor percorrido por corrente elétrica, nos casos indicados abaixo:



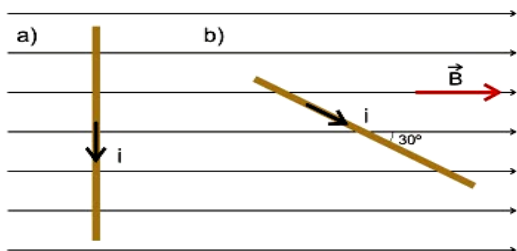
2) Uma espira retangular é colocada perpendicularmente às faces norte e sul entre as quais existe um campo magnético uniforme. As linhas de indução do campo partem da face norte e chegam à face sul. Considere o sentido da corrente indicado na figura. Represente as forças magnéticas que agem nos lados AB e CD da espira. Em relação ao observador O qual é o sentido inicial de giro da espira? Horário ou anti-horário?



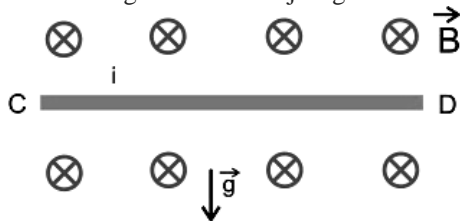
RASCUNHO



3) Um condutor retilíneo de comprimento 30 cm está imerso num campo magnético uniforme de intensidade $B = 2 \cdot 10^{-3}$ T. Seja $i = 5$ A a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor. Determine a intensidade da força magnética que age no condutor nos casos indicados abaixo:

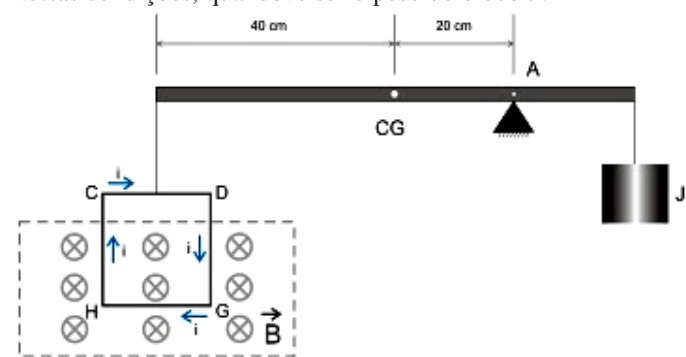


4) Um condutor reto, de massa m e comprimento L , encontra-se em equilíbrio sob ação do campo magnético uniforme de intensidade B e da gravidade. Seja g a aceleração gravitacional.



a) Represente as forças que agem no condutor e indique o sentido da corrente elétrica i , que percorre o condutor.
b) Determine o valor de m em função de B , i , L e g .

5) A barra homogênea de peso 2 N e de centro de gravidade CG, está apoiada em A. A espira quadrada CDGH, de peso desprezível e de lado 50 cm, está parcialmente imersa num campo magnético uniforme de intensidade $B = 4 \cdot 10^{-1}$ T. Quando pela espira circula uma corrente elétrica de intensidade 4 A a barra fica em equilíbrio na posição indicada. Nestas condições, qual deve ser o peso do bloco J?



RASCUNHO

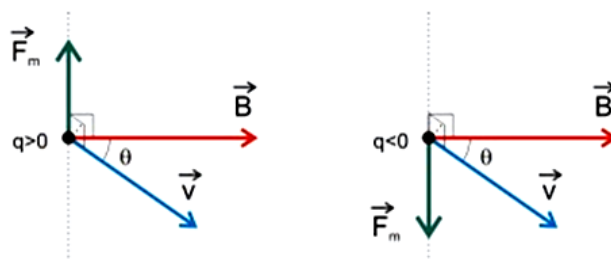
GABARITO

1	
a) ↑ b) ↓ c) Não d) Não e) ← f) → g) ↖	
Obs.: a força magnética é aplicada no ponto médio do condutor.	
2	
Aplicando a regra da mão direita número 2 ou a regra da mão esquerda, determinamos os sentidos das forças que agem nos condutores AB e CD. Em relação ao observador o sentido inicial de giro da espira é horário.	
3	
a) $3 \cdot 10^{-3}$ N; b) $1,5 \cdot 10^{-3}$ N	
4	
a) b) $m = \frac{B i L}{g}$	
5	
4,4 N	

2 – NOVOS ASPECTOS DA FORÇA MAGNÉTICA

Sendo a corrente elétrica um movimento ordenado de partículas eletrizadas, concluímos que uma partícula eletrizada em movimento num campo magnético fica, em geral, sob ação de uma força magnética.

Vamos dar as características da força magnética F_m que age numa partícula eletrizada com carga elétrica q , lançada com velocidade v num campo magnético uniforme B . Seja θ o ângulo entre B e a velocidade v .



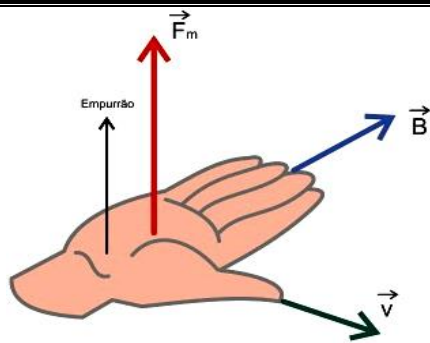
a) Força magnética \vec{F} que age numa partícula eletrizada com carga elétrica q lançada com velocidade \vec{v} num campo magnético \vec{B} .

a) $q > 0$ e b) $q < 0$

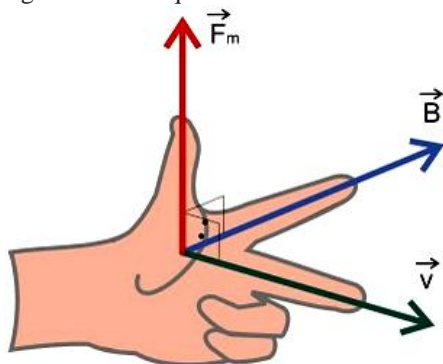
Características da força magnética F_m :

Direção: da reta perpendicular a B e a v

Sentido: determinado pela regra da mão direita número 2. Disponha a mão direita espalmada com os quatro dedos lado a lado e o polegar levantado. Coloque o polegar no sentido da velocidade v e os demais dedos no sentido do vetor B . O sentido da força magnética F_m seria, para $q > 0$, aquele para o qual a mão daria um empurrão. Para $q < 0$, o sentido da força magnética F_m é oposto ao dado pela regra da mão direita número 2.



Observação: O sentido da força magnética pode também ser determinado pela regra da mão esquerda. Os dedos da mão esquerda são dispostos conforme a figura abaixo: o dedo indicador é colocado no sentido de B, o dedo médio no sentido de v. O dedo polegar fornece o sentido de F_m , considerando $q > 0$. Para $q < 0$, o sentido da força magnética F_m é oposto ao dado pela regra da mão esquerda.



Intensidade: a intensidade da força magnética F_m depende do valor q da carga elétrica da partícula, do módulo v da velocidade com que a partícula é lançada, da intensidade do vetor campo magnético B e do ângulo θ entre B e v . É dada por:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

CASOS PARTICULARES IMPORTANTES

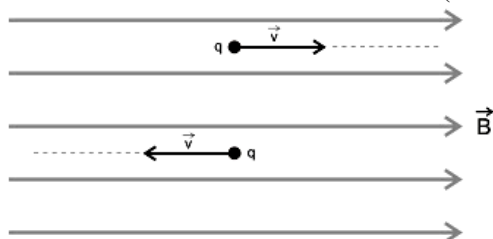
1. Se $v = 0$ (partícula abandonada em repouso), resulta $F_m = 0$.

Portanto, partículas eletrizadas abandonadas em repouso não sofrem ação do campo magnético.

2. Partícula eletrizada lançada paralelamente às linhas de indução de um campo magnético uniforme (v paralelo a B)

Neste caso, $\theta = 0$ ou $\theta = 180^\circ$ e sendo $\text{sen } 0 = 0$ e $\text{sen } 180^\circ = 0$, concluímos que a força magnética é nula.

Portanto, a partícula desloca-se livre da ação de forças, realizando um movimento retilíneo e uniforme (MRU).

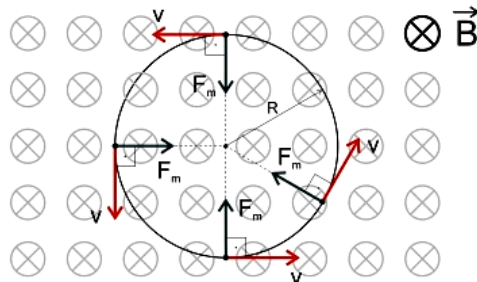


3. Partícula eletrizada lançada perpendicularmente às linhas de indução de um campo magnético uniforme (v perpendicular a B).

Neste caso, $\theta = 90^\circ$ e sendo $\text{sen } 90^\circ = 1$, resulta:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B$$

A força magnética é sempre perpendicular à velocidade v . Ela altera a direção da velocidade e não seu módulo. Sendo q, v e B constantes, concluímos que o módulo da força magnética F_m é constante. Logo, a partícula está sob ação de uma força de módulo constante e que em cada instante é perpendicular à velocidade.



Portanto, a partícula realiza movimento circular uniforme (MCU).

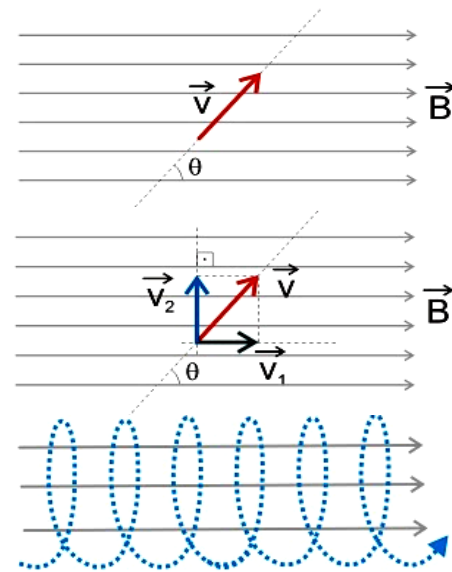
2.1 – CÁLCULO DO RAIOS DA TRAJETÓRIA

Seja m a massa da partícula e R o raio da trajetória. Observando que a força magnética é uma resultante centrípeta, vem:

$$F_m = F_{cp} \Rightarrow |q| \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

2.2 – PARTÍCULA LANÇADA OBLIQUAMENTE ÀS LINHAS DE INDUÇÃO

Neste caso, decomparamos a velocidade de lançamento v nas componentes: v_1 (paralela a B) e v_2 (perpendicular a B). Devido a v_1 a partícula descreve MRU e devido a v_2 , MCU. A composição de um MRU com um MCU é um movimento denominado helicoidal. Ele é uniforme.

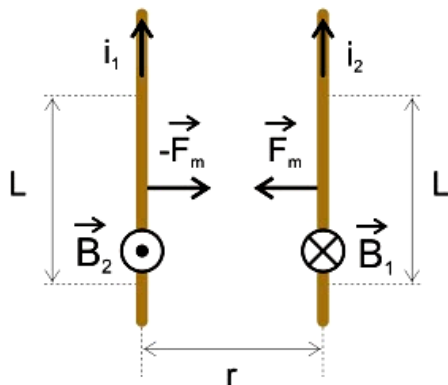


3 – CONDUTORES PARALELOS

Vamos considerar a ação entre condutores paralelos percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido. Cada corrente elétrica origina um campo magnético que age sobre a outra. Assim, i_1 origina B_1 (regra da mão direita número 1), nos pontos onde está i_2 . B_1 exerce num comprimento L do segundo condutor uma força magnética F_m (regra da mão direita número 2 ou regra da mão esquerda).



Reciprocamente i_2 origina B_2 (regra da mão direita número 1), nos pontos onde está i_1 . B_2 exerce, num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_1 , uma força magnética $-F_m$ (regra da mão direita número 2 ou regra da mão esquerda).



Observe que: correntes elétricas de mesmo sentido atraem-se.

Vamos calcular a intensidade da força magnética de atração que o condutor longo (percorrido por corrente i_1) exerce num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_2 , e também a intensidade da força magnética de atração que o condutor longo (percorrido por corrente i_2) exerce num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_1 :

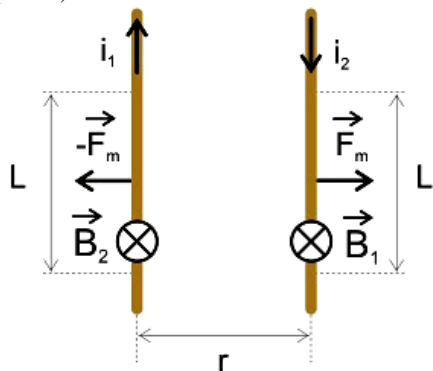
$$F_m = B_1 \cdot i_2 \cdot L \text{ ou } F_m = B_2 \cdot i_1 \cdot L,$$

$$\text{com } B_1 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1}{r} \text{ e } B_2 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_2}{r}$$

Assim, vem:

$$F_m = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot L$$

Vamos agora considerar a ação entre condutores paralelos e longos percorridos por correntes elétricas de sentidos opostos. Cada corrente elétrica origina um campo magnético que age sobre a outra. Assim, i_1 origina B_1 (regra da mão direita número 1), nos pontos onde está i_2 . B_1 exerce num comprimento L do segundo condutor uma força magnética F_m (regra da mão direita número 2 ou regra da mão esquerda). Reciprocamente i_2 origina B_2 (regra da mão direita número 1), nos pontos onde está i_1 . B_2 exerce, num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_1 , uma força magnética $-F_m$ (regra da mão direita número 2 ou regra da mão esquerda).



Observe que: correntes elétricas de sentidos opostos repelem-se.

Vamos calcular a intensidade da força magnética de repulsão que o condutor longo (percorrido por corrente i_1) exerce num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_2 , e também a intensidade da força magnética de repulsão que o condutor longo (percorrido por corrente i_2) exerce num comprimento L do condutor percorrido por corrente i_1 :

$$F_m = B_1 \cdot i_2 \cdot L \text{ ou } F_m = B_2 \cdot i_1 \cdot L,$$

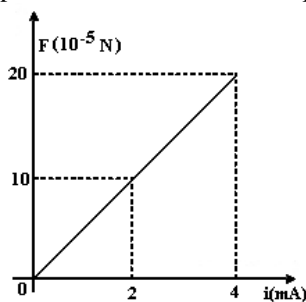
$$\text{com } B_1 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_1}{r} \text{ e } B_2 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{i_2}{r}$$

Assim, vem:

$$F_m = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot L$$

ATIVIDADES PARA SALA

01) (UEFS) Em uma experiência para determinar o valor de um campo magnético uniforme, utilizou-se um fio condutor de 50 cm de comprimento disposto perpendicularmente às linhas de indução. Com os dados obtidos, construiu-se o gráfico abaixo, que apresenta os valores da força que atua sobre o fio para cada valor de corrente que o percorre.



Com base nas informações fornecidas no gráfico, pode-se afirmar que a intensidade do vetor campo magnético, em 10^{-2} T, é igual a

- a) 8 b) 10 c) 12 d) 14 e) 16

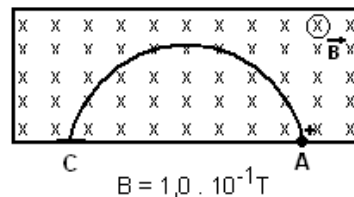
2) (UNEB) Uma carga pontual de $10\mu\text{C}$ é lançada com velocidade de 10^5m/s , perpendicularmente, a um campo magnético uniforme de intensidade 2T. O módulo da força magnética, em N, que atua sobre a carga é

- 01) 1 02) 2 03) 3 04) 4 05) 5

3) (UNEB) Uma partícula eletrizada com carga elétrica $q = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ é lançada com velocidade $v = 5 \cdot 10^4\text{m/s}$ em uma região onde existe um campo magnético uniforme de intensidade 8T. Sabendo-se que o ângulo entre a velocidade e o campo magnético é de 30° , pode-se afirmar que a intensidade, em N, da força magnética sofrida pela partícula é

- 01) 0,2 02) 0,4 03) 0,6 04) 0,8 05) 1,0

4) (MACK-SP) Um íon de massa $8,0 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$ e carga $+1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ "entra" na câmara de um espectrômetro de massa com uma energia cinética de $1,6 \cdot 10^{-16}\text{J}$, após ter sido acelerado por uma ddp.



Após descrever a trajetória ilustrada na figura, o íon atinge o ponto C de uma chapa fotográfica, distante de A:

- a) 0,10 cm b) 1,0 cm c) 2,0 cm d) 10 cm e) 20 cm

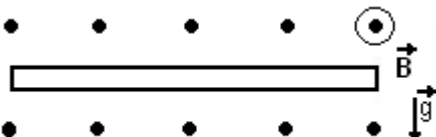
5) (UF UBERLÂNDIA-MG) Um elétron penetra em uma região do espaço onde só existe um campo magnético de módulo $2,00 \cdot 10^{-2}\text{T}$. Se a energia cinética do elétron, ao penetrar no campo, vale $4,05 \cdot 10^{-12}\text{joules}$, a força máxima que



ele poderá sofrer, sendo $m_e = 9,00 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ e $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
é:

- a) $1,6 \cdot 10^{-12} \text{ N}$ d) $9,6 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
b) $3,8 \cdot 10^{-12} \text{ N}$ e) $1,4 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
c) $8,0 \cdot 10^{-12} \text{ N}$

6) Um condutor reto e horizontal de comprimento $L = 0,20 \text{ m}$ e massa $m = 60 \text{ g}$, percorrido por uma corrente de intensidade $i = 15 \text{ A}$, encontra-se em equilíbrio sob as ações de um campo magnético de indução B e do campo gravitacional g , conforme a figura.

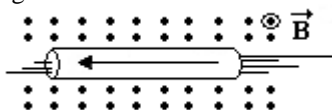


Determine a intensidade de B e o sentido de i .

7) (UESC) Uma partícula de massa $2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ e carga de $2 \mu\text{C}$ é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme de intensidade $0,5 \text{ T}$. O número de voltas que a partícula completa em um tempo igual a segundos é de

- a) 5 b) 10 c) 15 d) 20 e) 25

8) (UESB) A intensidade da corrente elétrica que mantém em repouso um condutor de peso igual a 10 N e comprimento igual a 1 m na região do campo de indução magnética uniforme de intensidade 1 T é igual a



- 01) 1A 02) 5A 03) 8A 04) 10A 05) 5A

9) (UEFS) Uma partícula de massa $8,0 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ é lançada com velocidade igual a $2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, perpendicularmente a um campo de indução magnética de $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ teslas}$, descrevendo um círculo de raio $25,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. A carga da partícula é:

- a) $8 \cdot 10^{-22} \text{ C}$ b) $2 \cdot 10^{-20} \text{ C}$ c) $4 \cdot 10^{-20} \text{ C}$ d) $5 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ e) 10^{-11} C

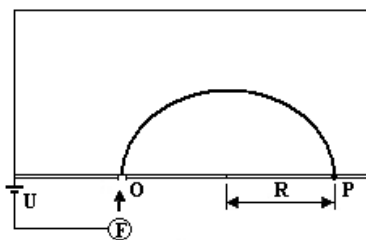
10) (UEFS) Um fio longo e retilíneo conduz uma corrente de $1,5 \text{ A}$. Uma partícula com carga $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ move-se com uma velocidade de $5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ paralelamente ao fio, a 10 cm desse e no mesmo sentido da corrente. Nessas condições, sendo $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$, a intensidade da força magnética exercida sobre a partícula, em 10^{-6} N , é igual a

- a) 18 b) 24 c) 32 d) 45 e) 53

11) (UEFS) Uma partícula de carga q e peso desprezível se move com velocidade v , perpendicular às linhas de indução de um campo magnético B . A trajetória da partícula no interior do campo B é

- 01) retilínea. 04) circular.
02) parabólica. 05) elíptica.
03) helicoidal.

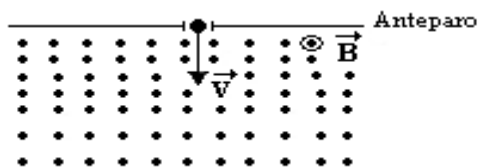
12) (UFBA) A figura abaixo esquematiza o experimento realizado por J.J.Thomson para determinar a razão carga/massa do elétron. Nesse experimento, os elétrons, de massa m e carga q , são emitidos pela fonte F , a partir do repouso, e acelerados pela ddp U da fonte, penetrando na região do campo de indução magnética uniforme B , através do orifício O existente na placa e incidindo no ponto P .



Desprezando-se as ações gravitacionais, é correto afirmar

- (01) As linhas de indução magnética são perpendiculares ao plano da figura, orientada para fora desse plano.
(02) A força magnética que atua nos elétrons tem sentido da direita para a esquerda.
(04) Na região de B , a variação da energia cinética é zero
(08) A medida do segmento OP é mv/qB .
(16) O tempo de permanência dos elétrons na região de B é $\pi m/qB$.

13) Uma partícula com massa igual a $5,0 \text{ mg}$ com carga inicial a $2,0 \mu\text{C}$ penetra com velocidade de módulo igual a $4,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ em uma região onde existe um campo magnético uniforme de módulo igual a $0,5 \text{ T}$ conforme a figura.



Nessas condições, o intervalo de tempo decorrido entre a entrada e a colisão da partícula com o anteparo será igual, em segundos, a

- a) π b) 2π c) 5π d) 10π e) 15π

RASCUNHO