

ROTEIRO p SIMULAÇÃO: FORÇA MAGNÉTICA

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Verificar a direção e o sentido da força magnética em função da orientação da velocidade de uma partícula carregada e da orientação do campo magnético.
- Verificar o comportamento da força magnética sobre uma partícula carregada em função da velocidade da mesma em um campo magnético constante.
- Verificar o comportamento da força magnética sobre uma partícula carregada em função da intensidade do campo magnético para um valor constante da velocidade da partícula.

2 MATERIAL VIRTUAL

Para a realização dessa “prática” será necessário acessar o programa Força Magnética:

<https://laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/forca-magnetica>

3 FUNDAMENTOS

Quando uma carga de prova q , passa com velocidade v em um ponto onde existe um campo magnético \mathbf{B} , ela sofrerá a ação de uma força \mathbf{F} , dada por:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (1)$$

Se a velocidade, v é perpendicular ao campo magnético, \mathbf{B} , podemos escrever a equação 5.1 usando somente os módulos:

$$F = q.v.B \quad (2)$$

Uma corrente elétrica é formada por uma sucessão de cargas em movimento; então, se um fio de comprimento L é percorrido por uma corrente i , na presença de um campo magnético \mathbf{B} , o mesmo sofrerá a ação de uma força dada por:

$$\mathbf{F} = i\mathbf{L} \times \mathbf{B} \quad (3)$$

Onde \mathbf{L} é um vetor orientado ao longo do fio (reto) e que aponta no sentido da corrente.

Em nosso “experimento” virtual uma partícula com carga negativa (elétron) ou com carga positiva (pósitron) é lançada em uma região onde há um campo magnético. A trajetória da partícula pode ser visualizada por linhas vermelhas (para elétrons) ou verdes (para pósitrons). A velocidade das partículas pode ser variada no intervalo de $4,2 \times 10^6$ m/s a $7,3 \times 10^6$ m/s. O campo magnético perpendicular ao plano da figura, pode ser variado de 0 a 2,1 mT em um sentido ou no sentido oposto. O sentido do campo magnético pode ser determinado pelo usuário. O campo magnético representado por um fundo na cor rosa está em um sentido e o representado por um fundo na cor azul, está no sentido oposto. A ausência

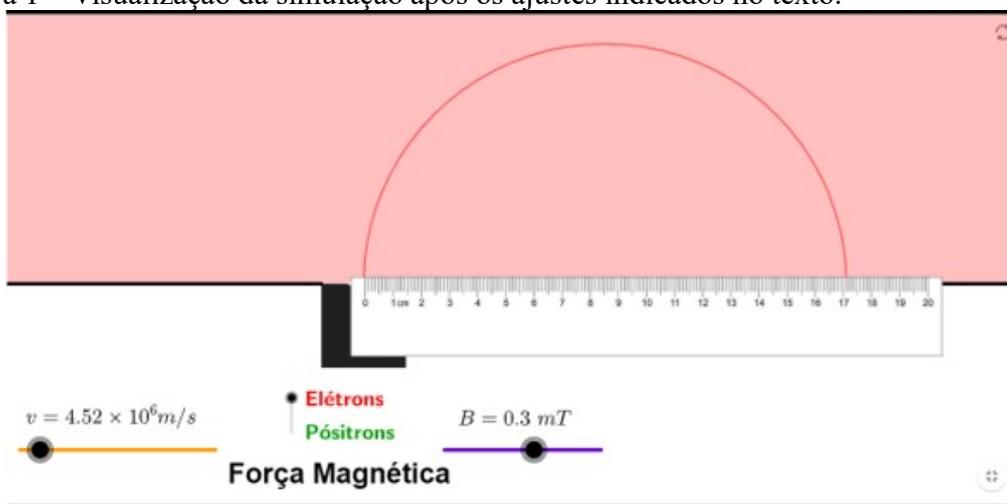
de campo magnético é representada por um fundo branco. Uma régua, que pode ser arrastada para a posição desejada, permite medir o diâmetro da trajetória. O *scroll do mouse* permite ampliar ou reduzir a imagem da simulação de modo a facilitar fazer as medidas com a régua.

4 PROCEDIMENTOS

Para a realização dessa “prática” será necessário acessar o programa Força Magnética: <https://laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/forca-magnetica>

Na Figura 1 podemos ver como se apresenta a simulação após escolher valores para a velocidade e para o campo magnético, deslocar a régua e ampliar a imagem.

Figura 1 – Visualização da simulação após os ajustes indicados no texto.

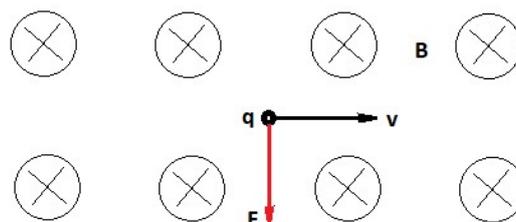


Fonte: o próprio autor.

PROCEDIMENTO 1: Força magnética sobre uma partícula carregada. Aplicação da regra da mão direita no produto vetorial, $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$.

Como exemplo da aplicação da regra da mão direita ao produto vetorial $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$, a Figura 2 mostra uma partícula com velocidade para a direita, em um campo magnético perpendicular ao plano da figura com sentido entrando do plano da figura (representado pelo círculo com um X no centro). Nesta circunstância uma partícula (com carga negativa) está sujeita a uma força \mathbf{F} para baixo.

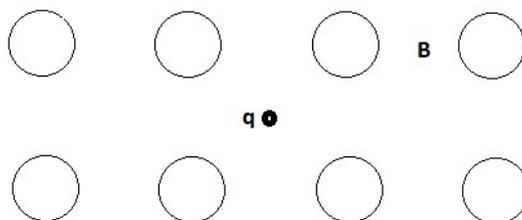
Figura 2. Representação dos vetores \mathbf{B} , \mathbf{v} e \mathbf{F} sobre uma partícula com carga negativa.



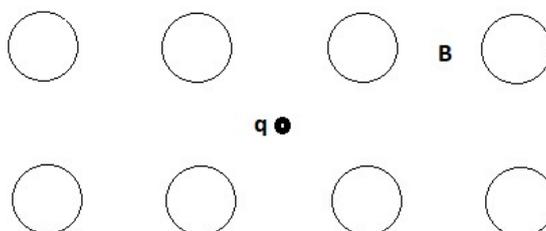
Fonte: o próprio autor.

1.1 Represente os vetores **B**, **v** e **F** para um **elétron** passando no ponto mais alto de sua trajetória:

a) Com $v = 6,0 \times 10^6$ m/s e $B = + 0,4$ mT:

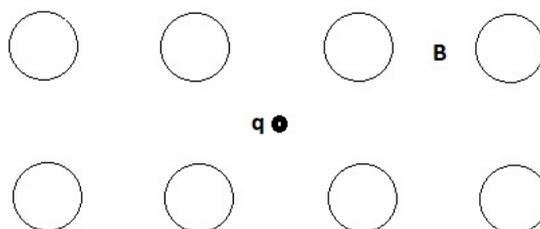


b) Com $v = 6,0 \times 10^6$ m/s e $B = - 0,4$ mT:

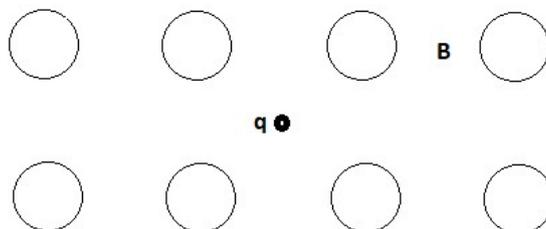


1.2 Represente os vetores **B**, **v** e **F** para um **pósitron** passando no ponto mais alto de sua trajetória:

a) Com $v = 6,0 \times 10^6$ m/s e $B = - 0,4$ mT:



b) Com $v = 6,0 \times 10^6$ m/s e $B = + 0,4$ mT:



PROCEDIMENTO 2: Força magnética sobre uma partícula carregada em função da velocidade em um campo magnético constante.

2.1 Considere um **elétron** lançado em um campo magnético de 0,5 mT.

2.2 Regule a velocidade do elétron para $4,2 \times 10^6$ m/s, como indicado na Tabela 5.1.

2.3 Com a régua da simulação determina o diâmetro da trajetória semicircular e anote. Anote também o raio da trajetória.

2.4 Sabendo que um elétron descrevendo uma trajetória circular está sujeito a uma força centrípeta,

$F = mv^2/R$, calcule a força F e anote na Tabela 1. Considere a massa do elétron $9,1 \times 10^{-31}$ kg.

Tabela 1. Força magnética em função da velocidade de um **elétron** em um campo magnético constante (0,5 mT).

v (10^6 m/s)	Diâmetro (cm)	Raio (cm)	F (10^{-16} N)
4,2			
4,8			
5,4			
6,0			
6,6			
7,3			

2.5 Repita o procedimento anterior para um **pósitron** em um campo magnético constante de 0,6 mT. E anote na Tabela 2.

Tabela 2. Força magnética em função da velocidade de um **pósitron** em um campo magnético constante (0,6 mT).

v (10^6 m/s)	Diâmetro (cm)	Raio (cm)	F (10^{-16} N)
4,2			
4,8			
5,4			
6,0			
6,6			
7,3			

PROCEDIMENTO 3: Força magnética sobre uma partícula carregada em função da intensidade do campo magnético para uma velocidade constante.

3.1 Fixe a velocidade do **elétron** em $6,0 \times 10^6$ m/s.

3.2 Regule o campo magnético como indicado na Tabela 3.

3.3 Meça o diâmetro da trajetória e anote. Anote também o raio.

3.4 Calcule a força centrípeta e anote.

Tabela 3. Força magnética sobre um **elétron** com velocidade constante em função da intensidade do campo magnético.

B (mT)	Diâmetro (cm)	Raio (cm)	F (10^{-16} N)
0,4			
0,6			
0,8			
1,0			
1,2			
1,4			

3.5 Repita o procedimento anterior para um **pósitron** com velocidade constante de $5,0 \times 10^6$ m/s. Anote na Tabela 4.

Tabela 4. Força magnética sobre um **pósitron** com velocidade constante em função da intensidade do campo magnético.

B (mT)	Diâmetro (cm)	Raio (cm)	F (10^{-16} N)
0,4			
0,6			
0,8			
1,0			
1,2			
1,4			

5 QUESTIONÁRIO

- 1- Quais os vetores da Equação 1 que formam pares sempre ortogonais entre si? Quais os que não precisam ser sempre ortogonais?
- 2- Represente, em um mesmo gráfico a força magnética (força centrípeta) em função da velocidade para o elétron e para o pósitron, de acordo com as Tabelas 1 e 2.
- 3- Represente, em um mesmo gráfico a força magnética (força centrípeta) em função da intensidade do campo magnético para o elétron e para o pósitron, de acordo com as Tabelas 3 e 4.
- 4- Se um elétron não sofre desvio ao atravessar em linha reta certa região do espaço, podemos afirmar que não existe campo magnético nesse lugar? Justifique.

- 5- Considerando os valores de velocidade e de campo magnético permitidos nessa simulação, calcule o raio mínimo da trajetória que seria descrita por um **próton** (massa do próton $1,67 \times 10^{-27}$ kg). Indique os valores da velocidade e do campo magnético para esse raio mínimo.