

Estudo da ação do campo magnético sobre cargas elétricas – Parte II

2ª SÉRIE

Aula 5 – 2º bimestre





Conteúdo

- Eletromagnetismo.



Objetivos

- Compreender como determinar a direção e o sentido da força magnética que age numa carga em movimento;
- Analisar o Efeito Hall.



Para começar

Imagine que vocês estejam visitando uma obra de construção civil e deparam-se com um electricista profissional realizando uma medição de corrente elétrica em um circuito. Vocês notam que ele utiliza um alicate amperímetro que mede a corrente sem precisar tocar no fio; basta circundar o fio, como um anel.

Esse amperímetro funciona de forma diferente do que aprendemos a utilizar na aula: não precisa cortar os fios para ligar o amperímetro em série no circuito.





Para começar

Virem-se e conversem com seus colegas para descobrir como esse aparelho consegue medir a intensidade de corrente elétrica. Levantem hipóteses para encontrar possíveis respostas a essa questão e depois se dediquem à pesquisa sobre esse assunto.



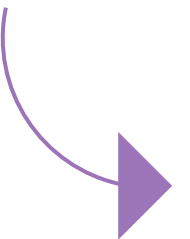
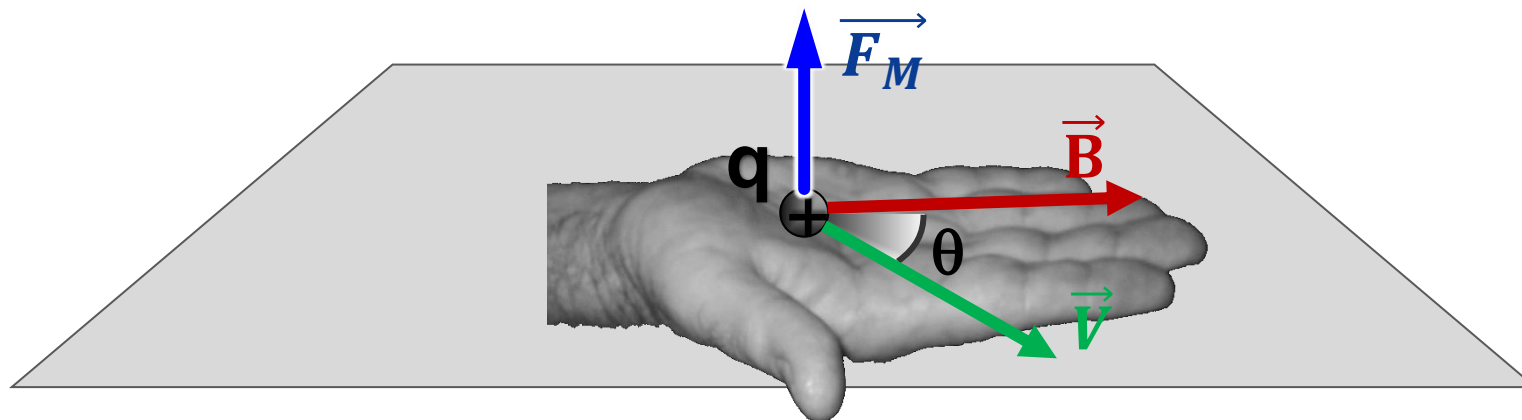
Alicate amperímetro



Foco no conteúdo

Regra da mão direita

Imagine uma partícula carregada positivamente, que se move com velocidade \vec{V} em um campo magnético \vec{B} e é submetida a uma força magnética \vec{F}_M . Para determinar o sentido dessa força, utilize a regra da mão direita da seguinte maneira: estenda a mão direita com a palma virada para cima. Aponte o polegar na direção da velocidade da partícula e os outros quatro dedos na direção do campo magnético \vec{B} . A força magnética resultante será então perpendicular à palma da mão, saindo dela, como mostrado na figura abaixo.

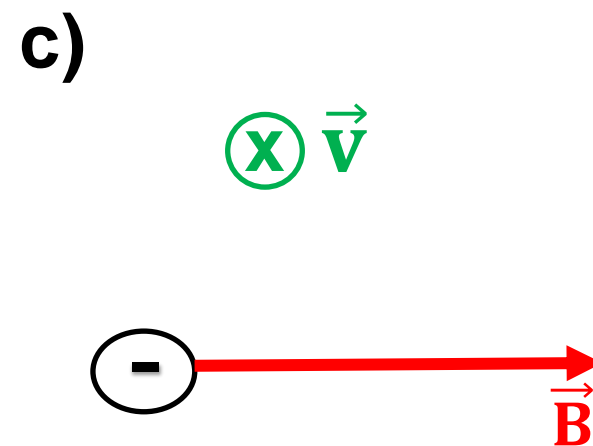
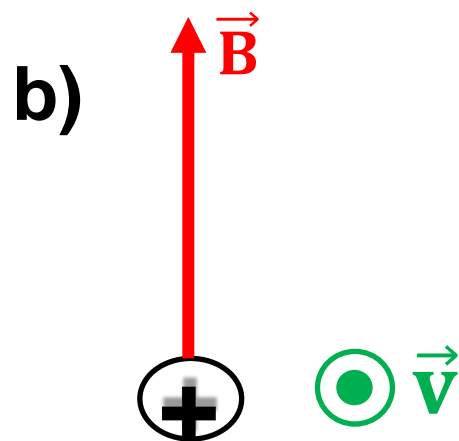
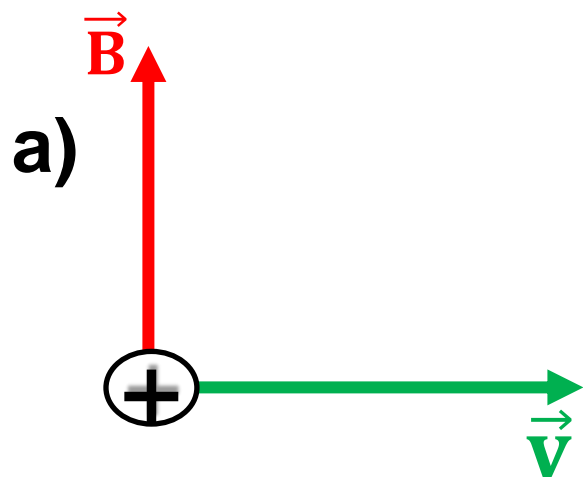




Na prática

Exercício de aplicação

Utilizando a regra da mão direita, determine o sentido da força magnética que age sobre a carga elétrica q lançada no campo magnético \vec{B} . Faça isso nos seguintes casos.

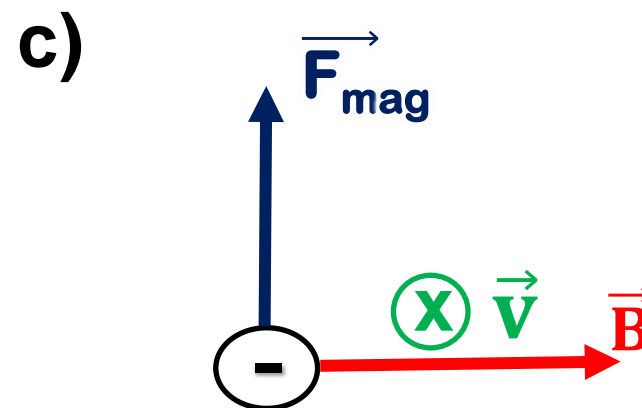
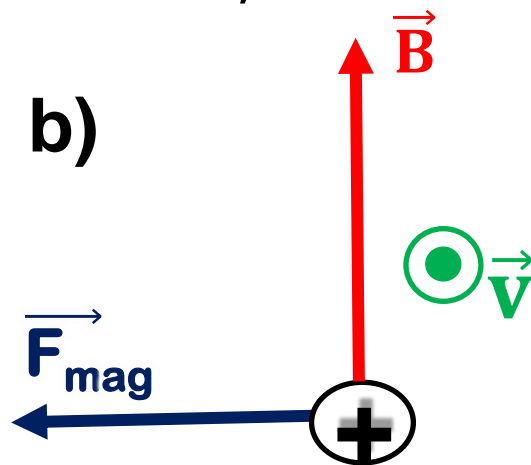
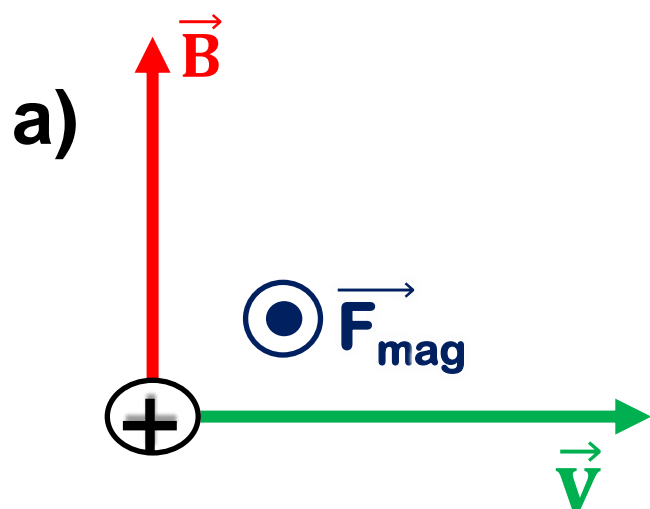




Na prática *Correção*

Para determinarmos o sentido da força magnética utilizando a regra da mão direita, procedemos da seguinte maneira:

Apontamos o polegar na direção da velocidade da partícula e os outros quatro dedos na direção do campo magnético \vec{B} . Caso a partícula tenha carga positiva, a força magnética resultante perpendicular à palma da mão, saindo dela, no caso de carga negativa, terá sentido contrário, entrando na palma da mão.

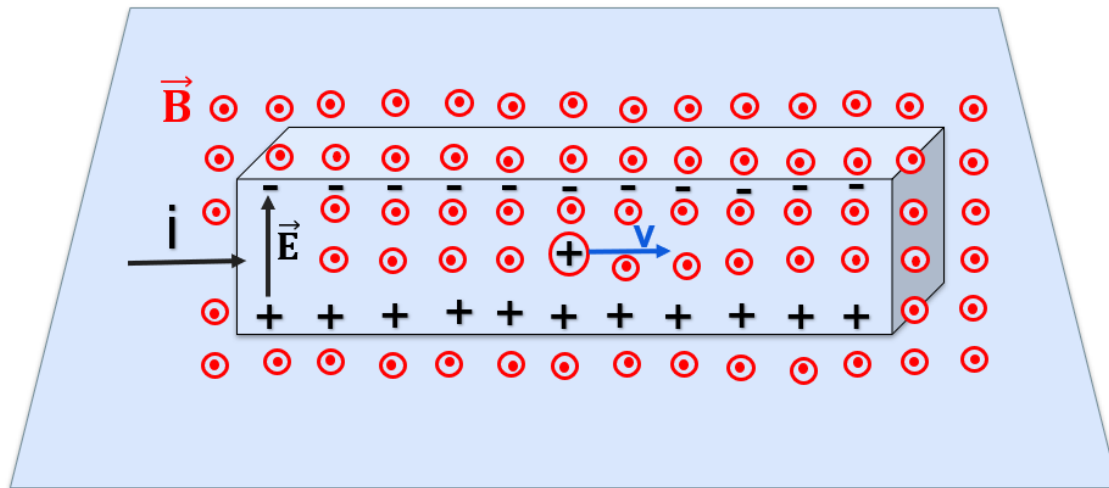




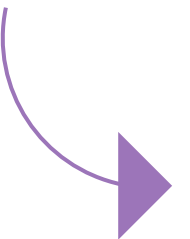
Foco no conteúdo

Efeito Hall

O Efeito Hall é um fenômeno que ocorre quando uma corrente elétrica flui em um material exposto a um campo magnético. Nessa situação, ocorrerá uma polarização em uma região desse material, que irá tornar mais positivo um extremo e mais negativo o extremo oposto desse material. Essa polarização estabelece um campo elétrico no interior do material.



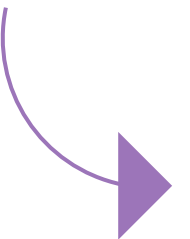
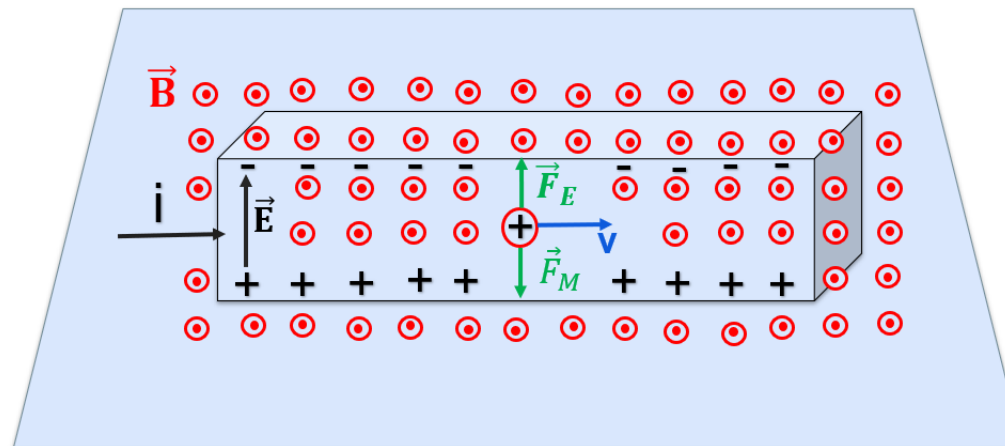
Efeito Hall: acumula cargas negativas em um extremo e positivas no extremo oposto do material.





Foco no conteúdo

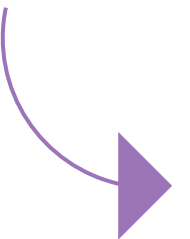
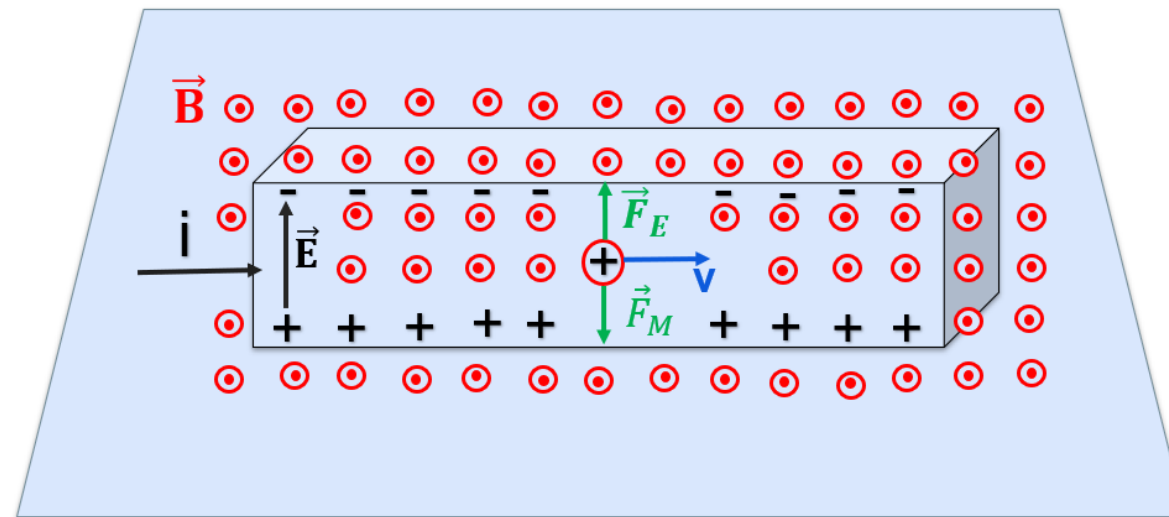
O campo elétrico induz nas cargas em movimento uma força elétrica na mesma direção desse campo. Além disso, a partícula sofre a ação de uma força magnética direcionada para baixo. Quando o sistema atinge o equilíbrio, estabelece uma diferença de potencial elétrico mensurável entre os dois lados do condutor, como uma resposta ao campo magnético. Essa diferença de potencial é conhecida como tensão Hall, uma descoberta feita por Edwin H. Hall em 1879.





Foco no conteúdo

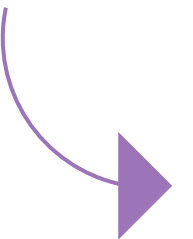
Para determinarmos a direção e o sentido da força magnética que atua nas cargas em movimento, podemos usar a regra da mão direita. Utilizando essa regra, podemos verificar que a força magnética tem direção vertical e aponta para baixo.





Aplicando

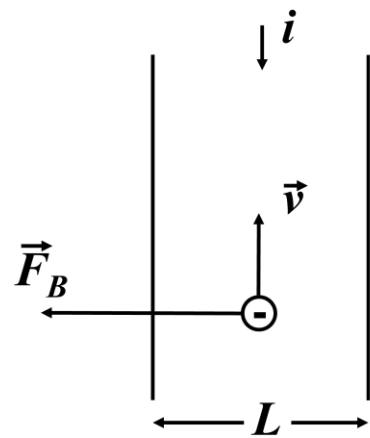
(UNICAMP – 2010) O Efeito Hall consiste no acúmulo de cargas dos lados de um fio condutor de corrente quando esse fio está sujeito a um campo magnético perpendicular à corrente. Pode se ver na figura (i) uma fita metálica imersa num campo magnético \vec{B} , perpendicular ao plano da fita, saindo do papel. Uma corrente elétrica atravessa a fita, como resultado do movimento dos elétrons que têm velocidade \vec{v} , de baixo para cima, até entrar na região de campo magnético. Na presença do campo magnético, os elétrons sofrem a ação da força magnética, \vec{F}_B , deslocando-se para um dos lados da fita. O acúmulo de cargas com sinais opostos nos lados da fita dá origem a um campo elétrico no plano da fita, perpendicular à corrente.





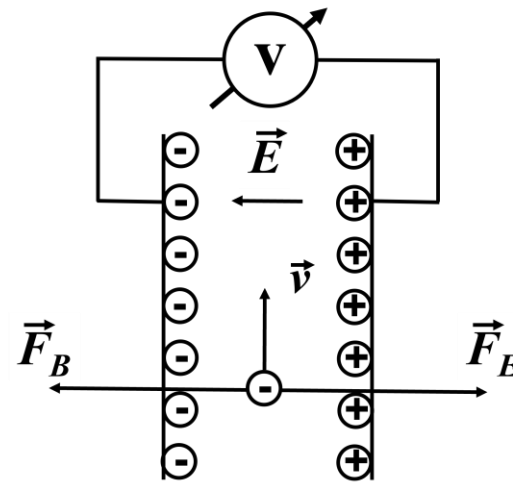
Aplicando

Esse campo produz uma força elétrica \vec{F}_E , contrária à força magnética, e os elétrons param de ser desviados quando os módulos dessas forças se igualam, conforme ilustra a figura (ii). Considere que o módulo do campo elétrico nessa situação é $E = 1,0 \times 10^{-4} \text{ V/m}$.

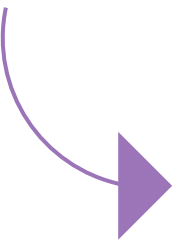


(i)

$\bullet \vec{B}$



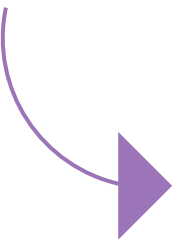
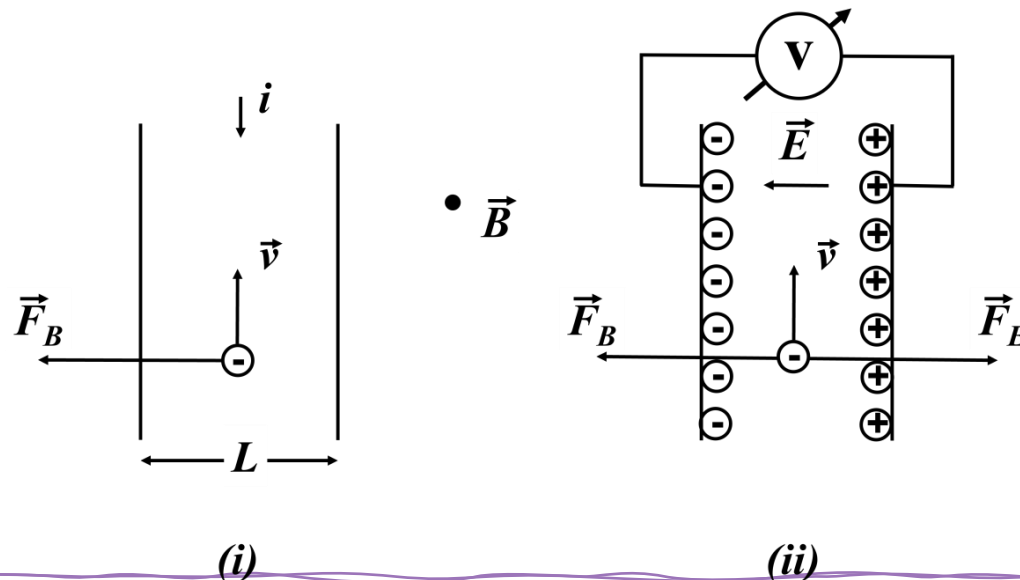
(ii)





Aplicando

- a) A fita tem largura $L = 2,0$ cm. Qual é a diferença de potencial medida pelo voltímetro V na situação da figura (ii)?
- b) Os módulos da força magnética e da força elétrica da figura (ii) são dados pelas expressões $F_B = qvB$ e $F_E = qE$, respectivamente, q sendo a carga elementar. Qual é a velocidade dos elétrons? O módulo do campo magnético é $B = 0,2$ T.





Aplicando Correção

a) Dados:

$$E = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}$$

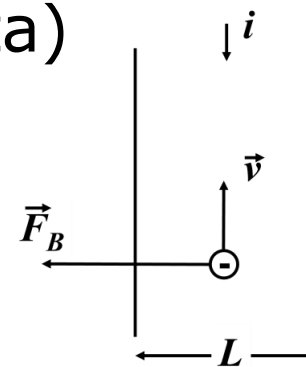
$$L = 2,0 \text{ cm} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Após a finalização da polarização, o campo elétrico se torna uniforme. Portanto, temos:

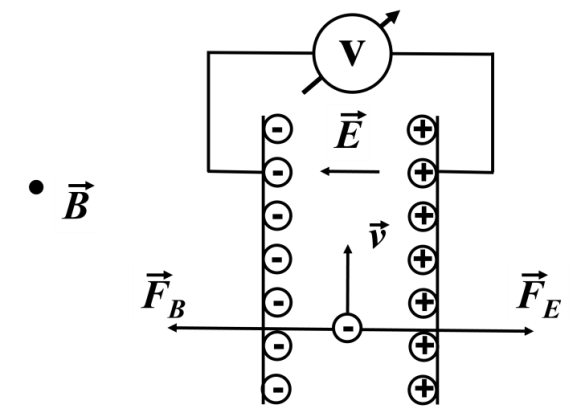
$$E \cdot d = U \Rightarrow U = E \cdot L \text{ (considerando a fita)}$$

$$U = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 2,0 \cdot 10^{-2}$$

$$U = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ V}$$



(i)



(ii)



Aplicando Correção

b) Após a finalização da polarização, os módulos das forças F_E e F_B se igualam, daí vem:

$$F_B = F_E$$

$$q \cdot v \cdot B = q \cdot E$$

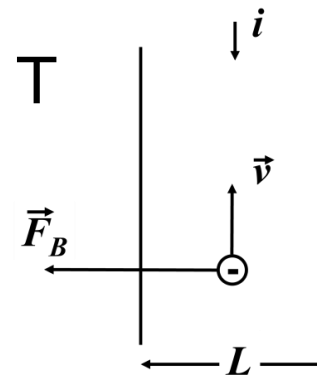
$$V \cdot B = E$$

Sendo:

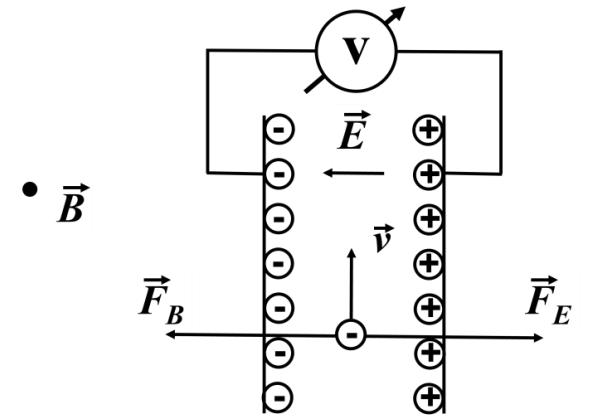
$$E = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}; B = 0,2 \text{ T} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ T}$$

$$V = \frac{E}{B}$$

$$V = \frac{1,0 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}}{2 \cdot 10^{-1} \text{ T}} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$



(i)



(ii)



O que aprendemos hoje?

- Compreendemos como determinar a direção e o sentido da força magnética que age numa carga em movimento;
- Analisamos o Efeito Hall.



Referências

Slides 3 a 13 – HELOU, G. N. **Tópicos de Física**. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2001. v. 3.

Slides 3 a 13 – PIETROCOLA, M. et al. **Física em contextos**. São Paulo: Editora do Brasil, 2016. v. 3.

Slides 3 a 13 – MARTINI, G. et al. **Conexões com a Física**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.



Referências

Lista de imagens e vídeos

Slide 4 – <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto/engineer-to-use-digital-clip-ampere-meter-clamp-to-imagem-royalty-free/950050388>

Material Digital

