

F-328 – Física Geral III

Aula exploratória – Cap. 30 – Parte A
UNICAMP – IFGW

F328 – 1S2014

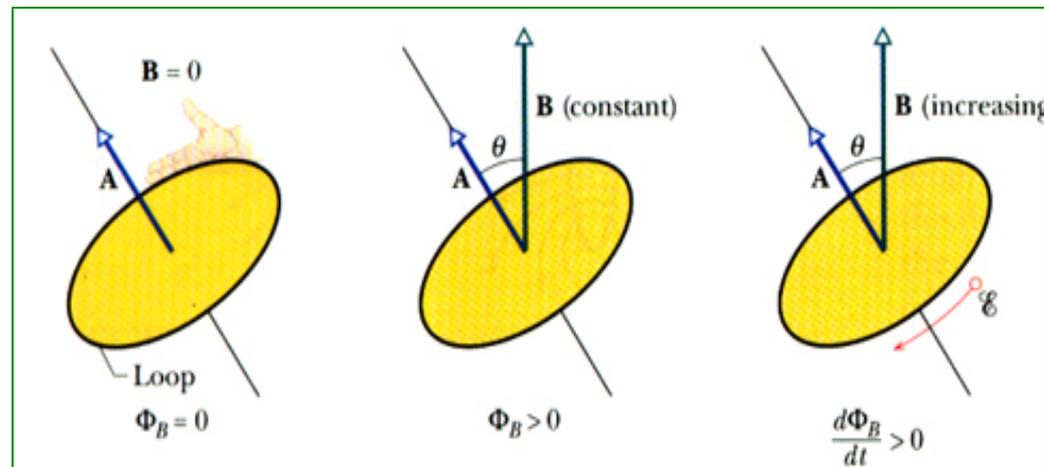
A Lei de Faraday da Indução

Fluxo do campo magnético:

$$\phi_B = \int_S \vec{B} \cdot \hat{n} dA$$

A unidade SI para fluxo é o *weber* (Wb)

$$1 \text{ weber} = 1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$



A intensidade da *fem* induzida ε é igual à taxa de variação temporal do *fluxo do campo magnético* :

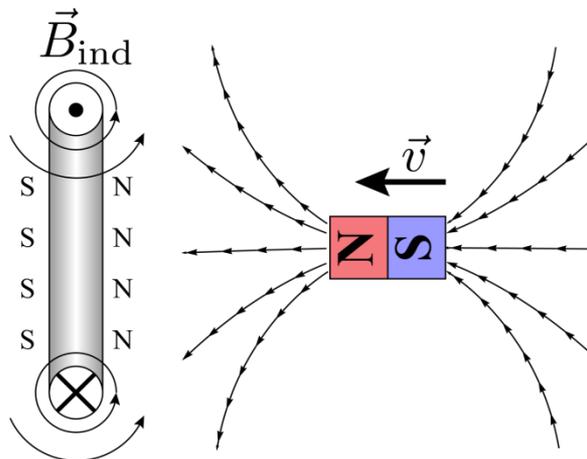
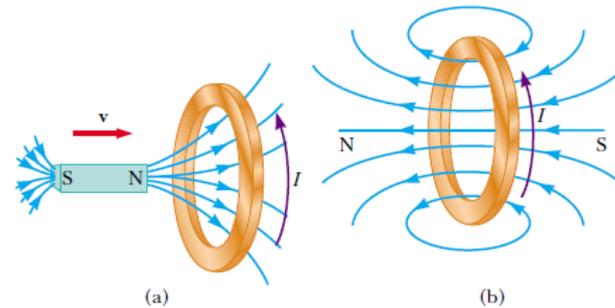
$$\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} \text{ (Lei de Faraday)}$$

O *sinal negativo* indica que a *fem* deve se *opor* à *variação* do fluxo que a produziu.

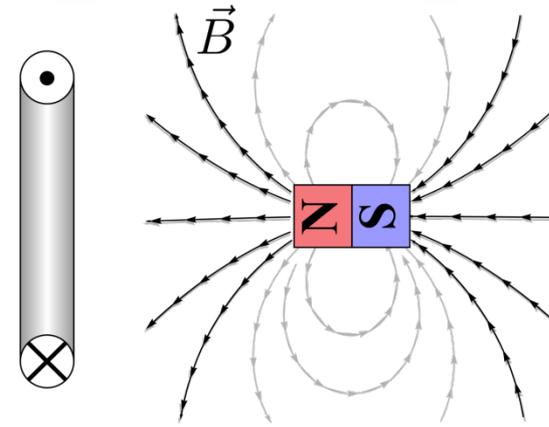
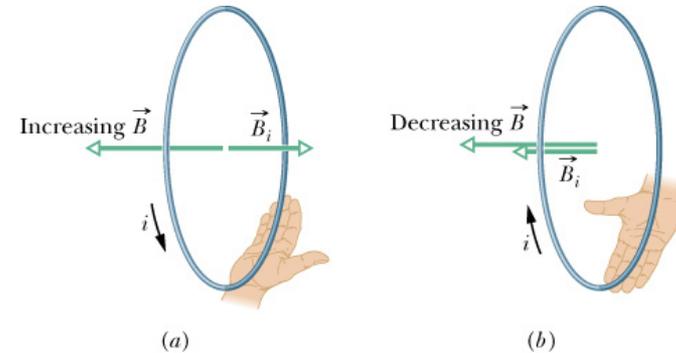
A Lei de Lenz

O sentido da corrente induzida é tal que o campo que ela produz se opõe à variação do fluxo magnético que a produziu.

Oposição ao movimento



Oposição à variação do fluxo



Campos elétricos induzidos

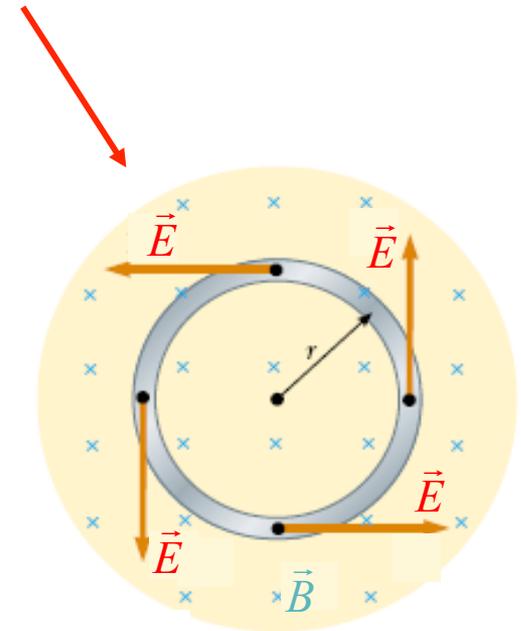
Seja um anel de cobre de raio r numa região onde há um campo magnético variável no tempo (com módulo crescendo à taxa dB/dt).

A variação temporal de B faz aparecer uma **corrente** no anel. Portanto, aparece um **campo elétrico induzido** no anel.

Pode-se então dizer que: *um campo magnético variável com o tempo produz um campo elétrico (Lei de Faraday reformulada).*

$$\frac{\partial B}{\partial t} \Rightarrow E$$

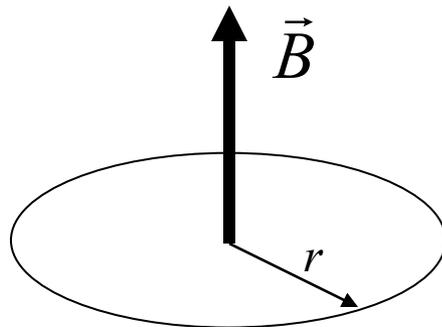
As linhas do campo elétrico induzido são tangentes ao anel, formando um conjunto de circunferências concêntricas.



Exercício 01

Um campo magnético uniforme \vec{B} é aplicado perpendicularmente ao plano de uma espira circular de raio r , resistência R e auto-indutância nula (vide-figura). O módulo de \vec{B} aumenta a uma taxa constante $\alpha > 0$ (em T/s). Calcule:

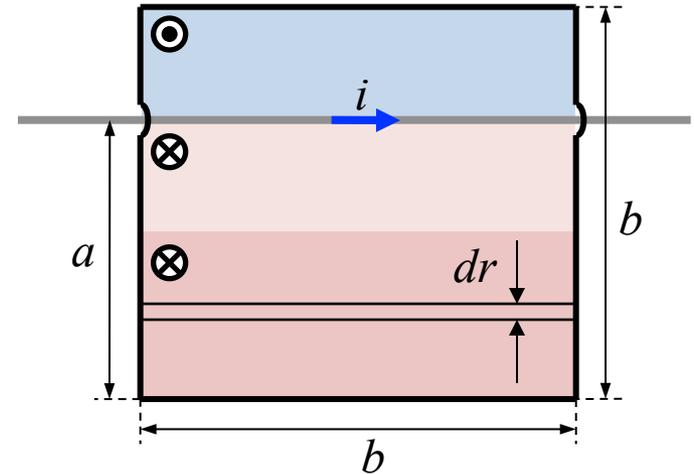
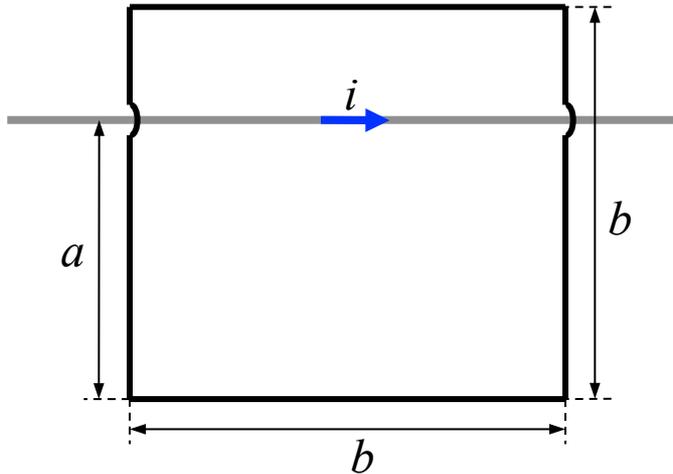
- a) a força eletromotriz induzida na espira, indicando o sentido da corrente na figura;
- b) a taxa de aquecimento Joule na espira.



Exercício 02

Na figura abaixo, a corrente que percorre o fio retilíneo longo dada por $i(t) = 3,0 t^2 - 2,0t$, onde i é dada em ampères e t em segundos.

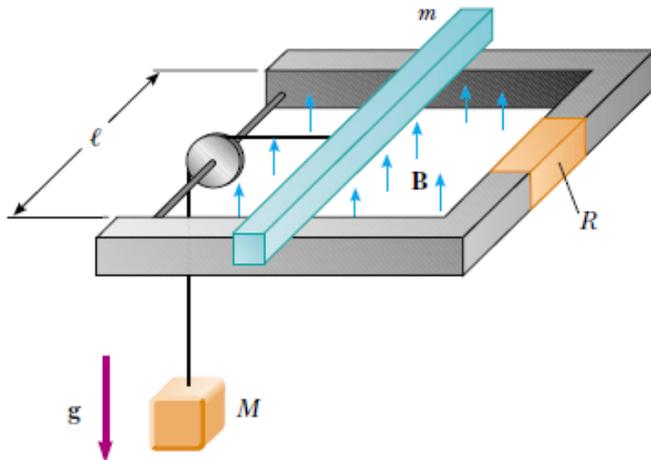
- calcule o fluxo total do campo produzido por i através da espira;
- determine a *fem* induzida na espira no instante $t = 2,0$ s;
- qual o sentido da corrente induzida na espira neste instante?



Exercício 03

A barra de massa m mostrada na figura abaixo é puxada horizontalmente sobre trilhos, por uma corda de massa desprezível através de uma polia ideal e presa a uma massa suspensa M . O campo magnético uniforme tem intensidade B , e a distância entre os trilhos é l . Os trilhos são conectados entre si através de uma resistência de carga R .

- Qual a velocidade terminal da massa M ?
- Encontre a expressão da velocidade horizontal da barra em função do tempo, admitindo que a massa M é solta com a barra em repouso em $t = 0$. Considere que não há atrito entre a barra e os trilhos.



$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_B &= i\vec{l} \times \vec{B} \\ i &= \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\phi_B}{dt} = \frac{lBv(t)}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_B = \frac{B^2 l^2 v(t)}{R}$$

$$\begin{cases} Mg - T = Ma \\ T - F_B = ma \end{cases} \Rightarrow \frac{dv(t)}{dt} + \frac{B^2 l^2}{(m+M)R} v(t) - \frac{M}{m+M} g = 0$$

$$v(t) = \frac{gMR}{B^2 l^2} \left[1 - e^{-\frac{B^2 l^2}{(m+M)R} t} \right]$$

Exercício 04

A figura mostra uma barra de comprimento L que é forçada a se mover com velocidade constante v ao longo de trilhos horizontais. A barra, os trilhos e a fita metálica na extremidade direita dos trilhos formam uma espira condutora. A barra tem uma resistência R e a resistência do resto da espira é desprezível. Uma corrente i , que percorre um fio longo situado a uma distância a da espira, produz um campo magnético (não-uniforme) que a atravessa. Determine:

- a *fem* e a corrente induzidas na espira;
- a potência dissipada na espira;
- o módulo da força que deve ser aplicada à espira para que se mova com velocidade constante;
- a taxa com que essa força executa trabalho sobre a espira.

