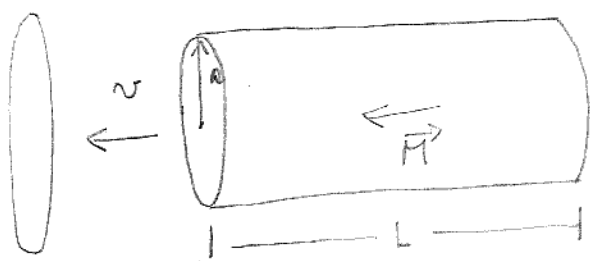


Aula 4e 24

Exemplo - Lei de Faraday

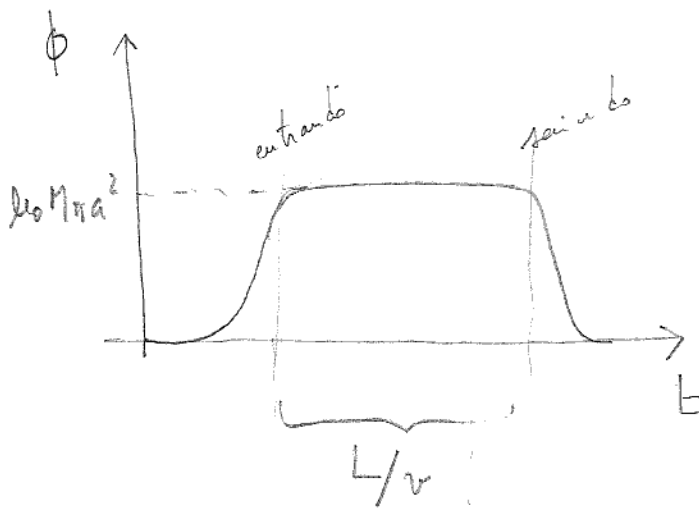
Um cilindro magnético de comprimento L e raio a tem uma magnetização $\vec{M}$ paralela ao seu eixo. Ele (o cilindro) passa à velocidade constante v através de anel circular de diâmetro pouco maior que o cilindro



Qual a emf?

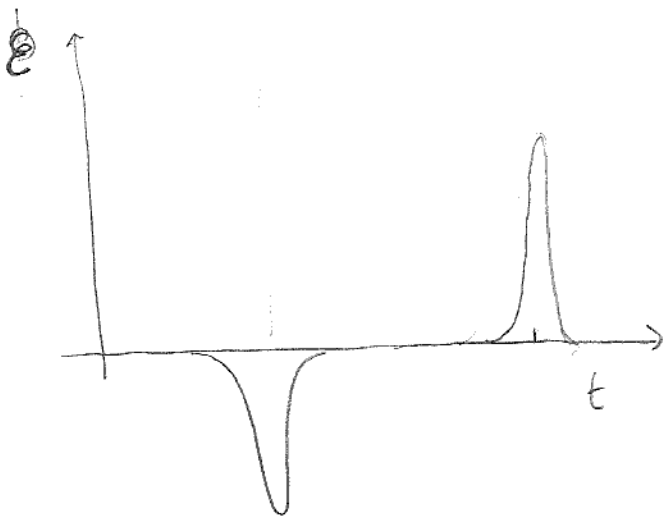
A corrente superficial $\vec{K} = M \hat{\phi}$ 0campo $\vec{B} = \mu_0 \vec{M}$ 0 fluxo

$\phi = \begin{cases} 0 & \text{qdo o magneto está longe do anel} \\ \mu_0 M \pi a^2 & \text{qdo o magneto termina de atravessar o anel} \end{cases}$

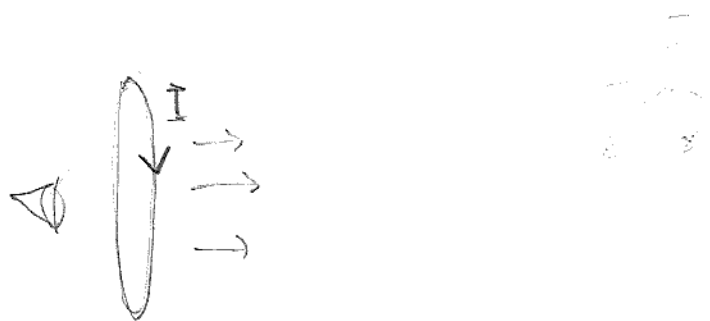


L/v = tempo que o cilindro magnetizado demora p/ atravessar o anel

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$



Quando o ^{alimbrado} magneto entra no anel, o fluxo cresce. Então a corrente induzida no anel deve gerar um campo magnético para a direita



Quando o magneto alimbrado deixa o anel, a corrente induzida aparece no sentido de compensar a diminuição de fluxo magnético

Isto é: a corrente induzida aparece sempre na direção de gerar um fluxo magnético para compensar as ^{suas} variações.

O campo elétrico induzido

A lei de Faraday implica que existem 2 tipos de campos elétricos:

(i) Associados a cargas elétricas
(caso estático)

(ii) Associados com a variação de campos magnéticos, ou seja,

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

Mas a eq. (1) é insuficiente para determinar $\vec{E}$. É preciso também conhecer

o divergente de $\vec{E}$. Mas no caso (ii),

$$\rho = 0 \quad \text{logo}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad (2)$$

Comparado com o caso da magnetostática

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{I} \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (4)$$

Existe uma semelhança entre as Eqs. (1)-(2) que determinam $\vec{E}$ do caso (ii) e as Eqs. (3)-(4) que determinam $\vec{B}$ no caso estático.

Devido a esta semelhança podemos extrair uma equação equivalente à lei de Ampère

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{enc} \quad (5)$$

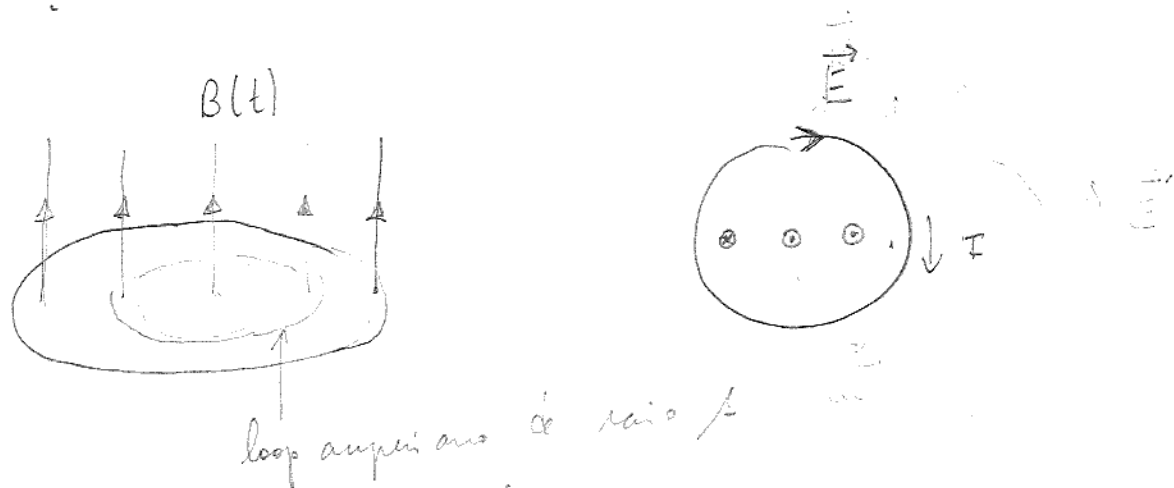
para o campo elétrico $\vec{E}$ obtido pelas Eqs. (1)-(2):

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = - \frac{d\phi}{dt} \quad \left(\text{lei de Faraday na forma diferencial} \right)$$

Exemplo 2

Griffiths pag. 306

Um campo magnético $\vec{B}(t)$ apontando conforme a figura abaixo. Se $\vec{B}$ muda com o tempo, qual é o campo elétrico induzido?



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = E 2\pi R = - \frac{d}{dt} (\pi R^2 B(t)) = -\pi R^2 \frac{dB}{dt}$$

$$E = - \frac{R}{2} \frac{dB}{dt} \hat{\phi}$$