

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Campus Blumenau

Física Geral III

Aula Teórica 21 (Cap. 33 parte 2/2):

- 1) Energia armazenada num Campo Magnético
- 2) Densidade de energia de um campo magnético
- 3) Comportamento de um indutor num circuito

Prof. Marcio R. Loos

Energia armazenada num Campo Magnético

- “ Ao levantarmos uma caixa do chão e a colocarmos sobre uma mesa, o trabalho realizado para levantar a caixa fica armazenado como **energia potencial gravitacional** no **campo gravitacional** da Terra.
- “ Quando duas cargas (+ e -) são afastadas, trabalho deve ser realizado e este fica armazenado na forma de **energia potencial elétrica** no **campo elétrico**.
- “ Energia pode também ser armazenada no campo magnético!
- “ Dois fios longos transportando corrente de mesmo sentido se atraem (ou 2 ímãs).
- “ Para afastar os fios, trabalho deve ser realizado.
- “ Este trabalho fica armazenado como **energia magnética** no **campo magnético** (das correntes).
- “ **Mas como calcular a energia armazenada num campo magnético?**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof@ufsc.br

Energia armazenada num Campo Magnético

- “ Considere o circuito ao lado.
- “ De acordo com a lei das malhas, temos:

$$\mathcal{E} = iR + L \frac{di}{dt}$$

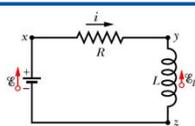
“ Multiplicando a eq. acima por i , obtemos:

$$i\mathcal{E} = i^2 R + Li \frac{di}{dt}$$

↑ Taxa com que a energia é fornecida pela bateria

↑ Taxa com que a energia é dissipada no resistor

↑ Taxa com que a energia é armazenada no campo magnético



A energia que não aparece como energia térmica deve ficar armazenada no campo B do indutor!
Conservação da Energia

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof@ufsc.br

Densidade de energia de um campo magnético

- Ao definirmos a **energia magnética**, consideramos que o campo era criado por um **indutor L**.
- Voltaremos nossa atenção para o próprio campo **B** (independente da fonte);
- Derivaremos uma expressão para a **densidade de energia magnética** ($u_B = U_B / Vol.$)
- Considere um comprimento l próximo ao centro do solenóide de seção transversal de área **A**.
- $Vol = Al$

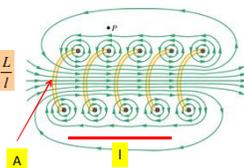
$$u_B = \frac{U_B}{Vol} = \frac{U_B}{Al}$$

$$U_B = \frac{1}{2} Li^2 \quad u_B = \frac{Li^2}{2Al} = \frac{i^2 L}{2A l}$$

$$\frac{L}{l} = \mu_0 n^2 A \quad u_B = \frac{\mu_0 n^2 i^2}{2} \quad B = \mu_0 n i$$

$$u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

Densidade de energia magnética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof@ufsc.br

Densidade de energia de um campo magnético

$u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$

Densidade de energia magnética

- Válida para todas as configurações de campo magnético (não só solenóide).
- Compare com a densidade de energia armazenada num campo elétrico:

$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$

Energia armazenada no campo elétrico (qq geometria)

- Em ambos casos, **u** é proporcional ao quadrado do campo.

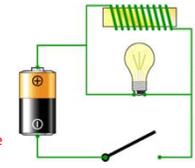
Solenóide X Capacitor
B X E



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof@ufsc.br

Comportamento de um indutor num circuito

- Considere o circuito ao lado:
- A lâmpada é um resistor (tem resistência interna).
- O fio no indutor tem resistência muito menor.
- Espera-se que, ao ligar o interruptor, a lâmpada brilhe muito fracamente.
- A corrente "deveria" seguir o caminho de baixa resistência, através do indutor.
- Mas ao ligar o interruptor, a lâmpada brilha intensamente e, na seqüência, fica mais fraca. Devido ao indutor, a corrente em R será **menor** que ϵ/R .
- Quando o interruptor é desligado, a lâmpada brilha com intensidade e, então, desliga rapidamente.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof@ufsc.br
