23/11/2020

43 ★★★ In un solenoide che ha 600 spire viene fatta scorrere una corrente di 300 mA. Le spire sono avvolte su un supporto cilindrico isolante di raggio 2,25 cm e lunghezza 20,5 cm.

- ▶ Calcola l'energia immagazzinata dal campo.
- ▶ Calcola la densità di energia nello spazio interno al solenoide.

[$1{,}58 \times 10^{-4}$ J; 0,484 J/m^3]

ENERGIA IMMAGAZZINATA NEL CAMPO $\quad W_L = \frac{1}{2} L I^2 =$

$$= \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2}{l} S \cdot I^2 = \frac{1}{2}\left(4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{A^2}\right) \cdot \frac{6^2 \times 10^4}{20{,}5 \times 10^{-2}\,m}\left(\pi \times (2{,}25)^2 \times 10^{-4}\,m^2\right) \cdot$$

$$\cdot \left(3 \times 10^{-1} A\right)^2 =$$

$$= 15793{,}3\ldots \times 10^{-7}\ J \simeq \boxed{1{,}58 \times 10^{-4}\ J}$$

DENSITÀ DI ENERGIA $\quad w_{\vec{B}} = \frac{W_L}{Sl} = \frac{1{,}5793\ldots \times 10^{-4}\ J}{(2{,}25 \times 10^{-2}\,m)^2 \pi\,(20{,}5 \times 10^{-2}\,m)} =$

$$= 0{,}004844\ldots \times 10^2\ \frac{J}{m^3}$$

$$\simeq \boxed{4{,}84 \times 10^{-1}\ \frac{J}{m^3}}$$

44 ★★★ Un filo rettilineo è percorso da una corrente di 1,5 A. Un ago magnetico è posto nel vuoto a una distanza di 10 cm dal filo.

▶ Calcola la densità di energia del campo magnetico nel punto in cui si trova l'ago magnetico.

[$3{,}6 \times 10^{-7}$ J/m^3]

$$w_{\vec{B}} = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \qquad B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i}{d} \quad \text{(L. DI BIOT-SAVART)}$$

$$w_{\vec{B}} = \frac{1}{2\cancel{\mu_0}} \frac{\mu_0^{\cancel{2}}}{4\pi^2} \cdot \frac{i^2}{d^2} = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 d^2} = \frac{\left(\cancel{4\pi} \times 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right)(1{,}5\,A)^2}{\underset{2}{\cancel{8}}\,\pi^{\cancel{2}}\,(10 \times 10^{-2}\,m)^2} =$$

$$= 0{,}00358\ldots \times 10^{-3}\,\frac{J}{m^3} \simeq \boxed{3{,}6 \times 10^{-6}\,\frac{J}{m^3}}$$

47 ★★★ Un solenoide è lungo 9,50 cm e ha una sezione di area $7{,}5 \times 10^{-5}$ m². Per ogni metro di lunghezza, contiene 5000 avvolgimenti. In un intervallo di tempo di 0,50 s,

$$f_{em} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

la corrente passa da un'intensità di 3,5 A a una intensità di 1,5 A.

- Calcola la forza elettromotrice indotta nell'intervallo di tempo considerato.

- A seguito di questa diminuzione di intensità di corrente, calcola la variazione percentuale della densità volumica di energia magnetica.

[$8{,}8 \times 10^{-4}$ V; 82%]

$$(1\ m) : 5000 = (0{,}0950\ m) : N \Rightarrow N = 5000 \cdot 0{,}0950 = 475$$

$$f_{em} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t} = -\mu_0 \frac{N^2}{l} S \frac{\Delta i}{\Delta t} =$$

$\Delta i < 0$

$$= -(4\pi \times 10^{-7}) \frac{475^2}{9{,}50 \times 10^{-2}} (7{,}5 \times 10^{-5}) \cdot \frac{-2{,}0}{0{,}50}\ V =$$

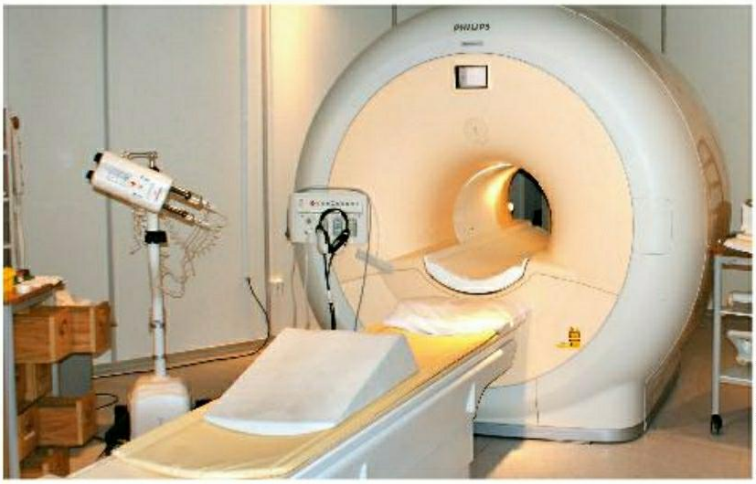
$$= 8953539{,}063 \times 10^{-10}\ V \simeq \boxed{9{,}0 \times 10^{-4}\ V}$$

$$\frac{|w_{\vec{B}_2} - w_{\vec{B}_1}|}{w_{\vec{B}_1}} = \frac{|I_2^2 - I_1^2|}{I_1^2} = \frac{|1{,}5^2 - 3{,}5^2|}{3{,}5^2} = 0{,}81632\ldots \simeq \boxed{82\%}$$

$$w_{\vec{B}} = \frac{W_L}{Sl} = \frac{\frac{1}{2} L I^2}{Sl}$$

COSTANTE

7 ★★★ La risonanza magnetica nucleare è una tecnica molto utilizzata nella diagnostica medica. Per eseguirla serve un campo magnetico costante e molto intenso, dell'ordine di 0,5 T. Come mostra la figura, per ottenere il campo magnetico desiderato si impiega un solenoide piuttosto grande, di raggio 30 cm e lunghezza 80 cm.



Jan Ainali/Wikimedia

- Determina il numero minimo di spire del solenoide affinché la corrente che vi circola non superi i 100 A.
- Calcola il valore dell'induttanza del solenoide.
- Determina l'energia magnetica immagazzinata nel solenoide.

[$3{,}2 \times 10^3$; 4,5 H; $2{,}3 \times 10^4$ J]

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} i$$

$$i = \frac{lB}{\mu_0 N} \leq 100\,A$$

$$\frac{\mu_0 N}{lB} \geq \frac{1}{100\,A}$$

$$\Downarrow$$

$$N \geq \frac{lB}{\mu_0 (100\,A)}$$

$$= \frac{(0{,}80\,m)(0{,}5\,T)}{\left(4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right)(100\,A)}$$

$$= 0{,}031830\ldots \times 10^5$$

$$\simeq \boxed{3{,}2 \times 10^3}$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S = \left(4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right) \frac{(3{,}18\ldots \times 10^3)^2}{80 \times 10^{-2}\,m}\, \pi\,(30 \times 10^{-2}\,m)^2 =$$

$$= 4491{,}2\ldots \times 10^{-3}\,H \simeq \boxed{4{,}5\,H}$$

$$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2}(4{,}491\ldots\,H)(100\,A)^2 = 22455\,J \simeq \boxed{2{,}2 \times 10^4\,J}$$