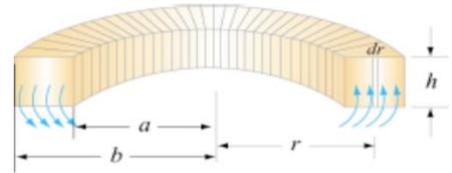


Durante la lezione del 29 verranno presentati i procedimenti risolutivi dei problemi: 2, 4, 9, 11, 13

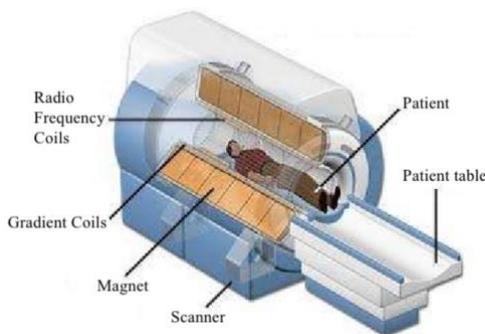
1) Quante spire di diametro $d = 4$ cm deve avere un solenoide rettilineo lungo $h = 100$ cm affinché la sua induttanza sia di 9 mH? Trascurare gli effetti di bordo.

2) Calcolare il coefficiente di autoinduzione di un solenoide compatto costituito da $N = 400$ spire avvolte intorno a un supporto toroidale a sezione rettangolare alto $h = 1$ cm, di raggio interno $a = 8$ cm, raggio esterno $b = 10$ cm.



3) Un lungo conduttore cilindrico di raggio R è percorso da una corrente I uniformemente distribuita sulla sezione del conduttore. Determinare l'espressione dell'energia magnetica all'interno di un tratto lungo h del conduttore.

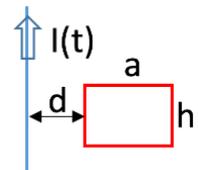
4) Un cavo coassiale è costituito da due superfici cilindriche concentriche di raggi R_1 e $R_2 > R_1$ in cui scorre la stessa intensità di corrente ma in versi opposti. Determinare l'energia magnetica in un tratto di cavo lungo h .



5) Per ottenere un campo magnetico uniforme $B = 0,7$ T, in un vecchio prototipo di apparecchiatura per Risonanza Magnetica fu necessario realizzare una bobina di $N = 2000$ spire di raggio $R = 20$ cm e lunghezza $h = 60$ cm. Calcolare, trascurando gli effetti di bordo:

- l'intensità della corrente necessaria
- l'induttanza della bobina;
- la densità di energia del campo magnetico all'interno della bobina;
- l'energia immagazzinata nella bobina

6) Una spira rettangolare di lati a e h è posta nel piano XY a distanza d da un filo posto lungo l'asse Y percorso da una corrente $I(t) = k t$ ($k > 0$). Ricavare il valore della f.e.m. indotta nella spira



7) Un lungo solenoide di sezione circolare $S = 5$ cm² costituito da $n = 1000$ spire/m viene percorso da una corrente di intensità variabile: $I(t) = I_0 (1+t/T)$ con $I_0 = 10$ mA e $T = 1$ ms.

Determinare la f.e.m. che viene indotta all'istante T in una spira quadrata di lato $L = 1$ cm posta al centro del solenoide. L'asse della spira forma in angolo di 60° rispetto all'asse del solenoide.

8) Al centro di un lungo solenoide di sezione circolare ($n = 200$ spire/cm, $S = 20$ cm²) è posta, coassialmente, una bobina costituita da $N = 300$ spire di raggio $R = 4$ cm.

La corrente del solenoide decresce linearmente da 2A a 0 in $\Delta t = 0,314$ s.

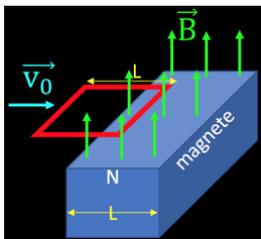
Calcolare il valore assoluto della f.e.m. indotta nella bobina mentre la corrente del solenoide varia.

9) Una spira quadrata, di lati lunghi L disposti parallelamente agli assi X e Y , si muove con velocità v_0 nel verso delle Y crescenti. Nello spazio è presente un campo magnetico di componenti $B_x = B_y = 0$ e $B_z = c y^2$. Determinare l'intensità della f.e.m. indotta nella spira che all'istante $t = 0$ ha i lati paralleli all'asse x a $y = 0$ e $y = L$.

10) Un avvolgimento rettangolare di lati $a = 20$ cm e $b = 50$ cm, costituito da 50 spire di filo conduttore, ruota intorno ad un asse parallelo al lato maggiore e passante per il centro dell'avvolgimento con velocità angolare costante immerso in un campo uniforme $B = 0,2$ T normale all'asse di rotazione. Determinare la frequenza di rotazione dell'avvolgimento affinché in esso si generi una forza elettromotrice massima $f_0 = 100$ V.

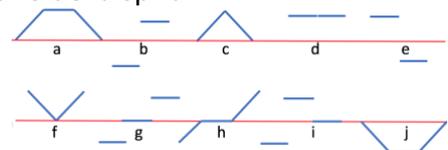
11) Un sottile anello di rame di raggio $R = 4$ cm viene teso opportunamente trasformandolo in una spira quadrata. La deformazione viene effettuata, mantenendo la planarità, in una zona dove è presente un campo magnetico uniforme $B = 0,5$ T inclinato di 30° rispetto al piano. Determinare la f.e.m. media $f_{med} = -\Delta\Phi/\Delta t$ indotta nel conduttore sapendo che il cambiamento di forma avviene in $\Delta t = 0,5$ s.

12) Una spira di raggio $R = 2$ cm formata da un filo metallico di massa $m = 5$ g cade, sotto l'azione della forza di gravità, all'interno di un campo di magnetico uniforme $B = 10^{-3}$ T. Durante la caduta la normale alla superficie della spira mantiene inalterata la sua direzione formando un angolo di 30° con la direzione di \mathbf{B} . Determinare l'intensità della corrente circolante nella spira.



13) Una spira quadrata di lato $L = 2$ cm entra (e poi esce) a velocità costante $v_0 = 3$ m/s in una zona di spazio profonda L dove c'è un campo uniforme $B = 0,4$ T perpendicolare al piano della spira.

Graficare l'andamento temporale dell'intensità della fem indotta nella spira e determinare il suo valore massimo.

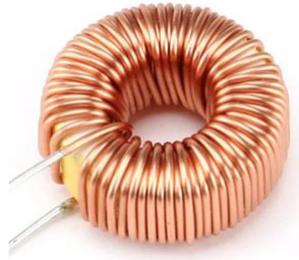


14) A metà lunghezza di un solenoide rettilineo lungo $d = 1$ m, di sezione circolare $S = 10$ cm², costituito da $N = 5 \times 10^4$ spire, è posta, perpendicolarmente all'asse del solenoide, una spira quadrata di lato $L = 5$ cm.

Nella spira viene indotta una fem di intensità $f = 1$ mV. Determinare l'espressione $I(t)$ dell'intensità di corrente, inizialmente nulla, che scorre nel solenoide.

15) Due solenoidi coassiali hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza $h_1 = 0,1$ m e $h_2 = 20$ cm; raggio $R_1 = 0,05$ m e $R_2 = 3$ cm; densità di spire $n_1 = 2000$ spire/m e $n_2 = 50$ spire/cm.

Se la corrente di 1 A che circola nel solenoide più lungo si dimezza in un decimo di secondo variando linearmente, quanto vale la fem indotta nell'altro solenoide?



- >>> soluzione 1: $N = 2387$
- >>> soluzione 2: $L = \mu_0/2\pi N^2 h \ln(b/a)$
- >>> soluzione 3: $U = \mu_0/(16\pi) I^2 h$
- >>> soluzione 4: $U = \mu_0/(4\pi) I^2 h \ln(R_2/R_1)$
- >>> soluzione 5: $I = 167 \text{ A}$; $L = 1,05 \text{ H}$; $u = 195 \text{ kJ/m}^3$; $U = 14,7 \text{ kJ}$
- >>> soluzione 6: f.e.m. = $\mu_0 k h / (2\pi) \ln(1+a/d)$
- >>> soluzione 7: $f = -0,63 \mu\text{V}$
- >>> soluzione 8: $f = 96 \text{ mV}$
- >>> soluzione 9: $|f| = cL^2 v_0 (2v_0 t + L)$
- >>> soluzione 10: $50/\pi \text{ Hz}$
- >>> soluzione 11: $0,54 \text{ mV}$
- >>> soluzione 13: 24 mV
- >>> soluzione 14: $i(t) = K t$ con $K = 50/\pi \text{ A/s}$ $\Phi_s[B(t)] = S \mu_0 N/d I(t)$
- >>> soluzione 15: $i(t) = I_0 - K t$ con $K = 5 \text{ A/s}$; ; $f = 18 \text{ mV}$

10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f

$$e = 1,6 \times 10^{-16} \text{ C}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,987\,551\,787 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \sim 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

$$\epsilon_0 = 8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2} \sim 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L_{\text{solenoid}} = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} \text{ S}$$

$$2) 2\pi r = \mu_0 N I \quad d\Phi = B h dr$$

$$3) J = I/(\pi R^2) \quad 2\pi r B = \mu_0 J \pi r^2 \quad u = \frac{1}{2} \mu_0 [I r / (2\pi R^2)]^2 \quad dU = u d\tau = u 2\pi r h dr \quad u = \frac{1}{2} B^2 / \mu_0 \quad U = u \pi R^2 h$$

oppure $U = \frac{1}{2} L I^2$

$$4) 2\pi r B = \mu_0 I \quad u = \frac{1}{2} \mu_0 [I / (2\pi r)]^2 \quad dU = u d\tau = u 2\pi r h dr$$

$$7) \text{fem} = -\mu_0 n (dI/dt)_{\text{T}} L^2 \cos 60^\circ$$

$$8) \text{fem} = -\mu_0 n (dI/dt) NS$$

$$9) d\Phi = B(y) L dy \quad \text{f da integrare fra } v_0 t \text{ e } v_0 t + L$$

$$10) \omega = 2\pi \nu; \nu = f_0 / (2\pi \text{Nab } B)$$

$$11) -\Delta\Phi = B_0 \cos 60^\circ [\pi R^2 - (2\pi R/4)^2]$$

$$12) \text{calcolare la variazione del flusso di } B$$

$$13) BLv \rightarrow c b d$$

$$14) dI = \frac{f}{\mu_0 \frac{N}{d} S} dt$$

$$15) f = (n_1 h_1 \pi R_2^2) \mu_0 n_2 K$$