

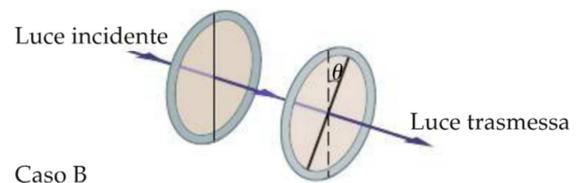
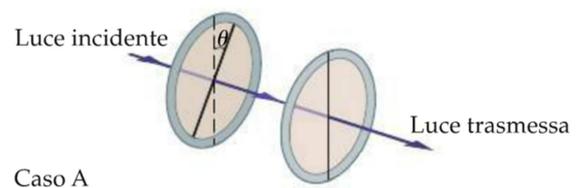
2. Oersted osservò che una corrente elettrica produce un campo magnetico e la scoperta fu completamente inaspettata. Michael Faraday, invece, cercò di proposito di capire se le sue ipotesi sarebbero state verificate. Cosa ipotizzò Faraday? Descrivi brevemente e in modo semplificato l'esperimento condotto da Faraday.

Faraday ipotizzò che il campo magnetico fosse in grado di produrre un campo elettrico. Consideriamo due circuiti elettrici, uno detto primario e composto da una batteria, un interruttore, una resistenza e una bobina formata da una barretta di ferro con molti avvolgimenti. Quando si chiude l'interruttore nel circuito primario, nella bobina scorre una corrente che produce un campo magnetico particolarmente intenso nella barretta di ferro. Nel circuito secondario è presente una seconda bobina che si avvolge attorno alla barretta di ferro. La bobina è collegata a un amperometro in grado di misurare il passaggio della corrente nel circuito. Nel secondo circuito non c'è batteria e non c'è alcun contatto fisico tra i due circuiti. Quando si chiude l'interruttore del circuito primario, il campo magnetico nella barretta di ferro cresce da zero a un certo valore finito e l'ago dell'amperometro nel secondario si sposta per alcuni istanti per poi tornare a zero. Finché la corrente nel circuito primario è mantenuta costante, l'amperometro nel secondario rimane sullo zero, non segnalando alcun passaggio di corrente.

3. Considera un sistema nel quale un anello metallico in caduta libera passa da una zona in cui è presente un campo magnetico a un'altra priva di campi magnetici. Secondo la legge di Lenz, la corrente indotta nell'anello scorre in verso orario o antiorario? (considera il campo magnetico come diretto perpendicolarmente al foglio e uscente da esso) Motiva la tua risposta.

Il verso della corrente indotta deve essere tale da contrastare il cambiamento che si verifica nel sistema, che in questo caso consiste in una diminuzione del flusso del campo magnetico attraverso l'anello. La corrente indotta dovrà quindi generare ulteriori linee di campo magnetico uscenti dalla pagina e quindi la corrente indotta deve circolare in verso **antiorario**.

4. Considera i due esperimenti sulla polarizzazione rappresentati in figura. Se la luce incidente non è polarizzata, l'intensità trasmessa nel caso A è maggiore, minore o uguale rispetto all'intensità trasmessa nel caso B? Motiva la tua risposta.
E se la luce incidente è polarizzata in direzione orizzontale, l'intensità trasmessa nel caso A è maggiore, minore o uguale rispetto all'intensità trasmessa nel caso B? Motiva la tua risposta.



Nel primo caso, le due intensità sono **uguali**, perché il primo polarizzatore lascia passare metà dell'intensità incidente e il secondo polarizzatore è a un angolo θ rispetto al primo, sia nel caso A che nel caso B.
Nel secondo caso, l'intensità in A è **maggiore**, considerato che in B è nulla, infatti il primo polarizzatore è orientato verticalmente, ovvero a 90° rispetto alla luce incidente.

5. Enuncia le equazioni di Maxwell.

$$\int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$$

Teorema di Gauss per il campo elettrico

$$\int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Teorema di Gauss per il campo magnetico

$$\oint_\gamma \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

Legge di Faraday – Lenz

$$\oint_\gamma \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

Legge di Ampère – Maxwell

6. Un solenoide con 385 avvolgimenti per metro e un diametro di 17,0 cm è attraversato da un flusso magnetico di $1,28 \cdot 10^{-4} \text{ Tm}^2$. Calcola la corrente nel solenoide. Come cambierebbe la tua risposta se il diametro del solenoide si dimezzasse? Giustifica la tua risposta.

$$n = \frac{385}{1 \text{ m}} \quad d = 17,0 \text{ cm} \quad \phi = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ Tm}^2 \quad I?$$

Il flusso è dato da:

$$\phi = BA \Rightarrow B = \frac{\phi}{A} = \frac{\phi}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4\phi}{\pi d^2}$$

Il campo magnetico generato da una corrente in un solenoide è dato da:

$$B = \mu_0 n I \Rightarrow I = \frac{B}{\mu_0 n} = \frac{\frac{4\phi}{\pi d^2}}{\mu_0 n} = \frac{4\phi}{\mu_0 n \pi d^2} = \mathbf{11,7 \text{ A}}$$

Dalla formula appena ricavata, si evince che la corrente è inversamente proporzionale al quadrato del diametro, perciò dimezzando il diametro, la corrente aumenterebbe di un fattore **4**.

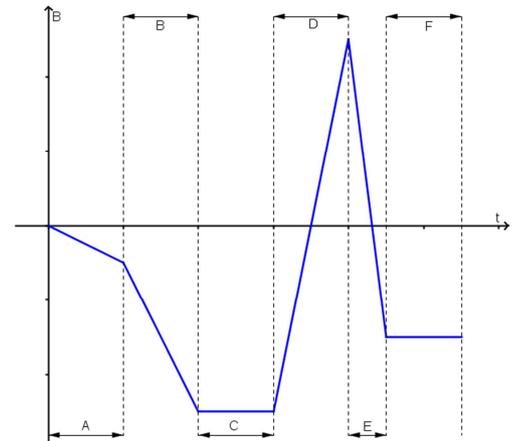
7. Una spira di filo conduttore è immersa in un campo magnetico perpendicolare alla sua superficie. Il campo varia nel tempo con l'andamento illustrato nella figura. Ordina i sei intervalli temporali per valori crescenti dell'intensità della forza elettromotrice indotta. Indica, se necessario, i casi di uguaglianza.

La forza elettromotrice è individuata, nel grafico, dal valore assoluto della pendenza della retta:

$$\mathcal{E} = N \left| \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = NA \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

quindi nei casi C e F la pendenza è nulla, trattandosi di un segmento parallelo all'asse delle ascisse, e nel caso E la pendenza è massima, perciò:

$$\mathbf{C = F < A < B < D < E}$$



8. Determina l'induttanza di un solenoide con 640 avvolgimenti in una lunghezza di 25 cm. La sezione circolare del solenoide possiede un raggio di 4,3 cm.

$$N = 640 \quad l = 25 \text{ cm} \quad r = 4,3 \text{ cm} \quad L?$$

Per la formula dell'induttanza in un solenoide:

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} A = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 = \mathbf{12 \text{ mH}}$$

9. La corrente in un circuito RL aumenta fino al 95% del suo valore finale in 2,24 s dalla chiusura dell'interruttore. Qual è la costante di tempo del circuito?

$$I(t) = 95\% I_f \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{95}{100} \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{95}{100} \Rightarrow -e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{5}{100}$$

$$e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{5}{100} \Rightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln 20 \Rightarrow \tau = \frac{t}{\ln 20} = \mathbf{0,75\ s}$$

10. Un trasformatore che aumenta la tensione ha 25 avvolgimenti sulla bobina primaria e 750 avvolgimenti sulla bobina secondaria. Se il trasformatore deve produrre in uscita una tensione di 4800 V con una corrente di 12 mA, quanto devono valere la corrente e la tensione entranti?

$$N_P = 25$$

$$N_S = 750$$

$$V_S = 4800\ V$$

$$I_S = 12\ mA$$

Per l'equazione del trasformatore:

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S} \Rightarrow I_P = \frac{N_S}{N_P} \cdot I_S = \mathbf{0,36\ A}$$

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} \Rightarrow V_P = \frac{N_P}{N_S} \cdot V_S = \mathbf{160\ V}$$

11. Completa la tabella indicando la direzione ($\pm x$, $\pm y$, $\pm z$) della grandezza sconosciuta per ognuna delle quattro onde elettromagnetiche elencate:

Applicando la regola della mano destra:

Direzione di propagazione	Direzione del campo elettrico	Direzione del campo magnetico
$+x$	$+y$	$+z$
$+x$	$-z$	$+y$
$-y$	$+z$	$-x$
$-x$	$+z$	$+y$

12. In un esperimento di polarizzazione, un fascio incidente non polarizzato incontra un primo polarizzatore e, successivamente, un secondo polarizzatore con un asse di trasmissione inclinato di un angolo θ rispetto al primo. Se l'intensità finale del fascio di luce è ridotta di un fattore 0,200, qual è l'angolo θ tra l'asse di trasmissione del secondo polarizzatore e l'asse del primo?

Trattandosi di fascio incidente non polarizzato, il primo polarizzatore determina un'intensità che è ridotta della metà rispetto a quella di partenza. Il secondo polarizzatore riduce ancora l'intensità di un fattore $\cos^2 \theta$, perciò:

$$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta \Rightarrow \frac{1}{2} \cos^2 \theta = 0,200 \Rightarrow \cos^2 \theta = 0,400 \Rightarrow \cos \theta = \sqrt{0,400} \Rightarrow \theta = \mathbf{50,8^\circ}$$