

1. Una spira rettangolare di  $24\text{ cm} \times 72\text{ cm}$  è piegata a forma di L, come mostrato nella figura 1. Il campo magnetico in prossimità della spira ha un'intensità di  $0,035\text{ T}$  ed è diretto  $25^\circ$  al di sotto del piano  $xy$ . La componente  $x$  del campo magnetico è nulla. Calcola il flusso magnetico attraverso la spira.

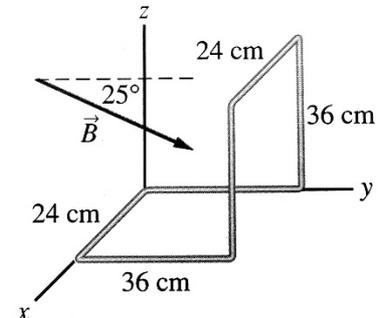
$$S = 24\text{ cm} \times 36\text{ cm} \quad B = 0,035\text{ T} \quad \alpha = 25^\circ \quad \beta = 65^\circ \quad \phi(\vec{B})?$$

Per definizione:

$$\phi(\vec{B}) = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

Consideriamo quindi il contributo di entrambe le parti della spira:

$$\phi(\vec{B}) = BS \cos \alpha + BS \cos \beta = \mathbf{4,0\text{ mWb}}$$



2. Un campo magnetico con una dipendenza dal tempo come quella illustrata in figura 2 è perpendicolare a una bobina circolare con 155 avvolgimenti e un diametro di  $3,75\text{ cm}$ . Determina la forza elettromotrice indotta nella bobina negli istanti:

- A.  $t = 2,50\text{ ms}$   
 B.  $t = 7,50\text{ ms}$   
 C.  $t = 15,0\text{ ms}$   
 D.  $t = 25,0\text{ ms}$

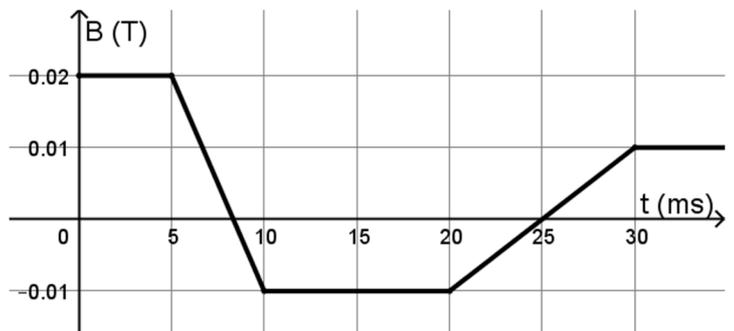
$$d = 3,75\text{ cm} \quad N = 155 \quad f_{em}?$$

- A. Nel primo caso non c'è variazione di campo magnetico, perciò la variazione di flusso è nulla, quindi la forza elettromotrice indotta è **nulla**.

B.  $f_{em} = -\frac{-0,01-0,02}{5\text{ ms}} T \cdot \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot N = \mathbf{1\text{ V}}$

- C. Anche in questo caso non c'è variazione di campo magnetico, perciò la variazione di flusso è nulla, quindi la forza elettromotrice indotta è **nulla**.

D.  $f_{em} = -\frac{0,01+0,01}{10\text{ ms}} T \cdot \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot N = \mathbf{-0,3\text{ V}}$



3. Negli strati superiori dell'atmosfera terrestre la luce del Sole ha un'intensità media di  $1360\text{ W/m}^2$ . Se la distanza media fra la Terra e il Sole è  $1,50 \cdot 10^{11}\text{ m}$ , qual è l'energia irradiata dal Sole nell'unità di tempo?

$$E_R = 1360\text{ W/m}^2 \quad d = 1,50 \cdot 10^{11}\text{ m} \quad P?$$

Per la definizione di irradiazione:

$$E_R = \frac{\mathcal{E}}{A \Delta t} \Rightarrow P = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t} = E_R \cdot A = E_R \cdot 4\pi d^2 = \mathbf{3,85 \cdot 10^{26}\text{ W}}$$

4. Si sono osservate onde elettromagnetiche a frequenze ultrabasse, dette ULF (Ultra Low Frequency) prodotte nello spazio profondo con lunghezze d'onda di oltre 29 milioni di chilometri. Qual è il periodo di un'onda di questo tipo?

$$\lambda = 29 \cdot 10^6 \text{ km} = 29 \cdot 10^9 \text{ m} \quad c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad T ?$$

Qualsiasi onda elettromagnetica ha una velocità nel vuoto pari a quella della luce:

$$c = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{c} = \mathbf{97 \text{ s}}$$

5. Una singola spira rettangolare di larghezza  $W$  e lunghezza  $L$  si muove parallelamente alla sua lunghezza con una velocità  $v$ . La spira passa da una regione in cui è presente un campo magnetico  $\vec{B}$  perpendicolare al piano della spira a una regione in cui il campo magnetico è nullo, come è illustrato nella figura 3. Calcola la velocità di variazione del flusso magnetico attraverso la spira:

- A. prima che la spira entri nella regione priva di campo;  
 B. appena dopo l'ingresso nella regione priva di campo;  
 C. quando la spira si trova completamente nella regione priva di campo.

Per ognuno dei casi considerati indica se la corrente indotta nella spira ha verso orario, antiorario o è nulla.

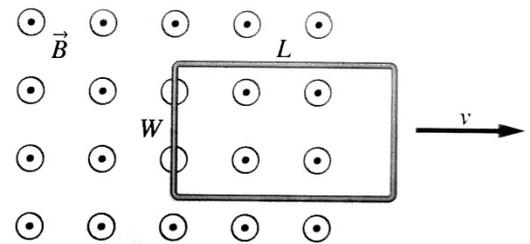
Nel primo e nel terzo caso, la spira è ferma all'interno del campo o fuori nella regione priva di campo, perciò non c'è variazione di flusso, quindi la velocità di variazione del flusso magnetico è **nulla** e, allo stesso modo, è **nulla** anche la corrente indotta, che dipende dalla variazione di flusso magnetico, ovvero dalla forza elettromotrice.

Nel secondo caso, possiamo determinare la forza elettromotrice:

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot W \cdot l}{\Delta t} = \frac{BW v \Delta t}{\Delta t} = \mathbf{BWv}$$

Ho indicato con  $l$  la base del rettangolo, che dipende dalla velocità, ovvero è il tratto di spira uscito dal campo magnetico nell'intervallo di tempo  $\Delta t$ .

Il verso della corrente è antiorario, perché genera un campo magnetico concorde con quello da cui sta uscendo, per opporsi all'uscita.



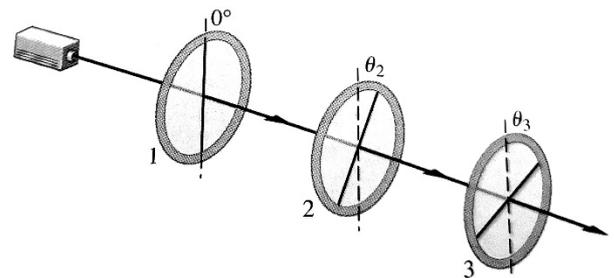
6. Tre polarizzatori sono disposti come mostrato in figura 4. Sapendo che il fascio di luce incidente non è polarizzato e possiede un'intensità di  $1,60 \text{ W/m}^2$ , calcola l'intensità trasmessa:

- A. quando  $\theta_2 = 25,0^\circ$  e  $\theta_3 = 50,0^\circ$ ;  
 B. quando  $\theta_2 = 50,0^\circ$  e  $\theta_3 = 25,0^\circ$ .

Il fascio di luce non è polarizzato, perciò la sua intensità, passando attraverso il primo polarizzatore, viene dimezzata. Negli altri casi, secondo la legge di Malus, viene moltiplicata per il quadrato del coseno dell'angolo di variazione da un polarizzatore all'altro:

A.  $I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta_2 \cos^2(\theta_3 - \theta_2) = \mathbf{0,540 \text{ W/m}^2}$

B.  $I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta_2 \cos^2(\theta_2 - \theta_3) = \mathbf{0,272 \text{ W/m}^2}$



7. Vorresti costruire un'induttanza da 50,0 mH avvolgendo un filo di rame isolato (diametro 0,0332 cm) su un tubo con una sezione circolare di raggio 2,67 cm. Quanto filo ti serve se lo avvolgi intorno al tubo in un singolo strato aderente?

$$L = 50,0 \text{ mH} \quad d = 0,0332 \text{ cm} \quad r = 2,67 \text{ cm} \quad L_f ?$$

Partiamo dalla definizione di induttanza per un solenoide:  $L = \mu_o \frac{N^2}{l} S$  dove  $S = \pi r^2$  e  $l$  è la lunghezza del solenoide, per la quale vale la relazione:

$$N = \frac{l}{d} \Rightarrow L = \mu_o \frac{l^2/d^2}{l} S = \mu_o \frac{l}{d^2} S \Rightarrow l = \frac{L d^2}{\mu_o S} = \frac{L d^2}{\mu_o \pi r^2}$$

Perciò il numero di avvolgimenti è dato da:

$$N = \frac{l}{d} = \frac{L d}{\mu_o \pi r^2}$$

E la lunghezza del filo è data dal numero di avvolgimenti moltiplicato per la circonferenza del solenoide:

$$L_f = N \cdot 2\pi r = \frac{L d}{\mu_o \pi r^2} \cdot 2\pi r = \frac{2 L d}{\mu_o r} = \mathbf{990 \text{ m}}$$