

1. Un solenoide formato da 500 spire è lungo 8,0 cm. Se la corrente da cui è percorso aumenta da 0 a 2,5 A in 0,35 s, l'intensità della forza elettromotrice indotta ha modulo pari a 0,012 V. Calcola:
- l'induttanza del solenoide;
 - l'area della sezione del solenoide;
 - il modulo del campo magnetico nel solenoide quando la corrente ha il valore massimo.

$$N = 500 \quad l = 8,0 \text{ cm} \quad i_1 = 0 \text{ A} \quad i_2 = 2,5 \text{ A} \quad \Delta t = 0,35 \text{ s} \quad |f_{em}| = 0,012 \text{ V} \quad L? \quad S? \quad B_2?$$

- A. La forza elettromotrice è legata all'induttanza dalla relazione:

$$|f_{em}| = \left| -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| \quad L = \frac{|f_{em}|}{\frac{\Delta i}{\Delta t}} = \frac{|f_{em}|}{\frac{i_2 - i_1}{\Delta t}} = \mathbf{1,7 \text{ mH}}$$

- B. L'induttanza di un solenoide è data, per definizione, da $L = \mu_o \frac{N^2}{l} S$ e possiamo, quindi, determinare l'area della sua sezione:

$$S = \frac{L l}{\mu_o N^2} = \mathbf{4,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

- C. Il campo magnetico di un solenoide percorso da corrente è dato da: $B_2 = \mu_o \frac{N}{l} i_2 = \mathbf{20 \text{ mT}}$.

2. Il grafico rappresenta il flusso del campo magnetico in funzione del tempo attraverso una spira conduttrice.

- Ricava dal grafico l'espressione analitica della funzione rappresentata.
- Disegna l'andamento quantitativo della forza elettromotrice indotta in funzione del tempo.

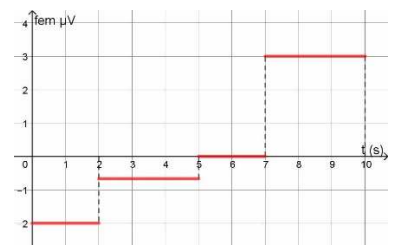
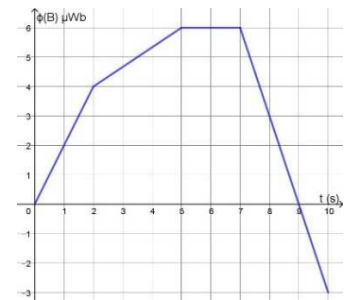
- A. Si tratta di segmenti di retta:

$$\phi(t) = \begin{cases} 2t & 0 \leq t < 2 \\ \frac{2}{3}t + \frac{8}{3} & 2 \leq t < 5 \\ 6 & 5 \leq t < 7 \\ 27 - 3t & 7 \leq t \leq 10 \end{cases}$$

Nelle equazioni, i coefficienti di t hanno come unità di misura $\mu\text{Wb/s}$ e i termini noti hanno come unità di misura μWb .

- B. Per determinare l'andamento quantitativo della forza elettromotrice, bisogna fare la derivata della funzione appena determinata:

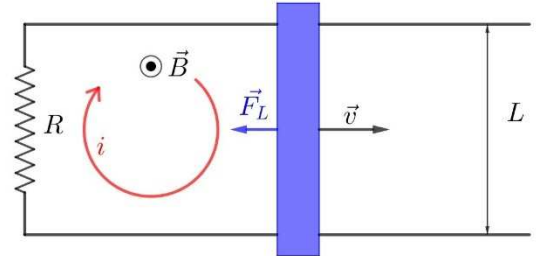
$$f_{em} = -\frac{d\phi(t)}{dt} = \begin{cases} -2 & 0 \leq t < 2 \\ -\frac{2}{3} & 2 \leq t < 5 \\ 0 & 5 \leq t < 7 \\ 3 & 7 \leq t \leq 10 \end{cases}$$



3. La figura 2 mostra una barra di resistenza nulla che scivola verso destra su due rotaie di resistenza nulla separate da una distanza $L = 0,450 \text{ m}$. Le rotaie sono collegate fra loro da una resistenza di $12,5 \Omega$ e l'intero sistema è immerso in un campo magnetico uniforme di intensità pari a $0,750 \text{ T}$. Calcola la velocità alla quale deve muoversi la barra per produrre una corrente di $0,155 \text{ A}$ nella resistenza.

$$l = 0,450 \text{ m} \quad R = 12,5 \Omega \quad B = 0,750 \text{ T} \quad i = 0,155 \text{ A} \quad v?$$

Considerando le cariche positive che si trovano sulla barra e l'azione del campo magnetico e della velocità, applicando la regola della mano destra notiamo che le cariche si muovono in modo da determinare una corrente indotta che percorre il circuito chiuso in senso orario. Questa corrente è determinata dalla forza elettromotrice indotta che, per la legge di Ohm, è data da: $f_{em} = iR$.



Per il teorema di Faraday-Neumann-Lenz, la forza elettromotrice indotta è data da:

$$f_{em} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Il flusso è dato dal prodotto scalare di campo magnetico per vettore area. Siccome il campo magnetico è costante, abbiamo solo la variazione di area, che aumenta, visto che la barra si sposta di un tratto $v\Delta t$ nell'intervallo di tempo Δt , perciò:

$$f_{em} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{B \Delta S}{\Delta t} = -B \frac{Lv\Delta t}{\Delta t} = -BLv$$

Considerando solamente il modulo della forza elettromotrice e uguagliandone le due espressioni:

$$iR = BLv \quad \Rightarrow \quad v = \frac{iR}{BL} = 5,74 \text{ m/s}$$

4. Una spira conduttrice è lasciata cadere in una regione in cui agisce un campo magnetico. Indica, argomentando la tua risposta, se la corrente indotta nella spira fluisce in senso orario o antiorario quando la spira entra nella regione e quando ne esce.

Legge di Lenz: Quando la spira entra nel campo magnetico, il flusso attraverso la spira aumenta e l'aumento ha lo stesso verso del campo magnetico già esistente. Il campo magnetico indotto avrà quindi verso opposto a quello del campo magnetico esistente e, perché questo avvenga, la corrente indotta deve avere **verso orario** all'interno della spira.

Forza di Lorentz: La carica positiva che si trova sulla parte inferiore della spira si muove con una velocità diretta verso il basso. Applicando la regola della mano destra, la forza di Lorentz agisce verso sinistra, generando, quindi, una corrente in verso orario.

Legge di Lenz: Quando la spira esce dal campo magnetico, il flusso attraverso la spira diminuisce e la variazione ha verso opposto a quello del campo magnetico già esistente. Il campo magnetico indotto avrà quindi lo stesso verso di quello del campo magnetico esistente e, perché questo avvenga, la corrente indotta deve avere **verso antiorario** all'interno della spira.

Forza di Lorentz: La carica positiva che si trova sulla parte superiore della spira si muove con una velocità diretta verso il basso. Applicando la regola della mano destra, la forza di Lorentz agisce verso sinistra, generando, quindi, una corrente in verso antiorario.

