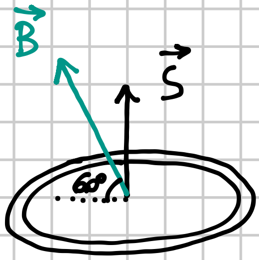
6 ◆◆◆ Una spira circolare di raggio 2,9 cm è immersa in un campo magnetico uniforme di valore $6{,}8 \times 10^{-6}$ T, le cui linee di campo formano un angolo di 60° con il piano della spira.

- Determina il modulo della circuitazione di $\vec{E}$ lungo un cammino che coincide con la spira circolare.

A partire dall'istante $t = 0$ s, il valore del campo magnetico diminuisce progressivamente fino a raggiungere l'intensità di $9{,}7 \times 10^{-7}$ T all'istante $t_1 = 15$ s.

- Determina il modulo della circuitazione media di $\vec{E}$ lungo un cammino che coincide con la spira circolare durante l'intervallo di tempo in cui il campo magnetico diminuisce di valore.

$\left[0\,\frac{N}{C}\cdot m; 8{,}9 \times 10^{-10}\,\frac{N}{C}\cdot m\right]$



$$\Phi(\vec{B}) = B \cdot S \cdot \cos 30° = \frac{B\,S \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{d\Phi(\vec{B})}{\Delta t} = 0$$

$$\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E}) = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = 0\ \frac{N}{C}\cdot m$$

$$\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E}) = -\frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$ CIRCUITAZIONE MEDIA

IN MODULO $\Rightarrow$ $$|\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E})| = \left|\frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Phi_{FIN.} - \Phi_{IN.}}{\Delta t}\right| =$$

$$= \frac{|B_{FIN.}\,S \cdot \cos 30° - B_{IN.}\,S \cdot \cos 30°|}{\Delta t} =$$

$$= \frac{S \cos 30°\,|B_{FIN} - B_{IN}|}{\Delta t} =$$

$$= \frac{\pi\,(2{,}9 \times 10^{-2}\,m)^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\,|\overbrace{9{,}7 \times 10^{-7}}^{0{,}97 \times 10^{-6}}\,T - 6{,}8 \times 10^{-6}\,T|}{15\,s} =$$

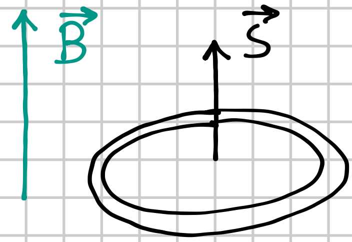
$$= 8{,}8931\ldots \times 10^{-10}\ \frac{N \cdot m}{C}$$

$$\simeq \boxed{8{,}9 \times 10^{-10}\ \frac{N \cdot m}{C}}$$

11 ◆◆◆ **CON LE DERIVATE** Una spira circolare di raggio 2,0 cm è immersa in un campo magnetico perpendicolare a essa; l'intensità del campo varia nel tempo oscillando secondo la legge $B(t) = b \cdot \cos(\omega t)$ con $\omega = 440$ rad/s. All'istante $t = 0$ s l'intensità del campo è di $3{,}2 \times 10^{-6}$ T. La direzione del campo magnetico resta sempre perpendicolare alla spira.

▶ Determina come varia nel tempo il modulo della circuitazione di $\vec{E}$ lungo la spira e qual è il suo valore massimo.

$$\left[\left|\Gamma(\vec{E})\right| = b\omega \left|\sin(\omega t)\right| \pi r^2; 1{,}8 \times 10^{-6}\ \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}}\right]$$



$$B(t) = b \cos(\omega t)$$

COMPONENTE CARTESIANA DI $\vec{B}$ (LUNGO L'ASSE VERTICALE)

$$\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E}) = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$$

$$\Phi(\vec{B}) = S \cdot B(t)$$

$$\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = S \cdot B'(t) = S b \left(-\sin(\omega t)\right) \cdot \omega = -\omega S b \cdot \sin(\omega t)$$

$$\boxed{\left|\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E})\right| = \omega b \pi r^2 \left|\sin(\omega t)\right|}$$

IL VALORE MASSIMO VIENE RAGGIUNTO QUANDO $\left|\sin(\omega t)\right| = 1$

$$\left|\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E})\right|_{MAX} = \omega b \pi r^2 = (440\ s^{-1})\ \underset{\substack{\uparrow \\ \text{DA TROVARE}}}{b}\ \pi (2{,}0 \times 10^{-2}\ m)^2$$

$t = 0\ s \Rightarrow B(0) = 3{,}2 \times 10^{-6}$ T

$B(t) = b \cos(\omega t)$

$$\Rightarrow \overbrace{b \cdot \underbrace{\cos(0)}_{1}}^{B(0)} = 3{,}2 \times 10^{-6}\ T$$

$$\Rightarrow b = 3{,}2 \times 10^{-6}\ T$$

$$\left|\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{E})\right|_{MAX} = (440\ s^{-1})(3{,}2 \times 10^{-6}\ T)\ \pi\ (2{,}0 \times 10^{-2}\ m)^2 =$$

$$= 17693{,}4\ldots \times 10^{-10}\ \frac{N \cdot m}{C} \simeq \boxed{1{,}8 \times 10^{-6}\ \frac{N \cdot m}{C}}$$