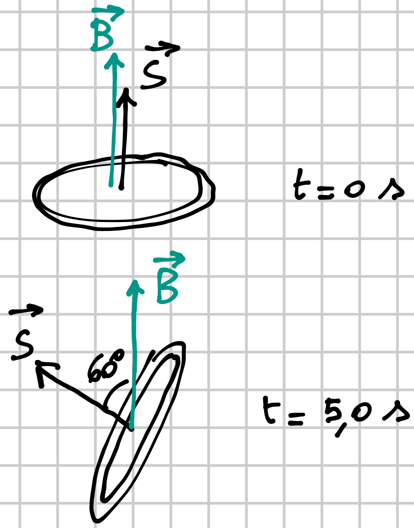
8 ◆◆◆ Una spira circolare di raggio 8,0 cm è immersa in un campo magnetico uniforme di intensità $B = 3{,}8 \times 10^{-6}$ T. All'istante $t = 0$ s la spira è perpendicolare al campo magnetico; viene poi fatta ruotare lentamente intorno a un suo diametro fino a essere inclinata di 60° rispetto alla direzione iniziale all'istante $t = 5{,}0$ s.

▶ Calcola il modulo della circuitazione del campo elettrico lungo la spira.

$\left[7{,}6 \times 10^{-9}\ \frac{\mathrm{N \cdot m}}{\mathrm{C}}\right]$



$$\left|\Gamma_{\gamma}(\vec{E})\right| = \left|-\frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}\right| = \frac{|BS\cos 60^\circ - BS|}{\Delta t} =$$

$$= \frac{BS(1-\cos 60^\circ)}{\Delta t} = \frac{B\pi r^2\left(1-\frac{1}{2}\right)}{\Delta t} =$$

$$= \frac{B\pi r^2}{2\Delta t} = \frac{(3{,}8\times 10^{-6}\ \mathrm{T})\,\pi\,(8{,}0\times 10^{-2}\ \mathrm{m})^2}{2\,(5{,}0\ \mathrm{s})} =$$

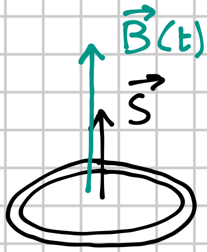
$$= 76{,}4\ldots \times 10^{-10}\ \frac{\mathrm{N\cdot m}}{\mathrm{C}} \simeq \boxed{7{,}6\times 10^{-9}\ \frac{\mathrm{N\cdot m}}{\mathrm{C}}}$$

9 ◆◆◆ **ORA PROVA TU** Una spira circolare di raggio 12 cm è concentrica a un solenoide e posta in un piano perpendicolare al suo campo di intensità iniziale pari a $1{,}0 \times 10^{-2}$ T che aumenta nel tempo al ritmo di $1{,}0 \times 10^{-3}$ T/s.

▶ Quanto vale il modulo del campo elettrico indotto lungo la spira?

Suggerimento: puoi scrivere il valore del campo magnetico come funzione del tempo, cioè $B(t) = B_0 + (1{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{T/s})\ t$.

$\left[6{,}0 \times 10^{-5}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}\right]$



$$B(t) = B_0 + \left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right) t$$

$$B_0 = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{T}$$

$$\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$$

$$E \cdot 2\pi r = \left|\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}\right| =$$

$$= \pi r^2 \left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right)$$

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

$$\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = \pi r^2 \cdot B'(t) =$$

$$= \pi r^2 \left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right)$$

$$\Downarrow$$

$$E \cdot 2\cancel{\pi r} = \cancel{\pi r}^{2} \left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right)$$

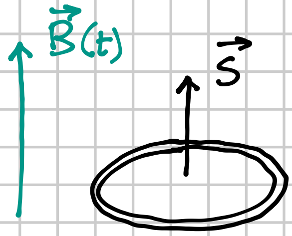
$$E = \frac{r\left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right)}{2} = \frac{(12 \times 10^{-2}\ \mathrm{m})\left(1{,}0 \times 10^{-3}\ \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{s}}\right)}{2} =$$

$$= \boxed{6{,}0 \times 10^{-5}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}}$$

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.

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



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

COMPONENTE CARTESIANA DEL VETTORE $\vec{B}(t)$

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

$$B(0) = b \cdot \cos(\omega \cdot 0) = b$$

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

$$\Phi(\vec{B}) = \vec{B}(t) \cdot \vec{S} = B(t) \cdot \pi r^2$$

$$\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = \pi r^2 \cdot B'(t) = \pi r^2 \cdot \left(-b\omega \sin(\omega t)\right)$$

$$\left|\Gamma_{\gamma}(\vec{E})\right| = \left|-\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}\right| = \pi r^2 \cdot b\omega \left|\sin(\omega t)\right|$$

$$\left|\Gamma_{\gamma}(\vec{E})\right|_{MAX} = \pi r^2 b\omega = \pi\left(2{,}0 \times 10^{-2}\ \text{m}\right)^2 \left(3{,}2 \times 10^{-6}\ \text{T}\right)\left(440\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) =$$

$|\sin \omega t| = 1$

$$= 17693{,}4\ldots \times 10^{-10}\ \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}}$$

$$\simeq \boxed{1{,}8 \times 10^{-6}\ \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}}}$$