TD ELM ① Ampèremètre à cadre mobile.

Q1 système spire, masse m, moment d'inertie J autour de $(O, \vec{e_z})$.

réf : laboratoire, galiléen

BAME : • couple de rappel. $\Gamma = -k(\theta_0 - \theta)$

• couple des forces de Laplace Γ_L

• poids selon $\vec{e_z}$, ne joue pas sur la rotation.

• fixation du cadre en O, (pivot parfaite) pas de couple, pas de moment sur l'axe $(O, \vec{e_z})$

Q2 méthode ①

$$\vec{\Gamma_L} = \vec{m} \wedge \vec{B} = iL^2 \vec{e_n} \wedge B_0 \vec{e_x}$$

$$= iL^2 B_0 \begin{vmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \end{vmatrix} \wedge \vec{e_x}$$

$$\boxed{\vec{\Gamma_L} = -iL^2 B_0 \sin(\theta) \vec{e_z}}$$

méthode ② tout directement.

▨ calculons la force de Laplace sur chaque longueur du cadre

(1) PQ, $\vec{F_{L1}} = -iL \vec{e_z} \wedge B_0 \vec{e_x}$

$\vec{F_{L1}} = -iLB_0 \vec{e_y}$

(2) RS, idem $\vec{F_{L2}} = iLB_0 \vec{e_y}$

(3) QR, $\vec{F_{L3}} = iL \vec{e_\theta} \wedge B_0 \vec{e_x}$

$= iLB_0 \begin{vmatrix} -\sin(\theta) \\ \cos(\theta) \end{vmatrix} \wedge \vec{e_x}$

$\vec{F_{L3}} = -iLB_0 \cos(\theta) \vec{e_z}$

(4) SP, $\vec{F_{L4}} = iLB_0 \cos(\theta) \vec{e_z}$

soit $\vec{R_L}$ la résultante des forces de Laplace

$$\boxed{\vec{R_L} = \vec{0}}$$

▨ On en déduit le couple

$\vec{\Gamma_L} = \sum_i \vec{\Pi_O}(\vec{F_{Li}})$

au centre de PQ !

• (1). $\Pi_O(\vec{F_{L1}}) = -\frac{L}{2} \vec{e_\theta} \wedge -iLB_0 \vec{e_y}$

$$\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_2}}) = i\frac{L^2}{2}B_0 \begin{vmatrix} -\sin(\theta) \\ \cos(\theta) \end{vmatrix} \wedge \vec{e_y}$$

$$\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_2}}) = -i\frac{L^2}{2}B_0 \sin(\theta)\,\vec{e_z}$$

- (2), idem

$$\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_2}}) = -i\frac{L^2}{2}B_0 \sin(\theta)\,\vec{e_z}$$

- (3), $\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_3}}) = -\frac{L}{2}\vec{e_z} \wedge -iLB_0\cos(\theta)\,\vec{e_z}$

$$\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_3}}) = \vec{0}$$

- (4), idem $\vec{\Pi}_0(\vec{F_{L_4}}) = \vec{0}$.

d'où $\boxed{\vec{\Gamma_L} = -iL^2 B_0 \sin(\theta)\,\vec{e_z}}$

Q3 à l'équilibre de la spire.

$\sum \vec{\Pi}\cdot\vec{e_z} = 0 \iff$

$$-k(\theta_0-\theta) - iL^2 B_0 \sin(\theta) = 0$$

d'où $i = \dfrac{k(\theta-\theta_0)}{L^2 B_0 \sin(\theta)}$

- pour $i=0$, $\theta=\theta_0$ (ok avec le sujet!)
- si $i \neq 0$, la mesure de θ donne i.