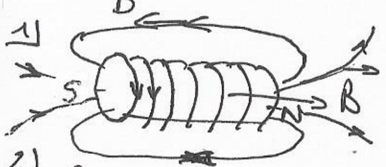
TD champ $\vec{B}$ – Forces de Laplace

1 1)

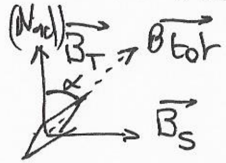


← astuce . . .

2) $B = \mu_0 \frac{N}{L} i \simeq 3{,}1\ 10^{-5}\,T \simeq$ celui terrestre

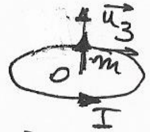
3) $I = 0 \Rightarrow$ boussole orientée vers le Nord $\Rightarrow \perp$ à la bobine

4) $I \neq 0$



$\tan\alpha = \frac{B_S}{B_T} \Rightarrow B_T = \frac{B_S}{\tan\alpha} = 4{,}9\,10^{-5}\,T$

2 1) $I = \frac{q}{T}$, $\vec{m} = I\vec{S} = \frac{q\pi R^2}{T}\vec{u_3}$



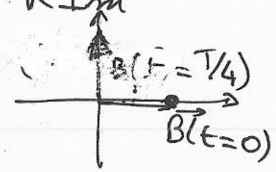
2) $\vec{L_0} = mR^2\dot{\theta}\vec{u_3} = mR^2\frac{2\pi}{T}\vec{u_3} \Rightarrow \boxed{\frac{\vec{m}}{\vec{L_0}} = \frac{q}{2m}}$

3 1) $\phi = \pi/2$

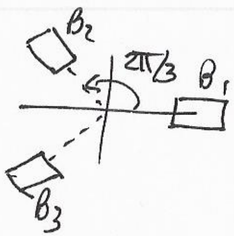
2) $\vec{B}_{(0)} = KI_m\left[\cos\omega t\ \vec{u_x} + \sin\omega t\ \vec{u_y}\right]$

3) $\|\vec{B}(0)\| = KI_m\sqrt{\cos^2+\sin^2} = KI_m$

tourne dans le sens trigo :

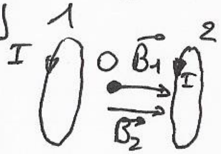


4)



Bobines décalées de $\frac{2\pi}{3}$
déphasées

4 1)



D'après l'orientat° et la règle du tire bouchon, $\vec{B_1}$ et $\vec{B_2}$ sont colinéaires et de m̂ sens.

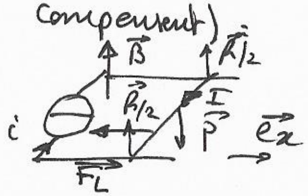
O au centre $\Rightarrow$ m̂ norme

$\Rightarrow \vec{B}_{(0)} = \frac{\mu_0 N i R^2}{\left(R^2+(0)^2\right)^{3/2}} = \frac{\mu_0 N i}{R}$

2) Alors $B(x) = \frac{\mu_0 N i}{R}\left(\frac{1}{\left(1+\frac{x^2}{R^2}\right)^{3/2}}\right) \simeq \frac{\mu_0 N i}{R}\left(1 - \frac{3x^2}{2R^2}\right)$

champ uniforme à l'ordre 1 en x.

5 1) PFD pour la barre en proj sur Ox ($\vec{R}$ et $\vec{P}$ se compensent)



$\vec{F_L} = \eta\vec{\ell}\wedge\vec{B} = -\eta\ell B\,\vec{e_x}$

Donc

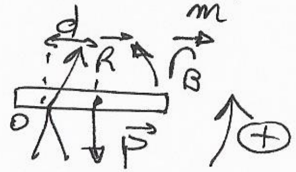
$m\ddot{x} = -\eta\ell B \Rightarrow v = -\frac{\eta\ell B}{m}t$

$\Rightarrow \boxed{x = -\frac{\eta\ell B}{2m}t + x_0.}$

2) $P = \vec{F_L}\cdot\vec{v} = \frac{\eta^2\ell^2B^2}{m}t$

3) $\frac{dE_c}{dt} = P \Leftrightarrow m\ddot{x}\dot{x} = -\eta\ell B\dot{x} \Rightarrow \ddot{x} = -\frac{\eta B\ell}{m}$

6 TMC$_\Delta$ à l'aimant en O :
à l'équilibre

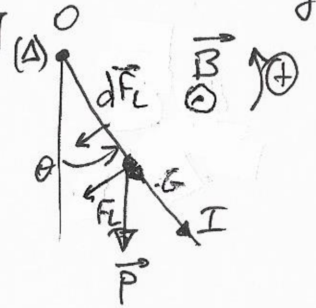


$0 = \underbrace{\mathcal{M}_\Delta(\vec{R})}_{0} + \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{B})$

$0 = -dmg + \mu B$ ($\vec{\mu}$ et $\vec{B}$ sont $\perp$)

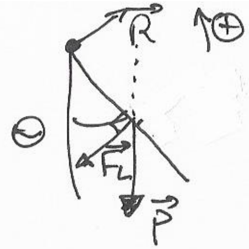
$\Rightarrow d = \frac{\mu B}{mg}$

7



- Comme la force de Laplace est uniformément répartie, (comme le poids), on peut la considérer ponctuelle en G milieu de la barre
- $F_L = IaB$ ($\vec{B}$ et $\vec{\ell}\ \perp$)

Soit :



Le TMC en O pour la barre donne :

$$J\ddot{\theta} = -mg\underbrace{\frac{a}{2}}_{\text{bras levier}}\sin\theta - \frac{i a^2 B}{2}$$

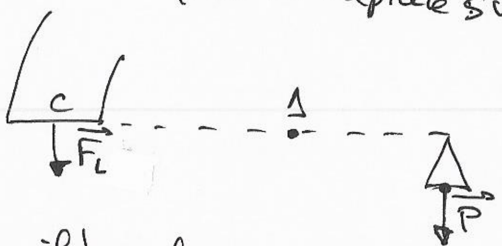
$\boxed{8}$ 1) Supposons que G ne soit pas en O, alors le TMC donne sur l'axe de rotation :

$$J\ddot{\theta} = \underbrace{\mathcal{M}_\Delta(\vec P)}_{\neq 0} + \underbrace{\cancel{\mathcal{M}_\Delta(\vec R_{axe})}}_{0} \Rightarrow$$ la balance n'est pas à l'équilibre

2)

Sur 1 arc, $d\vec F \perp d\vec\ell$ donc $d\vec F$ passe par $\Delta \Rightarrow$ $d\vec{\mathcal{M}} = 0$, de même pour le $\vec{\mathcal{M}}$ total.

3) Par rapport à la position à vide d'équilibre se rajoutent
- le poids des masses ajoutées
- la force de Laplace sur A_3A_4, exercée en C !



A l'équilibre leurs moments se compensent :

$$F_L d_1 = P d_2 \Rightarrow i d_1 \ell B = mg d_2$$

4) Alors $\delta B = \frac{\delta m\, g d_2}{i \ell d_1} \simeq 1\,mT$: peut mesurer le champ d'1 aimant, pas celui de la Terre