

$\rightarrow \text{sym } \Pi_1 / \Pi_3 \rightarrow \Pi_3 = \Pi_S \text{ courants}$
 $\rightarrow \text{sym } \Pi_2 / \Pi_2 \rightarrow \Pi_2 = \Pi_{AS} \text{ courants}$

sym Π / Π_3

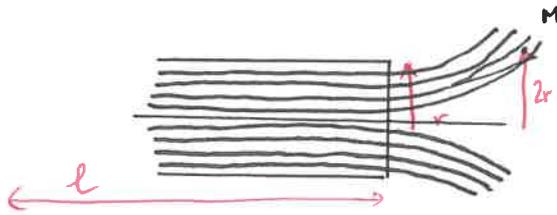
- $\Pi_1 (M, \vec{e}_x, \vec{e}_y) \Pi_{AS} \text{ courants}$
 $\vec{B}(M) \in \Pi_1$ ✓
- $\Pi_2 (M', \vec{e}_y, \vec{e}_z) \Pi_{AS} \text{ courants}$
 $\vec{B}(M') \in \Pi_2$ ✓
- $\Pi_3 (M'', \vec{e}_x, \vec{e}_z) \Pi_S \text{ courants}$
 $\vec{B}(M'') \notin \Pi_3$

- $\Pi_1 = (M, \vec{e}_x, \vec{e}_y) \Pi_{AS} \text{ courants}$
 $\vec{B}(M) \in \Pi_1$
- $\Pi_2 = (M', \vec{e}_y, \vec{e}_z) \Pi_S \text{ courants}$
 $\vec{B}(M') \in \Pi_2$
- $\Pi_3 = (M'', \vec{e}_x, \vec{e}_z) \Pi_S \text{ courants}$
 $\vec{B}(M'') \in \Pi_3$

Le champs est plus intense là où les lignes de champs sont serrées
 Le champs est nul à l'intersection des plans de courants (en O fig 2)
 Le champs est uniforme → lignes de champ parallèle entre elles.

- * repérage des sources de champ magnétique : les lignes de champs "tournent" autour des sources.
- * les cartes sont différentes car les sens du courant dans les spires n'est pas le même selon la carte.

AD2:



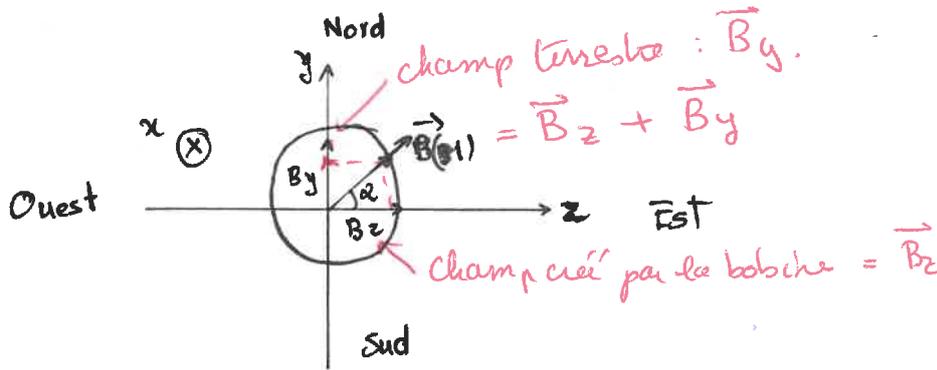
1- Le solénoïde est infini, car $l > 10r$ ✓

2. Le nombre de spire nécessaires

$$B = \frac{\mu_0 N i}{l} \Rightarrow N = \frac{B l}{\mu_0 i} \quad \text{AN: } N = \frac{12,5 \cdot 10^{-6} \times 60 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot 10^{-7} \times 0,1}$$

$$N = 60 \text{ spires } \checkmark$$

3.



$$\tan \alpha = \frac{B_y}{B_z} \Rightarrow B_y = B_z \tan \alpha$$

$$\text{AN: } B_y = 12,5 \cdot 10^{-6} \times \tan(58^\circ)$$

$$B_y = 20 \cdot 10^{-8} \text{ T } \checkmark$$

4.

Equation de MT $\text{div } \vec{B}(M) = 0$ hypothèse : S_{sortie} est de rayon $2r$

donc \vec{B} est un vecteur à flux conservatif ✓

$$\phi_{\text{entrée}}(\vec{B}) = \phi_{\text{sortie}}(\vec{B})$$

du tube de champ du tube de champ

$$\phi_{\text{entrée}}(\vec{B}) = \vec{B} \cdot d\vec{S} = B_s \pi r^2 \checkmark$$

$$\text{Et } \phi_M(\vec{B}) = B_M \pi (2r)^2 \checkmark$$

$$\Rightarrow B_s \pi r^2 = B_M \pi 4r^2 \checkmark$$

$$B_M = \frac{B_s}{4} = \frac{12,5 \cdot 10^{-6}}{4} \approx 10^{-6} \text{ T } \checkmark$$

TD23-AD3

1a. La particule possède une accélération donc on se trouve dans un champ électrique: \checkmark \underline{B}

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{E} = \frac{m\vec{a}}{q}$$

$\Rightarrow \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow \vec{B} \perp \vec{v}$, \vec{B} n'accélère pas les particules \checkmark

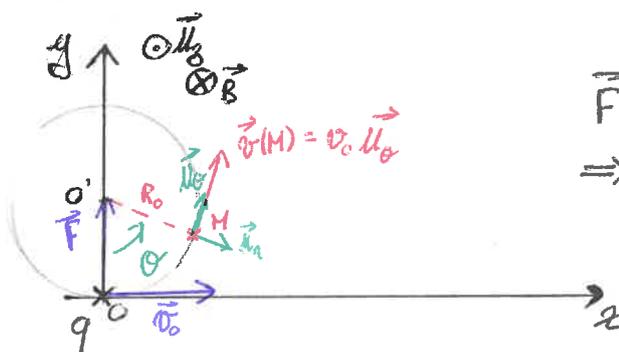
1b. $\vec{a}(t) = \frac{q\vec{E}}{m}$

$$\vec{v}(t) = \frac{q\vec{E}}{m}t + \text{cte} = \frac{q\vec{E}}{m}t + \vec{v}_0 \quad \checkmark$$

$$\vec{OM}(t) = \frac{q\vec{E}}{2m}t^2 + \vec{v}_0t + \text{cte}, \text{ on suppose } \vec{OM}(0) = \vec{0} \quad \checkmark$$

$$\boxed{\vec{OM}(t) = \frac{q\vec{E}}{2m}t^2 + \vec{v}_0t} \quad \checkmark$$

2a.



$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} \\ \Rightarrow \vec{B}(M) = B(M)\vec{u}_z \quad \checkmark$$

2b. En coordonnées polaires: $\vec{OM} = R_0\vec{u}_r$

$$\vec{v}(M) = v_0\vec{u}_\theta = R_0 \frac{d\vec{u}_\theta}{dt} = R_0 \dot{\theta} \vec{u}_\theta$$

$$\text{avec } v_0 = R_0 \dot{\theta} \\ \Rightarrow \dot{\theta} = \frac{v_0}{R_0} \quad \checkmark$$

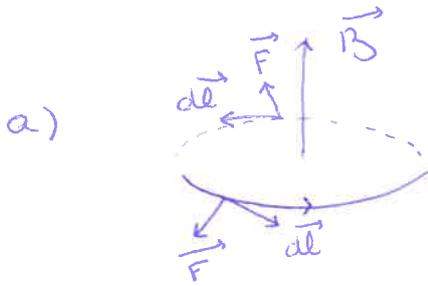
$$\vec{a}(M) = v_0 \frac{d\vec{u}_\theta}{dt} = v_0 (-\dot{\theta} \vec{u}_r) = -\frac{v_0^2}{R_0} \vec{u}_r \quad \checkmark$$

PFD: $m\vec{a} = \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\Leftrightarrow -m \frac{v_0^2}{R_0} \vec{u}_r = q R_0 \dot{\theta} \vec{u}_\theta \wedge B \vec{u}_z \\ = -q R_0 \dot{\theta} B \vec{u}_r$$

$$\Rightarrow B = m \frac{v_0^2}{R_0} \times \frac{1}{q v_0} = \frac{m v_0}{q R_0}$$

$$\boxed{B = \frac{m v_0}{q R_0}} \quad \underline{B}$$



b) $\vec{F}_{\text{Laplace}} = i \vec{\ell} \wedge \vec{B}$

$F_{\text{Laplace}} = i \ell B$

$F_{\text{Laplace}} = 22 \cdot 10^3 \times 1 \times 1$

$F_{\text{Laplace}} = 22 \cdot 10^3 \text{ N}$ ✓

c) $\vec{F}_{\text{Laplace}} = \int i d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$

Handwritten notes: $\int_{-\pi/2}^{\pi/2}$ is crossed out, $1/2 \text{ spire}$ is written, and NON! is written with an arrow pointing to the integral.

$F_{\text{Laplace}} = i B \int_{-\pi/2}^{\pi/2} dl$

$= i B \int_{-\pi/2}^{\pi/2} R d\theta$

$= i B R [\theta]_{-\pi/2}^{\pi/2}$

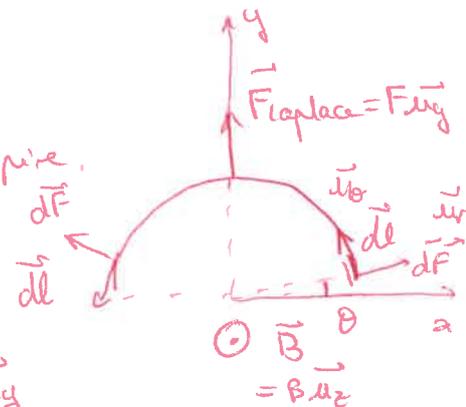
$= i B R \pi$

$= 22 \cdot 10^3 \times 1 \times 6 \times \pi$

$F_{\text{Laplace}} = 415 \cdot 10^3 \text{ N}$

$= F \vec{u}_y$

sur un 1/2 spire.



$F = \vec{F}_{\text{Laplace}} \cdot \vec{u}_y$

$= \int_{1/2 \text{ spire}} (i d\vec{\ell} \wedge \vec{B}) \cdot \vec{u}_y$

$= i z \int_0^{\pi/2} (R d\theta \vec{u}_\theta \wedge B \vec{u}_z) \cdot \vec{u}_y$

$= 2i R B \int_0^{\pi/2} d\theta \vec{u}_r \cdot \vec{u}_y$

$= 2i R B \int_0^{\pi/2} \sin\theta d\theta$

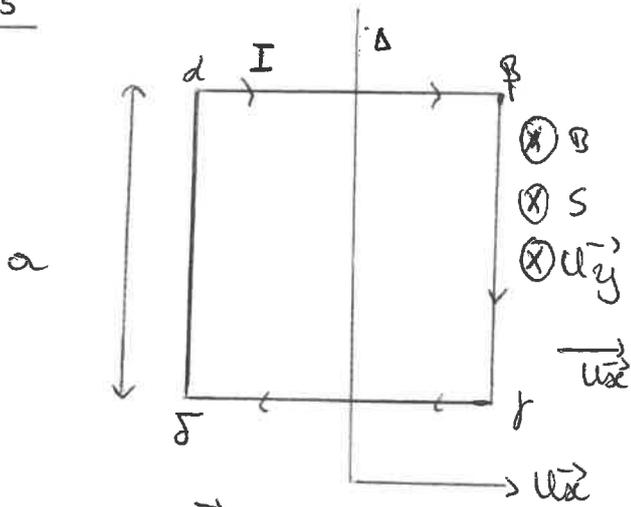
$= 2i R B [-\cos\theta]_0^{\pi/2}$

$= 2i R B (-\cos \frac{\pi}{2} + \cos 0)$

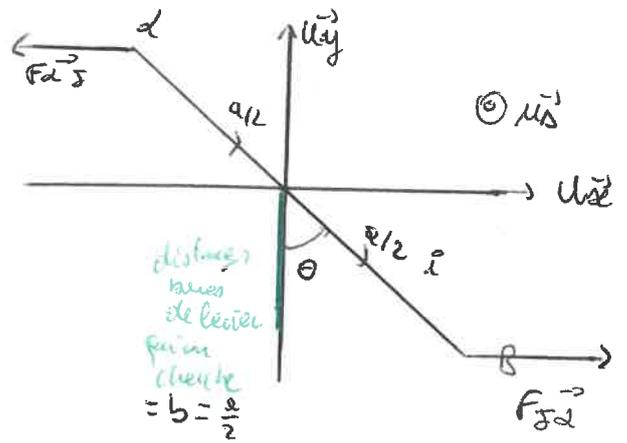
$F = 2i R B = 2 \times 22 \times 10^3 \times 6 \times 1$

$F = 264 \text{ kN}$

◦ ADS



◦ Vue du dessus :



◦ On sait $\vec{F}_{\text{deplace}} = i \vec{e}_1 \wedge \vec{B}$.

$$\begin{aligned} \vec{F}_{\beta\gamma} &= i (\vec{B}\gamma) \wedge \vec{B} = -i (B\gamma) \vec{u}_3 \wedge B_0 \vec{u}_y = +i (B\gamma) B_0 \vec{u}_x \\ &= i a B_0 \vec{u}_x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{F}_{\delta\alpha} &= i (\vec{B}\delta) \wedge \vec{B} = i (\delta d) \vec{u}_3 \wedge B_0 \vec{u}_y = -i (\delta d) B_0 \vec{u}_x \\ &= -i a B_0 \vec{u}_x \end{aligned}$$

$\vec{F}_{\alpha\beta} = i (\vec{B}\alpha) \wedge \vec{B}$
 $\vec{F}_{\gamma\delta} = i (\vec{B}\gamma) \wedge \vec{B}$

} ne crée pas de rotation donc ces forces ne nous intéressent pas.

On remarque que $\vec{F}_{\beta\gamma} \neq \vec{F}_{\delta\alpha} = \vec{0}$ mais $\vec{F}_{\alpha\beta} \neq \vec{F}_{\gamma\delta}$ n'ont pas le même point d'application donc c'est un couple de force.

$$\vec{C} = \text{couple} = [M_{1,0}(\vec{F}_{\beta\gamma}) + M_{1,0}(\vec{F}_{\delta\alpha})] \cdot \vec{u}_3$$

$$M_1^{\vec{u}_3} = -b \|\vec{F}_{\beta\gamma}\| \vec{u}_3$$

$$M_2^{\vec{u}_3} = -b \|\vec{F}_{\delta\alpha}\| \vec{u}_3 = M_1^{\vec{u}_3}$$

$$\begin{aligned} \text{Ainsi } \vec{C} &= -2b \|\vec{F}_{\beta\gamma}\| \vec{u}_3 \\ &= -a \cos \theta i a B_0 \vec{u}_3 \\ &= -a^2 i B_0 \cos \theta \vec{u}_3 \end{aligned}$$

o On a un max lorsque $\theta = 0$.

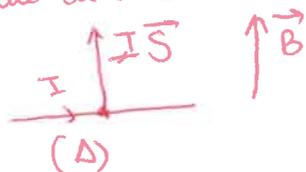
Ainsi $C_{\text{tot}} = -N a^2 i B_0 \cos \theta \vec{u}_z$.

Dans le cas de la figure, on a l'angle $\theta = \frac{\pi}{2}$, d'où $\vec{C} = \vec{0}$.

$$C_{\text{max}} = \|C_{\text{tot}}\| = N a^2 i B_0 = 100 \times (5 \cdot 10^{-2})^2 \times 0,4 \times 0,1 = 0,1 \text{ Nm.}$$

→ si on se place rigoureusement dans le cadre de l'exercice :

Vue de dessus :



$$\vec{C} = I \vec{S} \wedge \vec{B}$$

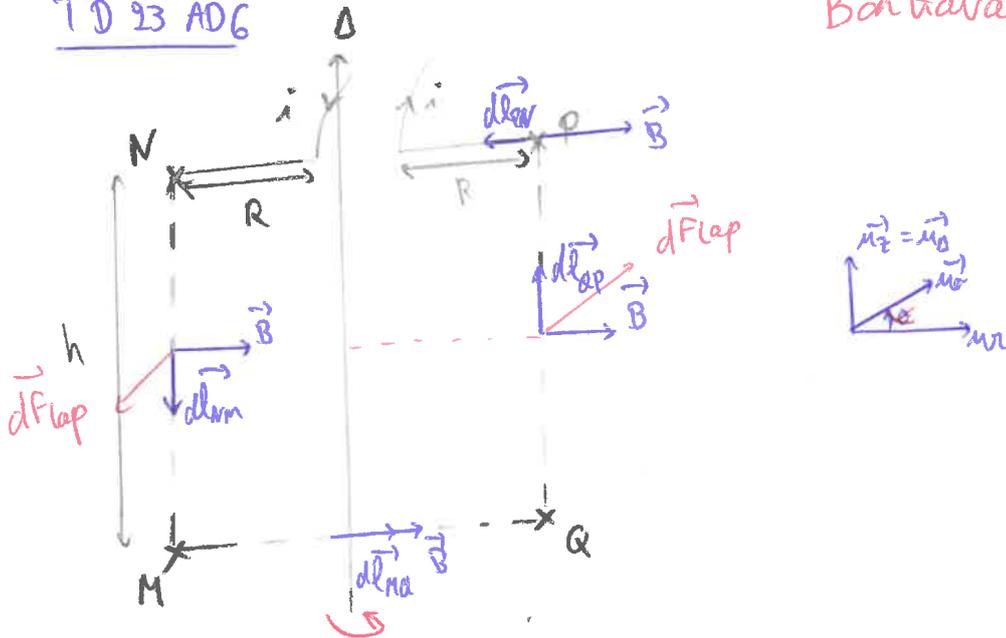
ici \vec{S} et \vec{B} sont colinéaires
donc $\vec{C} = \vec{0}$

Couple max pour $I \vec{S} \perp \vec{B}$



$$\vec{C} = I \vec{S} \wedge \vec{B} = I S B \vec{u}_D$$

Toute la démonstration n'était pas exigible.



1. Pour la branche:

* AP: $d\vec{F}_{zapap} = idl_{ap} \wedge \vec{B} = idl_{ap} \vec{u}_z \wedge B\vec{u}_r = idl_{ap} B\vec{u}_\theta$ ✓

* PN: $d\vec{F}_{zappn} = idl_{pn} \wedge \vec{B} = idl_{pn} \vec{u}_r \wedge B\vec{u}_r = \vec{0}$ ✓

* NM: $d\vec{F}_{zapnm} = idl_{nm} \wedge \vec{B} = -idl_{nm} \vec{u}_z \wedge B\vec{u}_r = -idl_{nm} B\vec{u}_\theta$ ✓

* MQ: $d\vec{F}_{zapmq} = idl_{mq} \wedge \vec{B} = idl_{mq} \vec{u}_r \wedge B\vec{u}_r = \vec{0}$ ✓

2. Parmi ces quatre forces, $d\vec{F}_{zapap}$ et $d\vec{F}_{zapnm}$ forment un couple élémentaire car $d\vec{F}_{zapap} + d\vec{F}_{zapnm} = \vec{0}$ et qu'elles n'ont pas le même point d'application.

$$d\vec{C} = [m(d\vec{F}_{zapap}) + m(d\vec{F}_{zapnm})] \vec{u}_z$$

Or $\begin{cases} m(d\vec{F}_{zapap}) = \oplus \text{ bras de levier } \times \|d\vec{F}_{zapap}\| = R idl_{ap} B \end{cases}$ ✓

$\begin{cases} m(d\vec{F}_{zapnm}) = \ominus \text{ bras de levier } \times \|d\vec{F}_{zapnm}\| = +R(-idl_{nm} B) = R idl_{nm} \end{cases}$

D'où $\boxed{d\vec{C} = RiB(dl_{ap} + dl_{nm})\vec{u}_z}$ et $dl_{ap} = dl_{nm} = dl$.
 $= 2 RiB dl \vec{u}_z$

3. $\vec{C} = \int d\vec{C} = RiB \int_0^h (dl_{ap} + dl_{nm})\vec{u}_z = RiB \times 2h\vec{u}_z$. D'où $\boxed{C = 2hRiB}$ ✓

4. Comme C est le couple auquel est soumis chaque fil du rotor, $N \times C$ est le couple auquel est soumis le moteur. B

On a ainsi $P_{\text{moteur}} = N \vec{C} \cdot \vec{\Omega}$ (mouvement de rotation)

$$P_{\text{moteur}} = 2Nhr_i B \vec{\Omega}$$

avec $\vec{\Omega} = 2\pi n$

\vec{v} en $m \cdot s^{-1}$
 $\vec{\Omega}$ en $rad \cdot s^{-1}$

A.N.: $P_{\text{moteur}} = 2 \times 800 \times 0,3 \times 0,1 \times 5 \times 1 \times 2\pi \times 30$

$$P_{\text{moteur}} = 45,2 \text{ kW} \quad \underline{\underline{TB}}$$