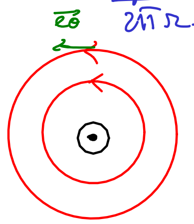
TD EM2 — Actions mécanique du champ magnétique

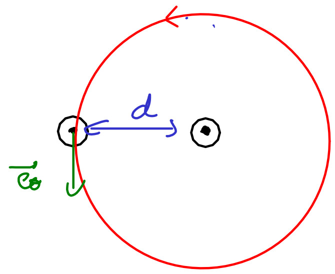
EM1 - Interaction entre 2 fils

1/ $\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}\vec{e_\theta}$

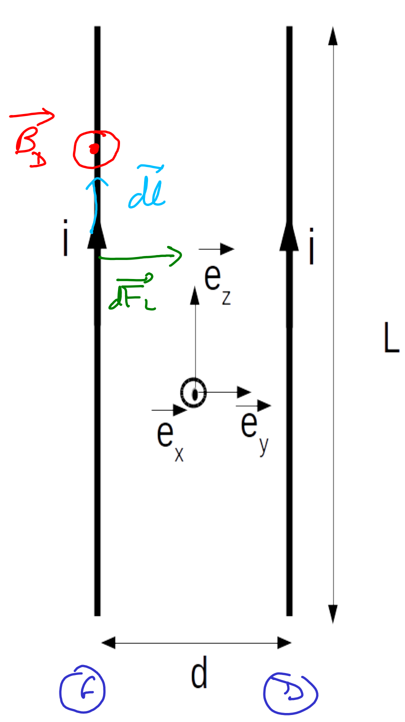
$i > 0$



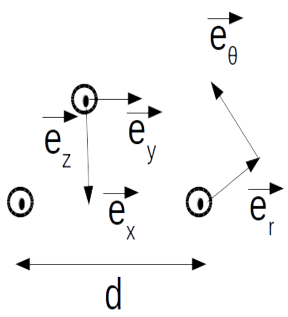
2/ $\vec{B_D} = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}\vec{e_\theta}$



3/ $i > 0$



Les deux fils s'attirent



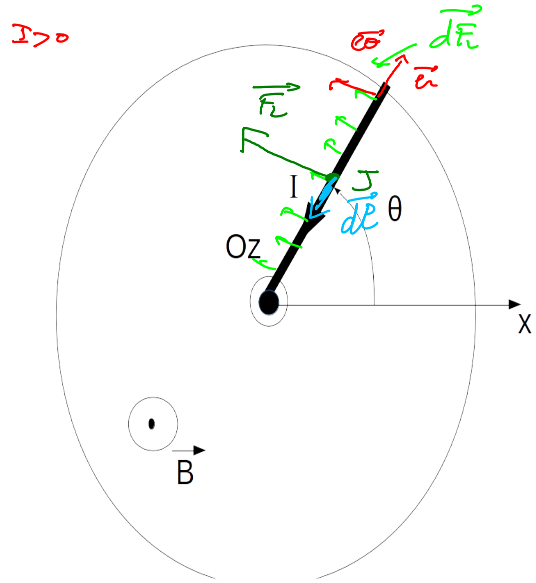
4/ $\vec{F}_{L\,D/G} = \int_0^L i\vec{dl}\wedge\vec{B} = \int_0^L i\,dz\,\vec{e_z}\wedge\frac{\mu_0 i}{2\pi d}\vec{e_\theta} = -\frac{\mu_0 i^2}{2\pi d}L\vec{e_r} = +\frac{\mu_0 i}{2\pi d}\vec{e_y}$

$$\boxed{F_{L\,D/G} = \frac{\mu_0 i^2 L}{2\pi d}}$$

A.N. $F_{L\,D/G} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10^{2}}{2\pi\times10^{-2}}\times 1 = 2\ mN$

Très faible !

EM2 – Barre conductrice



1/ $\vec{\Gamma}_{Laplace} = \int_{barre} \vec{OM} \wedge \vec{dF_L}$

$\vec{\Gamma}_{Lapla} = \vec{OJ} \wedge \vec{F_L}$

avec $\vec{OJ} = \frac{L}{2}\vec{e_r}$

et $\vec{F_L} = \int_0^L I\vec{dl} \wedge \vec{B} = \int_0^L I \times (-dr\vec{e_r}) \wedge B_0\vec{e_z}$

$= + I L B_0 \vec{e_\theta}$

$\Longrightarrow \boxed{\vec{\Gamma}_{Laplace} = \frac{1}{2} I L^2 B_0 \vec{e_z}}$

2/ Théorème du moment cinétique par rapport à Oz :

$\frac{dL_{Oz}}{dt} = \Gamma_{Lapla,Oz} - \lambda\dot{\theta}$ avec $L_{Oz} = J\dot{\theta}$

$\Longleftrightarrow J\ddot{\theta} = \frac{IL^2B_0}{2} - \lambda\dot{\theta} \Longleftrightarrow \boxed{\ddot{\theta} + \frac{\lambda}{J}\dot{\theta} = \frac{IL^2B_0}{2J}}$

3/ $\omega = \dot{\theta} \Rightarrow \omega(t) = A e^{-t/\tau} + \omega_0$ avec $\boxed{\tau = \frac{J}{\lambda}}$

C.I. $\omega(t=0) = 0 \Longleftrightarrow A = -\omega_0$ $\boxed{\omega_0 = \frac{IL^2B_0}{2\lambda}}$

$\boxed{\omega(t) = \omega_0(1 - e^{-t/\tau})}$

Au bout de qq τ, la barre tourne à la vitesse angulaire ω_0...

EM3 - Moteur synchrone

1/ $\vec{\Gamma} = \vec{m} \wedge \vec{B} = mB\sin\theta\,\vec{e_x}$

2.1/ TMC appliqué au rotor dans $\mathcal{R}$; par rapport à Oz

$\cancel{\dfrac{dL_{Oz}}{dt}} = mB\sin\theta - \Gamma_T \Rightarrow \boxed{\theta = \arcsin\left(\dfrac{\Gamma_T}{mB}\right)}$

0

Régime stationnaire

A.N. $\theta = 24°$

$\mathcal{P}_{reçue} = \Gamma\omega = 2\pi mB\sin\theta f$

$= \Gamma_T 2\pi f$

A.N. $\mathcal{P} = 204\,W$

2.2./ $\theta = \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow \Gamma_{max} = mB$

A.N. $\Gamma_{max} = 1{,}6\ N.m$

2.3./ $\Gamma_T > \Gamma_{max}$

TMC : $J\dfrac{d\omega}{dt} = \underbrace{mB\sin\theta - \Gamma_T}_{\forall\theta,\ <0} \Leftrightarrow \dfrac{d\omega}{dt} < 0 \Rightarrow \omega \searrow$ jusqu'à s'annuler

$\longrightarrow$ Le moteur s'arrête.