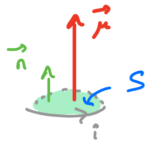
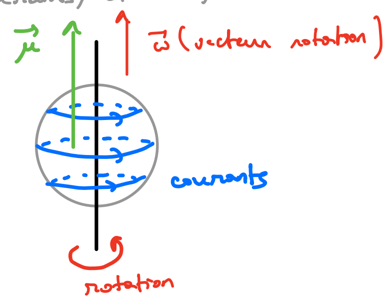
DS 3 - Correction

Problème 3

1. $\vec{\mu} = i\, S\, \vec{n}$



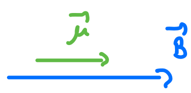
2. Des charges en mouvement correspondent à des courants, et il y a donc un moment magnétique associé à ces courants



3. pour un dipôle magnétique dans un champ $\vec{B}$,

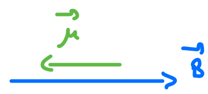
$e_p = -\vec{\mu}\cdot\vec{B}$, donc μ est en $J.T^{-1}$

4.



$e_p = -\mu B$

Équilibre stable



$e_p = \mu B$

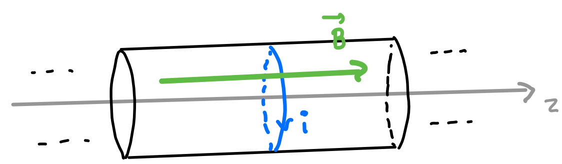
équilibre instable

5. $\Delta e_p = 2\,\mu\, B$ A.N : $\Delta e_p = 2,8.10^{-26}\ J = 1,75.10^{-7}\ eV$

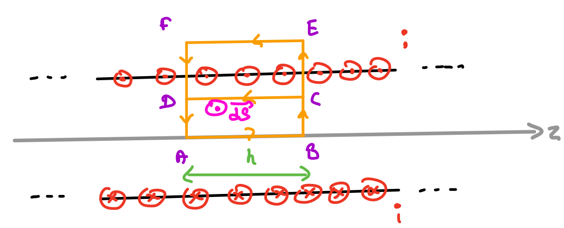
6. Symétries : plan $\perp$ (Oz) = sym $\Rightarrow \vec{B} = B_z\,\vec{e_z}$

Invariances : translation $\vec{e_z}$ et rotation (Oz)

$\Rightarrow B_z$ ne dépend que de r



7. on utilise le th d'Ampère



$\oint_{ABCD} \vec{B}\cdot\vec{dl} = B_{axe}.h - B_{int}.h$

et $\oint_{ABCD} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0\, I_e = 0$ (aucun courant ne traverse ABCD)

d'où $B_{int} = B_{axe} = \mu_0\, n\, i$

$\oint_{ABEF} \vec{B}\cdot\vec{dl} = B_{axe}.h - B_{ext}.h$

et $\oint_{ABEF} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0\, I_e = \mu_0\, n\, h\, i$ (nh spires traversent ABEF)

d'où $\mu_0\, n\, i\, h = \mu_0\, n\, i\, h + B_{ext}\, h$ et donc $B_{ext} = 0$

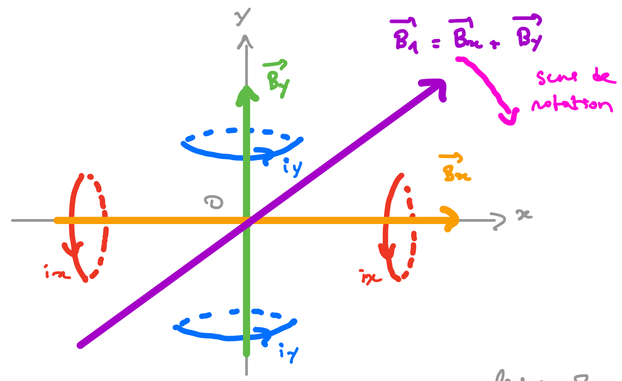
finalement : $\boxed{\begin{cases} \vec{B_{int}} = \mu_0\, n\, i\ \vec{e_z} \\ \vec{B_{ext}} = \vec{0} \end{cases}}$

8. $\vec{B_1} = \vec{B_x} + \vec{B_y}$

$= \mu_0 n i_x \vec{e_x} + \mu_0 n i_y \vec{e_y}$

$= \underbrace{\mu_0 n I_0}_{B_1} \underbrace{\left(\cos(\Omega t)\, \vec{e_x} + \cos(\Omega t + \pi/2)\, \vec{e_y} \right)}_{\vec{u} = \cos(\Omega t)\, \vec{e_x} - \sin(\Omega t)\, \vec{e_y}}$

vecteur unitaire tournant à la vitesse angulaire Ω



On a bien un champ tournant de norme $B_1 = \mu_0 n I_0$ tournant à la vitesse angulaire Ω dans le sens horaire

9. I_0 est répartis sur une surface de côté a, donc d'aire a^2, donc $j = \frac{I_0}{a^2}$

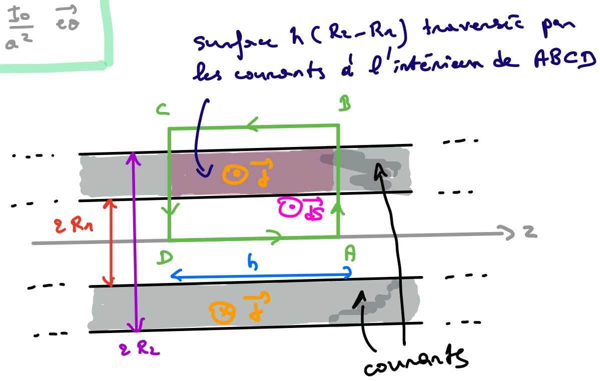
Les courants sont orthoradiaux, donc $\boxed{\vec{j} = \frac{I_0}{a^2} \vec{e_\theta}}$

10. $\oint_{ABCD} \vec{B} \cdot \vec{dl} = B_{axe}\, h$ (car le champ est nul à l'extérieur)

et (th d'Ampère) $\oint_{ABCD} \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 j \cdot h (R_2 - R_1)$

D'où $B_{axe} = \mu_0 j (R_2 - R_1) = \mu_0 \frac{I_0 (R_2 - R_1)}{a^2}$

Donc $\boxed{\vec{B}_{axe} = \frac{\mu_0 I_0 (R_2 - R_1)}{a^2} \vec{e_z}}$



11. $I_0 = \frac{B_{axe}\, a^2}{\mu_0 (R_2 - R_1)}$ A.N : $I_0 = 15,9$ A