

EXERCICES DIPOLE MAGNETIQUE .

Exercice 1: champ magnétique terrestre

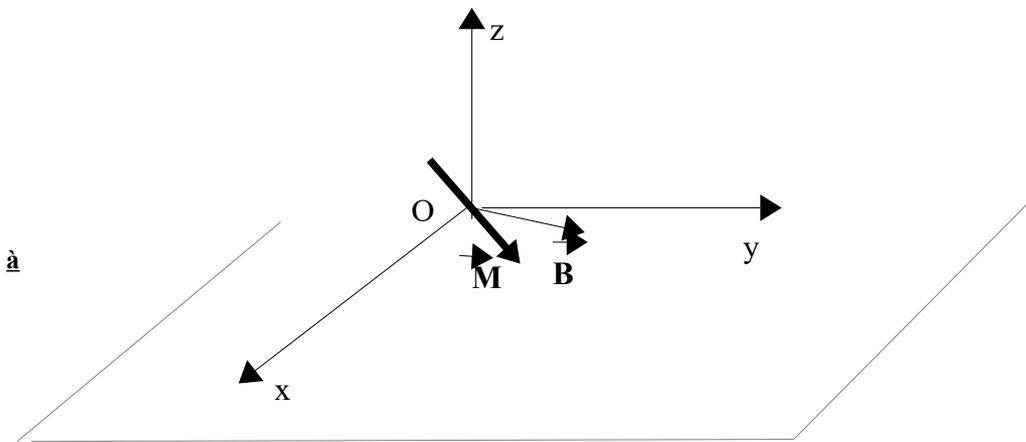
Le champ magnétique terrestre est modélisé par le champ d'un dipôle permanent de moment \vec{M} situé au centre de la terre et dirigé du pôle Nord vers le pôle Sud . On assimile la terre à une sphère de rayon $R_t = 6360 \text{ km}$. L'intensité du champ magnétique au pôle Nord terrestre est $B_0 = 6.10^{-5} \text{ T}$.

Quelle est la valeur de M ? Que valent les composantes radiale et orthoradiale du champ magnétique terrestre en un lieu de latitude $\lambda = 49^\circ$ (latitude de Paris)?

Exercice 2 : modélisation d'un moteur électrique

Un barreau aimanté tourne autour de l'axe Oz à vitesse angulaire w constante ; son moment magnétique \vec{M} appartient au plan Oxy et $(\vec{u}_x, \vec{M}) = wt - \alpha$ où α est un angle constant . Il est placé dans un champ magnétique \vec{B} uniforme de norme constante , tournant autour de Oz à la vitesse constante w_0 , appartenant au plan Oxy et tel que $(\vec{u}_x, \vec{B}) = w_0 t$.

Exprimer à l'instant t , en fonction de $M = |\vec{M}|$, $B = |\vec{B}|$, w , w_0 , α et t le moment de l'action $\vec{\Gamma}_L$ subit par le barreau . Quelle est sa moyenne dans le temps ?



Exercice 3: autour de l'expérience d'Oersted .

Un étudiant décide de regarder quel est l'effet d'un courant circulant dans un fil sur une boussole placée dans le plan (xOy) et d'axe de rotation (Oz) .

1- Il place le fil le long de (O, x) , son aiguille ne dévie pas quel que soit le sens du courant circulant dans le fil .

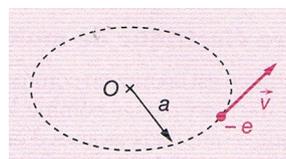
Il place le fil selon (O, z) , son aiguille dévie , si il inverse le sens du courant circulant dans le fil , son aiguille dévie dans l'autre sens .

Expliquer .

2- Lorsqu'il établit un courant permanent dans le fil , l'aiguille est animée d'un mouvement de rotation due à la présence du champ magnétique . Suite à une modification de l'intensité circulant dans le fil le temps caractéristique de variation de l'angle θ entre l'aiguille et le champ magnétique multiplié par 2 . Comment a été multipliée l'intensité circulant dans le fil ?

Exercice 4: moment magnétique des atomes , expérience de Stern et Gerlach

1- Un modèle classique de l'atome d'hydrogène (modèle de Rutherford) consiste à considérer d'électron (masse m_e , charge $-e$) décrivant un mouvement circulaire autour du noyau , supposé fixe.



On note w la vitesse angulaire de l'électron sur cette orbite et on propose de modéliser ce système comme une spire parcourue

par un courant d'intensité I constante .

On donne la masse de l'électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

- Rappeler la signification de l'intensité d'un courant électrique, quelle définition peut-on adopter pour l'intensité moyenne I ? Préciser son orientation.
- En déduire une expression du moment magnétique \vec{m} du système en fonction de e , du rayon a et de w . Préciser son sens.
- Quel est par ailleurs le moment cinétique orbital, exprimé au centre du système (noyau fixe en O)?
- Vérifier qu'il y a proportionnalité du moment magnétique et du moment cinétique, que dire de leurs sens? Le coefficient de proportionnalité est appelé rapport gyromagnétique γ
- Que remarque-t-on sur le coefficient de proportionnalité (cette propriété est très générale: toute particule présente un moment cinétique propre et un moment magnétique qui sont proportionnels)? Quel ordre de grandeur proposer pour le moment dipolaire de l'atome d'hydrogène sachant que le moment cinétique orbital est de l'ordre de $\bar{h} = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$. Ce moment est appelé magnéton de Bohr , il est noté en général μ_B

2- Précession de particules dans un champ magnétique

On désire décrire une propriété singulière d'une particule, lorsqu'elle est plongée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire B (les applications de ce phénomène sont multiples : imagerie médicale par RMN, définition de référence de temps...).

- Quelle équation de la mécanique est adaptée à cette étude? En déduire une équation différentielle vectorielle régissant l'évolution de \vec{m} .
- À l'instant initial, le moment dipolaire magnétique fait un angle α connu avec le champ magnétique extérieur. Montrer que la composante du moment magnétique parallèle au champ magnétique est constante . Montrer que la norme de \vec{m} est constante . Montrer que l'angle entre \vec{m} et \vec{B} reste constant au cours du mouvement . En déduire que \vec{m} a un mouvement de précession autour de \vec{B} .