NOM : .... PRENOM :.. GROUPE :........

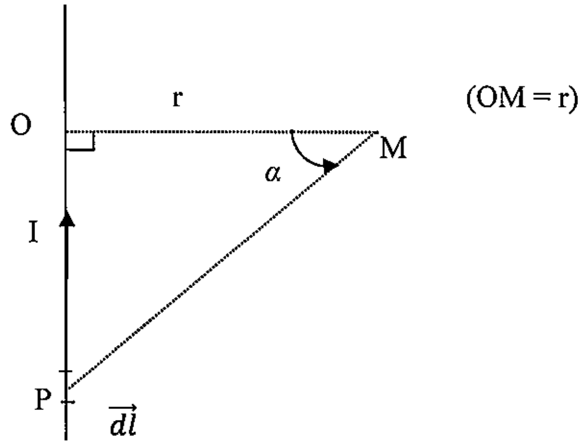
Contrôle 2 de Physique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.
Réponses exclusivement sur le sujet

QCM (4 points ; pas de points négatifs)

Entourer la bonne réponse.

On s'intéresse au champ magnétique généré par un fil infini traversé par un courant I constant, orienté selon l'axe (Oz).



Le champ élémentaire créé par $\overrightarrow{dl}$ s'écrit à l'aide de la loi de Biot-Savart : $d\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge P\vec{M}}{(PM)^3}$.

1- Le champ magnétique total et le courant I sont :

a) colinéaires b) orthogonaux c) parallèles

2- La norme du vecteur $\overrightarrow{dl}$ peut s'écrire :

a) $rd\alpha$ b) dr c) dz

3- La circulation $C(\vec{B})$ d'un champ magnétique $\vec{B}$ le long d'un contour $\mathcal{C}$ est définie par $C(\vec{B}) = \int \vec{B}.\overrightarrow{dl}$. On peut affirmer que :

a) $C(\vec{B}) \leq 0$ b) $C(\vec{B}) \geq 0$ c) en général $C(\vec{B})$ est quelconque

4- Le contour $\mathcal{C}$ de la question 3 entoure un ensemble de courant I_i entrants (toujours en respectant le sens conventionnel direct). Cette fois-ci on peut dire que :

a) $C(\vec{B}) \geq 0$ b) $C(\vec{B}) \leq 0$ c) en général $C(\vec{B})$ est quelconque

5- Avant d'utiliser le théorème d'Ampère, on étudie les symétries de notre système. Si l'on trouve un plan de symétrie $\mathcal{P}$, alors :

a) $\vec{B} \perp \mathcal{P}$ b) $\vec{B}$ et $\mathcal{P}$ sont colinéaires c) $\vec{B} \in \mathcal{P}$

6- Quelle équation définit une ligne de champ ? Localement tangent à une ligne de champ, on peut définir $\overrightarrow{dl}$.

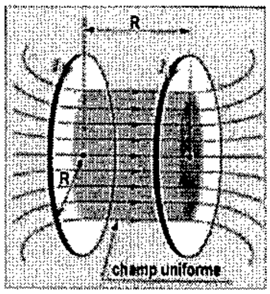
a) $\vec{B} \wedge \overrightarrow{dl} = \vec{0}$ b) $\vec{B}.\overrightarrow{dl} = 0$ c) $\|\vec{B}\| = cst$

7- Le champ magnétique est un champ à flux :

a) intensif b) extensif c) conservatif

8- La force magnétique $\overrightarrow{F_m}$ générée par $\vec{B}$ sur une charge q de vitesse $\vec{v}$ est toujours :

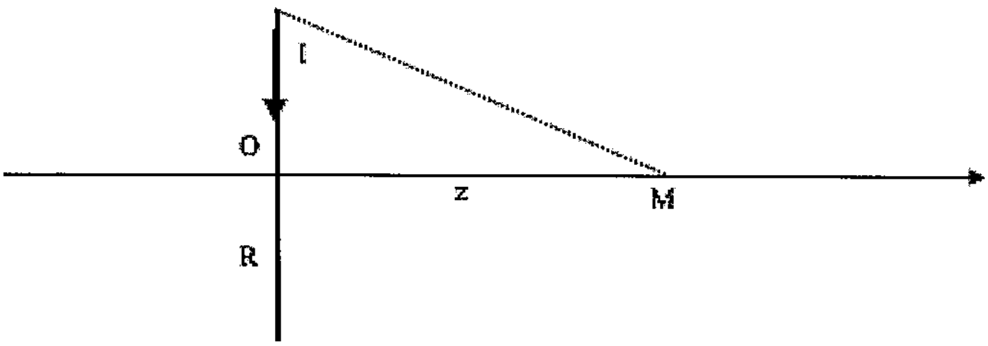
a) colinéaire à $\vec{v}$ b) orthogonale à $\vec{v}$ c) résistive



Exercice 1 (8 points) **Bobines de Helmholtz**

Partie A **Champ créé par une simple spire**

On étudie le champ magnétique $\vec{B}$ créé par une spire de rayon R, d'axe (Oz) et parcourue par un courant constant I.

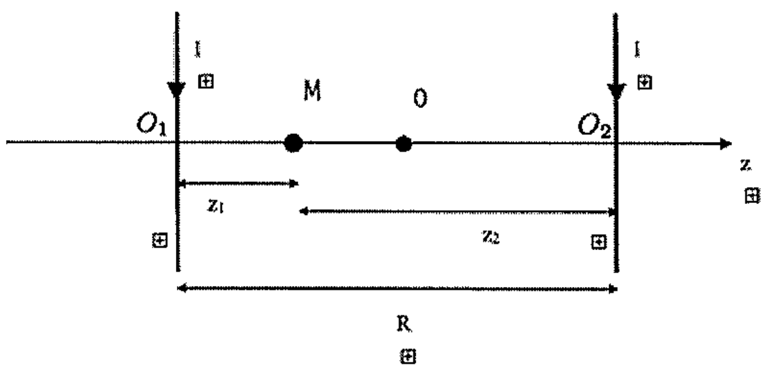


1- En étudiant les invariances et les symétries, donnez les composantes et les dépendances du champ magnétique $\vec{B}$.

2- En utilisant la loi de Biot et Savart qui exprime le champ élémentaire $d\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \vec{PM}}{(PM)^3}$, P appartenant à la spire et M sur l'axe (Oz), trouver quelle est l'expression du champ magnétique $\vec{B}$ créé par la spire.

Partie B Champ créé par les deux spires

Les deux spires ont le même rayon R, le même axe (Oz) et sont distantes de R. Le schéma ci-dessus ne respecte pas les échelles par souci de clarté. Le courant circule dans le même sens dans les deux spires. On choisit désormais comme origine le point O, équidistant de O_1 et O_2. On cherche maintenant à calculer le champ $\vec{B}$ en un point M quelconque de coordonnée $z = OM$ sur l'axe (Oz) entre les deux spires.



1- En appelant $z_1 = O_1M$ et $z_2 = O_2M$, exprimer en fonction de z et de $\frac{R}{2}$ leur carré respectif z_1^2 et z_2^2.

2- En utilisant les résultats de la partie A et de la question précédente, exprimer le champ total $\vec{B}$ généré en M.

3- On rappelle le développement limité à l'ordre 1 de $x \rightarrow \frac{1}{(1+x)^n}$, $n \in \mathbb{R}$:

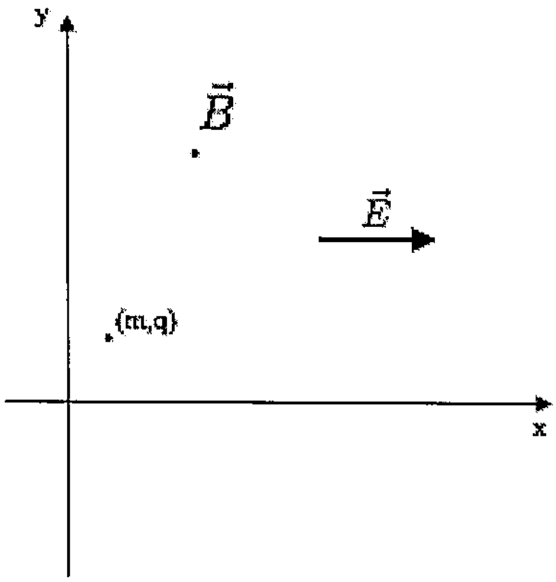
$$\frac{1}{(1+x)^n} = 1 - nx$$

En utilisant ce résultat, donnez l'expression de $\vec{B}(z)$ pour z proche de 0.

4- Que pouvez-vous dire du flux à travers le cylindre fermé défini par les deux spires ? Justifiez.

Exercice 2 (8 points)

On s'intéresse au mouvement d'une charge q de masse m. Celle-ci est plongée dans deux champs uniformes : l'un électrique selon (Ox), l'autre magnétique sortant selon (Oz).



La charge q peut a priori se déplacer dans les trois dimensions de l'espace. On notera $\vec{v}$ son vecteur vitesse. La charge q n'a pas de vitesse initiale.

1- Rappeler quelles sont les expressions de la force magnétique $\overrightarrow{F_m}$ et de la force électrique $\overrightarrow{F_e}$.

2- Ecrire la seconde loi de Newton et donner les équations différentielles décrivant le mouvement.

3- En décomposant le mouvement en deux parties, une rotation et une translation, décrire qualitativement la trajectoire de la charge q.