

## Ordre de grandeur du champ magnétique

A quelle distance d'un fil parcouru par un courant de 1 A, son champ magnétique est-il plus faible que le champ magnétique terrestre ?

## Ancienne définition de l'ampère avant 2019

Calculer le courant qui doit traverser deux fils infinis parallèles distant de 1 m et traversé par la même intensité  $I$ , pour que la force d'attraction entre eux soit de  $F = 2 \cdot 10^{-7}$  N.

Indice : utiliser la loi de Laplace.

## Champ crée par une bobine torique

Une bobine torique est constituée de  $N$  spires jointives régulièrement enroulées sur un tore d'axe (Oz) et parcourues par la même intensité  $i$ . On suppose que  $N \gg 1$ . Un tore est engendré par la rotation d'un cercle autour d'un axe de révolution. Le tore considéré a une section circulaire de rayon  $R_1$ , et le centre de sa section se trouve à une distance  $R_2$  de l'axe de révolution du tore.

— Déterminer en tout point de l'espace le champ magnétostatique créée par la bobine.

## Champ crée dans un câble coaxial

On peut modéliser un câble coaxial comme deux cylindre concentrique infini de rayon  $R_1$  et  $R_2$ . Ces deux cylindres sont parcourus par le même courant dans la direction donnée par l'axe de révolution du cylindre mais de sens opposé  $+I$  et  $-I$ . Le cylindre intérieur est considéré comme un conducteur plein parcouru par une densité de courant uniforme. Le cylindre extérieur a une épaisseur finie  $e$  très petite devant son rayon, et est aussi parcouru par une densité de courant uniforme.

— Déterminer en tout point de l'espace le champ magnétostatique créée par le câble coaxial.

## Magnéton de Bohr

Dans un modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, l'électron décrit une orbite circulaire de rayon  $r$  autour du proton en une période  $T$ .

— Donner une expression du moment magnétique de l'électron dans l'atome d'hydrogène en fonction de  $r$  et  $T$ .

En mécanique quantique on peut montrer à l'aide de l'inégalité d'Heisenberg que  $E_c \times T \simeq \frac{h}{2}$  avec  $E_c$  l'énergie cinétique de l'électron et  $h$  la constante de Planck.

— En déduire une expression du moment magnétique de l'électron ne faisant plus intervenir  $r$  et  $T$ , mais plutôt  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  et la masse de l'électron  $m$ .

On donne  $\hbar \sim 10^{-34}$  J.s et  $m \sim 10^{-30}$  kg.

— En déduire un ordre de grandeur du moment magnétique de l'électron, aussi appelé dans ce modèle magnéton de Bohr  $\mu_B$ .

## Moment magnétique d'un aimant

Le moment magnétique total d'un aimant est du à la somme de tous les moments microscopiques de ses atomes.

- Combien y-a-t-il d'atomes dans un aimant de 1 cm de côté ? On donnera une réponse en estimant un ordre de grandeur.

Le moment magnétique d'un atome est de l'ordre du magnéton de Bohr  $\mu_B$ .

- Quel est l'ordre de grandeur du moment magnétique d'un aimant ?

## Champs magnétique terrestre

Connaissant le moment magnétique de la Terre  $M_{\text{Terre}} = 7,5 \cdot 10^{22} \text{ A.m}^2$ , calculer l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre à Mantes-la-Jolie.

## Résultante des forces extérieures sur un dipôle magnétique

Soit une spire parcourue par un courant  $i$  plongée dans un champ magnétique extérieur uniforme  $\vec{B}_{\text{ext}}$ .

- A l'aide de la force de Laplace, donner l'expression de la force élémentaire  $d\vec{F}$  exercée par le champ magnétique extérieur  $\vec{B}_{\text{ext}}$  sur un élément de spire  $d\vec{l}$ .
- Écrire la résultante des forces comme l'intégrale de  $d\vec{F}$  sur toute la spire. Sachant que le courant  $i$  est constant sur toute la spire et le champ  $\vec{B}_{\text{ext}}$  est uniforme, montrer que la résultante des forces est nulle.

## Induction et Dipole

Soit une spire parcourue par un courant  $i$  plongée dans un champ magnétique extérieur  $\vec{B}_{\text{ext}}$ .

- Donner l'expression de la force électromotrice induite dans la spire en fonction du flux qui la traverse.
- Donner la définition du flux magnétique à travers la surface plane qui s'appuie sur la spire.
- Calculer la puissance  $P$  reçue par le circuit électrique en fonction du courant  $i$  et de  $\vec{B}_{\text{ext}}$ .
- En supposant que  $i$  ne dépende pas du temps et que  $\vec{B}_{\text{ext}}$  est uniforme sur la section de la spire, relier  $P$  au produit scalaire du moment magnétique de la spire et de  $\vec{B}_{\text{ext}}$ .
- En déduire que la puissance électrique reçue par une spire en mouvement dérive de l'énergie potentielle du moment magnétique de la spire.