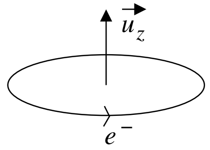
Lycée Naval, Sup 2.
Induction et forces de Laplace. 01. Champ magnétique.

Applications directes

AD 1. Moment magnétique orbital

Dans le modèle le plus simple et classique de l'atome, l'électron décrit une trajectoire circulaire autour du noyau de rayon a_0. Ce cercle délimite un disque d'aire πa_0^2. La rotation de l'électron permet de définir une intensité I, une charge $-e$ traversant à chaque période T un élément du circuit ainsi défini.



On en déduit pour le moment magnétique :
$$\vec{\mathcal{M}} = I\vec{S} = -\frac{e}{T}\pi a_0^2 \vec{u}_z$$
L'électron tournant à la vitesse v, sur la trajectoire de rayon a_0 effectue une rotation avec une période $T = 2\pi a_0/v$ et finalement :
$$\vec{\mathcal{M}} = \frac{-e \times \pi a_0^2}{(2\pi a_0)/v}\vec{u}_z \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{\mathcal{M}} = -\frac{eva_0}{2}\vec{u}_z}$$
Application numérique :
$$\mathcal{M} \simeq \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^6 \times 10^{-10}}{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\mathcal{M} = 1,6 \times 10^{-23}\ \text{A.m}^2}$$

AD 2. Moment magnétique d'un disque en rotation

Le moment magnétique a été défini pour une spire plane parcourue par un courant d'intensité i. L'idée est de se ramener à la définition du cours en décomposant le disque en une suite d'anneaux concentriques.

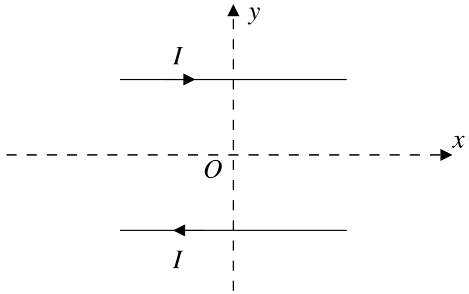
Considérons l'anneau délimité par les deux cercles voisins de rayon r et $r + dr$. Cet anneau peut être assimilée à une spire élémentaire :

- de rayon moyen r ;
- portant une charge $\delta q = \frac{Q}{\pi R^2} \times 2\pi r dr$ (pour obtenir cette charge on effectue le rapport de l'aire de l'anneau par l'aire totale du disque).

Pour cette spire élémentaire, on peut définir un moment magnétique élémentaire :
$$\delta\vec{\mathcal{M}} = \frac{\delta q}{T} \times \pi r^2 \vec{u}_z \quad \text{avec} \quad T = 2\pi/\omega$$
$$\delta\vec{\mathcal{M}} = \frac{\omega Q r^3}{R^2} dr \vec{u}_z$$
Il reste alors à intégrer sur l'ensemble du disque :
$$\vec{\mathcal{M}} = \int \delta\vec{\mathcal{M}} = \int_0^R \frac{\omega Q r^3}{R^2} dr \vec{u}_z$$
En conclusion : $\boxed{\vec{\mathcal{M}} = \frac{\omega Q R^2}{4}\vec{u}_z}$.

AD 3. Carte de champ magnétique

- Le sens du courant dans les spires doit être conforme au sens du champ magnétique au niveau des spires :



- Les plans (xOz) et (yOz) sont des plans d'antisymétrie de la distribution des courants.
- Les plans (xOz) et (yOz) sont donc des plans de symétrie pour le champ magnétique, en particulier en un point de ces plans, le champ magnétique doit être contenu dans ces plans.
  En O, les plans de symétries imposent que le champ magnétique soit simultanément selon Ox et Oy, il est donc nécessairement nul.