

Bouclier magnétique

« Protéger les occupants de navettes spatiales partis à la découverte de l'Univers en modifiant la trajectoire de particules chargées, est-ce envisageable grâce à l'électromagnétisme ? Cette expérience a pour but de montrer qu'à l'aide d'un champ magnétique, il est possible de dévier les électrons d'un tube cathodique et ainsi de créer un « bouclier magnétique ». »

Introduction

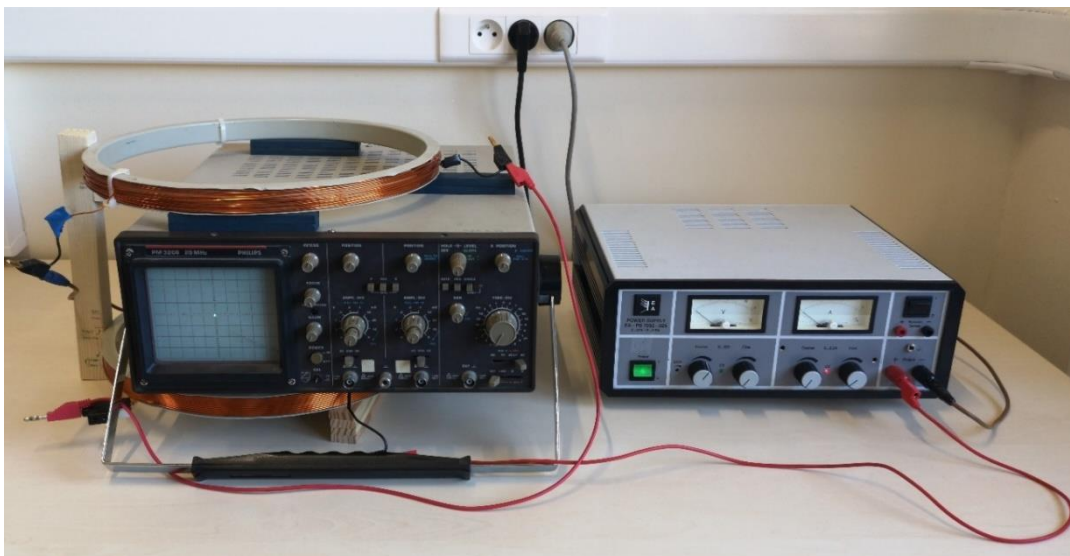
L'espace est un endroit hostile à la vie telle que nous la connaissons : il n'y a pas d'atmosphère, les températures y sont extrêmes, et c'est surtout l'existence des rayonnements cosmiques qui pose problème. On peut imaginer ces rayonnements comme de très petites billes chargées (100 mille milliards de fois plus petites qu'un ballon de football) envoyées à très grande vitesse, de telle manière à ce que les dégâts provoqués sur le corps humain seraient conséquents.

Sur Terre, le champ magnétique terrestre, ainsi que l'atmosphère, nous protègent de ce danger émanant de notre Soleil, et de phénomènes lointains. Mais dans l'espace, cette protection naturelle n'existe pas et dans le contexte de l'exploration spatiale, pas question de mettre en danger les astronautes !

C'est pour cela que nous nous sommes penchés sur la conception d'un « bouclier magnétique ». On montre ainsi par notre expérience que par un simple champ magnétique, il est possible de dévier les particules chargées de leur trajectoire initiale.

Matériel et dispositif

Pour réaliser l'expérience, on se munit d'un oscilloscope contenant un tube cathodique (situé à gauche sur la photo), d'une alimentation électrique (située à droite) et de deux bobines de fil de cuivre, situées à égale distance en-dessous et au-dessus de l'oscilloscope et centrées sur le tube cathodique. On relie l'alimentation électrique et les bobines par des câbles. Notons que les bobines sont mises en série pour que le courant les parcourt dans le même sens. Elles forment ainsi un dispositif nommé « bobines de Helmholtz »¹.



¹ Vous trouverez plus d'informations en suivant ce lien : https://en.wikipedia.org/wiki/Helmholtz_coil

Le tube cathodique situé à l'intérieur de l'oscilloscope accélère un faisceau d'électrons qui vient frapper l'écran fluorescent de l'oscilloscope et produit une tâche lumineuse (appelée *spot*). C'est ce tube cathodique qui nous intéresse, pas l'oscilloscope en lui-même. A l'aide de l'alimentation électrique, on crée un courant électrique dans le circuit. Ce courant, en passant dans les bobines, induit un champ magnétique qui se veut uniforme entre ces dernières. Voilà en quoi consiste le montage de l'expérience.

Expérience

En augmentant l'intensité du courant délivré dans le circuit, le tube cathodique se retrouve baigné dans un champ magnétique de plus en plus important. Dans un champ magnétique, une particule chargée subit une force appelée *force de Lorentz*, donnée par :

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

avec q = la charge de la particule, \vec{v} = la vitesse de la particule et \vec{B} = le champ magnétique produit par le courant parcourant les bobines.

On peut alors prédire dans quelle direction seront déviés les électrons par la règle de la main droite avec :

- pouce = mouvement du faisceau d'électrons \vec{v}
- index = champ magnétique \vec{B}
- majeur = sens de la force \vec{F}

On détermine la direction du champ magnétique en connaissant le sens dans lequel se déplace le courant. Celui-ci parcourant les bobines dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, nous obtenons un champ magnétique entre les bobines qui est perpendiculaire à leur plan et dirigé vers le haut.

Conformément aux prédictions par la règle de la main droite, on observe sur l'oscilloscope que la tâche lumineuse se déplace vers la droite lorsque l'on augmente la tension au générateur. Plus le courant se déplaçant dans le circuit est intense, plus le champ magnétique est intense et donc plus la tâche se déplace vers la droite.

Dans notre montage, nous avons généré un courant allant de 0 à 1,5 ampères (unité du courant) et avons observé une déviation de 0 à 4 centimètres. La relation est linéaire. Le champ magnétique produit au niveau du tube cathodique a une intensité de 0 à $1,1 \times 10^{-4}$ tesla (unité du champ magnétique). A titre de comparaison, l'intensité moyenne du champ magnétique terrestre est de 5×10^{-5} tesla.

Conclusion

On a ainsi réussi à dévier des électrons en générant un champ magnétique. On comprend alors qu'à l'aide d'un équipement générant un champ magnétique suffisamment puissant, un équipage peut se protéger des rayonnements nocifs parcourant l'espace.

Bien entendu, le modèle que nous présentons ici est rudimentaire et n'est que conceptuel, il s'agit d'une ébauche de solution à un problème complexe qui va occuper scientifiques et ingénieurs cherchant à rendre le voyage spatial plus praticable durant de nombreuses années.

