

Application n° 536: Aimant permanent quadripolaire

Auteur: Martti Nirkko, MSc Physik; Roger Hänni, Maschinenbautechniker HF, Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP), Universität Bern, Suisse

De puissants parallélépipèdes magnétiques focalisent un faisceau ionique

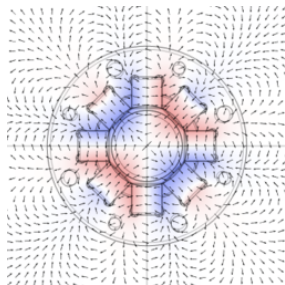
Au LHEP (Laboratory for High Energy Physics) de l'Université Berne en Suisse, nous avons construit avec 8 parallélépipèdes magnétiques Q-40-10-10-N (www.supermagnete.fr/Q-40-10-10-N) un prototype d'un aimant permanent quadripolaire (en.wikipedia.org/wiki/Quadrupole_magnet) (en anglais). Les aimants sont disposés de manière à former un cylindre de Halbach afin de générer un champ quadripolaire. Ce projet est comparable avec l'application "Construire un Halbach Array" (www.supermagnete.fr/project324), mais dans notre cas, le Halbach Array a été disposé de manière circulaire et non en ligne droite.



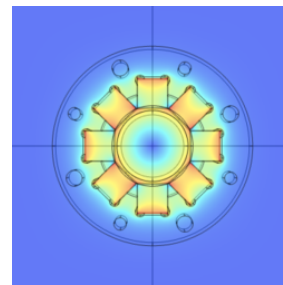
Cette application a donné lieu à une publication scientifique (arxiv.org/abs/1211.2992) en anglais - elle peut être téléchargée en haut à droite sous forme de PDF.

La vérification des champs magnétiques dans l'aimant permanent quadripolaire avec un capteur à effet Hall (fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_à_effet_Hall) a confirmé les simulations qui ont été préalablement calculées avec la MEF (méthode des éléments finis).

Les produits de supermagnete.fr ont donc pu répondre à nos attentes. À l'issue de ces tests réussis, nous avons fabriqué 4 d'autres aimants permanents quadripolaires.

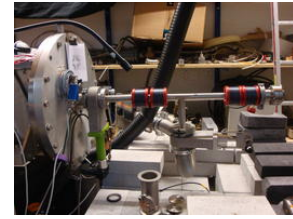


Potentiel scalaire du champ magnétique dans l'aimant permanent quadripolaire avec direction du champ magnétique (rouge : pôles nord, bleu : pôles sud)



Valeur de la densité du flux magnétique dans l'aimant permanent quadripolaire, échelle de couleur de 0 (bleu) à 1 Tesla (rouge)

Montés en série et à des distances justes (en tant que deux cellules FODO), les 4 aimants quadripolaires servent à focaliser un faisceau ionique qui est généré par notre accélérateur. Lorsque le faisceau focalisé atteint une cible fixe (target), il dispose d'une intensité élevée ce qui résulte en des taux de réaction plus élevés dans le matériau cible.



Les 4 unités d'aimants permanents quadripolaires montées sur l'accélérateur



Explications physiques

Pour cette application, nous avons exploité la force de Lorentz (fr.wikipedia.org/wiki/Force_de_Lorentz). La force de Lorentz est la force subie par une particule chargée lorsqu'elle traverse des champs électromagnétiques. Cette force est constituée de deux composantes : La composante électrique et la composante magnétique. La première composante agit dans la direction du champ magnétique, la deuxième en revanche perpendiculairement au champ magnétique et à la trajectoire de particules. Ceci signifie que des particules chargées peuvent être accélérées par des champs électriques et que des champs magnétiques peuvent être appliqués pour dévier les particules.

Si l'on considère uniquement le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique, la règle dite des trois doigts peut être appliquée.

Il existe de nombreuses applications de la force Lorentz : Les moteurs électriques, les dynamos de vélo et des haut-parleurs fonctionnent par exemple sur ce principe. Dans la physique des particules, une multitude d'applications est également basée sur ce principe : Pour les accélérateurs, des multipôles magnétiques sont utilisés pour manipuler des faisceaux de particules. Des dipôles (2 pôles) servent à courber la trajectoire de particules, des quadripôles (4 pôles) focalisent le faisceau dans le sens horizontal et défocalisent dans le sens vertical ou l'inversement. Il est donc possible de focaliser seulement dans une seule direction à la fois. Si l'on choisit des distances astucieuses entre les quadripôles, il est possible d'obtenir sur la trajectoire de particules un point appelé le col du faisceau. La superficie de section du faisceau y est minimale. Cela ne viole pas le théorème de Liouville ([fr.wikipedia.org/wiki/Théorème_de_Liouville_\(hamiltonien\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorème_de_Liouville_(hamiltonien))).

Articles utilisés

8 x Q-40-10-10-N: Parallélépipède magnétique 40 x 10 x 10 mm (www.supermagnete.fr/Q-40-10-10-N)

En ligne depuis: 21.10.2011

Tout le contenu de cette page est protégé par le droit d'auteur. Sans autorisation expresse, le contenu ne peut être copié ou utilisé sous quelque forme que ce soit.