

EM15 : Champ magnétique L'essentiel

Force de Lorentz La force de Lorentz est la force que subit une particule chargée lorsqu'elle est plongée dans un champ électromagnétique :

$$\vec{f} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

La partie magnétique de cette force permet de prouver l'existence du champ magnétique. Ce champ magnétique s'exprime en Tesla (T) ou $kg.A^{-1}.s^{-2}$.

Mouvement d'une particule chargée Une particule chargée dans un champ électromagnétique subit la force de Lorentz donc possède un mouvement :

- Le champ \vec{E} permet d'accélérer la particule et dans certains cas, la dévier pour qu'elle est une trajectoire parabolique.
- Le champ \vec{B} permet de lui donner un mouvement circulaire ou en hélice.

Dans un accélérateur de particules, les deux champs permettent d'obtenir les trajectoires adéquates pour réaliser des collisions entre particules chargées.

Courant filiforme On s'intéresse dans ce chapitre à des courants filiformes, c'est à dire des courants circulant dans des fils dont l'épaisseur est négligeable.

Loi de Biot et Savart Elle permet de calculer, par intégration du champ magnétique élémentaire, le champ magnétique créé par une distribution de courant en un point M distant de r de cette distribution :

$$\vec{B} = \int d\vec{B} = \int_{P \in L} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \vec{PM}}{PM^3}$$

Le champ magnétique est défini et continu partout sauf aux points où passe le ou les courants à l'origine du champ.

Pour trouver le sens du champ magnétique, on utilise la règle du tire-bouchon : on fait tourner le premier vecteur $d\vec{l}$ vers le deuxième \vec{PM} , si ce sens de rotation est la droite, on visse le tire-bouchon, le champ magnétique est dans le sens de ce vissage.

Lignes de champ magnétique Comme pour le champ électrostatique, en tout point de l'espace le champ magnétique est tangent à des lignes orientées dans le sens du champ, ces lignes sont des lignes de champ.

Leur dessin autour d'une source de champ magnétique se nomme spectre magnétique.

Le champ magnétique est un pseudo-vecteur L'orientation du champ magnétique dépend de l'orientation de la base choisie. La règle du tire-bouchon n'est valable que pour un espace ayant une base directe.

Cette notion a une importance lorsque l'on parle de symétrie : une base passant de directe à indirecte lors d'une symétrie par rapport à un plan, le champ magnétique changera de sens lors de cette même symétrie.

Invariances le système des invariances est le même que pour le champ électrique, si la distribution de courants est invariante par translation (suivant z par exemple) ou par rotation (suivant θ par exemple), l'expression du champ magnétique dépendra pas de cette coordonnées.

Symétries et antisymétries

Symétries Si on peut trouver un plan de symétrie de la distribution de courants, alors le champ magnétique créé par cette distribution est orthogonal à ce plan. Les champs magnétiques, en deux points M et M' symétriques par rapport à un plan de symétrie de la distribution de courants, sont antisymétriques.

Antisymétries Si on peut trouver un plan d'antisymétrie de la distribution de courants, alors le champ magnétique créé par cette distribution est contenu dans ce plan. Les champs magnétiques, en deux points M et M' symétriques par rapport à un plan d'antisymétrie de la distribution de courants, sont symétriques.

Champ magnétique créé par un fil infini parcouru par un courant I

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\theta$$