Champ créé par un dipôle magnétique ou moment magnétique dipolaire

Champ magnétique créé par une spire circulaire

Une distribution de courant élémentaire, constituée par une spire circulaire parcourue par un courant I (Fig. 2), crée dans tout l'espace un champ magnétique présentant des propriétés semblables.

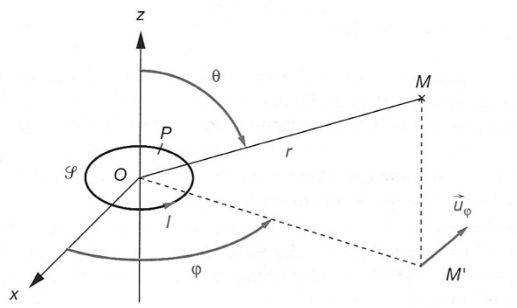


Figure 2

Analyse des symétries

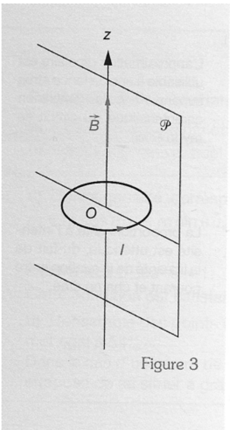


Figure 3

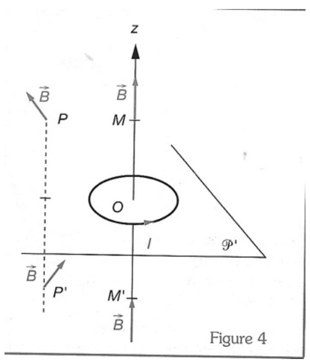
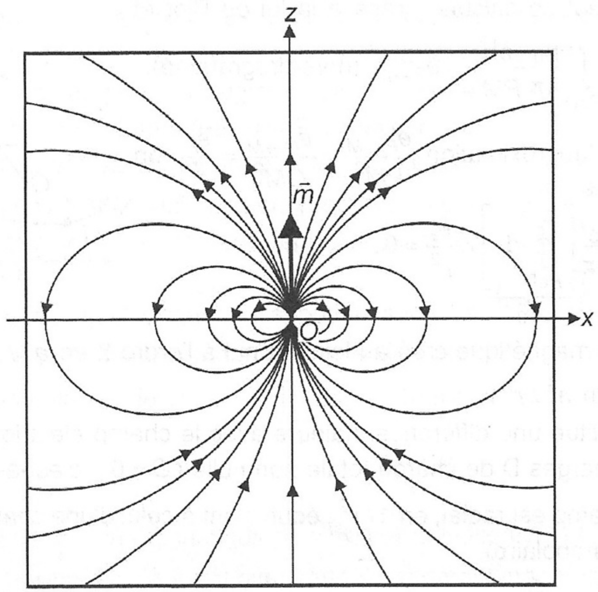
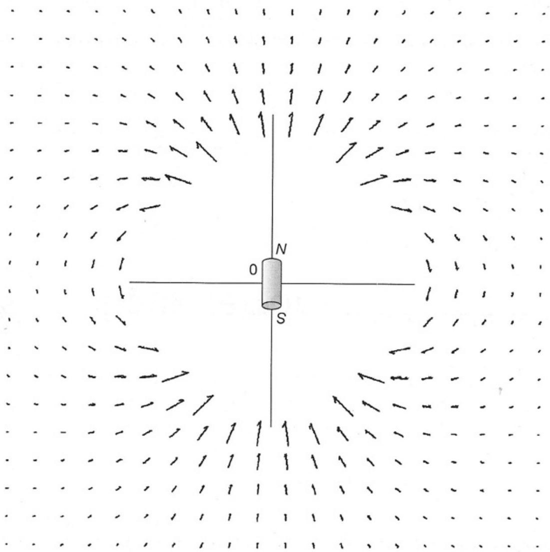


Figure 4

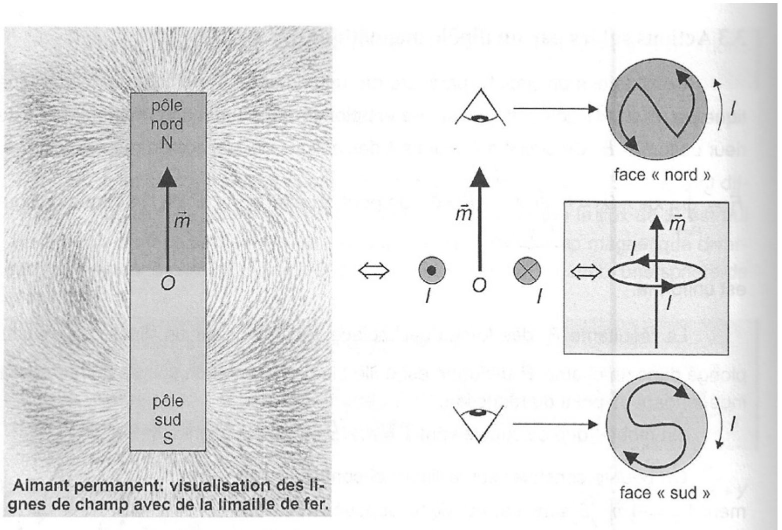
Lignes de champ



Champ magnétique lointain créé par un aimant



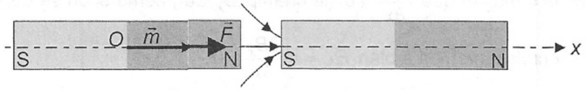
Champ magnétique créé par un aimant permanent
Analogie avec le moment magnétique



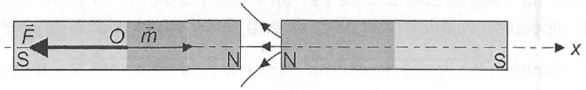
Aimant permanent: visualisation des lignes de champ avec de la limaille de fer.

Forces entre deux aimants

La norme du champ $\vec{B}$ créé par l'aimant de droite augmente dans les zones où les lignes de champ sont resserrées. On a donc en O : $\dfrac{\partial |B_x|}{\partial x} > 0$ dans les deux cas de la figure suivante. Dans le premier cas, $B_x > 0$, donc $\dfrac{\partial B_x}{\partial x} > 0$: pôles nord et sud s'attirent, alors que dans le second cas, $B_x < 0$, donc $\dfrac{\partial B_x}{\partial x} < 0$: des pôles de même nature se repoussent.

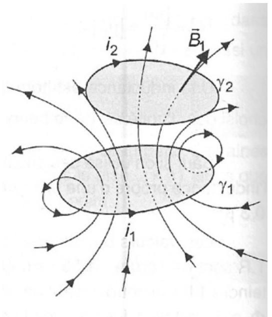


$\dfrac{\partial B_x}{\partial x} > 0$: l'aimant de gauche est attiré par l'aimant de droite.

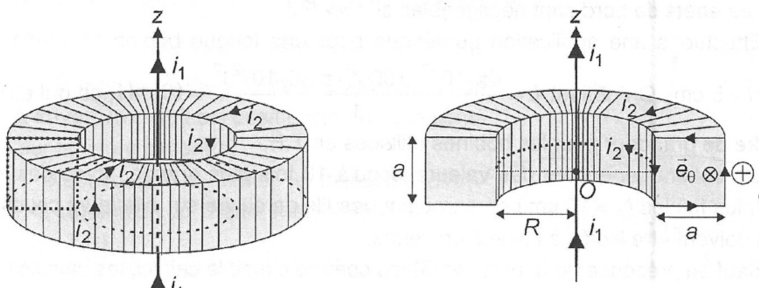


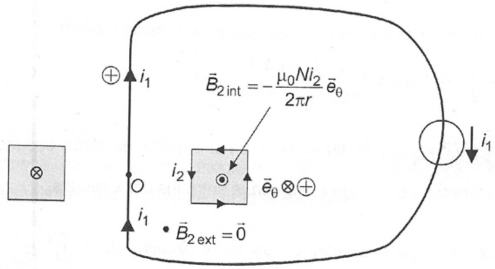
$\dfrac{\partial B_x}{\partial x} < 0$: l'aimant de gauche est repoussé par l'aimant de droite.

Exemples d’inductance mutuelle



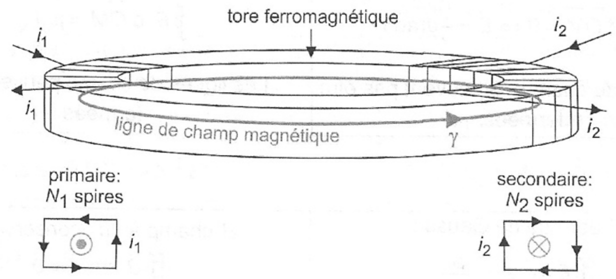
Couplage mutuel entre une bobine torique et un fil





Couplage parfait

En revanche, en enroulant les deux circuits autour d’un tore ferromagnétique, qui a, comme nous le verrons dans le chapitre sur le ferromagnétisme, la propriété de canaliser les lignes de champ, le flux φ du champ magnétique total est quasiment le même à travers chaque spire.



On a alors un flux $\Phi_1 = N_1\varphi$ à travers le premier circuit (appelé arbitrairement « primaire »), qui contient N_1 spires, et un flux $\Phi_2 = N_2\varphi$ à travers le deuxième circuit (« secondaire »), qui contient N_2 spires.

On montre, en appliquant le théorème d’Ampère sur un contour fermé dans le tore ferromagnétique (voir le chapitre sur le ferromagnétisme), que $\vec{B}$, et donc φ, sont proportionnels à $N_1 i_1 + N_2 i_2$: $\varphi = \lambda(N_1 i_1 + N_2 i_2)$. L’orientation relative des deux enroulements est indiquée sur la figure ci-dessus.

Finalement $\begin{cases} \Phi_1 = N_1\varphi = \lambda(N_1^2 i_1 + N_1 N_2 i_2) = L_1 i_1 + M i_2 \\ \Phi_2 = N_2\varphi = \lambda(N_2^2 i_2 + N_1 N_2 i_1) = L_2 i_2 + M i_1 \end{cases}$. On en déduit :

$M^2 = (\lambda N_1 N_2)^2 = L_1 L_2$. La valeur $|M|$ est maximale : c’est ainsi qu’on réalise un couplage (quasi) parfait.