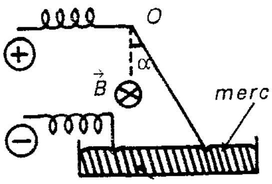
Électromagnétisme

Introduction à l'électromagnétisme

`Magnétostatique`

⋆ **Exercice 1 :PENDULE ELECTRIQUE**

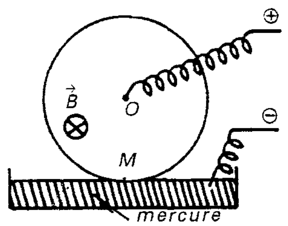
On considère un conducteur filiforme cylindrique rigide de longueur l, de masse m mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire au fil en une de ses extrémités. L'autre extrémité affleure dans du mercure contenu dans une cuve. Un courant d'intensité I traverse le fil suivant le schéma ci-dessous.



Le fil est placé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire au plan de figure.
Calculer l'angle d'inclination α du fil.

⋆ **Exercice 2 :ROUE DE BARLOW**

On considère une roue de Barlow schématisée ci-dessous. Le rayon de la route est R. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B}$ perpendiculaire au plan de la roue. On admettra que la roue n'est en contact avec le mercure qu'en un point M et que le courant ne traverse la roue que suivant le rayon OM. Calculer :



1. La force de Laplace résultante ;
2. Son moment par rapport à l'axe de rotation ;
3. La puissance du moteur ainsi constitué lorsque la roue effectue n tours par seconde.

⋆ **Exercice 3 :CHAMP MAGNÉTIQUE CREE PAR UN SEGMENT**

Calculer le champ magnétique créé par un segment parcouru par un courant d'intensité I en un point M distant du segment de a. On appellera α_1 et α_2 les angles entre la perpendiculaire au fil issue de M et les droites joignant M aux extrémités du segment. Examiner le cas du fil rectiligne indéfini.

⋆ **Exercice 4 :CHAMP MAGNETIQUE CREE PAR UNE SPIRE CIRCULAIRE EN UN POINT DE SON AXE**

Soit une spire filiforme de rayon R parcourue par un courant d'intensité I. Calculer le champ magnétique créé en un point de l'axe de la spire à une distance x du centre de celle-ci. Tracer la courbe B(x).

⋆ **Exercice 5 :ROTATION D'UNE SPHÈRE CHARGÉE UNIFORMÉMENT EN SURFACE**

Une sphère, de rayon R, portant une charge surfacique uniforme μ, tourne uniformément autour de l'un de ses diamètres à la vitesse Ω. Calculer le champ magnétique qu'elle crée en son centre O.

⋆ **Exercice 6 :ROTATION D'UNE SPHÈRE CHARGÉE UNIFORMÉMENT EN VOLUME**

Une sphère, de rayon R, portant une charge volumique uniforme ρ, tourne uniformément autour de l'un de ses diamètres à la vitesse Ω. Calculer le champ magnétique qu'elle crée en son centre O.

⋆ **Exercice 7 :CÂBLE COAXIAL**

Une ligne coaxiale est réalisée à l'aide d'un fil conducteur cylindrique de section circulaire (rayon R_1) entouré d'un deuxième conducteur coaxial (rayon intérieur R_2 et rayon extérieur R_2') les deux conducteurs sont séparé par le vide. Le conducteur central est parcouru par un courant stationnaire I dont le retour est assuré par le conducteur périphérique. Les courants volumiques correspondants sont uniformes.
Calculer le champ magnétique et le potentiel vecteur crées par une telle distribution dans le conducteur intérieur, dans l'espace entre les conducteurs et à l'extérieur du câble.

⋆ **Exercice 8 :ETUDE D'UN EXEMPLE À SYMÉTRIE CYLINDRIQUE**

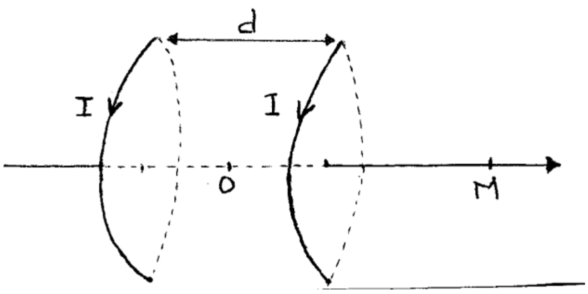
1. Un fil rectiligne infini est modélisé par un tube de courant d'axe (Oz) et de rayon a , Parcouru par le courant volumique uniforme : $\overrightarrow{j} = j\overrightarrow{e_z}$.
   (a) Rappeler l'expression du champ magnétique engendré par cette distribution de courants.
   (b) En utilisant des considérations de symétrie, proposer une forme simple pour le potentiel vecteur.
   (c) Achever sa détermination à l'aide de la loi intégrale le liant au champ magnétique.
2. Le même fil étant supposé porter la charge volumique uniforme ?, quelles sont les Expressions du champ électrique et du potentiel scalaire associés à cette distribution ?

3. Que deviennent les expressions établies dans cette étude dans le cas d'un fil rectiligne infini, Mince, parcouru par le courant I ou portant la charge linéique λ ?

⋆ Exercice 9 :APPLICATION AUX BOBINES DE HELMOTZ

1. Par application du résultat du calcul du champ crée par une spire, trouver l'expression du $\overrightarrow{B}$ crée par les bobines d'Helmholtz (représentés sur la figure suivante) en un point M de son axe.
   Il s'agit de deux spires identiques de rayon R parallèles parcourues par un même. I circulant dans le même sens.
2. On cherche la position relative des deux spires pour que le champ au voisinage du point O soit quasi uniforme. Calculer la distance d.
3. Donner l'allure de B(z). Calculer la variation relative du champ B(z) entre les deux spires. Conclusion. On donne :

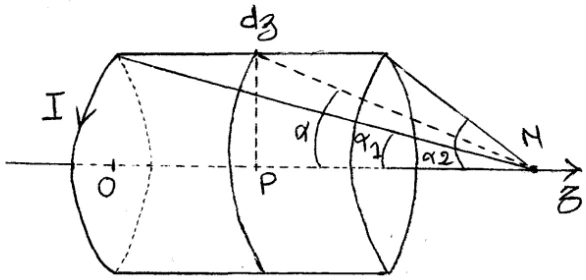
$$\frac{d^2B}{dz^2}(0) = \frac{3\mu_0 I}{R^3}[1+(\frac{d}{2R})^2]^{\frac{7}{2}}.(\frac{d^2}{R^2}-1)$$



⋆ Exercice 10 :CHAMP MAGNETIQUE CREE PAR UN SOLENOÏDE SUR SON AXE

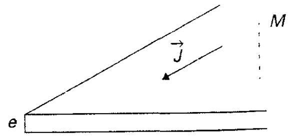
Un solénoïde est formé de N spires identiques circulaires, de même axe, parcourues par un même courant, dans le même sens.

1. Calculer le champ $\overrightarrow{B}$ crée en M.
2. Donner la topographie du solénoïde de longueur finie.
3. Donner l'expression de $\overrightarrow{B}$ pour un solénoïde infini crée en un point M de son axe.



⋆ Exercice 11 : CHAMP MAGNÉTIQUE CREE PAR UN PLAN

Calculer le champ $\overrightarrow{B}$ créé en un point quelconque situé hors d'une plaque métallique d'épaisseur e infinie dans toutes les directions parcourue par un courant de densité $\overrightarrow{J}$ uniforme.



	Électrostatique	Magnétostatique
Définition force	$\overrightarrow{F} = q\overrightarrow{E}$	$\overrightarrow{F} = q\overrightarrow{v} \wedge \overrightarrow{B}$
Sources	densité de charges ρ (scalaire)	densité de courants $\overrightarrow{j}$ (vectorielle)
Expression	$\overrightarrow{E}(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\tau_p}\rho(P)d\tau_p\frac{\overrightarrow{PM}}{PM^3}$	$\overrightarrow{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi}\int I_p\overrightarrow{dl}_{p_p} \wedge \frac{\overrightarrow{PM}}{PM^3}$
Constante	$\frac{1}{\varepsilon_0}$	μ_0
Caractère	polaire	axial ou pseudo-vecteur
Potentiel	$\overleftarrow{E} = -\overrightarrow{grad}V$	$\overrightarrow{B}(M) = \overrightarrow{rot}_M(\overrightarrow{A}(M)$
Expression	$V(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\tau_p}\rho(P)\frac{\overrightarrow{d\tau_p}}{PM}$	$\overrightarrow{A}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_{\tau_p}\overrightarrow{j}(P)\frac{\overrightarrow{d\tau_p}}{PM}$
Circulation	$\oint\overrightarrow{E}(M)\overrightarrow{dl}_M = 0$ (Circulation conservative)	$\oint\overrightarrow{B}(M)\overrightarrow{dl}_M = \mu_0 I_{enlac}$ (Théorème d'Ampère)
Flux	$\oiint\overrightarrow{E}(M)\overrightarrow{dS}_M = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ (Théorème de Gauss)	$\oiint\overrightarrow{E}(M)\overrightarrow{dS}_M = 0$ (Flux conservatif)