Colle PSI

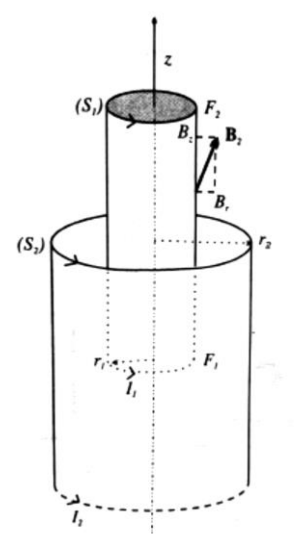
Colle 1.

Question de cours

- Equations de Maxwell sous forme locale et intégrale.
- Montrer la compatibilité avec l'équation locale de conservation de la charge électrique

Exercice 1. Forces s'exerçant entre deux solénoïdes coaxiaux.

NB les vecteurs sont notés en gras.

On désigne par S_1 et S_2 deux longs solénoïdes circulaires de même axe (Oz) définis par leurs longueurs h_1 et h_2 ; leurs rayons r_1 et r_2, leurs nombres de spire par unité de longueur n_1 et n_2. Les intensités I_1 et I_2 sont de même sens et constantes. *Dans toute la suite on suppose que la face F_2 de S_1 de plus grande cote est « loin à l'extérieur de S_2 », c'est-à-dire dans une région où le champ* ***B₂*** *de S_2 est négligeable alors que celle de plus petite cote F_1 est « loin à l'intérieur de S_1 », c'est-à-dire dans une région où* ***B₂*** *est pratiquement uniforme.*	

1. Tracer l'allure de champ **B₂** dans le voisinage des paris de S_1 et en déduire le signe de φ, flux de **B₂** sortant à travers les parois latérales de S_1 (c'est-à-dire à travers le cylindre de rayon r_1).
2. Montrer que , compte tenu des approximations, φ s'exprime simplement en fonction de n_2, r_1 et I_2.
3. On considère une tranche élémentaire de S_1 de longueur dz. A l'aide de la carte du champ, prévoir le signe de la composante δF_z sur (Oz) de la force Laplace élémentaire exercée par **B₂** sur cette tranche.
4. Montrer que δF_z s'exprime simplement en fonction du flux élémentaire $d\varphi$ de **B₂** à travers les parois latérales de la tranche élémentaire.
5. En déduire la force totale subie par S_1 et décrire son effet.

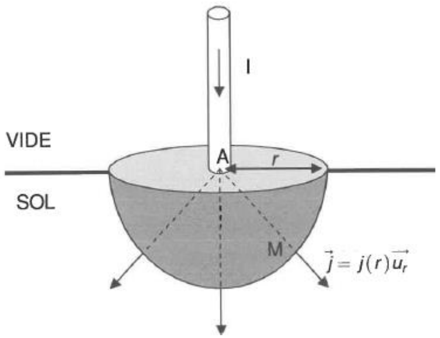
Colle 2.

Question de cours :

Déterminer, à partir de l'expression de l'énergie magnétique, l'expression de la densité volumique d'énergie magnétique dans le cas d'une bobine modélisée par un solénoïde long.

Exercice . Coup de foudre

On modélise un éclair par un tube de courant vertical d'intensité $I = 10$ kA tombant en un point A sur le sol , milieu de conductivité électrique $\gamma = 2{,}0$ usi. L'air est assimilé au vide. Le courant se répartit alors dans le sol de manière radiale à partir du point d'impact avec une densité volumique de courant $j(r)\overrightarrow{u_r}$ *:*



1. Préciser l' unité de γ en justifiant. Exprimer j(r) en fonction des données.

Un homme se tient debout sur le sol à une distance L du point A. Ses pieds sont écartés de la distance $d = 40$ cm (que l'on supposera petite devant L). L'homme est assimilé à un conducteur ohmique de résistance $R = 2{,}0$ kΩ. Il risque l'électrocution si le courant qui le parcourt est supérieur à $i_{max} = 50$ mA.

2. Sur la base d'hypothèse simples que l'on explicitera, estimer littéralement puis numériquement à partir de quelle distance L il est hors de danger.

Colle 3.

Question de cours :

- Loi d'ohm locale ?
- Etablir l'expression de la résistance d'un morceau de fil cylindrique,
- Proposer une AN

Exercice 1 : Champ magnétique d'un pavé conducteur .

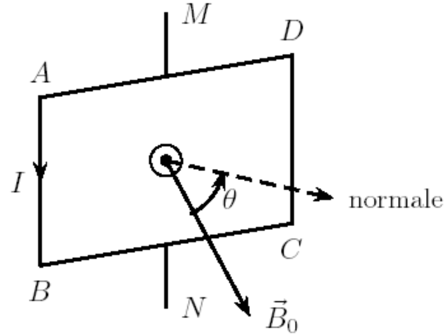
Les vecteurs sont notés en gras

Soit un pavé infini orthogonal à l'axe (Oz) , compris entre les abscisses z = -e/2 et z= e/2, parcouru par une densité de courant volumique uniforme ***j****(P) =* j_0 $\mathbf{u_y}$.

1. En procédant à une analyse des symétries étudier le champ magnétique **B**(M) engendré par cette distribution.
2. Déterminer alors **B**(M) en tout point de l'espace.
3. On se place dans la limite $e \to 0$. Que devient la distribution de courant ? Commenter la discontinuité de **B**(M).

Exercice 2 . Cadre plongé dans un champ magnétique.

Un cadre rectangulaire ABCD indéformable peut pivoter autour d'un axe médian MN. La surface du cadre est notée S. il est parcouru par un courant d'intensité I dans le sens ABCD (voir figure). Il est placé dans un champ magnétique uniforme $\mathbf{B_0}$ *parallèle au plan horizontal perpendiculaire à MN. On note J le moment d'inertie du cadre par rapport à l'axe MN. On donne Ab= a et BC = b. La normale au cadre est représentée en pointillés.*



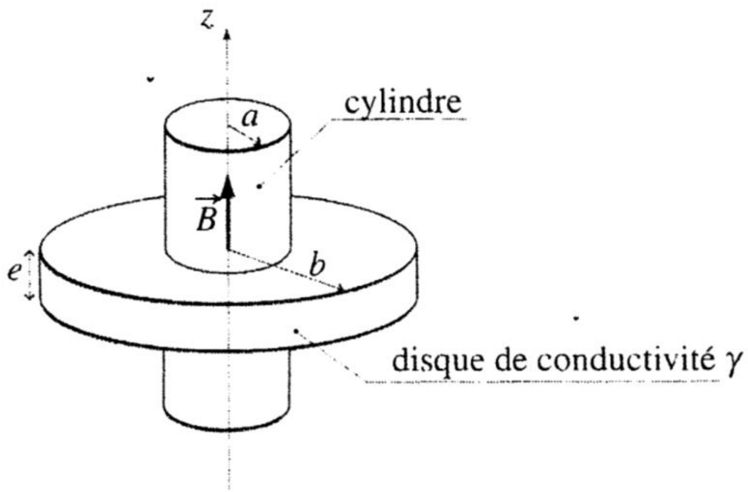
1. Déterminer l'équation différentielle du mouvement du cadre.
2. Quelles sont les positions d'équilibre ?
3. A quels endroits peut-on observer des oscillations de petites amplitudes dont on calculera la période ?

Chauffage par induction.

NB :Les vecteurs sont notés en gras.

*Un solénoïde de rayon a parcouru par un courant d'intensité i(t) crée un champ magnétique **B**(t).*
Il est entouré par un disque conducteur d'épaisseur e, de rayon intérieur a et de rayon extérieur b.

1. Expliquer qualitativement pourquoi des courants apparaissent dans le disque et démontrer l'expression de la densité de courant associée **j**.
2. Calculer la puissance moyenne perdue par effet joule dans l'anneau.

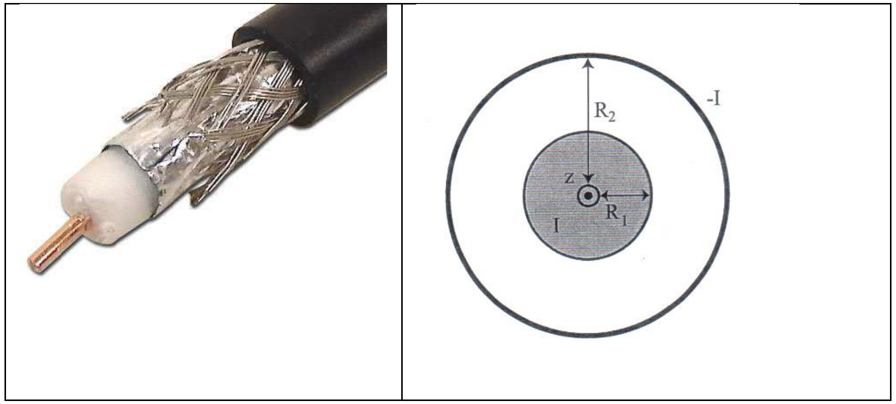


. Câble coaxial

Un câble coaxial infiniment long , d'axe (Oz), est constitué :

- *d'un conducteur cylindrique plein d'axe (Oz) et de rayon R_1, parcouru par un courant constant d'intensité I compté positivement dans le sens z croissant, uniformément réparti dans toue la section avec une densité volumique **j**(P) = j **u**$_z$.*
- *d'un conducteur cylindrique creux d'axe (Oz) et de rayon R2 parcouru par des courants dont l'intensité totale vaut -I.*

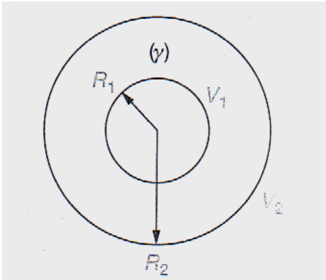
L'espace en dehors des conducteurs est assimilé au vide.



1. Exprimer le champ magnétique créé en tout point de l'espace (sauf en r= R_2 _ pourquoi ?_).
2. Que peut-on dire des propriétés de continuité du champ magnétique ?

Résistance en géométrie sphérique.

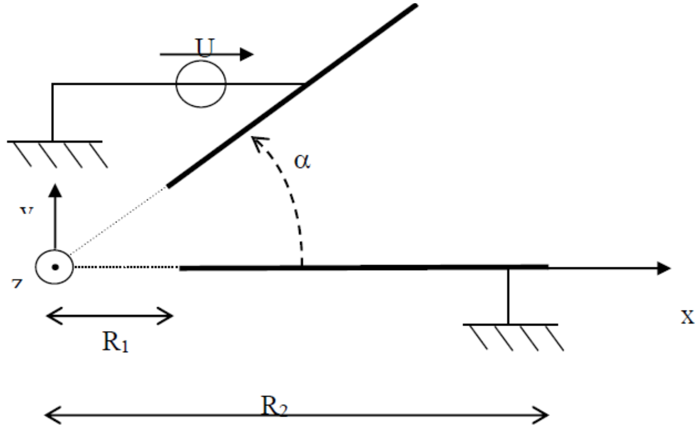
Deux sphères concentriques de rayons R_1 et R_2 portées aux potentiels respectifs V_1 et V_2, sont séparées par un milieu conducteur de conductivité γ (voir figure).



1. Obtenir la forme du champ électrique par des arguments de symétries (et autres…).
2. En déduire l'expression de la résistance électrique de ce morceau conducteur dans ces conditions.
3. Exprimer la puissance totale dissipée par effet Joule.

Capacité d'un condensateur diédrique (*).

On considère un condensateur formé par deux armatures rectangulaires planes de surface $S = h.(R_2 - R_1)$, qui font entre elles un angle α (h est la direction (Oz)). On néglige les effets de bords.



1. Proposer une forme simple pour les surfaces équipotentielles en justifiant votre démarche. En déduire le potentiel V(M) puis le champ électrique.
2. Exprimer alors l'énergie électrique emmagasinée dans ce condensateur.
3. En déduire la capacité de ce condensateur en fonction des données.

Donnée : *Laplacien en cordonnées cylindriques*

$$\Delta f = \frac{1}{r}.\frac{\partial}{\partial r}\left(r.\frac{\partial f}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial \theta^2}\right)+\left(\frac{\partial^2 f}{\partial z^2}\right).$$