Exercices d'oraux : électromagnétisme

Questions de cours

- L'induction. Applications.
- Energie magnétique d'un circuit seul, de deux circuits en inductance mutuelle.
- Le dipôle électrostatique, exemple de dipôle et tracé de ses lignes de champ.
- Les équations de Maxwell, forme locale, forme intégrale
- Propriétés du champ magnétostatique. Propriété de symétrie.
- Lignes de champ créées par une spire parcourue par un courant constant.
- Théorème d'Ampère. Application au calcul du champ magnétique créé par un solénoïde infini.
- Vecteur de Poynting, densité d'énergie électromagnétique, puissance volumique cédée par le champ à la matière. Bilan d'énergie.
- L'effet de peau dans l'ARQS.

Electromagnétisme 1 *(CCP)* On considère un cylindre, supposé de longueur infini et de rayon a, avec une répartition surfacique de charge Q. On suppose un point M placé à une distance r de l'axe du cylindre.

1. Etudier les symétries et invariances du problème étudié.
2. En déduire pour $r > a$: E(M) et V(M)
3. Pour $r < a$: E(M) et V(M)

Electromagnétisme 2 *(CCP)*

1. Déterminer le champ électrostatique puis le potentiel électrostatique créé par un fil infini chargé linéïquement λ.
2. En déduire le potentiel électrostatique créé à grande distance par deux fils infinis, verticaux, parallèles distants de a, chargé uniformément avec des densité linéïques opposées. Déterminer et représenter les lignes équipotentielles.

Electromagnétisme 3 *(CCP)*

On considère une pince ampérométrique constituée d'un tore de section carré de coté $2a$ et de rayon moyen d. On enroule sur ce tore, N spires jointives, elles se caractérisent en régime stationnaire par une résistance électrique totale R. Soit $i(t)$ le courant traversant ces spires. On place sur l'axe générateur du tore un fil infini traversé par le courant $i'(t)$.

1. Déterminez l'auto-inductance L du tore.
2. Calculez la mutuelle inductance M existant entre le tore et le fil infini.
3. Le fil infini est alimenté par une source de courant $i'(t)$ variable. Quel effet le courant i'(t) va-t-il engendrer sur le tore ? Le tore est fermé sur lui-même, proposez un schéma électrique équivalent.
4. Le fil infini est traversé par un courant sinusoïdal $i'(t) = \mathrm{I}'_0\sqrt{2}cos\omega t$.
   Justifiez sans calcul le caractère sinusoïdal du courant i(t) qui prend naissance dans le tore.
   Déterminez sa valeur efficace I_0 en fonction de I'_0 et des autres grandeurs du système. Quelle peut etre l'utilité de cette pince ampérométrique ?

Electromagnétisme 4 *(CCP)*

On envoie une onde électrique sinusoïdale en incidence normale sur une interface vide/métal parfait. Sa polarisation est donnée, de même que son amplitude.

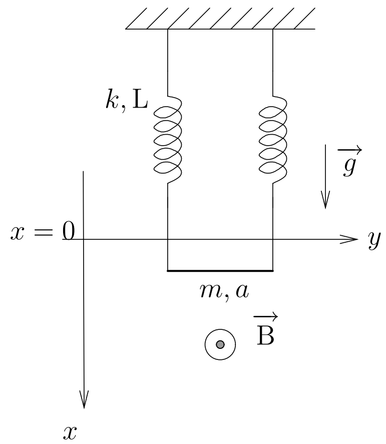
1. Donner la forme du champ incident. Traduire les relations de passage à l'interface et en déduire l'expression du champ électrique réfléchi.

2. Donner le champ électromagnétique total $\overrightarrow{\mathrm{E}}(x,t)$, $\overrightarrow{\mathrm{B}}(x,t)$.
3. Tracer l'amplitude $\mathrm{E}_m(x)$ à différents instants. Conclure.
4. Calculer le vecteur de Poynting et sa valeur moyenne temporelle. Conclure.

Electromagnétisme 5 *(CCP)*

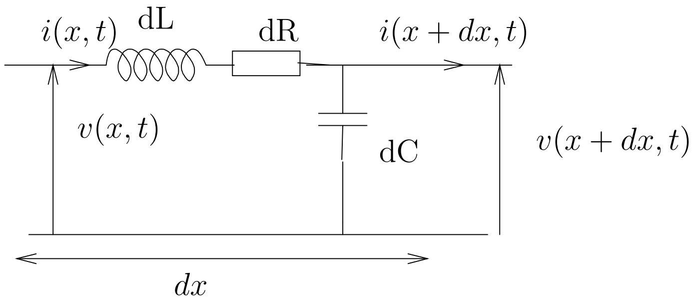
Une barre conductrice, de masse m, de longueur a est suspendue à deux ressorts de raideur k, de longueur à vide ℓ_0 et possédant une inductance propre L. L'ensemble forme un circuit fermé.

La barre est soumise à un champ magnétique uniforme et constant $\overrightarrow{\mathrm{B}} = \mathrm{B}\overrightarrow{u_z}$.



Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la vitesse $v(t)$.

Electromagnétisme 6 *(CCP)* Câble coaxial "réel" : prise en compte de l'atténuation.



ρ résistance linéique telle que $\mathrm{dR} = \rho dx$
λ inductance linéique telle que $\mathrm{dL} = \lambda dx$
γ capacité linéique telle que $\mathrm{dC} = \gamma dx$

1. Par application de la loi des noeuds, établir une équation du premier ordre entre v et i. (1)
2. Par application de la loi des mailles, établir une équation du premier ordre entre v et i. (2)
3. En combinant (1) dérivée par rapport à l'espace et (2) dérivée par rapport au temps, établir :

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} - \gamma\lambda\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} - \rho\gamma\frac{\partial i}{\partial t} = 0 \quad (*)$$

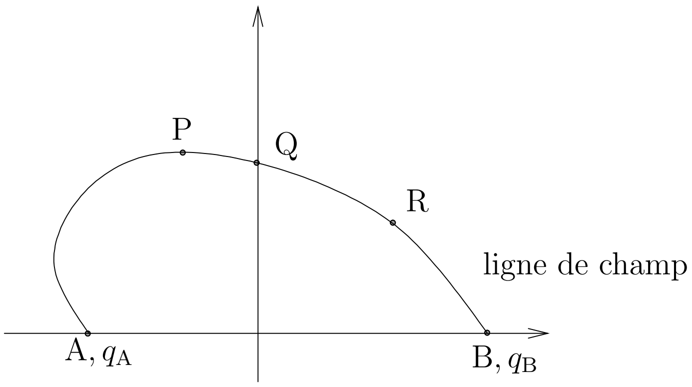
   Comparer à l'équation d'onde de d'Alembert. Expliquer la différence et le comportement relatif des solutions de (*) par rapport à celles de l'équation de d'Alembert.

Electromagnétisme 7 *(CCP)*

On considère le demi-espace $x > 0$ avec $n_+(x)$ ions de charge $q > 0$ et $n_-(x)$ ions de charge $-q$ par unité de volume avec $n_+(x) = n_0 \exp(-q\mathrm{V}(x)/k_\mathrm{B}\mathrm{T})$ et $n_-(x) = n_0 \exp(+q\mathrm{V}(x)/k_\mathrm{B}\mathrm{T})$. De plus le demi-espace $x < 0$ est un conducteur massif tel que $\mathrm{V}(x) = \mathrm{V}_0$.

1. Déterminer une équation différentielle du second ordre vérifiée par V.
2. On suppose $q\mathrm{V}(x)/k_\mathrm{B}\mathrm{T} \ll 1$ donner la forme de V en posant $\mathrm{D}^2 = \dfrac{k_\mathrm{B}\mathrm{T}\varepsilon_0}{2q^2n_0}$.
3. Déterminer σ la densité surfacique de charge du plan $x = 0$ (la formule de passage est donnée).

Electromagnétisme 8 *(CCP)*

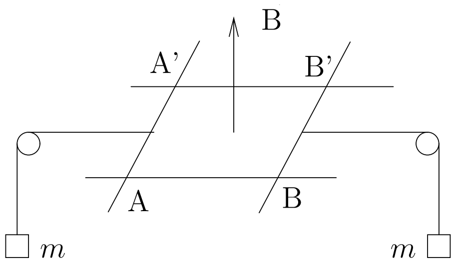


Le schéma ci-dessus représente une ligne de champ ; $q_\mathrm{A} > 0$ est supposée connue. Justifier que le point P est approprié pour la détermination du champ électrique.

Déterminer q_B.

Electromagnétisme 9 *(CCP)*

Deux barres identiques AA' et BB', de résistance R, se déplacent sans frottements sur deux rails conducteurs, de résistance négligeable, horizontaux parallèles dans un champ magnétique vertical uniforme. Les masses des deux poulies et des barres sont négligeables devant m.



Déterminer l'équation de la vitesse de chaque barre supposée nulle à l'instant initial.

Electromagnétisme 10 *(CCP)*

Calculer le champ électrique induit dans l'espace par un plan infini de charge surfacique uniforme σ.

Calculer le champ électrique induit dans une plaque infinie d'épaisseur $2a$ de charge volumique $-\rho$ pour $x \in [-a; 0]$ et ρ pour $x \in [0; a]$. Calculer également ce champ à l'extérieur de la plaque.

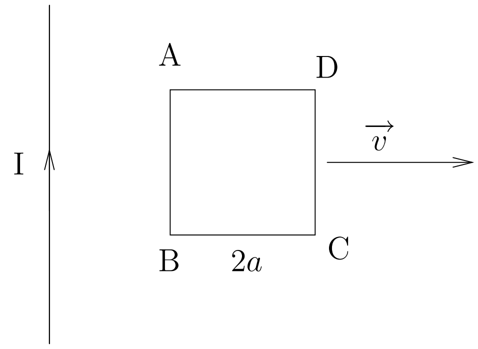
Electromagnétisme 11 *(CCP)*

Une charge ponctuelle $-q$ se déplace le long d'un diamètre d'une sphère uniformément chargée en volumique de charge totale q et de rayon R.

Déterminer le mouvement de la charge ponctuelle, de masse m.

Electromagnétisme 12 *(CCP)*

Un fil rectiligne infini est parcouru par un courant d'intensité I constant. Un cadre métalique de côté $2a$, initialement centré sur le fil, se déplace avec la vitesse v constante. Déterminer la f.e.m induite dans le cadre $e(t)$.



Electromagnétisme 13 *(Centrale)*

Le centre d'une sphère chargée uniformément en volume portant une charge -Q (Q> 0) est placée à l'origine d'un repère. On impose partout dans l'espace un champ extérieur $\overrightarrow{\mathrm{E}}_0 = \mathrm{E}_0\overrightarrow{u_x}$ uniforme.

1. Déterminer $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ en un point de l'axe Ox. Tracer l'allure de E$=f(x)$.
2. Une particule de charge $q > 0$ et de masse m est libre de se déplacer. Le champ $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ n'est pas modifié par sa présence. Montrer qu'il existe deux positions d'équilibre sur l'axe Ox à condition que E_0 vérifie une inégalité que l'on donnera.

   Déterminer le point A correspondant à une position stable.
3. La particule étant en A, on l'écarte de a. Donner a_m la valeur maximale de a telle que la particule ait des oscillations sinusoïdales autour de A. Quelle est alors la pulsation ?

Electromagnétisme 14 *(Centrale)*

Le demi-espace $z > 0$ infini est chargé avec la densité volumique de charge $\rho(z) = \rho e^{-z/a}$.

1. Calculer le champ électrique en tout point de l'espace (E nul en $z \to \infty$).
2. Que se passe-t-il si on ajoute à la distribution précédente un plan infini en Oxy portant la densité de charge σ ?

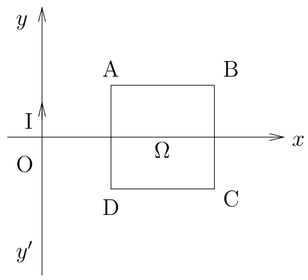
Electromagnétisme 15 *(Mines)*

On considère un champ de la forme $\overrightarrow{\mathrm{E}} = \mathrm{E}_0 \sin\left(\dfrac{\pi z}{a}\right)\cos(\omega t - kx)\overrightarrow{u_y}$.

1. Quelle relation doit être vérifiée entre k et ω pour qu'il y ait propagation entre deux conducteurs parfaits situés entre $z = 0$ et $z = a$?
2. Donner alors les vitesses de phase et de groupe. Les exprimer puis les tracer.
3. Calculer le champ $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ associé et les courants surfaciques.
4. Calculer l'énergie volumique e puis sa valeur moyenne temporelle $\langle e\rangle$ puis sa valeur moyenne spatiale $\langle\langle e\rangle\rangle$.
5. Calculer le vecteur de Poynting $\overrightarrow{\Pi}$ puis $\left\langle\overrightarrow{\Pi}\right\rangle$.
6. Montrer que $\left\langle\left\langle\overrightarrow{\Pi}\right\rangle\right\rangle = \overrightarrow{v}\,\langle\langle e\rangle\rangle$. Quel est ce $\overrightarrow{v}$?

Electromagnétisme 16 *(Mines)*

On considère un cadre ABCD de centre Ω d'abscisse x_0, AB$=a$, BC$=d$ et un fil infini $y'y$ dans le plan du cadre.

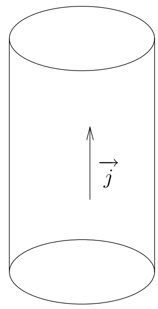


Déterminer le coefficient d'inductance mutuelle entre cadre et fil.

Electromagnétisme 17 *(CCP)*

Un cylindre plein de rayon a, infini est parcouru par un courant $\overrightarrow{j}$ uniforme.

1. Déterminer le sens de $\overrightarrow{\mathrm{B}}$.
2. Calculer $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ en tout point.



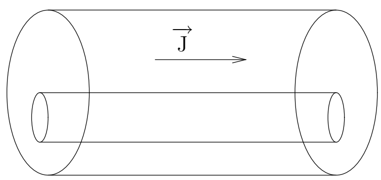
Electromagnétisme 18 *(CCP)*

On modélise un cable coaxial par un premier cylindre conducteur de rayon R_1 parcouru par un courant I indépendant du temps et par un deuxième cylindre de rayon intérieur $\mathrm{R}_2 > \mathrm{R}_1$, de rayon extérieur R_3 parcouru par le même courant I, mais de sens opposé. Entre R_1 et R_2 il y a du vide.

Déterminer le champ magnétique créé par cette distribution de courant en tout point de l'espace.

Electromagnétisme 19 *(ENSAM)*

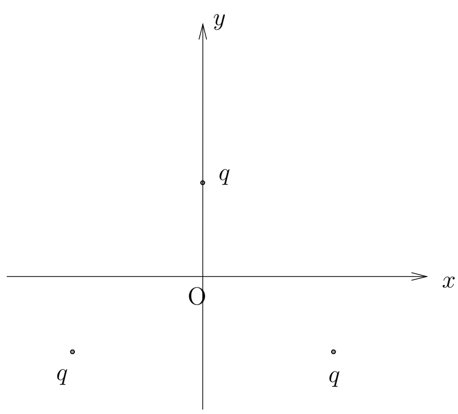
Un cylindre infini de rayon R comporte une cavité cylindrique de rayon r La densité de courant y est uniforme.



Déterminer $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ dans la cavité.

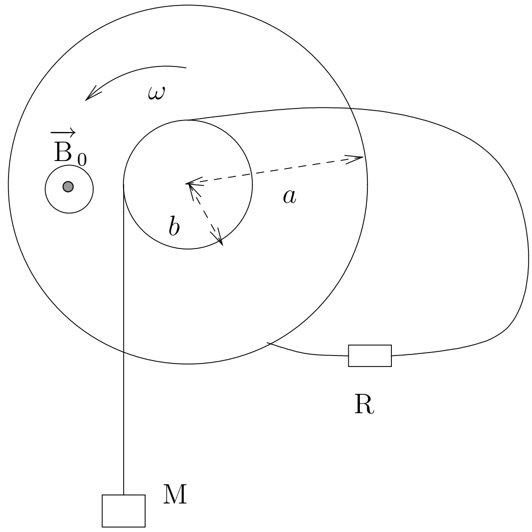
Electromagnétisme 20 *(Centrale)*

Trois charges ponctuelles q positives et identiques sont disposées dans le plan $x\mathrm{O}y$, aux sommets d'un triangle équilatéral de coté a et de centre O. Un dipole électrostatique de moment dipolaire $p = p\overrightarrow{u_z}$, $p > 0$ est assujetti à se déplacer le long de l'axe Oz. Déterminer les positions d'équilibre du dipole et étudier leur stabilité.



Electromagnétisme 21 *(Centrale)*

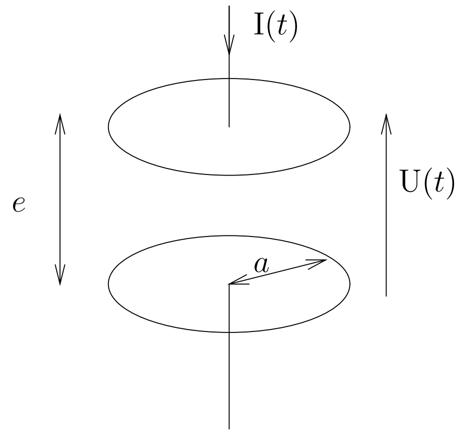
Un disque métallique de rayon a peut tourner librement autour de l'axe Δ avec un moment d'inertie J. Le champ magnétique B_0 parallèle à l'axe est uniforme et constant. La masse M est liée à un fil enroulée sur une poulie de rayon b sans glissement. Des contacts glissants ferment le circuit de résistance R.



1. Expliquer qualitativement le phénomène qui se produit.
2. Déterminer $\omega(t)$ sachant qu'il y a immobilité initialement.

Electromagnétisme 22 *(Centrale)*

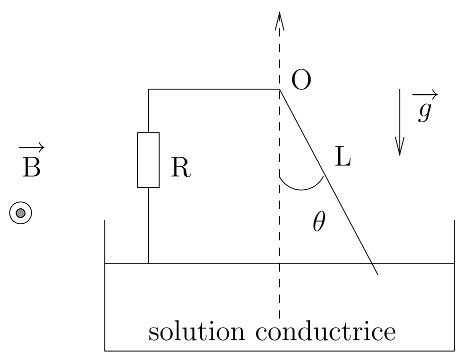
Un condensateur est constitué de deux disques métalliques de rayon a séparés d'une distance e. Soit $I(t)$ et $U(t)$ les intensités e tensions variables. Les effets de bords sont négligés.



1. Quelle est la capacité du condensateur ? Calculer les champ électrique et magnétique dans le condensateur en fonction de $I(t)$ et $U(t)$ sous la forme $\overrightarrow{E} = E_0(t)\overrightarrow{u_z}$ et $\overrightarrow{B} = B(r,t)\overrightarrow{u_\theta}$ en utilisant le théorème d'Ampère généralisé.
2. Exprimer le vecteur de Poynting et l'énergie emmagazinée.
3. Faire un bilan énergétique.

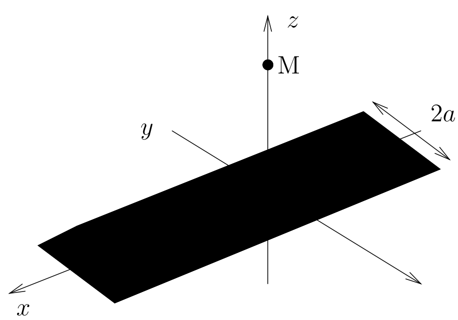
Electromagnétisme 23 *(Centrale)*

Une barre de longueur L est mobile autour de O. Elle est lachée sans vitesse initiale de θ_0. On se place dans l'approximation des petits angles.L'ensemble est soumis à un champ magnétique uniforme et stationnaire.
Déterminer l'équation différentielle du mouvement. Faire un bilan d'énergie.
Même exercice en remplaçant R par une inductance, une capacité.



Electromagnétisme 24 *(Centrale)*

Un ruban porte une charge surfacique σ_0 uniforme. Calculer le champ $\overrightarrow{E}$ créé par le ruban en un point $M(0,0,z)$.
Etudier les cas $a \to \infty$ et $a \to 0$.



Electromagnétisme 25 *(Mines)*

Un cylindre conducteur de rayon a de longueur h et de conductivité électrique σ est parcouru par une densité de courant $\overrightarrow{j}$ selon son axe.

Enoncer la loi d'Ohm locale. En déduire le champ électrique. Calculer le champ magnétique dans le conducteur. Déterminer le vecteur de Poynting et son flux à travers la surface cylindrique. Interprétation.

Electromagnétisme 26 *(Mines)*

Déterminer le champs $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ créés par un cylindre infini portant une charge surfacique uniforme σ.

Déterminer $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ si le cylindre tourne à la vitesse angulaire constante ω autour de son axe.

Electromagnétisme 27 *(CCP)*

Une OPPH se propageant selon Oz se réfléchit sur un métal parfait.

1. Décrire l'onde réfléchie et l'onde résultante.
2. Montrer que le métal est le siège de courants surfaciques. Quel phénomène apparaît sur le métal ?
3. Que se passe-t-il si le métal n'est pas parfait mais de conductivité γ ? On ne demande pas de calcul mais d'expliquer le phénomène et d'exprimer la longueur caractéristique du phénomène.

Electromagnétisme 28 *(Centrale)*

Le plasma interstellaire est un milieu localement neutre, ionisé où les ions sont libres et les électrons ($-e$, n, m) sont mobiles. Une onde électromagnétique s'y propage :

$$\underline{\overrightarrow{\mathrm{E}}} = \overrightarrow{\mathrm{E}}_0 e^{i(\overrightarrow{k}.\overrightarrow{r}-\omega t)} \quad \text{et} \quad \underline{\overrightarrow{\mathrm{B}}} = \overrightarrow{\mathrm{B}}_0 e^{i(\overrightarrow{k}.\overrightarrow{r}-\omega t)}$$

1. Montrer qu'on peut négliger l'action de $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ sur les électrons et que les ions sont sensiblement immobiles.
2. Montrer que $\overrightarrow{j}$ et $\overrightarrow{v}$ sont des ondes de pulsation ω. Montrer que $\overrightarrow{v}$ et $\overrightarrow{k}$ sont orthogonaux et que $\overrightarrow{j} = \dfrac{ai}{\omega}\overrightarrow{\mathrm{E}}$. Préciser a en fonction de ω et k.
3. On pose $a = \varepsilon_0 c^2 \mathrm{K}^2$. Calculer la vitesse de groupe et la vitesse de phase en fonction de k et K.
4. Une sources émet deux signaux à λ_1 et λ_2. Calculer de manière approchée le décalage temporel à la réception des deux signaux sachant que $\lambda_1^2\mathrm{K}^2 \ll 1$ et $\lambda_2^2\mathrm{K}^2 \ll 1$. Le recepteur est la source sont distants de L.

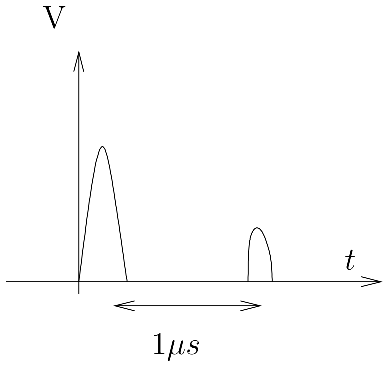
Electromagnétisme 29 *(Mines)*

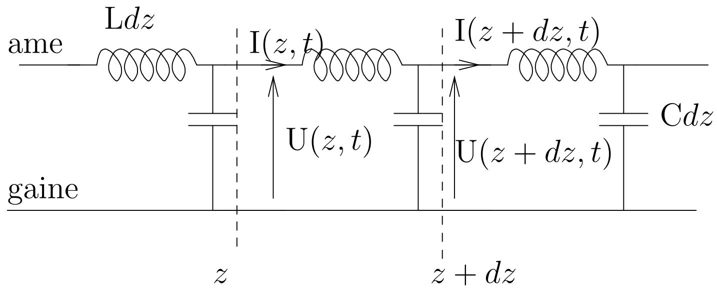
Soit un conducteur de conductivité σ avec $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ et $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ variables.

1. En négligeant les courants de déplacement, donner l'équation vérifiée par $\overrightarrow{j}$.
2. A partir de quelle fréquence, cette équation est-elle valable ?
3. Cette équation vous faut-elle penser à quelque chose ?

Electromagnétisme 30 *(Mines)*

Un générateur d'impulsion est placé en entrée d'un cable coaxial long de 100 m. Un oscillogramme ontre l'impulsion en entrée et en sortie :





1. Interpréter et déterminer la vitesse de l'onde dans le cable. Commenter.
2. On choisit le modèle à inductance et capacité répartie Equations de propagation ? Célérité ? Impédance caractéristique ? Comment déterminer L et C ?
3. Le modèle est-il satisfaisant pour expliquer l'expérience ? Comment le modifier ?

Electromagnétisme 31 *(Centrale)*

Une onde plane progressive harmonique se propage selon Oz et est polarisée selon $\overrightarrow{u_x}$. On note k la norme du vecteur d'onde.

1. Donner l'expression réelle du champ $\overrightarrow{\mathrm{E}}$.
2. On place un polariseur faisant un angle θ avec $\overrightarrow{u_x}$. Donner l'expression du champ après la traversée du polariseur.

   Déterminer le coefficient de transmission en énergie T après la traversée. Quelle loi retrouve-t-on ?
3. On place une série de N polariseurs décalés d'un angle θ les uns par rapport aux autres. Donner l'expression de l'amplitude du champ en sortie.

   Pour $\theta = \dfrac{\pi}{2\mathrm{N}}$, donner l'amplitude du champ en sortie ainsi que la direction de polarisation. Montrer que pour N assez grand, la direction de polarisation a tourné d'un angle de 90° avec une perte énergétique minimale.

   Combien faut-il placer de polariseurs pour que les pertes soient inférieures à 1% ?

Electromagnétisme 32 *(Centrale)*

Les champs E et B à l'intérieur d'un conducteur de conductivité γ varient dans le temps.

1. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par la densité volumique de courant j , quand on néglige le courant de déplacement et en admettant la loi d'ohm ?
2. Pour quelles fréquences l'équation obtenue est-elle valable ? Pour le cuivre $\gamma = 6.10^7$ S.m^{-1} et $\varepsilon_0 = 9.10^{-12}$ F.m^{-1}. L'équation vérifiée par j vous en rappelle-t-elle d'autres ?
3. En utilisant la notation complexe déterminer j sous la forme

$$j = f(z)\cos(\omega t - kz)$$

   Commenter la fonction f.

Electromagnétisme 33 *(Centrale)*

1. Soit une onde plane progressive monochromatique se propageant selon $\overrightarrow{u_x}$ dans le sens des x décroissants. Donner l'expression du champ polarisé selon y.
2. Montrer que pour une onde plane progressive monochromatique se propageant dans le vide, la vitesse de propagation est également celle de l'énergie.

3. Le soleil émet sur terre une énergie de 8 $\mathrm{J.min^{-1}.cm^2}$. Calculer l'amplitude du champ électrique en prenant $\varepsilon_0 = 9.10^{-12}$ $\mathrm{F.m^{-1}}$.

Electromagnétisme 34 *(Centrale)*

L'espace entre deux armatures cylindriques (rayons $\mathrm{R_1} \ll \mathrm{R_2}$) est assimilé à du vide. Des électrons sont émis à partir de l'armature centrale en imposant une différence de potentiel V entre $\mathrm{R_1}$ et $\mathrm{R_2}$. Modéliser ce dispositif. Trouver une équation différentielle vérifiée par $\mathrm{V}(r)$ entre les armatures. On cherche des solutions de la forme $\mathrm{K}r^\alpha$; déterminer K et α.

$\Delta \mathrm{V} = \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial}{\partial r}\left(r\dfrac{\partial \mathrm{V}}{\partial r}\right)$.

Electromagnétisme 35 *(Centrale)* On étudie les petits mouvements dans la direction $\overrightarrow{u_z}$ d'une corde métallique de longueur L fixée en ses deux extrémités d'abscisses $x = 0$ et $x = \mathrm{L}$. On néglige la pesanteur. La corde est parcourue par un courant d'intensité $\mathrm{I}=\mathrm{I_0}\cos\omega t$ et plongée dans un champ magnétique $\overrightarrow{\mathrm{B}} = \mathrm{B_0}\sin\left(\dfrac{\pi x}{\mathrm{L}}\right)\overrightarrow{u_y}$. On note F la tension de la corde et μ la masse linéïque.

1. Montrer que le déplacement de la corde $z(x,t)$ est solution de l'équation : $\dfrac{\partial^2 z}{\partial t^2} - c^2\dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \mathrm{A}\sin\left(\dfrac{\pi x}{\mathrm{L}}\right)\cos\omega t$ où c et A sont deux constantes à déterminer.
2. En régime sinusoïdal forcé, on cherche une solution de la forme $z(x,t) = \mathrm{C}\sin\left(\dfrac{\pi x}{\mathrm{L}}\right)\cos\omega t$. Déterminer C pour $\omega \neq (\pi c/\mathrm{L})$. Que se passe-t-il pour $\omega \to \pi c/\mathrm{L}$?

Electromagnétisme 36 *(ENS)*

On considère un cable coaxial infini de rayon intérieur $\mathrm{R_1}$ et extérieur $\mathrm{R_2}$. Le cylindre intérieur est parcouru surfaciquement par une intensité I et l'extérieur par -I.

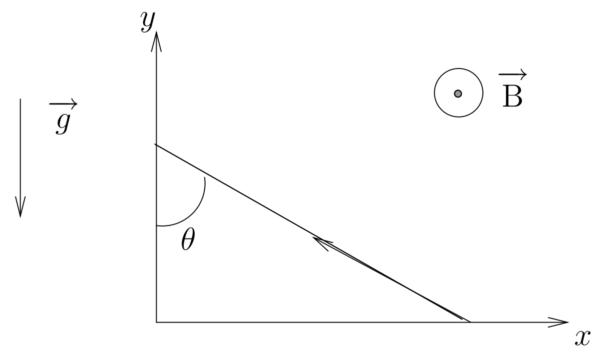
Déterminer le coefficient d'autoinductance par unité de longueur du cable.

Electromagnétisme 37 *(Centrale)*

4 charges $+q$ sont aux sommets d'un carré et une charge $-q$ en son centre. Tracer l'allure des lignes de champ.

Electromagnétisme 38 *(Mines)*

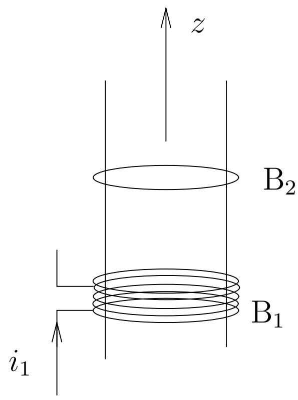
La tige est reliée à des anneaux qui lui permettent de glisser sans frottement sur des rails fixes et conducteurs. Elle est parcourue par i constant et $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ est uniforme.



Equation différentielle vérifiée par θ ? Positions d'équilibre ? Pulsation des petites oscillations ?

Electromagnétisme 39 *(Mines)*

On réalise l'expérience suivante où $\mathrm{B_1}$ et $\mathrm{B_2}$ sont deux bobines. $\mathrm{B_1}$ fixe est parcourue par un courant $i_1 = \mathrm{I_0}\sin\omega t$. On fixe $\mathrm{B_2}$ en $z = 0$ puis on lache à $t = 0$.



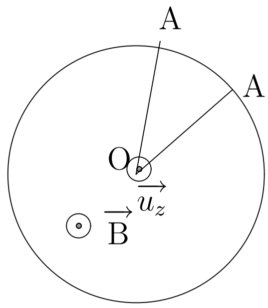
Si B_2 comprend 1 spire elle monte et se stabilise à $z_1 > 0$.
Si B_2 comprend 2 spires elle monte et se stabilise à $z_2 > z_1$.
On propose 3 mdélisations :

- i) $L_2 = 0$ et $R_2 \neq 0$
- ii) $L_2 \neq 0$ et $R_2 = 0$
- iii) $L_2 \neq 0$ et $R_2 \neq 0$

Expliquer pourquoi seule la modélisation iii) rend compte de l'expérience. On donne $F_{1\to 2} = i_2 \dfrac{\partial \Phi_{1\to 2}}{\partial z}$ et $M(z)$ l'inductance mutuelle entre les 2 bobines.

Electromagnétisme 40 *(Mines,centrale)*

On considère un cerceau de rayon a infiniment conducteur plongé dans $\overrightarrow{B}$ uniforme. Les tiges OA et OA' sont de résistance R et R' et glissent sans frottement le long du cerceau. Chaque tige possède un moment d'inertie J par rapport à Oz.



1. La tige OA tourne à la vitesse angulaire constante ω_0. Déterminer la vitesse angulaire ω' de OA'. On prendra $\omega'(0) = 0$.
2. Faire un bilan énergétique.

Electromagnétisme 41 *(X)*

1. On modélise un atome par un noyau autour duquel tourne un électron.
   Comparer le moment cinétique et magnétique de l'électron.
2. On modélise l'électron par une sphère uniformément chargée en surface en rotation uniforme à ω. Calculer le moment magnétique propre. Le comparer au moment cinétique.

Electromagnétisme 42 *(X)*

On considère une particule (masse m, charge q) dans un référentiel galiléen avec un champ $\overrightarrow{B}$ uniforme selon z et une charge $-Q$ fixe à l'origine (avec $Q > 0$). A $t = 0$, la particule est en $(0, a, 0)$ et a une vitesse v_0 selon $\overrightarrow{u_x}$. Trouver v_0 pour que la trajectoire soit un cercle de centre O dans les cas suivants

1. $Q = 0$

2. B $= 0$. On note v_2 cette vitesse. Discuter la nature de la trajectoire selon $b > 0$ si $v_0 = bv_2$.
3. Q $\neq 0$ et B $\neq 0$

Electromagnétisme 43 *(X)*

On considère un matériau conducteur de conductivité γ. On envoie normalement une onde polarisée à la surface du matériau.

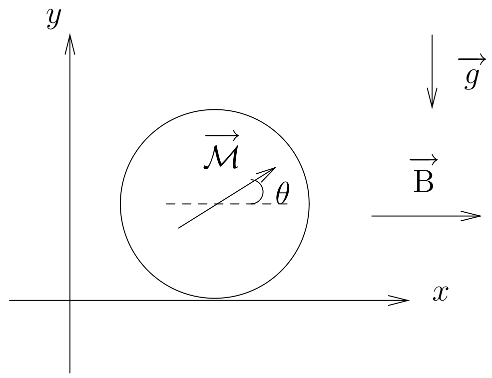
1. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $\overrightarrow{\mathrm{E}}$. Quelle approximation faire ? Justifier quantitativement en utilisant des ordres de grandeur que vous connaissez.
2. Chercher $\overrightarrow{\mathrm{E}}$ sous la forme $e^{j(kx-\omega t)}$.
3. Faire des AN commenter.
4. Le champ se propage-t-il ? Quel autre phénomène se passe-t-il ?
5. Donner l'équation de la chaleur. Chercher une solution de la forme $\theta(x,t) = \theta(x)e^{j\omega t}$.
6. Définir les deux épaisseurs de peau et commenter les différences (influence des conductivités sur δ).

Electromagnétisme 44 *(X)*

Une plaque infinie de charge surfacique σ se déplace à la vitesse v_0 parallèlement à elle-même. Une charge q est au dessus de la plaque. Etudier le mouvement de la charge q.

Electromagnétisme 45 *(X)*

Un cerceau de masse m et de rayon a roule sans glisser sur Ox. Un dipôle magnétique de moment $\overrightarrow{\mathscr{M}}$ de masse négligeable est placé en son centre C. $\overrightarrow{\mathscr{M}}$ est solidaire du cerceau et fait un angle θ avec Ox. Il règne un champ magnétique constant $\overrightarrow{\mathrm{B}}$.



Etudier le mouvement du cerceau.