Colle PC*

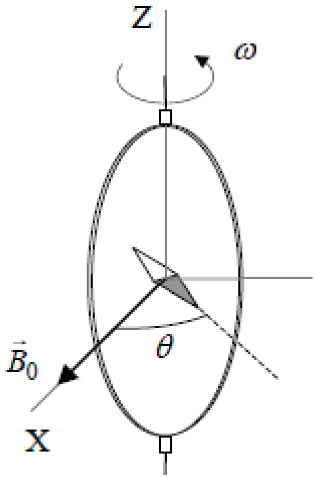
<u>Colle 1</u>

<u>Question de cours :</u>

Equation de propagation des ébranlements transversaux le long d'une corde. On précisera toutes les hypothèses et on introduira toute notation utile.

<u>Exercice. Mesure absolue de résistance</u>

On envisage une bobine plate de rayon a, comportant N spires de résistance totale R, en rotation autour de l'axe (OZ) à la vitesse angulaire constante ω. La bobine est plongée dans un champ magnétique constant et uniforme $\boldsymbol{B_0} = B_0\ \boldsymbol{u_x}$*. On néglige totalement l'inductance de la bobine ainsi que les frottements mécaniques.*



1. Exprimer la fem induite dans la bobine.
2. Quelle est l'expression de la puissance moyenne mécanique qu'il faut fournir pour faire tourner la bobine ?

Quand une spire de rayon a est parcourue par un courant d'intensité i, elle crée en son centre O un champ magnétique **B**=*B* **u** *où* **u** *est un vecteur unitaire et f(i,a) est une fonction de i, a (et de constantes physiques adéquates).*

3. Préciser **u** et proposer une expression pour **B** à une constante multiplicative près. Trouver la constante par application de la loi de Biot et Savart (me demander)

On place un petit aimant de moment magnétique $\vec{\mu}$ *au centre de la bobine étudiée précédemment. L'aimant est libre de pivoter autour de l'axe (Oz). Du fait de son inertie , l'aimant ne ressent que l'action moyenne du champ magnétique auquel i est soumis. En régime stationnaire , l'aimant est immobile dans une position d'équilibre stable et fait un angle θ avec l'axe (Ox).*

4. Montrer que la mesure de θ permet de connaître la valeur de R.
5. Comparer cette méthode de mesure à celle d'un ohmètre traditionnel.

<u>Colle 2</u>.

Question de cours :

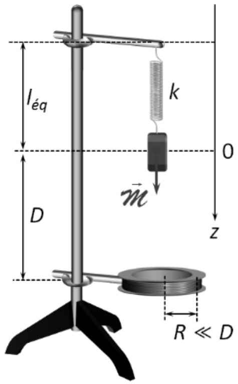
- Equation de d'Alembert
- Présentation des solutions

<u>Exercice. Amortissement par induction</u>

Un système oscillant selon un axe vertical (Oz) est modélisé par un aimant de masse m, supposé ponctuel, attaché à un ressort de raideur k dont l'extrémité supérieure est fixe.

L'aimant est assimilable à un dipôle magnétique de moment $\vec{\mathcal{M}}$ orienté vers le bas et on note l_{eq} la longueur du ressort lorsque l'ensemble est à l'équilibre (schéma ci-contre).

A une distance D de la position d'équilibre de l'aimant, prise comme origine de l'axe (Oz) se trouve une petite spire conductrice de résistance r et de rayon R que l'on suppose très petit devant D.



1. Expliquer qualitativement l'apparition d'un courant électrique dans la spire ; prévoir son sens de circulation avant tout calcul,puis l'effet de ce courant sur le mouvement d'oscillation de l'aimant.

2. Calculer le courant *i* dans la spire à un instant *t* où l'aimant se trouve à la distance algébrique *z* de sa position d'équilibre, l'axe étant orienté vers le bas. Justifier que l'on puisse négliger l'auto-induction pour effectuer ce calcule.

3. Déterminer l'équation différentielle régissant le mouvement de l'aimant. Quelle est la nature de ce mouvement ? Quelle application peut-on imaginer à ce type de dispositif ?

On rappelle les propriétés des moments magnétiques (toutes ne sont pas nécessairement utiles) :

- *Champ magnétique créé à grande distance par un moment magnétique dipolaire $\vec{\mathcal{M}} = \mathcal{M}\,\vec{e}_z$ (coordonnées sphériques d'axe (Oz) :* $\vec{B}(\vec{r}) = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{\mathcal{M}}{r^3}\left(2\cos\theta\,\vec{e}_r + \sin\theta\,\vec{e}_\theta\right)$.
- *Actions subies par un moment magnétique $\vec{M}$ situé au point P et plongé dans un champ magnétique extérieur non uniforme :* $\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B}_{ext}(P)$ *et* $\vec{F} = \overrightarrow{grad}\left(\vec{M}.\vec{B}_{ext}\right)(P)$.

Colle 3

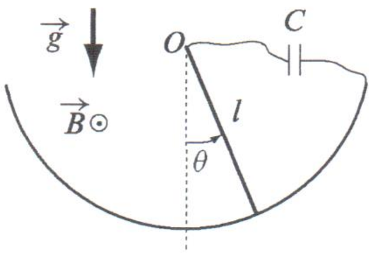
Question de cours :

- Module d'Young
- Equation de propagation de ondes longitudinales dans un solide élastique

Exercice. Oscillations d'une tige influencées par induction.

Les vecteurs sont notés en gras.

Soit le circuit représenté ci-dessous où une tige métallique attachée au point O peut glisser sur un cerceau métallique également. La tige a une masse m, une longueur ℓ et son moment d'inertie par rapport à l'axe (Oz) est noté J. La liaison avec l'axe est supposée parfaite. On négligera tout frottements mécaniques ainsi que la résistance du circuit.

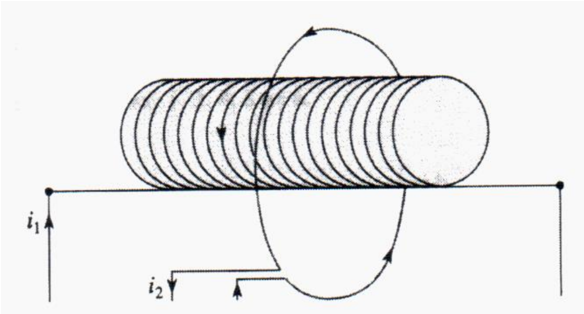


Le circuit est plongé dans un champ magnétique uniforme $\mathbf{B} = B\,\mathbf{u_z}$.

1. Calculer la fem induite.
2. Faire le bilan des forces agissant sur la tige et établir alors l'équation différentielle vérifiée par θ.
3. Préciser la période des petites oscillations.
4. Que se passe-t-il si on tient compte de la résistance du circuit ?

Couplage entre un solénoïde et une bobine.

Une bobine de N_2 spires, assimilée à un solénoïde de N_2 spires de section s et de longueur d, enlace un solénoïde, idéalisé comme infini, de N_1 spires, de longueur D et de section S. Les deux bobines ont même axe de symétrie. On considère que d<<D.



1. Calculer l'inductance mutuelle de ces deux circuits avec les orientations du schéma ci-dessus.

La bobine 2 de résistance R est fermée sur elle-même. Le solénoïde est parcouru par le courant $i = i_0 \cos(\omega t)$. On suppose de plus que $N_2 \ll N_1$.

2. A quelle condition l'inductance L_2 est-elle négligeable devant M ? Déterminer alors le courant i_2 dans la bobine.
3. Proposer une méthode simple, utilisant un générateur BF et un oscilloscope pour mesurer M.

Interaction de deux tiges.

Les vecteurs sont notés en gras.

Deux tiges T_1 et T_2 identiques (masse m) sont mobiles sans frottement sur deux rails parallèles (distance d) situés dans le plan horizontal. Un champ magnétique ***B_0*** *permanent uniforme et vertical règne en tout point. A l'instant initial, la tige T_1 est animée d'une vitesse* ***V_0*** *tandis que T_2 est immobile. La résistance électrique de chaque tige est égale à R/2 et on néglige la résistance des rails. Les frottements mécaniques sont négligés.*

1. Faire un schéma de la situation. Par une analyse qualitative, expliquer quelle sera l'évolution ultérieure des deux tiges.
2. Etablir l'expression de la loi de variation de chacune des vitesses au cours du temps.
3. Quel est l'état de mouvement après une durée suffisamment longue ?
4. Faire un bilan énergétique.
5. Dans un choc il y a conservation de la quantité de mouvement totale et éventuellement conservation de l'énergie cinétique (si c'est le cas le choc est dit « dur » sinon il est dit « mou »). Montrer que l'interaction entre les deux tiges peut se comparer à un choc dont on précisera la nature.

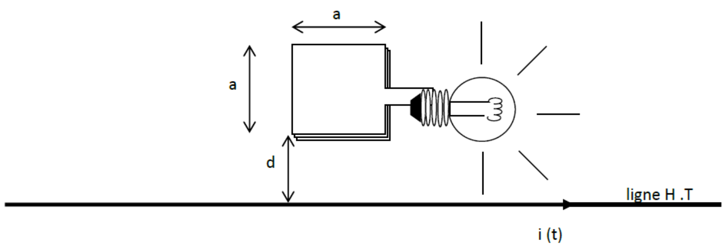
Allumage d'une ampoule par induction.

Une ligne à haute tension transporte un courant sinusoïdal de fréquence 50Hz et de valeur efficace I = 1,0 kA.

On approche une bobine plate carrée de N spires de côté a = 30 cm à une distance d = 2,0 cm.

Cette bobine est connectée à une ampoule qui s'éclaire si la tension efficace à ses bornes est supérieure à 1,5V (l'impédance de la bobine est négligeable devant la résistance de l'ampoule).

Déterminer le nombre de spires nécessaires pour que l'ampoule s'allume par calcul direct du flux embrassé par le circuit.



.

. 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.