Révisions 9

Induction

Exercice 1

Une barre conductrice roule sans glisser à la vitesse $v_0 = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur un rail horizontal formé de deux tiges conductrices distantes de $l = 10$ cm. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique vertical, uniforme et indépendant du temps, d'intensité $B_0 = 0,2$ T. On relie les deux tiges par une résistance $R = 10\Omega$ (la barre et les tiges sont considérés comme des conducteurs parfaits).

1) Calculer la fém induite entre les rails
2) Montrer que la force de Laplace subie par la barre équivaut à une force de frottement fluide
2) Que vaut la puissance dissipée ?

Exercice 2

Une barre conductrice de rayon a et de masse m roule sans glisser sur un rail formé de deux tiges conductrices (dont on néglige la résistance) distantes de ℓ, qui font un angle α avec l'horizontale. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique vertical, uniforme et indépendant du temps, d'intensité B. La barre et les tiges sont considérés comme des conducteurs parfaits, les rails sont refermés sur une résistance R.

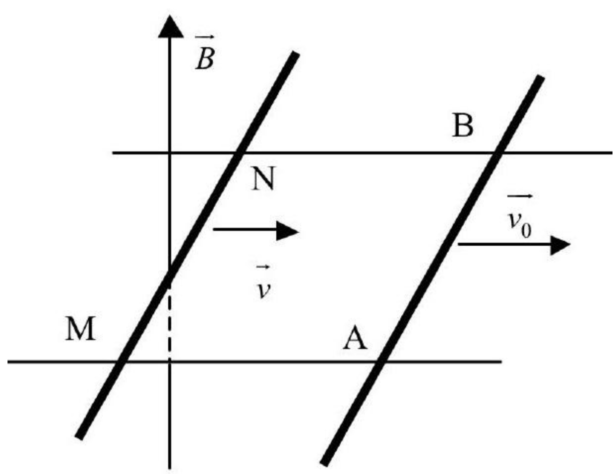
La barre est initialement immobile. Comment évolue sa vitesse ?

Exercice 3

Deux barreaux mobiles cylindriques de masse m peuvent rouler sur des rails «infinis » conducteurs parallèles, écartés d'une distance a. Le barreau (AB) se déplace à vitesse constante vo, sous l'effet d'une force $\overrightarrow{f_{op}}$ (op pour opérateur). Le barreau (MN) est initialement immobile. Les deux barreaux sont plongés dans un champ magnétique constant et uniforme, orthogonal au plan des rails.

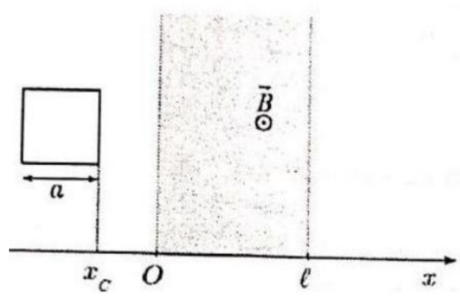
On note R la résistance des barreaux (résistance entre les points de contact avec les rails) et on néglige la résistance des rails.

1. Justifier qualitativement la mise en mouvement du barreau (MN), préciser le sens.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la vitesse de (MN).
3. Résoudre cette équation. Identifier en particulier la vitesse limite et la constante de temps associée à ce régime transitoire.
4. Faire un bilan énergétique. Commenter en distinguant le régime transitoire et le régime permanent.



Exercice 4

On considère une spire carrée de côté a, en translation rectiligne selon l'axe Ox (la spire est guidée dans un plan horizontal. sans frottement sur la fiqure). Le champ magnétique $\vec{B}$ est uniforme et constant dans la zone de l'espace compris entre $x = 0$ et $x = \ell$ et nul ailleurs.



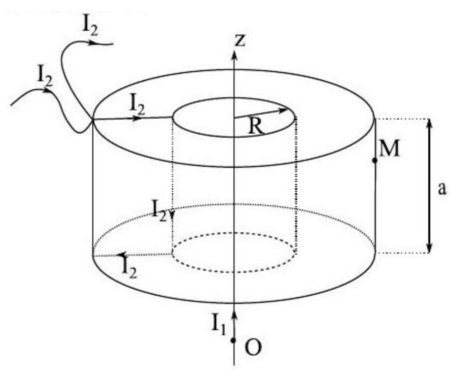
On lance le cadre avec une vitesse $v_0\vec{u}_x$ depuis la partie de champ magnétique nul correspondant à $x < 0$. Le cadre pénètre dans la zone de champ magnétique non nul à $t = 0$ et on étudie ensuite la dynamique du cadre. Le circuit défini par le cadre a une masse m et présente une résistance R. Son inductance propre est supposée négligeable.

1. En faisant une analyse des phénomènes physiques intervenant au cours du déplacement du circuit, décrire qualitativement des différentes phases de son mouvement.

2. Etablir l'expression de la vitesse du cadre en distinguant les différentes phases du mouvement.

Exercice 5

Soit un fil, que l'on considérera infini, confondu avec l'axe Oz parcouru par un courant I_1. Il est entouré par une bobine torique d'axe Oz, de N spires carrées de côté a réparties régulièrement, parcouru par une courant I_2. Le rayon moyen du tore est R >> a.



1) Déterminer les champs magnétiques engendrés par les deux distributions de courant.

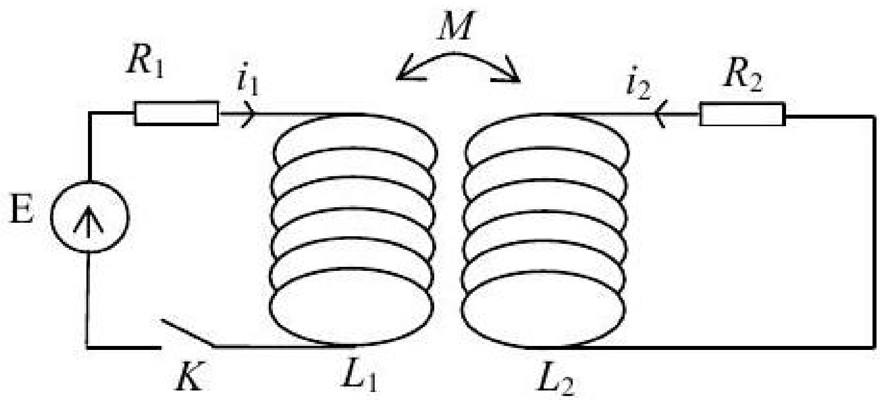
2) Déterminer l'auto-inductance L de la bobine.

3) Calculer le flux du champ créé par le fil au travers du tore et en déduire la valeur de M, inductance mutuelle entre les deux circuits.

4) Déterminer le flux du champ magnétique créé par le tore « au travers » du fil. Comment peut-on retrouver ce résultat en tenant compte du fait que le courant I_1 doit revenir d'une extrémité à l'autre du fil (le fil n'est pas réellement infini)

Exercice 6

Dans le circuit représenté ci-dessous, la fém E est constante, les deux bobines sont couplées avec une inductance mutuelle M. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.



1. Prévoir qualitativement les valeurs des courants i_1 et i_2 pour $t = 0$ et après un temps «très long ».

2. Donner les circuits équivalents en modélisant par des fém les phénomènes d'induction dans les bobines L_1 et L_2.

On suppose pour simplifier $R_1 = R_2 = R$ et $L_1 = L_2 = L$.

3. Écrire le système d'équations différentielles couplées vérifiées par les intensités $i_1(t)$ et $i_2(t)$

4. La symétrie de ce système différentiel permet de le découpler en introduisant les fonctions intermédiaires $S(t) = i_1(t) + i_2(t)$ et $D(t) = i_1(t) - i_2(t)$. Écrire les équations différentielles vérifiées par $S(t)$ et $D(t)$.

5. Résoudre les équations différentielles précédentes. Déterminer enfin les expressions des intensités $i_1(t)$ et $i_2(t)$. Représenter l'allure des courbes de ces intensités.