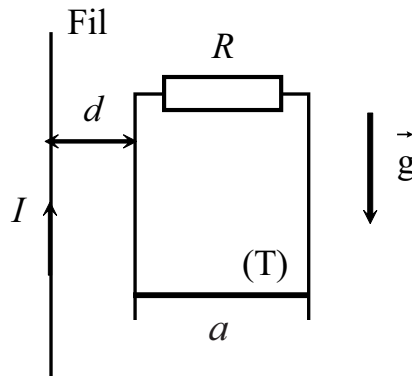


DM n°8 - Magnétostatique et induction

À rendre pour le mardi 19 novembre

1 Rail de Laplace avec fil

Une tige métallique rectiligne (T) de longueur a , de masse m glisse sans frottement le long de deux rails verticaux et parallèles, distants de a . L'ensemble du circuit (tige et rails) a une résistance R .



L'ensemble du dispositif est plongé dans le champ magnétique créé par un fil infini parallèle aux rails, parcouru par un courant d'intensité constante I et situé à une distance d du rail de gauche. On désigne par (Oz) l'axe vertical descendant et par $\vec{g} = g\vec{u}_z$ le champ de pesanteur.

À l'instant $t = 0$, (T) est abandonnée sans vitesse initiale et reste horizontale à tout instant.

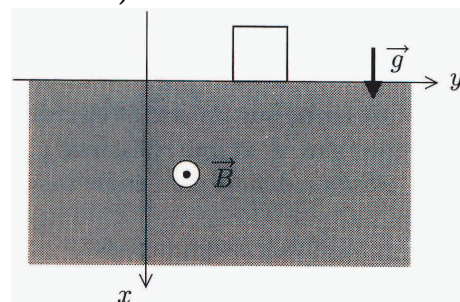
On pourra poser : $K = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)$.

1. On note $i(t)$ l'intensité qui traverse le circuit à l'instant t , déterminer les deux équations différentielles reliant $i(t)$ à la vitesse $v(t)$ de la tige.
2. Écrire une équation différentielle relative à la seule fonction $i(t)$ et déterminer les deux grandeurs $i(t)$ et $v(t)$.
3. Faire un bilan énergétique.

Réponses : 2. $i = \pm \frac{2\pi mg}{\mu_0 I \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)} \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$ avec $\tau = \frac{4\pi^2 mR}{\left[\mu_0 I \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)\right]^2}$; le signe dépend de la convention choisie.

2 Freinage d'une spire par induction (facultatif)

Une spire carrée de côté a , de masse m , tombe dans le champ de pesanteur $\vec{g} = g\vec{u}_x$. Dans le demi-espace $x > 0$ règne le champ magnétique uniforme et permanent $\vec{B} = B_0\vec{u}_z$. A l'instant $t = 0$, la spire se trouve dans la situation représentée sur la figure ci-contre, et sa vitesse est $\vec{v} = v_0\vec{u}_x$, son côté inférieur est en $x = 0$.



1. Montrer que le mouvement ultérieur de la spire reste une translation verticale selon l'axe .
2. Soit R la résistance de la spire. Déterminer la vitesse $v(t)$ de la spire.
3. La spire a maintenant une résistance nulle (spire supraconductrice) et on note L son inductance propre. Reprendre l'étude précédente et préciser la condition d'oscillation de la spire.