

Induction

A. Spiga, Interrogation MP*, Lycée Condorcet

Amortissement par induction (tiré d'un TD MP* et d'une épreuve d'oral)

Un pendule est formé d'une tige OA de longueur l et de masse m , au bout de laquelle est attaché un petit aimant dont on néglige la masse et dont le moment magnétique est perpendiculaire à la barre. L'axe de rotation est Ox horizontal et \vec{M} est orthogonal à Ox. Une petite bobine de centre O, de rayon a , présentant N spires, a une résistance R . Elle se trouve dans le plan horizontal Oxy. Expliquer qualitativement pourquoi le pendule est amorti. Ecrire l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t) = (\vec{Oz}, \vec{OA})$. Décrire les types de mouvement possibles et préciser à quelle condition on obtient le mouvement critique.

Sur les rails (inspiré d'une épreuve écrite Polytechnique)

Soit deux rails sur lesquels est disposée une barre glissant sans frottements (translation). A une embouchure du système, les deux rails sont reliés par une résistance.

- 1 On impose un champ électrique normal au plan des rails. On mesure la vitesse de la barre. Donner le courant induit.
- 2 Inversement, on impose l'intensité i en intercalant un générateur. Que se passe-t-il ? Donner le comportement de la vitesse de la barre.
- 3 La barre roule sans glisser. Décrire les modifications par rapport à la question précédente.

Induction (oral Centrale)

On donne un aimant de masse m et de moment magnétique vers le sol \vec{M} (porté par la verticale) attaché au plafond par un ressort de raideur k . A une distance D plus bas que l'aimant se trouve une spire de résistance r et de rayon R . Etudier le mouvement de l'aimant. On suppose $D \gg R$ et on se place dans l'hypothèse d'un mouvement vertical de l'aimant.

Lévitation d'un aimant au-dessus d'une plaque métallique (tiré de Olivier, Exercices et problèmes de physique 2ème année)

Une spire circulaire de centre C, dont l'axe Cz est confondu avec la verticale ascendante, est abandonnée à une hauteur h au-dessus d'une plaque métallique d'épaisseur $e = 1mm$ dont la face supérieure est confondue avec le plan $z = 0$.

- 1 Si on maintient un courant I constant dans la spire (modèle d'un aimant permanent), celle-ci ne peut trouver aucune position d'équilibre et elle tombe : interpréter. Sa chute est toutefois plus lente qu'en chute libre : interpréter.
- 2 En revanche, si on maintient un courant $I = I_0 \cos(\omega t)$ de fréquence $f \geq 50Hz$ dans la spire, celle-ci trouve une position d'équilibre. Indiquer l'origine de la force qui compense le poids de la spire. En réalité, il existe des oscillations de pulsation 2ω d'autant moins perceptibles que ω est élevé. Interpréter qualitativement.
- 3 A basse fréquence, la position d'équilibre est d'autant plus haute que ω est élevé. Interpréter qualitativement. Lorsque ω augmente, la position d'équilibre tend vers une valeur limite h_M atteinte en pratique pour $\omega > \omega_m$. Interpréter qualitativement et déterminer l'ordre de grandeur de la pulsation ω_m à partir de laquelle h n'évolue plus notablement. L'approximation des régimes quasi-stationnaires est-elle vérifiée pour $\omega = \omega_m$? Que savez-vous de la supraconductivité ?