

INDUCTANCES

Exercices indispensables : **1, 4, 5, 7.**

Exercice 1 Sur un tore à section rectangulaire (rayon intérieur R_1 , rayon extérieur R_2 , hauteur h) sont enroulés $N \gg 1$ tours de fils régulièrement répartis.

- 1) Calculer le champ magnétique créé à l'intérieur et à l'extérieur lorsque le tore est parcouru par une intensité I . Calculer l'auto-inductance du tore en utilisant la définition puis en utilisant l'énergie magnétique.
- 2) Un fil rectiligne infini est placé sur l'axe du tore. Calculer la mutuelle inductance entre le fil et le tore.
- 3) Un fil rectiligne infini est placé de façon quelconque par rapport au tore. Calculer la mutuelle inductance entre le fil et le tore, conclure.

Exercice 2 Un solénoïde infini de section S comporte n spires par unité de longueur. Calculer l'auto-inductance d'une portion de longueur ℓ . Calculer la mutuelle inductance entre le solénoïde infini et un circuit filiforme à une seule boucle de forme quelconque entièrement situé à l'extérieur du solénoïde.

Exercice 3 Un câble coaxial est constitué de deux surfaces cylindriques coaxiales métalliques de rayons R_1 et $R_2 > R_1$. Le conducteur intérieur est parcouru par un courant d'intensité I parallèle aux génératrices. Le conducteur extérieur, servant de fil de retour, est parcouru par la même intensité mais en sens contraire. Calculer l'auto-inductance par unité de longueur du câble de deux façons, l'une utilisant l'énergie et l'autre utilisant directement la définition. Calculer aussi la capacité par unité de longueur du câble et conclure.

Exercice 4 Un circuit C_1 est constitué par une spire circulaire de rayon R . Un circuit C_2 est une spire circulaire de même axe que la précédente, les plans des deux spires étant distants de d . On suppose que le rayon r de C_2 est très petit devant d . Calculer la mutuelle inductance entre les deux circuits de deux façons, l'une utilisant le flux envoyé par C_1 dans C_2 et l'autre le flux envoyé par C_2 dans C_1 .

Exercice 5 Un cadre rectangulaire de masse m parcouru par un courant d'intensité I est mobile autour de l'un de ses côtés horizontaux de longueur b . Il est placé dans un champ magnétique uniforme vertical \vec{B} . Trouver le (ou les) position(s) d'équilibre (in)stable(s), caractérisée(s) par l'angle entre un plan vertical et le plan du cadre.

Exercice 6 On considère un barreau aimanté vertical, coiffé par une boîte cylindrique conductrice de même axe et pouvant tourner autour de cet axe. Cette boîte est fermée à sa partie supérieure, et ouverte à sa partie inférieure. Ses bords inférieurs plongent dans une rigole circulaire contenant du mercure. Un courant d'intensité I arrive au centre du disque supérieur de la boîte et s'écoule par les bords inférieurs. Le flux total qui sort du barreau aimanté et qui traverse la boîte étant ϕ , calculer le couple par rapport à l'axe de la boîte qui s'exerce sur la boîte. On pourra employer deux méthodes : l'une utilisant l'énergie, l'autre utilisant un calcul direct.

Exercice 7 Soit un champ magnétique $\vec{B}(t)$ uniforme tournant dans un plan à vitesse angulaire ω_0 constante (comment obtenir un tel champ?). Un petit aimant de moment magnétique \vec{M} est placé dans ce champ, parallèle au plan engendré par $\vec{B}(t)$. Expliquer pourquoi l'aimant se met à tourner dans ce plan. Calculer le couple $\Gamma(t)$ qui s'exerce sur \vec{M} (on notera ω la vitesse angulaire de rotation de \vec{M}). Calculer la valeur moyenne de $\Gamma(t)$ et montrer que pour qu'elle ne soit pas nulle (et puisse donc vaincre un couple résistant) il faut $\omega = \omega_0$. Le moment magnétique \vec{M} tourne alors à la même fréquence (en général 50 Hz) que \vec{B} , c'est le principe du "moteur synchrone."