

I | Cours et exercices**I1 | Champ magnétique**

I **Généralités** : notion de champ, sources et cartes de champ, intensité du champ magnétique (lecture sur une carte, uniformité, moment magnétique).

II **Relation courant et champ magnétique** : orientation et intensité, invariances, symétries.

I2 | Actions mécaniques du champ magnétique

I **Force de LAPLACE** : observations expérimentales (aimant, rails de LAPLACE), densité linéique de la force de LAPLACE, expression intégrale et puissance, règle de la main droite.

II **Actions de LAPLACE en rotation** : couple de LAPLACE : démonstration, effet sur un aimant et oscillations, effet moteur d'un champ tournant ; aspect énergétique : énergie potentielle magnétique et retour sur oscillations par étude énergétique.

II | Cours uniquement**I3 | Lois de l'induction et induction de NEUMANN**

I **Induction et auto-induction** : flux du champ magnétique, lois de FARADAY et de LENZ, auto-induction ($u_L = L \frac{di}{dt}$).

II **Induction mutuelle** : principe et bobines imbriquées, circuits couplés (équation différentielle et bilan d'énergie).

III Questions de cours possibles

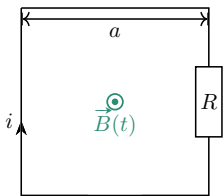
I1 Champ magnétique

- 1 Présenter le principe de CURIE et les propriétés d'invariance. Présenter ensuite les plans de symétrie et d'anti-symétrie d'une distribution de courant (avec 2 schémas) et ce qu'on retient si $M \in \Pi_a$ ou $M \in \Pi_s$ (Df.I1.8). Indiquer alors, en complétant les 2 schémas précédent, les propriétés du champ magnétique pour $M \in \Pi_a$ ou $M \in \Pi_s$ (Ipt.I1.3). Application au fil infini (invariance et symétrie, Ap.I1.2 et 3).

I2 Actions mécaniques du champ magnétique

- 2 Démontrer les expressions linéique et intégrale de la force de LAPLACE dans une barre conductrice soumise à un champ magnétique uniforme et stationnaire (Dm.I2.1 et 2). Exprimer alors la puissance de la force de LAPLACE (Impl.I2.1). À l'aide d'un schéma, expliquer l'expérience des rails de LAPLACE (Exp.I2.1).
- 3 Établir le couple des actions de LAPLACE sur une spire rectangulaire parcourue par un courant I pouvant tourner autour d'un axe de symétrie orthogonal, et plongée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire (Dm.I2.3). En déduire la puissance du couple (Impl.I2.2).
- 4 (Ap.I2.1) À partir de l'expression du couple que subit un aimant dans un champ \vec{B} uniforme et stationnaire, déterminer ses positions d'équilibre et étudier leur stabilité. Donner alors l'équation régissant le mouvement de l'aimant et sa période.
- 5 Démontrer l'expression de l'énergie potentielle magnétique d'un moment magnétique $\vec{\mu}$ plongé dans un champ \vec{B} uniforme et stationnaire (Dm.I2.4). Application aux oscillations d'un aimant (Ap.I2.2).

I3 Lois de l'induction et induction de NEUMANN

- 6 Définir ce qu'on appelle « induction » et les deux manières d'en avoir (Df.I3.1). Définir le flux du champ magnétique à travers une surface (Df.I3.2, schéma) et présenter les lois de FARADAY (schéma) et de LENZ (schéma) (L.I3.1 et 2)
- 7 (Ap.I3.2) On considère un circuit carré de côté a et de résistance totale R , situé dans un plan orthogonal à un champ magnétique uniforme mais **variable** $\vec{B}(t) = B_0 e^{-t/\tau} \vec{u}_z$ avec B_0 et τ strictement positifs.
- Quelle est l'origine de l'induction ? Exprimer l'intensité i du courant représenté sur le schéma, et vérifier que son signe soit en accord avec la loi de LENZ.
- 
- 8 Relier le flux propre à l'inductance propre (Ipt.I3.1), puis déterminer l'expression de l'inductance propre d'une bobine de N spires, de longueur ℓ et de surface S (Ap.I3.3). Retrouver alors, à l'aide de schémas, la relation courant-tension d'une bobine (Impl.I3.1).
- 9 Présenter l'inductance mutuelle (Ipt.I3.2) et donner son expression pour deux bobines imbriquées **en influence totale**, de N_1 et N_2 spires, de longueur ℓ et de surface S (Ap.I3.5, un seul calcul de flux suffit, résultat de Rmq.I3.2).
- 10 (II/B) Déterminer les équations différentielles couplées et effectuer le bilan d'énergie des circuits suivants.

