



Semaine du lundi 20 mai 2023

Sommaire

I Induction de Neumann - Circuit fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps	1
II Induction de Lorentz - circuit mobile dans un champ magnétique permanent	3
III Théorie cinétique des gaz parfait	5

Au programme cette semaine :

I Induction de Neumann - Circuit fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps

1. Loi de Lenz

|| **Capacité exigible** : Utiliser la loi de Lenz pour prédire ou interpréter les phénomènes physiques observés.

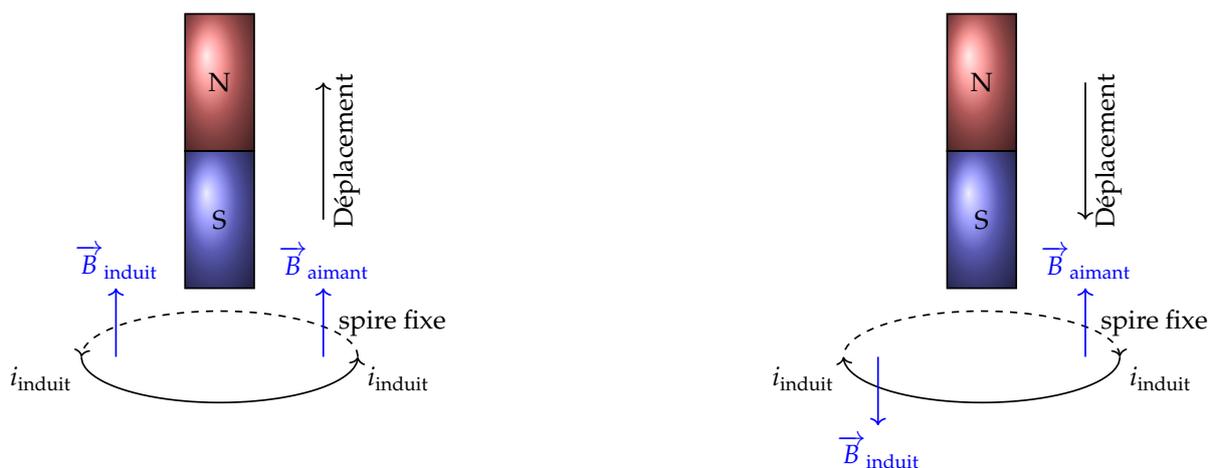


FIGURE 1 – Expérience simple. Une spire fixe (sans générateur de tension) est dans le voisinage d'un aimant. L'aimant est soit éloigné soit rapproché de la spire. On observe l'apparition d'un courant dont on a indiqué le sens positif. C'est un exemple d'induction de Neumann.

2. Notion d'inductance propre d'un circuit

(a) flux du champ magnétique (voir figure 2)

|| **Capacité exigible** : Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.

(b) loi de Faraday

|| **Capacité exigible** : Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'alébrisation.

(c) circuit électrique équivalent

(d) coefficient d'auto-induction

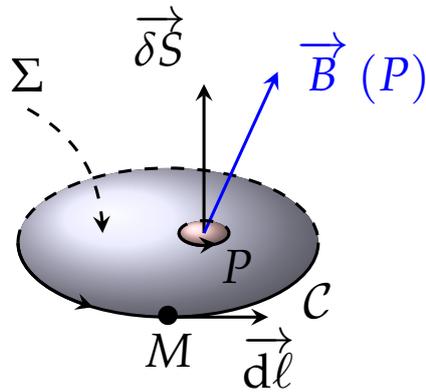


FIGURE 2 – Contour fermé et orienté.

|| **Capacité exigible :** Différencier le flux propre des flux extérieurs. Utiliser la loi de modération de Lenz. Évaluer et citer l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur.

|| **Capacité exigible :** Réaliser un bilan de puissance et d'énergie dans un système siège d'un phénomène d'auto-induction en s'appuyant sur un schéma électrique équivalent.

3. Couplage de deux circuits par induction

(a) inductance mutuelle entre deux circuits

|| **Capacité exigible :** Déterminer l'inductance mutuelle entre deux bobines de même axe de grande longueur en « influence totale ».

|| **Capacité exigible :** Établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé en s'appuyant sur des schémas électriques équivalents.

(b) énergie magnétique stockée

(c) bilan énergétique

|| **Capacité exigible :** Réaliser un bilan de puissance et d'énergie.

4. Exemple

(a) transformateur (voir figure 3 et 4)

(b) four à induction

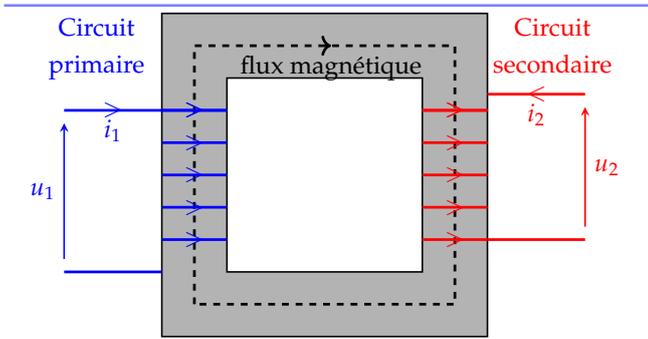


FIGURE 3 – Schématisation d'un transformateur électrique avec le circuit primaire et le circuit secondaire.

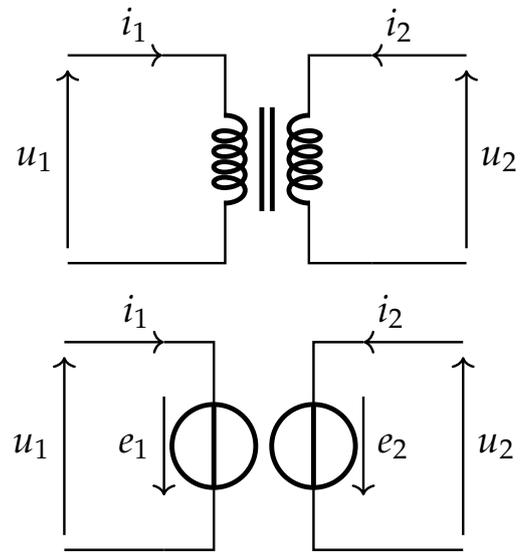
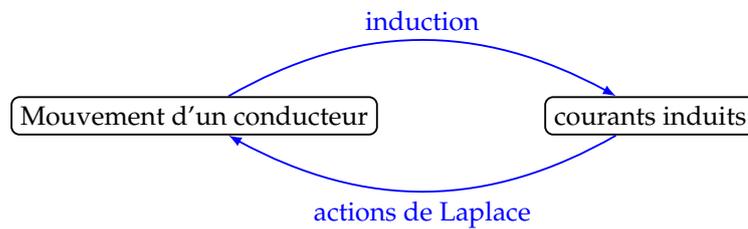


FIGURE 4 – Schéma électrique d'un transformateur électrique.

II Induction de Lorentz - circuit mobile dans un champ magnétique permanent

1. Induction de Lorentz

Contexte On étudie le mouvement d'un conducteur métallique dans un champ magnétique permanent dans le temps. Le conducteur est alors le siège d'un phénomène d'induction de Lorentz.



On notera que le conducteur est alors soumis à des actions de Laplace. On aura alors un **couplage** électro-mécanique.

2. Conversion électro-mécanique

(a) rails de Laplace (voir figure 5).

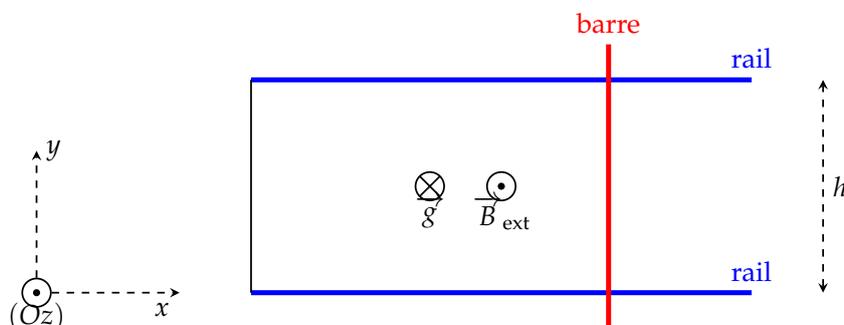


FIGURE 5 – Rails de Laplace.

(b) taux de conversion

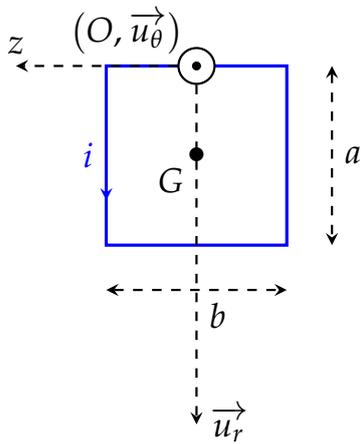


FIGURE 6 – Cadre en rotation en vue de face.

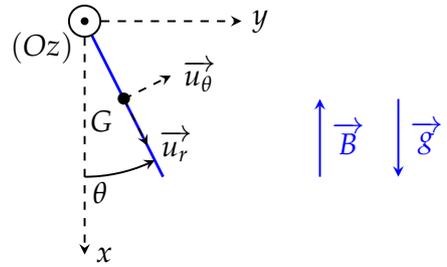


FIGURE 7 – Cadre en rotation en vue de côté.

- (c) cadre métallique en rotation (voir figure 6 et 7)
- (d) méthode de résolution des exercices
- (e) exemple de la machines à courant continu

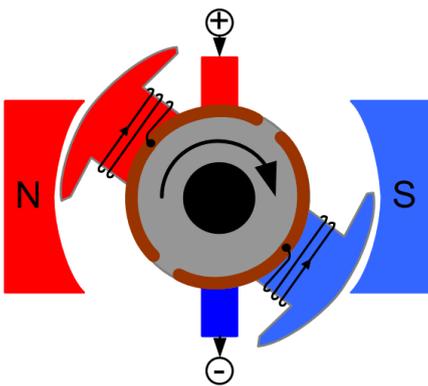


FIGURE 8 – Machine à courant continu en vue de dessus.

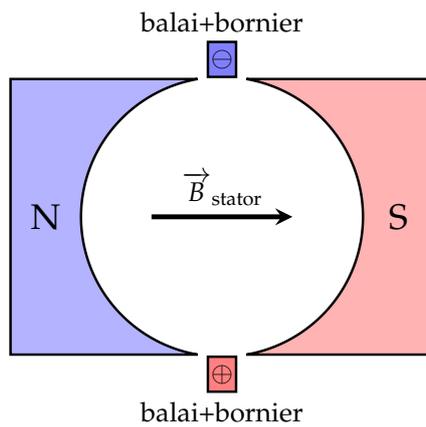


FIGURE 9 – Stator de la machine à courant continu.

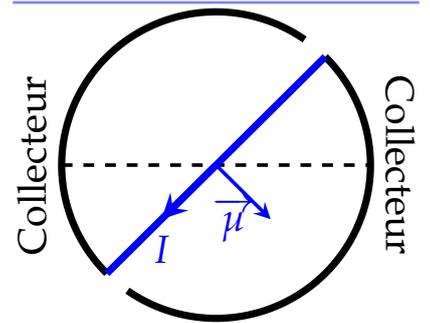


FIGURE 10 – Rotor de la machine à courant continu.

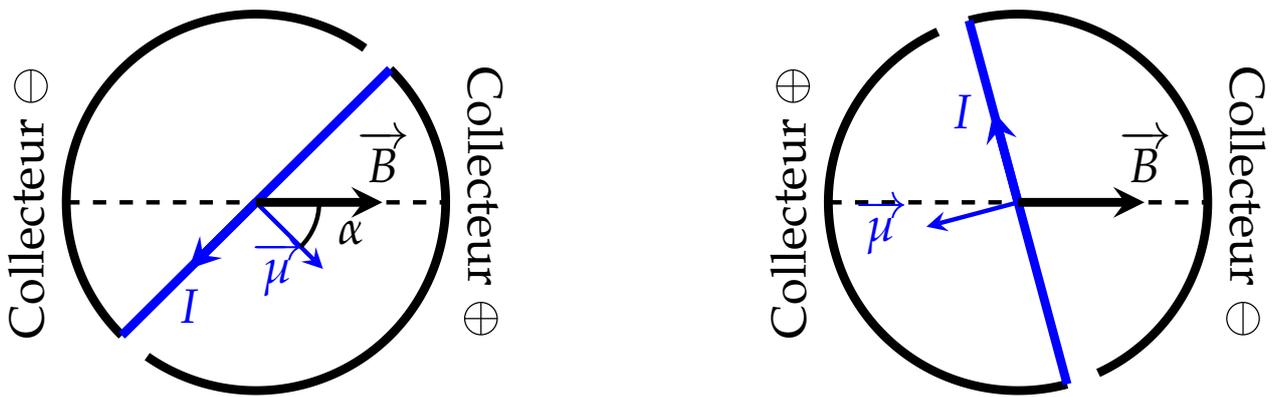


FIGURE 11 – Inversion du sens du courant et rôle de l'ensemble collecteur/balais.

III Théorie cinétique des gaz parfait

1. Hypothèses de la théorie cinétique des gaz parfaits

(a) Agitation thermique

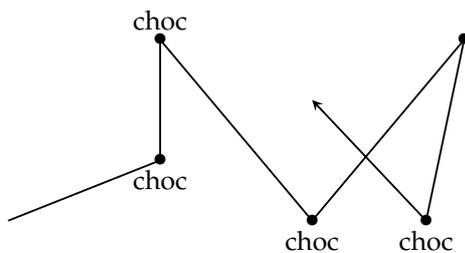


FIGURE 12 – Marche aléatoire : entre deux chocs, le mouvement est rectiligne.

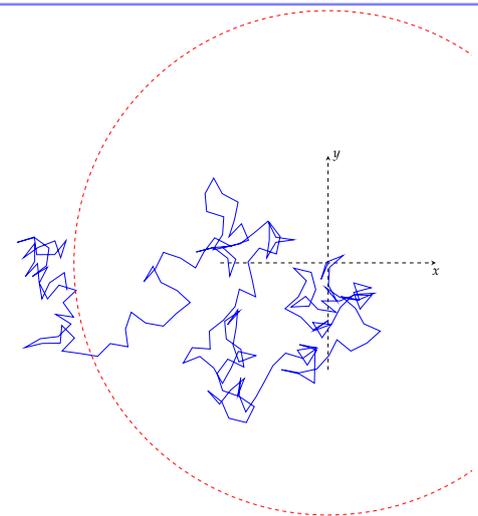


FIGURE 13 – exemples de marche aléatoire à deux dimensions. On peut montrer que la distance moyenne parcourue après N pas de longueur ℓ est de l'ordre de $\sqrt{N} \ell$ (rayon du cercle rouge).

|| **Remarque :** La distance moyenne parcourue entre deux chocs est appelée **libre parcours moyen**.

(b) Vitesse d'ensemble du gaz

(c) Moyenne temporelle, moyenne statistique

|| **Hypothèse ergodique :** On suppose que la moyenne statistique d'une grandeur physique à t sur les particules du gaz se confond avec la moyenne temporelle de cette même grandeur pour une particule donnée.

(d) Équilibre statistique, distributions des vitesses

|| **Capacité exigible :** Distribution des vitesses v moléculaires d'un gaz (homogénéité et isotropie). Vitesse quadratique moyenne.

Remarque : La vitesse quadratique moyenne u pour un gaz vérifie :

$$u = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$$

où $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ est la constante de Boltzmann.

2. Pression cinétique

- (a) Définition
- (b) Choc entre une particule et la paroi
- (c) Un calcul simplifié de la pression cinétique

Capacité exigible : Utiliser un modèle unidirectionnel avec une distribution discrète de vitesse pour montrer que la pression est proportionnelle à la masse des particules, à la densité particulaire et au carré de la vitesse quadratique moyenne.

3. Température cinétique et énergie interne

Capacité exigible : Température cinétique. Exemple du gaz parfait monoatomique : $E_c = \frac{3}{2}k_B T$. Calculer l'ordre de grandeur d'une vitesse quadratique moyenne dans un gaz parfait.

- (a) Définition de la température cinétique
- (b) Équation d'état du gaz parfait
- (c) Énergie interne
- (d) Cas des gaz parfaits diatomiques

Idée : La température est la manifestation des degrés de liberté dans un gaz (translation, rotation, vibration). Pour un gaz parfait diatomiques, l'énergie interne du gaz passe de $U = \frac{3nRT}{2}$ puis $U = \frac{5nRT}{2}$ (si on prend en compte la rotation) et $U = \frac{7nRT}{2}$ (si on prend en compte la vibration).