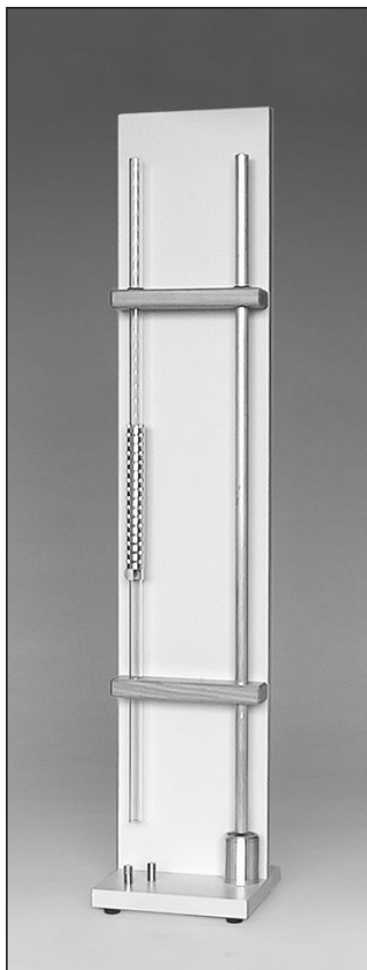


Appareil pour la mise en évidence des courants induits

EE 0220 22212



Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement de la Communauté française

1. Rappel théorique

La loi d'induction électromagnétique stipule que la tension électromotrice E induite dans un circuit est égale (exception faite du signe négatif) à la vitesse de variation du flux de champ magnétique Φ dans ce circuit (loi de Faraday).

Le circuit, qui est le siège de la tension électromotrice induite, est appelé l'induit alors que le dispositif (aimant ou circuit), qui produit la variation de flux magnétique, est appelé l'inducteur.

Si l'inducteur est un aimant:

- si l'induit est constitué d'une spire conductrice (en mouvement relatif par rapport à l'aimant):

$$e = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- si l'induit est constitué de n spires conductrices (solénoïde en mouvement relatif par rapport à l'aimant):

$$E = - n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Loi de Faraday

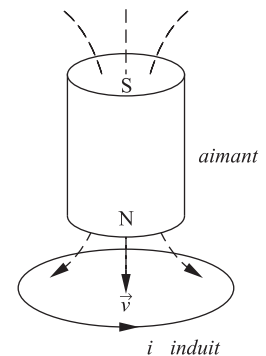
Loi de Lenz

Le signe $-$, dans la formule de Faraday, est lié à la loi de Lenz: le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.

Si l'inducteur est un aimant en chute libre et l'induit une spire conductrice contenue dans un plan horizontal, la loi de Lenz-Faraday permet de schématiser le phénomène d'induction de la façon suivante:

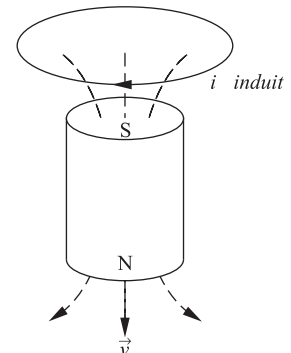
- a) avant le passage de l'aimant à travers la spire

L'aimant en chute verticale approchant son pôle N de la spire, le flux magnétique Φ à travers celle-ci augmente et le sens du courant induit à travers la spire s'oppose à ce $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} > 0$. La spire va donc, grâce à i induit, créer son propre nord sur sa face supérieure et son propre sud sur sa face inférieure en freinant, de ce fait, la chute de l'aimant;



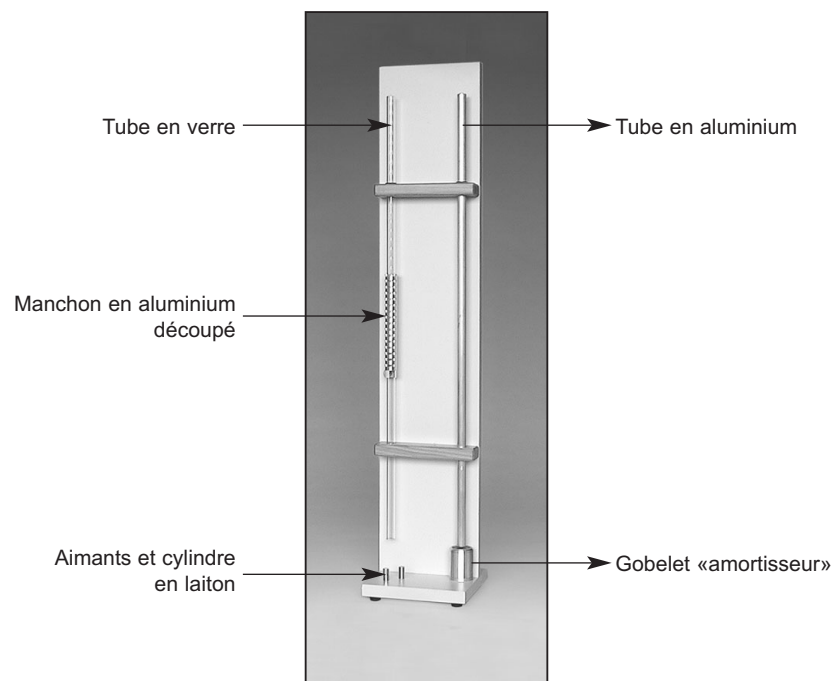
- b) après le passage de l'aimant à travers la spire

L'aimant en chute verticale éloignant son pôle sud de la spire, le flux magnétique à travers celle-ci diminue et le sens du courant induit à travers celle-ci s'oppose à ce $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} < 0$. La spire va donc, grâce à i induit, créer son propre nord sur sa face inférieure et son propre sud sur sa face supérieure en freinant, de ce fait, la chute de l'aimant.



Conclusion: que l'aimant s'approche ou s'éloigne de la spire, il apparaîtra toujours une face pour s'opposer à son mouvement de chute.

2. Description de l'appareil



L'appareil comprend:

- deux tubes de 75 cm de longueur et de 11 mm de diamètre intérieur, l'un en verre, l'autre en aluminium;
- un manchon en aluminium de 16 cm de longueur dans lequel sont découpées seize fenêtres horizontales;
- deux aimants cylindriques au néodyme (couplés, ils peuvent former un cylindre de 20 mm de longueur et de 10 mm de diamètre);
- un cylindre en laiton de 20 mm de longueur et de 10 mm de diamètre;
- un gobelet en aluminium contenant de la mousse et destiné à recueillir les aimants ou le cylindre en laiton en fin de parcours.

3. Fonctionnement

3.1. Les aimants

Les aimants au néodyme présentent la particularité de produire des champs magnétiques importants pour leur faible volume.

Le spectre magnétique, créé par un ou deux aimants couplés, présente une symétrie radiale.

Les aimants au néodyme sont particulièrement fragiles. C'est pourquoi il est INDISPENSABLE:

- d'utiliser le gobelet «amortisseur» en fin de chute;
- d'éviter ou d'amortir tout choc des aimants l'un sur l'autre.

3.2. Manipulation

- Laisser tomber les deux aimants au néodyme, couplés en cylindre:
 - dans le tube en verre muni de son manchon;
 - dans le tube en aluminium.
- Laisser tomber le cylindre en laiton:
 - dans le tube en verre muni de son manchon;
 - dans le tube en aluminium.

3.3. Observations

- La chute des aimants est freinée chaque fois qu'ils traversent un tube en aluminium. Elle n'est pas ralentie lors de la traversée du tube en verre.
- Il n'y a pas de freinage du cylindre en laiton, ni dans le tube en aluminium, ni dans le tube en verre.

3.4. Interprétation

Un tube en aluminium, qu'il soit plein ou découpé, peut être considéré comme la superposition d'un nombre infini de spires conductrices.

L'aimant, en s'approchant, puis en s'éloignant de chacune de ces spires, provoque l'apparition de courants induits qui répondent à la loi de Lenz et qui freinent donc sa chute.

En résumant, on peut donc dire que, pour qu'il y ait courants induits et donc freinage, il faut:

- qu'il y ait déplacement relatif de l'inducteur et de l'induit (réalisé ici par le mouvement de chute de l'aimant à travers l'induit fixe);
- que l'inducteur produise un champ magnétique \vec{B} (cas du cylindre-aimant et pas du cylindre-laiton);
- que l'induit soit conducteur (cas de l'aluminium mais pas du verre);
- que la forme de l'induit soit telle qu'il puisse s'y produire des boucles de courant (cas des tubes).

4. Remarques

Les courants induits qui apparaissent dans des masses métalliques soumises à des variations de flux magnétiques sont souvent appelés «courants de Foucault».

Dans certains cas, on cherche à réduire les intensités de ces courants pour éviter les pertes d'énergie par effet thermique. Par exemple, les noyaux en fer doux des transformateurs sont feuilletés afin de réduire la taille et l'intensité des boucles de courant induit qui s'y produisent lorsque le bobinage dit primaire est soumis à une tension alternative.

Dans d'autres cas, on cherche à augmenter l'intensité de ces courants pour provoquer un freinage ou un échauffement. Par exemple, les freins de camion, constitués de disques métalliques tournant dans un champ magnétique créé par un électro-aimant, subissent des forces de freinage d'autant plus importantes que leur vitesse de rotation (liée à la vitesse du véhicule) est grande.

On cherche à produire des courants de Foucault et à utiliser leurs effets thermiques dans les plaques chauffantes dites «à induction». Ce sont les masses métalliques des casseroles qui sont les sièges de courants induits et donc qui s'échauffent lorsqu'elles sont placées dans les flux magnétiques variables créés par les «plaques chauffantes» qui, elles, ne s'échauffent pas ou peu.