Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 26 (1890-1891)
Heft: 102

Artikel: Note sur la rotation de masses métalliques dans un champ magnétique
Autor: Dufour, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-262542

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

NOTE

SUR LA

ROTATION DE MASSES MÉTALLIQUES

DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE.

PAR

Henri DUFOUR,

Prof. de physique à l'Université de Lausanne.

On démontre par diverses expériences, dans les cours de physique expérimentale, les phénomènes d'induction qui se produisent dans les masses métalliques conductrices se déplaçant dans un champ magnétique. L'une des plus fréquemment répétées est celle qui consiste à montrer qu'un bloc de cuivre suspendu à un fil tordu tourne rapidement entre les pôles d'un électro-aimant tant qu'aucun courant ne passe et que ce bloc s'arrête lorsque le courant passe dans le fil de l'électro-aimant.

Cette expérience est certainement expliquée dans les cours plus complètement qu'elle ne l'est dans plusieurs traités classiques. Nous trouvons en effet l'expérience ordinairement décrite comme nous venons de le faire, c'est-à-dire qu'on dit que le bloc de cuivre *s'arrête* lorsque l'électro-aimant devient actif. L'excellent traité de physique de Wüllner, par exemple, s'exprime comme suit:[1]

« Ebenso wie ruhende Metallmassen auf bewegte Magneten » oder bewegte Metallmassen auf ruhende Magnete, wirken um- » gekehrt auch ruhende Magnete auf bewegte Metallmassen und » bewegte Magnete auf ruhende Metallmassen ein.

» Ersteres lässt sich sehr einfach dadurch zeigen, dass man » zwischen den Polen eines nicht erregten Elektromagnets an » einem Faden eine *Metallkugel* oder einen *Metallwürfel* auf- » hängt und diesen in Rotation versetzt. Ist die Kugel nicht zu » leicht, so dauert die Rotation sehr lange fort, indem der Faden » erst tordirt, dann detordirt wird, dann wieder tordirt wird u. s. f.

[1] A. Wüllner. Lehrbuch der Experimentalphysik, vol. IV, p. 923.

» Wenn man aber den Elektromagnet erregt, so hört die roti-
» rende Bewegung sehr bald auf. »

Dans le traité si connu de Müller-Pouillet,[1] nous trouvons une description analogue du phénomène, qui se termine par ces mots :

« Ueberlässt man dann die Kugel sich selbst, während der
» Strom noch nicht die Windungen des Elektromagnets durch-
» läuft, so fängt dieselbe an, rasch um ihre verticale Axe zu ro-
» tiren, sie steht aber *augenblicklich still*, sobald man den
» Elektromagnet in Thätigkeit setzt. »

Müller attribue cette expérience à *Faraday;* dans son cours de l'Ecole polytechnique, *Verdet*[2] la décrit aussi, mais sous le nom d'expérience de *Plücker,* et il dit:

« Lorsqu'on abandonne le cube à lui-même, le faisceau de fils
» en se détordant imprime au cube un mouvement de rotation
» rapide. Au moment où l'on vient à déterminer l'aimantation
» de l'électro-aimant, on voit le cube *s'arrêter brusquement sous*
» *l'action des courants induits qui s'y développent.* — Lorsqu'on
» supprime l'aimantation, les courants de sens contraire qui sont
» induits dans la masse du cube lui restituent son mouvement
» primitif. »

Il est évident, lorsqu'on y réfléchit un instant, que l'explication donnée de l'*arrêt* du bloc de cuivre, si cet arrêt est réel, n'est pas satisfaisante; les courants induits qui se produisent dans la masse métallique tournant dans le champ magnétique ne peuvent exister que *pendant le mouvement* et cessent avec lui; ils ne peuvent donc expliquer l'arrêt du bloc. Il faut donc examiner si vraiment il y a immobilisation complète de la masse métallique, et si cela est, quelle en est la cause? L'examen de cette question nous a amené à répéter ces expériences si connues en les variant; les quelques faits suivants nous paraissent devoir être signalés comme application de cette expérience si souvent répétée dans l'enseignement.

Un bloc de cuivre rectangulaire de 20 millimètres de côté est suspendu par un crochet à un bifilaire tordu entre les pôles d'un électro-aimant de Rühmkorff; lorsque la rotation est rapide, l'aimantation *arrête* le mouvement du bloc qui prend une position

[1] Muller-Pouillet's. Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Neunte Auflage v. Dr Leop. Pfaundler, 1888-1889. Dritter Band, S. 815.

[2] Œuvres de Verdet. Cours de physique de l'Ecole polytechnique. T. I, p. 438.

toujours la même par rapport à la direction des lignes de force. En écartant le bloc de sa position d'équilibre, il y revient soit qu'on augmente, soit qu'on diminue par cet écart la torsion du fil.

Un cylindre de cuivre, pesant 106 grammes et ayant 24^{mm} de diamètre et 28^{mm} de hauteur, est suspendu, comme le cube; l'axe de rotation passe par l'axe du cylindre; malgré l'action de l'électro-aimant, le cylindre continue à tourner avec une vitesse très faible, si le champ magnétique est très fort, mais constante pour un même champ, lorsqu'on mesure cette vitesse pour un tour seulement et avec le même fil tordu du même nombre de tours. Cette vitesse varie avec l'intensité du champ magnétique, mais il n'y a jamais orientation.

Une lame de cuivre de 52^{mm} de hauteur et de 25^{mm} de largeur peut tourner autour d'un axe parallèle à l'un de ses grands côtés. La rotation, uniforme tant que le courant n'agit pas, devient saccadée dans le champ magnétique. On constate un mouvement lent pendant que le plan de la lame est parallèle aux lignes de force du champ, puis accroissement rapide de la vitesse, lorsque le plan de la lame fait un angle de 60° environ avec sa première position; le maximum de vitesse est atteint quand le plan de la lame est perpendiculaire aux lignes de force, la vitesse diminue ensuite pour passer par un minimum à 180° de la position du premier minimum. Lorsque la torsion est faible, la lame peut s'arrêter; son plan forme alors un angle avec la direction des lignes de force.

Les mêmes phénomènes se présentent avec un disque de cuivre suspendu verticalement par un fil passant par un diamètre de disque.

Les mouvements irréguliers de la lame et du disque de cuivre se constatent très bien en suspendant ces objets à un fil de caoutchouc tordu au lieu de fil ordinaire, les variations de vitesse sont alors extrêmement frappantes et visibles pour un nombreux auditoire.

Tous ces phénomènes nous paraissent s'expliquer très facilement par ce que nous savons des actions des courants induits, des propriétés diamagnétiques des corps, et de la direction des lignes de force dans un champ magnétique; ils servent même à démontrer les propriétés de ces divers éléments.

De ces trois expériences, la plus simple pour démontrer les réactions électrodynamiques des courants induits développés dans un champ magnétique est celle qui consiste à faire tour-

ner un cylindre (ou une sphère) dans le champ magnétique, dans ce cas les courants induits développés par la rotation s'opposent par leurs actions électrodynamiques (loi de Lenz) à l'accélération du mouvement; le bloc tourne continuellement, mais la vitesse est à chaque instant suffisante pour développer un courant induit dont l'intensité est proportionnelle à la vitesse et à l'intensité du champ.

L'action du champ sur le bloc de cuivre est plus complexe puisqu'on constate un arrêt; dans le bloc qui nous a servi, la position de l'arrêt était toujours la même et on remarquait que certains défauts du cuivre (stries) occupaient toujours à ce moment la même position par rapport aux lignes de force; on en conclut qu'il doit y avoir une force directrice statique qui peut arrêter complètement le bloc lorsque, par l'action des courants induits, sa vitesse est devenue très faible; cette force tient aux propriétés diamagnétiques du cuivre martelé ou étiré en barres; l'*arrêt* et l'orientation du bloc ne peuvent en effet être produits par les actions mécaniques du courant qui n'existent plus quand il y a arrêt. On constate que c'est bien l'action directrice de l'aimant agissant sur un corps diamagnétique qui est dans ce cas la cause de l'orientation du bloc, car le bloc de cuivre que nous avons employé ne s'arrêtait plus lorsqu'il était suspendu de façon que les faces précédemment polaires devinssent horizontales, l'une supérieure, l'autre inférieure. Ce fait montre qu'il importe, dans les blocs de cuivre employés pour répéter les expériences de Plücker, de choisir convenablement la face à laquelle on fixe le crochet de suspension.

La dernière expérience, celle de la lame, démontre que l'intensité des courants dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique varie avec la position du plan de ce conducteur par rapport aux lignes de force; elle peut servir à illustrer la démonstration de la formule bien connue :

$$E = HS \sin \omega . \frac{d\omega}{dt}.$$

dans laquelle E = force électromotrice; H = intensité de champ magnétique; S = surface de la lame; ω = angle que forme le plan de la lame avec la position neutre (c'est-à-dire perpendiculaire à la direction des lignes de force). L'intensité du courant produit I est proportionnelle à chaque instant à la valeur de E puisque la résistance est constante, par conséquent la va-

leur de la réaction électrodynamique du courant produit sur le champ passerait pour une vitesse constante, par un maximum lorsque le plan de la lame est parallèle aux lignes de force du champ, et par un minimum lorsque le plan de cette lame est perpendiculaire aux lignes de force. Il en résulte que si on suppose la force motrice due à la torsion du fil constante pendant une révolution, le mouvement produit par cette force sera variable, la vitesse maximum ayant lieu lorsque le plan de la lame est perpendiculaire aux lignes de force, c'est-à-dire que la résistance est minimum; la vitesse minimum ayant lieu au contraire lorsque la lame est parallèle aux lignes de force, puisque c'est dans cette position que les courants induits par le déplacement sont les plus intenses et que la résistance est la plus grande. En d'autres termes, la lame doit prendre dans chaque position une vitesse telle que l'intensité du courant induit par son mouvement s'oppose à l'accélération. Ce mouvement saccadé de la lame est très frappant et démontre à l'œil l'état du champ magnétique.

Ces quelques expériences, complétées par celles si intéressantes, mais plus complexes, de M. Puluj [1], peuvent être utilisées dans l'enseignement pour bien faire comprendre la loi de Lenz et les phénomènes d'induction dans un champ magnétique. C'est à ce titre d'expériences de cours que nous avons cru devoir les décrire ici.

Lausanne, laboratoire de physique, 1890.

[1] Beitrag zur unipolaren Induction, von J. Puluj. Sitzungsberichte d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien. B. d. XCVII. Abth. II. a. Mai 1888.