

MAZO, ÉDITEUR, 33, Boulevard St-Martin, et 40^{bis}, Rue Meslay, PARIS

L'ENSEIGNEMENT PAR L'ASPECT

AU MOYEN DES

Nouvelles Vues en Couleur

Véritables Tableaux Muraux sur Papier transparent

GROUPÉES PAR SÉRIES DE 12 :

Elles forment une leçon conforme aux programmes officiels.
Elles coûtent 30 fois moins cher que les vues sur verre en couleur.
Elles conviennent à tous les établissements d'instruction et d'éducation.
Elles passent dans tous les appareils même les meilleurs marché.

PRIX d'une leçon avec livret explicatif : 3 Francs.

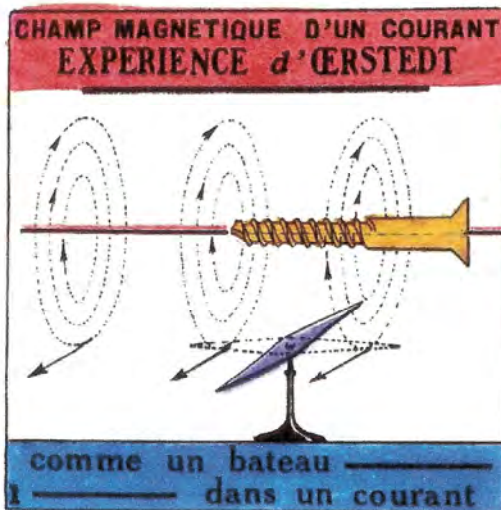
PRIX du livret séparé : 0 fr. 25

371. ÉLECTRO-MAGNÉTISME

ÉLECTRO-MAGNÉTISME

I. — CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN COURANT

Vue : Explication de l'expérience d'Ørstedt.



II. — CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN COURANT CIRCULAIRE

Vue : Intensité au centre.



Dans la classification des phénomènes électriques, nous avons montré par un spectre de linaille, qu'un courant électrique déterminait autour de lui un champ de force et nous avons supposé, pour démontrer ensuite le principe de l'induction, que ce champ de force était constamment entretenu par un système d'ondes émanant du courant passant dans le fil. L'expérience d'Ørstedt montre qu'un tel champ déviant un aimant a toutes les propriétés d'un champ magnétique ; l'aiguille aimantée se place en croix avec le courant parce que, comme le montre le spectre, dans le plan de l'aiguille et dans tout plan parallèle au courant, les lignes de force du champ sont perpendiculaires au courant, le pôle nord de l'aiguille indique le sens des lignes de force.

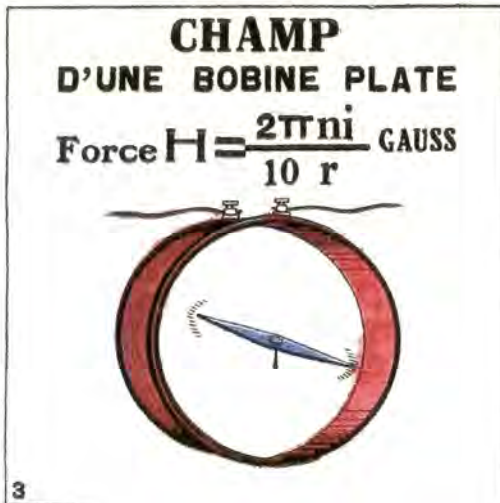
Nous allons d'abord étudier les champs magnétiques produits par les courants et les effets des aimants sur les courants. Ce chapitre de l'électricité s'appelle électromagnétisme, il nous permettra finalement de comprendre comment Maxwell a pu démontrer que le champ d'un courant était mathématiquement le même que celui d'un aimant, à la condition que l'on attribue à l'électricité se transmettant par rayonnement dans l'air, une vitesse de 300 000 kilomètres par seconde.

Règle du tire-bouchon. — On trouve facilement dans un champ magnétique produit par un courant rectiligne le sens des lignes de force : c'est le sens dans lequel il faut faire tourner un tire-bouchon pour qu'il progresse dans le sens du courant.

Chaque portion d'un courant circulaire peut être considérée comme un courant rectiligne, par conséquent il est facile de comprendre que les lignes de force d'un tel champ sont analogues à des fils qui seraient enroulés autour de l'anneau formé par le fil du courant circulaire. *La règle du tire-bouchon donne pratiquement le sens des lignes de force. Elles traversent en effet le plan du courant dans le sens du mouvement d'un tire-bouchon dont l'axe étant placé suivant l'axe du courant tournerait dans le sens du courant.*

III. - CHAMP D'UNE BOBINE PLATE

Vue : Établissement de la formule.



Il est très important de connaître la valeur du champ au centre d'un courant circulaire et mieux d'une bobine plate.

La mesure s'effectue en notant la déviation d'un petit barreau aimanté placé sur son axe vertical au centre du courant, la bobine plate étant verticale et dans le plan du méridien.

Le champ, nous l'avons vu, est proportionnel à la tangente de l'angle d'écart.

En répétant l'expérience :

1° avec des bobines contenant un nombre de spires différentes (n) ;

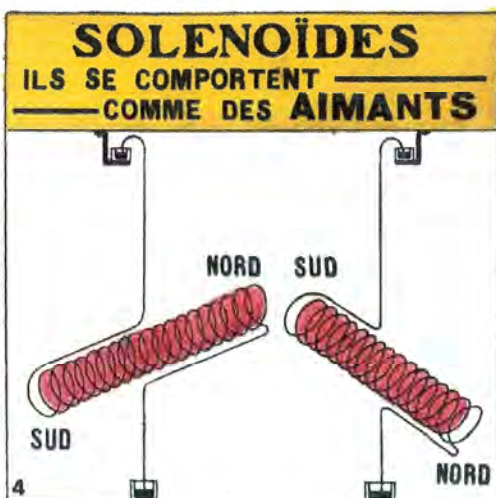
2° enroulées suivant des cercles de rayon différents (r) ;

3° et avec des intensités variables (i) on a établi la formule

$$H = \frac{2 \pi n i}{10 r} \text{ Gauss.}$$

IV. - SOLÉNOÏDES

Vue : Attraction et répulsions.

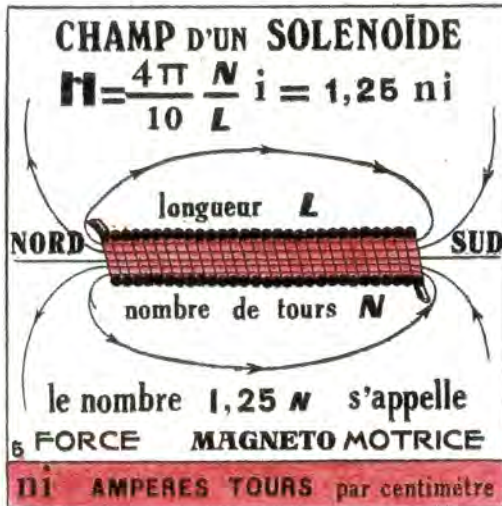


Les solénoïdes, c'est-à-dire les systèmes de bobines longues se comportent comme les aimants, ils ont des pôles comme les aimants et l'expérience des spectres montre qu'ils engendrent des champs magnétiques identiques.

Le pôle nord d'un solénoïde se détermine par la règle au tire-bouchon, le sens des lignes de force dans le solénoïde est donné par la même règle que pour un courant circulaire et comme elles doivent sortir par le pôle nord, ce pôle est à l'extrémité devant laquelle il faut se placer pour que le courant paraisse tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre.

V. — CHAMP D'UN SOLENOÏDE

Vue : Établissement de la formule.



La formule qui donne la valeur du champ magnétique dans un solénoïde, c'est-à-dire dans une bobine longue, s'obtient aussi théoriquement facilement. Il suffirait de placer à l'intérieur du solénoïde un petit barreau aimanté et de déterminer la torsion nécessaire pour le mettre en croix avec les lignes de force, puis pour obtenir la formule, de répéter des expériences en faisant varier le nombre des spires N , la longueur L du solénoïde et l'intensité du courant qui produit le champ.

La formule trouvée est :

$$H = \frac{4 \pi}{10} \frac{N}{L} i.$$

Si on appelle n le nombre de tours par centimètres de longueur du solénoïde, la formule devient :

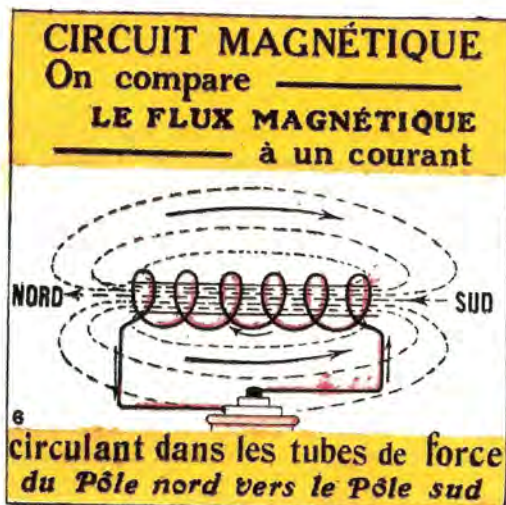
$$H = 1,25 n i.$$

Le produit $n i$ s'appelle le nombre d'ampères-tours du solénoïde.

Le produit $1,25 Ni$ s'appelle la force magnéto-motrice.

VI. — CIRCUIT MAGNÉTIQUE

Vue : Comparaison du flux magnétique à un courant.



Le flux magnétique d'un aimant ou celui d'un solénoïde sort du pôle nord et rentre par le pôle sud, ce n'est pas plus qu'un flux électrique ou lumineux un courant, mais comme pour le flux électrique, il est souvent commode de le comparer à un courant qui circulerait dans les tubes de force du pôle nord vers le pôle sud. Le flux magnétique reste comme le flux électrique constant dans un tube de force.

VII. — RÉSISTANCE MAGNÉTIQUE

Vue : Définition de la Réductance.

7 Résistance magnétique ou RÉDUCTANCE

$$R = \frac{L}{\mu S}$$

AIR $\mu=1$
L longueur
S section
FER μ variable

unité :
si $\mu=1$ air
L=1cm S=1cm²

Réductance de
air UN Centimètre³

Cette comparaison d'un flux magnétique à un courant entraîne l'idée de résistance au flux lorsqu'il traverse des corps différents. Cette sorte de résistance magnétique s'appelle Réductance, et, comme la résistance ohmique, sa valeur est proportionnelle à la longueur du barreau traversé et inversement proportionnelle à sa section.

$$R = \frac{L}{\mu S}$$

μ étant le coefficient de perméabilité du corps considéré. Pour l'air $\mu=1$ donc l'unité de réductance en CGS est la réductance d'un centimètre cube d'air.

Nous savons que μ est variable pour chaque corps avec le champ, donc la réductance d'un corps n'est pas, comme la résistance ohmique ou résistivité, fixe pour le corps.

VIII. — FLUX DANS UN SOLENOÏDE

Vue : Il suit la loi de Ohm.

FLUX dans un SOLENOÏDE
il suit la loi de Ohm

FLUX = BS = μ HS

$$\Phi = 1,25 Ni \frac{1}{\frac{L}{\mu S}} = \frac{F}{R}$$

comme **E=RI**

La comparaison du flux magnétique à un courant se justifie par un résultat curieux.

Le flux traversant un solénoïde dont l'intérieur ne contient que de l'air est HS, H étant le champ du solénoïde.

Si on place dans le solénoïde un noyau de fer, le champ dans ce noyau sera B ou μH et le flux μHS ou remplaçons μ par sa valeur en fonction de la réductance et H par sa valeur en fonction de i, c'est-à-dire

$$H = 1,25 \frac{N}{L} i =$$

donc on peut écrire

$$\text{Flux} = 1,25 N i \frac{1}{L}$$

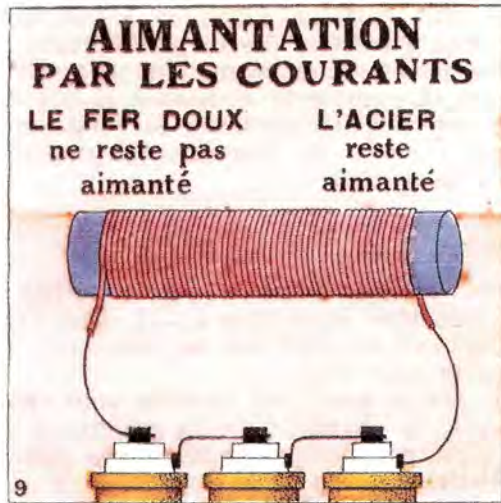
ou encore

$$\Phi = \frac{F \text{ force magnétomotrice}}{R \text{ réductance}}$$

C'est une formule analogue à $I = \frac{E}{R}$ qui exprime la loi de Ohm.

IX.— AIMANTATION par les COURANTS

Vue Propriété du fer doux.



Dans un solénoïde parcouru par un courant, introduisons un barreau de fer doux. Il devient un aimant.

Sortons-le, il perd son aimantation.

Recommençons l'expérience avec de l'acier, nous constaterons que l'acier reste aimanté. Il est donc facile de fabriquer aujourd'hui des aimants artificiels.

Quant à la propriété du fer doux de ne pas conserver son aimantation après le passage du courant, elle donne les électro-aimants qui ont reçu de si grandes applications ; la première de ces applications a révolutionné les relations entre les hommes, c'est le télégraphe à fil.

X. — FLUX DANS UN ANNEAU

Vue : Le circuit magnétique est fermé.



Si l'on entoure un anneau de fer de fil enroulé comme si l'anneau était déployé, les lignes de force restent complètement dans l'anneau, on dit que le circuit magnétique est fermé.

L'expérience montre qu'il n'y a pas besoin pour que le circuit magnétique soit fermé, que les spires entourent complètement l'anneau. Les lignes de force restent dans le fer en raison de sa grande perméabilité.

XI. — CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME

Vue : Entrefer.

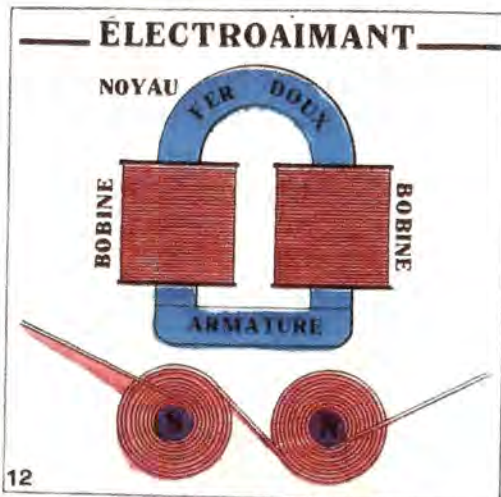


En coupant un anneau, on forme ce que l'on appelle entrefer. Dans un espace ainsi disposé le flux ne se perd pas à l'extérieur, et on peut y considérer le champ comme uniforme.

Remarque : L'entrefer doit être aussi réduit que possible, car si on perd par exemple $\frac{B}{H}$ 2000, cela veut dire que la résistance magnétique de l'air dans l'entrefer est 2000 fois plus grande que celle du fer. Une coupure de 1 centimètre dans un anneau de 1 mètre par exemple donnera une résistance de 20 mètres de fer et la résistance magnétique totale sera 21 fois plus grande que si l'anneau était fermé.

XII. — ÉLECTRO-AIMANTS

Vue : Coupe.



Un électro-aimant, c'est-à-dire un aimant temporaire qui se désaimante aussitôt que le courant cesse est constitué par un noyau de fer doux en fer à cheval. Autour de ses deux branches sont deux bobines en série, c'est-à-dire que les enroulements sont en sens inverse.

Une pièce de fer appelée armature s'applique entre les pôles.

La force portante d'un aimant est

$$F = \frac{B^2 S}{8 \pi} \text{ en dynes.}$$

Mais le flux magnétique BS qui circule dans le noyau est tel que :

$$\text{flux magnétique} = \frac{\text{force magnétomotrice}}{\text{résistance magnétique}}$$

Or

$$R = \frac{l}{\mu S}$$

Donc le flux magnétique qui circule dans le noyau sera inversement proportionnel à la longueur du noyau et proportionnel à sa section : un électro-aimant devra donc être court et trapu. L'entrefer devra donc être minima, c'est-à-dire que l'armature devra être courte.

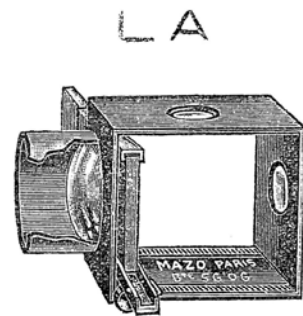
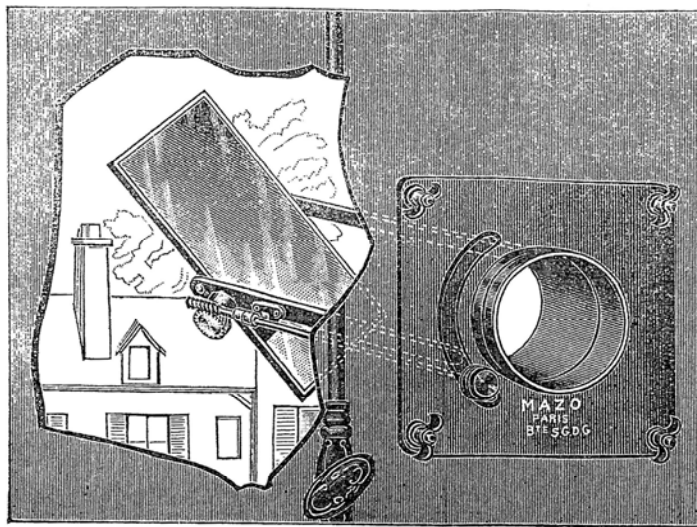
Enfin force magnétomotrice $= 1.25 Ni$, le flux dépend donc du produit Ni , N étant le nombre des tours de fils sur l'électro, i les ampères qui parcourent ce fil, autrement dit 100 tours de fil parcourus par un ampère donnent les mêmes résultats que 10 tours parcourus par 10 ampères ; on a donc intérêt à utiliser des bobines de fil fin, mais il y a une limite car il ne faut pas que le fil s'échauffe par le passage d'un courant trop intense, il brûlerait les isolants.

Remarque : Au repos, il ne faut pas que l'armature touche les pôles, ce qui faciliterait l'hystérésis et rendrait l'aimant permanent, car le fer n'est pas absolument pur.

L'ENSEIGNEMENT PAR L'ASPECT

est résolu facilement

1° avec la nouvelle lanterne



SOLAIRE

*extrêmement simple 2 loupes et un miroir donnant
des projections merveilleuses.*

2° avec LA LAMPE ÉLECTRIQUE PUISSANTE



donnant la lumière

D'UN ARC

DE DIX AMPÈRES

ET LES NOUVELLES VUES EN COULEUR

Véritables Tableaux Muraux sur Papier transparent

Demandez Prix et Renseignements
à la Maison MAZO, 33, B^{ard} Saint-Martin, PARIS