



P77.10

APPAREIL POUR L'ETUDE DU MOMENT MAGNETIQUE EE27/2560

PRÉSENTATION DE L'APPAREIL

Cet appareil permet l'étude quantitative de la magnétostatique. Le champ magnétique uniforme est créé par deux bobines de Helmholtz d'axe horizontal que l'on peut connecter en série ou en parallèle.

Dans la région centrale se trouve une petite bobine plate suspendue à un fil de torsion fixé à un mandrin qui est situé dans la partie supérieure de l'appareil.

La position de l'extrémité supérieure du fil de torsion est repérée par l'index supérieur, la position du plan de la bobine étant repérée par l'index inférieur. On peut ainsi connaître l'angle de torsion du fil et en déduire le couple magnétique appliqué à la bobine.

La bobine exploratrice est parcourue par un courant d'intensité i . Le courant arrive par le fil de torsion, le retour s'effectue par la tige support de bobine qui plonge dans un godet contenant du mercure.

L'intensité maximale à ne pas dépasser dans les bobines exploratrices est de 1,2 A sous peine de détérioration, ce qui correspond à des tensions de 1,2 à 3,6 volts selon les bobines.

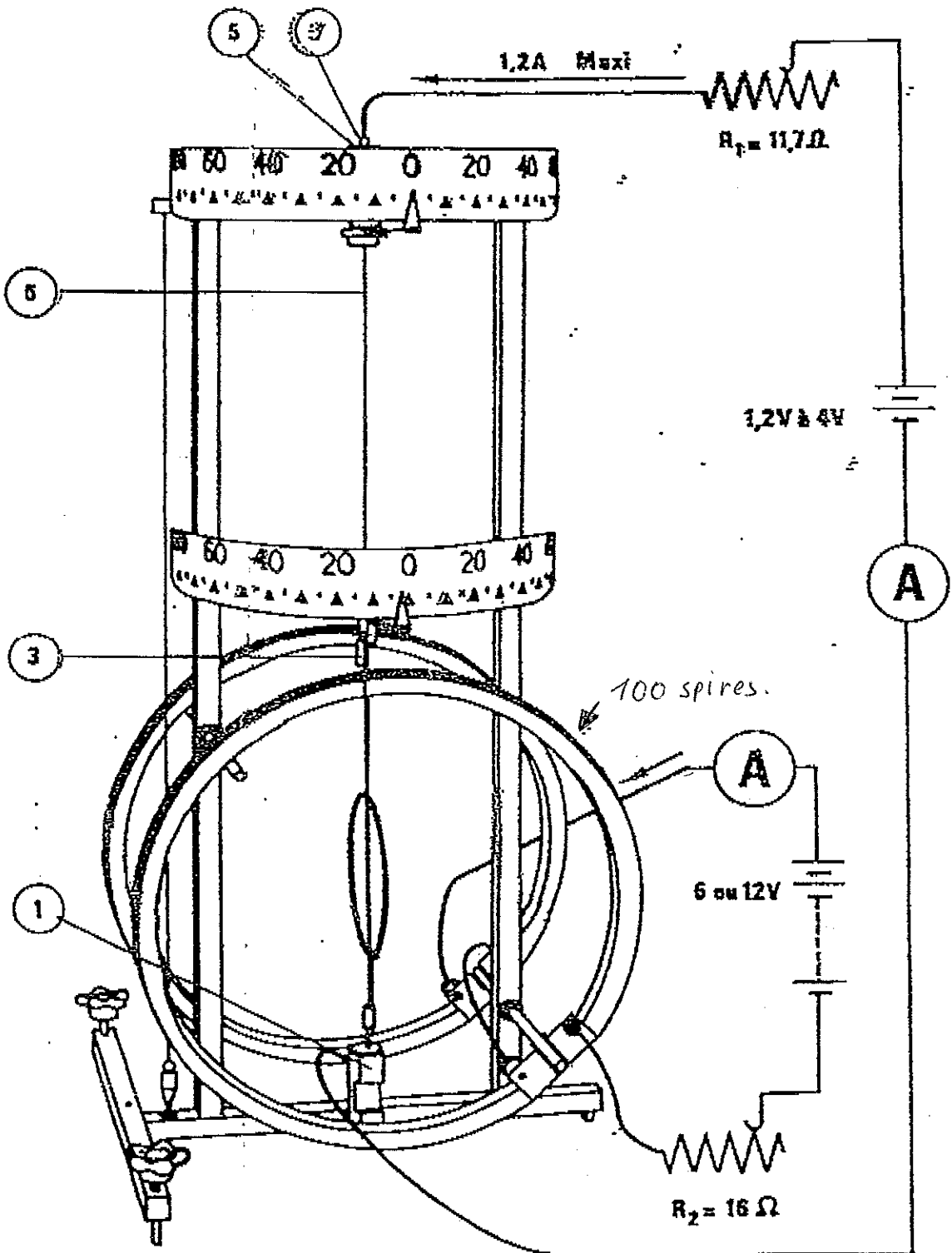
La tension appliquée aux bobines de Helmholtz pourra aller jusqu'à 6 volts si elles sont branchées en parallèle et jusqu'à 12 volts si elles sont branchées en série. ($I_{max} = 3,5A$)

Elles pourront être alimentées par une batterie d'accumulateurs, un rhéostat intercalé dans le circuit permettra, en faisant varier l'intensité I de donner différentes valeurs au champ magnétique. Le rhéostat 16 ohms, 5A. (n° 2093 de notre catalogue) convient parfaitement.

La batterie de rhéostat sera avantageusement remplacée par un générateur redresseur individuel alimenté par l'intermédiaire d'un autotransformateur réglable (redresseur n°2111 ou 2112 et autotransformateur 2125 ou 2126).

Dans tous les cas, un ampèremètre de contrôle sera inséré dans le circuit pour permettre de maintenir la constance de l'intensité pendant toute la série de mesure. La bobine exploratrice sera elle aussi alimentée par des éléments d'accumulateur, 1,2 V à 4 V, le réglage de l'intensité se faisant par un rhéostat d'environ 12 ohms (n° 2094). Mieux, comme pour la bobine de Helmholtz on pourra alimenter par un redresseur individuel associé à un autotransformateur réglable.

Un ampèremètre de grande dimension permettra à l'auditoire de noter l'intensité parcourant la bobine (Voltmètre-ampèremètre Polybig n° 2610).



Mise en place de l'appareil

- 1) Réglage de l'horizontalité : l'appareil qui repose sur le plan grâce à trois points d'appui est muni de deux vis calantes. Il sera parfaitement horizontal lorsque le fil à plomb situé sur la gauche de l'appareil sera en regard du repère conique fixé sur le pied.
- 2) Remplir de mercure au 2/3 le godet (1) situé au bas de l'appareil. Une fois le godet rempli on aura soin de remettre le couvercle en place.
- 3) Remplir d'huile la cuve (4) de l'amortisseur à huile. Retirer le couvercle transparent (7) et mettre dans la cuve une huile assez épaisse (huile de Carter d'automobile SAE 20-40) jusqu'à environ 4 mm du bord supérieur de façon que la palette d'amortisseur (10) soit bien immergée.
- 4) Mise en place de la bobine exploratrice : dévisser légèrement le bouton moleté (2) situé à l'arrière de la pièce qui porte l'aiguille inférieure. Introduire la partie inférieure de la tige dans le godet à mercure (1) puis engager la chape (3) solidaire de la tige dans l'aiguille, simultanément engager la tige dans la partie centrale de la pièce qui porte l'aiguille, puis bloquer à l'aide du bouton moleté (2).
- 5) Réglage du zéro : on amènera au zéro l'aiguille inférieure repérant la position de la bobine en tournant le bouton supérieur (5). Si dans cette position de repos l'aiguille supérieure n'est pas au zéro on l'y amènera en la tournant à la main.
- 6) Réaliser le branchement électrique (voir figure ci contre) veiller à ne pas brancher les deux bobines de Helmholtz en opposition.

1ère manipulation

Mise en évidence de la proportionnalité entre le couple magnétique Γ exercé sur la bobine exploratrice et le courant i qui la traverse.

L'appareil étant au repos les index sont devant le zéro. On établit un champ magnétique en faisant passer un courant I dans les bobines de Helmholtz. Le champ et le courant I devront rester constants pendant toute la durée de la manipulation. (on vérifiera avec l'ampèremètre placé en série).

Si nous faisons passer maintenant un courant i dans la bobine exploratrice, elle tend à se placer parallèlement aux bobines de Helmholtz sous l'effet d'un couple appelé couple magnétique. On montrera dans la suite du cours d'électromagnétisme que la bobine tend à se placer perpendiculairement au champ de manière à ce que le flux du vecteur induction soit maximal. La bobine étant dans cette position oblique on la ramènera à sa position primitive grâce au fil de torsion (6). L'aiguille supérieure solidaire du fil de torsion indique alors un angle α .

La bobine est alors en équilibre autour de l'axe, le torseur des forces appliqué est nul.

Γ couple magnétique
 $C\alpha$ couple de torsion

$$\Gamma - C\alpha = 0 \text{ d'où } \Gamma = C\alpha$$

Si faisant maintenant varier le courant i qui traverse la bobine exploratrice, on mesure l'angle α dont il faut tordre le fil pour rétablir l'équilibre, on montre que :

$\alpha = f(i)$ est une droite donc que Γ est proportionnel à i

$$\Gamma = K_1 \cdot i$$



que : Si pour ramener la bobine exploratrice à sa position initiale il faut tourner un angle α supérieur à 90° , on pourra décaler le zéro : c'est à dire décaler l'aiguille repérant la position du fil de torsion.

manipulation

Mise en évidence de la proportionnalité entre le couple magnétique Γ et le nombre de spires de la bobine exploratrice.

Plaçons la bobine exploratrice circulaire (20 spires 10cm^2) sur une bobine circulaire de même surface mais ayant un nombre de spires différent (10 spires 1dm^2) l'intensité du courant dans les bobines de Helmholtz restant inchangé.

En utilisant le même fil de torsion et les mêmes intensités i que dans la première manipulation on montre que l'angle α donc Γ est proportionnel au produit nS du nombre de spires par la surface de la bobine

$$\Gamma = K_2 \cdot n \cdot S$$

Si nous remplaçons maintenant la bobine circulaire par une bobine triangulaire ayant la même surface et un même nombre de spires qu'une des bobines circulaires (20 spires 10cm^2), on montre que le couple magnétique est le même que dans la première manipulation; on met ainsi en évidence que le couple magnétique ne dépend que de la surface des spires et non de leur forme.

Le résultat que nous avons fait permet de définir maintenant le moment magnétique d'une bobine conductrice comme suit.

Le moment magnétique d'une spire plane est un vecteur \vec{M} qui est dirigé par la normale à la spire dirigé vers la gauche du bonhomme d'Ampère regardant vers l'intérieur de la spire son module égal au produit de l'intensité i qui parcourt la spire par l'aire S de celle-ci

$$m = i \cdot S$$

Le cas d'une bobine comportant n spires

$$m = niS$$

Le moment de moment magnétique est l'ampère-mètre carré ($A \times m^2$)

On pourra étudier de la même manière la proportionnalité existant entre le couple magnétique et l'angle que fait la bobine exploratrice avec l'induction.

On montre que : $\Gamma = M B \sin \theta$

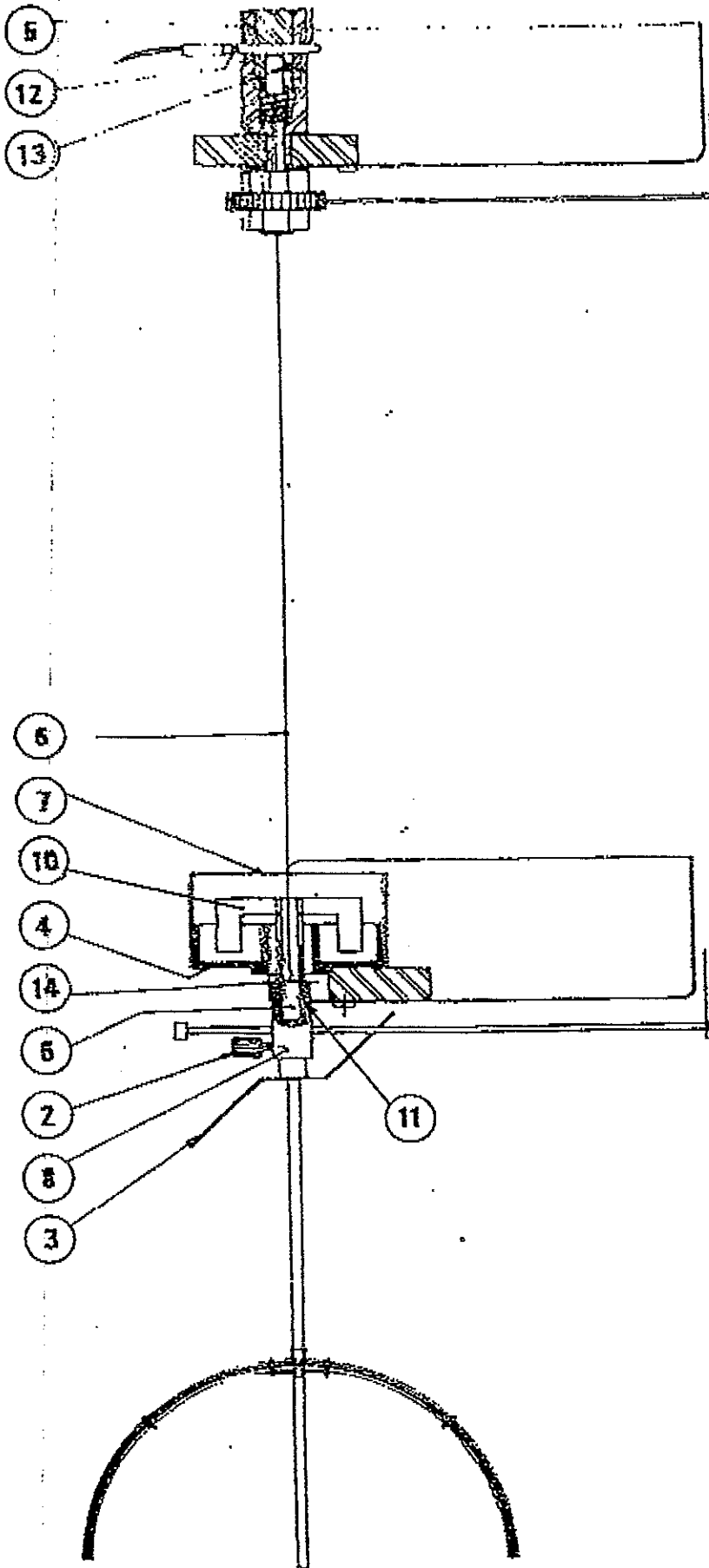
Montage du fil de torsion

Enlever la bobine exploratrice. Dévisser les deux vis placées dans la pièce (8) (à l'aide de la clé six pans de 2 fournie avec l'appareil). L'extrémité inférieure du fil de torsion se trouve libérée.

Placer de la pièce (5) la broche d'amenée de courant (12) puis retirer le fil de la bobine sur embout et le ressort. En dévissant les vis (13) on désolidarise l'embout du fil.

Pour remettre un nouveau fil de torsion procéder en sens inverse sans oublier de remettre le ressort. Après remontage le disque n°(14) ne doit frotter ni en haut ni en bas.

Remarque : Manipuler le fil avec soin.





Appareil "Etude du moment magnétique" n° 2560 est livré avec :

Bobine circulaire comportant 20 spires de 1 dm²

Bobine triangulaire comportant 20 spires de 1 dm² permettant de mettre en évidence que la forme des bobines est sans influence.

Bobine circulaire comportant 10 spires de 1 dm²

Bobine circulaire comportant 20 spires de 0,5 dm²

Équipage pouvant recevoir 1, 2 ou 3 barreaux aimantés permettant de montrer l'analogie entre le magnétisme et l'électromagnétisme.

La valeur de la constante de torsion $C = (1,04 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ N.m/rd (mesuré par RT)

Les classes supérieures de l'appareil 2560 pourra permettre de monter une manipulation de travaux pratiques dans laquelle on pourra mesurer le module du vecteur d'induction au centre des bobines de Helmholtz. Pour ce faire il faudra dans un premier temps déterminer la constante de torsion du fil par la méthode dynamique dite méthode surcharges. On pourra employer à cet effet un pendule de torsion n° 2562 qui devra se placer à la place de la bobine exploratrice.

Vérifiera expérimentalement que \vec{M} est proportionnel au courant I qui traverse les bobines et on comparera les résultats expérimentaux à ceux obtenus par le calcul.

M. 189-1074