

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

ÉLECTROAIMANT DE LABORATOIRE BEAUDOUIN, 0537A

FICHE N° 4930

Période de fabrication : 1950-1974

Fabricant : BEAUDOUIN

Domaines : Physique

Sous-domaines : Electronique

Organisme : Université de Rennes 1 - Campus de Beaulieu

Ville : Rennes

Modèle : 0537A

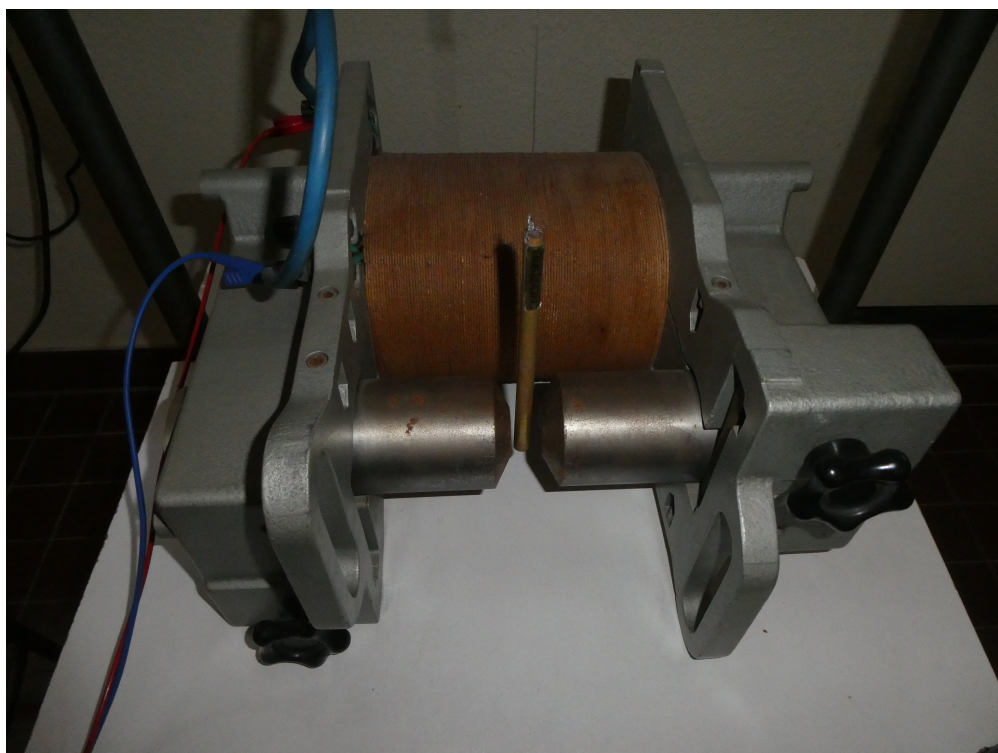
Matériaux : Métal, Acier, Cuivre

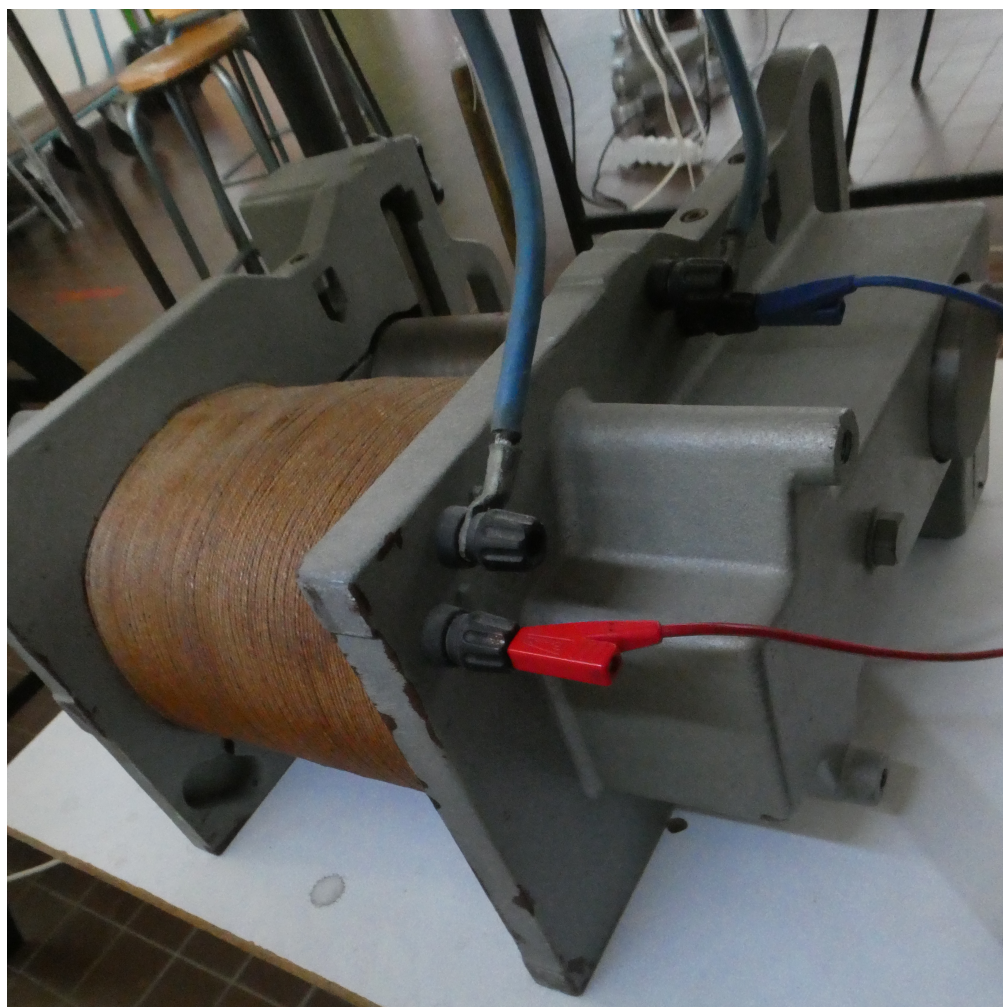
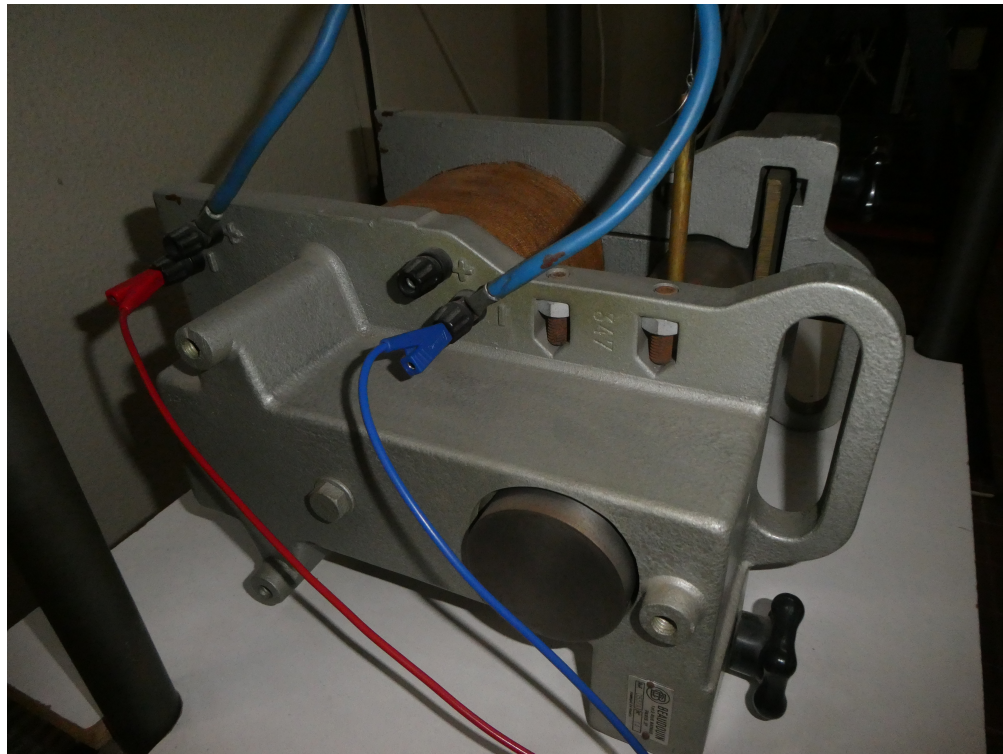
Description

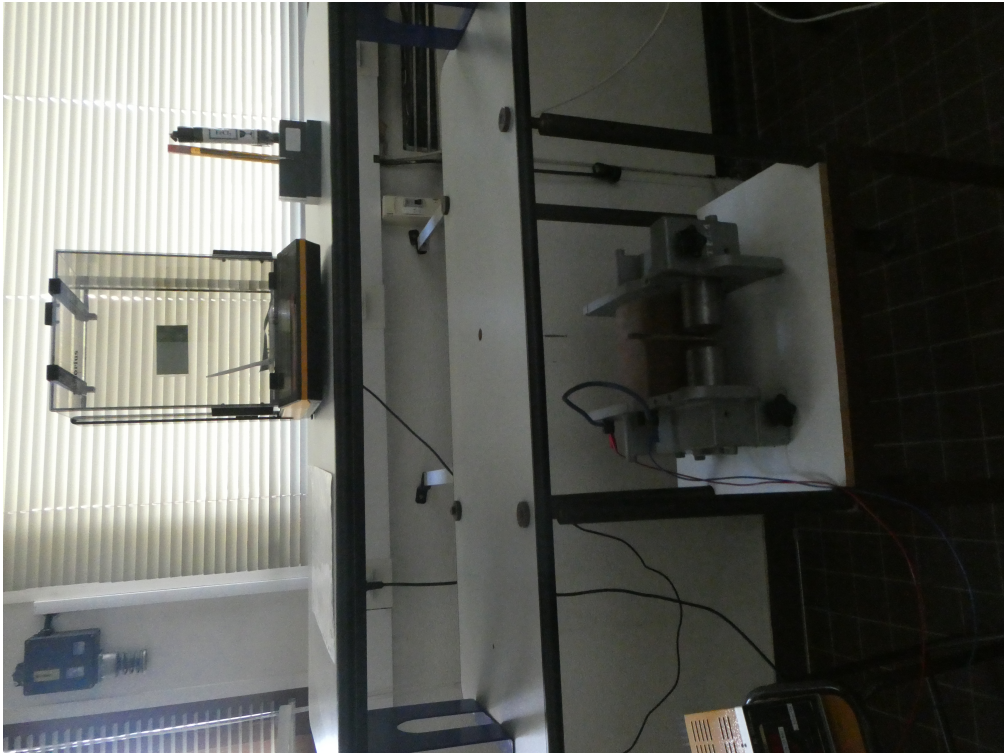
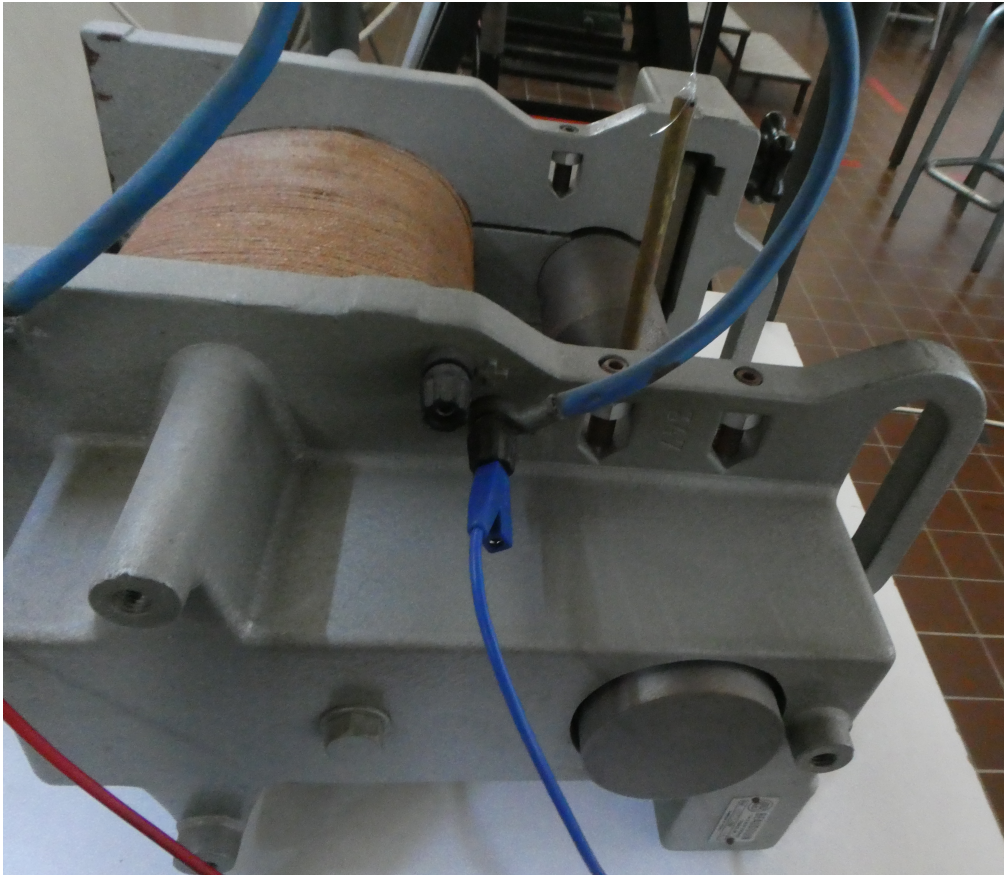
L'électroaimant de laboratoire, modèle 0537A, construit par les établissements BEAUDOUIN, est constitué d'un bobinage en cuivre supporté par un bâti métallique de couleur grise, avec deux pièces polaires. L'entrefer de l'appareil est réglable. Il est refroidi par un système à circulation d'eau. Un échantillon métallique, en forme de cylindre, est placé au centre de l'entrefer. Un ensemble de câbles électriques est connecté à l'appareil pour l'alimenter. Il n'y a pas de système de refroidissement. Il est couché horizontalement pour effectuer les manipulations.

Utilisation

Cet appareil est encore utilisé en travaux pratiques de Physique des matériaux de la faculté des sciences de Rennes pour faire des expériences de physique. Il sert régulièrement pour étudier le magnétisme de certains matériaux comme le laiton, le bismuth ou FeCl_3 , et déterminer leur susceptibilité magnétique. On utilise pour cela une balance à laquelle on suspend l'échantillon à un des plateaux.









BEAUDOUIN

1 et 3, RUE RATAUD
PARIS. 5^e

Réf.

0537A

N°

14

FABRIQUÉ EN FRANCE

1 Aimantation et susceptibilité magnétique

Un volume dV de matière, placé dans un champ magnétique $\vec{H}$ acquiert un moment magnétique $\vec{dm}$:

$$\vec{dm} = \vec{M} \cdot dV$$

Le vecteur aimantation $\vec{M}$ (moment magnétique par unité de volume), est une grandeur macroscopique qui traduit l'existence de moments magnétiques à l'échelle microscopique.

L'induction magnétique $\vec{B}$ et le champ magnétique $\vec{H}$ sont reliés par :

$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M})$$

Lorsque la substance considérée est isotrope $\vec{M}$ est colinéaire à $\vec{H}$:

$$\vec{M} = \chi \vec{H}$$

et par conséquent :

$$\vec{B} = \mu_0(1 + \chi)\vec{H}$$

χ , nombre sans dimension, est la susceptibilité magnétique volumique. On distingue alors :

- Une substance paramagnétique si $\chi > 0$
- Une substance diamagnétique si $\chi < 0$

Pour la plupart des substances non ferromagnétiques ($|\chi| \leq 10^{-4}$) on peut considérer que :

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

Enfin, on définit également la susceptibilité massique, χ' , par la relation :

$$\chi' = \frac{\chi}{\rho}$$

où ρ est la masse volumique.

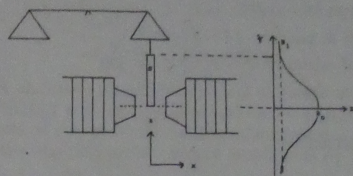


Schéma général du montage relatif à la méthode de Gouy.

3.1.2 Mode opératoire

Pour les échantillons en laiton (diamètre à mesurer au pied à coulisse) et en bismuth (de diamètre 8,5 mm) procéder comme suit :

1. Placer l'échantillon sur la balance et repérer la position de son extrémité, hors électro-aimant, et positionner la sonde Hall (après avoir retiré l'échantillon) à cet endroit.
2. Etalonner le champ magnétique B_1 : Faire varier l'intensité du courant I circulant dans l'électro-aimant de 4 à 10 A et mesurer le champ B_1 correspondant. Reporter les données dans un tableau ayant la forme suivante, par exemple :

	$I(A)$	4	5	6	7	8	9	10
	$B_0(mT)$							
Laiton	$B_1(mT)$							
	$B_0^2 - B_1^2 (T^2)$							
	$\Delta m (g)$							
	$ F_z = \Delta m \cdot g (N)$							
Bismuth	$B_1(mT)$							
	$B_0^2 - B_1^2 (T^2)$							
	$\Delta m (g)$							
	$ F_z = \Delta m \cdot g (N)$							

3. Procéder de même pour le champ B_0 au centre de l'électro-aimant et pour les mêmes valeurs de I . Reporter ces données également dans le tableau des résultats. Ainsi, pour un courant I donné, B_0 et B_1 sont parfaitement connus.
4. Placer l'échantillon en l'absence de champ magnétique et étalonner la balance ($m = 0$).
5. Faire varier I , donc B_1 et B_0 , mesurer la variation de masse enregistrée à la balance et en déduire F_z . Noter bien le sens de la force.
6. Tracer F_z en fonction de $B_0^2 - B_1^2$ et en déduire χ_{subs} et la nature (para- ou dia-magnétique) de l'échantillon. Préciser ce que représente au niveau microscopique le para- ou le dia-magnétisme.

Attention à ne pas sortir le barreau de son enveloppe car le bismuth est un produit toxique.

Pour l'échantillon de $FeCl_3$ en poudre contenu dans une enveloppe en verre, on se contentera de faire seulement deux mesures à 4 et 5 A. On donne pour cet échantillon :

1. Section du tube de $FeCl_3$: 0.385 cm^2
2. Masse volumique de la poudre : $1.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
3. Masse volumique du cristal de $FeCl_3$: $2.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

On en déduira ensuite la valeur de la susceptibilité du cristal de $FeCl_3$.

3.2 Méthode de Faraday

3.2.1 Principe

Cette méthode utilise un électro-aimant dont les pièces polaires ont une forme particulière (profil de Weiss). Il permet d'obtenir une zone d'environ 1 cm ayant la particularité que le produit $\frac{\partial \vec{B}}{\partial z} \cdot \vec{B}$ ou $\frac{\partial \vec{H}}{\partial z} \cdot \vec{B}$ est maximum et quasi constant.

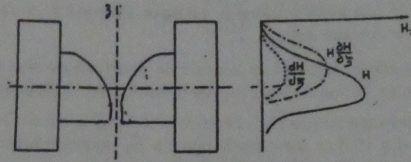


Schéma général du montage relatif à la méthode de Faraday.

Un échantillon dont la longueur est de l'ordre du centimètre est suspendu sous le plateau d'une balance de telle sorte qu'il soit entièrement situé dans cette zone. Il est alors soumis à une force :

$$F_{\text{subs}} = \frac{(\chi_{\text{subs}} - \chi_{\text{air}})}{\mu_0} \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial z} \cdot \vec{B} \right) V_{\text{subs}}$$

Si l'on dispose, en outre, d'un échantillon cylindrique d'un matériau dont la susceptibilité magnétique est connue et dont la section et la longueur sont du même ordre de grandeur que celles de l'échantillon ci-dessus (l'idéal étant qu'ils soient identiques) et que l'on mesure la force dans les mêmes conditions, il est soumis à une force :

$$F_{\text{ref}} = \frac{(\chi_{\text{ref}} - \chi_{\text{air}})}{\mu_0} \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial z} \cdot \vec{B} \right) V_{\text{ref}}$$

En faisant le rapport des forces, on peut calculer la susceptibilité magnétique χ_{subs} , en remarquant que le produit scalaire $\frac{\partial \vec{B}}{\partial z} \cdot \vec{B}$ a la même valeur dans les deux expressions. On obtient alors :

$$\frac{F_{\text{subs}}}{F_{\text{ref}}} = \frac{\chi_{\text{subs}} - \chi_{\text{air}}}{\chi_{\text{ref}} - \chi_{\text{air}}} \cdot \frac{V_{\text{subs}}}{V_{\text{ref}}}$$

qui peut s'écrire aussi :

Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Électroaimant de laboratoire Beaudouin, 0537A (BEAUDOUIN), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=30922>, consulté le 2026-07-24