

Electricité

Magnétostatique

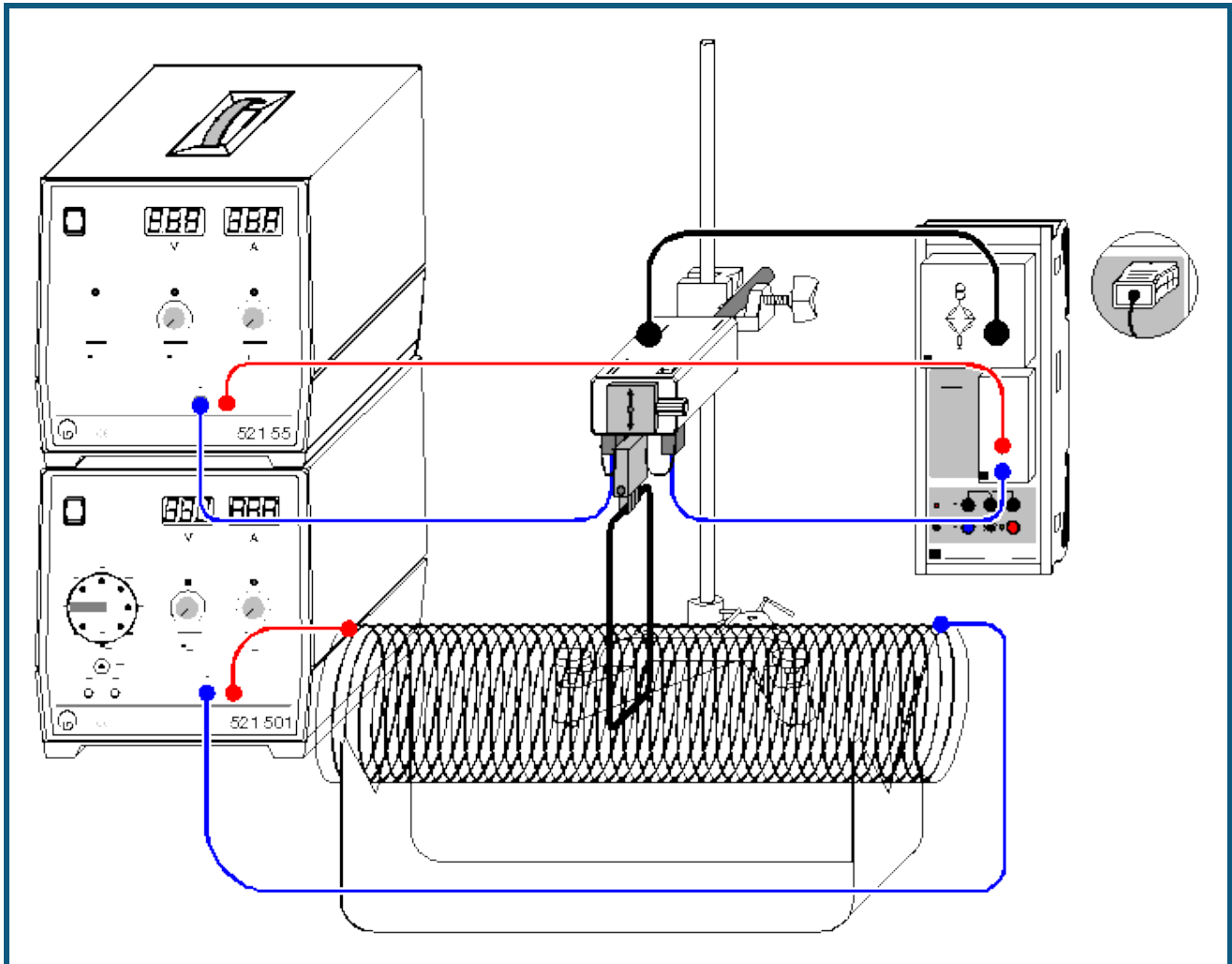
Actions des forces dans un champ magnétique

Mesure de la force sur un conducteur parcouru par un courant dans le champ magnétique d'une bobine sans fer - tracé avec CASSY

Description tirée de CASSY Lab 2

Pour charger des exemples et des paramétrages, merci de bien vouloir utiliser l'aide de CASSY Lab 2.

Force dans le champ magnétique d'une bobine sans fer



Convient aussi pour [Pocket-CASSY](#) et [Mobile-CASSY](#)

Description de l'expérience

La densité magnétique ou plus simplement le champ magnétique \mathbf{B} est une grandeur vectorielle. Une force \mathbf{F} qui dépend de la valeur et de la direction de la vitesse ainsi que de l'intensité et de la direction du champ magnétique agit sur une charge q qui se déplace à la vitesse \mathbf{v} dans le champ magnétique \mathbf{B} . On a

$$\mathbf{F} = q \cdot (\mathbf{v} \times \mathbf{B}).$$

Cette force dite force de Lorentz \mathbf{F} est elle aussi une grandeur vectorielle et est à la verticale sur le plan donné par \mathbf{v} et \mathbf{B} .

La force sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique peut être considérée comme la somme de chacune des forces sur les porteurs de charge en mouvement qui constituent le courant. La force de Lorentz \mathbf{F} agit sur chaque porteur de charge q qui se déplace à la vitesse de déplacement \mathbf{v} . Il en résulte pour un conducteur droit la force totale

$$\mathbf{F} = q \cdot nAs \cdot (\mathbf{v} \times \mathbf{B}),$$

car le nombre de porteurs de charge dans le conducteur est le produit obtenu avec la densité des porteurs de charge n , la section du conducteur A et la longueur s de la section du conducteur située dans le champ magnétique.

Il est d'usage d'introduire le vecteur \mathbf{s} tourné vers le segment de conducteur. Du reste, le produit $qnAv$ correspond à l'intensité de courant I . La force d'un champ magnétique sur un segment de conducteur droit parcouru par un courant est ainsi donnée par

$$\mathbf{F} = I \cdot (\mathbf{s} \times \mathbf{B})$$

et la valeur de la force par

$$F = I \cdot s \cdot B,$$

si \mathbf{s} et \mathbf{B} sont perpendiculaires entre eux. La force F et l'intensité de courant I sont donc proportionnelles l'une par rapport à l'autre, le facteur de proportionnalité étant $s \cdot B$.

Dans l'expérience, on mesure la force sur une boucle conductrice dans le champ magnétique homogène d'une bobine sans fer en fonction du courant I de la boucle conductrice. Le champ magnétique homogène est généré dans une longue bobine sans fer fendue avec une boucle conductrice fixée sur le capteur de force et de longueur $s = 8$ cm insérée dans la fente. Seule la partie horizontale du conducteur génère une composante de force qui peut être mesurée par le capteur de force. La densité magnétique B peut ainsi être déterminée à partir de la proportionnalité existant entre la force F et le courant I de la boucle conductrice.

L'avantage de la bobine sans fer est que la densité magnétique B à l'intérieur de celle-ci est facile à calculer et à comparer avec la valeur déterminée expérimentalement. Pour une longue bobine sans fer, on a

$$B = \mu_0 \cdot N \cdot I_C / L$$

avec la constante de champ magnétique $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am, le nombre de spires N de la bobine sans fer, le courant de la bobine I_C et la longueur L de la bobine sans fer.

Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	adaptateur pont	524 041
	avec capteur de force et	314 261
	câble de connexion à 6 pôles, 1,5 m	501 16
	ou	
1	capteur de force S, ±1 N	524 060
1	adaptateur 30 A	524 043
1	support pour boucles conductrices	314 265
1	boucles conductrices pour la mesure de la force	516 34
1	bobine de champ $d = 120$ mm	516 244
1	support pour tubes et bobines	516 249
1	alimentation à courant fort	521 55
1	alimentation CA/CC, 0...15 V	521 501
1	pied en V, petit modèle	300 02
1	tige, 47 cm	300 42
1	noix Leybold	301 01
1	câble d'expérience, 50 cm, bleu	501 26
2	câbles d'expérience, 100 cm, rouges	501 30
2	câbles d'expérience, 100 cm, bleus	501 31
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Montage expérimental (voir schéma)


Le capteur de force tient la boucle conductrice de 8 cm de long avec le support pour boucles conductrices et est positionné de manière à ce que la boucle conductrice s'insère dans la fente de la bobine sans fer. La boucle conductrice ne doit pas toucher la bobine sans fer. Les deux douilles de 4 mm sur la face inférieure du capteur de force sont conçues comme des points d'alimentation pour le support pour boucles conductrices. Elles ne sont pas câblées par voie interne. Le capteur de force est branché à l'entrée A du Sensor-CASSY par le biais de l'adaptateur pont.

Le courant circule de l'alimentation 20 A via l'adaptateur 30 A à l'entrée B du Sensor-CASSY à travers la boucle conductrice puis revient à l'alimentation. Le courant de la deuxième alimentation 5 A circule à travers la bobine sans fer.

Procédure expérimentale

■ Charger les paramétrages

- Dans les [paramétrages force FA1](#), régler le capteur de force sur zéro en sélectionnant → **0** ← et si besoin est, enclencher la LED Smooth sur l'adaptateur pont par **LED on/off**
- Eventuellement régler la valeur du courant sur zéro en sélectionnant → **0** ← dans les [paramétrages courant IB1](#)
- Régler environ $I_C = 5$ A sur l'alimentation de la bobine sans fer

- Faire passer le courant I de la boucle conductrice de 0 à 20 A par pas de 2 à 5 A et relever à chaque fois les valeurs mesurées avec . Pour supprimer une mesure erronée du tableau, activer [Tableau → Effacer la dernière ligne du tableau](#)
- Si seules des forces négatives sont mesurées, permuter les raccords sur le support pour boucles conductrices
- Réaliser l'expérience assez rapidement vu que la boucle conductrice et le support pour boucles conductrices ne peuvent supporter une charge de 20 A que temporairement
- Ramener le courant de la bobine conductrice à 0 A à la fin de l'expérience

Exploitation

La force augmente linéairement au fur et à mesure que le courant augmente. Le facteur de proportionnalité $F/I = B \cdot s$ s'obtient à partir de la pente d'une [droite de régression](#). C'est ainsi qu'on peut désormais déterminer l'intensité de champ magnétique B .

Dans l'exemple, $F/I = 0,138 \text{ mN/A}$ et pour $s = 0,08 \text{ m}$ on a donc $B = 1,725 \text{ mT}$.

D'après $B = \mu_0 \cdot N \cdot I_C / L$, on obtient avec les valeurs $\mu_0 = 1,257 \text{ } \mu\text{Vs/Am}$, $N = 120$, $I_C = 4,75 \text{ A}$ et $L = 0,41 \text{ m}$ la valeur calculée de $B = 1,75 \text{ mT}$. Les deux résultats coïncident bien dans le cadre de la précision de mesure définie.