

Electricité

Magnétostatique

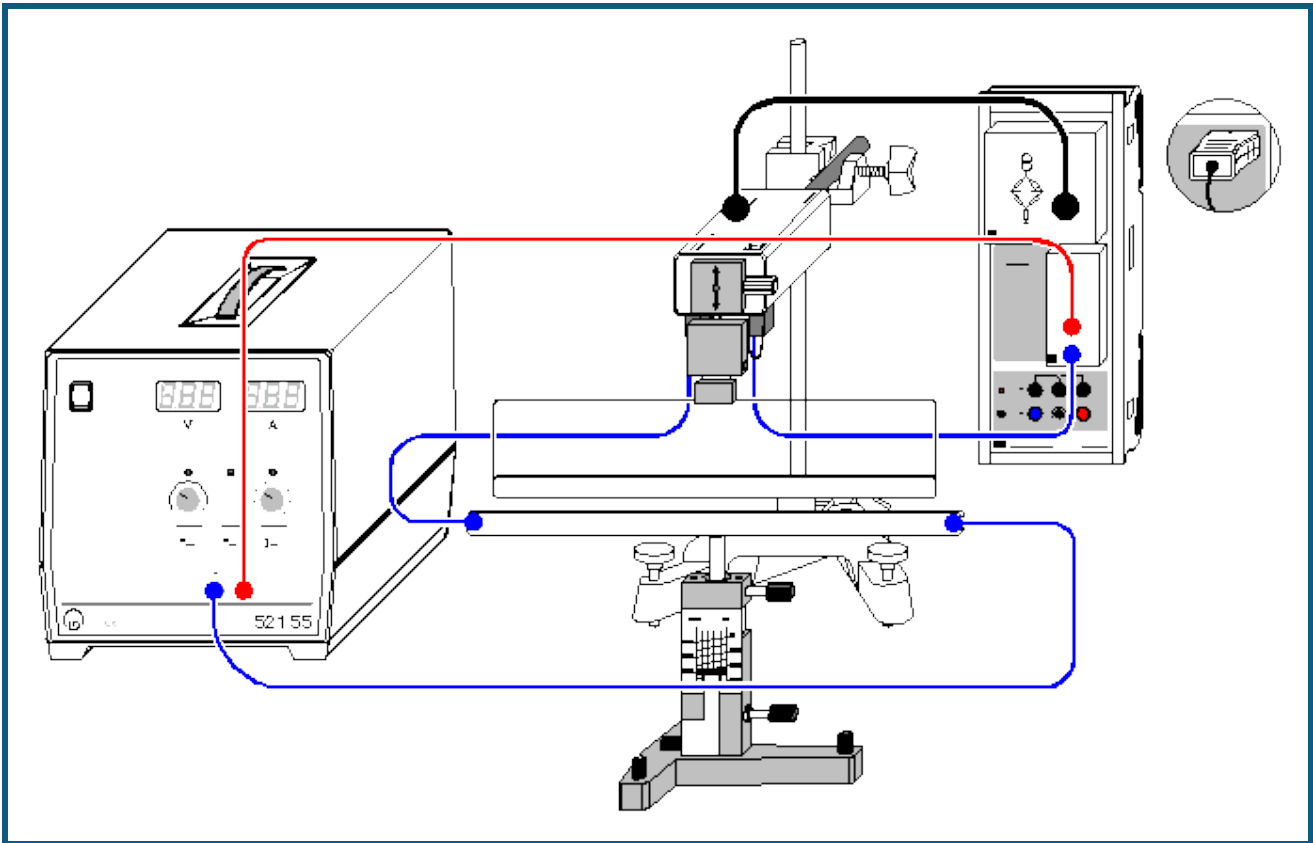
Actions des forces dans un champ magnétique

Mesures fondamentales
pour la définition
électrodynamique de
l'ampère

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 entre des conducteurs parcourus par un courant (définition de l'ampère)



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

Description de l'expérience

La force F sur un conducteur de longueur s parcouru par un courant I est égale à

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

dans un champ de densité de flux magnétique B . Si la densité de flux B est suscitée par un conducteur long à une distance r , on a alors

$$B = \text{const.} \cdot I / r.$$

C'est ainsi que la force F qui agit entre deux conducteurs parallèles, parcourus par le même courant I , est donnée par

$$F = \text{const.} \cdot I^2 \cdot s / r.$$

On définit maintenant l'intensité de courant électrique de la manière suivante (définition de l'ampère): L'intensité du courant I a la valeur 1 A si la valeur de la force F pour une longueur s vaut

$$F / s = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}$$

entre deux conducteurs parallèles, distants de $r = 1$ m, rectilignes, infiniment longs et parcourus par le même courant électrique avec un diamètre tendant vers zéro. On pose donc :

$$\text{const.} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2.$$

En principe, const. est désigné par $\mu_0/2\pi$ et on obtient

$$F = \mu_0/2\pi \cdot I^2 \cdot s / r$$

$$\text{avec } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am.}$$

Dans l'expérience, un conducteur de longueur $s = 0,30$ m est accroché au-dessus d'un autre conducteur un peu plus long à une distance r de quelques millimètres. On mesure la force F qui agit sur le conducteur accroché pour différentes intensités I et différents écartements r . Le résultat confirme la définition de l'ampère.

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 définition de l'ampère	516 33
1	support à hauteur variable	516 31
1	alimentation à courant fort	521 55
1	ped en V, petit modèle	300 02
1	tige, 47 cm	300 42
1	noix Leybold	301 01
2	câbles d'expérience, 50 cm, bleus	501 26
1	câble d'expérience, 100 cm, rouge	501 30
1	câble d'expérience, 100 cm, bleu	501 31
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Montage expérimental (voir schéma)

Le capteur de force tient une boucle conductrice supérieure avec le support pour boucles conductrices et est positionné de manière à ce que l'écartement des deux boucles conductrices vaille environ 5 mm pour une course moyenne du support à hauteur variable.

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 successivement à travers les deux boucles conductrices puis revient à l'alimentation.


Maintenant, rapprocher lentement la boucle conductrice sur le support de la boucle conductrice en suspension jusqu'à ce qu'elles entrent toutes les deux en contact (les centres des fils sont alors distants de $r = 2$ mm). Vérifier ici la parallélité du support à hauteur variable par rapport à la boucle conductrice en suspension et la corriger si besoin est à l'aide de ses vis de réglage.

Régler le curseur du zéro sur le support à hauteur variable sur une marque définie et régler la distance souhaitée entre les deux boucles conductrices (par ex. $r = 4$ mm) par variation de la hauteur.

Pour de bons résultats de mesure, il faut ici des ajustages très minutieux.

Procédure expérimentale

■ Charger les paramétrages

- Dans les [paramétrages force FA1](#), régler le capteur de force sur zéro en sélectionnant $\rightarrow 0 \leftarrow$ 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 $\rightarrow 0 \leftarrow$ dans les [paramétrages courant IB1](#)
- 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 \$\rightarrow\$ 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
- Relever d'autres courbes de mesure avec une autre longueur s de boucle conductrice. Pour ce faire, sélectionner **Mesure \rightarrow Ajouter une nouvelle série**

Exploitation

Une [parabole](#) est modélisée pour chaque série de mesures $F(I)$. Après chaque parabole, on passe à la représentation **Définition de l'ampère** (cliquer dessus avec la souris). On remplit ici un autre tableau en utilisant la souris pour déplacer de la [ligne d'état](#) vers le tableau (Drag & Drop) le paramètre F/I^2 de la parabole qui vient d'être déterminée

pour la distance r respective entre les boucles conductrices. La distance r entre les boucles conductrices est directement transposée dans le tableau par l'intermédiaire du clavier. Le graphe souhaité est créé pendant l'entrée des données dans le tableau.

Dans cette représentation, la constante de la définition de l'ampère s'obtient comme suit à partir du paramètre $F/I^2 \cdot r$ d'une [régression hyperbolique 1/x](#) :

$$\mu_0/2\pi = F/I^2 \cdot r / s = F/I^2 \cdot r / 0,3 \text{ m.}$$

Pour l'exemple, cela signifie que

$$\mu_0/2\pi = 0,000062 \text{ mN} \cdot \text{m}/\text{A}^2 / 0,3 \text{ m} = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ N}/\text{A}^2 = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ Vs}/\text{Am.}$$

Une alternative consiste dans la représentation de la définition de l'ampère sur l'axe x en une conversion de r en $1/r$ (cliquer sur l'axe avec le bouton droit de la souris). Dans cette représentation, on obtient $\mu_0/2\pi$ par une [régression linéaire](#).

Remarques

La mesure comprend des erreurs systématiques. D'une part le conducteur a une longueur finie, ce qui signifie qu'à l'extrémité du conducteur, le champ magnétique qui règne n'est plus celui supposé et qu'ici les forces s'amenuisent, d'autre part, une petite composante de force opposée se produisant dans la partie supérieure retour du conducteur agit sur le conducteur en suspension.