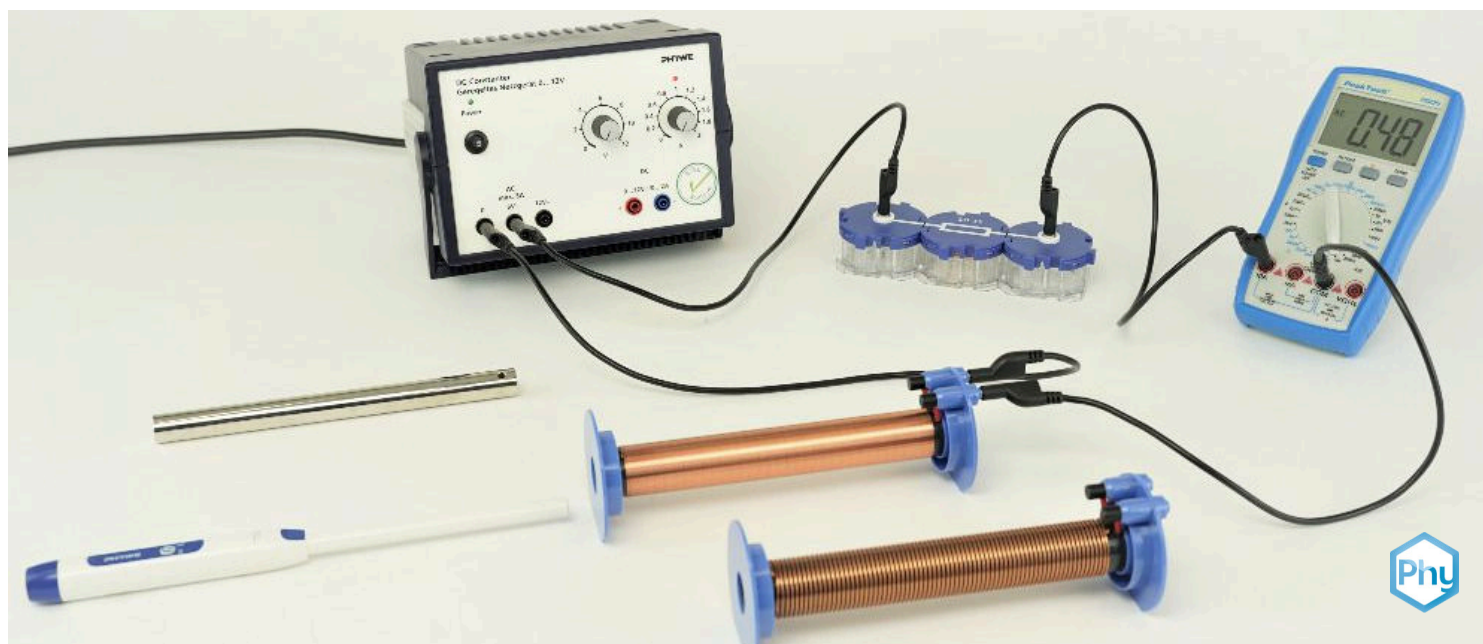


La perméabilité magnétique avec Cobra SMARTsense



Physique

Électricité et magnétisme

Électromagnétisme et induction



Niveau de difficulté

moyen



Taille du groupe

2



Temps de préparation

10 procès-verbal



Délai d'exécution

20 procès-verbal

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/618d1b35f20c940003879e30>

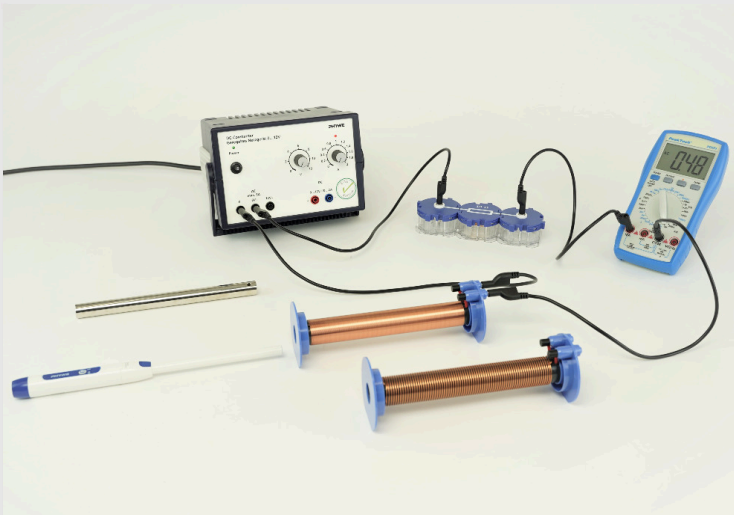
PHYWE

Informations pour les enseignants



Application

PHYWE



Configuration de

Pour augmenter la densité du flux magnétique et donc l'induction magnétique dans les transformateurs, des noyaux en fer doux sont généralement insérés dans les bobines des transformateurs.

L'air a une perméabilité magnétique relative de un, alors que les noyaux de fer ont une perméabilité magnétique relative bien supérieure à un, de sorte que l'induction magnétique est également supérieure, de ce facteur, au champ magnétique généré par la bobine dans laquelle circule le courant.

La perméabilité magnétique dépend de la magnétibilité du matériau.

Autres informations sur l'enseignant (1/2)

PHYWE

Connaissances préalables



Principe scientifique



Les élèves doivent connaître le principe de la loi de l'induction et être familiarisés avec les bases de l'électricité. La relation entre le courant et l'intensité du champ magnétique résultant d'une bobine cylindrique mince devrait être connue.

La perméabilité magnétique μ est le rapport entre l'induction magnétique B sur l'intensité du champ magnétique H .

$$\mu = \frac{B}{H} \quad \text{mit} \quad B = \mu \cdot H \quad \text{mit} \quad \mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

Avec la constante du champ magnétique μ_0 (perméabilité magnétique du vide) et la perméabilité magnétique relative du matériau concerné.

Autres informations sur les enseignants (2/2)

PHYWE

Objectif d'apprentissage



Tâches



Cette expérience devrait aider les élèves à comprendre que la perméabilité magnétique d'un matériau peut augmenter la densité du flux magnétique.

1. Mesure de l'intensité du flux magnétique de deux bobines à courant continu avec et sans noyau de fer en fonction de l'intensité du courant. Calculer la perméabilité magnétique du noyau de fer.
2. Mesurer l'intensité du flux magnétique de deux bobines en courant alternatif avec et sans noyau de fer. Calculer la perméabilité magnétique et comparer le résultat avec la première tâche.

Consignes de sécurité

PHYWE



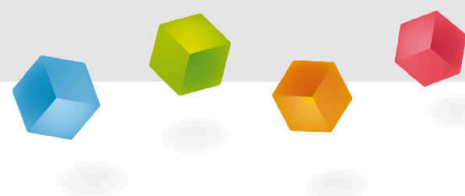
Les instructions générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.

Notes

Dans cette expérience, on utilise en partie du courant alternatif et non du courant continu. La résistance est nécessaire pour limiter le courant afin que les bobines ne surchauffent pas.

PHYWE

Informations sur les étudiants



Motivation

PHYWE



Transformateur haute tension

Les transformateurs sont basés sur le principe de l'induction électromagnétique. Dans ce cas, un champ électrique est induit par un champ magnétique qui varie dans le temps, ce qui génère à son tour un courant. Les transformateurs à haute tension et, par exemple, les grandes grues équipées d'électro-aimants dans les parcs à ferraille utilisent généralement des noyaux en fer doux à l'intérieur des bobines pour renforcer l'effet désiré.

La raison en est ce qu'on appelle la perméabilité magnétique, qui est basée sur la magnétisabilité d'un matériau. Les noyaux de fer ont un indice de perméabilité élevé et augmentent donc la densité du flux magnétique. Dans cette expérience, vous allez découvrir la perméabilité magnétique.

Tâches

PHYWE



1. Mesurez la densité du flux magnétique de deux bobines à courant continu avec et sans noyau de fer en fonction de l'intensité du courant. Calculer la perméabilité magnétique du noyau de fer.

2. Mesurez la densité du flux magnétique de deux bobines en courant alternatif avec et sans noyau de fer. Calculez la perméabilité magnétique et comparez le résultat avec la première tâche.

Équipement

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Cobra SMARTsense - Champ magnétique 3 axes B)	12947-00	1
2	PHYWE Alimentation 0...12 V CC, 2 A / 6 V, 12 V CA, 5 A	13506-93	1
3	Résistance 10 ohm, module bloc de construction	05612-10	1
4	Jonction, module bloc de construction	05601-10	2
5	Bobine inductrice, 300 spires , d 25 mm	11007-03	1
6	Bobine inductrice, 75 spires , d 25 mm	11007-07	1
7	noyau de fer, rond, d = 16 mm, l = 200 mm	11005-00	1
8	Fil de Connexion, 32 A, 500 mm, noir	07361-05	4
9	Fil de connexion, 32 A, 500 mm, bleu	07361-04	2
10	Fil de connexion, 32 A, 500 mm, rouge	07361-01	1
11	measureAPP - le logiciel de mesure gratuit pour tous les appareils et systèmes d'exploitation	14581-61	1

Mise en place (1/4)

PHYWE

Pour les mesures effectuées avec les **Capteurs Cobra SMARTsense** l'application **PHYWE measureAPP** est nécessaire. Celle-ci peut être téléchargée gratuitement à partir de l'app store approprié (voir ci-dessous pour les codes QR). Avant de lancer l'application, veuillez vérifier que sur votre appareil (smartphone, tablette ou ordinateur de bureau) **Bluetooth** est bien **activé**.



iOS



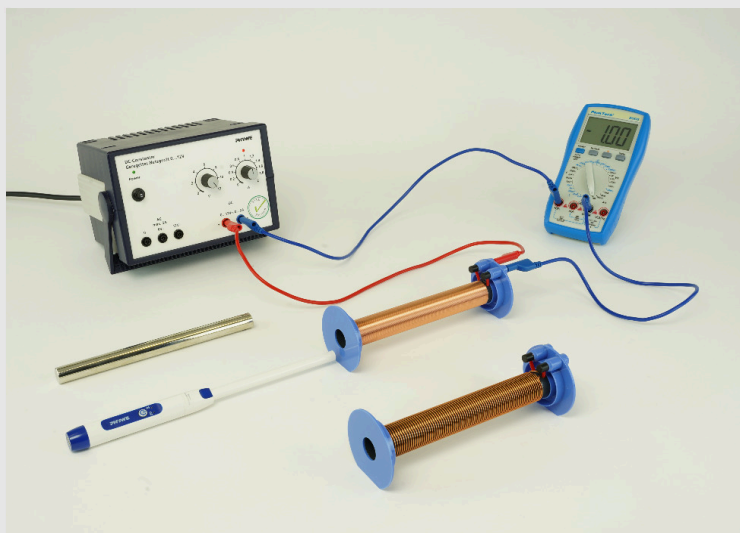
Android



Fenêtres

Mise en place (2/4)

PHYWE



Configuration de l'expérience

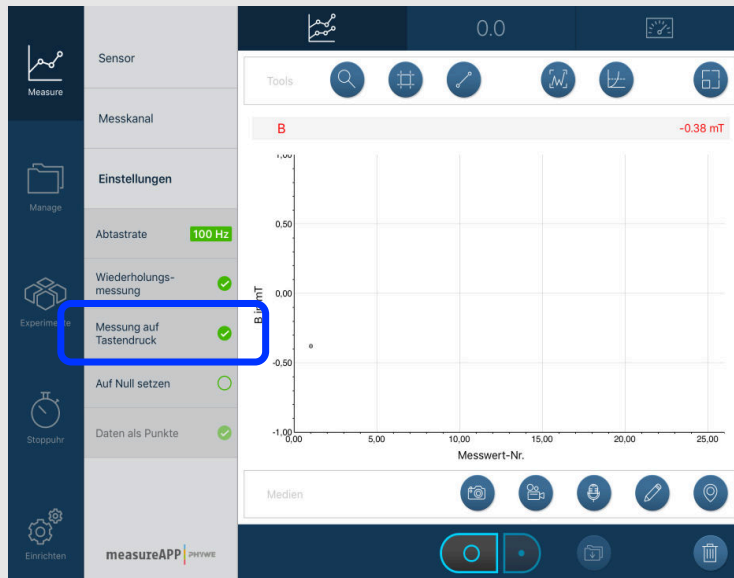
Préparez l'essai selon la figure de gauche : Pour ce faire, connectez le bloc d'alimentation (courant continu), un ampèremètre et la bobine à $N = 300$ Bobines en ligne.

Sélectionnez une plage de mesure de courant suffisamment grande sur l'ampèremètre. Réglez le bloc d'alimentation sur 0 A (butée gauche) et 12 V (butée droite). Le limiteur de courant ainsi activé peut maintenant être utilisé pour contrôler le courant.

Mettez le bloc d'alimentation sous tension.

Mise en place (3/4)

PHYWE



Lancez measureAPP sur la tablette et allumez le capteur de champ magnétique Cobra SMARTsense (maintenez le bouton I/O enfoncé pendant environ 3 secondes).

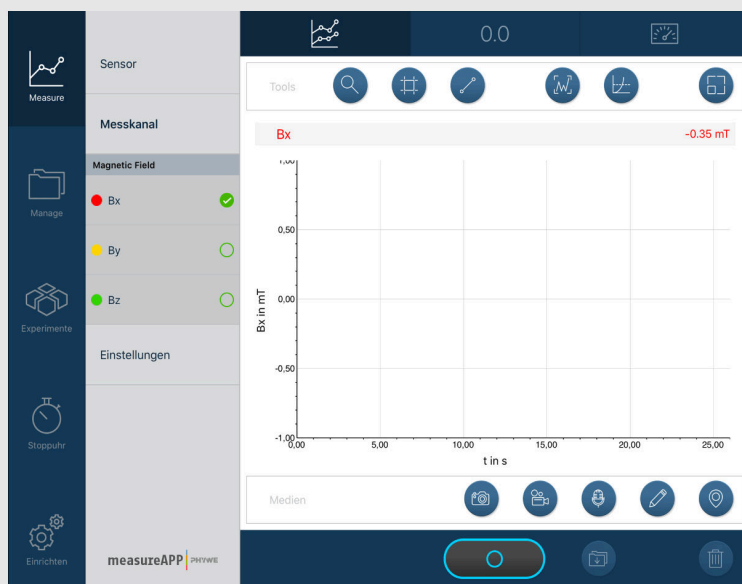
Sélectionnez le capteur dans measureAPP et connectez-le à l'application. Les réglages suivants doivent être effectués :

- Plage de mesure fine (- 5 mT ... + 5 mT)
- Fréquence de mesure : 200 Hz

Vous pouvez également sélectionner des mesures en appuyant sur un bouton.

Mise en place (4/4)

PHYWE



Sélectionnez uniquement la direction longitudinale sous le canal de mesure B_x du capteur, de sorte que seule l'intensité du flux magnétique dans la direction de l'axe longitudinal du capteur est mesurée.

Positionnez le capteur dans la bobine de manière à ce que la pointe soit au milieu de la bobine. Calibrer le capteur à zéro :

Paramètres > Mise à zéro.

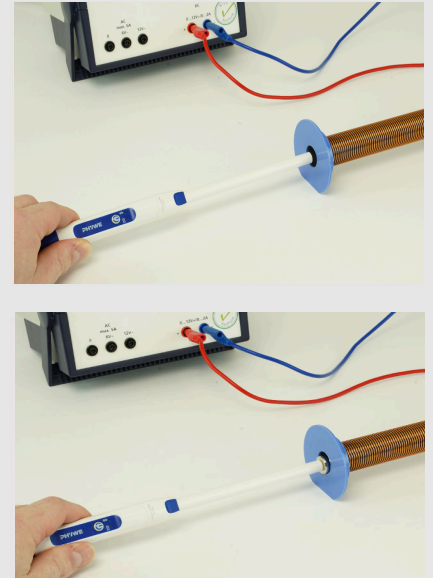
Procédure (1/5)

PHYWE

- Positionnez la pointe du capteur à l'extrémité de la bobine, augmentez le courant par incréments de 0,1 A et enregistrez un point de mesure pour chaque courant en appuyant sur un bouton. De cette façon, l'axe des x correspond à la mesure : $I[100 \text{ mA}]$.

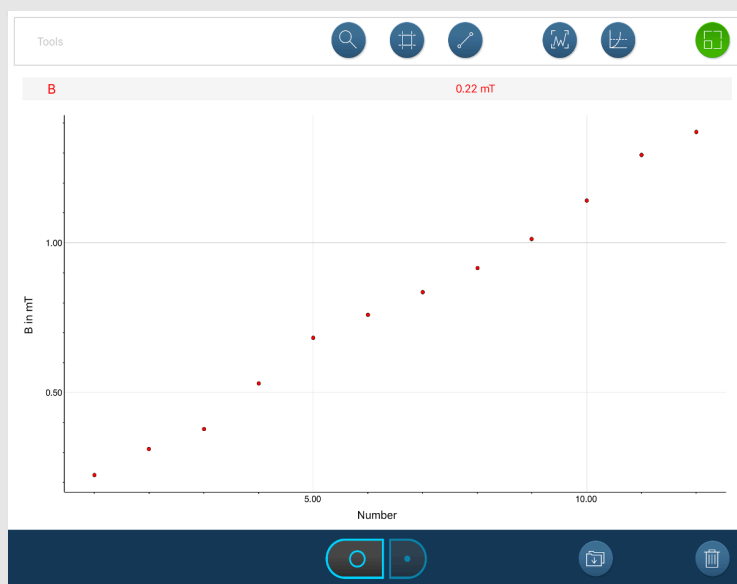
Le courant maximum autorisé pour cette bobine est de 1,2 A. $I = 1,2 \text{ A}$.

- Après la dernière valeur mesurée, réglez le courant à zéro et enregistrez vos valeurs mesurées.
- Insérez le noyau de fer dans la bobine et répétez la mesure ci-dessus.
- Enregistrez également la deuxième série de mesures, réglez le courant à zéro et coupez l'alimentation.



Procédure (2/5)

PHYWE

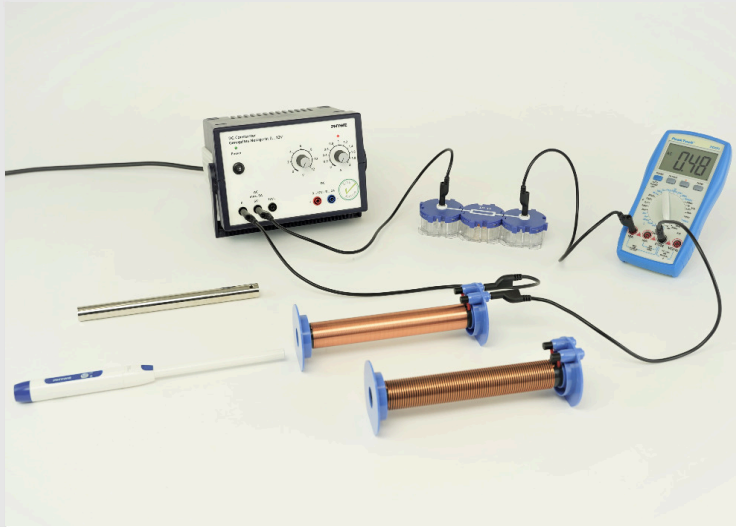


- Remplacez la bobine installée par une bobine avec un nombre de tours plus élevé. $N = 75$ et remettez le bloc d'alimentation sous tension.
- Augmentez le courant comme précédemment, en partant de zéro par pas de 0,1 A et reprenez un point de mesure pour chaque courant en appuyant sur un bouton.
- Répétez la mesure avec le noyau de fer inséré et éteignez le bloc d'alimentation après la dernière valeur mesurée.

Chaque série de mesures doit être enregistrée à

Mise en œuvre (3/5)

PHYWE



Montage d'essai avec tension alternative

Modifiez le test selon la figure ci-contre.

Pour ce faire, mettez sous tension le bloc d'alimentation, les $10\ \Omega$ résistance, l'ampèremètre et la bobine à $N = 300$ Bobines en ligne.

Utilisez les prises pour la source de courant alternatif de 6V pour le circuit sur le bloc d'alimentation.

Au départ, le noyau de fer n'est pas branché sur la bobine et le bloc d'alimentation est mis hors tension.

Désactivez maintenant la mesure dans mesureAPP en appuyant sur une touche afin

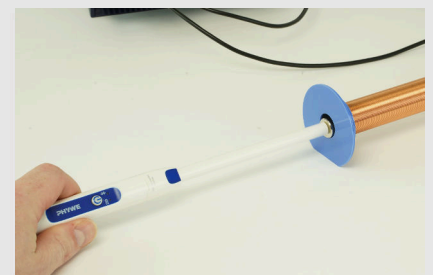
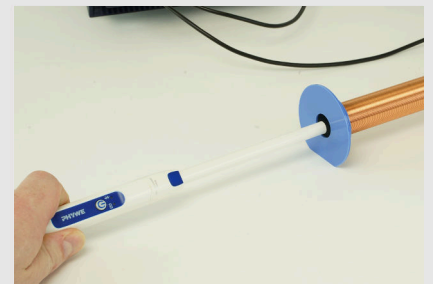
Procédure (4/5)

PHYWE

- Positionnez la pointe du capteur à l'extrémité de la bobine, lancez une mesure et mettez l'appareil sous tension pendant quelques secondes au cours de la mesure.

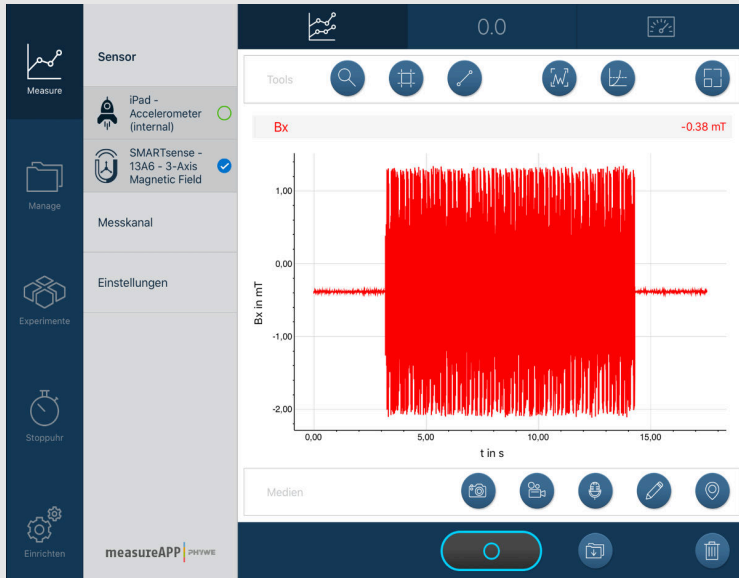
Attention : Ne pas utiliser les bobines sans $10\ \Omega$ Connectez la résistance au courant alternatif, sinon les bobines risquent de surchauffer.

- Enregistrez vos mesures, insérez le noyau de fer dans la bobine et répétez la mesure ci-dessus.
- Enregistrez également la deuxième série de mesures et vérifiez que le bloc d'alimentation est éteint.
- Déterminez la déviation maximale de l'induction magnétique respective pour les deux mesures à l'aide des outils d'évaluation et notez les valeurs dans le tableau du protocole.



Procédure (5/5)

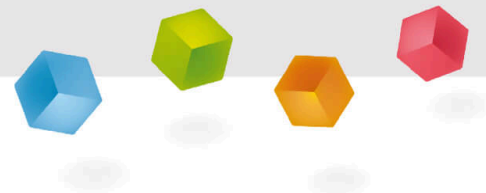
PHYWE



- Remplacez la bobine installée par une bobine avec un nombre de tours plus élevé. $N = 75$ éteint.
- Répétez les deux mesures (avec et sans noyau de fer) pour cette bobine. Lancez une mesure et remettez l'alimentation en marche pendant quelques secondes.
- Déterminez à nouveau l'induction magnétique maximale à l'aide des outils d'évaluation, notez les valeurs obtenues dans le tableau du protocole et enregistrez la mesure correspondante.

PHYWE

Rapport



Tableau

PHYWE

Déterminez la pente des points de mesure pour les quatre mesures en courant continu et inscrivez-les dans le tableau suivant : $B[mT] = m \cdot I[100mA]$. Déterminez les densités de flux magnétique maximales pour les quatre mesures en courant alternatif. $B_{x,max}$ et les inscrire également dans le tableau. Déterminez ensuite les rapports pour tous les couples de mesure (avec et sans noyau de fer). μ^* des gradients ou des densités maximales de flux magnétique et les inscrire également dans le tableau.

Bobine / Noyau de fer $m [mT/A]$ $\mu^* [1]$ $B_{x,max} [mT]$ $\mu^* [1]$

300 / avec				
300 / sans				
75 / avec				
75 / sans				

Tâche 1

PHYWE

Lesquelles des affirmations suivantes sont correctes pour la mesure du courant continu ?

- ☐ Les autres réponses sont toutes fausses.
- ☐ Le rapport calculé μ^* est plus grande pour la bobine avec plus de tours.
- ☐ La pente est supérieure de plus d'un ordre de grandeur pour les deux mesures avec noyau de fer que pour les mesures sans noyau de fer.
- ☐ Dans les quatre séries de mesures, l'intensité du flux magnétique augmente linéairement avec l'intensité du courant de la bobine correspondante.

✓ Vérifiez

Tâche 2

PHYWE

Faites glisser les mots aux bons endroits.

Les séries de mesures avec et sans [] diffèrent considérablement, car la [] qui en résulte est très différente. La densité de flux magnétique mesurée [] noyau de fer est beaucoup plus élevée que celle []. La raison en est l'amplification par la perméabilité magnétique relative. μ_r [] ordres de grandeur* à celle de l'air ($\mu_r = 1$) et dépend de la "magnétisabilité" du matériau.

[noyau de fer] [avec] [sans] [du fer, qui est généralement supérieure de plusieurs

[densité de flux magnétique]

✓ Vérifiez

Tâche 3

PHYWE

Faites glisser les mots aux bons endroits.

La [] de l'air est approximativement identique à celle du [] et est donc proche de 1, alors que celle du [] est de l'ordre de $300 < \mu_r < 10.000$. Le rapport mesuré μ^* est nettement plus faible. La raison principale en est que le [] ne remplit pas complètement l'intérieur de la [].

fer

noyau de fer

vide

perméabilité magnétique relative

bobine

✓ Vérifiez

Tâche 4

PHYWE

La relation μ^* est légèrement plus faible dans le cas du courant alternatif que dans le cas du courant continu. Comment cela se fait-il ?

- ☐ Le noyau de fer possède une sorte de mémoire magnétique, appelée rémanence magnétique, qui fait que la densité maximale de flux magnétique mesurée est réduite lorsque le champ magnétique externe est inversé.
- ☐ L'affirmation est fausse. Dans le cas du courant alternatif, le rapport est même plus de deux fois plus élevé.

 Vérifiez

Tâche 4

PHYWE

La relation μ^* est légèrement plus faible dans le cas du courant alternatif que dans le cas du courant continu. Comment cela se fait-il ?

- ☐ Le noyau de fer possède une sorte de mémoire magnétique, appelée rémanence magnétique, qui fait que la densité maximale de flux magnétique mesurée est réduite lorsque le champ magnétique externe est inversé.
- ☐ L'affirmation est fausse. Dans le cas du courant alternatif, le rapport est même plus de deux fois plus élevé.

 Vérifiez

Tâche 5

PHYWE

Considérez les paires de mesures pour une bobine chacune avec l'autre. Comme vous le savez, l'intensité du champ magnétique H de la bobine cylindrique mince proportionnelle au courant appliqué. Néanmoins, l'évolution de l'induction magnétique B de grandes différences au cours du temps. Quelle formule est correcte ? (Elle s'applique $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ avec la constante du champ magnétique μ_0)

☐ $\mu = H \cdot B$

☐ $B = \mu \cdot H$

☐ $H = \mu \cdot B$

☒ Vérifiez