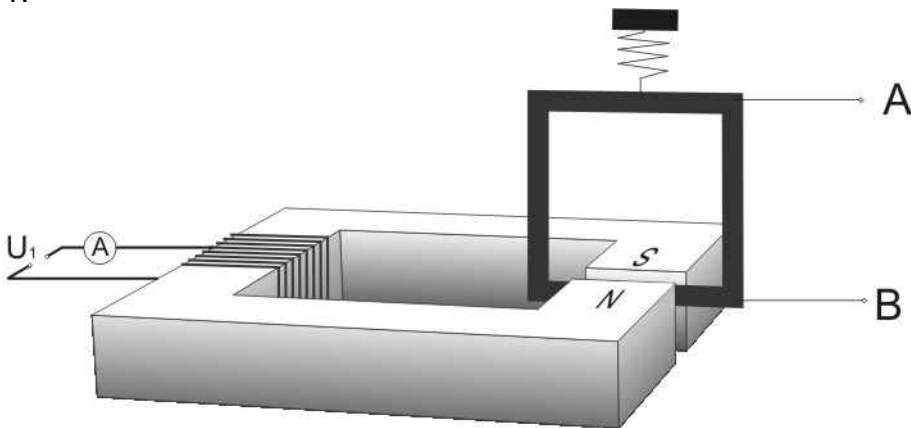


**11. Kurzkontrolle Physik Leistungskurs Klasse 11**  
**18.4.2008**

1.



Eine rechteckige Rahmenspule hängt an einer Feder mit der Federkonstante  $5,0 \text{ Nm}^{-1}$  und taucht mit dem unteren Teil genau im Luftspalt eines Elektromagneten. Durch die Spule des Magneten fließt ein Strom von  $5,0 \text{ A}$ . Die Spule selbst besteht aus  $500$  Windungen und hat eine Länge von  $0,20 \text{ m}$ . Durch den Strom entsteht im Spalt zwischen Nord- und Südpol ein Magnetfeld der Stärke  $0,3 \text{ T}$ .

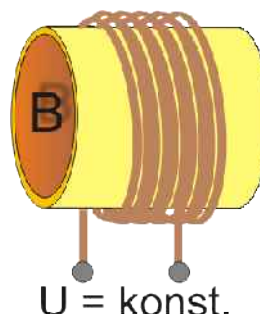
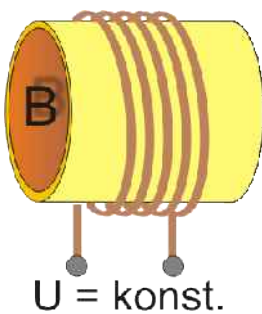
a) Berechnen Sie die relative Permeabilität des Eisens, aus dem der Kern des Magneten besteht. (2)

An die Rahmenspule wird eine Spannung von  $2,6 \text{ V}$  angelegt, Plus an B und Minus an A. Die Spule wiegt  $0,05 \text{ kg}$ , besteht aus  $500$  Windungen und hat einen Widerstand von  $260 \text{ Ohm}$ . Die Schenkel des Eisenkerns haben einen quadratischen Querschnitt von  $5 \text{ cm}$  Länge.

b) Wie ändert sich durch das Anlegen der Spannung die Ausdehnung der Feder? (5)

2. Äußern Sie sich über die Polung der Hall-Spannung, wenn positive und negative Ladungsträger gleichermaßen frei beweglich wären. Begründen Sie kurz Ihre Aussage. (3)

3.



Eine Pappröhre ist mit mehreren Windungen Kupferdraht umwickelt, die an einer konstanten Spannungsquelle angeschlossen sind. Im Innern der Spule entsteht durch den fließenden Strom ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte  $B$ .

Nun wird mit weiterem Draht der gleichen Qualität die Windungszahl der Spule verdoppelt. Die Spannung bleibt konstant.

Wie ändert sich die Flussdichte  $B$  im Innern der Spule? (1)

- a) Sie vervierfacht sich.
- b) Sie verdoppelt sich.
- c) Sie halbiert sich.
- d) Sie viertelt sich.
- e) Sie ändert sich gar nicht.

Lösungen:

1.

geg.:	$I = 5,0 \text{ A}$ $N = 500$ $\ell = 0,2 \text{ m}$ $B = 0,3 \text{ T}$	ges.:	$\mu_r$
Lösung: n:	<p>Es gilt</p> $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ <p>Nach der gesuchten Größe umgestellt:</p> $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ $\mu_r = \frac{B \cdot \ell}{\mu_0 \cdot N \cdot I}$ $\mu_r = \frac{0,3 \text{ T} \cdot 0,2 \text{ m}}{1,257 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 500 \cdot 5,0 \text{ A}}$ $\mu_r = 19,1$		
Antwort:	Das Eisen hat bei dieser Magnetisierung eine Permeabilität von 19.		

geg.:	$B = 0,3 \text{ T}$ $a = 0,05 \text{ m}$ $U = 2,6 \text{ V}$ $m = 0,05 \text{ kg}$ $D = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $R = 260 \Omega$	ges.:	$\Delta s$
Lösungen:	<p>Wird die Spule an die Feder gehängt, zieht es die Feder nach unten. Durch den Strom der in der Spule nach dem Anlegen der Spannung fließt, wird sie nach unten gezogen (Hand-Regel). Damit wird die Ausdehnung größer.</p> <p>Es gilt:</p> $D = \frac{F}{\Delta s}$ $\Delta s = \frac{F}{D}$ <p>Die Kraft ist die Kraft, die auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld wird. Sie berechnet sich mit:</p> $F = B \cdot l \cdot I$ <p>Die Länge des Leiters ist die, die sich im Magnetfeld befindet und damit 5 cm lang. Der Rest des unteren Teils der Spule spürt ja nichts vom Magnetfeld.</p> <p>Der Strom berechnet sich aus anliegender Spannung und Widerstand.</p> <p>Da die Spule 500 Windungen hat, ist die Kraft auch 500 mal so groß wie auf einen einzelnen Leiter:</p> $F = B \cdot N \cdot a \cdot \frac{U}{R}$ <p>Das kann in die Gleichung eingesetzt werden:</p> $\Delta s = \frac{B \cdot N \cdot a \cdot U}{D \cdot R}$ $\Delta s = \frac{0,3 \text{ T} \cdot 500 \cdot 0,05 \text{ m} \cdot 2,6 \text{ V}}{5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 260 \Omega}$ $\Delta s = 0,015 \text{ m}$		
Antwort:	Die Feder wird durch das Anlegen der Spannung um 0,015 m = 1,5 cm länger.		

2. b) Da sich beide Ladungsträgersorten in die gleiche Richtung bewegen, entsteht durch den Ausgleich keine Spannung.

3. e) ist richtig, die Flussdichte ändert sich nicht.

Verbale Begründung: Durch die doppelte Windungszahl verdoppelt sich der Widerstand des Drahtes. Da die Spannung konstant bleibt, sinkt der fließende Strom auf die Hälfte. Die Stärke des Stromes und die Windungszahl bestimmen die Stärke des Magnetfeldes. Wird die Windungszahl aber erhöht, steigt gleichzeitig der Widerstand der Leitung. Das hat zur Folge, dass der Strom kleiner wird und die Wirkung der Erhöhung der Windungszahl zunichte gemacht wird.

Formelmäßige Begründung:

Der magnetische Fluss im Innern einer Spule berechnet sich mit:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{l_S}$$

$\mu_r$  ist durch die Luftfüllung 1 und kann wegfallen.

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot U}{l_S \cdot R}$$

Der Widerstand wird ersetzt:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot U \cdot \pi \cdot d_D^2}{\rho \cdot l_S \cdot l_D \cdot 4}$$

Die Länge des Drahtes wird ersetzt:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot U \cdot \pi \cdot d_D^2}{\rho \cdot l_S \cdot \pi \cdot d_S \cdot N \cdot 4}$$

Kürzen:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{U \cdot d_D^2}{\rho \cdot l_S \cdot d_S \cdot 4}$$

Die Windungszahl ist rausgefallen!

Die Flussdichte hängt von Größen ab, die sich bei dieser Versuchsbeschreibung nicht ändern!

Der Strom kann ersetzt werden:

$$I = \frac{U}{R}$$

Der Widerstand kann ersetzt werden:

$$R = \rho \cdot \frac{l_D}{A_D}$$

Die Fläche kann ersetzt werden:

$$A_D = \frac{\pi}{4} \cdot d_D^2$$

Damit wird der Widerstand:

$$R = \rho \cdot \frac{l_D \cdot 4}{\pi \cdot d_D^2}$$

Die Länge des Drahtes kann ersetzt werden:

$$l_D = U_S \cdot N$$

$$l_D = \pi \cdot d_S \cdot N$$