

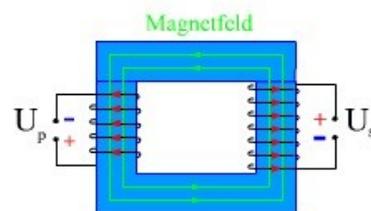
Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!
- **Sämtliche in der Klausur benötigten Konstanten lassen sich in der Formelsammlung finden!**

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Transformator Ein Trafo besteht aus mehreren Drahtwicklungen („Spulen“), die sich in einem gemeinsamen Magnetfeld befinden. Mit Trafos lassen sich Spannungen herauf- und heruntertransformieren. Vielfache Anwendung finden sie bei der Spannungsversorgung elektronischer Niedervoltgeräte durch Netzteile (Handys, Computer etc.)

An einen Transformator (Primärwindungszahl n_P , Sekundärwindungszahl n_S) wird primärseitig die Wechselspannung U_P angelegt.



1.1. Leiten Sie aus dem Gesetz für die Spannungsübersetzung am idealen

Transformator ($\frac{U_P}{U_S} = \frac{n_P}{n_S}$) das Gesetz für die Stromübersetzung her. Nehmen

Sie dazu an, dass die gesamte primärseitig hineingesteckte Leistung im Sekundärkreis zur Verfügung steht. (Hinweis: Eine bloße Angabe des Gesetzes für die Stromübersetzung ist wertlos!)

1.2. Es sei nun $U_P = 230\text{ V}$, $n_P = 100$ und $n_S = 25$. An die Sekundärspule ist ein Widerstand $R_S = 8\ \Omega$ angeschlossen.

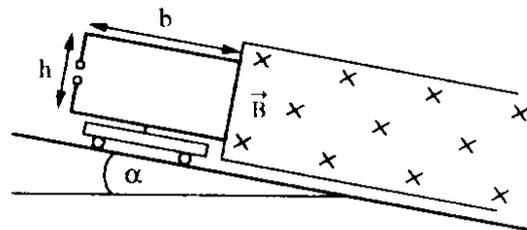
- Welcher Strom I_S fließt durch R_S ?
- Welcher Strom I_P fließt durch die Primärwicklung? (Kontrollergebnis: ca. 1,5 A)

1.3. Tatsächlich fließt primärseitig ein Strom von 2,2 A.

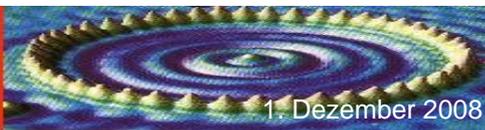
- Wie groß ist die Verlustleistung?
- Welche Ursachen kann sie haben? (Es gibt tatsächlich mehrere!)
- Wie hoch ist der Wirkungsgrad η des Trafos? (Tipp: Ein Wirkungsgrad wird so definiert, dass sich bei vollständigem Verlust der investierten Leistung $\eta = 0$ und bei $P_{\text{Verlust}} = 0$ $\eta = 1 = 100\%$ ergibt.)

Induktion 1831 entdeckte Michael Faraday das Phänomen der elektromagnetischen Induktion bei seinem Bemühen, die Funktionsweise eines Elektromagneten („elektrischer Strom erzeugt ein Magnetfeld“) umzukehren („Magnetfeld erzeugt Strom“). Zur Erklärung des Phänomens gibt es zwei alternative Modelle: auf der Grundlage der Lorentzkraft auf bewegte Ladungen oder mit Hilfe der Änderung des magnetischen Flusses.

Mit Hilfe eines Wagens auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 10^\circ$ wird eine rechteckige Spule durch ein scharf begrenztes homogenes Magnetfeld der Flussdichte $B = 160\text{ mT}$ bewegt (Feldrichtung senkrecht zur Zeichenebene). Die Masse des Wagens samt Spule beträgt 200g. Die Spule hat 600 Windungen und einen ohmschen Widerstand von $3,0\ \Omega$. Die Höhe der Spule beträgt $h = 5,0\text{ cm}$; die Spulenachse liegt parallel zum Magnetfeld. Jegliche Reibung ist zu vernachlässigen.



- Durch das Anlegen einer geeigneten Spannung zwischen den Spulenden ist es möglich, den Wagen in der Ausgangsstellung (siehe Skizze) zu halten. Berechnen Sie diese Spannung, und geben Sie ihre Polung an.
- Nun werden die Spulenden kurzgeschlossen. Die Spule soll ohne Anfangsgeschwindigkeit in das Magnetfeld eintauchen. Solange sich die Spule noch nicht vollständig im Magnetfeld befindet, ist die Beschleunigung nicht konstant. Erklären Sie diesen Sachverhalt anhand einer Rechnung.
- Während des Einfahrens in das Magnetfeld strebt die Geschwindigkeit der Spule gegen einen konstanten Wert v_0 . Berechnen Sie v_0 .



2.4. Die Spule wird wieder in die Ausgangslage zurückgebracht. An der Spule liegt keine äußere Spannung an. Die Spulenden sind außerdem nicht miteinander verbunden. Zur Zeit $t=0$ beginnt die Spule ohne Anfangsgeschwindigkeit in das Magnetfeld einzutauchen. Geben Sie für den Zeitraum, in dem die Spule noch nicht vollständig in das Magnetfeld eingetaucht ist, die induzierte Spannung U_{Ind} in Abhängigkeit von der Zeit an.

Elektroschocks Für den Basar haben Sie einen Elektroschocker gebaut, dessen Elektroschocks schmerzhaft, aber offensichtlich nicht lebensgefährlich waren. Im Prinzip funktionieren auch Zündspulen und Weidezaungeräte auf diese Weise.

3.

a) Berechnen Sie die erlittene Spannung unter folgenden Annahmen:

- Permeabilitätszahl des Eisens: 1000
- Windungszahl: 500
- Länge x Breite x Höhe der Spule: 0,1 m x 0,05 m x 0,05 m
- Stromstärke vor dem Ausschalten: 0,5 A
- Schaltzeit: 1 ms (= Dauer des Ausschaltvorgangs)

b) Begründen Sie, warum Sie das Experiment trotzdem – hoffentlich – schadlos überstanden haben und Ihr Physiklehrer nicht inhaftiert wurde.

c) Berechnen Sie die magnetische Energie.

Viel Spaß! (Erfolg auch.)

