Experimentalpraktikum zur Induktion Blatt 1

Vorbemerkung:

Diese Ausführungen sind nicht als eine fertige, sensationell gut Unterrichtsreihe zu verstehen, sondern sie sollen ein Beitrag zur Diskussion über Experimentalpraktika als einem festen Bestandteil des NW-Unterrichts sein, nicht mehr aber auch nicht weniger. Selbstverständlich ist mir klar, dass die hier beschriebenen Experimente in vielen anderen Büchern nachzulesen sind und ich bitte mir auch zu glauben, dass ich nicht mit diesen Seiten andere Kolleginnen und Kollegen fachlich schulen möchte.

Diese Reihe wurde durchführt über einen Zeitraum von 4 Doppelstunden und einer Einzelstunde. Zuvor war die Theorie zur Induktion abgehandelt worden. (Induzierte Spannung gleich Änderung des magnetischen Flusses.) Insbesondere war die Lenz'sche Regel noch nicht behandelt worden. Sie sollte von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen dieses Praktikums erarbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler hatten die Aufgabe, die Experimente durchzuführen und zu dokumentieren. Dokumentieren bedeutete in diesem Zusammenhang auch, die Ergebnisse der Restgruppe vorzutragen. Die Anzahl der Versuche ergab sich aus der Tatsache, dass dieser Kurs aus 20 Schülerinnen und Schülern bestand und die einzelnen Arbeitsgruppen aus nicht mehr als zwei Mitgliedern bestehen sollten. Dadurch sollte erreicht werden, dass wirklich jeder/jede mitarbeiten musste und sich nicht von den anderen mit durchziehen lassen konnte.
Zur Durchführung des Praktikums bekamen die Schülerinnen und Schüler die beiden Arbeitsblätter ausgehändigt und das Experimentiermaterial wurde, so weit wie nötig, vorgestellt. Die Arbeit erfolgte dann weitgehend eigenständig. Es war den Schülern klar, dass von ihnen erwartet wurde, dass sie nach dem Praktikum alle Experimente kennen und erklären können mussten.
Nach dem Praktikum kamen die Osterferien., also eine Pause von zwei Wochen. In der Woche nach den Ferien gab es noch drei Unterrichtsstunden, die als Übungsphase für die dann folgende Klausur dienten. Die Klausur findet sich am Schluss dieser Seiten. Was mich besonders interessieren würde, ist ein Austausch darüber, ob ein solches Verfahren für einen Lk angemessen ist.

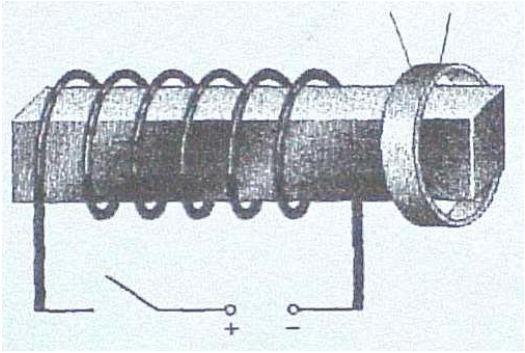
Viele Grüße aus Münster

Matthias Luft

Luftmaut@muenster.de

Experimentalpraktikum zur Induktion Blatt 2

Versuch 1 - Thomson'scher Ring:
Ein Aluminiumring ist frei beweglich über den Verlängerten Eisenkern einer Spule gehängt. Der Strom wir ein- und ausgeschaltet.



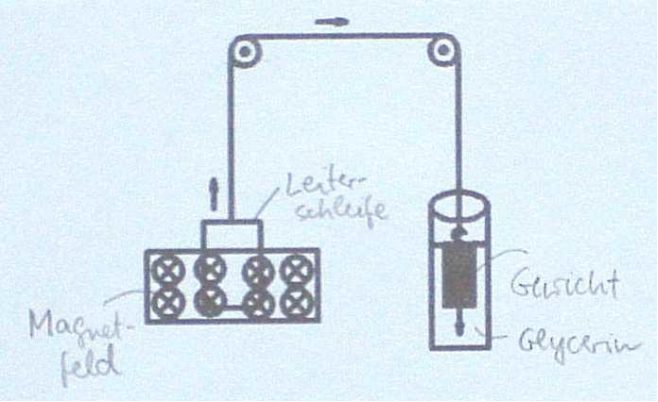
Bauen Sie den Versuch auf und führen Sie ihn durch.
- Was beobachten Sie?
- Wird der Effekt durch die Polung der Spule beeinflusst?
- Können Sie einen Unterschied beim Ein- und Ausschalten erkennen?
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen.

Versuch 2 - Parallelschaltung einer Glimmlampe:
Eine Glimmlampe und eine Spule (n = 12000) mit Eisenkern werden parallel an eine Gleichspannungsquelle gelegt. Die Quelle ist auf 10 V eingestellt. (Schalter einbauen!)
- Erstellen Sie eine Schaltskizze
- Was beobachtet man beim Öffnen bzw. beim Schließen des Schalters?
- Erklären Sie die Beobachtungen (Anm.: Die Glimmlampe benötigt zur Zündung ungefähr 100 V)

Versuch 3 - Parallelschaltung mit Glühlampen
Erstellen Sie folgende Parallelschaltung: In einem Zweig liegt ein Glühlämpchen mit einer Spule (n = 2500) mit Eisenkern, im anderen Zweig ein Glühlämpchen mit einem Schiebewiderstand.
- Es wird eine Gleichspannung angelegt. (Schalter einbauen!) Der Widerstand wird so eingestellt, dass beide Lämpchen gleich hell leuchten. Der Schalter wird danach geöffnet.
- Erstellen Sie eine Schaltskizze.
- Was beobachten Sie beim Schließen des Schalters? Der Effekt ist zwar recht klein, aber durchaus deutlich. Sie müssen sehr aufmerksam beobachten.
- Erklären Sie die Beobachtung.

Versuch 4 - Glyzerin-Bremse
Eine Leiterschleife wird mit konstanter Geschwindigkeit durch ein Magnetfeld bewegt. Die Leiterschleife wird an einen Bindfaden gebunden, der über die Umlenkrollen eines Galgens mit einem Gewicht verbunden ist. Das Gewicht befindet sich auf dem Tisch in einem Behälter mit Glyzerin. Zwei Spulen mit Eisenkernen erzeugen das Magnetfeld.
- Die Leiterschleife wird im Magnetfeld senkrecht zu den Feldlinien positioniert. Das Gewicht wird angehoben, aber keinesfalls aus dem Glyzerin herausgehoben.
- Lassen Sie das Gewicht los und betrachten Sie den Spannungsverlauf in Abhängigkeit von der Position der Leiterschleife. Achten Sie auf Details!
- Erklären Sie die Beobachtungen.

Experimentalpraktikum zur Induktion Blatt 3



Versuch 5 - Elektrodenlose Ringentladung
Eine Ringspule wird an eine hochfrequente Wechselspannungsquelle angeschlossen (im MHz-Bereich) . In der Spule befindet sich eine Glaskugel, die mit Gas von geringem Druck gefüllt ist. Die Wechselspannung wird eingeschaltet und in die Nähe der Glaskugel wird ein durch Reibung elektrostatisch geladener Stab gebracht. Möglicherweise müssen Sie diesen Vorgang mehrfach wiederholen.

- Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen

Versuch 6 - Primär- und Sekundärspule
Eine Primärspule ist an einen Funktionsgenerator angeschlossen, der wahlweise eine Sinus-, Rechtecks- bzw. Dreiecksspannung liefern kann. Diese Spannung kann man mit einem Oszilloskop (Kanal 1) beobachten. Die in der Sekundärspule induziert Spannung beobachtet man mit dem Kanal 2 des Oszilloskops.

- Erstellen Sie eine Schaltskizze
- Untersuchen und erklären Sie den Zusammenhang der beiden beobachteten Spannungen.

Versuch 7 - Helmholtzspule/Windungszahl
An eine große Helmholtzspule wird eine Wechselspannung angelegt.

- Legen Sie nun Induktionsspulen mit gleicher Querschnittsfläche jedoch unterschiedlicher Windungszahl in die Helmholtzspule und notieren Sie Ihre Beobachtungen
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen

Versuch 8 - Helmholtzspule/Querschnittsfläche
An eine große Helmholtzspule wird eine Wechselspannung angelegt.

- Legen Sie nun Induktionsspulen mit gleicher Windungszahl jedoch unterschiedlicher Querschnittsfläche in die Helmholtzspule und notieren Sie Ihre Beobachtungen
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen

Versuch 9 - Oszilloskop
Erläutern Sie die Funktionsweise eines Oszilloskops
(Literatur: Dorn Bader S. 70 ff, Metzler S. 219)

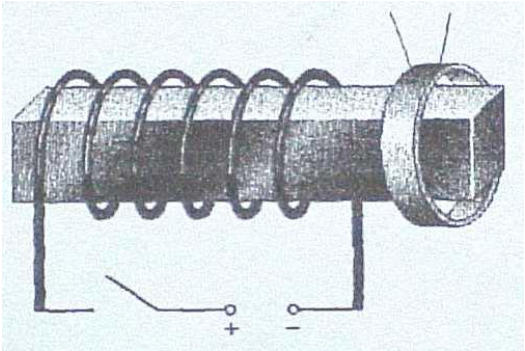
Versuch 10 (besser Aufgabe 10) - Zum Rechnen:
Dorn Bader S. 122 Nr. 4

Im Anschluss an dieses Praktikum wurde die folgende Klausur gestellt:

Experimentalpraktikum zur Induktion Blatt 4

Aufgabe 1
In den Experimentalpraktikum der letzten Stunden habt Ihr neben anderen Experimenten folgende drei durchgeführt:

Versuch 1 - Thomson'scher Ring:
Ein Aluminiumring ist frei beweglich über den Verlängerten Eisenkern einer Spule gehängt. Der Strom wir ein- und ausgeschaltet.



Bauen Sie den Versuch auf und führen Sie ihn durch.
- Was beobachten Sie?
- Wird der Effekt durch die Polung der Spule beeinflusst?
- Können Sie einen Unterschied beim Ein- und Ausschalten erkennen?
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen.

Versuch 2 - Parallelschaltung mit Glühlampen
Erstellen Sie folgende Parallelschaltung: In einem Zweig liegt ein Glühlämpchen mit einer Spule (n = 2500) mit Eisenkern, im anderen Zweig ein Glühlämpchen mit einem Schiebewiderstand.
- Es wird eine Gleichspannung angelegt. (Schalter einbauen!) Der Widerstand wird so eingestellt, dass beide Lämpchen gleich hell leuchten. Der Schalter wird danach geöffnet.
- Erstellen Sie eine Schaltskizze.
- Was beobachten Sie beim Schließen des Schalters? Der Effekt ist zwar recht klein, aber durchaus deutlich. Sie müssen sehr aufmerksam beobachten.
- Erklären Sie die Beobachtung.

Versuch 3 - Primär- und Sekundärspule
Eine Primärspule ist an einen Funktionsgenerator angeschlossen, der wahlweise eine Sinus-, Rechtecks- bzw. Dreiecksspannung liefern kann. Diese Spannung kann man mit einem Oszilloskop (Kanal 1) beobachten. Die in der Sekundärspule induziert Spannung beobachtet man mit dem Kanal 2 des Oszilloskops.
- Erstellen Sie eine Schaltskizze
- Untersuchen und erklären Sie den Zusammenhang der beiden beobachteten Spannungen.

Die Aufgabe lautet: Beantworte die hier gestellten Fragen bzw. löse die hier gestellten Aufgaben.

<u>Aufgabe 2</u>

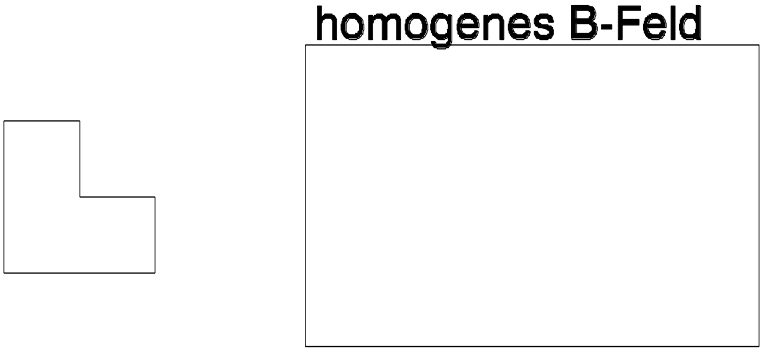
- Wie allgemein bekannt ist, kann man den Vorgang der Selbstinduktion beschreiben mit der Formel $U_{ind} = -L \cdot I$, wobei die Größe L die Eigeninduktivität der Spule ist, für die der folgende

Zusammenhang gilt: $L = \mu_0 \mu_r \frac{n^2}{l} A$. In vielen Situationen ist es sinnvoll, mit der Näherungsformel $U_{ind} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$ zu arbeiten. Worin besteht die Vereinfachung bei dieser Näherung?

a) Welche durchschnittliche Selbstinduktionsspannung U_{ind} entsteht, wenn man den Strom I = 200 mA , der durch eine Spule mit der Induktivität L = 500 H fließt, in der Zeit $\Delta t = 0{,}01 s$ abschaltet?
b) Eine Spule mit der Induktivität L = 5,46 H wird von einem Strom I = 10 mA durchflossen. Beim Ausschalten des Stroms soll die Selbstinduktionsspannung 500 V nicht überschreiten. Wie lange muß dann der Abschaltvorgang mindestens dauern ?
c) Eine zylindrische Spule hat den Radius r = 4 cm, die Länge l = 45 cm und die Windungszahl n = 4000 . Berechne die Induktivität der Spule.

Aufgabe 3

Das "Leiter-L" soll sich mit einer Geschwindigkeit $v = 1 cms^{-1}$ nach rechts bewegen. Das B-Feld habe die Stärke 1 T , die Maße des L's seinen 1 cm für die kurzen Seiten bzw. 2 cm für die langen Seiten. Die Länge des B-Bereichs sei 5 cm.



a) Bestimme den Verlauf von U(x).
b) Wie kann man das Ergebnis von a) umwandeln in einen zeitlichen Zusammenhang U(t)?