**1. Aufgabe****(3 Punkte)**

Wir wissen, dass im elektrischen Feld eines Kondensators Energie gespeichert ist. Man kann einen Kondensator über ein Birnchen entladen, welches diese elektrische Energie in Wärme bzw. in Licht umwandelt. Man kann den gleichen Kondensator aber auch über eine Spule entladen – hier leuchtet nichts und sehr warm wird der Draht auch nicht.

a) Wo steckt die elektrische Energie im letzten Aufbau?

Ein Teil (je nachdem, wie das L der Spule ist) der elektrischen Energie wird in den Aufbau des magnetischen Feldes der Spule gesteckt. Diese Energie wird frei, wenn der Kondensator entladen ist und kein Strom mehr fließt. Dann baut sich das Feld ab und bewegt wieder Ladungen im Stromkreis; der Kondensator wird erneut aufgeladen, dieses Mal aber mit anderen Vorzeichen. Dass sich überhaupt ein Magnetfeld aufbaut, liegt daran, dass sich die Stromstärke beim Entladen eines Kondensators ständig ändert (am Anfang maximal, dann wird die Stromstärke immer schwächer, denn sie ist von der Spannung abhängig, die ja wegen des Ladungsausgleichs sinkt) und eine sich ändernde Stromstärke bewirkt in Spulen nun einmal ein Magnetfeld.

b) Erläutere den Begriff „Eigeninduktivität“ (mit L abgekürzt) von Spulen und vergleiche ihn anschaulich mit dem Begriff „Kapazität“ (mit C abgekürzt) bei Kondensatoren.

Wie beim Kondensator besprochen wurde, macht C eine Aussage über die Fähigkeit des Kondensators, bei einer anliegenden Spannung U Ladungen Q zu trennen; $Q=CU$; „Kuh=Kuh“.

Die Induktivität L der Spule (nicht nur bei Spulen, sondern bei stromführenden Leitungen (wobei das ja auch Spulen mit $n=1$ sind ;-)) allgemein) ist ein Analogon zu C; sie macht eine Aussage über die Fähigkeit dieser Spule, bei einer sich ändernden Stromstärke ein Magnetfeld aufzubauen.

2. Aufgabe**(3 Punkte)**

Eine Starkstromleitung ($I=5000\text{A}$) verläuft von Nord nach Süd im Land Magneton. Das Erdmagnetfeld verläuft dort von West nach Ost ($B=10\text{mT}$). Die Masten haben einen Abstand von 100 Metern.

a) Wie groß ist die Kraft, die auf die Leitung zwischen zwei Masten wirkt?

$F = IBs = 5000 \cdot 10/1000 \cdot 100 \text{ N} = 5000 \text{ N}$. Entspricht einer Gewichtskraft von 500kg!

b) Welche Richtung hat diese Kraft?

Mit der 3-Finger-Regel finden wir je nach Stromrichtung der Elektronen eine Bewegung nach unten bzw. eine nach oben. Denn die Stromrichtung ist gar nicht angegeben!

3. Aufgabe

(3 Punkte)

Im Unterricht haben wir das Experiment „Leiterschaukel“ durchgeführt. Dabei wurde zu Beginn ein elektrischer Leiter in ein Magnetfeld eines Dauermagneten gehängt.

a) Was passiert, wenn durch den frei hängenden Leiter ein Strom fließt?

Der elektrische Leiter wird im Magnetfeld ausgelenkt. Je nach Stromrichtung wird er aus dem Magnetfeld gedrückt oder hineingezogen.

b) Was passiert, wenn man durch den Leiter keinen Strom laufen lässt, ihn aber bewegt?

Dann werden Ladungen im Leiter getrennt. Ist der Stromkreis geschlossen und ist ein Spannungsmessgerät (Mikrovoltverstärker) eingehängt, sieht man „Spannungsschübe“. Beim periodischen Hin- und Herbewegen entsteht eine Wechselspannung.

c) Ersetze gedanklich das Magnetfeld durch das Erdmagnetfeld und das sich im Magnetfeld befindende Leiterstück durch die Flügel eines Flugzeuges. Was passiert hier, wenn das Flugzeug senkrecht durch das Magnetfeld fliegt?

Auch hier werden Ladungen getrennt und eine Spannung induziert.

4. Aufgabe

(3 Punkte)

Du hast einen Draht und eine Spannungsquelle.

a) Konzipiere eine Spule mit einem Magnetfeld der Stärke 0,1T ($\mu_0=1,26 \cdot 10^{-6}$ Vs/Am).

Mit der Formel $B = \mu_0 n I$ kann man durch eigenes Festlegen von I und n/l die Gleichung so anpassen, dass $B=0,1T$ herauskommt. Bspw. setzen wir n/l auf 10000, also 1000 Wicklungen auf 10cm; $1000/0,1=10000$. Dann haben wir auf der rechten Seite $0,0126 \cdot I$. I muss nun so angepasst sein, dass 0,1 herauskommt, also ist $I=0,1/0,0126$. Das ist gerundet $I=8A$.

b) Die von dir fertiggestellte Spule bricht genau in der Mitte auseinander. Wie groß ist das Magnetfeld einer solchen „Teilschule“, wenn der durch den Draht fließende Strom der gleiche ist?

Da sich n/l nicht durch das Durchbrechen verändert hat, besitzt die Teilschule ein gleichstarkes Magnetfeld wie die Ausgangsspule. Der homogene Bereich ist allerdings kleiner geworden!

5. Aufgabe

(3 Punkte)

Das Magnetfeld einer Spule ändert sich in 1ms von $B = 0,5\text{T}$ auf $B=0,1\text{T}$. In der Spule befindet sich eine quadratische Leiterschleife mit 100 Wicklungen senkrecht zu den Magnetfeldlinien. Diese hat eine Seitenlänge von 10cm.

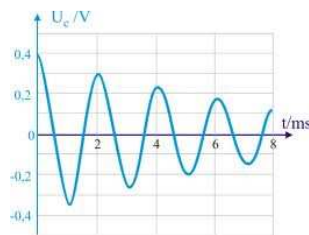
- a) Wie groß ist die bei diesem Vorgang induzierte Spannung in der Leiterschleife?

Mit einer Änderung von $\text{dB}/\text{dt}=0,4\text{T}/1\text{ms}=400\text{T/s}$ und eine Fläche $A = 100\text{cm}^2 = 0,01\text{m}^2$ ist bei $n=100$ die induzierte Spannung $U_{\text{ind}} = -100 \cdot 0,01 \cdot 400 \text{ V} = 400\text{V}$.

6. Aufgabe – Zusatzaufgabe

(1,5 Punkte)

Beim Versuch „Schwingkreis“ nehmen wir das folgende U-t-Diagramm auf:



Dieses zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung am Kondensator.

- a) Erkläre den periodischen Verlauf der Spannung.

Am Anfang (vor Abkoppeln der Außenspannung, die den Kondensator aufgeladen hat und die Ladungen „auseinanderhält“) passiert nichts, der Kondensator ist geladen, kein Strom fließt und die Spule hat so auch kein Magnetfeld.

Nun wird die Außenspannung abgeschaltet und die Ladungen des Kondensators beginnen sich auszugleichen; die Stromstärke steigt rasant an, da sie von der Anzahl der getrennten Ladungen abhängig ist und diese ist gerade maximal. Damit sinkt die Spannung und damit wiederum der Antrieb des elektrischen Stroms, der schleichend sinkt (exponentiell).

Da sich also die Stromstärke die ganze Zeit verändert, baut die Spule ein Magnetfeld auf, welches sich wieder abbaut, wenn die Stromstärke sich nicht mehr ändert (hier, wenn die Spannung 0V ist und damit deren Antrieb ausgefallen ist).

Das Magnetfeld bricht zusammen und trennt wieder Ladungen auf dem Kondensator (Merke: U_{ind} und Lenz!). Der Vorgang wiederholt sich danach wieder, allerdings (wegen Lenz) mit umgedrehten Vorzeichen.

- b) Wo ist das Magnetfeld in der Spule maximal?

Das Magnetfeld ist bei den Nullstellen der Spannung im Diagramm maximal. Am größten ist es bei der ersten Nullstelle, danach gab es bereits Verluste!

- c) Wieso wird die Spannung je Schwingung kleiner?

Das liegt an Reibungsverlusten und daran, dass nicht die gesamte elektrische Energie des Kondensators im Magnetfeld gespeichert wird, sondern sich Ladungen ausgleichen.