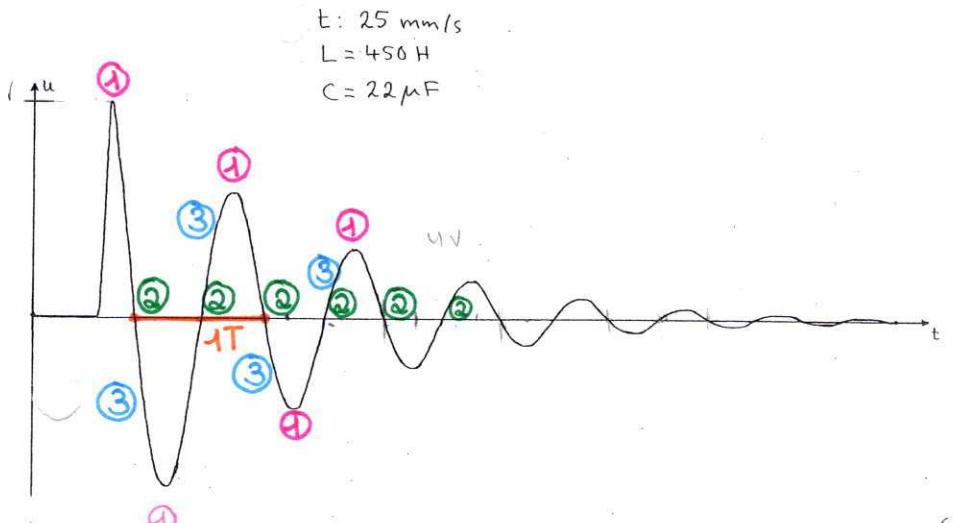
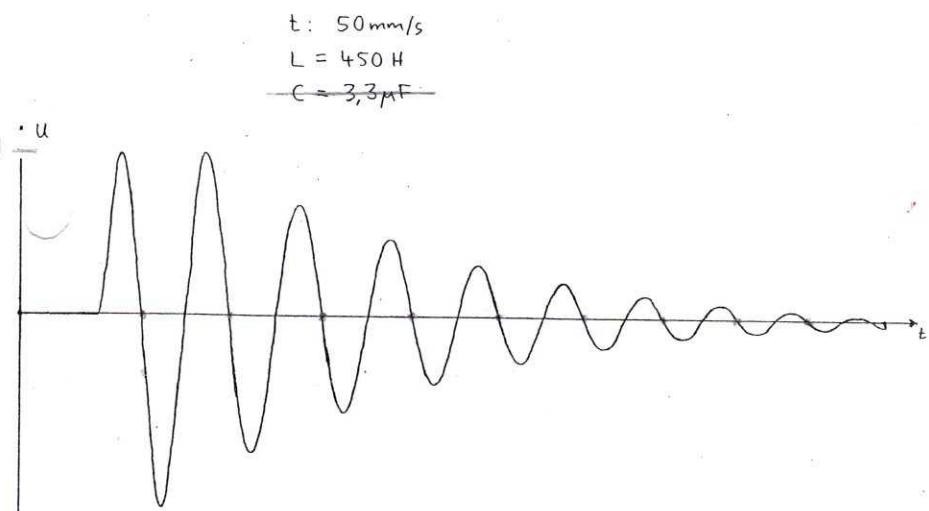


Entladung eines Kondensators über eine Spule (mit großer Induktivität L)

23.04.18



$C = 22 \mu\text{F}$
 $L = 450 \text{ H}$
 $t: 25 \text{ mm/s}$
 $\gamma: 1 \text{ V/mm}$
 $U_0 = 8 \text{ V}$



$C = 3,3 \mu\text{F}$
 $L = 450 \text{ H}$
 $t: 50 \text{ mm/s}$
 $\gamma: 1 \text{ V/mm}$
 $U_0 = 8 \text{ V}$

Die am Kondensator anliegende Spannung nimmt ab. Der Kondensator wird dabei einige Male umgeladen.

Erklärung:

① Anfänglich ändert sich die am Kondensator anliegende Spannung nur wenig, weil die Induktivität der Spule den Entladestrom hemmt. Allmählich wird der Kondensator entladen. Der maximale Strom fließt, wenn der Kondensator vollständig entladen ist. ② (Dann ist $U=0$). Dann ist das Magnetenfeld der Spule maximal. Da aber keine Spannung mehr anliegt, bricht das Magnetenfeld zusammen, an den Enden der Spule wird eine „Mitspannung“ induziert, die Spule „schiebt“ den Strom weiter. Dadurch wird der Kondensator entgegengesetzt ③ geladen. Der Entladervorgang beginnt dann von Neuem.

Siehe auch · Blatt mit zwei gedämpften el.-magn. Schwingungen

Dämpfung:

- * Abnahme der Schwingungsenergie (U_{max} und I_{max} nehmen ab)
- * Zuwachs an innerer Energie (Wärme)
- * Ursache: Ohmischer Widerstand der Spule (und der Leiter)

Eine elektrische Schaltung aus einem Kondensator (einer "Kapazität") und einer Spule (einer "Induktivität") wird als elektromagnetischer Schwingkreis bezeichnet. Ein elektromagnetischer Schwingkreis vollführt eine elektromagnetische Schwingung, wenn man dem Schwingkreis Energie zuführt (z. B. durch Aufladen des Kondensators).

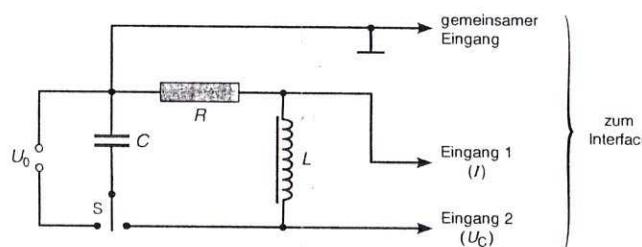
Aufgrund des Ohmschen Widerstandes der Spule (und der Leiter) entsteht eine gedämpfte elektromagnetische Schwingung, d. h. die Amplitude der am Kondensator anliegenden Spannung U nimmt ab, ebenso die Amplitude der Stärke I des durch die Spule fließenden Stromes.

Spannungs- und Stromverlauf bei einer Schwingung

Experimentelle Aufnahme des Spannungs- und Stromverlaufs

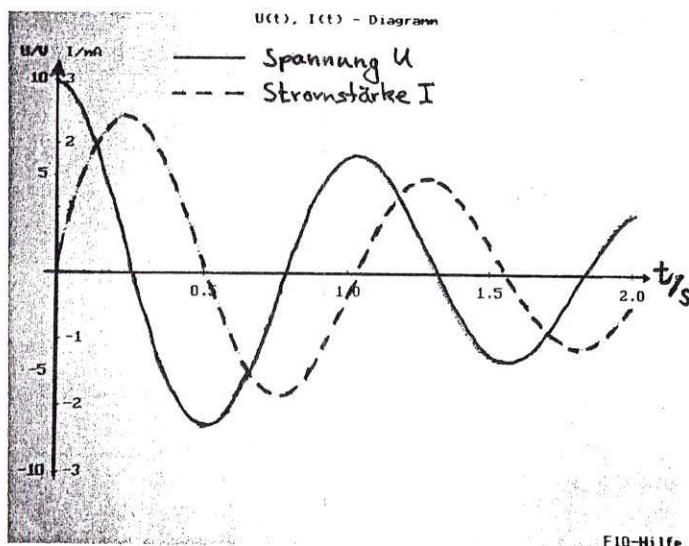
Versuch (B3):

Wir nehmen den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung U_C und der Stromstärke I in einem elektromagnetischen Schwingkreis auf. Dazu benötigen wir einen Schreiber, der zwei Größen gleichzeitig aufzeichnen kann. Als ein solcher Schreiber kann uns ein Computer mit Interface dienen.



Da mit einem Interface nur Spannungen gemessen werden können, muss die Stromstärke im Schwingkreis in eine dazu direkt proportionale Spannung umgewandelt werden. Dies erreicht man durch den Widerstand R .

Nach dem Umschalten des Schalters S wird der zeitliche Verlauf der Kondensatorspannung U und der Stromstärke I auf dem Bildschirm ausgegeben (B4).



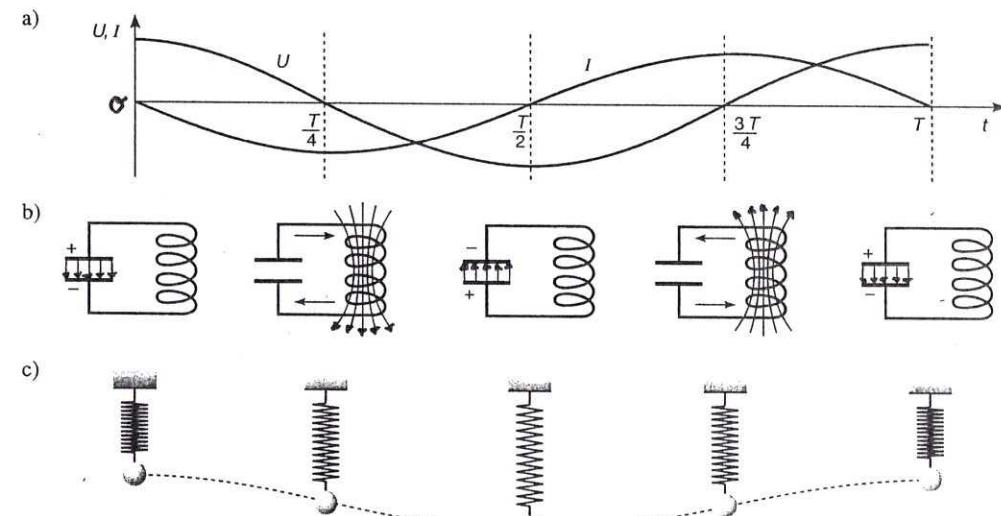
Diskussion der Vorgänge in einem elektromagnetischen Schwingkreis; Vergleich mit dem Federpendel

Verfolgen wir den Spannungsverlauf (B5), so erkennen wir: Der Kondensator entlädt sich, wird entgegengesetzt aufgeladen, entlädt sich wieder und erreicht schließlich nicht mehr ganz die ursprüngliche Aufladespannung. In dieser Zeit T erfolgt eine Periode der Spannung. Betrachten wir den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I (B5): Immer dann, wenn der Kondensator aufgeladen ist, fließt keine Ladung, die Stromstärke ist null. Die Stromstärke hat ihre Extremwerte bei den Nulldurchgängen der Spannung.

B5

Spannungs- und Stromverlauf bei einem elektromagnetischen Schwingkreis

- Spannung U am Kondensator und Stromstärke I während einer Periode der Schwingung
- Elektrisches Feld des Kondensators und magnetisches Feld der Spule während einer Periode der Schwingung
- Federpendel während einer Periode der Schwingung



R-Aufgabe

Welche Größen am Federpendel sind der elektrischen Energie des Kondensatorfeldes und welche der magnetischen Energie des Spulenfeldes analog?

Bei den **Extrema der Spannung** hat sich das elektrische Feld voll ausgebildet, bei den **Extrema der Stromstärke** das magnetische Feld (B5a, b). Zum Vergleich sind in B5c die entsprechenden Schwingungsphasen eines Federpendels gezeichnet. So wie die Elongation des Pendelkörpers eine harmonische Schwingung darstellt, ist dies auch für die Spannung am Kondensator eines elektromagnetischen Schwingkreises der Fall. Ebenso erweisen sich die Geschwindigkeit des Pendelkörpers und die Stromstärke im Schwingkreis als analoge Größen.

In B5a ist der zeitliche Verlauf der Stromstärke I so gezeichnet, dass das Vorzeichen von I mit der Differenzialgleichung der ungedämpften harmonischen Schwingung (s. 15.3.2) übereinstimmt. Dies entspricht bei dem in B3 dargestellten Versuch einem Umpolen des Eingangs 1, was aber im Experiment nicht möglich ist, da der zweite Anschluss von Eingang 1 und Eingang 2 im Interface verbunden sind (gemeinsame Masse).