

Übungen zu "Grundlagen der Physik Ib"  
SoSe 2011

Blatt 13  
Abgabe bis Mo, 4. Juli 2011, 12.00 Uhr  
Abgabebox im Kern MF, 2. Etage

**Aufgabe 1 - Ungedämpfter Schwingkreis**

Die untenstehende Abbildung a) zeigt eine Schaltung zur Erzeugung von elektromagnetischen Schwingungen. Es ist davon auszugehen, dass ein idealer Kondensator und eine ideale Spule über Schalter und Leitungen ohne elektrischen Widerstand verbunden sind. Die Spannungsquelle liefert eine Gleichspannung von  $U = 10$  V. Weiterhin gilt  $C = 47$   $\mu\text{F}$  und  $L = 33$  mH.

Abbildung b) zeigt einen Ausschnitt aus dem Oszillogramm der Spannung am Kondensator eines realen Schwingkreises. Für die  $n$ -te positive Amplitude dieser exponentiell gedämpften Schwingung gilt hier:  $U_n = U_0 e^{-\kappa n T}$  mit  $n = 1, 2, 3, \dots$

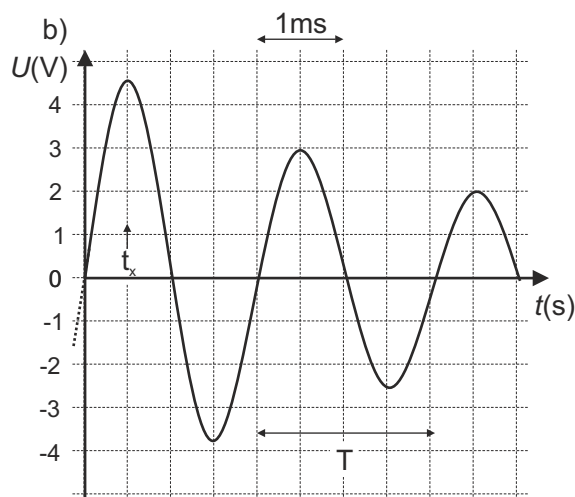
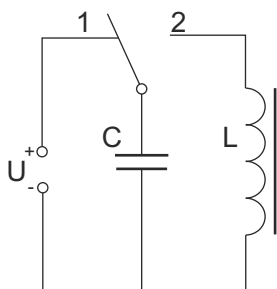
- Erläutern Sie für den Zeitraum einer halben Periode die Vorgänge, die nach dem Umschalten des Schalters von Schalterstellung 1 auf 2 im Schwingkreis ablaufen. Gehen Sie dabei auch auf die Energieumwandlung ein.
- Geben Sie die zugehörige Schwingungsgleichung  $U(t)$  an. Bestimmen Sie dazu die in der Schwingungsgleichung auftretenden Kenngrößen. Skizzieren Sie das  $U(t)$ -Diagramm für zwei Perioden, wenn bei  $t = 0$  die Umschaltung von Schalterstellung 1 auf 2 erfolgt.
- Berechnen Sie die Gesamtenergie des Schwingkreises zum Zeitpunkt  $t = 0$ . Für die Gesamtenergie  $E$  des idealen Schwingkreises gilt auch

$$E(t) = \frac{1}{2} C U_0^2 (\cos(\omega t))^2 + \frac{1}{2} L I_0^2 (\sin(\omega t))^2 = \text{konst.}$$

Zeigen Sie, wie sich diese Gleichung aus dem Energieerhaltungssatz entwickeln lässt. Untersuchen Sie auch, ob diese Gleichung Ihre Aussagen zur Energieumwandlung aus Teilaufgabe (a) enthält.

- Erläutern Sie, wie sich die Dämpfung im Oszillogramm widerspiegelt. Gehen Sie auch auf den Verlauf für  $t \gg T$  ein.
- Im Experiment beträgt zum Zeitpunkt  $t = 0$  die Anfangsamplitude  $U_0 = 10$  V. Bestimmen Sie mit Hilfe des nebenstehenden Diagramms einen Näherungswert für den Abklingkoeffizienten  $\kappa$ . Ermitteln Sie die Anzahl der Schwingungen, die zum Zeitpunkt  $t_x$  bereits abgelaufen sind.

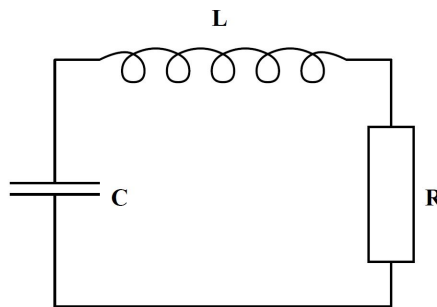
a)



### Aufgabe 2 - Mittelwellenempfang

Ein elektrischer Schwingkreis bestehend aus einem Widerstand  $R = 15 \Omega$ , einem einstellbaren Kondensator  $C$  und einer Spule mit Induktivität  $L = 10 \text{ mH}$  wird zum Empfang von Radiowellen im Mittel- und Langwellenbereich eingesetzt. Hierbei wird der Schwingkreis dadurch angeregt, dass die Schwingung des Magnetfeldes der Radiowelle einen Strom in der Spule  $L$  induziert. Die über dem Widerstand  $R$  abfallende Wechselspannung ist ein Maß für die Amplitude der empfangenen Radiowelle. Sie wird mittels Verstärker, Gleichrichter und Frequenzfilter elektronisch weiterverarbeitet, um die Amplitudenmodulation der Radiowelle in ein akustisches Signal in einem Lautsprecher umzuwandeln.

- Welchen Wert müssen Sie für die Kapazität  $C$  des Kondensators einstellen, wenn Sie den Deutschlandfunk bei der Frequenz  $f = 549 \text{ kHz}$  empfangen wollen? Vernachlässigen Sie zunächst die Änderung der Resonanzfrequenz des Schwingkreises durch die vom Widerstand  $R$  hervorgerufene Dämpfung.
- Wie groß ist die Frequenzverschiebung, die mit dem Widerstand  $R$  durch die Dämpfung hervorgerufen wird?
- Leiten Sie einen Ausdruck für den Strom her, und geben Sie damit die Spannung an, die am Widerstand  $R$  abfällt. Benutzen hierzu die Formel für die Ladung des Kondensators des gedämpften Schwingkreises:  $Q(t) = Q_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos(\omega t)$ .
- Aus der Antwort auf die Teilaufgabe (c) erkennt man, dass die Amplitude einer Anregung des Schwingkreises exponentiell abklingt:  $A(t) \propto \exp(-t/\tau)$ . Wie groß ist die Zeitkonstante  $\tau$  des Abklingverhaltens?

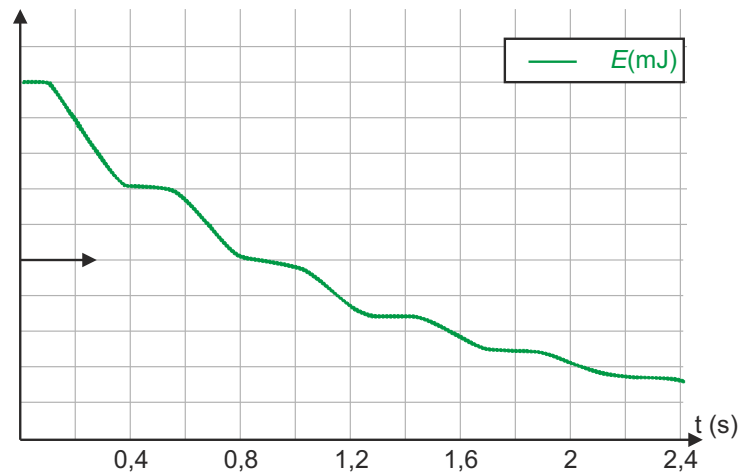
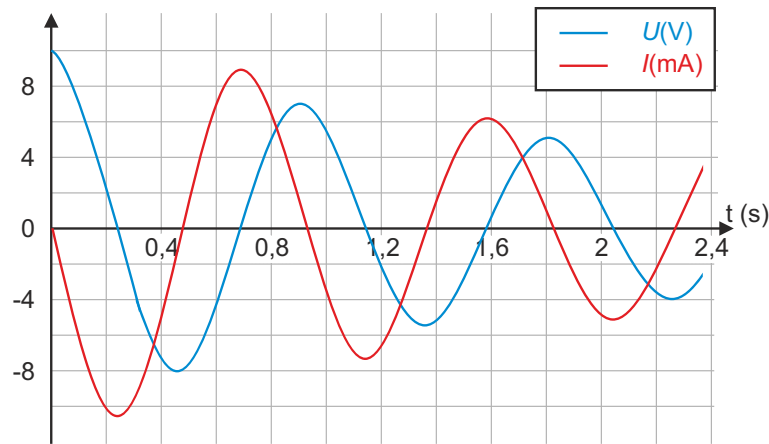


### Aufgabe 3 - Gedämpfter Schwingkreis

Ein elektromagnetischer Schwingkreis enthält einen Kondensator der Kapazität  $40 \mu\text{F}$  und eine Spule der Induktivität  $500 \text{ H}$ . Die abgebildeten Diagramme zeigen jeweils den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung  $U$ , der Stromstärke  $I$  und der gesamten Schwingungsenergie  $E$  dieses gedämpften Schwingkreises.

- Wodurch wird die Schwingung eines elektromagnetischen Schwingkreises gedämpft?
- Lesen Sie aus einem der Diagramme die Periodendauer der gedämpften Schwingung ab. Zeigen Sie, dass diese Periodendauer in guter Näherung mit der Periodendauer eines ungedämpften Schwingkreises übereinstimmt. Nutzen Sie hierfür die angegebenen Werte für die Induktivität und die Kapazität.
- Begründen Sie, dass die Energieachse des  $E(t)$ -Diagramms an der mit dem Pfeil markierten Stelle mit dem Wert  $1,0 \text{ mJ}$  beschriftet werden muss.
- Lesen Sie aus dem  $E(t)$ -Diagramm ab, um wie viel die Schwingungsenergie im Zeitintervall  $[0,45 \text{ s}, 0,9 \text{ s}]$  abnimmt. Berechnen Sie mit diesem Ergebnis und dem Effektivwert der Stromstärke näherungsweise den ohmschen Widerstand des Schwingkreises. Verwenden Sie dabei, dass die Stromstärke in guter Näherung sinusförmig verläuft.

- e) Abgesehen von einer gewissen Welligkeit nimmt die Schwingungsenergie exponentiell ab. Entnehmen Sie dem  $E(t)$ -Diagramm die „Halbwertszeit“ für die Schwingungsenergie und berechnen Sie damit, nach welcher Zeit der Schwingkreis 99% seiner anfänglichen Schwingungsenergie verloren hat.



#### Aufgabe 4 - „ich hab da mal was vorbereitet...“

Sie haben 4 Halogenlampen (CONRAD Best. Nr.: 576075-62) die Sie parallel betreiben möchten. Basteln Sie ein entsprechendes 12V Netzteil, das alle Ihre Lampen zum Leuchten bringen kann. Darüberhinaus soll das Netzteil eine Restwelligkeit von nicht mehr als 2% aufweisen.

- Beschreiben Sie in max. 4 Sätzen was zwischen der Steckdose und den Lampen geschehen muss, damit Sie die Lampen zerstörungsfrei nutzen können.
- Fertigen Sie eine Schaltskizze des Netzteils an!
- Dimensionieren Sie Ihre Bauteile und fertigen Sie eine Bestellliste mit Best. Nr. (CONRAD) an!

#### Wichtige Hinweise:

- Die Angabe einer Best. Nr. eines 12V Netzteils wird nicht als Lösung der Aufgabe erachtet!
- Achtung Lebensgefahr! Die Spannungen die an einer Steckdose anliegen, bzw. die Ströme die diese liefert, sind tödlich.** Diese Angabe ist keine Aufforderung ein solches Netzteil tatsächlich zu bauen oder in Betrieb zu nehmen. Sie sind lediglich dazu angehalten sich ein derartiges Netzteil auszudenken.