

Übungen zur Einführung in die Physik II

für Studierende der Physik, Nanowissenschaften, Informatik, Chemie und Mathematik

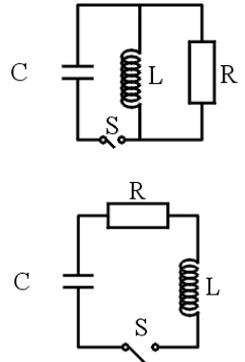
Abgabe: 04.05.2012 in der Vorlesung

24.04.2012

1. Schwingkreis (4 Punkte)

In einem realen Schwingkreis muss oftmals berücksichtigt werden, dass die Bauelemente kein ideales Verhalten zeigen. So wirken Leckströme des Kondensators wie ein zu einem idealen Kondensator parallel geschalteter Widerstand (Bild links), während der unvermeidbare Ohmsche Widerstand einer Spule wie ein zu einer idealen Spule in Reihe geschalteter Widerstand wirkt (Bild rechts). Zum Zeitpunkt $t = 0$ s werde der Schalter S geschlossen, wobei C vorher auf Q_0 aufgeladen wurde.

- Stellen Sie in beiden Fällen die Differentialgleichung auf.
- Bestimmen Sie in beiden Fällen die Resonanzfrequenz.
- Mit welcher Zeitkonstante klingt die Schwingung jeweils ab?



2. Zirkular polarisierte Welle (4 Punkte)

- Berechnen Sie das magnetische Feld $\vec{B}(z, t)$ der zirkular polarisierten Welle

$$E_x(z, t) = E_{x0} \cos(\omega t - kz), \quad E_y(z, t) = E_{y0} \sin(\omega t - kz), \quad E_z(z, t) = 0.$$

- Zeigen Sie, dass $\vec{B}(z, t)$ zu jedem Zeitpunkt senkrecht auf $\vec{E}(z, t)$ steht.
- Diskutieren Sie den Unterschied zwischen

$$E_x(z, t) = E_{x0} \cos(\omega t - kz)$$

$$E_x(z, t) = E_{x0} \sin(\omega t - kz)$$

$$E_y(z, t) = E_{y0} \sin(\omega t - kz) \quad \text{und}$$

$$E_y(z, t) = E_{y0} \cos(\omega t - kz).$$

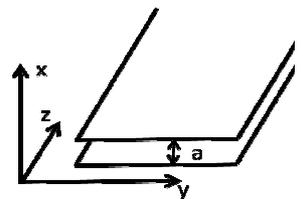
3. Wellenleiter (4 Punkte)

In dem gezeichneten Wellenleiter breitet sich eine Welle in z-Richtung aus. Der Wellenleiter besteht aus zwei parallelen Metallplatten im Abstand a. Zeigen Sie, dass das folgende \vec{E} -Feld eine Lösung der Wellengleichung und der Randbedingungen an Leiteroberflächen ist:

$$E_x = 0, E_y = E_{y0} \sin(k_x x) \cos(k_z z - \omega t), k_x = \frac{m\pi}{a}, m = 1, 2, 3 \dots$$

Bestimmen Sie die Phasen- und Gruppengeschwindigkeit v_p und v_g in z-Richtung und

beweisen Sie, dass $v_p v_g = c^2$ ist. Zeigen Sie, dass der Wellenleiter bei dieser Ausbreitungsart unterhalb der Frequenz $\omega_0 = \frac{\pi c}{a}$ nicht überträgt.



4. Koaxialkabel (4 Punkte)

Eine Wechselspannung der Spannung U_0 wird an einem mit $R=100\Omega$ abgeschlossenen Ende eines Koaxialkabels reflektiert. Der Wellenwiderstand des Kabels beträgt $Z=50\Omega$.

- Berechnen Sie die Spannung U_R des reflektierten Signals.
- Berechnen Sie den Bruchteil ϵ der im Abschlusswiderstand R in Joulesche Wärme umgewandelten Energie, bezogen auf die Energie der einlaufenden Welle. Zeigen Sie die Energieerhaltung.

BONUS

- Skizzieren Sie die Impedanz Z als Funktion der Kreisfrequenz ω für a) einen LR-Kreis, b) einen Serien-RC-Kreis und c) einen Serien-LRC-Kreis (3 Punkte)
- Wie lauten die zeitunabhängigen und zeitabhängigen Maxwell-Gleichungen, und was ist ihre jeweilige Bedeutung in Worten? Auf welchen Prinzipien gründen Sie sich? (2 Punkte)