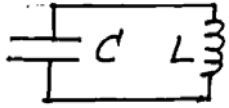


5. Elektrischer Schwingkreis und elektromagnetische Wellen

- Ein elektrischer Schwingkreis besteht aus einer Spule und einem Kondensator.
Beschreiben Sie das Pendeln der Ladung und Energie in einem Schwingkreis. Warum sind diese Schwingungen gedämpft? 
- Ein ungedämpfter elektromagnetischer Schwingkreis mit $C = 1 \mu\text{F}$ und $L = 10 \text{ mH}$ wird durch eine Gleichspannung $U_0 = 2 \text{ V}$ anfangs aufgeladen und dann von ihr getrennt. Berechne die
 - Amplitude und den Nullphasenwinkel der Ladung $(2 \mu\text{C}; \pi/2)$
 - Frequenz ω_0 (10 kHz)
 - und gib die Funktion $q(t)$ für das Pendeln der Ladung an $(i(t)=I_0\cos(\omega t+\pi/2))$
 - Gib ferner die Funktionen für das Pendeln der Stromstärke $i(t)$ und der Spannung am Kondensator $u_C(t)$ und an der Spule $U_L(t)$ konkret an.
 $(i(t)=0,1\text{A}\cdot\cos(10^6/\text{s}\cdot t))$
- In den Schwingkreis der vorigen Aufgabe wird nun ein Ohmscher Widerstand R eingefügt.
Wie groß muss der Widerstand sein, damit der aperiodische Grenzfall eintritt? $(2\text{k}\Omega)$
- Ein Schwingkreis mit einem leeren Plattenkondensator hat die Eigenfrequenz $f_0 = 120 \text{ kHz}$. Wird der Raum zwischen den Platten des Kondensators vollständig mit Transformatoröl gefüllt, sinkt die Eigenfrequenz auf $f'_0 = 82,8 \text{ kHz}$.
Wie groß ist die Dielektrizitätszahl ϵ_r des Transformatoröls? $(2,1)$
- Eine Welle hat die Wellenlänge $\lambda = 34 \text{ cm}$ und die Periodendauer $T = 1 \text{ ms}$. Wie groß sind die Frequenz, Phasengeschwindigkeit c , Kreisfrequenz ω und die Wellenzahl k ?
 $(1 \text{ kHz}; 340 \text{ m/s}; 6,28\cdot 10^3 /\text{s}; 18,5 \text{ m})$
- Beschreibe eine Lecherleitung.
 - Wie kann man mit ihr die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen messen?
 - Wie groß muss die Induktivität im Schwingkreis gewählt werden, wenn der Kondensator die Kapazität 12 pF hat und der Abstand zweier aufeinanderfolgender Spannungsbäuche $1,5 \text{ m}$ betragen soll? $(0,21 \mu\text{H})$
- Eine elektrische Welle der Frequenz $f = 4,775 \text{ MHz}$ breitet sich im Vakuum in positiver x -Richtung aus. In der Entfernung $x = \lambda/2$ vom Ort der Erregung der Welle befindet sich zur Zeit $t = 0$ gerade ein Wellental mit der Feldstärke $E = -5 \text{ V/m}$.
 - Bestimme ω , k , φ_0 und wie lautet konkret die Wellenfunktion $E(t, x)$?
 - Wie groß ist die Feldstärke E in $\lambda/6$ Entfernung vom Erregerzentrum zum Zeitpunkt $T/2$? $(-2,5 \text{ V/m})$
 - Wie groß sind zum Zeitpunkt $t = 0$ bzw. $t = T/4$ die Elongation, Geschwindigkeit und Beschleunigung des erregenden elektrischen Schwingfeldes?
 $(5 \text{ V/m}; 0 \text{ V}/(\text{m}\cdot\text{s}); -4,5\cdot 10^{15}\text{V}/(\text{m}\cdot\text{s}^2); 0; -150 \text{ MV}/(\text{m}\cdot\text{s}); 0)$
 - Skizziere den Verlauf von $E(t, x)$ für diese beiden Zeitpunkte.
- Im Spektrum des Lichtes einer kosmischen Galaxie erscheint eine Rotverschiebung um Faktor 2,5. Berechnen Sie die Fluchtgeschwindigkeit der Galaxie von der Erde. $(2,55\cdot 10^8 \text{ m/s})$

9. Guter Rundfunkempfang ist bei der Empfangsintensität $I = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ möglich.
- Wie groß muss die Sendeleistung eines Rundfunksenders in 100 km Entfernung mindestens sein? (0,126 W)
 - Welche Sendeleistung haben typische Radiosender?
 - Wie groß sind am Empfangsort die elektrische und magnetische Feldstärke im Falle a)? (20 $\mu\text{V/m}$; 50 nA/m)
 - Wie groß sind die Wellenlängen, die UKW-Radiosender bei $f_1 = 104,1 \text{ MHz}$ und Mittelwellensender bei $f_2 = 600 \text{ kHz}$ mit ihren Programmen ausstrahlen?
 - Bei welcher Frequenz arbeiten „Radarfallen“, deren Wellenlänge $\lambda = 3,2 \text{ cm}$ beträgt? (2,9 m; 500 m, 9,4 GHz)
10. Welcher elektrischen Feldstärke ist der Nutzer eines Handys (E_1, E_2 bei $f = 1.800 \text{ MHz}$) ausgesetzt, das eine Sendeleistung von 1 W besitzt, die auf die Fläche des Kopfes von $0,1 \text{ m}^2$ einwirkt? (61 V/m)
11. Auf die Erdoberfläche fällt Sonnenlicht mit der maximalen Intensität $I = 1000 \text{ W/m}^2$.
- Worin unterscheidet sich das Sonnenlicht von der elektromagnetischen Strahlung des Rundfunks und Handys?
 - Wie groß ist der maximale solare Strahlungsdruck P_S (3,33 $\cdot 10^{-6} \text{ N/m}^2$)
 - Wie groß sind die effektiven Feldstärken E_{eff} und H_{eff} (614 V/m; 1,63A/m)
 - Wie bewerten Sie die Strahlung beim Handy im Vergleich zu dem des Sonnenlichtes?
12. Ein 300 g schweres und tief gefrorenes ($-10 \text{ }^\circ\text{C}$) Filetsteak wird im Mikrowellenherd 5 Minuten lang bei 800 W aufgetaut und erhitzt (Schmelzenthalpie $h_S = 333,5 \text{ kJ/kg}$; spezif. Wärme $c_w = 4,186 \text{ kJ/(kg K)}$)
- Welche Wärmemenge wurde eingebracht? (240 kJ)
 - Auf welche Temperatur wurde das Steak erwärmt? (121 $^\circ\text{C}$)
 - Warum wird Fleisch durch Mikrowellen und nicht durch Radiowellen und weniger stark durch Sonnenlicht aufgetaut und erwärmt?
13. Für intergalaktische Reisen wird in Zukunft ein Raumschiff ($m = 10 \text{ t}$) mit Photonenantrieb eingesetzt. Es habe die gewaltige Leistung von 1000 MW.
- Wie groß ist seine Beschleunigung und auf welche Geschwindigkeit wurde es nach 1 Jahr Reise beschleunigt? (0,33 $\cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$; 37.805 km/h)
 - Die Leistung von 1000 W wird durch Zerstrahlung von Materie erbracht. Welche Masse müsste bei der einjährigen Reise mitgenommen und zerstrahlt werden? (1,1 μg)