

Übungsaufgaben Schwingungen I: Mechanische Schwingungen

1. Ein Auto als Federpendel

- a) Die Karosserie eines Pkws ($m = 1000 \text{ kg}$) schwingt pro Sekunde einmal auf und ab. Wie groß sind die Federkonstanten D der vier (als gleich angenommenen) Federn des Pkw?
- b) Der Pkw fährt auf einer alten, holprigen Straße, die aus Betonplatten gebaut ist. Die Fugen der Platten haben einen regelmäßigen Abstand von 8 m und erschüttern den Pkw erheblich beim Fahren. Bei welcher Geschwindigkeit gerät der Pkw in Resonanz?

2. Ein Fadenpendel als Sekundenpendel

- a) Welche Länge hat ein „Sekundenpendel“ (mit der Periodendauer $T = 2 \text{ s}$) auf der Erde mit $g = 9,81 \text{ m/s}^2$?
- b) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Pendels am tiefsten Punkt, wenn es bis auf eine maximale Höhe von $h = 10 \text{ cm}$ ausgelenkt wird?
- c) Wie groß sind die Längenunterschiede des Pendels zwischen Äquator ($g = 9,79 \text{ m/s}^2$) und Pol ($g = 9,83 \text{ m/s}^2$)? Und wie lange müsste es auf dem Mond sein ($g = 1,63 \text{ m/s}^2$)?

3. Schiffschaukel auf dem Jahrmarkt

Wie schnell muss eine Schiffschaukel mit einer Pendellänge von 5 m ihren tiefsten Punkt durchlaufen, damit sie gerade einen Überschlag schafft?

4. Eingetauchtes Reagenzglas

- a) Ein teilweise gefülltes Reagenzglas schwimmt im Wasser und wird manuell um die Strecke x tiefer in das Wasser eingetaucht. Durch die Auftriebskraft F_A entsteht eine rücktreibende Kraft F_r , und das Glas bewegt sich nach dem Loslassen auf und ab. Handelt es sich um eine harmonische Schwingung?

Beantworten Sie die Frage, indem Sie sowohl die rücktreibende Kraft F_r als Funktion von x als auch die Differentialgleichung der Bewegung ermitteln. Im Falle einer harmonischen Schwingung geben Sie die Frequenz ω und die Periode T an. Gehen Sie dabei von einer einfachen zylindrischen Form des Reagenzglases mit flachem Boden aus (Durchmesser $d = 16 \text{ mm}$).



- b) Vergleichen Sie die Bewegung des Reagenzglases aus (a) mit der eines großen Gummistopfens, der eine konische Form hat (oberer und unterer Durchmesser: 32 und 26 mm , Höhe 40 mm).

5. Federpendel im Wasser

Eine Kugel mit Radius $r = 2 \text{ cm}$ und Masse $m = 250 \text{ g}$ ist an einer Feder mit $D = 0,1 \text{ N/cm}$ aufgehängt und schwingt unter Wasser auf und ab.

- a) Bestimmen Sie die Frequenz der Schwingung unter Wasser und vergleichen Sie sie mit der Frequenz, mit der das Pendel an Luft schwingen würde.
- b) Stellen Sie die Schwingungsgleichung für die Auslenkung des Pendels $x(t)$ unter Berücksichtigung der Reibung unter Wasser auf. Die Viskosität von Wasser beträgt $\eta = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.
- c) Nach welcher Zeit t ist die Amplitude der Schwingung unter Wasser auf die Hälfte ihres anfänglichen Maximalausschlags abgeklungen?

6. Membran einer Lautsprecherbox

In einem Lautsprecher schwingt die Membran mit den Frequenzen des Schalls, den sie erzeugen soll.

- a) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit einer solchen Membran für eine Frequenz von $f_1 = 10 \text{ Hz}$ und $f_2 = 10 \text{ kHz}$, wenn sie mit einer Amplitude von $0,1 \text{ mm}$ schwingt?
- b) Für welche Abstrahlungsleistung müsste der Lautsprecher (jeweils bei $f_1 = 10 \text{ Hz}$ und $f_2 = 10 \text{ kHz}$) ausgelegt sein, wenn man annimmt, dass er nach einer Schwingungsperiode die Hälfte seiner Schwingungsenergie abgestrahlt hat?

Übungsaufgaben Schwingungen II: Elektromagnetische Schwingungen

1. Frequenz eines Schwingkreises

- a) Bestimmen Sie die Frequenz eines Schwingkreises mit einem Kondensator der Kapazität $C = 200 \text{ pF}$ und einer Spule der Induktivität $L = 0,4 \text{ mH}$.
- b) Welche Induktivität ist erforderlich, um einen Schwingkreis mit einem Kondensator mit $C = 3 \text{ }\mu\text{F}$ auf eine Frequenz von $f = 1 \text{ Hz}$ einzustellen?

2. Sendereinstellung am Radio

In einem Radio befindet sich ein Schwingkreis, der mittels eines Drehkondensators auf Frequenzen zwischen 87 MHz und 108 MHz eingestellt werden kann. Die Induktivität der Spule beträgt $L = 1,2 \text{ mH}$. Wie groß müssen die maximale und minimale Kapazität des Drehkondensators sein?

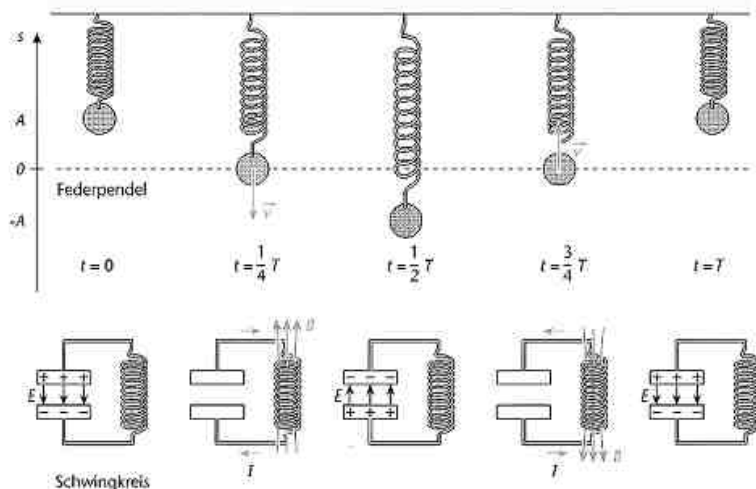
3. Dämpfung durch Widerstand

Die elektrischen Bauteile im Schwingkreis aus Aufgabe 1a haben einen elektrischen Widerstand $R = 1,8 \text{ }\Omega$.

- a) Welchen Einfluss hat dies auf die Frequenz des Schwingkreises?
- b) Nach wie vielen Schwingungen ist die anfängliche Amplitude der Schwingung auf 90% abgefallen?

4. Energie in Schwingkreisen

- a) Geben Sie die Energien als Formeln an, die bei einer mechanischen und bei einer elektromagnetischen Schwingung auftreten. Was passiert mit den Energien im Verlauf einer Schwingung? Was gilt bei Schwingungen für die beteiligten Energien?
- b) Leiten Sie eine Formel ab, mit der Sie aus der maximalen Höhe h eines Fadens und eines Federpendels jeweils seine maximale Geschwindigkeit berechnen können.
- c) Leiten Sie (analog zu Aufgabenteil b) eine Formel ab, die Ihnen die Beziehung zwischen maximaler Spannung und maximaler Stromstärke in einem elektromagnetischen Schwingkreis angibt.



5. Spannung und Strom in einem elektromagnetischen Schwingkreis

Ein Schwingkreis besteht aus einem Kondensator mit einer Kapazität von $C = 200 \text{ nF}$ und einer Spule mit einer Induktivität von $600 \text{ }\mu\text{H}$. Zu Beginn wird der Kondensator mit einer Spannung von $U_0 = 60 \text{ V}$ aufgeladen.

- a) Berechnen Sie die Schwingungsdauer T und die Frequenz ω der Schwingung.
- b) Welche elektrische Ladung Q_0 trägt der Kondensator zu Beginn? Geben Sie eine Formel an, die den zeitlichen Verlauf der Ladung $Q(t)$ während der Schwingung wiedergibt.
- c) Welche maximale Stromstärke I_{max} fließt in dem Schwingkreis?
- d) Wann ist die Spannung im (ungedämpften) Schwingkreis zum ersten Mal auf die Hälfte der Ausgangsspannung abgefallen? Wann liegt zum ersten Mal keine Spannung an?
- e) Zeichnen Sie in jeweils ein Diagramm den zeitlichen Verlauf der Spannung $U(t)$ und der Stromstärke $I(t)$. Achten Sie dabei auf die korrekte Skalierung der Achsen.
- f) Nach welcher Zeit t ist die maximale Spannungsamplitude im Schwingkreis auf die Hälfte der Ladespannung U_0 abgefallen, wenn die elektrischen Bauteile insgesamt einen ohmschen Widerstand von $R = 4 \text{ }\Omega$ haben?