Universität Konstanz
Fachbereich Physik
PD Dr. Peter Keim

Ausgabedatum: 01.02.2018
Besprechung: 08./09.02.2018

ÜbungsgruppenleiterInnen: M. Cimander, C. Derricks, J. Fichtner, C. Fischer, A. Graf, R. Löffler, M. Rudolf, A. Schmid, L. Siedentop

Übungen zu Experimentalphysik I für Studierende der Biologie und der Sportwissenschaft Blatt 13

Aufgabe 1: Spinnennetz

Das Netz einer Spinne kann als Hookesche Feder und masselos angenommen werden.

a) Eine Fliege von 0,4 g fliegt in das Spinnennetz; dabei schwingt das Netz mit 10 Hz. Wie groß ist die Federkonstante k?
b) Berechnen sie die maximale Auslenkung des Netzes, wenn die Fliege mit 3,6 km/h in das Netz fliegt und die komplette kinetische Energie in Spannenergie des Netzes umgewandelt wird.
c) Eine andere Fliege ist nun doppelt so schwer und fliegt in das Netz. Mit welche Frequenz schwingt das Netz nun? (Die erste Fliege ist bereits verspeist und muss nicht mehr berücksichtigt werden.)
d) Erklären Sie mit dem Modell der erzwungenen Schwingung, warum die Flügelschläge der Fliege (etwa 200 Schläge pro Sekunde) keine Gefahr für die Stabilität des Netzes darstellten.

Aufgabe 2: getriebene Schwingung

Ein Gegenstand der Masse 2 kg schwinge an einer Feder mit der Federkonstanten $k = 400\,\mathrm{N/m}$. Auf das System wirke eine sinusförmig antreibende Kraft, deren höchster Wert 10 N betrage und deren Kreisfrequenz $\omega = 10\,\mathrm{s}^{-1}$ sei.

a) Wie groß ist die Eigenfrequenz ω_0 des Systems?
b) Die Dämpfung sei $\gamma = 2\,\mathrm{kg/s}$. Wie groß ist die Amplitude der Schwingung?

Bitte wenden!

Aufgabe 3: Gravitationskraft auf dem Mond

Zur Bestimmung der Gravitationskraft bzw. der Masse des Mondes wird die Schwingungsdauer $T_1 = 3\,\mathrm{s}$ eines Fadenpendels auf dem Mond bestimmt. Nach Verlängerung des Pendels um $\Delta l = 1,11\,\mathrm{m}$ verdoppelt sich die Schwingungsdauer auf $T_2 = 6\,\mathrm{s}$.

a) Wie lang waren die beiden Pendel und wie groß ist die Gravitationskraft auf dem Mond?
b) Sie bringen das Pendel nun wieder zurück auf die Erde. Schwingt das Pendel nun schneller, langsamer oder gleich schnell wie auf dem Mond?

Aufgabe 4: Taylor-Reihen

Eine unendlich oft differenzierbare (analytische) Funktion $f(x)$ kann um einem Punkt x=a durch eine Taylor-Reihe

$$P_{f(x)} = f(a) + \frac{f'(a)}{1!}(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + ... + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n + ...$$

genähert werden. Zeigen Sie am Beispiel der Funktion

$$f(x) = 4x^3 - 2x^2 + 1 \ ,$$

und einer Taylorentwicklung bis zum dritten Grad um den Punkt a=0, dass sich wieder die Funktion selbst ergibt.
Anmerkung: In der Physik wird oft eine Linearisierung, d.h. Taylorentwicklung bis zum ersten Grad $T_1 = f(a) + f'(a)(x-a)$ genutzt, um ein analytisch lösbares Problem zu erhalten.

Aufgabe 5: Wahr oder Falsch?

Welche der folgenden Aussagen ist wahr, welche falsch?

a) Bei einer harmonischen Schwingung ist die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung.
b) Die Eigenfrequenz eines mathematischen Pendels ist abhängig von der Masse des schwingenden Körpers.
c) Eine Pendeluhr, die in Höhe des Meeresspiegels genau geht, geht in größerer Höhe zu schnell.
d) Bei einer linear gedämpften Schwingung ist die Reibungskraft proportional zur Geschwindigkeit.
e) Die Frequenz einer gedämpften Schwingung ist größer als im ungedämpften Fall.
f) Beim aperiodischen Grenzfall findet kein Nulldurchgang statt.