Übungen zur Klassischen Physik I (Nebenfach)

WS 2011/12 12. Übung (Blatt 1) 30.01.2012

53. Aufgabe: *Stoßdämpfer eines LKW (gedämpfte Schwingung)*
Federn und Stoßdämpfer eines kleinen LKW werden so berechnet, dass sich die Karosserie bei voller Zuladung (Masse m) um eine vorgegebene Strecke s senkt und dass die Räder (Radmasse m_R) bei Stößen im aperiodischen Grenzfall schwingen. Es soll vorausgesetzt werden, dass alle vier Räder gleich belastet sind und jedes Rad einzeln gefedert und gedämpft ist.

Wie groß müssen die Federkonstante k einer Feder und die Reibungskonstante b eines Stoßdämpfers sein? $m = 1{,}8$ t, $m_R = 40$ kg, $s = 100$ mm.

54. Aufgabe: *Erzwungene Schwingung*
Wird ein gedämpftes System durch eine äußere periodische Kraft $F = F(t)$ angeregt, wird die sich ergebende Schwingung durch folgende Differentialgleichung beschrieben:

$$m\ddot{x} + \beta\dot{x} + Dx = F(t)$$

Nach Abklingen eines Einschwingvorgangs wird diese Schwingung die Frequenz ω haben.

a) Für $F(t) = F_0 e^{i\omega t}$ ermittle man die Bedingung, unter der der Lösungsansatz für die stationäre Schwingung $x = Ae^{i(\omega t+\varphi)}$ die obige Differentialgleichung erfüllt.

b) Man drücke die Amplitude A, den Phasenwinkel φ und die Frequenz ω_0, d.h. die Frequenz, mit der das System ohne Anregung und Dämpfung schwingen würde, durch die in der Differentialgleichung auftretenden Größen aus. (Hinweis: Sie haben in Teil a) eine komplexe Gleichung aufgestellt!)

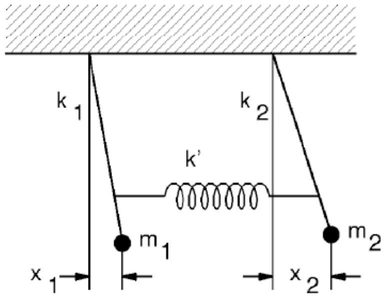
55. Aufgabe: *Schwebung*
a) Berechnen Sie die resultierende Schwingung aus der ungestörten Superposition der beiden gleichgerichteten Schwingungen $x_1 = A\sin(\omega_1 t)$ und $x_2 = A\sin(\omega_2 t)$ (Schwebung!).
Man setze dabei: $\omega_1 - \omega_2 = \Delta\omega$ und $\frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2} = \omega$
b) Zeichnen Sie maßstäblich (Funktionsplotter!!) die Zeitabhängigkeit der Ausgangsschwingungen, der resultierenden Schwingung sowie deren Amplitude für $\nu_1 = 7$ Hz und $\nu_2 = 5$ Hz.
c) Wie groß ist die Schwebungsfrequenz?

Übungen zur Klassischen Physik I (Nebenfach)

WS 2011/12 12. Übung (Blatt 2) 30.01.2012

<u>56. Aufgabe:</u> *Gekoppelte Schwingungen*

Zwei gleichartige mathematische Pendel, die als harmonische Oszillatoren aufgefasst werden können ($k_1 = k_2 = k$ und $m_1 = m_2 = m$), sind entsprechend der Skizze an ihren unteren Enden durch eine Schraubenfeder mit der Federkonstanten k' miteinander verbunden.



a) Unter der Annahme **verschwindender Dämpfung** und **kleiner Auslenkungen** gebe man für beide Pendel die Bewegungsgleichungen an.

b) Man bestimme die Kreisfrequenzen der beiden möglichen Normalschwingungen, indem man ausnützt, dass für die symmetrische Schwingung $x_1 = x_2$ und für die antisymmetrische Schwingung $x_1 = -x_2$ gilt.

c) Bei einer schwachen Kopplung ($k' << k$) ergeben sich aus der Überlagerung der beiden Normalschwingungen Schwebungen. Man berechne für diesen Fall die Schwebungskreisfrequenz.

Hinweis zu b): Hier sind keine allgemeinen Lösungen verlangt sondern nur die beiden speziellen Lösungen, die sich mit den Vorgaben $x_1 = x_2$ bzw. $x_1 = -x_2$ ergeben.

<u>57. Aufgabe:</u> *Wellenfunktion*

Eine Welle werde durch die Wellenfunktion $\xi(x,t) = A\sin\left(\pi(ax - bt)\right)$ beschrieben, wobei die Amplitude A und die beiden Größen a und b bekannt seien.

a) Drücken Sie die Wellenzahl k und die Kreisfrequenz ω der Welle durch die Größen a und b aus und stellen Sie die Wellenfunktion mit k und ω dar.

b) Durch welche Funktion wird die örtliche Schwingung bei $x_1 = \lambda/2$ beschrieben?

c) Für $a = 0{,}200\ \text{cm}^{-1}$ und $b = 5{,}00\ \text{s}^{-1}$ bestimme man die Wellenlänge λ, die Frequenz ν, die Periodendauer T, die Ausbreitungsgeschwindigkeit c und die Ausbreitungsrichtung der Welle.