11/2 — Lösungsblatt Physik

Lösungen zu den Aufgaben zur UE Schwingungen

Datum

13. Juni 2006

Aufgabe 1

Nenne die wesentlichen Eigenschaften einer harmonischen Schwingung. Was lässt sich ganz allgemein über die Schwingungsdauer einer harmonischen Schwingung im Vergleich zu einer nichtharmonischen Schwingung aussagen? Gib je ein Beispiel (außer Feder- und Fadenpendel) für ein harmonisch und ein nichtharmonisch schwingendes System.

Lösung: Schwingungsdauer unabhängig von der Amplitude. Lineares Kraftgesetz: $F = -Ds$
harmonisch: z.B. Stimmgabel, Drehpendel, Flüssigkeitssäule im U-Rohr, anharmonisch: z.B. physisches Pendel, Wackelschwingung eines Holzquaders, Chaospendel, streng genommen jede gedämpfte Schwingung.

Aufgabe 2

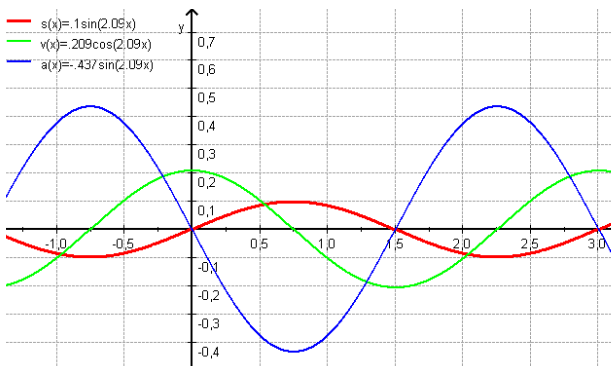
Ein Körper vollführt eine harmonische Schwingung mit der Amplitude $s_{\max} = 10$ cm und der Periodendauer $T = 3{,}0$ s.

a) Erstelle eine Tabelle der Werte für Elongation s, Geschwindigkeit v und Beschleunigung a für die Zeiten $t = \frac{n}{8} \cdot T$, mit $n = 0, 1, \ldots, 8$.

b) Zeichne die Graphen aller drei Größen in Abhängigkeit von der Zeit jeweils mit geeignetem Maßstab.

Lösung: $s_{\max} = 0{,}1$ m, $T = 3$ s $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2{,}09\ \mathrm{s}^{-1}$, $v_{\max} = s_{\max} \cdot \omega = 0{,}209$ m/s, $a_{\max} = s_{\max} \cdot \omega^2 = 0{,}437\ \mathrm{m/s^2}$

n	s in m	v in m/s	a in m/s^2
0	0	0,209	0
1	0,071	0,148	-0,309
2	0,1	0	-0,437
3	0,071	-0,148	-0,309
4	0	-0,209	0
5	-0,071	-0,148	0,309
6	-0,1	0	0,437
7	-0,071	0,148	0,309
8	0	0,209	0



$s(t) = 0{,}1 \cdot \sin(2{,}09 \cdot t)$; $v(t) = 0{,}209 \cdot \cos(2{,}09 \cdot t)$; $a(t) = -0{,}437 \cdot \sin(2{,}09 \cdot t)$ in SI-Einheiten.

Aufgabe 3

Ein Körper der Masse $m = 2$ kg führt Schwingungen der Form $s(t) = 0{,}2 \cos 3t$ aus (Einheiten m, s).

a) Gib Schwingungsdauer und Frequenz der Schwingung an.

b) Bestimme die maximale kinetische Energie des Körpers.

c) Wie groß ist die maximale Rückstellkraft, die der Körper erfährt?

d) Berechne die Federkonstante des Systems.

e) Worin unterscheidet sich die Bewegung von einer Bewegung der Form $s(t) = 0{,}2 \sin 3t$

Lösung:
a) $s_{\max} = 0{,}2$ m, $\omega = 3\ \mathrm{s}^{-1} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \underline{2{,}09}$ s, $f = \frac{1}{T} = \underline{0{,}477}$ Hz
b) $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot s_{\max}^2\omega^2 = \underline{0{,}36}$ J
c) $F_{\max} = ms_{\max}\omega^2 = \frac{2E}{s_{\max}} = \underline{3{,}6}$ N
d) $D = \frac{F_{\max}}{s_{\max}} = \underline{18}$ N/m
e) Siehe o.Abb.: Um eine Phase von $\underline{\frac{\pi}{2}} = 90°$

Aufgabe 4

Eine Schraubenfeder hat die Federkonstante $D = 25$ N/m. Welche Masse muss angehängt werden, damit sie in einer Minute 25 Schwingungen ausführt?

Lösung: 1 min=60 s $\Rightarrow T = 2{,}4$ s, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \Rightarrow m = \frac{T^2}{4\pi^2}D \approx \underline{3{,}65}$ kg

11/2 — Lösungsblatt Physik	*Datum*
Fortsetzung der Lösungen zu den Aufgaben zur UE Schwingungen	*13. Juni 2006*

Aufgabe 5
Eine an einer Feder angehängte Kugel ($m = 2{,}0$ kg), die um 2 cm nach unten ausgelenkt und dann sich selbst überlassen wurde, schwingt mit einer Frequenz $f = 5$ Hz.
a) Berechne die Federkonstante D der Feder
b) Wie groß ist die Federdehnung in der Ruhelage?
c) Welchen Wert hat die auf die Kugel wirkende Kraft in den Umkehrpunkten der Schwingung?
d) Mit welcher Geschwindigkeit schwingt die Kugel durch die Ruhelage?

Lösung: a) $m = 2{,}0$ kg, $f = 5$ Hz, $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \Rightarrow D = m\omega^2 = \underline{1974}$ kgs^{-2}
b) $Ds_R = mg \Rightarrow s_R = \frac{mg}{D} \approx \underline{0{,}01}$ m c) $F_M = m\omega^2 \cdot s_{\max} = \underline{39{,}5}$ N
d) $v_{\max} = s_{\max} \cdot \omega = \underline{0{,}63}$ ms^{-1}

Aufgabe 6
Ein Sekundenpendel ist ein mathematisches Pendel, das für eine Halbschwingung eine Sekunde benötigt. Die erforderliche Pendellänge am Äquator beträgt $l_1 = 99{,}09$ cm, am Pol $l_2 = 99{,}61$ cm und auf 45° Breite $l_3 = 99{,}35$ cm. Berechne aus diesen Werten die zugehörigen Erdbeschleunigungen.

Lösung: a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot l \approx \underline{9{,}78}$ ms^{-2}
b) $g \approx \underline{9{,}83}$ ms^{-2} c) $g \approx \underline{9{,}81}$ ms^{-2}