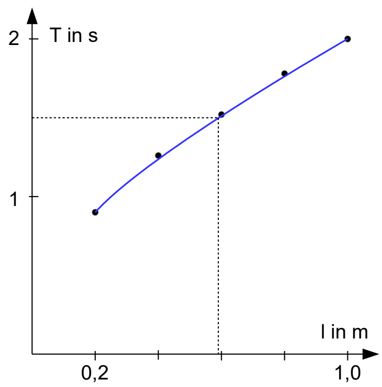
Lösungsblatt von www.okuyakl.de

Aufgabe 1. a)

Zunächst wandeln wir die Frequenzen in Schwingungsdauern mit der Formel $T = \frac{1}{f}$ um, dann tragen wir die Schwingungsdauer T über der Fadenlänge l auf:



Aufgabe 1. b)
Aus dem Diagramm lesen wir ab:

$$T = 1{,}5\,\mathrm{s} \quad \Rightarrow \quad l = 0{,}57\,\mathrm{m}$$

Aufgabe 1. c)
Die Schwingungsdauer hängt für kleine Auslenkungen nur von der Länge des Fadens ab, nicht von der Masse des angehängten Gewichts.

Aufgabe 1. d)
Wir rechnen: (N=Anzahl der Schwingungen)

$$N = 24\,\mathrm{s} \cdot 0{,}5\,\mathrm{Hz} = 12$$

Aufgabe 2. a)
Bei einer harmonischen Schwingung...

- ...ist die Schwingungsdauer immer gleich, unabhängig von der Amplitude.
- ...ist die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung.

Aufgabe 2. b)
1. Möglichkeit; Berechnung aus der Masse und der Federhärte:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0{,}44\,\mathrm{kg}}{12\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} = 1{,}2\,\mathrm{s}$$

2. Möglichkeit; Berechnung aus der Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit:

$$T = \frac{12\,\mathrm{s}}{10} = 1{,}2\,\mathrm{s}$$

Die Ergebnisse sind gleich; die Frequenz beträgt in beiden Fällen

$$f = \frac{1}{T} = 0{,}83\,\mathrm{Hz}$$

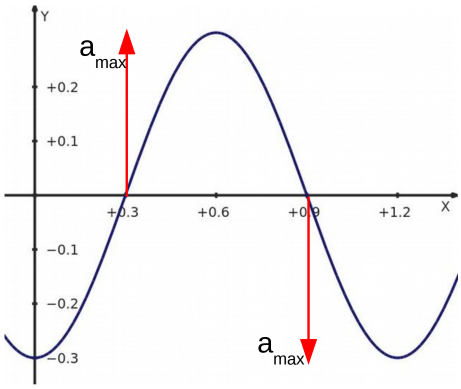
Aufgabe 2. c)

Die Schwingung beginnt während der Abwärtsbewegung durch die Ruhelage. Daraus folgt: $v(t)$ ist eine Kosinusfunktion mit negativem Vorzeichen:

$$v(t) = -0{,}30\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{1{,}2\,\mathrm{s}} \cdot t\right)$$

$$v(7{,}9\,\mathrm{s}) = -0{,}23\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Die maximale Beschleunigung tritt in den Umkehrpunkten auf, wenn die Geschwindigkeit Null ist.



Aufgabe 2. d)
Es gilt der Energieerhaltungssatz. Die Spannungsenergie in den Umkehrpunkten ist gleich der kinetischen Energie bei v_{max}:

$$\begin{aligned}
\tfrac{1}{2}D \cdot \hat{x}^2 &= \tfrac{1}{2}m \cdot v_{max}^2 && | \cdot 2 \qquad : D \\
\hat{x}^2 &= \tfrac{m}{D} \cdot v_{max}^2 && |\sqrt{\quad} \\
\hat{x} &= \sqrt{\tfrac{m}{D}} \cdot v_{max} \\
\hat{x} &= \sqrt{\tfrac{0{,}44\,\mathrm{kg}}{12\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} \cdot 0{,}3\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} && = 0{,}057\,\mathrm{m} \approx 6\,\mathrm{cm}
\end{aligned}$$

Aufgabe 2. e)
Für die Federkraft gilt das Hooke'sche Gesetz, für die Beschleunigung der Trägheitssatz:

$$F = -D \cdot \hat{x} = m \cdot a$$

$$\Leftrightarrow a = -\frac{D}{m} \cdot \hat{x} = \frac{12\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}^2}}{0{,}44\,\mathrm{kg}} \cdot 0{,}057\,\mathrm{m} = -1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

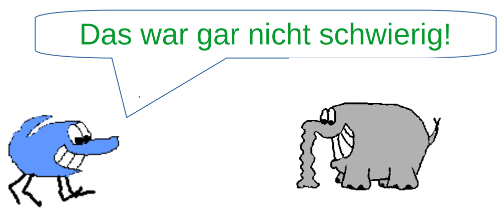
Der Betrag der Beschleunigung ist $1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$; sie ist nach unten gerichtet, weil das Vorzeichen negativ ist.

Aufgabe 2. f)
Wir stellen folgende Beziehung nach der Federhärte um:

$$\begin{aligned}
(*) \qquad T &= 2\pi \cdot \sqrt{\tfrac{m}{D}} && | : 2\pi \\
\tfrac{T}{2\pi} &= \sqrt{\tfrac{m}{D}} && |()^2 \\
\tfrac{T^2}{4\pi^2} &= \tfrac{m}{D} && |()^{-1} \\
\tfrac{4\pi^2}{T^2} &= \tfrac{D}{m} && | \cdot m \\
\tfrac{4\pi^2}{T^2} \cdot m &= D && = 7{,}7\,\tfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}
\end{aligned}$$

Aufgabe 3. a)
Es gilt nach $(*)$:
$T \sim \sqrt{m} \Rightarrow$ Verdoppelung der Schwingungsdauer wird durch Vervierfachung der Masse erreicht.

Aufgabe 3. b)
$F \sim D \Rightarrow$ Halbe Kraft bedeutet halbe Federhärte.



Hier geht es zurück zum Aufgabenblatt