Einführung in die Physik I (für Nicht-PhysikerInnen)
Präsenzübungen Woche 8

26 - 30 November 2018

1. Die Abbildung zeigt einen kartesischen Taucher. Er besteht aus einem kleinen, unten offenen Röhrchen, das oben geschlossen ist und eine Luftblase enthält. Das Röhrchen befindet sich in einer teilweise mit Wasser gefüllten Kuststoffflasche. Normalerweise schwebt der Taucher in der Flasche; wenn man aber die Flasche kräftig drückt, dann sinkt er. Erklären Sie, warum.

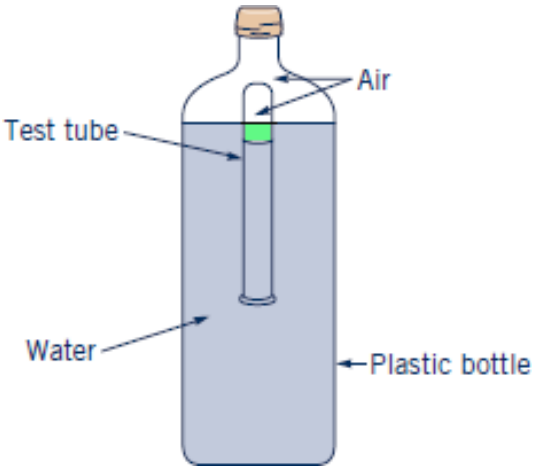

Abbildung 1: Ein kartesischer Taucher.

> **Lösung:** Das Röhrchen ist im Gleichgewicht, weil es eine gewisse Menge Wasser durch Luft ersetzt, wie es in der Abbildung in grün gezeigt ist. Die Masse des Röhrchens *plus* die Masse der grünen Luft ist also gleich der Masse, die das Wasser im grünen Volumen hätte.
>
> Falls man die Flasche jetzt eindrückt, wird das Wasser nicht komprimiert, die Luft aber schon. Die Luftmasse im Taucher verdrängt nun weniger Wasser, gibt ihm also weniger Auftrieb. Ab einer gewissen Kompression genügt der Auftrieb nicht länger, um den Taucher an der Wasseroberfläche zu halten und er sinkt.

2. Sie sitzen auf Ihrem Surfbrett und bewegen sich auf den Wogen auf und nieder. Die vertikale Auslenkung y des Bretts ist gegeben durch:

$$y(t) = 1,2\,\mathrm{m}\cos\left(\frac{1}{2,0\,\mathrm{s}}t + \frac{\pi}{6}\right).$$

   (a) Bestimmen Sie die Amplitude, Kreisfrequenz, Phasenkonstante, Frequenz und Schwingungsdauer der Bewegung.

   > **Lösung:** Die allgemeine Formel für eine solche Bewegung ist $y = A\cos(\omega t + \delta)$, mit der Amplitude A, der Kreisfrequenz ω und der Phasenkonstante δ. Wir haben deshalb:
   >
   > - Amplitude: $A = 1,2\,\mathrm{m}$
   > - Kreisfrequenz: $\omega = 0,50\,\mathrm{rad/s}$

- Phasenkonstante: $\delta = \pi/6\,\mathrm{rad}$

Die Frequenz können wir wie folgt bestimmen:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 0,080\,\mathrm{Hz}$$

und die Schwingungsdauer:

$$T = \frac{1}{\nu} = 13\,\mathrm{s}.$$

(b) Wo befindet sich das Surfbrett bei $t = 1,0\,\mathrm{s}$?

Lösung: Wir setzen diese Zeit in die Formel für y ein und erhalten:

$$y(1,0\,\mathrm{s}) = 0,62\,\mathrm{m}.$$

das Surfbrett befindet sich also 0,62 m über dem mittleren Meeresspiegel.

(c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit und die Beschleunigung als Funktion der Zeit t.

Lösung: Die Geschwindigkeit ist die zeitliche Ableitung der Position: $v = \mathrm{d}x/\mathrm{d}t$:

$$\begin{aligned} v_\mathrm{y}(t) &= \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(A\cos\left(\omega t + \delta\right)\right) && (1)\\ &= -\omega A \sin\left(\omega t + \delta\right) && (2)\\ &= -0,60\,\mathrm{m/s}\sin\left(\frac{1}{2,0\,\mathrm{s}}t + \pi/6\right). && (3) \end{aligned}$$

Die Beschleunigung ist die zeitliche Ableitung der Geschwindigkeit:

$$\begin{aligned} a_\mathrm{y}(t) &= \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(-\omega A \sin\left(\omega t + \delta\right)\right) && (4)\\ &= -\omega^2 A \cos(\omega t + \delta) && (5)\\ &= -0,30\,\mathrm{m/s^2}\cos\left(\frac{1}{2,0\,\mathrm{s}}t + \pi/6\right). && (6) \end{aligned}$$

(d) Bestimmen Sie die Anfangswerte für Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung des Surfbretts.

Lösung: Mithilfe der obenstehenden Gleichungen erhalten wir für $t = 0,0\,\mathrm{s}$:

$$\begin{aligned} y(0) &= 1,0\,\mathrm{m} && (7)\\ v_\mathrm{y}(0) &= -0,30\,\mathrm{m/s} && (8)\\ a_\mathrm{y}(0) &= -0,26\,\mathrm{m/s^2} && (9) \end{aligned}$$