

VIDEO

A1. Ein 60cm langes Fadenpendel (Masse $m = 40\text{g}$) wird senkrecht zur Ruhelage 3cm ausgelenkt

- a. Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- b. Wie groß ist die Frequenz?
- c. Schreiben Sie das Pendelgesetz auf
- d. Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- e. Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,3\text{s}$, $t_2 = 0,8\text{s}$
- f. Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- g. Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz viertelt?
- h. Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?
- i. Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 3 s
- j. Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4 s
- k. Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- l. Pro Periode verliert Pendel 5% an Energie. Welche maximale Geschwindigkeit hat das Pendel nach 10 Perioden?

LZG A1

Gegeben: $L = 0.60 \text{ m}$; $m = 0.040 \text{ kg}$; $A = 0.03 \text{ m}$; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Formeln: $\omega = \sqrt{g / L}$ $T = 2\pi\sqrt{L / g}$ $x(t) = A * \cos(\omega t)$ (Start bei maximaler Auslenkung, $t = 0$)

a) Schwingungsdauer auf der Erde: $T = 2\pi\sqrt{(0.60 / 9.81)} = 1.554 \text{ s}$

b) Frequenz: $f = 1 / T = 0.644 \text{ Hz}$

c) Pendelgesetz (kleine Winkel): Differentialgleichung: $\theta'' + (g / L) * \theta = 0$

Periodengesetz: $T = 2\pi\sqrt{L / g}$ bzw. $T^2 = (4\pi^2 / g) * L$

d) Schwingungsdauer auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$): $T_{\text{Mond}} = 2\pi\sqrt{(0.60 / 1.6193)} = 3.825 \text{ s}$

e) Auslenkung: $x(0.3 \text{ s}) = A * \cos(\omega * 0.3) = +0.0105 \text{ m} = 1.05 \text{ cm}$

$x(0.8 \text{ s}) = A * \cos(\omega * 0.8) = -0.0299 \text{ m} = -2.99 \text{ cm}$

f) Fadenlänge, damit T halbiert wird: $T \propto \sqrt{L} \Rightarrow L' = (1/2)^2 * L = L / 4 = 0.15 \text{ m}$

g) Fadenlänge, damit f geviertelt wird: $f \propto 1/\sqrt{L} \Rightarrow L' = (4)^2 * L = 16L = 9.6 \text{ m}$

h) Potenzielle Energie am höchsten Punkt:

$h = L * (1 - \cos\theta_0) \approx \frac{1}{2} * L * \theta_0^2 = 7.5 \times 10^{-4} \text{ m}$ $U_{\text{max}} = m * g * h = 0.04 * 9.81 * 7.5 \times 10^{-4} = 2.94 \times 10^{-4} \text{ J}$

i) Geschwindigkeit bei $t = 3 \text{ s}$: $v(t) = -A * \omega * \sin(\omega t)$ $v(3 \text{ s}) = +0.0512 \text{ m/s}$

j) Beschleunigung bei $t = 4 \text{ s}$: $a(t) = -\omega^2 * x(t) = -(g / L) * A * \cos(\omega t)$ $a(4 \text{ s}) = +0.438 \text{ m/s}^2$

k) Maximale Geschwindigkeit (im Tiefpunkt): $v_{\text{max}} = A * \omega = 0.121 \text{ m/s}$

l) Energieverlust 5 % pro Periode $\Rightarrow$ maximale Geschwindigkeit nach 10 Perioden:

$E \propto v_{\text{max}}^2$ $E_N = E_0 * (0.95)^N$ $v_{\text{max},N} = v_{\text{max},0} * (0.95)^{(N/2)}$

$v_{\text{max},10} = 0.121 * (0.95)^5 = 0.0939 \text{ m/s}$

Ergebnisübersicht:

$T = 1.554 \text{ s}$

$f = 0.644 \text{ Hz}$

$T_{\text{Mond}} = 3.825 \text{ s}$

$x(0.3 \text{ s}) = 1.05 \text{ cm}$

$x(0.8 \text{ s}) = -2.99 \text{ cm}$

$L'(\text{halb } T) = 0.15 \text{ m}$

$L'(\text{viertel } f) = 9.6 \text{ m}$

$U_{\text{max}} = 2.94 \times 10^{-4} \text{ J}$

$v(3 \text{ s}) = 0.0512 \text{ m/s}$

$a(4 \text{ s}) = 0.438 \text{ m/s}^2$

$v_{\text{max}} = 0.121 \text{ m/s}$

$v_{\text{max}} \text{ nach 10 Perioden} = 0.0939 \text{ m/s}$

A2. Ein 100 cm langes Fadenpendel (Masse $m = 4\text{g}$) befindet sich zu dem Zeitpunkt $t=0$ in der unteren Position. Es wird dann aus der Ruhelage 3cm ausgelenkt.

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g_m = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Wie lautet die Schwingungsgleichung?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,2\text{s}$, $t_2 = 0,9\text{s}$
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 1,9 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4,4 s
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz halbiert?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?

A3. Ein 90cm langes Fadenpendel (Masse $m = 5\text{g}$) wird senkrecht zur Ruhelage 9cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Schreiben Sie das Pendelgesetz auf
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,3\text{s}$, $t_2 = 0,8\text{s}$
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 3 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4 s
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz viertelt?
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Pro Periode verliert Pendel 5% an Energie. Welche maximale Geschwindigkeit hat das Pendel nach 10 Perioden?

A4. Ein 120 cm langes Fadenpendel (Masse $m = 40\text{g}$) befindet sich zu dem Zeitpunkt $t=0$ in der unteren Position. Es wird dann aus der Ruhelage 7cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g_m = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Wie lautet die Schwingungsgleichung?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,2\text{s}$, $t_2 = 0,9\text{s}$
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz halbiert?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?

A1. Ein 30cm langes Fadenpendel (Masse $m = 40\text{g}$) wird senkrecht zur Ruhelage 4cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Schreiben Sie das Pendelgesetz auf
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,3\text{s}$, $t_2 = 0,8\text{s}$
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz viertelt?
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 3 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4 s
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Pro Periode verliert Pendel 5% an Energie. Welche maximale Geschwindigkeit hat das Pendel nach 10 Perioden?

A2. Ein 80 cm langes Fadenpendel (Masse $m = 4\text{g}$) befindet sich zu dem Zeitpunkt $t=0$ in der unteren Position. Es wird dann aus der Ruhelage 3cm ausgelenkt.

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g_m = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Wie lautet die Schwingungsgleichung?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,2\text{s}$, $t_2 = 0,9\text{s}$
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 1,9 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4,4 s
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz halbiert?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?

A3. Ein 90cm langes Fadenpendel (Masse $m = 5\text{g}$) wird senkrecht zur Ruhelage 9cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Schreiben Sie das Pendelgesetz auf
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,3\text{s}$, $t_2 = 0,8\text{s}$
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 3 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4 s
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz viertelt?
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Pro Periode verliert Pendel 5% an Energie. Welche maximale Geschwindigkeit hat das Pendel nach 10 Perioden?

Ein 80 cm langes Fadenpendel (Masse $m = 40\text{g}$) befindet sich zu dem Zeitpunkt $t=0$ in der unteren Position. Es wird dann aus der Ruhelage 6cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Wie groß ist die Schwingungsdauer
- Wie lautet die Schwingungsgleichung?
- Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit Ω
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,2\text{s}$, $t_2 = 0,9\text{s}$
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz halbiert?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?

Ergebnisse:

- $T \approx 1,79 \text{ s}$

- b. $f \approx 0,56 \text{ Hz}$
- c. $T \approx 1,8 \text{ s}$
- d. $x(t) = 6 \sin(\omega t)$
- e. $\omega = 3,51 \text{ rad/s}$
- f. $x(t_1) \approx 3,61 \text{ cm}$, $x(t_2) \approx -3,61 \text{ cm}$
- g. $L \approx 0,20 \text{ m}$
- h. $L \approx 3,17 \text{ m}$
- i. $h = 2,25 \cdot 10^{-3}$; $v_{\max} \approx 0,21 \text{ m/s}$
- j. $E_{\text{pot}} \approx 0,835 \text{ J}$

$$L = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = 2\pi f$$

$$Y(t) = Y_{\text{Max}} \sin(\omega t)$$

$$v = \sqrt{2gh}, \text{ wobei}$$

$$h = L - \sqrt{L^2 - A_{\max}^2}$$

$$W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$W_{\text{pot}} = mgh$$

A1. Ein 60cm langes Fadenpendel (Masse $m = 40\text{g}$) wird senkrecht zur Ruhelage 3cm ausgelenkt

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Schreiben Sie das Pendelgesetz auf
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,3\text{s}$, $t_2 = 0,8\text{s}$
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz viertelt?
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 3 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4 s
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Pro Periode verliert Pendel 5% an Energie. Welche maximale Geschwindigkeit hat das Pendel nach 10 Perioden?

A2. Ein 100 cm langes Fadenpendel (Masse $m = 4\text{g}$) befindet sich zu dem Zeitpunkt $t=0$ in der unteren Position. Es wird dann aus der Ruhelage 3cm ausgelenkt.

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer
- Wie groß ist die Frequenz?
- Wie groß ist die Schwingungsdauer, wenn man dieses Experiment auf dem Mond ($g_m = 1.6193 \text{ m/s}^2$) durchführt?
- Wie lautet die Schwingungsgleichung?
- Ermittle die Auslenkung für $t_1 = 0,2\text{s}$, $t_2 = 0,9\text{s}$
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt 1,9 s
- Berechnen Sie die Beschleunigung nach 4,4 s
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Periodendauer halbiert?
- Wie muss man die Fadenlänge verändern, damit die Frequenz halbiert?
- Berechne die höchste Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt!
- Wie groß ist die potenzielle Energie des Pendels am höchsten Punkt?