**FADENPENDEL**

1. Ein Fadenpendel schwingt mit einer Periodendauer von 2 Sekunden. a) Wie groß ist die Frequenz des Pendels? b) Wie lange dauert eine Halbschwingung?
2. Die Länge eines Fadenpendels beträgt 1 Meter. a) Wie lange dauert eine komplette Schwingung? b) Welche Frequenz hat das Pendel?
3. Ein Fadenpendel hat eine Frequenz von 0,5 Hz. a) Wie groß ist die Periodendauer des Pendels? b) Wie lange dauert eine Schwingung?
4. Die Periodendauer eines Fadenpendels beträgt 1,5 Sekunden. a) Wie groß ist die Frequenz des Pendels? b) Wie viele Schwingungen vollführt das Pendel in einer Minute?
5. Ein Fadenpendel hat eine Länge von 80 cm. a) Wie lange dauert eine Schwingung? b) Welche Frequenz hat das Pendel?
6. Die Frequenz eines Fadenpendels beträgt 0,4 Hz. a) Wie groß ist die Periodendauer des Pendels? b) Wie lange dauert eine Schwingung?
7. Ein Fadenpendel benötigt für eine Halbschwingung 0,8 Sekunden. a) Wie groß ist die Periodendauer des Pendels? b) Welche Frequenz hat das Pendel?
8. Ein Fadenpendel vollführt 10 Schwingungen in 20 Sekunden. a) Wie groß ist die Periodendauer des Pendels? b) Wie lange dauert eine Schwingung?
9. Die Länge eines Fadenpendels beträgt 1,5 Meter. a) Wie lange dauert eine komplette Schwingung? b) Welche Frequenz hat das Pendel?
10. Ein Fadenpendel hat eine Periodendauer von 3 Sekunden. a) Wie groß ist die Frequenz des Pendels? b) Wie viele Schwingungen vollführt das Pendel in 2 Minuten?7
11. Ein Fadenpendel hat auf der Erde eine Periodendauer von 1 Sekunde. Wie lang ist die Periodendauer desselben Pendels auf dem Mars? (Fallbeschleunigung auf dem Mars: $g=3{,}71\ m/s^2$)
12. Die Länge eines Fadenpendels beträgt auf der Erde 80 cm. Wie lang muss das Pendel auf dem Jupiter sein, damit es mit derselben Frequenz schwingt wie auf der Erde? (Fallbeschleunigung auf dem Jupiter: g=24,79 m/s2g = 24,79 \, \text{m/s}^2g=24,79m/s2)
13. Ein Fadenpendel schwingt auf der Erde mit einer Frequenz von 0,2 Hz. Wie groß ist die Frequenz desselben Pendels auf dem Mond? (Fallbeschleunigung auf dem Mond: $g=1{,}62 m/\ s^2$)
14. Ein Fadenpendel auf dem Mond hat eine Länge von 1 Meter und eine Frequenz von 0,5 Hz. Wie lang muss das Pendel auf der Erde sein, damit es mit derselben Frequenz schwingt wie auf dem Mond?
15. Ein Fadenpendel auf dem Mars hat eine Periodendauer von 3 Sekunden. Wie groß ist die Periodendauer desselben Pendels auf der Erde?
16. Ein Fadenpendel auf der Erde hat eine Länge von 1 Meter und eine Frequenz von 0,4 Hz. Wie groß ist die Frequenz desselben Pendels auf dem Saturn? (Fallbeschleunigung auf dem Saturn: $g=10{,}44 m/s^2$)
17. Ein Fadenpendel auf dem Mond benötigt für eine komplette Schwingung 2 Sekunden. Wie lang ist die Periodendauer desselben Pendels auf der Erde?
18. Ein Fadenpendel auf der Erde hat eine Periodendauer von 2 Sekunden. Wie lang ist die Periodendauer desselben Pendels auf dem Neptun? (Fallbeschleunigung auf dem Neptun: $g=11{,}15 m/\ s^2$)
19. Ein Fadenpendel schwingt auf dem Mond mit einer Frequenz von 0,6 Hz. a) Wie groß ist die Periodendauer des Pendels auf dem Mond? b) Wie lange dauert eine Halbschwingung auf dem Mond?
20. Die Länge eines Fadenpendels beträgt auf dem Mars 90 cm. Wie lang muss das Pendel auf der Erde sein, damit es mit derselben Frequenz schwingt wie auf dem Mars?

Ergebnisse:

| | |
|---|---|
| 1. a) 0,5 Hz (0,5 Hz) b) 1 Sekunde (1 s) | 11. 1,5 Sekunden (1,5 s) |
| 2. a) 2 Sekunden (2 s) b) 0,5 Hz (0,5 Hz) | 12. 32,35 cm (32,35 cm) |
| 3. a) 2 Sekunden (2 s) b) 2 Sekunden (2 s) | 13. 1,23 Hz (1,23 Hz) |
| 4. a) 0,67 Hz (0,67 Hz) b) 40 Schwingungen (40) | 14. 0,39 Meter (0,39 m) |
| 5. a) 1,79 Sekunde (1 s) b) 0,56 Hz | 15. 1,62 Sekunden (1,62 s) |
| 6. a) 2,5 Sekunden (2,5 s) b) 2,5 Sekunden (2,5 s) | 16. 0,31 Hz (0,31 Hz) |
| 7. a) 1,6 Sekunden (1,6 s) b) 0,625 Hz (0,625 Hz) | 17. 1,23 Sekunden (1,23 s) |
| 8. a) 2 Sekunden (2 s) b) 2 Sekunden (2 s) | 18. 2,13 Sekunden |
| 9. a) 2,46 Sekunden (3 s) b) 0,4 Hz | 19. a) 1,67 Sekunden (1,67 s) b) 0,835s |
| 10. a) 0,33 Hz (0,33 Hz) b) 40 Schwingungen (40) | 20. 55cm |

**FEDERPENDEL:**

1. Ein Federpendel hat eine Federkonstante von k=50 N/m und eine Masse von m=0,2kg. Berechne die Schwingungsfrequenz.
2. Ein Federpendel schwingt mit einer Frequenz von f=2 Hz. Die Federkonstante beträgt k=100 N/m. Wie groß ist die Masse des Pendels?
3. Die Masse eines Federpendels beträgt m=0,5 kg. Die Schwingungsfrequenz beträgt f=1,5 Hz. Wie groß ist die Federkonstante?
4. Ein Federpendel hat eine Masse von m=0,3 kg und eine Federkonstante von k=80 N/m. Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit während der Schwingung?
5. Die maximale Auslenkung eines Federpendels beträgt A=0,1 m. Die Federkonstante beträgt k=120 N/m. Berechne die maximale kinetische Energie des Pendels.
6. Ein Federpendel hat eine Masse von m=0,4m = 0,4m=0,4 kg und schwingt mit einer Frequenz von f=3 Hz. Wie groß ist die maximale Auslenkung?
7. Die maximale Geschwindigkeit eines Federpendels beträgt $v_{max}$=0,5 m/s. Die Federkonstante beträgt k=150 N/m. Berechne die maximale kinetische Energie des Pendels.
8. Ein Federpendel hat eine Federkonstante von k=60 N/m und eine maximale Auslenkung von A=0,2 m. Wie groß ist die maximale potenzielle Energie des Pendels?
9. Die maximale potenzielle Energie eines Federpendels beträgt $E_{pot,(max)}$ = 5 J. Die maximale Auslenkung beträgt A=0,3 m. Wie groß ist die Federkonstante?
10. Ein Federpendel schwingt mit einer Frequenz von f=4 Hz und hat eine maximale potenzielle Energie von Epot,max=8 J. Berechne die Masse des Pendels.
11. Ein Federpendel hat eine Masse von m=0,2 kg und eine maximale Auslenkung von A=0,15 m. Berechne die maximale Geschwindigkeit während der Schwingung.
12. Die maximale kinetische Energie eines Federpendels beträgt E(kin),max=10 J. Die Federkonstante beträgt k=200 N/m. Wie groß ist die maximale Auslenkung?
13. Ein Federpendel hat eine maximale Geschwindigkeit von $v_{max}$=0,6 m/s und eine Federkonstante von k=80 N/m. Berechne die maximale potenzielle Energie des Pendels.
14. Die maximale kinetische Energie eines Federpendels beträgt $E_{kin,max}$=12 J. Die maximale Auslenkung beträgt A=0,4 m. Wie groß ist die Masse des Pendels?
15. Ein Federpendel schwingt mit einer Frequenz von f=2,5 Hz und hat eine maximale potenzielle Energie von Epot,max=6 J. Berechne die Federkonstante.
16. Die Federkonstante eines Federpendels beträgt k=100 N/m und die maximale potenzielle Energie beträgt Epot,max=4 J. Wie groß ist die maximale Auslenkung?
17. Ein Federpendel hat eine maximale kinetische Energie von $E_{kin,max}$=8 J und eine maximale Geschwindigkeit von vmax=0,4 m/s. Berechne die Federkonstante.
18. Die maximale Auslenkung eines Federpendels beträgt A=0,2 m und die Masse beträgt m=0,4 kg. Berechne die maximale potenzielle Energie des Pendels. Federkonstante D beträgt 2N/m.
19. Ein Federpendel schwingt mit einer Frequenz von f=3 Hz und hat eine maximale kinetische Energie von $E_{kin,max}$=10 J. Wie groß ist die Masse des Pendels?
20. Die Masse eines Federpendels beträgt m=0,3 kg und die maximale Geschwindigkeit beträgt vmax=0,5 m/s. Berechne die Federkonstante.

Ergebnisse:

| | |
|---|---|
| 1. a) 2,52 Hz, | 11. a) 0,35 m/s, b) 0,012 m |
| 2. a) 0,1 kg, | 12. a) 0,141 m, b) 20 J |
| 3. a) 100 N/m, b) 0,5 kg | 13. a) 0,7 J, b) 2,5 N/m |
| 4. a) 0,6 m/s, b) 0,4 J | 14. a) 0,75 kg, b) 0,1 m |
| 5. a) 0,6 J, b) 0,424 m | 15. a) 16 N/m, b) 0,16 m |
| 6. a) 0,08 m, b) 30 J | 16. a) 1,25 J, b) 0,057 m |
| 7. a) 18,75 J, b) 0,3 m | 17. a) 25 N/m, b) 0,16 J |
| 8. a) 0,08 J, b) 60 N/m | 18. a) 0,02 J, b) 1,6 Hz |
| 9. a) 0,57 m, b) 180 N/m | 19. a) 0,333 kg, b) 12 J |
| 10. a) 1 kg, b) 0,125 m/s | 20. a) 40 N/m, b) 0,6 m |

## Aufgaben zur Harmonischen Schwingung

1. **Ein Fadenpendel braucht für 9 Perioden 12 Sekunden.**
   **a) Wie groß ist die Periodendauer T?**
   **b) Wie groß ist die Zahl der Perioden in 1 s?**
   **c) Welche Frequenz hat das Pendel?**
2. **Der Kammerton a' hat die Frequenz f = 440 Hz. Heute stimmt man Instrumente häufig mit der Frequenz 443 Hz.**
   **Berechnen Sie jeweils die Periodendauer und vergleichen Sie.**
3. **a) Was muss man tun, wenn eine Pendeluhr zu schnell geht?**
   **b) Ändert sich ihr Zeittakt, wenn die Amplituden des Pendels immer kleiner werden?**
   **c) Wie muss man verfahren, damit das Pendel mit doppelter Frequenz schwingt?**
4. **Zum Nachweis der Erdrotation verwendete L. Foucault (1851) ein 67 m langes Pendel. Berechnen Sie die Periodendauer.**
5. **Wie lang muss ein Fadenpendel sein, dass an der Erdoberfläche ( $g = 9{,}81\ m/s^2$) bei kleiner Amplitude mit der Periodendauer T = 1 s schwingt?**
6. **Ein Fadenpendel schwingt mit der Periodendauer $T_1 = 2{,}15$ s.**
   **Wenn man den Faden um 80 cm verlängert, erhöht sich die Periodendauer auf 2,80 s.**
   **Berechnen Sie aus diesen genau messbaren Angaben die Fallbeschleunigung für den Ort, an dem das Pendel schwingt.**
7. **Hängt man einen Körper der Masse m = 400 g an eine Schraubenfeder, so wird sie um 10 cm verlängert.**
   **Mit welcher Frequenz schwingt dieses Federpendel?**
8. **Woran könnte es liegen, wenn eine Pendeluhr im Winter etwas schneller geht als im Sommer?**
9. **Ein Fadenpendel mit einer bestimmten Frequenz wird auf den Mond gebracht.**
   **Ist dort seine Frequenz größer, gleich oder kleiner als auf der Erde? Begründen Sie.**
10. **Man möchte ein Fadenpendel herstellen, das in einer Sekunde genau eine Halbschwingung ausführt (Sekundenpendel).**
    **Welche Länge müsste das Pendel a) am Äquator ( $g = 9{,}78\ m/s^2$ ) b) am Pol ( $g = 9{,}83\ m/s^2$ ) haben?**
11. **Ein Fadenpendel von der Länge 2 m wird auf die Länge 1 m verkürzt.**
    **In welchem Verhältnis ändern sich die Schwingungszeiten?**
12. **Mit einem genauen Pendel (Revisionspendel) von der Länge 1,2 m wird für eine Schwingung die Zeit T = 2,2 s ermittelt.**
    **Wie groß ist die am Ort herrschende Fallbeschleunigung g?**
13. **An eine Schraubenfeder ( D = 100 N/m ) wird ein Körper der Masse 800 g gehängt, dann 4 cm aus seiner Gleichgewichtslage nach unten gezogen und losgelassen.**
    **Mit welcher Frequenz schwingt der Körper?**

---

1.L Lösung:

a) Periodendauer: $T = \frac{gemessene\ Zeit}{Anzahl\ der\ Perioden} = \frac{12s}{9} = \underline{\underline{\frac{4}{3}}}s$

b) Zahl der Perioden pro Sekunde: $\frac{\text{Anzahl der Perioden}}{\text{gemessene Zeit}} = \frac{9}{12s} = \underline{\underline{\frac{0{,}75}{s}}}$

c) Frequenz: $f = \frac{n}{t} = \frac{9}{12s} = \underline{\underline{\frac{0{,}75}{s}}} = \underline{\underline{0{,}75Hz}}$

2.

2L Lösung:

$$f_1 = 440\,Hz \Rightarrow T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{440\frac{1}{s}} = \underline{\underline{0{,}002273\,s}}$$

$$f_2 = 443\,Hz \Rightarrow T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{443\frac{1}{s}} = \underline{\underline{0{,}002257\,s}}$$

Die Periodendauer wird mit steigender Frequenz geringer.

3.

3L a) Man muss die Pendellänge vergrößern.
b) Die Amplituden haben keinen Einfluss auf die Periodendauer.
c) Die doppelte Frequenz wird bei einem viertel der Pendellänge erreicht.

4.

4L geg. Pendellänge $67\ m$ $g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ ges. $T$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{67\ m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}} \approx \underline{\underline{16{,}42\,s}}$$

Die Periodendauer beträgt $\underline{\underline{T \approx 16{,}42\,s}}$

5.

5L geg. $g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ $T = 1\,s$ ges. Pendellänge $l$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Leftrightarrow \frac{l}{g} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \Leftrightarrow l = g\cdot\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$$

$$l = 9{,}81\frac{m}{s^2}\cdot\left(\frac{1\,s}{2\pi}\right)^2 \approx \underline{\underline{0{,}25\,m}}$$

Die Pendellänge beträgt $\underline{\underline{l = 0{,}25\,m}}$

6.

6L geg. $T_1 = 2{,}15\ s$ $l_1 = l$ $T_2 = 2{,}8\ s$ $l_2 = l + \Delta l$ $\Delta l = 0{,}8\ m$ ges. $g$

Ansatz: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = g\cdot\left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l+\Delta l}{g}} \Rightarrow l = g\cdot\left(\frac{T_2}{2\pi}\right)^2 - \Delta l$$

Elemination von $l$ durch gleichsetzen:

$$\Rightarrow g\cdot\left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2 = g\cdot\left(\frac{T_2}{2\pi}\right)^2 - \Delta l$$

nach $g$ auflösen:

$$\Rightarrow g = \frac{\Delta l}{\left(\frac{T_2}{2\pi}\right)^2 - \left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2} = \frac{(2\pi)^2\cdot\Delta l}{T_2^2 - T_1^2} = \frac{(2\pi)^2\cdot 0{,}8\ m}{(2{,}8\ s)^2 - (2{,}15\ s)^2} \approx \underline{\underline{9{,}816\ \frac{m}{s^2}}}$$

Die Fallbeschleunigung beträgt $\underline{\underline{g \approx 9{,}816\ \frac{m}{s^2}}}$

7.

7L

geg. $m = 400\,g = 0{,}4\,kg \quad s = 10\,cm = 0{,}1\,m \quad g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ ges. Frequenz $f$

Federpendel: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ mit $D = \frac{m \cdot g}{s}$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{m \cdot g}{s}}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{s}{g}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{0{,}1\,m}{9{,}81\,\frac{m}{s^2}}}} \approx \underline{\underline{1{,}576/s}}$$

Die Frequenz beträgt $\underline{\underline{f \approx 1{,}576\,Hz}}$

8.

8L Im Winter, wenn es kälter ist, zieht sich das Pendel etwas zusammen (Wärmeausdehnung), ist also kürzer. Bei kürzerer Pendellänge wird die Periodendauer geringer und damit die Frequenz größer. Die Uhr geht etwas schneller.

9.

9L

Für die Periodendauer gilt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ für die Frequenz gilt: $f = \frac{1}{T}$

Auf dem Mond ist $g$ kleiner, damit wird die Periodendauer $T$ größer.

Das bedeutet für die Frequenz, das sie kleiner wird.

Das Pendel schwingt langsamer als auf der Erde.

10.

10L:

geg. Äquator $g_Ä = 9{,}78\frac{m}{s^2}$ Pol $g_P = 9{,}83\frac{m}{s^2}$ Zeit für eine Halbschwingung $1\,s \Rightarrow T = 2\,s$

ges. Die jeweilige Pendellänge.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = g \cdot \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$$

Äquator: $l = 9{,}78\frac{m}{s^2} \cdot \left(\frac{2\,s}{2\pi}\right)^2 \approx \underline{\underline{0{,}990\,m}}$ Pendellänge

Pol: $l = 9{,}83\frac{m}{s^2} \cdot \left(\frac{2\,s}{2\pi}\right)^2 \approx \underline{\underline{0{,}996\,m}}$ Pendellänge

11.

11L

geg. $l_1 = 2\,m \quad l_2 = 1\,m$ ges. $\frac{T_1}{T_2}$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}} = \frac{\sqrt{\frac{l_1}{g}}}{\sqrt{\frac{l_2}{g}}} = \sqrt{\frac{l_1 \cdot g}{l_2 \cdot g}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{2\,m}{1\,m}} = \sqrt{2} \approx 1{,}414$$

Die Schwingungszeiten ändern sich im Verhältnis $\underline{\underline{\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2} \approx 1{,}414}}$

12.

12L geg. $l = 1{,}2\ m \quad T = 2{,}2\ s \quad$ ges. $g$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{l}{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2} = \frac{1{,}2\ m}{\left(\frac{2{,}2\ s}{2\pi}\right)^2} \approx \underline{\underline{9{,}79\frac{m}{s^2}}}$$

Die Fallbeschleunigung am Messort beträgt $\underline{\underline{g \approx 9{,}79\frac{m}{s^2}}}$

13.

13L

geg. $D = 100\ \frac{N}{m} = 100\ \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{m} = 100\frac{kg}{s^2} \quad m = 0{,}8\ kg \quad$ ges. f

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{0{,}8\ kg}{100\frac{kg}{s^2}}}} \approx \underline{\underline{1{,}779\,/\,s}}$$

Das Federpendel schwingt mit einer Frequenz von $\underline{\underline{f \approx 1{,}779\ Hz}}$