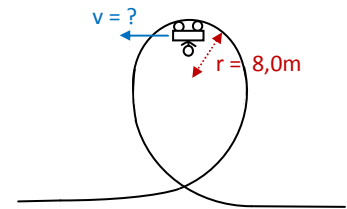


2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10b * 20.05.2011 * Gruppe A

1. In einer Achterbahn mit Looping sollen die Passagiere an der höchsten Stelle genau mit ihrem Körpergewicht auf die Unterlage (nach oben) gepresst werden.

Der Radius der Bahn beträgt an dieser höchsten Stelle 8,0m.

Wie hoch ist die dafür erforderliche Geschwindigkeit des Wagens an dieser höchsten Stelle?



2. Seit 2001 umrundet die NASA-Sonde „Mars Odyssey“ den Mars in einer Höhe von 400 km und benötigt dabei für einen Umlauf 119 Minuten. Der Radius des Planeten Mars beträgt $3,4 \cdot 10^3$ km.

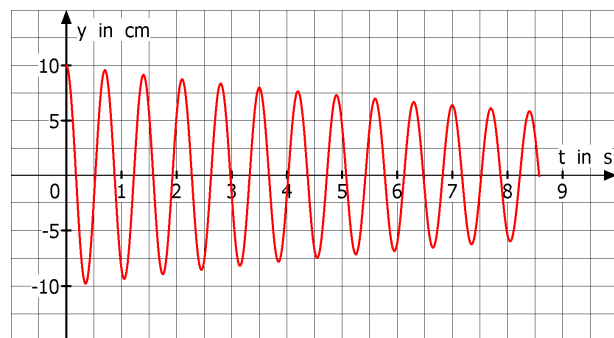
$$\text{Gravitationskonstante } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

- a) Bestimmen Sie die Masse des Planeten Mars. (Ergebnis: $6,4 \cdot 10^{23}$ kg)
- b) Seit Januar 2004 befindet sich der fahrbare Roboter „Opportunity“ auf der Marsoberfläche. Er hat eine Masse von 185 kg. Bestimmen Sie den Wert der Fallbeschleunigung auf der Marsoberfläche und die Gewichtskraft von Opportunity.



3. Das Diagramm zeigt die harmonische Schwingung eines Federpendels der Federhärte $D = 16 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

- a) Wann bezeichnet man eine Schwingung harmonisch? Welche physikalische Bedingung muss dabei erfüllt sein?
- b) Bestimmen Sie die schwingende Pendelmasse m. (Die Masse der Feder soll vernachlässigbar sein!)
- c) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Pendelkörpers beim zwölften Durchgang durch die Ruhelage?

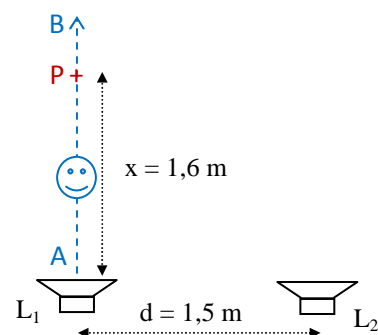


Im Unterricht hergeleitet: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ und $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot y_{\text{max}}$ und $a_{\text{max}} = \frac{D}{m} \cdot y_{\text{max}}$

4. Welche Geschwindigkeit (in Prozenten der Lichtgeschwindigkeit) muss ein Proton in einem Teilchenbeschleuniger besitzen, wenn seine Masse das Doppelte seiner Ruhemasse betragen soll?

5. Zwei Lautsprecher im Abstand $d = 1,5\text{m}$ senden gleichphasig Schallwellen der Frequenz $f = 850$ Hz aus. Die Schallgeschwindigkeit beträgt 340 m/s.

- a) Bestimmen Sie die Wellenlänge der Schallwellen.
- b) Bewegt man sich auf dem eingezeichneten Weg von A nach B so hört man den Ton der Frequenz 850Hz abwechselnd lauter und leiser. Erklären Sie dieses Phänomen.
- c) Prüfen Sie, ob man an der Stelle P im Abstand 1,6m von Lautsprecher L_1 den Ton laut oder leise hört!



Aufgabe	1	2a	b	3a	b	c	4	5a	b	c	Summe
Punkte	5	5	4	3	4	4	4	2	2	4	37

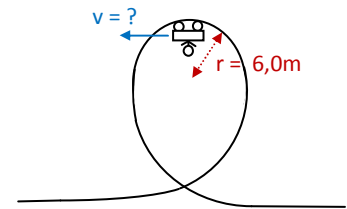
Gutes Gelingen! G.R.

2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10b * 20.05.2011 * Gruppe B

1. In einer Achterbahn mit Looping sollen die Passagiere an der höchsten Stelle genau mit ihrem Körpergewicht auf die Unterlage (nach oben) gepresst werden.

Der Radius der Bahn beträgt an dieser höchsten Stelle 6,0m.

Wie hoch ist die dafür erforderliche Geschwindigkeit des Wagens an dieser höchsten Stelle?



2. Seit 2001 umrundet die NASA-Sonde „Mars Odyssey“ den Mars in einer Höhe von 400 km und benötigt dabei für einen Umlauf 119 Minuten. Der Radius des Planeten Mars beträgt $3,4 \cdot 10^3$ km.

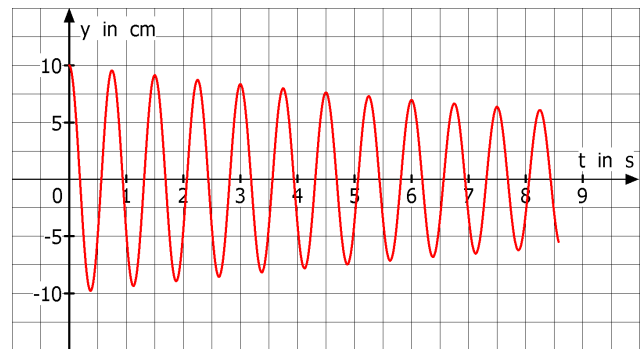
$$\text{Gravitationskonstante } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

- a) Bestimmen Sie die Masse des Planeten Mars. (Ergebnis: $6,4 \cdot 10^{23}$ kg)
- b) Seit Januar 2004 befindet sich der fahrbare Roboter „Opportunity“ auf der Marsoberfläche. Er hat eine Masse von 185 kg. Bestimmen Sie den Wert der Fallbeschleunigung auf der Marsoberfläche und die Gewichtskraft von Opportunity.



3. Das Diagramm zeigt die harmonische Schwingung eines Federpendels der Federhärte $D = 21 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

- a) Wann bezeichnet man eine Schwingung harmonisch? Welche physikalische Bedingung muss dabei erfüllt sein?
- b) Bestimmen Sie die schwingende Pendelmasse m. (Die Masse der Feder soll vernachlässigbar sein!)
- c) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Pendelkörpers beim vierzehnten Durchgang durch die Ruhelage?

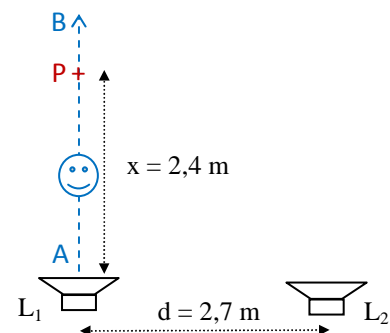


Im Unterricht hergeleitet: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ und $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot y_{\text{max}}$ und $a_{\text{max}} = \frac{D}{m} \cdot y_{\text{max}}$

4. Welche Geschwindigkeit (in Prozenten der Lichtgeschwindigkeit) muss ein Proton in einem Teilchenbeschleuniger besitzen, wenn seine Masse das Dreifache seiner Ruhemasse betragen soll?

5. Zwei Lautsprecher im Abstand $d = 2,7$ m senden gleichphasig Schallwellen der Frequenz $f = 425$ Hz aus. Die Schallgeschwindigkeit beträgt 340 m/s.

- a) Bestimmen Sie die Wellenlänge der Schallwellen.
- b) Bewegt man sich auf dem eingezeichneten Weg von A nach B so hört man den Ton der Frequenz 425 Hz abwechselnd lauter und leiser. Erklären Sie dieses Phänomen.
- c) Prüfen Sie, ob man an der Stelle P im Abstand 2,4 m von Lautsprecher L_1 den Ton laut oder leise hört!



Aufgabe	1	2a	b	3a	b	c	4	5a	b	c	Summe
Punkte	5	5	4	3	4	4	4	2	2	4	37

Gutes Gelingen! G.R.

2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10b * 20.05.2011 * Gruppe A * Lösung

$$1. F_Z = 2 \cdot F_g = 2 \cdot m \cdot g \quad \text{und} \quad F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r} \Rightarrow 2g = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{2gr} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 8,0 \text{m}} \approx 13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2. a) m \cdot \omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2} \quad \text{und} \quad r = R_{\text{Mars}} + h = 3,4 \cdot 10^6 \text{m} + 4,0 \cdot 10^5 \text{m} = 3,8 \cdot 10^6 \text{m}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{G \cdot M_{\text{Mars}}}{r^3} \Rightarrow M_{\text{Mars}} = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G} = \frac{4\pi^2 \cdot (3,8 \cdot 10^6 \text{m})^3}{(119,60 \text{s})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{kg}$$

$$b) m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{kg}}{(3,4 \cdot 10^6 \text{m})^2} = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_g = m \cdot g = 185 \text{kg} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,69 \text{kN}$$

3. a) Eine Schwingung heißt harmonisch, wenn die Auslenkung $y(t)$ sinusförmig ist.

Dies gilt, wenn die rücktreibende Kraft linear von der Auslenkung abhängt, d.h. wenn gilt $F = -D \cdot y$ mit D als Konstante.

$$b) T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} \quad \text{und} \quad T = 0,70 \text{s} \quad \text{und} \quad D = 16 \frac{\text{N}}{\text{m}} \Rightarrow m = \frac{T^2 \cdot D}{4\pi^2} = \frac{0,70^2 \text{s}^2 \cdot 16 \text{N}}{4\pi^2 \cdot \text{m}} = 0,20 \text{kg}$$

c) Zwölfter Durchgang durch die Ruhelage zum Zeitpunkt $t_1 = 4,0 \text{s}$,
Amplitude $A(4,0 \text{s}) \approx 7,5 \text{cm}$ und daher

$$v(4,0 \text{s}) = v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot A(4,0 \text{s}) = \sqrt{\frac{16 \text{N/m}}{0,20 \text{kg}}} \cdot 0,075 \text{m} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$4. 2 \cdot m_0 = m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \Rightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\frac{v}{c} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v = 0,87c = 87\% \text{ von } c$$

$$5. a) c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \text{m/s}}{850 \text{Hz}} = 0,40 \text{m} = 40 \text{cm}$$

b) Die von L_1 und L_2 ausgehenden Schallwellen überlagern sich (Interferenz). Je nach Gangunterschied überlagern sie sich dabei konstruktiv oder destruktiv, und dies führt zu einem lauten oder leisen Ton.

$$c) x_1 = \overline{PL_1} = 1,6 \text{m} \quad \text{und} \quad x_2 = \overline{PL_2} = \sqrt{x_1^2 + d^2} = \sqrt{1,6^2 + 1,5^2} \text{m} = 2,2 \text{m}$$

$$\text{Gangunterschied } \Delta x = x_2 - x_1 = 2,2 \text{m} - 1,6 \text{m} = 0,60 \text{m} = 1,5 \cdot \lambda$$

Damit hört man an der Stelle P den Ton nur sehr leise, da sich die beiden Schallwellen wechselseitig aufheben.

2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10b * 20.05.2011 * Gruppe B * Lösung

$$1. F_Z = 2 \cdot F_g = 2 \cdot m \cdot g \quad \text{und} \quad F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r} \Rightarrow 2g = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{2gr} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6,0 \text{m}} \approx 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2. a) m \cdot \omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2} \quad \text{und} \quad r = R_{\text{Mars}} + h = 3,4 \cdot 10^6 \text{m} + 4,0 \cdot 10^5 \text{m} = 3,8 \cdot 10^6 \text{m}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{G \cdot M_{\text{Mars}}}{r^3} \Rightarrow M_{\text{Mars}} = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G} = \frac{4\pi^2 \cdot (3,8 \cdot 10^6 \text{m})^3}{(119 \cdot 60 \text{s})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{kg}$$

$$b) m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2} \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{kg}}{(3,4 \cdot 10^6 \text{m})^2} = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_g = m \cdot g = 185 \text{kg} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,69 \text{kN}$$

3. a) Eine Schwingung heißt harmonisch, wenn die Auslenkung $y(t)$ sinusförmig ist.

Dies gilt, wenn die rücktreibende Kraft linear von der Auslenkung abhängt, d.h. wenn gilt $F = -D \cdot y$ mit D als Konstante.

$$b) T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} \quad \text{und} \quad T = 0,75 \text{s} \quad \text{und} \quad D = 21 \frac{\text{N}}{\text{m}} \Rightarrow m = \frac{T^2 \cdot D}{4\pi^2} = \frac{0,75^2 \text{s}^2 \cdot 21 \text{N}}{4\pi^2 \cdot \text{m}} = 0,30 \text{kg}$$

c) Vierzehnter Durchgang durch die Ruhelage zum Zeitpunkt $t_1 = 5,0 \text{s}$,
Amplitude $A(5,0 \text{s}) \approx 7,5 \text{cm}$ und daher

$$v(5,0 \text{s}) = v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot A(5,0 \text{s}) = \sqrt{\frac{21 \text{N/m}}{0,30 \text{kg}}} \cdot 0,075 \text{m} = 0,63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$4. 3 \cdot m_0 = m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \Rightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{1}{3} \Rightarrow 1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{8}{9} \Rightarrow$$

$$\frac{v}{c} = \frac{\sqrt{8}}{3} \Rightarrow v = 0,94c = 94\% \text{ von } c$$

$$5. a) c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \text{m/s}}{425 \text{Hz}} = 0,80 \text{m} = 80 \text{cm}$$

b) Die von L_1 und L_2 ausgehenden Schallwellen überlagern sich (Interferenz). Je nach Gangunterschied überlagern sie sich dabei konstruktiv oder destruktiv, und dies führt zu einem lauten oder leisen Ton.

$$c) x_1 = \overline{PL_1} = 2,4 \text{m} \quad \text{und} \quad x_2 = \overline{PL_2} = \sqrt{x_1^2 + d^2} = \sqrt{2,4^2 + 2,7^2} \text{m} = 3,6 \text{m}$$

$$\text{Gangunterschied } \Delta x = x_2 - x_1 = 3,6 \text{m} - 2,4 \text{m} = 1,2 \text{m} = 1,5 \cdot \lambda$$

Damit hört man an der Stelle P den Ton nur sehr leise, da sich die beiden Schallwellen wechselseitig aufheben.