

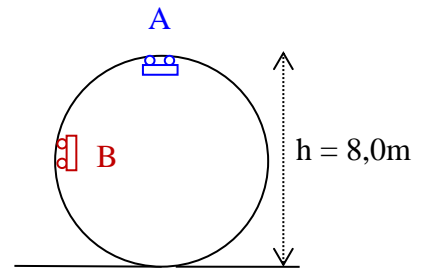
2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10d * 08.06.2018 * Gruppe A

1. In einer Achterbahn sollen die Wagen einen kreisförmigen Looping der Höhe 8,0 Meter durchfahren.

a) Welche Geschwindigkeit muss der Wagen an der höchsten Stelle A mindestens besitzen, wenn die Fahrgäste dort mit mindestens 80% ihrer Gewichtskraft auf die Sitze gepresst werden sollen?

b) Auf halber Höhe (beim Punkt B) rast der Wagen anschließend mit einer Geschwindigkeit von 12 m/s vorbei.

Mit welcher Kraft wird dabei ein Fahrgast der Masse 65 kg auf seinen Sitz gepresst?



2. Captain Kirk will mit seinem Raumschiff Enterprise von der Erde zum 29,5 Lichtjahre entfernten Planetensystem Gliese 433 reisen.

a) Wie lange dauert diese Reise für Kirk, wenn er mit 85,0% der Lichtgeschwindigkeit fliegt?

b) Für eine Reisedauer von 4,0 Jahren ist eine höhere Geschwindigkeit erforderlich. Welche Reisegeschwindigkeit errechnet Mr. Spock dafür?

3. Natürlich will die Enterprise aber nicht so lange unterwegs sein. Captain Kirk schaltet deshalb den Warp- Antrieb (Überlichtgeschwindigkeit!) ein, und so erreicht die Enterprise das Planetensystem Gliese 433 in wenigen Minuten.

Kirk bringt die Enterprise in eine kreisförmige Umlaufbahn um den Planeten C des Systems, der einen Radius von $11 \cdot 10^3$ km besitzt. In 5000 km Höhe über der Planetenoberfläche umkreist die Enterprise den Planeten in 146 Minuten.

a) Mr. Spock errechnet in Sekundenschnelle aus den gegebenen Daten die Masse des Planeten C. Welchen Wert erhält Mr. Spock? [Ergebnis: $M = 3,2 \cdot 10^{25}$ kg]

b) Auch die Fallbeschleunigung auf der Planetenoberfläche ermittelt Mr. Spock ohne Probleme. Wie lautet sein Ergebnis?

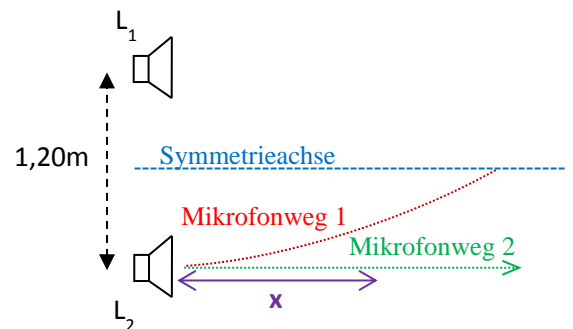
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

4. Die beiden Lautsprecher L_1 und L_2 im Abstand $d = 1,20\text{m}$ sind an einen Tonfrequenzgenerator mit der Frequenz 850 Hertz angeschlossen.

Bewegt man ein Mikroskop auf den angegebenen Wegen von L_2 weg, so ändert sich die Lautstärke. ($c_{\text{Schall}} = 340 \text{ m/s}$)

a) Beschreiben Sie mit kurzer Begründung diese Lautstärkeänderungen auf dem Weg 1.

b) Auf dem Weg 2 gibt es einige Stellen, an denen die Lautstärke deutlich geringer ist. Berechnen Sie für diejenige Stelle, die von L_2 am weitesten entfernt ist den zugehörigen Abstand x .



Aufgabe	1a	b	2a	b	3a	b	4a	b	Σ
Punkte	4	3	4	5	4	3	4	5	32



Gutes Gelingen! G.R.

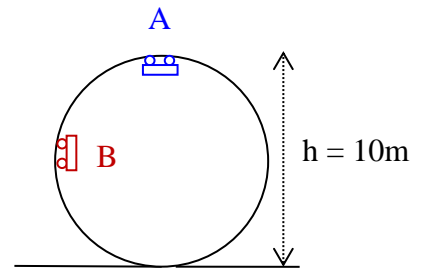
2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10d * 08.06.2018 * Gruppe B

1. In einer Achterbahn sollen die Wagen einen kreisförmigen Looping der Höhe 10 Meter durchfahren.

a) Welche Geschwindigkeit muss der Wagen an der höchsten Stelle A mindestens besitzen, wenn die Fahrgäste dort mit mindestens 90% ihrer Gewichtskraft auf die Sitze gepresst werden sollen?

b) Auf halber Höhe (beim Punkt B) rast der Wagen anschließend mit einer Geschwindigkeit von 13 m/s vorbei.

Mit welcher Kraft wird dabei ein Fahrgast der Masse 70 kg auf seinen Sitz gepresst?



2. Captain Kirk will mit seinem Raumschiff Enterprise von der Erde zum 23,2 Lichtjahre entfernten Planetensystem Gliese 667 reisen.

a) Wie lange dauert diese Reise für Kirk, wenn er mit 85,0% der Lichtgeschwindigkeit fliegt?

b) Für eine Reisedauer von 3,0 Jahren ist eine höhere Geschwindigkeit erforderlich. Welche Reisegeschwindigkeit errechnet Mr. Spock dafür?

3. Natürlich will die Enterprise aber nicht so lange unterwegs sein. Captain Kirk schaltet deshalb den Warp- Antrieb (Überlichtgeschwindigkeit!) ein, und so erreicht die Enterprise das Planetensystem Gliese 433 in wenigen Minuten.

Kirk bringt die Enterprise in eine kreisförmige Umlaufbahn um den Planeten B des Systems, der einen Radius von $9,0 \cdot 10^3$ km besitzt. In 3000 km Höhe über der Planetenoberfläche umkreist die Enterprise den Planeten in 129 Minuten.

a) Mr. Spock errechnet in Sekundenschnelle aus den gegebenen Daten die Masse des Planeten B. Welchen Wert erhält Mr. Spock? [Ergebnis: $M = 1,7 \cdot 10^{25}$ kg]

b) Auch die Fallbeschleunigung auf der Planetenoberfläche ermittelt Mr. Spock ohne Probleme. Wie lautet sein Ergebnis?

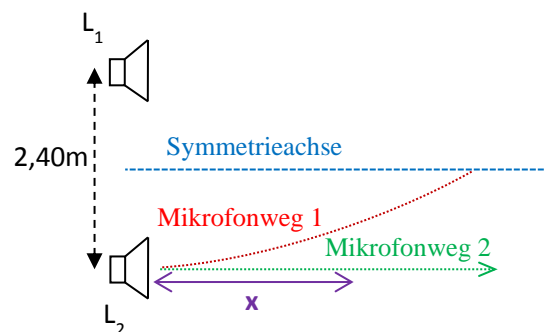
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

4. Die beiden Lautsprecher L_1 und L_2 im Abstand $d = 2,40\text{m}$ sind an einen Tonfrequenzgenerator mit der Frequenz 425 Hertz angeschlossen.

Bewegt man ein Mikroskop auf den angegebenen Wegen von L_2 weg, so ändert sich die Lautstärke. ($c_{\text{Schall}} = 340 \text{ m/s}$)

a) Beschreiben Sie mit kurzer Begründung diese Lautstärkeänderungen auf dem Weg 1.

b) Auf dem Weg 2 gibt es einige Stellen, an denen die Lautstärke deutlich geringer ist. Berechnen Sie für diejenige Stelle, die von L_2 am weitesten entfernt ist den zugehörigen Abstand x .



Aufgabe	1a	b	2a	b	3a	b	4a	b	Σ
Punkte	4	3	4	5	4	3	4	5	32



Gutes Gelingen! G.R.

2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10d * 08.06.2018 * Gruppe A * Lösung

1. a) $F_Z \geq F_U + F_G = 0,8F_G + F_G = 1,8 \cdot m \cdot g$ also $\frac{mv^2}{r} \geq 1,8 \cdot m \cdot g \Rightarrow$

$$v^2 \geq 1,8 \cdot g \cdot r \Rightarrow v \geq \sqrt{1,8 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,0\text{m}} = 8,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) $F_U = F_Z = \frac{mv^2}{r} = \frac{65\text{kg} \cdot (12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{4,0\text{m}} = 2340\text{N} = 2,3\text{kN}$

2. a) $x = 29,5\text{Lj} = 29,5c \cdot a$; $v = 0,85c$; $t = \frac{x}{v}$ und $t' = t \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$ also

$$t' = t \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} = \frac{29,5c \cdot a}{0,85c} \cdot \sqrt{1 - 0,85^2} = 18a$$

b) Nun $t' = 4,0a$ und $t' = \frac{x}{v} \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} \Leftrightarrow t'^2 = \frac{x^2}{v^2} \cdot (1 - (\frac{v}{c})^2) \Leftrightarrow t'^2 = \frac{x^2}{v^2} - \frac{x^2}{c^2} \Leftrightarrow$

$$t'^2 \cdot v^2 \cdot c^2 = x^2 \cdot c^2 - x^2 v^2 \Leftrightarrow t'^2 \cdot v^2 \cdot c^2 + x^2 v^2 = x^2 \cdot c^2 \Leftrightarrow v^2 \cdot (t'^2 \cdot c^2 + x^2) = x^2 \cdot c^2 \Leftrightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{x^2 \cdot c^2}{t'^2 \cdot c^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{(29,5c \cdot a)^2 \cdot c^2}{(4,0a)^2 \cdot c^2 + (29,5c \cdot a)^2}} = \sqrt{\frac{29,5^2 a^2}{4,0^2 + 29,5^2}} = 0,99c$$

3. a) $R = 11 \cdot 10^3\text{km}$; $h = 5,0 \cdot 10^3\text{km}$; $T = 146\text{min}$; $r = R + h = 16 \cdot 10^3\text{km}$

$$F_Z = F_G \Leftrightarrow m\omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \Leftrightarrow M = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{r^3}{G} = \frac{4\pi^2}{(146 \cdot 60\text{s})^2} \cdot \frac{(16 \cdot 10^6\text{m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 3,2 \cdot 10^{25}\text{kg}$$

b) $m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M}{R^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 3,2 \cdot 10^{25}\text{kg}}{(11 \cdot 10^6\text{m})^2} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

4. a) Die Schallwellen aus den beiden Lautsprechern überlagern sich und interferieren konstruktiv bzw. destruktiv je nach Gangunterschied.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{850\text{Hz}} = 0,40\text{m} \quad \text{und} \quad d = 1,20\text{m} = 3 \cdot \lambda$$

Genau vor dem Lautsprecher L_2 beträgt der Gangunterschied Δs der beiden ankommenden Schallwellen 3λ . Am Wegende auf der Symmetrieachse der Anordnung beträgt der Gangunterschied dann 0. D.h. die Lautstärke wird auf dem Weg 1 dreimal lokal minimal werden, nämlich bei den Gangunterschieden $2,5\lambda$, $1,5\lambda$ und $0,5\lambda$.

(Am Weganfang mit $\Delta s = 3\lambda$ und am Wegende mit $\Delta s = 0 \cdot \lambda$ ist die Lautstärke maximal.)

b) Der größte Abstand des Minimums der Lautstärke ergibt sich für $\Delta s = 0,5\lambda$.

$$0,5\lambda = \Delta s = x_1 - x \quad \text{mit} \quad x_1^2 = d^2 + x^2, \text{ d.h.}$$

$$0,5\lambda = \sqrt{d^2 + x^2} - x \Leftrightarrow x + 0,5\lambda = \sqrt{d^2 + x^2} \Leftrightarrow x^2 + 2 \cdot x \cdot 0,5\lambda + (0,5\lambda)^2 = d^2 + x^2 \Leftrightarrow$$

$$x \cdot \lambda = d^2 - 0,25 \cdot \lambda^2 \Leftrightarrow x = \frac{d^2 - 0,25 \cdot \lambda^2}{\lambda} = \frac{(1,2\text{m})^2 - 0,25 \cdot (0,40\text{m})^2}{0,40\text{m}} = 3,5\text{m}$$



2. Schulaufgabe aus der Physik * Klasse 10d * 08.06.2018 * Gruppe B * Lösung

1. a) $F_Z \geq F_U + F_G = 0,9F_G + F_G = 1,9 \cdot m \cdot g$ also $\frac{mv^2}{r} \geq 1,9 \cdot m \cdot g \Rightarrow$

$$v^2 \geq 1,9 \cdot g \cdot r \Rightarrow v \geq \sqrt{1,9 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,0\text{m}} = 9,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) $F_U = F_Z = \frac{mv^2}{r} = \frac{70\text{kg} \cdot (13 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5,0\text{m}} = 2366\text{N} = 2,4\text{kN}$

2. a) $x = 23,2\text{Lj} = 23,2c \cdot a$; $v = 0,85c$; $t = \frac{x}{v}$ und $t' = t \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$ also

$$t' = t \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} = \frac{23,2c \cdot a}{0,85c} \cdot \sqrt{1 - 0,85^2} = 14\text{a}$$

b) Nun $t' = 3,0\text{a}$ und $t' = \frac{x}{v} \cdot \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} \Leftrightarrow t'^2 = \frac{x^2}{v^2} \cdot (1 - (\frac{v}{c})^2) \Leftrightarrow t'^2 = \frac{x^2}{v^2} - \frac{x^2}{c^2} \Leftrightarrow$

$$t'^2 \cdot v^2 \cdot c^2 = x^2 \cdot c^2 - x^2 v^2 \Leftrightarrow t'^2 \cdot v^2 \cdot c^2 + x^2 v^2 = x^2 \cdot c^2 \Leftrightarrow v^2 \cdot (t'^2 \cdot c^2 + x^2) = x^2 \cdot c^2 \Leftrightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{x^2 \cdot c^2}{t'^2 \cdot c^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{(23,2c \cdot a)^2 \cdot c^2}{(3,0\text{a})^2 \cdot c^2 + (23,2c \cdot a)^2}} = \sqrt{\frac{23,2^2 a^2}{3,0^2 + 23,2^2}} = 0,99c$$

3. a) $R = 9,0 \cdot 10^3\text{km}$; $h = 3,0 \cdot 10^3\text{km}$; $T = 129\text{min}$; $r = R + h = 12 \cdot 10^3\text{km}$

$$F_Z = F_G \Leftrightarrow m\omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \Leftrightarrow M = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{r^3}{G} = \frac{4\pi^2}{(129 \cdot 60\text{s})^2} \cdot \frac{(12 \cdot 10^6\text{m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 1,7 \cdot 10^{25}\text{kg}$$

b) $m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M}{R^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 1,7 \cdot 10^{25}\text{kg}}{(9,0 \cdot 10^6\text{m})^2} = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

4. a) Die Schallwellen aus den beiden Lautsprechern überlagern sich und interferieren konstruktiv bzw. destruktiv je nach Gangunterschied.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{850\text{Hz}} = 0,40\text{m} \quad \text{und} \quad d = 1,20\text{m} = 3 \cdot \lambda$$

Genau vor dem Lautsprecher L_2 beträgt der Gangunterschied Δs der beiden ankommenden Schallwellen 3λ . Am Wegende auf der Symmetrieachse der Anordnung beträgt der Gangunterschied dann 0. D.h. die Lautstärke wird auf dem Weg 1 dreimal lokal minimal werden, nämlich bei den Gangunterschieden $2,5\lambda$, $1,5\lambda$ und $0,5\lambda$.

(Am Weganfang mit $\Delta s = 3\lambda$ und am Wegende mit $\Delta s = 0 \cdot \lambda$ ist die Lautstärke maximal.)

b) Der größte Abstand des Minimums der Lautstärke ergibt sich für $\Delta s = 0,5\lambda$.

$$0,5\lambda = \Delta s = x_1 - x \quad \text{mit} \quad x_1^2 = d^2 + x^2, \text{ d.h.}$$

$$0,5\lambda = \sqrt{d^2 + x^2} - x \Leftrightarrow x + 0,5\lambda = \sqrt{d^2 + x^2} \Leftrightarrow x^2 + 2 \cdot x \cdot 0,5\lambda + (0,5\lambda)^2 = d^2 + x^2 \Leftrightarrow$$

$$x \cdot \lambda = d^2 - 0,25 \cdot \lambda^2 \Leftrightarrow x = \frac{d^2 - 0,25 \cdot \lambda^2}{\lambda} = \frac{(2,4\text{m})^2 - 0,25 \cdot (0,80\text{m})^2}{0,80\text{m}} = 7,0\text{m}$$

